

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AYDINLATMA ARMATÜRLERİNİN ÇİFT YÖNLÜ YAZILIM DESTEKLİ
UZAKTAN KONTROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CENGİZHAN ABAY

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ NAZIM İMAL

BİLECİK, 2022

10455048

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AYDINLATMA ARMATÜRLERİNİN ÇİFT YÖNLÜ YAZILIM DESTEKLİ
UZAKTAN KONTROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CENGİZHAN ABAY

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ NAZIM İMAL

BİLECİK, 2022

10455048

BEYAN

“Aydınlatma Armatürlerinin Çift Yönlü Yazılım Destekli Uzaktan Kontrolü” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR	X	DESTEK ALINMAMIŞTIR	
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum; BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)	X	2021-02.BŞEÜ.01-02	
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:	/.....	

Cengizhan Abay

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Tez çalışmam boyunca bilgisini ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, Dr. Öğr. Üyesi Nazım İMAL'e sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışmaya destek veren Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne ve projenin sonlanmasındaki değerli katkıları adına sayın jüri üyelerine teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Bu çalışma Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. (Proje No: 2021-02.BŞEÜ.01.02).

Cengizhan Abay

2022

ÖZET

AYDINLATMA ARMATÜRLERİNİN ÇİFT YÖNLÜ YAZILIM DESTEKLİ UZAKTAN KONTROLÜ

Elektriksel aydınlatma sistemlerinin uzaktan kontrol edilebilirliği; zaman, işçilik ve işletme verimliliği bakımlarından faydalar sağlayabilir. Uzaktan kontrol sistemleri, kablolu olarak gerçekleştirilebileceği gibi, gelişen ağ ve bilgi teknolojileri kullanılarak kablosuz olarak da tesis edilebilir. Özellikle açık arazide, uzak konumlandırılmış armatürlerin çalışma yeteneklerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve kontrol için uzaktan kontrol sistemleri kullanılması, kablolu sistemlere göre daha avantajlı olabilmektedir.

Burada gerçekleştirilen çalışmada, endirekt kontrol gerektiren bir devre kullanılarak, uzaktan kontrol ile armatürlerin devrede olması ya da olmaması sağlanmaktadır. Lambaların devrede olup olmamasının kontrolü sahadaki gözlemlerden anlaşılabilirliği gibi, sensörlü algılamaların gerektirdiği geri besleme bilgilerinin değerlendirilmesiyle daha hızlı bir biçimde de anlaşılabilir. Elde edilen sensör algılama bilgileri ile akıllı kontrol uygulamalarını içeren dış aydınlatma kontrol uygulaması, çift yönlü kontrol uygulaması olarak tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Çalışmada armatürlerin çift yönlü uzaktan kontrolü kablosuz olarak gerçekleştirilmekte olup, özellikle uzak mesafede işletilmesi gereken armatür sistemlerinin kablolama maliyetlerinin azaltılması, işletme güvenilirliği ve enerji verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aydınlatma, Kontrol Sistemleri, Kablosuz.

ABSTRACT
SOFTWARE AIDED BIDIRECTIONAL REMOTE CONTROL OF LIGHTING
ARMATURES

Remote controllability of electrical lighting systems; can provide benefits in terms of time, labor and operational efficiency. Remote control systems can be realized as wired, it can also be established wirelessly by using developing network and information technologies. In particular, ensuring the sustainability of the operating capabilities of armatures located remotely in open terrain and use of remote control systems for control can be more advantageous than wired systems.

In the study carried out here, by using a circuit that requires indirect control, it is ensured that the armatures are active or not by remote control. The control of whether the lamps are on or not can be understood from observations in the field, or it can be understood more quickly by evaluating the feedback information required by sensory detections. The outdoor lighting control application, which includes the obtained sensor detection information and smart control applications, was designed and implemented as a two-way control application. In the study, two-way remote control of armatures are carried out wirelessly, and it is aimed to reduce the cabling costs, increase the operational reliability and energy efficiency of armatures systems that need to be operated at a long distance.

Keywords: Lighting, Control Systems, Wireless.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Literatür İncelemesi.....	2
1.2. Tezin Amacı ve Yapısı	9
2. AYDINLATMA VE AYDINLATMA SİSTEMLERİ.....	11
2.1. Aydınlatma Sistemleri	11
2.1.1. Aydınlatma sistemlerinde temel kavramlar	11
2.2. Armatür Türleri ve Lambaların Elektriksel Devreleri	12
2.2.1. LED lambalar	13
2.2.2. Lambaların elektriksel devreleri.....	14
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Mikro Denetleyiciler	15
3.1.1. Raspberry pi.....	15
3.1.2. Arduino.....	16
3.2. Kablosuz Sistemler ve Radyo Frekans.....	17
3.2.1. Lora E32 433T20d teknik özellikleri	17
3.3. Güç Kaynağı	18
3.4. LDR Modül ve Röle Katı.....	18
3.5. Kontrol Sistemleri.....	19
3.5.1. Açık çevrimli kontrol sistemleri	19

3.5.2. Kapalı çevrimli kontrol sistemleri.....	20
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE PROTOTİP ÜRETİMİ	21
4.1. Sistemin Önemi ve Teorik Hesaplamalar	21
4.2. Prototip Geliştirme	23
4.2.1. Sistemin çalışması	23
4.2.2. Kontrol merkezi tasarım ve uygulaması	24
4.2.3. Alıcı ünite tasarım ve uygulaması	26
4.3. Sistemin Geliştirilebilirliği	28
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	30
KAYNAKÇA	32
EKLER.....	38

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Mesafe-Güç Tablosu	22
Tablo 5.1. Ortalama bir aydınlatma sisteminde elde edilen tasarruf.....	30

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Uygulamalarda Sıklıkla Kullanılan Lamba Türleri	12
Şekil 2.2. Aydınlatma Armatür Türleri	13
Şekil 2.3. Aydınlatma Direkt Kontrol Devreleri	14
Şekil 2.4. Röle Destekli Endirekt Aydınlatma Kontrol Devresi	14
Şekil 3.1. Raspberry Pi Örneği	16
Şekil 3.2. Arduino Nano Örneği	16
Şekil 3.3. Lora E32 433T20d Kablosuz Haberleşme Modülü	18
Şekil 3.4. Güç Adaptörü	18
Şekil 3.5. LDR Modül ve Röle Katı	19
Şekil 3.6. Açık Çevrimli Kontrol Sistemi	20
Şekil 3.7. Kapalı Çevrimli Kontrol Sistemi	20
Şekil 4.1. Mesafe-Güç Grafiği	23
Şekil 4.2. Bir Armatür İçin Kontrol Akış Diyagramı	24
Şekil 4.3. Kontrol Merkezi	24
Şekil 4.4. Verici Ünite	25
Şekil 4.5. Kontrol Merkezine Ait Örnek Kontrol Ekranı Görüntüsü	26
Şekil 4.6. Alıcı Ünite Açık Şema	27
Şekil 4.7. Alıcı Ünite	27
Şekil 4.8. Alıcı Uygulaması	28
Şekil 4.9. Akım Sönsörü Örneği	29

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

V	: Volt
W	: Watt
A	: Amper
mA	: Mili Amper
uA	: Mikro Amper
kWh	: Kilo Watt-Saat
GWh	: Giga Watt-Saat
KB	: Kilobyte
MB	: Megabayt
GB	: Gigabayt
Hz	: Hertz
Mhz	: Mega hertz
I/O	: Input/Output
IDE	: Integrated Devolepment Environment
USB	: Universal Serial Bus
PWM	: Pulse- Width Modulation
SPI	: Serial Peripheral Interface
DC	: Direct Current
GHz	: Giga Hertz
MBps	: Mega Byte Per Second
KBps	: Kilo Byte Per Second
Mm	: Milimetre
WSN	: Wireless Sensor Network
WPA	: Wi-Fi Protected Access
PID	: Proportional Integral Derivative

ALU : Arithmetic Logic Unit
LCD : Liquid Crystal Display
SD : Secure Digital (Memory Card)
FPS : Frame Per Second
RF : Radyo Frekans
NFC : Near Field Communication
dBm : Decibel Milliwatt
GSM : Global System for Mobile Communications
HDMI: High Definition Multimedia Interface
RAM : Random Access Memory
Wi-Fi : Wireless Fidelity

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin çok hızlı gelişiyor olması birçok kolaylığı da beraberinde getirmektedir. Her geçen gün enerji tüketimi artmakta iken yeni enerji kaynaklarının kurulumu yıllar almakta, dünya bir enerji krizine doğru sürüklenmektedir (Yavuz vd., 2009:90). Bununla birlikte teknolojinin bu kadar hızlı gelişmesi bir enerji türü olan elektrik ihtiyacının da hızla artmasına neden olmaktadır. Elektrik talebinin artması bir yandan yeni yatırımların yapılmasına diğer yandan tasarruf yapılmasını zorunlu hale getirmektedir (Çoban, 2010:1). Kullanılan elektriğin kayıplarının en az seviyede olması ve en verimli şekilde kullanılması için otomasyon ve kontrol sistemlerinin etkin bir şekilde kullanılması elzemdir. Otomasyon ve kontrol sistemlerinin sağladığı kullanım kolaylığı insan hayatını kayda değer biçimde etkilemektedir (Çakır & Çalış, 2009:258).

Aydınlatma kontrol sistemleri, doğrudan kumanda edilebildiği gibi dolaylı olarak da kumanda edilebilmektedir. Doğrudan kumanda sistemleri, sıradan anahtar veya komütatör anahtar gibi bilinen elektrik tesisat uygulamaları olup, günlük hayatımızda sıklıkla karşılaşılmaktadır. Dolaylı kumanda sistemleri bir sistem veya yöntem ile rölelerin anahtarlanması gibi bir sinyale bağlı sistemlerdir. Aydınlatma bağlamında elektrik, elektronik ve mekanik yapılar içeren bu sistemler, kablolu olarak kontrol edilebileceği gibi kablosuz da kontrol edilebilir. Bu sistemlerde temel mantık olarak, mikro kontrol devreleri ve benzeri sistemler tarafından üretilen kontrol sinyallerinin, güç katlarında değerlendirilerek, aydınlatma lambalarının yakılıp söndürülmesi ya da ışıklarının dimmerlenmesidir (sıfırdan maksimum ışık akısına ayarlanabilmesidir). Armatür yapıların kontrol uygulamaları kablolu sistemlere alternatif olarak kablosuz da gerçekleştirilebilirken, enerji beslemelerinin kablolu olmaları zorunludur.

Kablosuz olarak armatür sistemlerinin kontrol edilebilirliği ile aydınlatma sistemlerine talep olduğunda güvenli ve hızlı cevap verebilen bir sistem geliştirilebilir. Aydınlatma seviyesinin her zaman gerçek ihtiyaçla tam olarak eşleşeceği şekilde aydınlatmanın kontrol edilmesi, enerji maliyetlerinden tasarruf edilmesini ve insan konforunu ve verimliliğini artırmayı sağlar (Martirano, 2011:132). Sokak aydınlatması dünya çapındaki elektrik kullanımının %20'sini oluşturmaktadır (Young vd. 2011:788). Türkiye İstatistik Kurumu'ndan alınan elektrik tüketim verilerine göre, Türkiye'de 2020 yılında tüketilen 262.702 GWh enerjinin yüzde 2,0'si dış aydınlatma için tüketildi. Bu da bu amaçla yaklaşık 5254 GWh enerji tüketildiği anlamına gelmektedir (Tuik, 2020). Bu bağlamda gelişmiş otomasyon sistemleri endüstriyel ve ticari aydınlatmanın yanı sıra sokak lambaları, tünel lambaları veya genel olarak

dış aydınlatmada her yıl milyarlarca Euro ve milyonlarca ton fosil yakıt tasarrufu ve ayrıca CO2 emisyonlarının azaltılmasını sağlayabilir (Zotos vd., 2012:43). Diğer yandan Sokak aydınlatması yerel toplulukların ihtiyaçlarını karşılayarak yaşam konforu ve kalitesini artırarak, bireylerin güvenlik ihtiyaçlarına da önemli ölçüde katkı sağlar (Lavric vd. 2012:312).

Bu tez çalışması kablosuz aydınlatma kontrol otomasyonu sunmaktadır. Kablosuz aydınlatma kontrol otomasyonu ile tetikleme sinyali üretilerek dolaylı kontrol gerektiren devreler vasıtasıyla kablosuz olarak armatürlerin devrede olması ya da devreden çıkarılması sağlanabilmektedir. Lambaların devrede olup olmaması çıplak gözle gözlenebileceği gibi sensörlü algılamalarının gerektirdiği akıllı kontrol uygulamaları yolu ile de takip edilebilir. Çalışmada armatürlerin kontrolü kablosuz olarak gerçekleştirildiği için uzak uygulamalı lamba sistemlerinin kablolu maliyetleri azaltılmaktadır. Kontrolleri kablosuz olarak yazılım tabanlı kontrol otomasyonu ile yapılan uzak uygulamalı aydınlatma sistemleri, enerjilerini kendilerine en yakın elektrik kaynağından alırlar. Çalışmanın sunduğu yenilik ise uzak uygulamalı lamba sistemlerinin gerçekten aydınlatıp-aydınlatmadığı bilgisinin analog sensörler vasıtasıyla gerçek zamanlı olarak ölçülerek kullanıcıya bilgi verebilmesi kabiliyetidir. Otomasyon tarafından oluşturulan, armatürleri açma veya kapatma sinyallerinin armatüre ulaşıp ulaşmadığının teyidi bu yolla sağlanabilmektedir.

1.1. Literatür İncelemesi

Literatür araştırıldığında kablosuz sistemler ile ilgili birçok çalışma olduğu görülmektedir. Bu araştırmalarda kablosuz sistemler çeşitli amaçlar için farklı frekans ve mimarilerde gerçekleştirilmektedir. Bunlarda bazıları incelenecek olursa;

Lecesse (2013) çalışmasında, gelişmiş bir arayüz ile sokak aydınlatma sistemlerinin yönetimini ve verimliliğini kontrol etmeyi amaçlamıştır. Sistem parametrelerini kontrol etmek için bir sensör kombinasyonlarından yararlanılmış ve sensör verileri ZigBee vericileri ve alıcıları kullanılarak noktadan noktaya aktarılmıştır. Sensör verileri, sokak lambalarının durumunu kontrol etmek ve arıza durumunda uygun önlemleri almak için kontrol terminaline gönderilerek takip gerçekleştirilmiştir.

Zotos vd (2012) çalışmasında, enerji açısından verimli, akıllı bir dış mekan aydınlatma yönetimi ve uzaktan kumandalı izleme sisteminin deneysel gelişimini tanıtmaktadır. Önerilen sistem, bir dizi yakınlık sensörü tarafından araç veya yaya hareketi algılanıncaya kadar aydınlatmayı düşük seviyede tutar. Bu durumda, alan doluyken daha iyi görüş sağlamak için aydınlatma seviyesi artırılır ve alan tekrar boşaldığında daha düşük bir seviyeye kısılır. Aynı

zamanda, veri durum ve çalışma karartma seviyesi gibi lamba parametreleri ile ilgili olarak, belirli bir sistem çalışma profiline göre geri bildirim alabilen çift yönlü bir kanal aracılığıyla yönetim sistemine aktarılır. Sistem, eski ve verimsiz teknolojileri kullanan sokak aydınlatma sistemleri üzerine büyük bir maliyet olmadan kolayca kurulabilir ve bu sayede enerji tüketimi azaltılır. Ayrıca kullanılan teknolojilerin, akıllı yol uygulamalarını destekleyebileceği belirtilmektedir.

Caponetto vd (2008) çalışmasında, bir sokak aydınlatma sistemini izlemek ve yönetmek için bir uzaktan kumanda ekipmanı sunulmaktadır. Elektrik panolarının içinde bulunan ana panolar ve her bir elektrik direğine monte edilen bağımlı panolar tarafından gerçekleştirilen bir yerel kontrol ve yerel kontrol sistemi ile uzaktan iletişim için bir uzaktan kumandanın oluşur. Ana ve bağımlı kartlar arasındaki iletişim, GPRS-GSM iletişimi yoluyla ana kartlara bağlanır. Ana kart, güç hattı iletişimi için elektrik fazının seçilmesine ve her bir elektrik direği üzerindeki bağımlı panolara kontrol komutlarının gönderilmesine izin verdiği belirtilmektedir.

