

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**UZAKTAN KONTROLLÜ MİKROİŞLEMCİ TABANLI AKILLI
AYDINLATMA DEVRESİ**

FURKAN KAPUSUZUĞLU

KOCAELİ 2020

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN KONTROLLÜ MİKROİŞLEMCİ TABANLI
AKILLI AYDINLATMA DEVRESİ

FURKAN KAPUSUZOĞLU

Prof. Dr. Nurettin ABUT

Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Necmi Cemal ÖZDEMİR

Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Muhammet Server FIRAT

Jüri Üyesi, Sakarya Üniversitesi


.....

.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 17.01.2020

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

İnsanlık tarih boyunca, âdemoğlunun varlığının ortaya çıkmasından itibaren hayatın kolaylaştırılabilmesi adına binlerce buluş ve keşif yapmışlardır. Aydınlatma bunlardan sadece biri olup, insanlık tarihinin başlarında keşfedilen ateşten itibaren başlamıştır ve elektriğin bulunması ile yeni bir çağ açmıştır. Türlü araştırmalar ve deneyimler ışığında mum, çıra, yağ kandilleri, gaz yağı, hava gazlı aydınlatma unsurları ve tarih ilerledikçe elektrik enerjisi ile işlenen aydınlatma araçları kullanılmışlardır. Teknolojinin ilerlemesiyle beraber aydınlatma, günümüzde yapıların iç ve dış alanlarında kullanılmasının yanında görsel bir gösteriş katmaktadır. Günümüzde teknoloji konusunda aydınlatmaya büyük bir ehemmiyet verilmekte ve hızlı bir şekilde gelişmektedir.

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında emeği geçen, yol gösteren, yardımlarını esirgemeyen kıymetli hocamız Sayın Prof. Dr. Nurettin ABUT'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Ocak - 2020

Furkan KAPUSUZOĞLU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
GİRİŞ.....	1
1. AYDINLATMA	3
1.1. Aydınlatma Çeşitleri.....	3
1.1.1. Işığın kaynağına göre aydınlatma	3
1.1.2. Aydınlatılan yere göre aydınlatma.....	3
1.1.3. Işığın yönlendirilmesine göre aydınlatma	4
2. LED'LER	6
2.1. LED Nedir?.....	6
2.2. LED'in Tarihçesi	6
2.3. LED'ler ve Aydınlatma	8
2.4. LED'lerin Çalışma Prensipleri	9
2.5. LED'ler ile Beyaz Işık Elde Edilmesi ve Renk	11
2.6. LED'lerin Renk Sıcaklığı	12
2.7. LED Ömrü.....	13
2.8. LED Standartları.....	14
2.9. LED ve LED Işık Kaynağı Kullanılan Sistem Tanımları	14
2.9.1. LED yarı iletkeni	15
2.9.2. LED çipi/paketi.....	15
2.9.3. LED dizisi	15
2.9.4. LED modülü	16
2.9.5. LED sürücüsü	16
2.10. LED Karakteristiği	17
2.11. LED Çeşitleri.....	19
2.11.1. Infrared (kızılötesi) LED	20
2.11.2. RGB LED	21
2.11.3. Şerit LED.....	21
2.11.4. Power LED	22
2.11.5. SMD LED.....	23
2.11.6. COB LED	24
2.12. LED Sürücüleri.....	24
3. DİĞER AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİ	27
3.1. Akkor Lambalar	27
3.2. Akkor Halojen Lambalar	27
3.3. Flüoresan Lambalar	28
4. DİĞER AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİ İLE LED'LERİN KARŞILAŞTIRILMASI	29

4.1. Ömür	29
4.2. Verimlilik	30
5. AKILLI AYDINLATMA.....	32
5.1. Akıllı Aydınlatma Nerelerde Kullanılır?	32
5.2. Akıllı Aydınlatma Yöntemleri	33
5.2.1. Verimlilik	35
5.2.2. Enerji tasarrufu	35
6. SİMÜLASYON VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR	39
6.1. Dialüxle Enerji Tasarrufu Simülasyonu	39
6.1.1. Halojen ve LED armatürün dialüxte simülasyonu.....	40
6.1.2. Dimlenmiş LED armatürlerin enerji tasarrufu	41
6.2. Gerçekleştirilen Akıllı Aydınlatma Devresi	43
6.2.1. Uzaktan kontrollü mikroişlemci tabanlı LED dimmer devresi	44
6.2.2. Devrede kullanılan malzemeler	45
6.2.3. Devrelerin proteus ve ARES modelleri	49
6.2.4. Android uygulaması yapılışı	50
6.2.5. Bilgisayar üzerinden kontrol	52
6.3. Simülasyon ve Deneysel Sonuçlar	53
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR.....	58
EKLER.....	63
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Akım yönü gösterilmiş mantar LED	6
Şekil 2.2.	LED’lerde ışık üretim prensibi	9
Şekil 2.3.	p-n tipi yarı iletken oluşumu	10
Şekil 2.4.	Tipik bir LED çipi	10
Şekil 2.5.	Farklı yarı iletken malzemeler için baskın dalga boyları ve CIE renk uzayındaki koordinatları.....	11
Şekil 2.6.	Çip bazlı ve harici fosfor tabakaları	12
Şekil 2.7.	Kısa dalga boyunda ışık yayan bir LED’in fosfor ile kaplanarak beyaz ışık eldesi.....	12
Şekil 2.8.	Siyah cisim ışımalarının CIE renk uzayındaki yeri	13
Şekil 2.9.	Farklı sürme akımları için jonksiyon sıcaklığına bağlı ömür Tahmini	13
Şekil 2.10.	LED yarı iletkeni.....	15
Şekil 2.11.	Örnek bir LED paketi	15
Şekil 2.12.	Örnek LED dizileri	16
Şekil 2.13.	Örnek LED modülleri.....	16
Şekil 2.14.	LED sürücü örnekleri	17
Şekil 2.15.	LED ışık motoru.....	17
Şekil 2.16.	LED sembolleri ışık enerjisinin oluşması.....	18
Şekil 2.17.	Akım-gerilim karakteristiği	18
Şekil 2.18.	Akım-ışık şiddeti karakteristiği.....	19
Şekil 2.19.	Farklı renklerde LED’ler	20
Şekil 2.20.	Kızılötesi LED	20
Şekil 2.21.	RGB LED	21
Şekil 2.22.	RGB LED’ler	21
Şekil 2.23.	Şerit LED	22
Şekil 2.24.	Şerit LED	22
Şekil 2.25.	Power LED.....	23
Şekil 2.26.	SMD LED	23
Şekil 2.27.	SMD LED	24
Şekil 2.28.	COB LED	24
Şekil 3.1.	Akkor filamanlı lamba	27
Şekil 3.2.	Akkor halojenli lamba	28
Şekil 3.3.	Flüoresan lamba	28
Şekil 4.1.	Aydınlatma gelişimi	29
Şekil 5.1.	Akıllı paneller ve bilgisayar ara yüzü ile kontrol edilen bir aydınlatma sistemi	34
Şekil 5.2.	Akıllı aydınlatma sistemi ile sağlanan enerji tasarrufu	37
Şekil 6.1.	120W LED armatür dialüx sonucu.....	40
Şekil 6.2.	120W halojen armatür dialüx sonucu	40
Şekil 6.3.	M2 yol sınıfında aydınlatma	41
Şekil 6.4.	M4 yol sınıfında kullanılan aydınlatma	41
Şekil 6.5.	M4 yolu için sonuçlar	42

Şekil 6.6.	M2 yolu için sonuçlar	42
Şekil 6.7.	Devre simülasyonu	44
Şekil 6.8.	Gerçekleştirilen devre	44
Şekil 6.9.	Kullanılan PIC bacakları ve işlevleri	46
Şekil 6.10.	12Vdc-5Cdc devresi	48
Şekil 6.11.	İSİS modeli	49
Şekil 6.12.	ARES modeli	50
Şekil 6.13.	Android uygulaması ana ekranı ve fonksiyon kütüphanesi	51
Şekil 6.14.	Android uygulama kodları	51
Şekil 6.15.	Android uygulaması ve anlık sonuç	52
Şekil 6.16.	Bilgisayar kontrol ekranı	53
Şekil 6.17.	PWM sinyali düşük doluluk oranı (simülasyon osiloskop görüntüsü)	54
Şekil 6.18.	PWM sinyali yüksek doluluk oranı (simülasyon osiloskop görüntüsü)	54
Şekil 6.19.	PWM sinyali düşük doluluk oranı (gerçek osiloskop görüntüsü)	55
Şekil 6.20.	PWM sinyali yüksek doluluk oranı (gerçek osiloskop görüntüsü)	55
Şekil 6.21.	Anlık LED çıkış voltajı	56
Şekil 6.22.	Anlık PWM sinyal gerilim	56

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Lamba çeşitleri ve ömürleri.....	30
Tablo 4.2. LED ile diğer aydınlatma kaynaklarının karşılaştırılması.....	30
Tablo 4.3. CFL ve LED’li lambaların karşılaştırılması.....	31
Tablo 5.1. Endeksan ve halogen ampuller için enerji tasarruf tablosu.....	36
Tablo 5.2. Flüoresan ampuller için enerji tasarruf tablosu.....	36
Tablo 6.1. Yol tanımları ve aydınlatma sınıfları tablosu.....	39
Tablo 6.2. FYSH-0335UXC-60-12V-WW8 parametreleri.....	43
Tablo A1. CSS C Sistem Kodları.....	63
Tablo B1. C# Kodları.....	75