Kuusik vd. (2016) çalışmasında, kamusal aydınlatmanın, kamusal alanlarda güvenliğin sağlanmasında önemli bir faktör olduğunu, fakat yerel belediye tarafından karşılanacak maliyetlerinin ağır olduğunu belirterek, sokakta hareket algılama cihazlarının kullanımına odaklanma ile gerekli aydınlatma normlarının %100'ünü sağlamaya devam ederken, ayda %40'a kadar enerji tasarrufu sağlamaya yardımcı olabildiği belirtilir.

Lavric vd (2014) çalışmasında, bir sokak aydınlatma izleme ve kontrol sisteminin saha testini sunmaktadır. Sistem, sokak aydınlatma lambalarının uzaktan kontrolünü sağlayan büyük ölçekli tipte bir WSN ağına dayanmaktadır. Sistem ayrıca elektrik gücü ve bakım maliyetlerinde tasarruf sağlar. Mimari, araç algılamaya izin veren ve güç verimliliği hedefini tamamlamaya yardımcı olan entegre Doppler sensörlerini kullanır. Böylece, bir araç tespit edildiğinde, lambaların ışık şiddeti, trafik güvenliğini etkilememek için önceden ayarlanmış bir seviyeye yükseltilir ve tersi durumda azaltılır. Ayrıca sistem, olası arızaları tespit etmek ve bakım sürecini kolaylaştırmak için akım sensörleri kullanır. Elde edilen sonuçlara göre sistem, performans artışına olanak sağlamakta ve Akıllı Şehir konseptine entegre edilebilmektedir.

Lavric vd. (2012) çalışmasında, elektrik enerjisi tüketiminin azaltılmasının, Avrupa düzeyinde oldukça tartışılan bir konu olduğundan yola çıkarak WSN (Kablosuz Sensör Ağı) iletişim protokolü kullanan bir sokak aydınlatma izleme ve kontrol sisteminin tasarımını ve uygulamasını sunmaktadır.

Mahoor vd. (2014) çalışmasında, akıllı sokak aydınlatma kontrol sistemi için enerji tüketimi ve lamba ömrünün optimizasyonunu tanıtmaktadır. Sistemin ana bileşenleri İzleme ve Yönetim Yazılımı, İnternet Protokolü, Segment Kontrol Cihazı, LonWorks Enerji Hattı İletişim Teknolojisi ve Dış Aydınlatma Kontrol Cihazıdır. Enerji tüketimini azaltmak ve lamba ömrünü artırmak için akıllı sokak aydınlatma kontrol sistemine beş karartma seviyesi ve sokak aydınlatma lambalarının üç grup düzenlemesi ile senaryo uygulanır. 30-400 watt'lık bir lamba grubu için deneysel sonuçlar, önerilen yöntemin etkililiğini ve işleyişini göstermektedir. 12 çalışma saatinde toplam enerji tüketiminin %20 azaldığı ve ortalama lamba ömrü %100 arttığı belirlenmektedir.

Martirano (2011) çalışmasında, Avrupa'da orta ve büyük ölçekli binaların iç mekanlarının aydınlatılmasında kullanılan elektrik enerjisi miktarının yaklaşık %40 civarında olduğunu belirtmektedir. Enerji tasarrufu için verimlilik ve etkinlik üzerinden entegre bir aydınlatma kontrol konsepti oluşturmanın gerekliliğinden bahsedilmektedir.

Demirbaş (2015) yayınlanmamış doktora tezinde aydınlatma kontrol otomasyon sisteminden elde edilen elektriksel veriler kullanılarak, ofis binaları için aydınlatma enerjisi tasarruf potansiyeli hesaplanmıştır. Enerji tüketiminin görüntü işleme tekniği kullanılarak azaltılması araştırılmıştır. Deneysel olarak elde edilen sonuçlar kullanılarak, enerji tasarrufu potansiyeli ve ilişkili parametreleri değerlendirilmiştir.

Erguzel vd. (2017) çalışmasında, farklı aydınlatma senaryolarına uygun, enerji tasarruflu bir yol aydınlatma sistemini açıklamaktadır. Tasarlanan sistem bir üniversite kampüsünde 12 ay süreyle uygulanarak %24,1 elektrik enerjisi tasarrufu sağlanmıştır. Sistem içerisinde yüksek basınçlı sodyum (HPS) lambaları, programlanmış mikrodenetleyici kartlar ile tasarlanan bir arayüz kullanılarak takvim ve saat verilerine göre istenilen oranlarda 12 aylık periyotlarda dimlenmiştir. Tasarlanan sistem, enerji tasarrufunun yanı sıra, ışıklandırılmış alan için tüketilen enerji verilerini takip etmek için uzaktan erişimli bir güç analizörü kullanılmasına izin vermektedir.

Abdallal vd. (2019) çalışmasında, LED lambaların büyük ölçüde nüfuz etmesi için merkezi bir karartma sistemi önermektedir. Karartma sistemi, bir web sayfası veya bir masaüstü uygulaması aracılığıyla uzaktan kontrol edilir. Karartma, yüksek güç faktörü ve düşük giriş akımı harmonik bozulması ile sonuçlanan yüksek voltaj ve akım kalitesi dalga formları korunurken elde edilir. Sistem, ticari kısılabilir LED sürücüler için ek kablolama veya özel

ayarlamalar gerektirmez. Sistem, enerji tasarrufunu desteklemek için bir karartma profilinin programlanmasına izin verir.

Kim vd. (2016) çalışmasında, aydınlatma kontrol çeşitleri için kablolu haberleşme teknolojileri yerine kablosuz haberleşme kullanılmaya başlandığından bahisle kablosuz teknoloji kullanan aydınlatma kontrol sistemi ve kablosuz iletişim teknolojisinin ad hoc modu ve altyapı modu uygulanarak göz önünde bulundurulması gereken aydınlatma unsurları özetlenmiştir.

He ve Pandharipande (2015) çalışmasında, kablosuz sensörlü armatürlere sahip iç mekan aydınlatma sistemleri, lokasyon bazlı aydınlatma kontrolü sunan bir altyapı olarak değerlendirilmektedir. Konum bölgesine bağlı olarak, kullanıcıya ilgili armatürlerin kontrolü verilir. Önerilen sistemin performansı ve konumlandırma yöntemi, büyük bir iç aydınlatmaya sahip açık plan ofis modeli için düşünülmektedir.

Shahzad vd. (2016) çalışmasında, enerji optimizasyonu için trafik akışına dayalı akıllı (LED) sokak aydınlatmasının yeni bir konsepti önerilmiştir. Geliştirilen akıllı şebeke mimarisi tabanlı sistem, yoldaki uyarlanabilir trafiğe yanıt olarak maksimum enerji verimliliği sağlamak için düşük güçlü ZigBee ağını kullanır. Ayrıca, akıllı LED ışıkların ölçeklenebilir kablosuz ağı, gelişmiş güvenilirlik, düşük maliyet ve daha fazla kullanıcı memnuniyeti sunar. Performansı doğrulamak için önerilen sistem bir üniversite kampüsü içinde gerçek bir ortamda uygulanmış ve test edilmiştir. Deneysel sonuçlar, değiştirilen konvansiyonel aydınlatma ile karşılaştırıldığında, sistemimizin yaz ve kış arasındaki gün ışığı değişimlerine bağlı olarak %68-%82 enerji tasarrufu sağlayabildiğini göstermektedir. Sera gazlarında önemli bir azalma, iyileştirilmiş genel sistem güvenilirliği ve akıllı kontrol sayesinde daha az bakım, gelecekteki geniş alan dağıtımını için umut verici sonuçlar ortaya koyduğu belirtilmektedir.

Li ve Pandharipande (2015) çalışmasında, kablosuz algılama modüllerine dayalı olarak iç ortamdaki aydınlatmayı, doluluk ve gün ışığına uyarlamak için armatürlerin ağ bağlantılı kontrolü düşünülmüştür. Işık toplama algılama modülü, bir doluluk sensörü, bir ışık sensörü, bir kablosuz radyo, bir mikro denetleyici ünitesi ve bir fotovoltaiik hücreden oluşur. Doluluk sensörü ve ışık sensörü sırasıyla görüş alanları içinde varlığı ve aydınlatma seviyesini belirler. Bu yerel sensör bilgisi, komşu algılama modüllerinden gelen kontrol bilgileriyle birlikte, referans ayar noktasına ulaşmak için armatürünün karartma seviyesini belirlemek için bir yerel kontrolör tarafından kullanılır. Önerilen yöntem, bir iç mekan aydınlatma sistemi test ortamında gerçekleştirilmiş ve istenen aydınlatma koşullarını karşılama performansı gösterilmiştir.

Magno vd. (2015) çalışmasında, enerji tasarrufu sağlamak ve kullanıcı memnuniyetini sürdürmek için ışık yoğunluğunu otomatik olarak ayarlamak için düşük maliyetli, kablosuz, kurulumu kolay, uyarlanabilir ve akıllı bir LED aydınlatma sistemi önermektedir. Sistem, Zigbee iletişimini kullanarak hareket sensörlerini ve ışık sensörlerini düşük güçlü bir kablosuz çözümde birleştirerek sistemin gerçek dünyadaki bir dağıtımda tasarımını ve uygulamasını sunar. Önerilen akıllı aydınlatma sistemi, uygulama senaryosundaki toplam güç tüketimini altı aylık dönemde %55, bahar aylarında ise %69'a varan oranlarda azalttığı belirtilmiştir.

Liu vd. (2020) çalışmasında, kablosuz güç aktarımı (WPT) yoluyla ikincil dönüştürücülerin kullanımını ortadan kaldırabilen, değişken güçlü değişken frekanslı (VPVF) kontrolü kullanan kablosuz kısımlabilir bir aydınlatma sistemi önerir ve uygular. Önerilen şema, ikincil T-LCL devresini, güvenlik, esneklik, bakım gerektirmeyen ve üretim kolaylığı gibi temel özelliklerini alan, sızdırmaz bir antiparalel ışık yayan diyot (LED) lambasına entegre edildiği belirtilmiştir.

Varghese vd. (2019) çalışmasında, kamera ile gün ışığı-yapay ışık entegre tespit edebilen bir sistem burada sunulmaktadır. Çalışma düzlemi parlaklığı, pencere parlaklığı ve kullanıcının rahatsız edici parlama konumu, kamera tarafından yakalanan çalışma alanının görüntüsünden çıkarılır. Kontrol sistemi, armatür ve panjur kontrolünü entegre eder. Model bazlı tasarım yaklaşımı, enerji tüketiminden ödün vermeden tüketiciye görsel ve termal konfor sağlar. Gün ışığı uyarlaması ve kablosuz ağ bağlantılı sensör çalıştırma sistemi ile entegre gölgeleme ve aydınlatma modelinin gerçek zamanlı uygulaması gösterilmektedir.

Li ve Lin (2015) çalışmasında, akıllı ev kontrol ağı uygulamak için kablosuz sensör ağları (WSN'ler) ve güç hattı iletişimleri (PLC'ler) kullanılır. Hedef, kablosuz girişimin akıllı ev kontrol ağı üzerindeki etkisini ve akıllı bir evin gereksiz enerji tüketimini azaltmaktır. Her odaya, PLC alıcı-vericisine entegre edilmiş bir koordinatörlü izole bir WSN kurulur. Koordinatör, WSN'ler tarafından elde edilen çevresel parametrelerin PLC'ler aracılığıyla yönetim istasyonuna aktarılmasından sorumludur. Ev aletleri için kontrol mesajları, WSN'ler yerine doğrudan PLC'ler kullanılarak aktarılır. Deneysel testler, akıllı ev kontrol ağları için önerilen sistemin pratik olarak uygulanabilir olduğunu ve iyi performans gösterdiği belirtilmektedir.

Martin vd. (2021) çalışmasında, on bir sensörden oluşan uzak laboratuvar ve bir Arduino MEGA'ya bağlı LCD ekran veya bir 3D RGB LED küp uzak laboratuvarı gibi birçok Arduino tabanlı deneyin yapılmasını destekleyen, Arduino uzak laboratuvarının kurulum

mimarisini açıklamaktadır. Önerilen çevrimiçi sistem, bir web sitesinde öğrencilerin bu deneyler üzerine kod yazmalarına olanak tanır. Yürütme sonuçları bir IP kamera aracılığıyla gerçek zamanlı olarak gözlemlenebildiği belirtilmiştir.

Koca ve Emiroğlu (2005) çalışmasında, soğuk kış günlerinde arabaların önceden çalıştırılarak motorun ısıtılmasını sağlayan bir aletin devre tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir.

Li vd. (2021) çalışmasında, Çift yönlü frekans bölmeli çoğullama (FDM) yayma tekniği ile yeni bir fiber optik radyo frekansı (RF) transfer şemasının gerçekleştirildiğini belirtilmektedir. Burada, geri saçılma gürültüsünü bastırmak ve bir telekomünikasyon kanalı içinde çift yönlü transfer RF sinyallerinin simetrisini sağlamak için ileri ve geri yönlerde uygun çift yönlü frekans haritası kullanılmıştır.

Yüzgeç vd. (2017) çalışmasında, insansı bir robot kolunun kablosuz olarak uzaktan kontrolü ele alınmış ve bu amaçla iki farklı robot kolu tasarlanmıştır. kablosuz haberleşme, modüller ile sağlanmıştır.

Taşar vd. (2019) çalışmasında kişinin el hareketlerini gerçekleştirmesini sağlayan beyinden gelen Elektromiyografi (EMG) sinyalleri, sekiz EMG sensörü içeren bileklik yoluyla gerçek zamanlı olarak elde edilmiştir. Elde edilen sinyaller Raspberry pi 3 mikrodenetleyici ile geliştirilen sinyal işleme, öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma algoritmaları ile anlamlandırılmıştır. Sonuç olarak kurulan insan-mobil araç etkileşim ağı sayesinde el hareketleri ile ortalama % 92 başarı ile mobil aracın kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Özden ve Dursun (2010) çalışmasında, bir içme suyu santrifüj pompası ve su deposunun iki adet seviye sensörü ile radyo frekanslı olarak uzaktan kontrolü gerçekleştirilmiştir. Çalışmada UDEA marka UFM-A12 WPA modül ve modüllerin haberleşmesi için PIC18F452 model mikrodenetleyici kullanılmıştır. Sonuç olarak, 1600 metre uzaklıktaki pompanın kablosuz olarak kontrolü gerçekleştirilmiştir.

Liu vd. (2017) çalışmasında, minimum güç gereksinimleriyle kablosuz bir sensör ağının en iyi şekilde nasıl tasarlanacağını araştırıyor. Bu amaçla, enerji hüzmleme ve zaman atamasını birlikte optimize ederek, iki uzak radyo ünitesindeki toplam enerji tüketimini en aza indirecek bir optimizasyon problemi formüle edilmiştir. Bu dışbükey olmayan optimizasyon problemini çözmek için, değişken ikameler ve yarı tanımlı gevşeme tekniği temelinde etkin bir çözüm yöntemi sunulmaktadır.

Berber ve Güneş (2017) çalışmasında, hareketli bir robota takılan kamera ve lazer işaretçi ile PID kontrol tekniği vasıtasıyla hedef takibi yapılmıştır. Hareketli robotun kontrolü tasarlanan kumanda ile uzaktan yapılmakta olup, robota jiroskop, ivmeölçer, uzaklık sensörü ve robotun arka tekerine enkoder gibi sensörler bağlanarak lazerin hedef bölgeden ne kadar saptığı hesaplanmıştır.

Aksoy (2021) çalışmasında, gezer köprülü vinçlerdeki yük salınımının bastırılması sonucunda oluşan enerji sorununun çözümüne yönelik PLC uygulaması gerçekleştirilmiştir. Önerilen salınım engelleme yaklaşımı ile enerji verimliliği ve sistem kararlılığı deneysel olarak da gözlemlenmiştir.

Uysal (2019) çalışmasında, bir araç platformunun android tabanlı bir telefon ile bluetooth üzerinden kontrol edilmesidir. projede Arduino UNO R3, HC05 bluetooth modülü, L293 motor shield, 12V kuru akü, DC motor ve pleksiglass malzeme kullanılmıştır. Projedeki amaç arduino ile L293 Motor Shield'i tetikleyerek motorların gereken yön ve hızda dönmesini sağlamaktır.

Taşcı (2021) çalışmasında, Çip üzerinde programlanabilir sistem (Programmable System on Chip, PSoC) tabanlı güvenli bir haberleşme sisteminin uygulaması yapılmıştır. PSoC denetleyicilerin sağladığı avantajlar ile karmaşık elektronik sistemlerin geliştirilmesinin mümkün olduğu belirtilmektedir. PSoC ile geliştirilen kablosuz haberleşme sistemi, kanal gürültüsünün ve parazit RF sinyallerin yoğun bulunduğu alanlarda da çalışabildiği belirtilmiştir.

Öztürk (2021) çalışmasında, minimal invazif cerrahi operasyonlar için özgün bir cerrahi robotik eğitim sistemin tasarımı, uygulaması ve çift taraflı uzaktan kontrolünün gerçekleştirildiği belirtilmiştir.

Bayraktar (2021) çalışmasında bir robot üretim hattının kamera ile izlenebilmesi için Endüstriyel Nesnelerin İnterneti kapsamında haberleşmeyi sağlayacak örgü ağı tasarlanmıştır. OMNeT++ aracılığı ile Çoklu Radyo Çoklu Kanal örgü ağlarını kullanarak atlama sayısı dördü bulan ağ için kanal atama yapılmıştır.

Şahin (2021) çalışmasında, kablosuz güvenli görüntü aktarımı bağlamında görsel bozulma, şifreleme oranı, sıkıştırma dostu, biçim uygunluğu, kriptografi güvenliği ve uygulama hızı olmak üzere toplam altı adet başarı kriteri belirlenmiş ve algoritmalar performans kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Kurulan test ortamı ile uygulamalı olarak sınanan algoritmalar, performans kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Özen (2019) çalışmasında, istenilen parametrelerin izlenmesi, uzaktan kontrolü ve veri toplanması için bir bina otomasyon sistemi gerçekleştirilmiştir. Sistem PLC ve SCADA tabanlıdır. Geliştirilen sistem Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kontrol ve Otomasyon Laboratuvarı'nda uygulanmıştır.

Kaeree (2017) çalışmasında, anormal durumları tespit etmek için bir sıcaklık sensörü ve bir gaz sızıntı sensörü ile donatılmış bir robot sunulmaktadır. Robot üzerine sabitlenmiş bir pantilt kamerası ile kullanıcının cep telefonunda sıcaklık değerinin ve gaz seviyesinin de görüntüleneceği video akışını sağlamaktadır.

Gülcan (2019) çalışmasında, mikrodenetleyici programlamaya yönelik deneylerin yapılabilmesi için uzaktan kontrollü bir deney seti tasarlanmıştır. Deney setinin kontrolü bir web sayfası üzerinden sağlanmaktadır. Kullanıcı, deney setinde test etmek istediği programın makine kodunu web sayfasına yükleyerek, deney setindeki mikrodenetleyiciyi uzaktan programlayabilmektedir.

Kapusuzoğlu (2020) çalışmasında, PIC18F4620 mikro denetleyici ile LED sürücü devresi tasarlanmıştır. Sürücü devresi manuel, bluetooth aracılığıyla android, usb aracılığıyla ise bilgisayardan kontrol edilebilmektedir.

Sağır (2021) çalışmasında, bir cisim üzerinde ani olarak oluşan sesin nerede olduğu, bu cisme belirli aralıklarla yerleştirilmiş algılayıcılar ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca verilerin toplandığı işleme merkezi ile algılayıcılar arasındaki haberleşme kablosuz olarak LoRa radyoları yoluyla sağlanmaktadır.

1.2. Tezin Amacı ve Yapısı

Kablosuz iletişim teknolojilerinin hızla gelişiyor olması kullanım yaygınlığını da beraberinde getirmektedir. Alan aydınlatma sistemlerinin maliyet-etkin ve güvenli bir şekilde işletmede tutulabilmesi için de kablosuz sistemler kullanılabilir.

Bu tez çalışmasında 5 km'nin altındaki uzaklıklarda bulunan aydınlatma armatürlerinin açık-kapalı ve armatürden yandı-yanmadı bilgilerinin iki yönlü olarak kontrol edilebilmesi üzerine mikrodenetleyici tabanlı kablosuz kontrol ünitesi tasarım ve gerçekleştirilmesinin yapılması amaçlanmaktadır.

Bu tez çalışması yukarıda verilen amaca uygun olarak altı bölüm de düzenlenmiştir. Bölüm 1'de Aydınlatma kontrol sistemlerinden bahsedilerek literatürdeki bazı uzaktan kontrol sistemleri ile ilgili çalışmalar tanıtılmıştır. Bölüm 2'de, Aydınlatma ve Aydınlatma

sistemlerinden bahsedilmiştir. Bölüm 3’de, Yapılması planlanan projenin materyal ve metotlarından bahsedilmiştir. Bölüm 4’de, Deneysel Çalışmalar ve Prototip Üretimi gerçekleştirilmiştir. Bölüm 5’de, Projenin sonuç çıkarımlarını avantaj ve dezavantajlarının vurgu yapılarak proje ile ilgili olarak öneriler sunulmuştur. Son bölümde ise tez çalışmasında yararlanılan kaynaklar yer almaktadır.

2. AYDINLATMA VE AYDINLATMA SİSTEMLERİ

İnsanlık tarihi boyunca, gündüz saatleri dışında da yaşam faaliyetlerine devam etme isteği, gece saatleri için aydınlatma araçlarına ihtiyaç duyulmasına yol açmıştır. İnsanlar hayat konforlarını artırmak, ihtiyaç duydukları nesnelere rahat kullanmak ve kendilerini güvende hissetmek için aydınlatmaya ihtiyaç duyarlar. Işık, insanların fiziksel ve psikolojik gereksinimlerini karşılamak, yaşam kalitesinin yükseltilmesini sağlayıcı çeşitli olanaklar sağlamaktadır (Demiröz, 2019:5). Geçmişte, katı ya da sıvı yakıtların yakılması esasına dayanan bu aydınlatma araçları, sonraki aşamalarda gaz yakıtlı sistemler ve sonrasında da elektrikli sistemler ile süre gelmiştir. Elektrikli aydınlatma sistemlerinde enkandesan lambalarla başlayan gelişme süreci deşarj lambaları ve en son olarak da LED teknolojileri ile devam etmektedir.

2.1. Aydınlatma Sistemleri

Aydınlatma, bir işin veya işlevin yapılabilmesi için gerekli aydınlık seviyesinin sağlanması olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla aydınlatılan nesne ve çevrenin gereksinimleri de dikkate alınarak amaca göre farklılıklar göstermesi Aydınlatma Tekniği kavramının çıkmasına sebep olur (Şahin, 2014:28). Aydınlatma, ışığın kaynağına göre aydınlatma, aydınlatılan yere göre aydınlatma ve ışığın yönlendirilmesine göre aydınlatma olarak üç bölümde incelenebilir.

Işığın kaynağına göre aydınlatma tipi doğal aydınlatma, yapay aydınlatmadır. İhtiyaca göre yapılandırılabilirler. Aydınlatılan yere göre aydınlatma bütünleşik aydınlatma, İç aydınlatma ve dış aydınlatma olarak tanımlanabilir. Işığın yönlendirilmesine göre aydınlatma yarı doğrudan aydınlatma, dağılmış aydınlatma, yarı endirekt aydınlatma ve endirekt aydınlatma olarak dört açıdan değerlendirilebilir (Kapusuzoğlu, 2020:3).

2.1.1. Aydınlatma sistemlerinde temel kavramlar

Aydınlatmanın tam olarak anlaşılabilmesi için aydınlatma ile ilgili temel büyüklüklerin bilinmesi önemlidir. Bunlar ışık akısı, ışık şiddeti ve aydınlık düzeyidir. Işık Akısı, ışık kaynağından çıkan ve normal gözün spektral duyarlılık eğrisine göre değerlendirilen enerji akısına denir ve birimi lümen'dir (Çoban, 2010:5). Işık şiddeti, noktasal bir ışık kaynağının belli bir yönde yaydığı ışık miktarı olarak tanımlanabilir. Birimi candela'dır. Aydınlık düzeyi, aydınlatılan bir bölgede herhangi bir yüzeye düşen ışık miktarıdır ve birimi lükstür.

Işıksal Verim, ışık kaynağının yaydığı ışık gücünün harcadığı elektrik gücüne oranı olarak adlandırılabilir. Işık kaynağının harcanan elektrik gücüne ne oranda ışığa dönüştürdüğü

etkinlik faktörü olarak da tanımlanabilir. Birimi “lm/W”dır. Bir diğer kavram ise parlıttır. Parlıttı ışık kaynağının ya da aydınlatılan yüzeyin aydınlatma yoğunluğudur. Işıksal parlıttının birimi nit’dir. Nit(nt) candela/metrekare (cd/m^2) olarak tanımlanabilir (Demiröz, 2019:26-27).

2.2. Armatür Türleri ve Lambaların Elektriksel Devreleri

Aydınlatmada kullanılan lambalar direkt olarak ışık vermede değerlendirilebileceği gibi armatür yapılar içerisinde yer alarak da kullanılabilir. Enkandesan (Akkor) lambalardan başlayan elektriksel aydınlatma gelişimi, deşarj lambaları ve son olarak da LED teknolojilerinin kullanılmaları ile gelişimlerine devam etmektedirler.



Şekil 2.1. Uygulamalarda Sıklıkla Kullanılan Lamba Türleri

Işık türü ve etkinliği bakımından lambaların ya da armatürde kullanılan lamba türünün seçimi önemli bir özellik olup, bu seçime bağlı olarak aydınlatma kalitesi ortaya çıkar. Bazı özellikleri ön plana çıksa bile tüm lamba türleri istenilen her yerde kullanılamaz. Örnek olarak ışık etkinliği ve lamba verimliliği en yüksek tür olan sodyum buharlı lambalar tüm bu avantajlarına rağmen, renksel geri verimlerinin %25-30 gibi düşük olması nedeniyle iç aydınlatma ve hassas dış aydınlatma uygulamalarında tercih edilmezler. Yüksek değerlerde ışık akısı gereken aydınlatma ortamlarında; avantajlarına rağmen deşarj lambalarının geç tepki vermeleri ve sürekli devrede tutulma gerekliliği nedeniyle tasarruflu olmaması nedeniyle tercih edilmezler. Enkandesan lambaların özellikle yüksek güçlü olanları, ışık kaliteleri görme için avantajlı olmasına rağmen enerji ekonomisi için uygun olmamaları nedeniyle tercih edilmezler.



Şekil 2.2. Aydınlatma Armatür Türleri

Aydınlatma lambalarının çok çeşitli türleri bulunmasına rağmen, çalışmada LED armatür kullanılacağından LED lambaların ayrı bir başlık altında incelemesinde fayda olduğu değerlendirilmektedir.

2.2.1. LED lambalar

Diyotlar elektronik devrelerde kırpma ve doğrultucu işlemlerinde kullanılan devre elemanlarıdır. Ancak son yıllardaki teknolojik ilerlemeler sayesinde LED'ler aydınlatma amacıyla da kullanılmaya başlanmıştır. LED İngilizce'de "Light Emitting Diode" kavramının baş harflerinin kullanımıyla oluşsa da "Işık Yayan Diyot" veya "Işıklı Diyot" olarak bilinmektedir. Temel maddesi silisyumdur (Özer, 2019:5).

Çok düşük enerji harcaması, boyutlarının küçük olması, ışık verimliliğinin yüksek olması, birçok renkte ışık verebilmesi, renk sıcaklığını farklılaştırılabilmesi gibi özellikleri ile gelecekte geleneksel aydınlatma sistemlerinin yerini alacak geniş uygulama alanına sahip olan bir teknolojidir. Nano saniyeler mertebesinde hızlı bir ışık çıkışına sahiptir (Demiröz, 2019:44).

Ani aydınlatma gereksinimi olan ortamlar için LED armatürlerin kullanımı, gerektiğinde ani ve verimli olarak devreye alabilmeyi mümkün kılmaktadır. Bu sayede aydınlatma kalitesinden ödün vermeden iletim kayıpları azaltılarak veya lüzumsuz aydınlatma engellenerek enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Avantajları

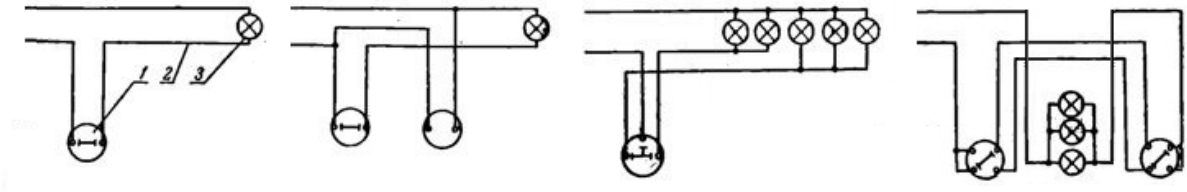
- Çok düşük enerji harcaması
- Uzun ömürlü olması
- Boyutlarının küçük olması
- Işık verimliliğinin yüksek olması
- Geniş renk seçeneği
- Az ısı yaymaları

Dezavantajları

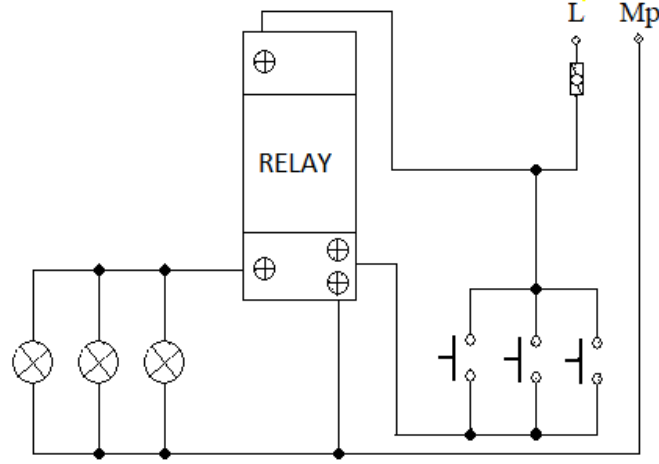
- İlk kurulum maliyeti yüksektir.
- Powerled uygulamaları için soğutulmamaları durumunda arızalanabilir.

2.2.2. Lambaların elektriksel devreleri

Lamba ve armatürlerin elektriksel güç devreleri tek tek ya da bir arada çalışmalarını gerektirecek biçimde kablolama yöntemleri ile gerçekleştirilebilir. Bina içi ya da dışında konumlanan uygulamalarda, elektriksel güç miktarına bağlı olarak farklı değerlerde akım gerekliliği ve bu akıma bağlı olan kesit uygulamaları projeler ile gerçekleştirilir. Birçok uygulamada olduğu gibi, lamba ve armatürler direkt olarak anahtarlarla kumanda edilebildiği gibi, daha gelişmiş uygulamalarda röleler ve yarı iletken uygulamalarla endirekt olarak da kontrol edilebilir. Lambaların kontrol uygulamalarına yönelik olarak şekil 2.3'te direkt kontrol devreleri, şekil 2.4.'te röle destekli endirekt aydınlatma kontrol devresi görülmektedir.



Şekil 2.3. Aydınlatma Direkt Kontrol Devreleri



Şekil 2.4. Röle Destekli Endirekt Aydınlatma Kontrol Devresi

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde tasarlanan kablosuz aydınlatma sistemi için bilinmesi gereken bazı bilgiler ile kullanılması düşünülen malzemelerin özellikleri hakkında genel bilgiler verilmektedir. Tasarlanan sistemde kullanılacak olan temel malzemeler mikro denetleyiciler, haberleşme modülü, güç modülü, LDR modülü ve röle katıdır. Bununla birlikte kontrol sistemleri hakkında temel bilgiler verilerek bölüm tamamlanmaktadır.