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Hz	: Frekans
Lm	: Işık Akısı
W	: Watt

Kısaltmalar

AC	: Alternative Current (Alternatif Akım)
ADC	: Analog Digital Converter (Analog Dijital Dönüştürücü)
CPU	: Central Processing Unit (Merkez İşlem Birimi)
DC	: Direct Current (Doğru Akım)
EPROM	: Erasable Programmable Read-Only Memory (Silinip Programlanabilir Salt Okunur Bellek)
GaAs	: Galyum Arsenit
GaAsP	: Galyum Arsenit Fosfat
GaP	: Galyum Fosfat
LCD	: Liquid Crystal Display (Sıvı Kristal Ekran)
LED	: Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
PFC	: Power Factor Correction (Güç Faktörü Düzeltme)
PIC	: Peripheral Interface Controller (Çevresel Arabirim Kontrol Cihazı)
PROM	: Programmable Read-Only Memory (Programlanabilir Salt Okunur Bellek)
PWM	: Pulse Width Modulation (Darbe Genişlik Modülasyonu)
RAM	: Random Access Memory (Rasgele Erişim Belleği)
ROM	: Read Only Memory (Salt Okunur Bellek)
Vb	: Ve Benzeri

UZAKTAN KONTROLLÜ MİKROİŞLEMCİ TABANLI AKILLI AYDINLATMA DEVRESİ

ÖZET

Aydınlatma alanında, önce doğru akımla çalışan akkor telli lamba keşfedilmiştir. Daha sonra alternatif akımda kullanılan akkor telli farklı bir lambayı Tesla bulmuştur. Fakat verimde bu lambalarda harcanan elektrik enerjisinin büyük bir bölümü ısıya dönüştüğü için azaltma meydana gelmiştir. Sonrasında flüoresan lamba bir keşif sonucu bulunmuştur Verimi yüksek olan aydınlatıcılar kullanılması günümüzde enerji kaynaklarının azalması ve tüketimin artması nedenidir. Türkiye’de üretilmekte olan elektriğin yalnızca %25’lik bir kısmı aydınlatma için kullanılmaktadır. Son zamanlarda özellikle yol kavşak uyarıcı sistemlerinde fazlasıyla kullanılmakta olan, düşük enerji ile iyi verim elde edilebilen, ışık yayan diyotlar (LED) üretilmektedir. Ülkelerin çoğu yavaş yavaş bu sisteme geçerek % 80 gibi bir oranda enerji tasarrufu elde etmişlerdir. Önümüzdeki yıllarda bu teknolojinin kullanım oranının artmasını ve elzem bir aydınlatma aleti olarak kullanılacağı öngörülmektedir. Yapılan bu Lisansüstü tez çalışmasında gerçekleştirilen LED sürücü devresi, PIC18F4620 mikro denetleyici ile tasarlanmıştır. PWM (Darbe Genişlik Modülasyonu) ile kontrol edilmiştir. Bununla beraber manuel, bluetooth aracılığıyla android, usb aracılığıyla ise bilgisayardan kontrol sağlanmıştır. Bu proje çalışmasının, insanlık için enerji tasarrufu konusuna yardımcı olacağı ve katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bluetooth, LED, PIC, Pwm, Uzaktan Kontrollü Aydınlatma.

REMOTE CONTROL MICROPROCESSOR BASED INTELLIGENT LIGHTING CIRCUIT

ABSTRACT

Firstly, the incandescent lamp operating with direct current was discovered. Then, a new lamp with incandescent wire used by Tesla alternating current was discovered. However, the majority of the energy in these lamps was converted to heat energy, reducing the efficiency. Later, the fluorescent lamp was discovered. Today, due to the decrease in energy sources and increase in consumption, high-efficiency illuminators are used. 25% of the total electricity produced in Turkey are used in lighting. In recent years, light emitting diodes (LEDs) have been produced, which can be obtained with low energy and good efficiency, and have become widely used especially in road junction warning systems. Many countries have gradually switched to this system, saving 80% energy. I think that this technology will increase in the coming years and will be used as an indispensable lighting tool. In my final project, the LED driver circuit was designed with PIC18F4620 microcontroller and controlled by PWM (Pulse Width Modulation) controller. In addition to this, manual control is provided by android via bluetooth and by computer via usb. I hope this project is a step that can help save energy for humanity.

Keywords: Bluetooth, LED, PIC, Pwm, Remote Control LED Lighting Systems.

GİRİŞ

Dünyanın ihtiyacı olan enerji teknolojik, ekonomik ve sosyal gelişime bağlı olarak gün geçtikçe artmakta ve artmaya devam etmektedir. Ülkelerin gelirlerinden ayırdıkları bütçeler artmakta olan enerji ihtiyacına paralel olarak daha da büyümektedir. Doğaya verilen zararın minimuma indirilmesi enerji tasarrufuna aracılık ederken, enerji kullanımları hususundaki maliyetin azaltılması ve tasarruf yapılmasına da akıllı aydınlatma sistemleri aracılık etmektedir.

Tek bir merkezden yönetilen kontrol edilebilir ve dağıtık halde bulunmayan özelliklere verilen genel isim, akıllı aydınlatma sistemidir. Akıllı aydınlatma sistemleri insanların ihmalleri doğrultusunda harcanan fazla enerjiyi tasarruf etmektedir. Bunun yanı sıra talep ve şartlara bağlı olarak insanların ruh hali ve ev güvenliğine de pozitif yönde etki yapmaktadır.

Dünyada aydınlatma için harcanan enerji, istatistiki verilere göre, toplamda tüketilen enerjinin %20'lik bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu tüketimin %60'lık bölümünü ise osifler, depolar gibi iş merkezleri oluşturmaktadır. Bu tarz ortamlarda aydınlatma için kullanılan enerji miktarında %10 tasarruf yapılması, dünyada tüketilen enerji miktarından %1,2 tasarruf yapılmış olması demektir. Bundan dolayı günümüzde akıllı aydınlatma sistemlerinin önemi giderek artmaktadır.

Akıllı aydınlatma sistemlerine sahip olmak maliyet açısından yüksek olduğu düşünülse bile, uzun vadeli olarak bakıldığı zaman oldukça karlı ve ekonomik sistemler olarak değerlendirilebilir. Herhangi bir akıllı aydınlatma sistemi genel olarak ortalama 1,5 yılda kendini amorti ettiği bilinmektedir. Mimari tasarım ile bir araya getirilen sistemlerde sayıca oldukça azaltılan aydınlatma üniteleri bu sürenin daha da aşağıya çekilebilmesini sağlamaktadır.

Kısacası bulunduğumuz çağda akıllı aydınlatma sistemleri günümüz aydınlatma ihtiyaçlarını oldukça karşılayan ekonomik ve doğa dostu çözümlerdir. Akıllı aydınlatma sistemleri için olan talepte görülen artış düşünüldüğünde bu sistemleri

pek yakın bir zamanda yalnızca yeni yapılarda değil, elektrik donanımının gerekli bakımlarını yaptırmış olan eski yapılarda da görmek mümkündür.

Tez çalışmasında, akıllı bir aydınlatma sistemi uygulamalı olarak analiz edilmiştir.



1. AYDINLATMA

1.1. Aydınlatma Çeşitleri

Aydınlatma başlığı üç bölümde incelenebilir. Işığın Kaynağına Göre Aydınlatma, Aydınlatılan Yere Göre Aydınlatma ve Işığın Yönlendirilmesine Göre Aydınlatma olarak sıralanabilir.

1.1.1. Işığın kaynağına göre aydınlatma

1.1.1.1. Doğal aydınlatma

Doğal aydınlatma, asıl kaynağı gün ışığı olmasıyla beraber ayın ve yıldızların da kaynak olarak gösterilebileceği aydınlatma türüdür. Diğer aydınlatma çeşitlerine kıyasla verimlilik oranı oldukça düşüktür.

1.1.1.2. Yapay aydınlatma

Yapay aydınlatma flüoresan, LED ve akkor flemenli lambalar gibi suni kaynaklarla yapılan aydınlatma türüdür.

1.1.1.3. Bütünleşik aydınlatma

Bütünleşik aydınlatma, doğal aydınlatmanın eksik kaldığı durumlarda, ek olarak yapay aydınlatmayla beraber oluşturulan aydınlatma türüne denir.

1.1.2. Aydınlatılan yere göre aydınlatma

1.1.2.1. İç aydınlatma

İç aydınlatma, dış çevreden izole edilmiş olan kapalı ortamların aydınlatılmasına verilen addır. Depo, sığınak, okul, ev, iş yerleri gibi mekânlarda görülebilir.

1.1.2.2. Dış aydınlatma

Açık alanlarda bulunan, park, yol, sokak, köprü, bina dışı gibi kapalı olmayan mekânların aydınlatmasına dış aydınlatma denir.

1.1.3. Işığın yönlendirilmesine göre aydınlatma

1.1.3.1. Doğrudan aydınlatma

Çalışma alanına aydınlatma aracıyla doğrudan yapılan aydınlatmaya denir. Aydınlatma ve çalışma alanı arasında herhangi bir materyal bulunmaz. Atölye, depo ve makina daireleri gibi yerlerin aydınlatılması doğrudan aydınlatma ile yapılır.