3.1. Mikro Denetleyiciler

Bilgisayar sistemlerinin tek bir silikon kılıfta bir araya getirilmiş hali mikro denetleyici olarak adlandırılır. Bilinen konvansiyonel bilgisayarlar (masaüstü, laptop vb.) binlerce farklı programı çalıştırabilirler. Mikro denetleyiciler ise bir programın hassas bir şekilde çalıştırılabilmesi için özelleştirilmiştir. Dolayısıyla "özel amaçlı bilgisayar" olarak adlandırılırlar.

Mikro denetleyicilerin çalışma şekillerine değinilecek olursa, klavye veya sensör gibi veri giriş cihazlarından gelen analog veya sayısal verilerin ALU (arithmetic logic unit) ve kontrol birimi aracılığıyla belirlenen program çerçevesinde değerlendirildikten sonra çıkış sinyalini I/O portları aracılığı ile kontrol edilen araçlara gönderirler. Port çıkışları genellikle küçük güç çeken LED, RÖLE veya LCD ekranlardır. Bu nedenle mikro denetleyiciler çok düşük güç harcarlar (Yücel, 2007:3).

Bu tez çalışması kapsamında yapılacak olan projede Raspberry Pi ve Arduino mikro denetleyicilerinin aynı anda birbirleri ile haberleşecek şekilde kullanılması planlanmaktadır.

3.1.1. Raspberry pi

İngiltere’de bulunan Raspberry Pi Vakfı için Cambridge Üniversitesi profesörü Eben Upton tarafından geliştirildi. Genel olarak kredi kartı boyutundadır. Python tabanlı bir sisteme sahiptir. Zaten adındaki “Pi” kısmı da buradan gelmektedir (Teknoloji, 2021). Fakat sistem sadece Python ile değil pek çok programlama dili de kullanılabilir. Birçok modeli bulunmakla beraber tüm Raspberry Pi modellerinde işlemci, ekran kartı, USB denetleyici bellek, Hdmi, SD kart yuvası bulunmaktadır. Raspberry Pi gün geçtikçe daha da fazla teknik özelliklere sahip olmaktadır. Örneğin Raspberry Pi 4, dört çekirdekli Cortex-A72 işlemciye, 2GB ve 4 GB olmak üzere iki farklı RAM seçeneğine, Wi-Fi desteğine, Bluetooth özelliğine, 4 tane USB portuna, 4K 60 FPS destekli bir HDMI girişine ve 1 adet kamera portuna sahiptir (Teknoloji, 2021).



Şekil 3.1. Raspberry Pi Örneği

3.1.2. Arduino

Arduino İtalya'da tasarım enstitüsünde hocalık yapan Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe ve David Mellis tarafından icat edilmiştir (Arduino, 2021). Arduino elektronik cihazları kontrol etmek için programlama dahilinde sensörlerden gelen verileri okuyabilen ve bu girdilere göre yapılan işlem yapabilen açık kaynak kodlu yazılım ve donanıma sahip bir mikro denetleyici platformudur. Arduino maliyetinin düşük olması ve kod örneklerinin fazlalığı gibi avantajlarından dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok türü olmasına rağmen yaygın olarak kullanılan NANO modelinde 13 adet dijital pin ve 8 adet analog pin bulunur. Arduino kartın çalışması için ihtiyaç duyulan güç, USB hattı üzerinden ya da haricî güç kaynağından sağlanabilir (Tübitak, 2021).



Şekil 3.2. Arduino Nano Örneği

3.2. Kablosuz Sistemler ve Radyo Frekans

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak geliştirilen elektronik komponentler, getirdiği kolaylık sebebiyle kablosuz sistemlerin yaygınlaşmasına vesile olmaktadır. Kablosuz olarak bilgi aktarımı sağlanabileceği gibi güç de aktarılabilir. Kablosuz güç aktarımı, pille çalışan kablosuz sensör ağları için sürdürülebilir ve nispeten istikrarlı enerji kaynağı sağlayabilir (Liu vd., 2017:22775). Bununla birlikte kablosuz bilgi aktarımı ise kablosuz haberleşme olarak değerlendirilebilir. Kablosuz haberleşme basitçe iki veya daha fazla nokta arasında bilginin aktarılması için kablo kullanmadan gerçekleştirilen iletişim tekniğidir. Kızılötesi (IrDA), Mikrodalga, Radyo Yayını, Uydu, Wİ-Fİ, RF, Bluetooth, NFC kablosuz haberleşme tekniklerin bazılarıdır (Görenekli, 2019:17). Kablosuz sensör ağları yıllardır kablolanmanın yapılmasının mümkün olmadığı alanlarda kullanılmak zorunda kalmış fakat performansı düşük olduğu için kaçınılmış bir teknolojidir (Bayraktar, 2021:1). Kablosuz sistemler, kablolu olarak gerçekleştirilen sistemlerin üzerindeki kablolanma ve bakım maliyetlerini azaltmaktadır. Kullanışlı olması kablo karmaşasının bulunmaması maliyet-etkin olması nedenlerinden ötürü kablosuz sistemlere ilgi her geçen gün artmaktadır.

Kablosuz sistemlerde yaygın olarak kullanılan radyo frekanslar (RF) çok uzun mesafeler için GSM ve uydu sistemleri, daha kısa mesafeler için mobil telsiz veya RF iletişim modülleri kontrol ve haberleşme için tercih edilmektedir. Endüstriyel otomasyon sistemlerinde de kablosuz haberleşme uygulamaları gün geçtikçe artmaktadır (Özden ve Dursun, 2010:313).

Tez kapsamında tasarlanması öngörülen, alan aydınlatma kontrol sistemi için kullanılması düşünülen RF haberleşme modülü 433Mhz frekansta çalışan Lora E32 433T20d modülüdür.

3.2.1. Lora E32 433T20d teknik özellikleri

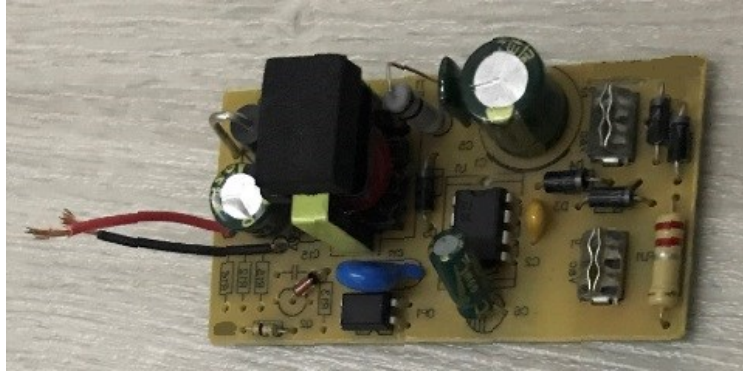
Uzun menzilli kablosuz haberleşmede sıklıkla kullanılan bu modül lora adını İngilizce Long Range'in kısaltmasından alır. Ebayt firmasının ürettiği ve değişik frekanslarda birçok modeli bulunan loranın, bu çalışmada E32 433T20D modeli incelenip yapılacak olan çift yönlü kablosuz armatür kontrol devresinde kullanılmaktadır. Şekil 3.3'de gösterilen E32 433T20d modelinin teknik özelliklerine değinilecek olursa; modül üzerinde SX1278 entegresi bulunmaktadır. Aktarım Gücü: 20 dBm, Çalışma Frekansı: 410-441 MHz (Varsayılan: 433 MHz), Çektiği Akım: 110 mA, Aldığı Akımı: 15 mA, Uyku Modu Akımı: 5 uA, Alma Hassasiyeti: -1460 dBm, Menzil: 3000 m (5000m ye kadar da çıkartılabilir)'dir. Modül UART yapısı sayesinde RX ve TX pinlerinden iki kablo ile yönetilebilmektedir.



Şekil 3.3. Lora E32 433T20d Kablosuz Haberleşme Modülü

3.3. Güç Kaynağı

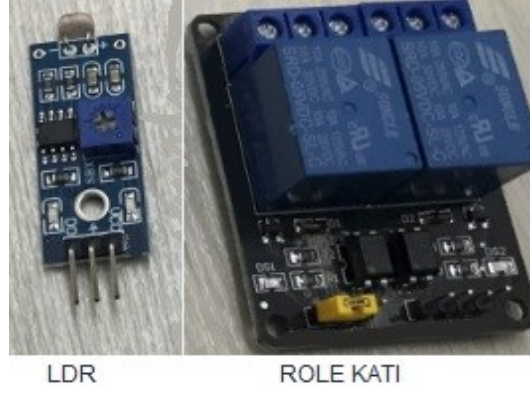
Güç kaynağının görevi şehir şebekesinde bulunan 220V/50Hz şebeke gerilimini gerekli olan 5V potansiyele düşürüp dönüştürmektir. Sistem elemanlarının çalışması için gerekli olan 5V potansiyeli sağlayan güç adaptörü şekil 3.4’de gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Güç Adaptörü

3.4. LDR Modül ve Röle Katı

Işık şiddetine göre direnci artan ya da azalan devre elemanları LDR olarak tanımlanır. Çalışma prensibine değinilecek olursa üzerine düşen ışığın şiddeti arttıkça direnci azalır, ışık şiddeti azaldıkça direnci artar. Basitçe örneklendirilecek olunursa ortamın karanlık mı aydınlık mı olduğunu analog olarak ölçülebilir. Tasarlanan sistemde sistem kararlılığını artırmak amacıyla foto direnç ile üretilmiş şekil 3.5 de belirtilen dijital LDR modül kullanılmaktadır.



Şekil 3.5. LDR Modül ve Röle Kati

Tasarlanan sistemde röle kati, mikro denetleyicinin ürettiği sinyalleri kullanarak armatürün yakılıp söndürülmesi amacıyla kullanılır. Şekil 3.5'deki röle kati +5V gerilimle sabit olarak beslenirken denetleyiciden gelen tetikleme sinyali rölenin aktif veya pasif olacağını belirler.

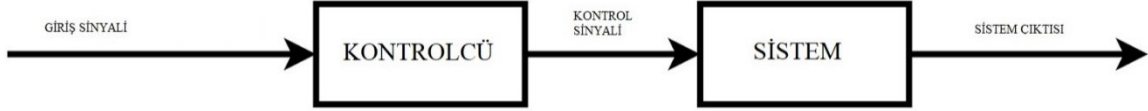
3.5. Kontrol Sistemleri

Kontrol sistemleri bir sistemi ayarlamak kumanda etmek veya yönlendirmek için bir araya getirilmiş cihaz, makine elemanı veya sistemlerdir. Kontrol sistemlerinde kullanılan başlıca kavramlara değinilecek olursa;

Sistem: Bir işlem için birbirleri ile direkt ya da endirekt olarak etkileşim içinde bulunan elemanlar topluluğudur. **Denetim:** istenilen iş ve işlemlerin doğruluğunu teyit için tasarlanan, üzerinde çalışan birimin kontrolü amacıyla geliştirilen devrelerdir. **Denetlenen Sistem:** belli bir iş veya işlemi yerine getirmek için tasarlanmış makine parçaları, cihaz ve tesisatların bütününe denir. **Giriş ve Çıkış:** Sisteme içerisinde yer alan, işlenebilen sinyal veya büyüklüklere verilen isimdir. Sistem dışına aktarılan, işlem yapılmış sinyaller veya büyüklükler olarak tanımlanır (Karasu, 2013: 5).

3.5.1. Açık çevrimli kontrol sistemleri

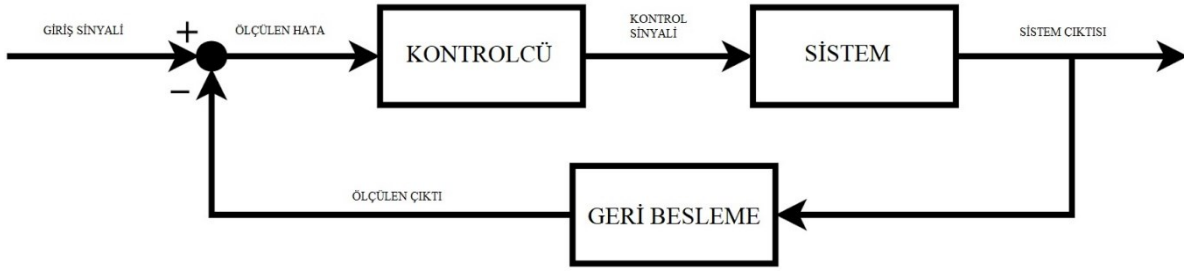
Kontrol işleminin, kontrol sisteminin çıkışından bağımsız olarak gerçekleştirildiği sistemlerdir. Çıkış değerlerinin, giriş değerleri üzerinde hiçbir etkisi bulunmamaktadır (Aksoy, 2021:8). Açık çevrimli kontrol sistemlerinin yapısı genel olarak iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Bunlar kontrolcü ve sistemdir. Çalışması ise kısaca giriş sinyali ile kontrolcü tarafından kontrol edilecek sistemin anlayacağı kontrol sinyali oluşturulur. Bu sinyal, kontrol edilen sistem çıkışının önceden belirlenmiş standartlarda davranmasını sağlayacak şekilde oluşturulur (Kuo, 2014:9). Açık çevrimli sistemin blok diyagramı Şekil 3.6' da gösterilmektedir.



Şekil 3.6. Açık Çevrimli Kontrol Sistemi

3.5.2. Kapalı çevrimli kontrol sistemleri

Açık çevrimli kontrol sistemlerinde sistem çıkışı ile girişi arasında dış bozuculara karşı bir geri besleme bağlantısının oluşturulması gerekmektedir. Kontrol edilecek değişken için gerekli olan referans sinyal ile sistem girişindeki kontrol sinyalinin ayarlanması geri besleme yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu işlem kısaca giriş ve çıkış sinyalleri arasında dış bozucuların ürettiği hata sinyallerinin tam tersi büyüklükteki sinyali, geri besleme yoluyla giriş sinyali üzerine uygulanma şeklinde çalışmaktadır (Kuo. 2014:9). Kapalı çevrimli sistemin blok diyagramı Şekil 3.7' de verilmektedir.



Şekil 3.7. Kapalı Çevrimli Kontrol Sistemi

Çalışma içerisinde gerçekleştirilen algoritma ve yazılımlarda da kapalı çevrim kontrol hedeflenerek, aydınlatma ağı içerisinde yer alan armatürlerin aktif olup olmadığı, kontrol akışı içerisinde değerlendirilebilmektedir. Sistem içerisinde elde edilen geri besleme bilgileri ekran üzerinden gözlemlenebildiği gibi, istenildiği takdirde farklı algoritma ve kontrol devreleri için giriş bilgileri olarak değerlendirilebilir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE PROTOTİP ÜRETİMİ

Endirekt yöntemlerle aç/kapat çalışma durumları kontrol edilebilen armatürler için kablolu kumanda imkanı olduğu gibi kablosuz uzaktan kontrol de gerçekleştirilebilir. Bu bölümde, uygulanması düşünülen sistemin gerekliliğini ortaya koyan, aydınlatma armatürleri üzerindeki enerji kayıplarının mesafeye göre değişimi ve sistemin prototip üretimi sunulmaktadır.

Kablolama maliyetleri açısından bakılacak olursa, armatürlerin hem besleme hem de kontrol devre kabloları RF sistemler ile önemli ölçüde azalmaktadır. Kontrol kabloları büyük ölçüde ortadan kalkarken armatür güç beslemeleri mümkün olan en yakın noktalardan gerçekleştirilebilmektedir. Yakın noktalardan besleme imkânına sahip olma gerekli kablo miktarını ve dolayısıyla maliyetini azaltmaktadır.

4.1. Sistemin Önemi ve Teorik Hesaplamalar

Güç beslemelerinin yakından olması aynı zamanda besleme esaslı güç kayıplarını azaltarak, armatürlerin normal güçlerinde çalışmasını sağlamaktadır. Bu durumu bir örnek üzerinde incelemeye yönelik olarak, yıllık bazda armatürlerin bağlantı hatları üzerinde oluşan enerji kayıpları;

$$R_i = \frac{2.L}{K.S} \quad (3.1)$$

$$W = I^2.R_i.t \quad (3.2)$$

eşitlikleri ile (3.1) ve (3.2)'deki gibi açıklanabilir. 2000 W'lık bir armatürün 150 m uzaktan 2,5 mm² bakır iletken ile beslenmesi durumunda aşağıda belirtilen (3.3),(3.4),(3.5) eşitlikleri sayesinde,

$$I = \frac{P}{U.\cos\phi} = \frac{2000}{220.0,8} = 11,36 \text{ A} \quad (3.3)$$

$$Z_L = 19,366 \text{ ohm} = 15,49 + j11,62 \text{ ohm} \quad (3.4)$$

$$R_i = \frac{2.150}{56.2,5} = 2,142 \text{ ohm} \quad (3.5)$$

değerleri bulunur. Bu armatürün günde 10 saat üzerinden 3600 saat çalıştığı kabul edilirse yıllık enerji kaybı,

$$W_k = \frac{11,36^2.2,142.3600}{1000} = 995,127 \text{ Kwh} \quad (3.7)$$

olarak (3.7) deki gibi bulunur. Bu açıklamalara göre lambaların enerji besleme uzunlukları arttıkça, kablolama esaslı enerji kayıpları da artmış olmaktadır. Ayrıca uzun kablolamalar lamba üzerine düşen gerilimin daha az olmasına sebep olarak lambaların nominal gücünde çalışmamasına neden olmaktadır. %3-5 gibi gerilim düşümlerinin önemsiz kabul edilmesi, güç düşümlerinin fazlalığı nedeniyle mümkün olmamaktadır. Normal geriliminin yüzde 5 altında çalışan bir lamba gücünün, normal geriliminde çalışan bir lambaya göre oranlanacak olursa;

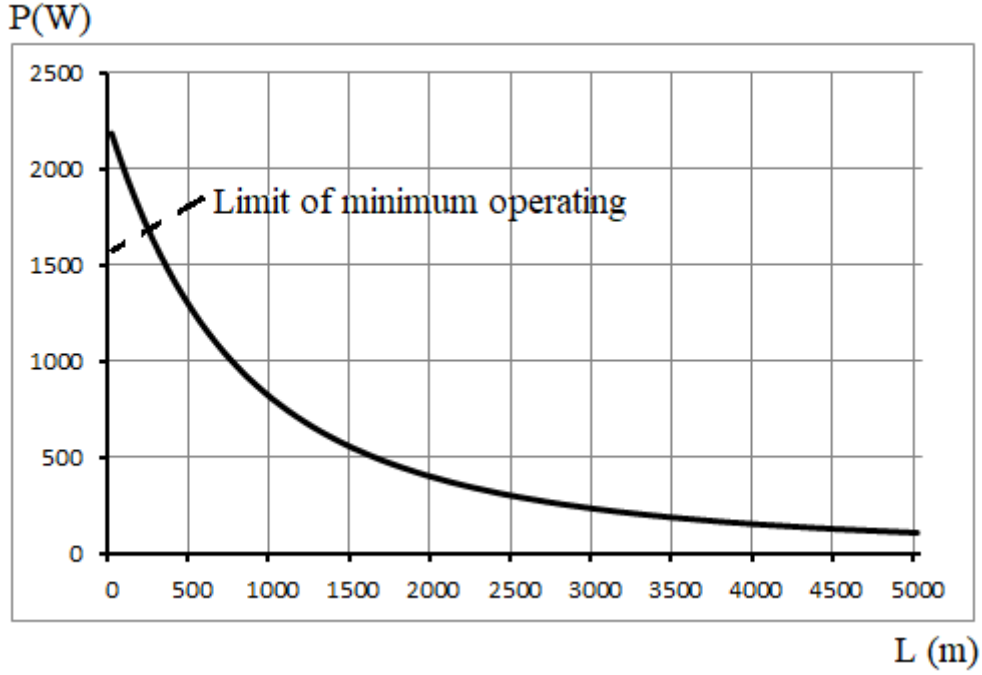
$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{(0,95xU)^2}{Z_L}}{\frac{U^2}{Z_L}} = 0,9025 \quad (3.8)$$

oranı elde edilmektedir. (3.8) eşitliğinde görüleceği gibi gerilimdeki oransal kayıp, karesel olarak güç değerine etki etmektedir. Örneğin 2000 W ile çalışması gereken bir aydınlatma armatürü, 1800W güç değerlerinde çalışır hale gelebilmektedir. Aydınlatma armatürlerinin düşük güçte çalışması lambalarda yetersiz ışık akısı oluşumuna neden olabileceği gibi, istenilen renk sıcaklıklarına ulaşılmasını da engellemesine neden olabilmektedir.

Tablo 4.1. Mesafe-Güç Tablosu

L(m)	R _L (Ω)	Z _T (Ω)	I (A)		Cos φ	P _T (W)	P _L (W)	P _A (W)
0	0	19,364	11,87771		0,799938	2185,33	0	2185,33
100	1,428571	20,52468	11,20602		0,824304	2124,548	179,3927	1945,156
200	2,857143	21,71732	10,59062		0,844816	2057,84	320,4609	1737,379
300	4,285714	22,93694	10,02749		0,862177	1988,46	430,9311	1557,529
400	5,714286	24,17946	9,512207		0,876955	1918,608	517,0405	1401,567
500	7,142857	25,44151	9,040343		0,889603	1849,733	583,77	1265,964
600	8,571429	26,72034	8,607674		0,900491	1782,761	635,0747	1147,686
700	10	28,01365	8,210284		0,909914	1718,249	674,0876	1044,162
800	11,42857	29,31951	7,844605		0,918111	1656,51	703,2894	953,2209
900	12,85714	30,63633	7,507426		0,925279	1597,686	724,6471	873,0388
1000	14,28571	31,96275	7,195876		0,931575	1541,805	739,7233	802,0819

Tablo 4.1'deki hesaplamalar 2,5mm² bakır kablo için yapılmış olup, 200 m'lik mesafe sonrası deşarj lambasının çalışma gücünün 1800W'ın altına düştüğü görülmektedir. Bu değer deşarj lambasının tutma sınırı altında olduğundan sönmeye gerçekleşmektedir. Bu durum 2000W'lık deşarj lambaları için kabul edilemez bir durumdur. Yine tablo 4.1'de görüleceği üzere mesafe arttıkça kablonun direnci artmakta, buna bağlı olarak toplam empedans artmaktadır. Toplam empedansın artması kablodaki enerji kaybının artmasına iletilen gücün azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 4.1. Mesafe-Güç Grafiği

Şekil 4.1’de 230V gerilim altında sıfır metrede 2000W üzerinde güç üretilmektedir. Bununla birlikte lamba gücünün 0-500(m) arasında çalışma sınırı altına düştüğü görülmektedir.

4.2. Prototip Geliştirme

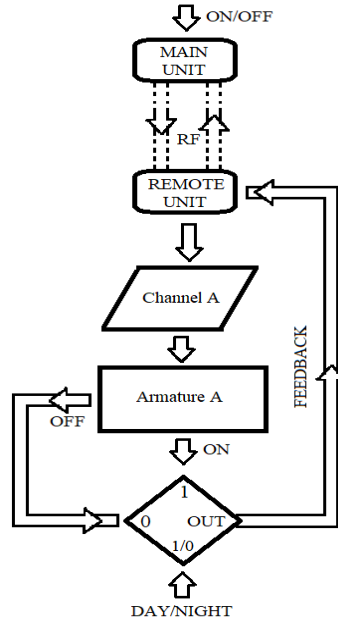
Sistemin gerekliliği, sistemin gerekliliği ve teorik hesaplamalar bölümünde belirtilmekte olup, bu bölümde, tasarlanan sistemin çalışma diyagramından bahsedilerek kontrol merkezi ve alıcı ünitelerinin pratik uygulaması gerçekleştirilmektedir.

Armatürlerin uzaktan kontrolü; hem kontrol merkezinden armatürlere doğru ileri yönlü, hem de armatürlerden kontrol merkezine geri yönlü olmak üzere çift yönlü olarak tasarlanmıştır. Sistem belli bir mesafedeki armatürün çalıştırılması veya kapatılmasının yanında armatürün gerçekten çalışıp çalışmadığı alıcı ünite tarafından analog olarak değerlendirilip, kontrol merkezine bilgi vermesi esasına dayanmaktadır.

4.2.1. Sistemin Çalışması

Geliştirilen sistemin çalışması ele alındığında, şekil (4.2)’de belirtilen akış diyagramında kullanıcı tarafından üretilen emir bilgisi kontrol merkezi bünyesinde bulunan verici ünite tarafından RF kanalı yoluyla alıcı üniteye gönderilir. Alıcı ünite gelen sinyali değerlendirerek armatürün açılıp kapanmasını sağlar. Armatürün gerçekten ışık yaymaya başlayıp-başlamadığı yine alıcı üniteye entegre olan analog sensör tarafından ölçülür ve gerekli

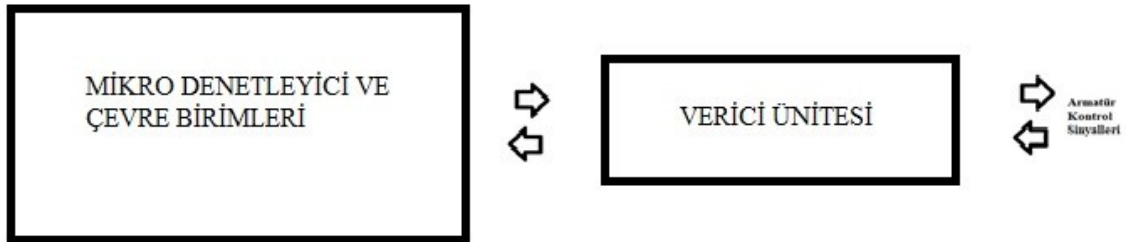
bilgiler yine RF kanalı yoluyla kontrol merkezine iletilir. Kontrol Merkezi tarafından ise bilgisayar ara yüzü sayesinde anlamlı bilgi üretilerek kullanıcıya iletilir.



Şekil 4.2. Bir Armatür İçin Kontrol Akış Diyagramı

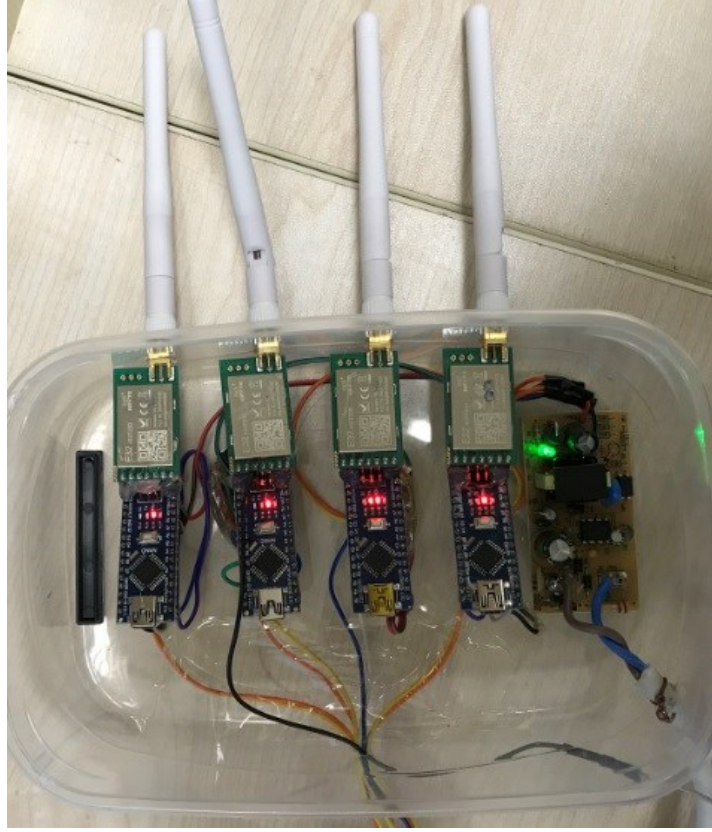
4.2.2. Kontrol merkezi tasarım ve uygulaması

Kontrol merkezi şekil 4.3’de görüleceği üzere mikro denetleyici ile verici ünitesinden oluşmaktadır. Ancak mikro denetleyicinin çalıştırılması ve kontrol edilebilmesi için çevre birimleri Ekran, Klavye, Fare, Güç Kabloları, Hafıza Kartı vd. gereklidir.



Şekil 4.3. Kontrol Merkezi

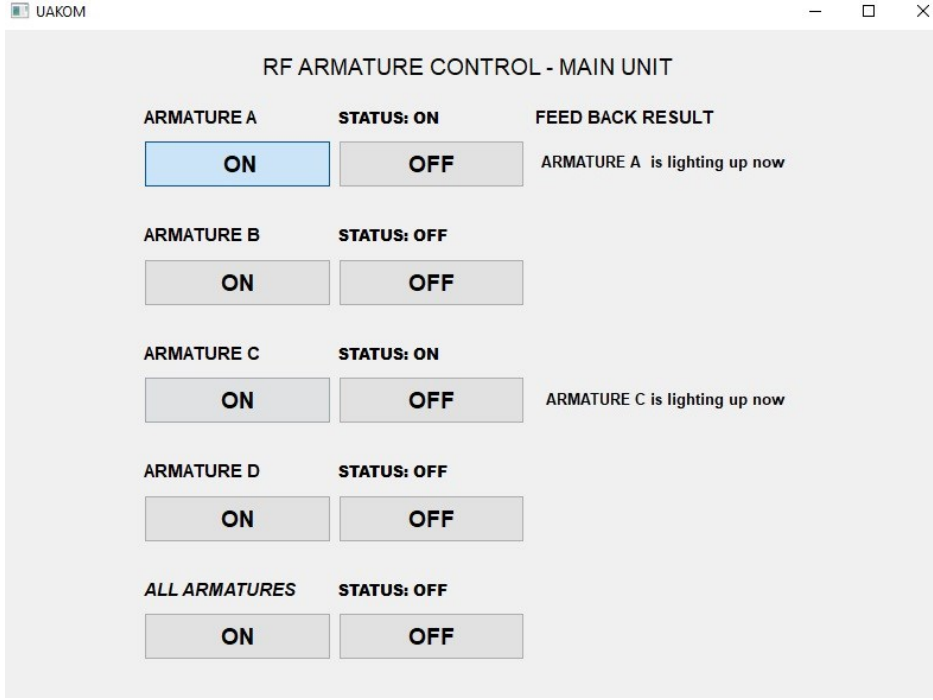
Mikro denetleyici, kullanıcıdan gerekli talimatları alabilmek için gereklidir. Sistemin kontrol edilip, yönetilmesi için geliştirilen yazılım, kullanıcı tarafından üretilen talimatları şekil 4.4’de gösterilen verici ünite içerisinde bulunan RF modül üzerinden yayımlar.



Şekil 4.4. Verici Ünite

Bu talimatlar, tek armatür için aç/kapa komutlarını, birden fazla armatürün bulunduğu durumlarda ise hangi armatürün açılıp, hangi armatürün kapanacağı şeklindedir. Bununla birlikte kontrol merkezi tarafından, alıcı ünitelerden gelen geri bildirim sinyalleri de algılanarak ekran üzerinde gerekli uyarı kullanıcıya sunulur.

Kullanıcı tarafından kontrol merkezi vasıtasıyla oluşturulan emir bilgisinin alıcı üniteye gönderilmesi ve alıcı ünitenin emirleri alarak kendi algoritması içinde oluşturduğu geri bildirim bilgisinin kontrol merkezine ulaşması sonucunda ortaya çıkan duruma ait ekran görüntüsünü oluşturan python kodları EK-1’de verilerek oluşan ekran görüntüsü aşağıda yer alan şekil 4.5’de verilmektedir.