1.1.3.2. Yarı doğrudan aydınlatma

Aydınlatma arasından çıkan ışık enerjisinin bir bölümü doğrudan çalışma alanına gelirken diğer bir bölümü etrafa yayılır. Bu olaya yarı doğrudan aydınlatma denir. Özellikle büro, koridor, oturma odası ve yemek odası gibi mekânların aydınlatmasında aydınlatma türü tercih edilmektedir.

1.1.3.3. Dağılmış aydınlatma

Dağılmış aydınlatma, ışık enerjisinin kaynaktan çıkıp her yöne eşit bir şekilde dağılmasıyla oluşur. Gözün yorulması istenmeyen yerlerde kullanılır. Büro, derslik ve kütüphane benzeri ortamların aydınlatması işleminde bu aydınlatma türü tercih edilmektedir.

1.1.3.4. Yarı indirekt aydınlatma

Aydınlatma kaynağından etrafa saçılan ışığın büyük bir kısmı duvarlar ve tavana yönlendirilirken, geriye kalan küçük kısmı çalışma yüzeyine yönlendirilmektedir. Bu olaya yarı indirekt aydınlatma denir. Dinlenme ve misafir salonları gibi mekânların aydınlatılmasında bu aydınlatma türü tercih edilmektedir.

1.1.3.5. Endirekt aydınlatma

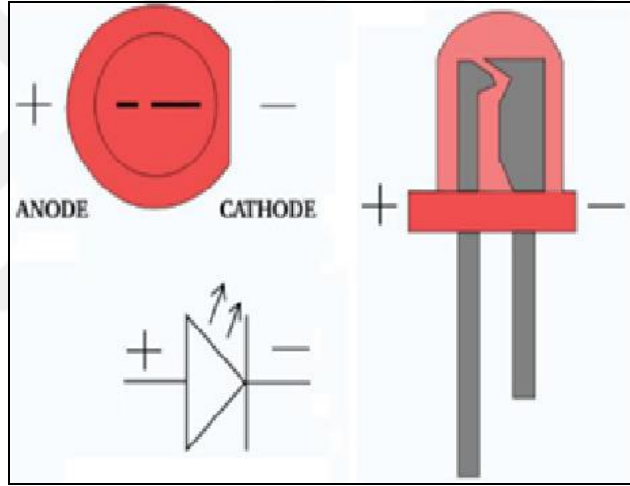
Bu aydınlatma türünde ortamın aydınlatılması, aydınlatma aygıtından çıkan ışığın doğrudan tavana yönlendirilmesi ve ışığın yansımaları sonucu oluşmaktadır. Endirekt aydınlatma, tavan ve duvar rengi açık olan toplantı salonlarında, dekoratif duvarlarda, tavan aydınlatması istenilen alanlarda, misafir odalarında ve az ışık akışı istenen eğlence mekânlarında uygulanmaktadır. Verimlilik açısından aydınlatma değerlendirildiğinde; doğrudan aydınlatma için %75, yarı doğrudan aydınlatma için %80, dağılmış aydınlatma için %80, yarı endirekt aydınlatma için %70, endirekt aydınlatma için de aydınlatma araç verimi %70 olarak değerlendirilebilir.



2. LED'LER

2.1. LED Nedir?

LED (Light Emitting Diode), "Işık Yayan Diyot" anlamına gelmektedir. İki uçlu yarı iletken bir devre elemanı olan diyot, akımın sadece bir yönden geçmesini sağlamaktadır. Üzerinden akım geçtiğinde üretiminde kullanılan malzemenin çeşidine göre ışık yayan yarı iletkenler olarak da ifade edilebilir. Temel maddesi silisyumdur.



Şekil 2.1. Akım yönü gösterilmiş mantar LED

2.2. LED'in Tarihçesi

Yirminci yüzyılın başında, elektro-lüminesan kavramı ortaya atılmıştır. Elektro-lüminesan kavramı maddelerin güçlü bir elektrik alanının içinde bulundurulması ya da maddelerin içinden elektrik akımı geçirilmesi sonucu ışık dağıtmaları olarak nitelendirilir. Elektro-lüminesan esas olarak ısı ışık üretiminden, daha doğrusu bir cismin yüksek sıcaklıklara çıkarılarak ışınması olayından daha farklıdır. 1891 yılında Eugene G. Acheson kok ve silisyum dioksit'i (SiO_2) birlikte ısıtarak, silisyum karbür (SiC) olarak bilinen malzemeyi sentezlemeyi başarmıştır (Filsinger & Bourrie, 1990). 1907 yılında silisyum karbürün farklı alanlarda kullanılabilir olduğunu araştırmak adına Henry Joseph Round deneyler yapmıştır. Round, yaptığı deneyler

sonuncusunda silisyum karbür üzerinden akım geçirerek sarı renkte ışık elde etmiştir. Bu buluş ile ilk LED kavramı ortaya çıkmıştır. Bu buluş 1907 yılında “Electrical World” dergisinde yayınlamıştır (Round, 1907). 1928 yılında Lossev tarafından yapılan çalışmada, farklı masteryallerden üretilmiş olan diyotların pozitif ve negatif uçlarına, elektrik enerji kaynağının pozitif ve negatif uçlarını iki farklı şekilde bağlayarak (negatif/negatif veya negatif/pozitif), lüminesan ışık elde edildiğini gözlemlemiştir. Lossev, üretilen ışığın ısı yöntemiyle üretilip üretilmediğini anlamak amacıyla, ışıyan yüzey üzerine sıvı benzen dökerek, benzenin buharlaşma hızına bakmış; benzenin çok yavaş buharlaştığını görmüş ve ışık üretiminin ısı olarak gerçekleşmediği kanaatine varmıştır (Loebner, 1976). Pratik kullanıma uygun ilk LED’ler NickHolonyak tarafından 1962 yılında General Electric bünyesinde Galyum, Arsenik ve Fosfor (GaAsP) kullanılarak üretilmiştir (NickHolonyak, 23 Nisan 2004’te Washington D.C.’de gerçekleştirilen bir törenle 14 LED’lerin mucidi kabul edilmiş ve 500.000 dolar ödüle layık görülmüştür). Yapısında GaAsP bulunan LED’ler ile görünür spektrumun kırmızı bölgesinde ışık üretilebilmiştir. Ancak fiyatlarının yüksek olması nedeniyle üretim hacimleri düşük miktarlarda kalmıştır. Varılan noktada ticari olarak üretilen ilk LED’ler, 0,001 lümen ışık akışında kırmızı ışık saçmışlardır. Hesap makineleri ve elektronik göstergeler LED’lerin ilk ticari uygulamaları olarak gösterilebilir. İlk LED’lerin aydınlatma için kullanılmaları mümkün olmamıştır. Çünkü ışık akıları çok düşüktür. 1985 yılına kadar, ışık akıları 100 mililümenleri geçmeyen LED’ler, küçük sinyal uygulamaları dışında kullanım alanları bulamamıştır. 1960’ların sonlarına doğru, silisyum karbür filmlerin üretimleri geliştirilerek mavi LED’ler üretilebilmiştir. İlk üretilen mavi LED’lerin, elektrik enerjisini ışık enerjisine dönüştürme oranları olarak tanımlanan ışıksal verimleri yaklaşık olarak %0.005 civarında olduğu için ilerleme gösterememiş ve üretimlerine uzun bir süre ara verilmiştir. 17 yıl süren araştırmalar sonunda gelinen noktada, en iyi SiC LED, 470 nm’de mavi ışık üretmiş ve ışıksal verimi en fazla %0,03’lere ulaşabilmiştir (Edmond, Kong & Carter Jr, 1993). 1985 sonrasında ilk yüksek parlaklığa sahip LED, Japon Nichia firmasında çalışan Shuji Nakamura tarafından İndiyum Galyum Nitrit (InGaN) kullanılarak, mavi renkte üretilmiştir. Nakamura bu buluşuyla, 2006 Milenyum Teknoloji ödülünü ve 2014 Fizik Nobelini almıştır. Beyaz LED’lerin üretilmesi için ilk adımlar yüksek ışık akılarına sahip mavi LED’lerin üretilmesi ile atılmıştır. Beyaz LED’ler günümüzde aydınlatma amacı ile

kullanılmakta, süratle gelişmekte ve fiyatları da ucuzlamaktadır. 1999 yılında, LumiLEDs firması 1 watt gücünde daimi olarak çalışabilecek LED'leri üretmiştir. 2002 yılında ise, 5 watt daimi güçte çalışabilecek ve 18-20 lm/W faaliyet etkenlerine sahip LED'ler üretilmiştir. 2003 yılında CREE firması, 65 lm/W faaliyet etkeni değerine sahip olan ve beyaz ışık yayabilen LED'leri ticari olarak piyasaya sürmüştür. 2006 yılında 131 lm/W faaliyet değerlerine standart oda sıcaklıklarında ve laboratuvar koşullarında ulaşılmıştır. 2011 Mayıs ayı itibari ile bu değer 231 lm/W'a, 2012 yılında 254 lm/W'a, 2013 yılında 276 lm/W'a ve 2014 yılında ise 303 lm/W'a yükselmiştir. Laboratuvar şartlarında da olsa 300 lm/W sınırı aşılabilmektedir. 2000 yılından sonra LED'lerin gelişimi oldukça hızlı olmuştur. Özellikle LED'lerin ışık akıları, etkinlik faktörü değerleri ile renk, ömür gibi özelliklerinin hızla gelişmesi, LED ışık kaynaklarının, konvansiyonel ışık kaynaklarına güçlü bir alternatif olduğunu kanıtlamaktadır. Bölüm 2.3'te görüleceği gibi LED'lerin aydınlatma sektörü içindeki yeri önemli ölçüde artmaktadır.

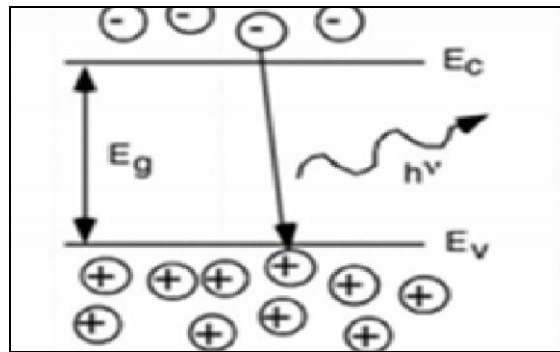
2.3. LED'ler ve Aydınlatma

Işık kaynağının kullanımının yeryüzünde 30 milyar kadar olduğu düşünülmektedir. Kullanılmakta olan bu ışık kaynağının tükettiği elektrik enerjisi 2650 TWh'dir. Tükelmekte olan bu enerjinin dünya toplam elektrik enerjisi tüketiminin takribi olarak %20'sini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Işık kaynakları günümüzde kullanılmakta olanlar olarak iki çeşittir. Bunlardan ilki esasta ısıl ışık üretimi unsuru ile çalışmakta olan ışık kaynağı, diğeri de ısıl dışı ışık üretimi unsuru ile çalışmakta olan ışık kaynağı olarak belirtilmektedir. Isıl ışık üretimi unsuru ile çalışanlara örnek olarak enkandesan ve tungsten halojen ışık kaynakları gösterilebilir. Isıl dışı ışık üretimi unsuru ile çalışanlara ise deşarj lambalar ve katı hal ışık kaynakları örnek verilebilir. Geçmişten günümüze kullanılan teknolojilerde önemli gelişmeler yaşanmıştır. Yaşanan bu gelişmelere rağmen etkinlik faktörü ve ışık kalitesi bakımından hala yapılabilecek gelişmelerin var olduğu öngörülmektedir. 1970'li yıllardan bu yana devam etmekte olan bir hayli yapılmış ve yapılmakta olan ilerleme ve yenilikler konvansiyonel ışık kaynaklarının faaliyet etkenleri, birtakım ışık kaynakları için maksimum 150 lm/W seviyelerine çıkmıştır. Öte yandan LED'lerin etkinlik faktörlerinin de oldukça kısa bir zaman içerisinde 303 lm/W seviyelerine vardığı belirtilmektedir. LED'ler konvansiyonel ışık kaynakları hakkında küçük

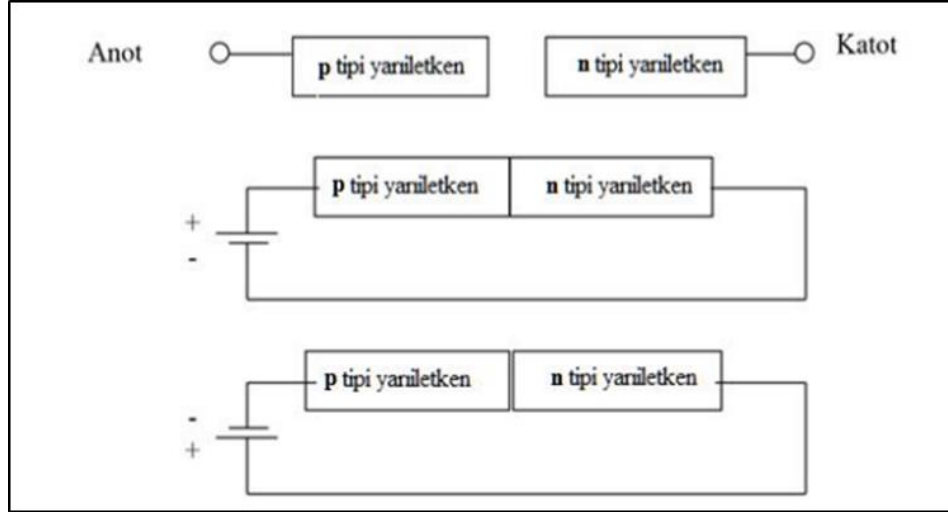
boyutları, ısı tasarımlarının iyi tasarlanmış olması ve uzun ömürlere sahip olmaları, esnek yapıları, yüksek etkinlik faktörleri gibi üstünlükleri sayesinde üstün bir pozisyon sağlayabilmektedir.

2.4. LED'lerin Çalışma Prensibi

LED elektronik bir elemanlardır. LED'ler elektronların tek yönlü hareketine izin vermektedir. Aynı zamanda üstünden elektrik akımı geçirildiğinde ışık yaymaktadırlar. LED'ler yarı iletken malzemeden üretilmektedirler. Bunlar farklı maddeler birleştirilerek saflığı bozulmuş n-tipi ve p-tipi yarı iletken birleşimi oluşturmak için üretilen yarı iletken malzemelerdir. Yarı iletken malzemelerde saflığı bozulmuş olanlarda, boşlukların sayısı, elektronların sayısından az ise yarı iletken p-tipi, fazla ise n-tipi olarak adlandırılmaktadır. n-tipi bir yarı iletken ve p-tip bir yarı iletken malze bir araya getirildiğinde LED yapısı oluşturulur. n-tipi yarı iletken bir doğru akım kaynağının negatif ucuna, p-tipi yarı iletken de pozitif ucuna bağladığı zaman pozitif uçtan (anot), negatif uca (katot) doğru bir elektrik akımı ilerler. Negatiften uçtan pozitif uca geçerken elektronlar bir boşluk ile çiftleşirler. Ayrıca bu sırada foton yayarlar. Şekil 2.2.'de görülmekte olan bu olaya elektro-lüminesan ışık üretimi denilir. Şekil 2.2.'de görülmekte olan E_c yarı iletkenin iletim bandının enerjisidir. Yine aynı şekilde görülmekte olan E_v ise yarı iletkenin valans bandının enerjisidir. Bu şekilde görülen E_g , valans ve iletim bandı arasındaki enerji farkını göstermektedir. $h\nu$ ise yayılmakta fotonun enerjisini göstermektedir. Bir LED bu şekilde ışık saçmaktadır. Şekil 2.3.'te gösterildiği gibi şayet, yarı iletkenin pozitif ucu kaynağın negatif ucuna, negatif ucu da pozitif ucuna bağlanırsa herhangi bir elektron ve akım geçişi olmaz.

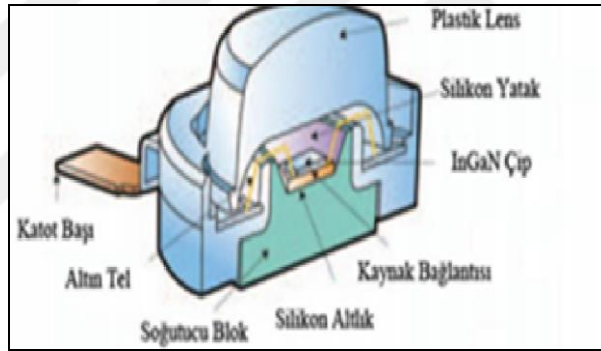


Şekil 2.2. LED'lerde ışık üretim prensibi



Şekil 2.3. p-n tipi yarı iletken oluşumu

LED çipinin genel konstrüksiyonu Şekil 2.4.’te örnek olarak verilmiştir.

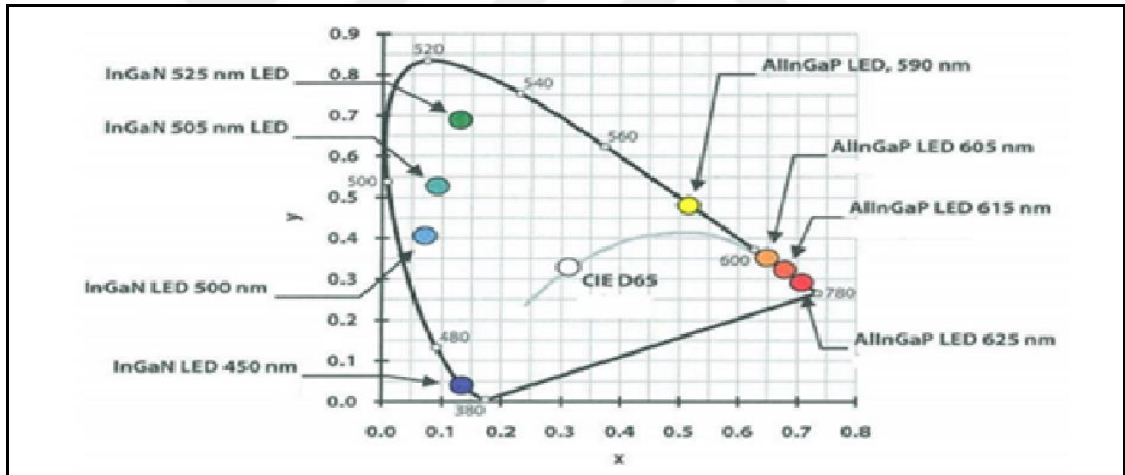


Şekil 2.4. Tipik bir LED çipi

Tipik bir LED çipinde, yarı iletken birleşim ışık üretiminin meydana geldiği silikon yatak içerisinde bulunmaktadır. Çipe elektrik akımının yüklenebilmesi için oldukça ince olan altın bir tel kullanılmaktadır. Çipin alt kısmında soğutucu bir blok bulunmaktadır. Çipte oluşacak ısının dışarıya atılabilmesi için bu soğutucu blok kullanılmaktadır. Çipin üzerine plastik bir lens yerleştirilir. Bu lensin amacı üretilen ışığı istenilen şekilde dağıtabilmek ve çipi oluşabilecek herhangi dış etkilerden korumaktır. Bu lensler LED çipinin hemen üzerinde bulunmaktadır. Ayrıca bu lenslere “birincil lens” denilmektedir.