Şekil 4.5. Kontrol Merkezine Ait Örnek Kontrol Ekranı Görüntüsü

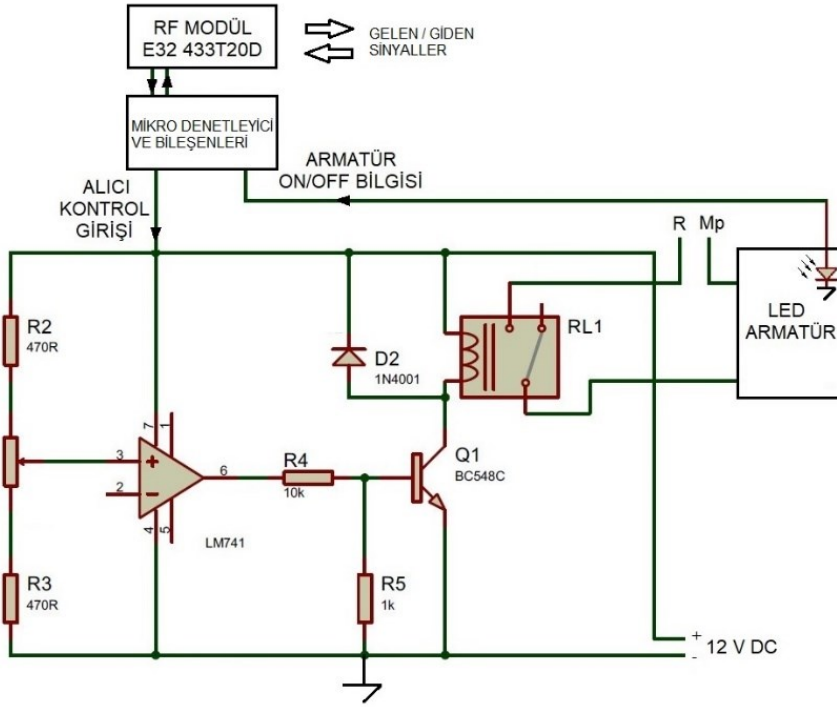
Böylece, armatürlerin ya da armatür dizilerinin aç/kapat komutları, ileri yön RF kontrolü ile sağlanabildiği gibi geri yön RF bilgisi ile çalışma durumlarının değerlendirilebilmesi de mümkün olmaktadır.

Tasarlanan kontrol akışında, verici üniteye üretilen aç/kapat bilgileri ileri yönlü olarak alıcı üniteye değerlendirilmektedir. Geri yönlü kontrol akışında ise ortamın gündüz ya da gece olma verisine bağlı olarak armatürün açık/kapalı olma durumları değerlendirilmektedir.

4.2.3. Alıcı ünite tasarım ve uygulaması

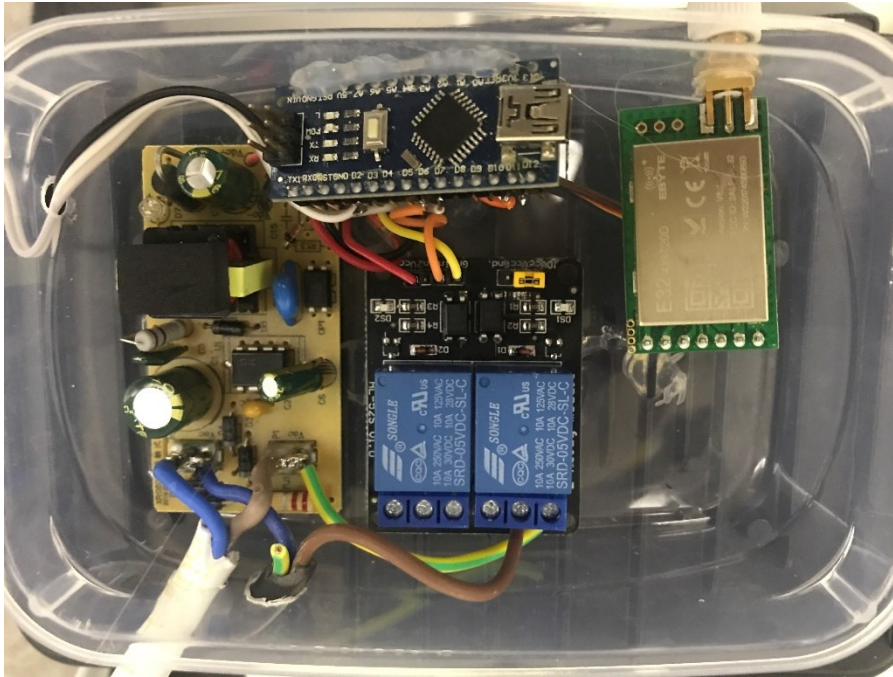
Çift yönlü kontrolün gerçekleşebilmesi için alıcı üniteye de RF katı ve mikro işlemci katı gereklidir. Alıcı üniteye ayrıca armatürlerin devreye alınıp, çıkarılabilmesi amacıyla kontrol bilgisi ile çalışan sürücü katı bulunmaktadır.

Şekil 4.6 'de ki alıcı ünitenin çalışma prensibi ise kontrol merkezinden gelen komutlara göre armatürün açılıp/kapanmasını sağlamak ve lambanın açılıp kapandığının analog olarak tespit edip, kontrol merkezine gerekli bilgiyi göndermektir. Kısaca çalışma şekli ise RF modüle gelen sinyal mikro denetleyici tarafından algılanarak röle kartına tetikleme sinyali gönderilir. Tetiklenen röle kartı rölenin aktif hale gelmesini sağlar ve lamba yanar. Lambanın yanması ile lamba önünde bulunan foto direnç iletim durumuna geçerek mikro denetleyici uyarılır. Mikro denetleyici tarafından gerekli komut üretilerek RF modül üzerinden kontrol merkezine sinyal gönderilir. Alıcı ünitenin teorik şeması şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Alıcı Ünite Açık Şema

Pratikte ise alıcı ünitenin kontrol kutusunda kullanılan elemanlar ve uygulaması şekil 4.7’de gösterilmektedir. Kullanılacak elemanlara değinilecek olursa 5V güç kaynağı, Arduino nano mikro denetleyici, röle kartı, ldr modül ve lora modülden oluşmaktadır.



Şekil 4.7. Alıcı Ünite

Alıcı Ünite uygulamasının bir projektöre monte edilmiş hali ise şekil 4.8 da gösterilmektedir.



Şekil 4.8. Alıcı Uygulaması

Böylece alıcı ünitenin uygulaması gerçekleştirilmiş olup sadece 220V/50hz güç kaynağına bağlanması yeterlidir. Projektör enerjilendirildikten sonra 1 saniye boyunca çalışma kontrolü için yanıp sönmektedir. Akabinde kontrol merkezinden sinyal geldiği takdirde sinyalin mahiyetine göre gerekli komutlar üretilerek projektörün yanması veya sönmesi durumları gerçekleştirilmektedir.

4.3. Sistemin Geliştirilebilirliği

Geliştirilen çift yönlü kontrol uygulamalı armatür ve lamba kontrol sistemi, kablolamayı ve kablolarda gerçekleşen güç kayıplarını azaltan yapısı ile öne çıkmaktadır. Montajı yapılan dört farklı prototip armatürün kontrol edilebilirliği çalışma içerisinde test edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamalarda, farklı frekansların kontrol yeteneklerini test etme bakımından 4 farklı frekans RF alıcı verici modül çifti kullanılmıştır. Burada elde edilen veri ve bilgi birikimleri doğrultusunda, sistem yazılımında yapılabilecek değişikliklerle bir frekans üzerinden 65534 farklı alıcı ünitenin kontrol edilebilme kabiliyetinin olduğu anlaşılmaktadır.

Özellikle günümüzde şebekeden bağımsız çalışan fotovoltaik esaslı ve bataryalı aydınlatma armatürlerinin kontrol edilebilirliği bakımından geliştirilen sistem, son derece büyük avantajlar sağlamaktadır. Özellikle armatürlerin devreye girip girmediğinin kontrolleri ve gerektiğinde armatürlerin kapatılıp-açılması sistem ekranından sağlanabilmektedir.

Sistemde ışıksal geri besleme verisi elde etme dışında, armatür üzerinde yer alan mikro işlemci katlarında, lamba yapıların akım bilgilerinden de geri besleme verisi olarak yararlanılabileceği görülmüştür. Bu kapsamda, lambalar ya da sürücülerin arızalanmaları durumunda ya hiç akım çekilmediği ya da çekilen akımın kararsız olduğunun tespit edilmesi ile elde edilen verilerin yazılım yolu ile değerlendirilip, ana kontrol ekranı ile kullanıcıya bilgi

verilebileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, akım verilerinin geri besleme bilgisi olarak kullanılması durumunda yazılım üzerinde yapılacak geliştirme yoluyla armatürün ne kadar enerji harcadığı ve güncel fiyat üzerinden armatürün tükettiği elektriğin maliyeti takip edilebilir.

Sistem tarafından alıcı ünite üzerinde analog sensör ile durum kontrolü yapılırken ek olarak akım verilerinin takibi ile de armatürlerin çalışma durumlarının kontrol edilebileceği düşünölmektedir. Bu sayede sistem, armatürlerin harici ışığa maruz kalması durumunda gerek arıza durumunu gerekse güvenlik zafiyetini kullanıcıya bildirebilir.



Şekil 4.9. Akım Sönsörü Örneği

Alıcı ünite iğerisine yerleştirecek olan örneği şekil 4.9. da gösterilen akım sensörü ortalama 100 mV/A sapma ve 5µs tepki süresiyle sistem için gerekli verileri üretebilir. Alıcı ünite üzerindeki gömülü yazılım, akım sensörünün ürettiği verileri anlamlı bilgiye dönüştürdükten sonra haberleşme modülleri vasıtasıyla ana kontrol merkezi kullanıcı ekranında akım verilerini gösterebilir. Böylece sistemin, analog sensörün yanında akım sensörü ile de durum kontrolü yapılabileceği anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde aydınlatma, gece saatlerinde çalışma ve sosyal hayatın devam etmesiyle önemli bir ihtiyaç haline dönüşmüştür. Günümüz şartlarında gerek enerji maliyetlerinde gerekse elektrik akımının taşınmasında kullanılan materyallerin maliyetlerindeki artışlar, aydınlatmanın ekonomik olması kadar verimli olmasını da ön plana çıkarmaktadır.

Çalışma, prototip bir uygulama modeli olarak tasarlanmış olup, aydınlatma (ışıklılık) amaçlı olarak aç/kapat ve açıldı/açılmadı esaslı çalışmaktadır. Burada “kablosuz kontrol” RF kanalı yoluyla gerçekleştirilirken, aydınlatma için gerekli olan enerji en yakın güç kaynağından sağlanmaktadır. Böylece kablolama maliyeti önemli ölçüde azaltıldığı gibi, kablolar üzerinde gerçekleşen güç kayıplarının da önüne geçilmektedir. Geliştirilen sistem ile armatürlerin elektriksel güç beslemelerinin yakından gerçekleştirilebilmesi sağlandığından, gerek kurulum gerekse işletme maliyetleri bakımından önemli kazançlar sağlanmaktadır. Ortalama olarak bir aydınlatma sisteminin 20 yıl hizmet edeceği varsayılarak, bu zaman dilimi için maliyet analizleri gerçekleştirildiğinde azami değerlerle hesaplama yapılacak olursa basitçe tablo 6.1’deki veriler elde edilebilir.

Tablo 5.1. Ortalama Bir Aydınlatma Sisteminde Elde Edilen Tasarruf

Armatür Sayısı	Uzaktan Kumandasız Gerekli Kablo (m)	Uzaktan Kumandalı Gerekli Kablo (m)	Hattın kısalması nedeniyle Azalan Kayıp (W)	20 Yıllık Kwh kazanç
50	10.000	5.000	3.000	216000 Kwh

Çalışmada elde edilecek kazanımlarla birlikte sistemde oluşabilecek kablo arızalarının da büyük ölçüde azaltılarak, aydınlatma sistemlerinin kablo arızası nedeniyle devre dışında kalmasının engellenebileceği düşünülmektedir.

Önerilen kablosuz armatür kontrol sistemi, farklı bir açıdan değerlendirilecek olursa aydınlatmanın etkin olarak kontrol edilmesi, güvenlik açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Özellikle, LED temelli lamba ve armatür yapıların geliştirilmesi ile deşarj lambalarından geç ışık akısı alınması sorununun ortadan kalkması, armatürlerin ani devreye alınma ve çıkarılmalarını mümkün kılabilir. Kablosuz kontrol sistemi ile kritik bölgelerin aydınlatmasında ani aydınlatma ile güvenlik sağlanmasının yanı sıra kablo sabotajlarının önüne geçilebileceğinden ekstra güvenlik sağlanabilmektedir. Çift yönlü haberleşme ile alıcı ünitelerdeki sensörlerden geri besleme bilgisi elde edilebilmesi armatürün gerçekten yandığını teyit etmesi hem güvenlik açısından hem de kullanım konforu açısından

kolaylık sağlayabilmektedir. Arızalı armatürlerin tespiti çok kolay olacağından sistemin işletme sürekliliği de güvenli ve güvenilir olarak sağlanabilir olmaktadır.

Çalışmayı benzerlerinden farklı hale getiren özellik, herhangi bir internet ağı veya GSM ağına bağlı kalmadan, çift yönlü RF kontrol imkânının mümkün olmasıdır. Bu kapsamda yapılan çift yönlü kontrol ile ağ maliyetleri için faturalandırma ihtiyacı olmaksızın kontrol imkânının olması önemli bir katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın avantajları:

Uzak armatürlerin kumandalarının kablosuz ve çift yönlü gerçekleştirilebildiği bu çalışma ile:

- Uzak armatürlerin kendilerine en yakın enerji kaynağından beslenebilmeleri,
- Enerji besleme mesafelerindeki kısalmalar ile güç kablolama maliyetlerinde azalma,
- Güç kablolama mesafelerinde azalma ile de enerji kayıplarında azalma,
- Çok sayıda armatürün çalışmasının denetlenebilirliği ve bakım kolaylığı

gibi avantajlar sağlanabilme olarak ifade edilebilir.

Çalışmanın dezavantajları:

- Bazı çalışma alanlarında bulunan bozucu sinyallerin alıcı ünite ile verici ünite arasındaki bağlantının kopmasına sebep olabilir.

Sistemde bulunan kablosuz haberleşmenin hem yazılımsal hem de donanımsal olarak çift katlı olarak şifrenmesi önerilmektedir. Ayrıca bir alıcı ünite üzerinde çoklu armatür uygulamalarında her armatür için akım kontrolü yapılması önerilmektedir. Böylece armatür bakımı için daha fazla geri bildirim elde edileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Abdalaal, R. M., Ho, C. N. M., Leung, C. K. and Chung, H. S. -H. (2019). "A Remotely Central Dimming System for a Large-Scale LED Lighting Network Providing High Quality Voltage and Current," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 55, no. 5, pp. 5455-5465.

Ağdeniz, Ş. & Çetin, C. (2021). Uzaktan İç Denetim Ve Uzaktan İç Denetimin Sınırlılıkları. Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi, Special Issue of MODAV's 17th International Conference on Accounting, 58-80. DOI: 10.31460/mbdd.831324

Aksoy, S. M. (2021). *Gezer Köprülü Taşıma Sistemlerinde Mekanik Salınımların Enerji Açısından Değerlendirilmesi Ve Optimizasyonu.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Alagöz, M. (2008). *Trafo Merkezlerinin PLC Üzerinden Uzaktan Kontrolü.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Arduino (2021). [Erişim Tarihi: 24.03.2022, <https://www.arduino.cc/en/about#maker>]

Bayraktar, A. S. (2021). *Kablosuz Endüstriyel Nesnelerin İnterneti Örgü Ağları İçin Kanal Atama.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

Canatar, B. (2020). *Titreşimi Algılayan Ve Analiz Eden Kablosuz Gömülü Sistem Tasarımı.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Caponetto, R., Dongola, G., Fortuna, L., Riscica, N., & Zufacchi, D. (2008). Power consumption reduction in a remote controlled street lighting system. In 2008 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion (pp. 428-433). IEEE.

Cicioğlu, M. (2020). *Kablosuz Vücut Alan Ağları İçin Yazılım Tanımlı Ağ Destekli Yeni Bir Protokol Mimarisi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

Çakır, A. & Çalış, H. (2009). Uzaktan Kontrollü Otomatik Sulama Sistemi Tasarımı ve Uygulaması . Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 11 (3) , 258-261

Çoban, (2010). *Aydınlatma Elemanlarının Verimliliği Ve Enerji Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi*, (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Demirbaş, M. (2015). *Güneşiğine Bağlı Aydınlatma Kontrolü İle İç Aydınlatmada Enerji Tasarrufunun Görüntü İşleme Yöntemleri Kullanılarak Gerçekleştirilmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

Demiröz, Y. (2019). *Tarihi Binaların Yapı Yüzü Aydınlatmasında Led Aydınlatma Teknolojilerinin Kullanılması Ve Galata Kulesi İle Kız Kulesi Uygulaması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erguzel, A. T., Karaca, A., Ferikoglu, A., & Demir, Z. (2017). Dimmable street lighting application using a microcontroller. *Technical Gazette*, 24(4), 1019-1024.