2.5. LED'ler ile Beyaz Işık Elde Edilmesi ve Renk

Genellikle tek renk ışık yayan LED'lerin verimi yaydıkları ışığın dalga boyu ile alakalıdır. İlk ticari LED yalnızca kırmızı ışık üretmiştir. Buna rağmen günümüzde LED teknolojisi ile tüm dalgaboylarının üretimi yapılabilmektedir. Birçok ışık kaynağından farklı olarak baktığımız zaman LED'ler, beyaz ışık kaynağı değildir. LED'lerin ürettikleri ışık, elektromanyetik çeşitliliğin görülebilir olan bölgesinin kısa dalgaboyu tarafının bir bölümünü içermektedir. Ayrıca neredeyse tek renkli olarak sayılabilecek özelliktedir denilebilir. Temel olarak LED'lerden beyaz ışık sağlamak için iki yöntem kullanılmaktadır. İlk yöntem, mavi ya da mor ötesi bölgede ışınım yapan bir LED çipinin fosfor tabakasıyla kaplanması sonucu beyaz ışık yayması olarak değerlendirilebilir. Şekil 2.5.'te gösterilmekte olan değişik malzemelerden üretilen örnek LED çiplerinin dalga boyları ve CIE renk uzayındaki koordinatları vardır.



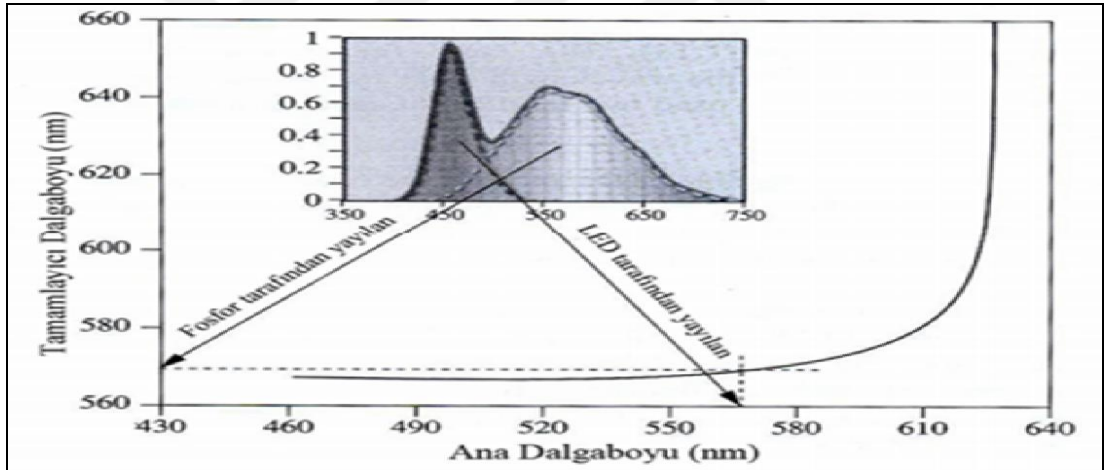
Şekil 2.5. Farklı yarı iletken malzemeler için baskın dalga boyları ve CIE renk uzayındaki koordinatları

LED çiplerinin hepsi tek tek fosfor ile kaplanabilir. Ayrıca daha elastik tasarımlar için kısa dalga boylu LED'ler, paketlerinin dışından harici bir fosfor tabakası ile de kaplanabilir. Bahsedilen bu durum Şekil 2.6.'da gösterilmektedir



Şekil 2.6. Çip bazlı ve harici fosfor tabakaları

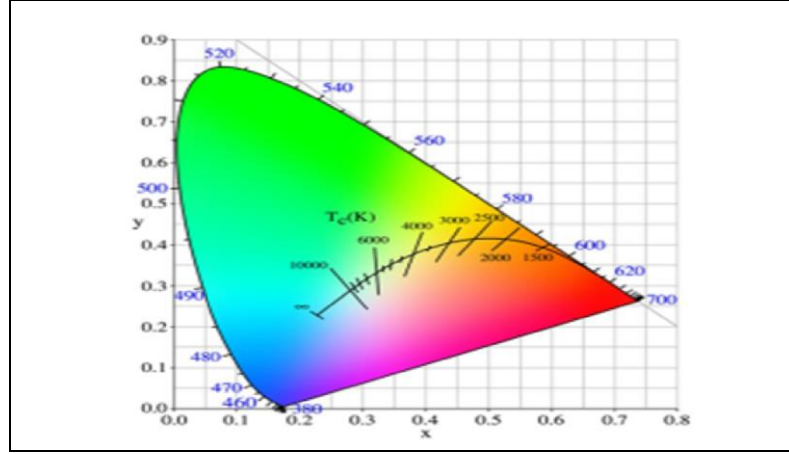
Fosfor ile kaplandıktan sonra, kısa dalga boyunda ışık yayan bir LED, görünür bölgenin her tarafında radyasyon saçmaya başlar. Şekil 2.7’de örnek olarak bu olay gösterilmektedir. İkinci yöntem olarak da birçok tek renkli LED kullanılarak yapılan karışımlarından beyaz ışık temin etmektir. Bu yöntemde genellikle kırmızı, yeşil ve mavi kullanılır.



Şekil 2.7. Kısa dalga boyunda ışık yayan bir LED’in fosfor ile kaplanarak beyaz ışık eldesi

2.6. LED’lerin Renk Sıcaklığı

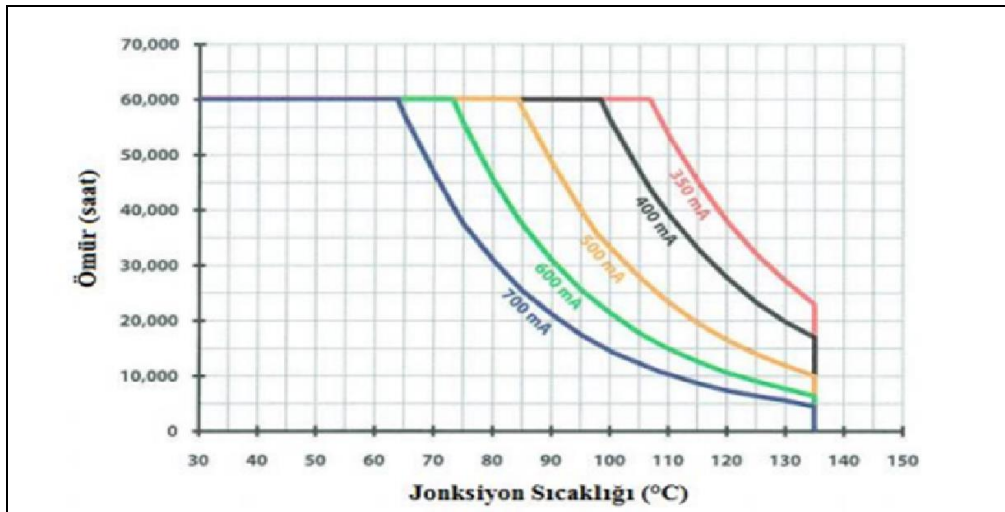
Bir ışık kaynağının renginin, aynı çeşitliliğe sahip olan ideal bir siyah cismin rengi ile karşılaştırılmasıyla belirlenen olaya renk sıcaklığı denir. Siyah cismin belirli bir sıcaklıkta olan rengi ile eşleştiğinde, ışık kaynağının rengi, Kelvin birimi cinsinden belirlenmiş olur. Siyah cisim, ideal olduğu kabul edilen ve üzerine düşen tüm ışık radyasyonunu tamamen yutan bir malzemedir. Şekil 2.8.’de siyah cisim ışınımının, CIE renk uzayındaki konumu gösterilmektedir.