Fedar, Y. E. (2019). *Gelişmiş Mikrodenetleyici Kontrollü Akıllı Ev Otomasyonu*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Fixaj (2022). [Erişim Tarihi: 24.03 2022, <https://fixaj.com/e32-433t20d/>]

Görenekli, K. (2019). *Elektronik Su Sayacı İçin Kablosuz Ağ ve RF Tabanlı Mimari Tasarım*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

Gülcan, R. (2019). *Uzaktan Kontrollü Arm Tabanlı Mikrodenetleyici Deney Seti Tasarımı Ve Gerçekleştirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Huda, A. S., & Erçelebi, E. (2017). Development of smart security system for remote control using small computer. *Turkish Journal of Science and Technology*, 12(2), 107-112.

Kaeree, S. (2017). *Remotely Controllable Robot Design And Implementation With Android Mobile Phone Application*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Karasu, S., (2013). *Vinç Sistemlerinde Görüntü İşleme Tekniği ile Salınım İncelenmesi ve Giriş Şekillendirici Denetimi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi ., Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Kapusuzoğlu, F. (2020). *Uzaktan Kontrollü Mikroişlemci Tabanlı Akıllı Aydınlatma Devresi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

- Kırtay, M.** (2021). *Kablosuz Ağlarda Şifreleme Algoritmalarının Karşılaştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kim, D. H., Sung, J. S., Park, S. and Kang, T. G.** (2016). "A study on the performance factors for wireless lighting control networks," 2016 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC).
- Koca, A. & Emiroğlu, A. O.** (2005). Benzinli Motorların Uzaktan Kumanda ile Çalıştırılması ve Kontrollerini Gerçekleştiren Cihazın Devre Tasarımı ve İmalatı . Politeknik Dergisi , 8 (3) , 255-261.
- Korkmaz, D.** (2011). *Uzaktan Kontrollü Bir Robot Balığın Tasarımı Ve Gerçeklemesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Kuo, C. B.** (2014). *Otomatik Kontrol Sistemleri*. (Çev.) Prof. Dr. Atilla Bir, Literatür Yayınları, İstanbul.
- Kuusik, M., Varjas, T., & Rosin, A.** (2016). Case study of smart city lighting system with motion detector and remote control. In 2016 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON) (pp. 1-5). IEEE.
- Kuzulugil, K.** (2011). *GpiB (Ieee-488) İle Bir Elektronik Cihazın Uzaktan Kontrolü*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Lavric, A., Popa, V., Finis, I., Simion, D.** (2012). The design and implementation of an energy efficient street lighting monitoring and control system *Przeglad Elektrotechniczny*
- Lavric, A., Popa, V. & Sfichi, S.** (2014). Street lighting control system based on large-scale WSN: A step towards a smart city. In 2014 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE) (pp. 673-676). IEEE.
- Leccese, F.** (2012). Remote-control system of high efficiency and intelligent street lighting using a ZigBee network of devices and sensors. *IEEE transactions on power delivery*, 28(1), 21-28.
- Li, S. and Pandharipande, A.** (2015). "Networked Illumination Control With Distributed Light-Harvesting Wireless Sensors," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 1662-1669.
- Li, M. and Lin, H.** (2015). "Design and Implementation of Smart Home Control Systems Based on Wireless Sensor Networks and Power Line Communications," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 62, no. 7, pp. 4430-4442,

- Li, Q., Hu, L., Zhang, J., Chen, J. and Wu, G.** (2021). "Fiber Radio Frequency Transfer Using Bidirectional Frequency Division Multiplexing Dissemination," in *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 33, no. 13, pp. 660-663.
- Liu, J., Xiong, K., Fan, P. and Zhong, Z.** (2017). "Resource Allocation in Wireless Powered Sensor Networks With Circuit Energy Consumption Constraints," in *IEEE Access*, vol. 5, pp. 22775-22782.
- Liu, W., Chau, K. T., Lee, C. H. T., Jiang, C., Han, W. and Lam, W. H.** (2020). "A Wireless Dimmable Lighting System Using Variable-Power Variable-Frequency Control," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 67, no. 10, pp. 8392-8404,
- Mahoor, M., Najafaabadi, T. A. and Salmasi, F. R.** (2014). "A smart street lighting control system for optimization of energy consumption and lamp life," 2014 22nd Iranian Conference on Electrical Engineering (ICEE).
- Magno, M., Polonelli, T., Benini, L. and Popovici, E.** (2015). "A Low Cost, Highly Scalable Wireless Sensor Network Solution to Achieve Smart LED Light Control for Green Buildings," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 15, no. 5, pp. 2963-2973.
- Martin, S., Fernandez-Pacheco, A., Ruipérez-Valiente, J. A., Carro, G. and Castro, M.** (2021). "Remote Experimentation Through Arduino-Based Remote Laboratories," in *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, vol. 16, no. 2, pp. 180-186.
- Martirano, L.** (2011). "A smart lighting control to save energy," *Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems*, 2011, pp. 132-138, doi: 10.1109/IDAACS.2011.6072726.
- Özden, S. & Dursun, M.** (2010). Radyo Frekansı ile Düşük Maliyetli Su Seviyesi Kontrolü. *Politeknik Dergisi*, 13 (4) , 313-317.
- Özen, F.** (2019). *Plc Ve Scada Kullanarak Bir Bina Otomasyon Sisteminin Gerçeklenmesi, Uzaktan Kontrolü Ve İzlenmesi.* (Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Özer, Ş.** (2019). *Harici Aydınlatma Sistemlerinde Kullanılan Aydınlatma Elemanlarının Ürettiği Harmoniklerin Analizi.* (Yayınlamamış Yüksek Lisans Tezi). Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.

Öztürk, C. (2021). *Design And Bilateral Control Of A Teleoperated Surgical Training System*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sabancı Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

RF24. (2016). Github geliştirme Platformu. nRF24101 (RF24)(2016) yazılım kütüphanesi [Erişim Tarihi: 23.03.2022, <https://github.com/elelement/nr1f24101-pi>]

Sağır, S. (2021). *Uzun Yakıt Dağıtım Borularına Uygulanan Darbesel Etki Yerinin Kablosuz Sensörler Ve Lora Radyosu Kullanarak Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Shahzad, G., Yang, H., Ahmad. A. W. and Lee, C. (2016). "Energy-Efficient Intelligent Street Lighting System Using Traffic-Adaptive Control," in IEEE Sensors Journal, vol. 16, no. 13, pp. 5397-5405.

Şahin, E. (2021). *Kablosuz İletişim Kuran Cihazlar Arasında Güvenli Görüntü Aktarımı*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Milli Savunma Üniversitesi, Hava Fen Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.

Şahin, M. (2014). Karma ve Yarı Endirekt Aydınlatma Türlerinin Teknik ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Dergisi Cilt 16(2) 26- 38.

Taşar, B. , Tatar, A. B. , Nazlı, Ö. & Kalkan, O. (2020). Myo-Elektriksel Sinyaller İle İnsansız Kara Aracının Uzaktan Kontrolü. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8 (1), 233-245.

Taşcı, B. (2021). *Çip Üzerine Programlanabilir Gömülü Platform Tabanlı Kablosuz Haberleşme Sisteminin Gerçekleştirilmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Teknoloji (2021). [Erişim Tarihi: 24.03.2022, <https://teknoloji.org/raspberry-pi-nedir-ne-ise-yarar-ve-nerede-kullanilir/>]

Tuik. (2020). "Electricity Distribution and Consumption Statistics of Turkey", 2020, Ankara, Turkey.

Tübitak (2021). [Erişim Tarihi: 24.03.2022, <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/arduino-karti-taniyalim-0>]

Uysal, B. (2019). *Arduino ve Bluetooth Kullanılarak Uzaktan Kontrollü Robot Tasarım, Yazılım Ve Uygulamasının Yapılması*. . (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yalova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yalova.

- Varghese, S. G., Kurian, C. P., George, V. I. and Kumar, T. S. S.** (2019). "Daylight-Artificial Light Integrated Scheme Based on Digital Camera and Wireless Networked Sensing-Actuation System," in IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 65, no. 3, pp. 284-292.
- He, X. and Pandharipande, A.** (2015). "Location-Based Illumination Control Access in Wireless Lighting Systems," in IEEE Sensors Journal, vol. 15, no. 10, pp. 5954-5961.
- Yavuz, C., Yanıkoğlu, E., Yalçın, M.A.** (2009). İç aydınlatmada enerji tasarrufu potansiyelinin Sakarya bölgesi için belirlenmesi yolunda bir pilot çalışma, 3. Ulusal Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, Türkiye.
- Young M., Atici C., Ozcelebi T., Lukkien J. J.** (2011). Exploring User-Centered Intelligent Road Lighting Design: A Road Map and Future Research Directions, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 57, No. 2, 788 – 793.
- Yücel, R.** (2007). *Uzaktan Kontrollü Mikrodenetleyicili Prototip*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Yüzgeç, U. , Büyüktepe, H. E. & Karakuzu, C.** (2017). Kablosuz Eldiven Sistemi ile Kontrol Edilen Robot Kol Tasarımı. Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 9 (2) , 35-42
- Zotos, N., Pallis, E., Stergiopoulos, C., Anastasopoulos, K., Bogdos, G., & Skianis, C.** (2012). Case study of a dimmable outdoor lighting system with intelligent management and remote control. In 2012 International Conference on Telecommunications and Multimedia (TEMU) (pp. 43-48). IEEE.

EKLER

EK-1: KONTROL MERKEZİ ARAYÜZ PYTHON KODLARI

```
1. from PyQt5 import QtCore, QtGui, QtWidgets
2. class Ui_uakom(object):
3.     def setupUi(self, uakom):
4.         uakom.setObjectName("uakom")
5.         uakom.resize(800, 600)
6.         palette = QtGui.QPalette()
7.         brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 0))
8.         brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
9.         palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.Button, brush)
10.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 0))
11.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
12.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.Button, brush)
13.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 0))
14.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
15.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.Button, brush)
16.        uakom.setPalette(palette)
17.        icon = QtGui.QIcon()
18.        icon.addPixmap(QtGui.QPixmap("../bLogo.jpg"), QtGui.QIcon.Normal, QtGui.QIcon.Off)
19.        uakom.setWindowIcon(icon)
20.        uakom.setTabShape(QtWidgets.QTabWidget.Rounded)
21.        self.centralwidget = QtWidgets.QWidget(uakom)
22.        palette = QtGui.QPalette()
23.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(72, 244, 46))
24.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
25.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.Button, brush)
26.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(72, 244, 46))
27.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
28.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.ToolTipBase, brush)
29.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(193, 0, 0))
30.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
31.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.Button, brush)
32.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 220))
33.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
34.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.ToolTipBase, brush)
35.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 0))
36.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
37.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.Button, brush)
38.        brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 220))
39.        brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
40.        palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.ToolTipBase, brush)
41.        self.centralwidget.setPalette(palette)
42.        self.centralwidget.setFocusPolicy(QtCore.Qt.TabFocus)
43.        self.centralwidget.setObjectName("centralwidget")
44.        self.lbltitle = QtWidgets.QLabel(self.centralwidget)
45.        self.lbltitle.setGeometry(QtCore.QRect(220, 10, 461, 41))
46.        font = QtGui.QFont()
47.        font.setFamily("Arial")
48.        font.setPointSize(14)
49.        self.lbltitle.setFont(font)
50.        self.lbltitle.setFocusPolicy(QtCore.Qt.NoFocus)
51.        self.lbltitle.setContextMenuPolicy(QtCore.Qt.ActionsContextMenu)
52.        self.lbltitle.setObjectName("lbltitle")
53.        self.gridLayoutWidget = QtWidgets.QWidget(self.centralwidget)
54.        self.gridLayoutWidget.setGeometry(QtCore.QRect(120, 60, 321, 471))
55.        self.gridLayoutWidget.setObjectName("gridLayoutWidget")
56.        self.gridLayout = QtWidgets.QGridLayout(self.gridLayoutWidget)
57.        self.gridLayout.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
58.        self.gridLayout.setObjectName("gridLayout")
59.        self.btnarmaturalloff = QtWidgets.QPushButton(self.gridLayoutWidget)
60.        self.btnarmaturalloff.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
61.        font = QtGui.QFont()
62.        font.setFamily("Arial")
63.        font.setPointSize(14)
64.        font.setBold(True)
65.        font.setWeight(75)
66.        self.btnarmaturalloff.setFont(font)
67.        self.btnarmaturalloff.setObjectName("btnarmaturalloff")
68.        self.gridLayout.addWidget(self.btnarmaturalloff, 15, 1, 1, 1)
69.        spacerItem = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
70.        self.gridLayout.addItem(spacerItem, 10, 0, 1, 1)
71.        self.label_5 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget)
72.        font = QtGui.QFont()
73.        font.setFamily("Arial")
74.        font.setPointSize(11)
75.        font.setBold(True)
76.        font.setItalic(True)
77.        font.setWeight(75)
```

```

78. self.label_5.setFont(font)
79. self.label_5.setObjectName("label_5")
80. self.gridLayout.addWidget(self.label_5, 14, 0, 1, 1)
81. spacerItem1 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.
    QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
82. self.gridLayout.addItem(spacerItem1, 13, 0, 1, 1)
83. self.btnarmature3off = QtWidgets.QPushButton(self.gridL
    ayoutWidget)
84. self.btnarmature3off.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
85. font = QtGui.QFont()
86. font.setFamily("Arial")
87. font.setPointSize(14)
88. font.setBold(True)
89. font.setWeight(75)
90. self.btnarmature3off.setFont(font)
91. self.btnarmature3off.setObjectName("btnarmature3off")
92. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature3off, 9, 1, 1, 1)
93. self.btnarmature2off = QtWidgets.QPushButton(self.gridL
    ayoutWidget)
94. self.btnarmature2off.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
95. font = QtGui.QFont()
96. font.setFamily("Arial")
97. font.setPointSize(14)
98. font.setBold(True)
99. font.setWeight(75)
100. self.btnarmature2off.setFont(font)
101. self.btnarmature2off.setObjectName("btnarmature2off")
102. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature2off, 6, 1, 1, 1)
103. self.btnarmature4off = QtWidgets.QPushButton(self.gridL
    ayoutWidget)
104. self.btnarmature4off.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
105. font = QtGui.QFont()
106. font.setFamily("Arial")
107. font.setPointSize(14)
108. font.setBold(True)
109. font.setWeight(75)
110. self.btnarmature4off.setFont(font)
111. self.btnarmature4off.setObjectName("btnarmature4off")
112. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature4off, 12, 1, 1, 1
    )
113. self.label_4 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget)
114. font = QtGui.QFont()
115. font.setFamily("Arial")
116. font.setPointSize(11)
117. font.setBold(True)
118. font.setWeight(75)
119. self.label_4.setFont(font)
120. self.label_4.setObjectName("label_4")
121. self.gridLayout.addWidget(self.label_4, 11, 0, 1, 1)
122. self.label = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget)
123. font = QtGui.QFont()
124. font.setFamily("Arial")
125. font.setPointSize(11)
126. font.setBold(True)
127. font.setWeight(75)
128. self.label.setFont(font)
129. self.label.setObjectName("label")
130. self.gridLayout.addWidget(self.label, 0, 0, 1, 1)
131. self.btnarmaturallon = QtWidgets.QPushButton(self.gridLa
    youtWidget)
132. self.btnarmaturallon.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
133. font = QtGui.QFont()
134. font.setFamily("Arial")
135. font.setPointSize(14)
136. font.setBold(True)
137. font.setWeight(75)
138. self.btnarmaturallon.setFont(font)
139. self.btnarmaturallon.setObjectName("btnarmaturallon")
140. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmaturallon, 15, 0, 1, 1
    )
141. self.label_2 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget)
142. font = QtGui.QFont()
143. font.setFamily("Arial")
144. font.setPointSize(11)
145. font.setBold(True)
146. font.setWeight(75)
147. self.label_2.setFont(font)
148. self.label_2.setObjectName("label_2")
149. self.gridLayout.addWidget(self.label_2, 5, 0, 1, 1)
150. self.btnarmature3on = QtWidgets.QPushButton(self.gridLa
    youtWidget)
151. self.btnarmature3on.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
152. palette = QtGui.QPalette()
153. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(72, 244, 46))
154. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
155. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.B
    utton, brush)
156. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(193, 0, 0))
157. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
158. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.
    Button, brush)
159. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(188, 188, 188))
160. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
161. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.
    Button, brush)