Şekil 2.8. Siyah cisim ışımasının CIE renk uzayındaki yeri

2.7. LED Ömrü

Potansiyel olarak LED ışık kaynaklarının oldukça uzundur. Çalışma sıcaklıkları, açılıp kapanma sayıları, ortam koşulları ve sürücü özellikleri LED ömrünü etkileyen parametreler olarak sıralanabilir. Genellikle ışık akıları ışık kaynakları kullanıldıkça azalmaktadırlar. LED'lerin tümü ile genelleştirmeler yapma zordur. Çünkü sürekli gelişen teknolojiye sahip ışık kaynaklarına sahiptirler. Bir aydınlatma sisteminin ömrünü belirlerken iki farklı performans değişkeninden bahsedilebilir. LED'lerin ısı ve elektriksel yük altında ışık veremeyecek şekilde bozulmaları ilk değişken olarak belirtilebilir. İkinci değişken olarak da LED'lerin bazı özelliklerinin ilk durumdaki hallerinden uzaklaşmasıdır. Örnek olarak bir LED'in farklı jonksiyon sıcaklıklarına ve sürme akımlarına göre öngörülen ömürleri Şekil 2.9.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Farklı sürme akımları için jonksiyon sıcaklığına bağlı ömür tahmini

2.8. LED Standartları

Öncelik olarak aydınlatma standartlarında belirtilmiş olan parlaklık, aydınlık düzeyi, düzgünlük ve kamaşma sınırlandırılması gibi minimum aydınlatma ihtiyaçlarını yerine getirmeleri, LED ışık kaynaklı armatürlerin, bulunan iç ve dış aydınlatma armatürlerinin yerini alabilmeleri için gerekmektedir. Bu süreç elverişli olan ILED standartlarının geliştirilmesi ile desteklenmelidir. Fotometrik, mekanik ve elektriksel zorunlulukları içeren standartlar konvansiyonel ışık kaynakları için geçerlilik göstermektedir. Bununla birlikte bahsedilen kaynakları kullanan aydınlatma armatürleri için de aynı standartlar söz konusudur. LED ışık kaynakları, armatürleri ve modülleri için üreticilerden alınan dataların tutarlı olmaması, LED'lerle ilgili en büyük problemlerden biridir. Genellikle verilen teknik değerler aldatıcı olabilmektedir. Ana maddemiz bu durumda, üreticilerin söz konusu dataları temek ederken ya da yayınlarken başvurabilecekleri standartların eksikliği ya da yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. LED ve LED uygulamaları için günümüzde birçok kuruluş teknik doküman ve standartlar oluşturmaya çalışmaktadır. ANSI (American National Standards Institute), CEN (European Committee for Standardization), CIE (International Commission on Illumination), FCC (Federal Communications Commission), IEC (International Electrotechnical Commission), IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council), NEMA (National Electrical Manufacturers Association), NFPA (National Fire Protection Association), UL (Underwriters Laboratories Inc.), ZHAGA (Zhaga Consortium) gibi kuruluşlar bu çalışmalarda etkin olarak vazifeler üstlenmişlerdir. LED'lerin armatür formatına getirilme zorunluluğu vardır. Bu zorunluluk LED'lerin bir aydınlatma donanımında kullanılabilmesi için ortaya çıkmıştır.

2.9. LED ve LED Işık Kaynağı Kullanılan Sistem Tanımları

İkinci bölümün bu kısmında LED, LED sistemleri ve yardımcı eleman tanımlarından bahsedilmektedir.

2.9.1. LED yarı iletkeni

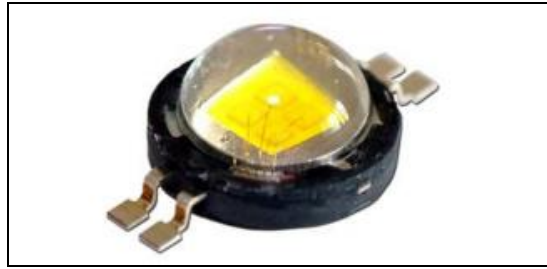
Şekil 2.10.'da gösterildiği gibi, p ve n tipi yarı iletkenlerden oluşan bölge, bir LED çipinin ışık saçan bölgesidir.



Şekil 2.10. LED yarı iletkeni

2.9.2. LED çipi/paketi

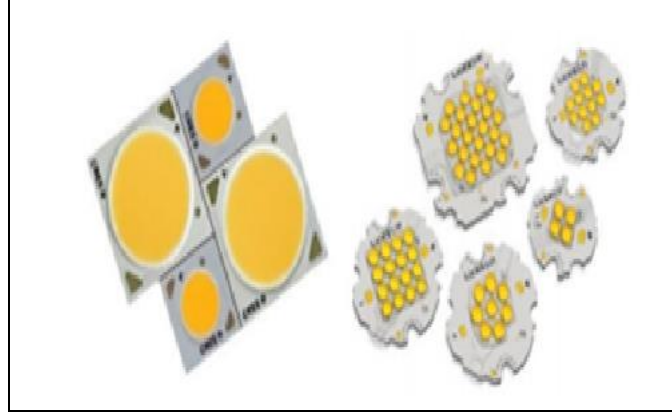
Bir ya da birden fazla LED yarı iletkeninin etrafını saran koruyucu kılıf, üretilen ısıyı dışarı yollamak, dış etkenlerden korumak, gerekli elektriksel bağlantıları temin etmek ve istenilen ışık dağılımını elde etmek için kullanılmaktadır ve Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Örnek bir LED paketi

2.9.3. LED dizisi

Şekil 2.12.'de gösterildiği gibi, LED'lerin bütününün oluşturulduğu bir veya birden fazla LED çipi ya da LED paketinden oluşan aynı zaman bir devre üzerinde bulunan yapıya denir.



Şekil 2.12. Örnek LED dizileri

2.9.4. LED modülü

Şekil 2.13.'te gösterildiği gibi, LED paketinin, ısı, elektriksel ya da optik arabirimlerinden en az bir tanesini içeren haline denir.



Şekil 2.13. Örnek LED modülleri

2.9.5. LED sürücüsü

Şekil 2.14.'te gösterildiği gibi, LED sürücüsü, LED sisteminin karakteristiğine uygun olarak akım ve gerilim değerlerini ayarlayan ve LED sistemlerine gerekli elektriksel gücün sağlanması için sistem ile şebeke arasında çalışmakta olan elektronik devreye denir.



Şekil 2.14. LED sürücü örnekleri

2.9.6. LED ışık motoru

Şekil 2.15.'te gösterildiği gibi, ürocü, elektriksel, ısıl ve optik arabirimleri içeren ve bir veya birden fazla LED modülünden oluşan yapılardır.



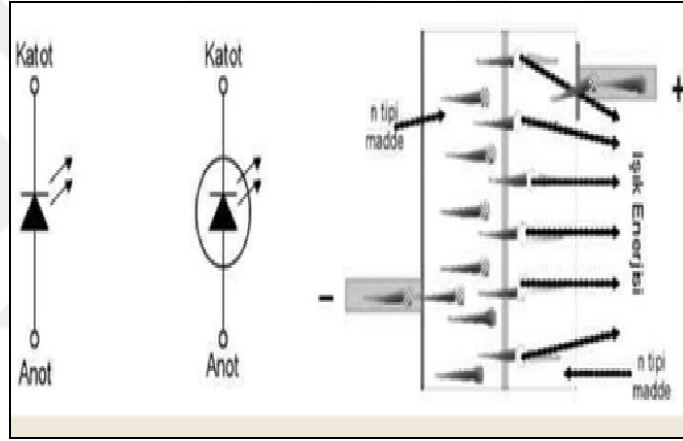
Şekil 2.15. LED ışık motoru

2.10. LED Karakteristiği

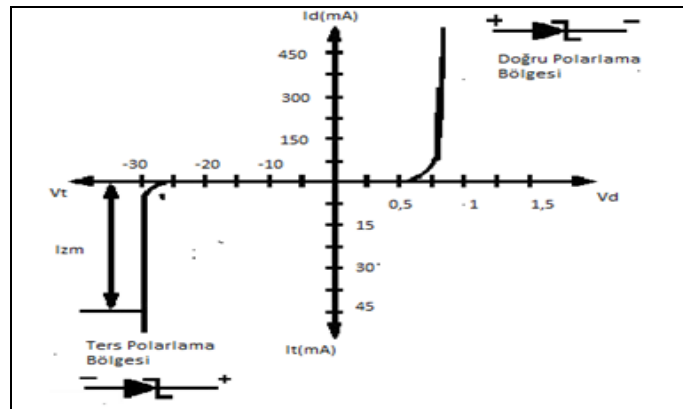
LED LightEmittingDiode –Işık yayan diyot- yarı-iletken bir ışık kaynağıdır. LED'in ışın yaymaya başlaması için gerilim uygulanır, uygulanan bu gerilim elektronları harekete geçirir. LED bu sayede ışın yaymaya başlamaktadır. Bu etkiye “elektroışınım” veya “elektroluminans” denir. 1907 yılında İngiliz araştırmacı H.J. Round tarafından keşfedilen elektroışınım olayı günümüz LED'lerinin atası sayılmaktadır. İlk ticari amaçlı LED'ler yalnızca düşük yoğunluklu kırmızı renkli bir ışık kaynağı olarak akkor ve neon gösterge lambalarının yerine kullanılmaya başlandı. Başlarda laboratuvar ve test ekipmanı gibi pahalı cihazlarda sonrasında ise TV, radyo, hesap makinesi gibi görsel alanlarda kullanıldı. Malzeme teknolojisindeki gelişmeye bağlı olarak LED'lerin ışık çıkış değeri gelişti. Yüksek güçlü beyaz ışıklı

LED'in araştırılması ve geliştirilmesi LED'lerin aydınlatma alanında kullanılması, yüksek güçlü beyaz ışıklı LED'in araştırılması ve geliştirilmesi ile birlikte mümkün hale geldi. Günümüzdeki LED'ler morötesi ve kızılötesi dalga boyları arasında kalan görülebilir bölge boyunca uzanan yüksek parlıtlı renklerde bulunmaktadır. Işığın rengini belirleyen ise kullanılan kimyasalların bileşimidir.

Şekil 2.17.'de gösterildiği gibi, LED'ler ışık yaymaya ortalama olarak 10 mA ve 1.5 V değerinden itibaren iletme geçerek başlarlar. Işık yayan diyotların yayım gücü zamanla orantılı olarak düşer. Diyotun ekonomik olarak ömrünü tamamlamış olması için yayım gücü normal gücün yarısına düşmelidir. Bir LED in ortalama ömrü 100.000 saattir.



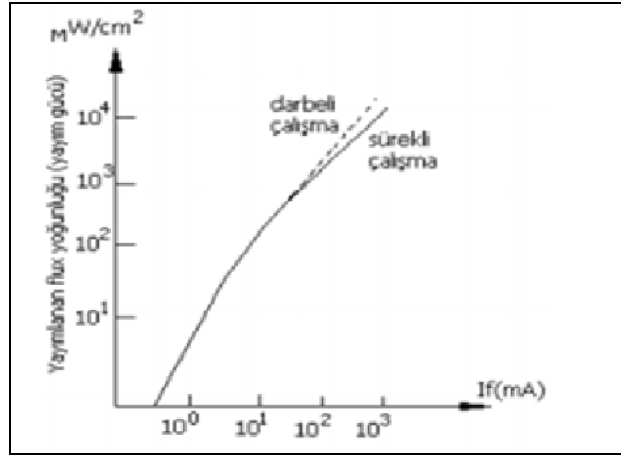
Şekil 2.16. LED sembolleri ışık enerjisinin oluşması



Şekil 2.17. Akım-gerilim karakteristiği

LED'in içinden geçen akım ile doğru orantılı olarak yaydığı ışık şiddeti artar. Ancak Şekil 2.18'de gösterildiği gibi, bu artış akımın belli bir değerine kadar doğrusaldır,

daha sonra bükülür. Eğer diyota yönlendirilen akım eşik değeri adı verilen doğrusallığın bozulduğu noktayı aşarsa, diyot aşırı ısınarak bozulur.



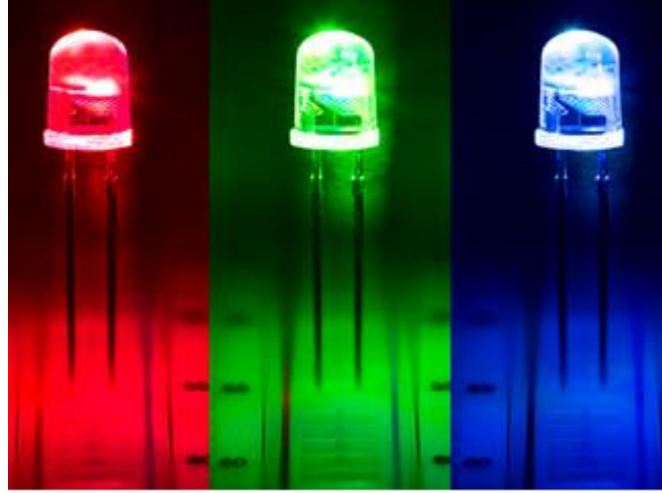
Şekil 2.18. Akım-ışık şiddeti karakteristiği

LED'lerin üzerinden geçen akım sabit olmasına rağmen diyotların karakteristik özelliklerinden dolayı artan ortam sıcaklığı ile etkinlik faktörleri düşer. LED'lerin yapıldığı malzeme türüne göre bu düşüş her bir derece için %0.3 ila %0.7 arasında değişiklik gösterebilmektedir.

LED'ler akkor telli lambalarla kıyaslandığında oldukça avantajlıdır. Bu avantajlar; düşük enerji tüketimi, daha uzun ömür, sağlamlık, daha küçük boyutlar, hızlı anahtarlama, daha yüksek dayanıklılık ve güvenilirlik olarak nitelendirilebilir. Aynı ışık çıkışını veren kompakt flüoresan lambaya kıyasla ise daha kararlı akım ve ısı yönetimine ihtiyaç duyar. LED'ler havacılık ve otomotiv aydınlatmacılığında da kullanılır. Özellikle fren lambaları, göstergeler ve tabii ki trafik işaretlerinde kullanılmaktadır. Kızılötesi LED'ler TV, DVD oynatıcı ve diğer ev elektronikleri gibi ticari ürünlerde uzaktan kumanda aygıtlarında kullanılmaktadır.

2.11. LED Çeşitleri

LED'lerin birçok çeşidi bulunmaktadır. Bu LED'ler kullanım boyutlarına, alanlarına, kılıflarına ve ışık rengine göre sınıflandırılmaktadırlar. En bilinenlerden birisi olarak elektronik devrelerimizde sıkça kullandığımız 5mm LED'ler örnek verilebilir.

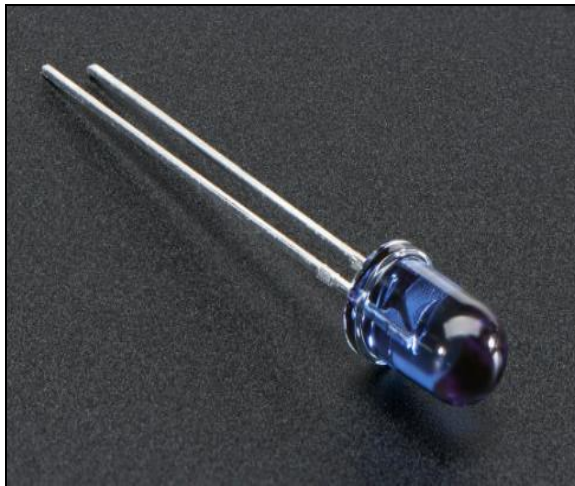


Şekil 2.19. Farklı renklerde LED'ler

Bu LED'lerin renk çeşitleri olarak mavi, yeşil, beyaz, sarı ve kırmızı olarak sıralanabilir. Kızılötesi LED'lerin çoğu bu kategoriye girmektedir. Buna örnek olarak televizyon uzaktan kumandaları verilebilir.

2.11.1. Infrared (kızılötesi) LED

İlk üretilen LED'ler kızılötesi dalgaboyunda ışık yaymışlardır. Kızılötesi ışık çok yararlı alanlarda kullanılmaktadır. Çoğu kamera sensörü kızılötesi ışığı aygılayabilirken, insan gözü bu ışığı algılayamaz. Bundan dolayı gece görüş özelliğine sahip olan kameralarda kızılötesi LED'ler tercih edilmektedir.



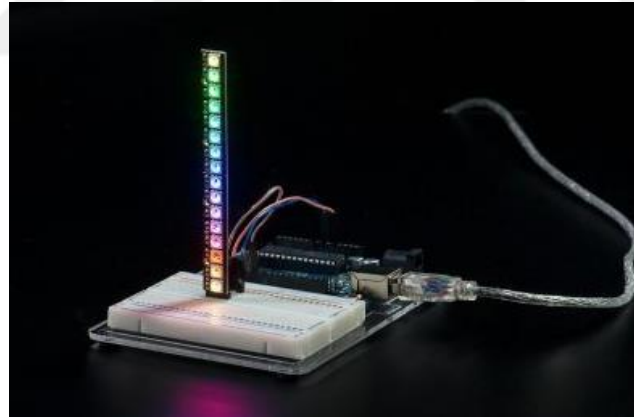
Şekil 2.20. Kızılötesi LED

2.11.2. RGB LED

RGB (Red-Green-Blue) LED'ler, 3 farklı LED'in tek bir pakette birleştirilmiş halidir. Bu LED türünün ışık yaydığı 3 renk ise kırmızı, yeşil ve mavidir. Bu 3 rengin farklı niceliklerde karıştırılıp insan gözünün idrak edebildiği bütün renklerin oluşturulabilmesi olanağı elde edilir.



Şekil 2.21. RGB LED



Şekil 2.22. RGB LED'ler

2.11.3. Şerit LED

Bu LED türü genellikle esnek 12V gerilimde çalışmaya uygun akım sınırlayıcısı dirençlere sahiptir.



Şekil 2.23. Şerit LED

Şerit LED'ler RGB ve adreslenebilir tipte de olabilir, tek renkli de olabilir. Bu tamamıyla şeritte kullanılan LED tipine bağlı bir durumdur.



Şekil 2.24. Şerit LED

Şerit LED'lerin çoğu farklı boyutlarda kesilebilecek tarzda tasarlanmıştır.