```

```

162. self.btnarmature3on.setPalette(palette)
163. font = QtGui.QFont()
164. font.setFamily("Arial")
165. font.setPointSize(14)
166. font.setBold(True)
167. font.setWeight(75)
168. self.btnarmature3on.setFont(font)
169. self.btnarmature3on.setObjectName("btnarmature3on")
170. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature3on, 9, 0, 1, 1)
171. spacerItem2 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.
    QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
172. self.gridLayout.addItem(spacerItem2, 7, 0, 1, 1)
173. self.btnarmature2on = QtWidgets.QPushButton(self.gridLa
    youtWidget)
174. self.btnarmature2on.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
175. font = QtGui.QFont()
176. font.setFamily("Arial")
177. font.setPointSize(14)
178. font.setBold(True)
179. font.setWeight(75)
180. self.btnarmature2on.setFont(font)
181. self.btnarmature2on.setObjectName("btnarmature2on")
182. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature2on, 6, 0, 1, 1)
183. self.label_3 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget)
184. font = QtGui.QFont()
185. font.setFamily("Arial")
186. font.setPointSize(11)
187. font.setBold(True)
188. font.setWeight(75)
189. self.label_3.setFont(font)
190. self.label_3.setObjectName("label_3")
191. self.gridLayout.addWidget(self.label_3, 8, 0, 1, 1)
192. self.btnarmature1on = QtWidgets.QPushButton(self.gridLa
    youtWidget)
193. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePoli
    cy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
194. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
195. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
196. sizePolicy.setHeightForWidth(self.btnarmature1on.sizePoli
    cy().hasHeightForWidth())
197. self.btnarmature1on.setSizePolicy(sizePolicy)
198. self.btnarmature1on.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
199. palette = QtGui.QPalette()
200. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(72, 244, 46))
201. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
202. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.B
    utton, brush)
203. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 255))
204. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
205. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.Ba
    se, brush)
206. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 127))
207. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
208. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Active, QtGui.QPalette.W
    indow, brush)
209. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(193, 0, 0))
210. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
211. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.
    Button, brush)
212. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 255))
213. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
214. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.
    Base, brush)
215. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 127))
216. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
217. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Inactive, QtGui.QPalette.
    Window, brush)
218. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(188, 188, 188))
219. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
220. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.
    Button, brush)
221. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 127))
222. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
223. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.
    Base, brush)
224. brush = QtGui.QBrush(QtGui.QColor(255, 255, 127))
225. brush.setStyle(QtCore.Qt.SolidPattern)
226. palette.setBrush(QtGui.QPalette.Disabled, QtGui.QPalette.
    Window, brush)
227. self.btnarmature1on.setPalette(palette)
228. font = QtGui.QFont()
229. font.setFamily("Arial")
230. font.setPointSize(14)
231. font.setBold(True)
232. font.setWeight(75)
233. self.btnarmature1on.setFont(font)
234. self.btnarmature1on.setWhatsThis("")
235. self.btnarmature1on.setCheckable(True)
236. self.btnarmature1on.setObjectName("btnarmature1on")
237. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature1on, 2, 0, 1, 1)
238. self.btnarmature1off = QtWidgets.QPushButton(self.gridL
    ayoutWidget)
239. self.btnarmature1off.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
    )
240. font = QtGui.QFont()
241. font.setFamily("Arial")
242. font.setPointSize(14)
243. font.setBold(True)

```

```

244. font.setWeight(75)
245. self.btnarmature1off.setFont(font)
246. self.btnarmature1off.setObjectName("btnarmature1off")
247. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature1off, 2, 1, 1, 1)
248. self.btnarmature4on = QtWidgets.QPushButton(self.gridLa
youtWidget)
249. self.btnarmature4on.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40)
)
250. font = QtGui.QFont()
251. font.setFamily("Arial")
252. font.setPointSize(14)
253. font.setBold(True)
254. font.setWeight(75)
255. self.btnarmature4on.setFont(font)
256. self.btnarmature4on.setObjectName("btnarmature4on")
257. self.gridLayout.addWidget(self.btnarmature4on, 12, 0, 1, 1
)
258. spacerItem3 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.
QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
259. self.gridLayout.addItem(spacerItem3, 4, 0, 1, 1)
260. self.lblstatus1 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget
)
261. font = QtGui.QFont()
262. font.setFamily("Arial Black")
263. font.setPointSize(10)
264. font.setBold(True)
265. font.setWeight(75)
266. self.lblstatus1.setFont(font)
267. self.lblstatus1.setText("")
268. self.lblstatus1.setObjectName("lblstatus1")
269. self.gridLayout.addWidget(self.lblstatus1, 0, 1, 1, 1)
270. self.lblstatus2 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget
)
271. font = QtGui.QFont()
272. font.setFamily("Arial Black")
273. font.setPointSize(10)
274. font.setBold(True)
275. font.setWeight(75)
276. self.lblstatus2.setFont(font)
277. self.lblstatus2.setText("")
278. self.lblstatus2.setObjectName("lblstatus2")
279. self.gridLayout.addWidget(self.lblstatus2, 5, 1, 1, 1)
280. self.lblstatus3 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget
)
281. font = QtGui.QFont()
282. font.setFamily("Arial Black")
283. font.setPointSize(10)
284. font.setBold(True)
285. font.setWeight(75)
286. self.lblstatus3.setFont(font)
287. self.lblstatus3.setText("")
288. self.lblstatus3.setObjectName("lblstatus3")
289. self.gridLayout.addWidget(self.lblstatus3, 8, 1, 1, 1)
290. self.lblstatus4 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget
)
291. font = QtGui.QFont()
292. font.setFamily("Arial Black")
293. font.setPointSize(10)
294. font.setBold(True)
295. font.setWeight(75)
296. self.lblstatus4.setFont(font)
297. self.lblstatus4.setText("")
298. self.lblstatus4.setObjectName("lblstatus4")
299. self.gridLayout.addWidget(self.lblstatus4, 11, 1, 1, 1)
300. self.lblstatusall = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidge
t)
301. font = QtGui.QFont()
302. font.setFamily("Arial Black")
303. font.setPointSize(10)
304. font.setBold(True)
305. font.setWeight(75)
306. self.lblstatusall.setFont(font)
307. self.lblstatusall.setText("")
308. self.lblstatusall.setObjectName("lblstatusall")
309. self.gridLayout.addWidget(self.lblstatusall, 14, 1, 1, 1)
310. self.gridLayoutWidget_2 = QtWidgets.QWidget(self.centra
lWidget)
311. self.gridLayoutWidget_2.setGeometry(QtCore.QRect(450,
60, 361, 471))
312. self.gridLayoutWidget_2.setObjectName("gridLayoutWidg
et_2")
313. self.gridLayout_2 = QtWidgets.QGridLayout(self.gridLayo
utWidget_2)
314. self.gridLayout_2.setContentsMargins(0, 0, 0, 0)
315. self.gridLayout_2.setObjectName("gridLayout_2")
316. self.label_8 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2
)
317. font = QtGui.QFont()
318. font.setFamily("Arial")
319. font.setPointSize(11)
320. font.setBold(True)
321. font.setWeight(75)
322. self.label_8.setFont(font)
323. self.label_8.setObjectName("label_8")
324. self.gridLayout_2.addWidget(self.label_8, 0, 0, 1, 1)
325. spacerItem4 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.
QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
326. self.gridLayout_2.addItem(spacerItem4, 13, 0, 1, 1)
327. self.lblarmatur4 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidg
et_2)

```

```

328. self.lblarmatur4.setEnabled(True)
329. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
330. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
331. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
332. sizePolicy.setHeightForWidth(self.lblarmatur4.sizePolicy().hasHeightForWidth())
333. self.lblarmatur4.setSizePolicy(sizePolicy)
334. self.lblarmatur4.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
335. font = QtGui.QFont()
336. font.setFamily("Arial")
337. font.setPointSize(10)
338. font.setBold(True)
339. font.setWeight(75)
340. self.lblarmatur4.setFont(font)
341. self.lblarmatur4.setAcceptDrops(False)
342. self.lblarmatur4.setText("")
343. self.lblarmatur4.setObjectName("lblarmatur4")
344. self.gridLayout_2.addWidget(self.lblarmatur4, 12, 0, 1, 1)
345. self.lblarmaturall = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
346. self.lblarmaturall.setEnabled(True)
347. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
348. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
349. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
350. sizePolicy.setHeightForWidth(self.lblarmaturall.sizePolicy().hasHeightForWidth())
351. self.lblarmaturall.setSizePolicy(sizePolicy)
352. self.lblarmaturall.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
353. font = QtGui.QFont()
354. font.setFamily("Arial")
355. font.setPointSize(10)
356. font.setBold(True)
357. font.setWeight(75)
358. self.lblarmaturall.setFont(font)
359. self.lblarmaturall.setAcceptDrops(False)
360. self.lblarmaturall.setText("")
361. self.lblarmaturall.setObjectName("lblarmaturall")
362. self.gridLayout_2.addWidget(self.lblarmaturall, 15, 0, 1, 1)
363. self.label_6 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
364. font = QtGui.QFont()
365. font.setFamily("Arial")
366. font.setPointSize(11)
367. font.setBold(True)
368. font.setItalic(True)
369. font.setWeight(75)
370. self.label_6.setFont(font)
371. self.label_6.setText("")
372. self.label_6.setObjectName("label_6")
373. self.gridLayout_2.addWidget(self.label_6, 14, 0, 1, 1)
374. spacerItem5 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
375. self.gridLayout_2.addItem(spacerItem5, 7, 0, 1, 1)
376. self.lblarmatur1 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
377. self.lblarmatur1.setEnabled(True)
378. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
379. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
380. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
381. sizePolicy.setHeightForWidth(self.lblarmatur1.sizePolicy().hasHeightForWidth())
382. self.lblarmatur1.setSizePolicy(sizePolicy)
383. self.lblarmatur1.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
384. font = QtGui.QFont()
385. font.setFamily("Arial")
386. font.setPointSize(10)
387. font.setBold(True)
388. font.setWeight(75)
389. self.lblarmatur1.setFont(font)
390. self.lblarmatur1.setAcceptDrops(False)
391. self.lblarmatur1.setText("")
392. self.lblarmatur1.setObjectName("lblarmatur1")
393. self.gridLayout_2.addWidget(self.lblarmatur1, 2, 0, 1, 1)
394. self.lblarmatur3 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
395. self.lblarmatur3.setEnabled(True)
396. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
397. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
398. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
399. sizePolicy.setHeightForWidth(self.lblarmatur3.sizePolicy().hasHeightForWidth())
400. self.lblarmatur3.setSizePolicy(sizePolicy)
401. self.lblarmatur3.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
402. font = QtGui.QFont()
403. font.setFamily("Arial")
404. font.setPointSize(10)
405. font.setBold(True)
406. font.setWeight(75)
407. self.lblarmatur3.setFont(font)
408. self.lblarmatur3.setAcceptDrops(False)
409. self.lblarmatur3.setText("")
410. self.lblarmatur3.setObjectName("lblarmatur3")
411. self.gridLayout_2.addWidget(self.lblarmatur3, 9, 0, 1, 1)
412. self.label_10 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
413. font = QtGui.QFont()

```

```

414. font.setFamily("Arial")
415. font.setPointSize(11)
416. font.setBold(True)
417. font.setWeight(75)
418. self.label_10.setFont(font)
419. self.label_10.setText("")
420. self.label_10.setObjectName("label_10")
421. self.gridLayout_2.addWidget(self.label_10, 8, 0, 1, 1)
422. self.lblarmatur2 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
423. self.lblarmatur2.setEnabled(True)
424. sizePolicy = QtWidgets.QSizePolicy(QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Fixed)
425. sizePolicy.setHorizontalStretch(0)
426. sizePolicy.setVerticalStretch(0)
427. sizePolicy.setHeightForWidth(self.lblarmatur2.sizePolicy().hasHeightForWidth())
428. self.lblarmatur2.setSizePolicy(sizePolicy)
429. self.lblarmatur2.setMinimumSize(QtCore.QSize(0, 40))
430. font = QtGui.QFont()
431. font.setFamily("Arial")
432. font.setPointSize(10)
433. font.setBold(True)
434. font.setWeight(75)
435. self.lblarmatur2.setFont(font)
436. self.lblarmatur2.setAcceptDrops(False)
437. self.lblarmatur2.setText("")
438. self.lblarmatur2.setObjectName("lblarmatur2")
439. self.gridLayout_2.addWidget(self.lblarmatur2, 6, 0, 1, 1)
440. spacerItem6 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
441. self.gridLayout_2.addItem(spacerItem6, 10, 0, 1, 1)
442. spacerItem7 = QtWidgets.QSpacerItem(20, 20, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum, QtWidgets.QSizePolicy.Minimum)
443. self.gridLayout_2.addItem(spacerItem7, 4, 0, 1, 1)
444. self.label_7 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
445. font = QtGui.QFont()
446. font.setFamily("Arial")
447. font.setPointSize(11)
448. font.setBold(True)
449. font.setWeight(75)
450. self.label_7.setFont(font)
451. self.label_7.setText("")
452. self.label_7.setObjectName("label_7")
453. self.gridLayout_2.addWidget(self.label_7, 11, 0, 1, 1)
454. self.label_9 = QtWidgets.QLabel(self.gridLayoutWidget_2)
455. font = QtGui.QFont()
456. font.setFamily("Arial")
457. font.setPointSize(11)
458. font.setBold(True)
459. font.setWeight(75)
460. self.label_9.setFont(font)
461. self.label_9.setText("")
462. self.label_9.setObjectName("label_9")
463. self.gridLayout_2.addWidget(self.label_9, 5, 0, 1, 1)
464. uakom.setCentralWidget(self.centralwidget)
465. self.menubar = QtWidgets.QMenuBar(uakom)
466. self.menubar.setGeometry(QtCore.QRect(0, 0, 800, 21))
467. self.menubar.setObjectName("menubar")
468. uakom.setMenuBar(self.menubar)
469. self.statusbar = QtWidgets.QStatusBar(uakom)
470. self.statusbar.setObjectName("statusbar")
471. uakom.setStatusBar(self.statusbar)
472. self.retranslateUi(uakom)
473. QtCore.QMetaObject.connectSlotsByName(uakom)
474. def retranslateUi(self, uakom):
475.     _translate = QtCore.QCoreApplication.translate
476.     uakom.setWindowTitle(_translate("uakom", "UAKOM"))
477.     self.lbltitle.setText(_translate("uakom", "RF ARMATURE CONTROL - MAIN UNIT"))
478.     self.btnarmaturalloff.setText(_translate("uakom", "OFF"))
479.     self.label_5.setText(_translate("uakom", "ALL ARMATURES"))
480.     self.btnarmature3off.setText(_translate("uakom", "OFF"))
481.     self.btnarmature2off.setText(_translate("uakom", "OFF"))
482.     self.btnarmature4off.setText(_translate("uakom", "OFF"))
483.     self.label_4.setText(_translate("uakom", "ARMATURE D"))
484.     self.label.setText(_translate("uakom", "ARMATURE A"))
485.     self.btnarmaturallon.setText(_translate("uakom", "ON"))
486.     self.label_2.setText(_translate("uakom", "ARMATURE B"))
487.     self.btnarmature3on.setText(_translate("uakom", "ON"))
488.     self.btnarmature2on.setText(_translate("uakom", "ON"))
489.     self.label_3.setText(_translate("uakom", "ARMATURE C"))
490.     self.btnarmature1on.setText(_translate("uakom", "ON"))
491.     self.btnarmature1off.setText(_translate("uakom", "OFF"))
492.     self.btnarmature4on.setText(_translate("uakom", "ON"))
493.     self.label_8.setText(_translate("uakom", "FEED BACK RESULT"))

```