2.11.4. Power LED

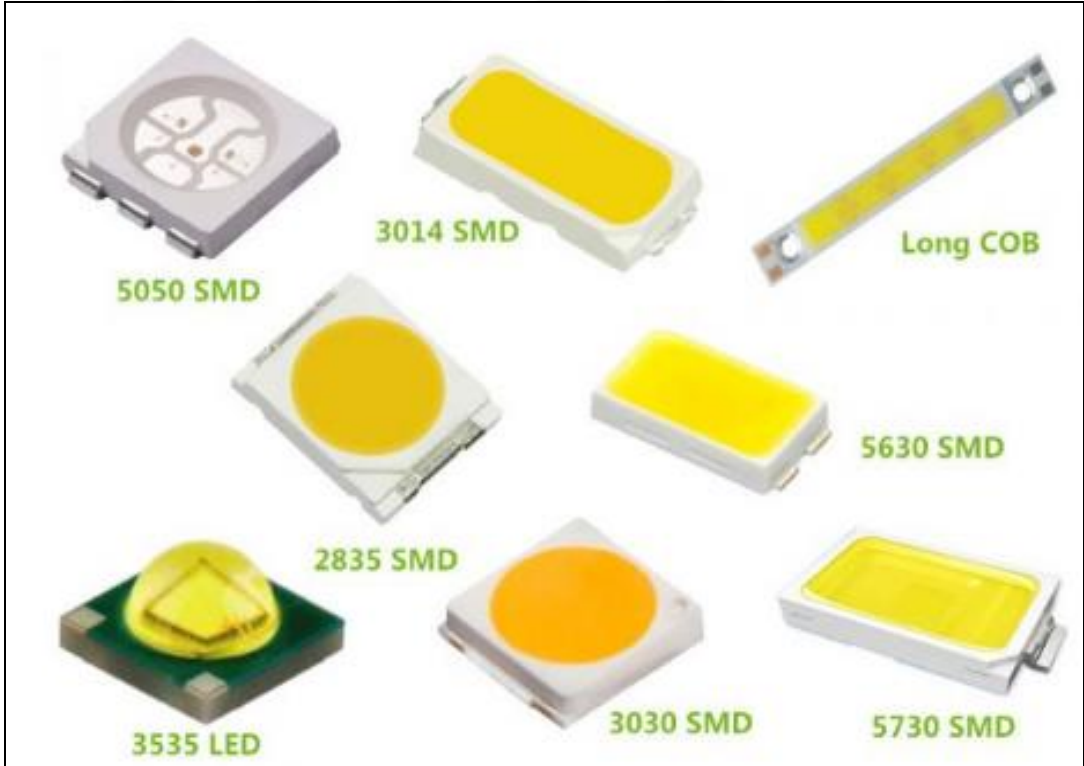
Power LED, 0.5W ve üstü gibi yüksek bir güce sahip olan LED'lere denilmektedir. Bu tip LED'ler aydınlatma amacı ile tasarlanmış olan uygulamalarda tercih edilmektedir. Işığı odaklamak için aydınlatmada kullanıldıklarından dolayı birçok lense sahiptir.



Şekil 2.25. Power LED

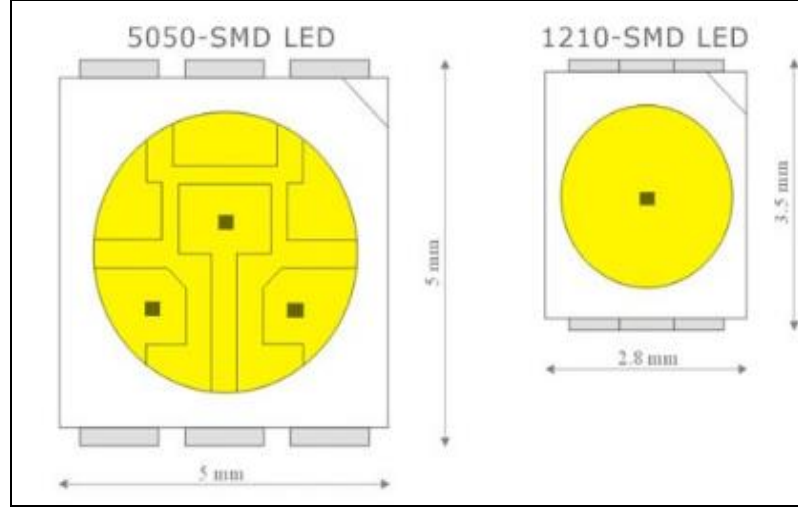
2.11.5. SMD LED

SMD (Surface Mounted Devices) LED'ler, delikli pertinaks ve breadboard kartlarında fazlasıyla kullanılan ve devre kartlarının yüzeyine lehimlenerek kullanılan bir LED türüdür.



Şekil 2.26. SMD LED

SMD LED'lerde aktif ışık saçan bölgeler bulunur. Bu bölgeler "çip" olarak tabir edilir.



Şekil 2.27. SMD LED

2.11.6. COB LED

COB (Chip-on-Board) LED, birden fazla LED çekirdeğinin tek bir plaka üzerinde birleştirilmesi sonucu üretilmiş olan LED'leri simgelemektedir.



Şekil 2.28. COB LED

2.12. LED Sürücüleri

LED sürücüleri, DC-DC, AC-DC ya da AC-DC-DC devreleriyle elde edilen güç kalitesini belirleyici özelliklere göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma, LED sürüş gerilim aralığı ve akımı, sürüş frekansı, verim, güç faktörü (Power Factor-PF), toplam harmonik distorsiyon (Total Harmonic Distortion-THD), titreşim oranı (Flicker Rate) şeklinde sıralanabilir. Sahip olmaları gereken standartlar, maliyet,

performans, kullanım alanlarına göre değişken güç karakteristik özelliklerine sahiptir.

En basit LED sürücü, akımın sınırlandırılması yöntemidir. Bu yöntem devreye eklenen direnç ile LED üzerinden akan akımın sınırlandırılması yöntemidir. Bu yöntem ile bazı elektriksel kayıplar meydana gelir. Bunlar kaynaktaki gerilim farklılıklarında LED üzerindeki akımda değişimler ve direnç üzerinden geçen akım nedeniyle oluşan kayıplardır.

Yapısal olarak sürücüler güç faktörü düzenleyici, DC-DC dönüştürücüler ve çıkış akımı düzenleyicisini içerir. Bu yapılarla oluşturulan devre topolojileri buck, boost, buck-boost, flyback, cuk, SEPIC, zeta olarak sıralanabilir.

Günümüzde kullanılan LED sürücülerin çıkışı, belirli gerilim aralığında sabit akımla LED yükünü sürmektedir. Bu sürücülerin çalışması; 110V/220V-50/60 Hz alternatif akım (AC) şehir şebekesi sürücü girişine uygulanarak filtrelenir. Sonrasında köprü diyot üzerinden DC'ye dönüştürülerek regülasyonu yapılır. Bu adımda aktif veya pasif güç faktörü düzenleyicileri kullanılır. Yüksek frekansta anahtarlama yapabilen bir FET veya FET grubu ile seri paralel rezonans dönüşüm devreleri (Serial-Parallel Resonant Converter-SPRC) anahtarlama yapılır. Anahtarlanan akım, trafo üzerinden sürücünün çıkış noktasına aktarılır. Çıkış noktasında tekrar bir regülasyon işlemi gerçekleştirilir. Opto izolatör ile geri besleme bilgisi verilerek devre çıkışından devrenin girişine kadar kullanılan FET'lerin anahtarlama frekanslarında değişiklikler yapılır. Bu durumda güç faktörü düzenleme, THD azaltma, titreşim oranını düşürme ve sabit sürüş akımı elde edilir.

Elektromanyetik Girişim (Electromagnetic Interference-EMI) devre üzerindeki komponentlerin çalışmasını etkilemektedir. Çünkü sürücü devresi üzerindeki yüksek frekansta anahtarlama yapılır. Bahsedilen girişimin sonuçlarını minimuma indirmek için komponentlerin PCB (Printed Circuit Board) üzerindeki yerleşimleri, birbirine yakınlıkları, komponentleri birbirine bağlayan hatların kalınlık veya uzunlukları oldukça etkilidir.

LED'ler, kablolu veya kablosuz olarak bağlantı özelliği sürücülere kendi aralarında anlık kontrol sağlamaktadır. Diğer bir taraftan bu altyapıya eklenen aydınlatma

sensörleri, astronomik zaman saati gibi kontrolcülerle de anlık kontrol sağlanabilir. Bu yerlere aydınlatmanın önemli ve verimli kullanılması gereken yerler olarak okul, hastane, otopark ve iş yerleri gibi örnekler verilebilir. Bilgisayar ya da mobil ara yüzlerinden yapılan aydınlatma kontrol planları ile bazı özellikler eklenebilir. Buna istinaden sürücülerin çıkış akımları, dolayısıyla LED parlaklıkları azaltılıp-arttırılabilir (dimming) özellik olarak örnek verilebilir.



3. DİĞER AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİ

3.1. Akkor Lambalar

Akkor lambada ışık temin etme şekli ısıl ışımadır. Elektrik akımı tungsten telden geçerek teli ısıtır. Ardından akkor duruma getirir. Sonrasında elektrik enerjisi ısınmaya başlayan tel ile birlikte ışınım enerjisine dönüşür. Akkor lamba türünün çevreye yaydıkları ışınımın küçük bir kısmı görünür olan ışınımlardır. Akkor lamba türünün çevreye yaydıkları ışınımın çok büyük bir kısmı ısıdır. Bundan dolayı düşük verim elde edilmektedir.



Şekil 3.1. Akkor filamanlı lamba

3.2. Akkor Halojen Lambalar

Akkor halojen lamba, akkor lambanın atmosferinde bulunan gaz karışımının değiştirilmesi yani halojen eklenmesi ile oluşturulmuş ısıl ışık kaynağına denir. Bu tür lambalarda bulunan tungsten teli atmosferinde kullanılmakta olan halojen moleküllerinin tungsten telini yenilemeleri nedeniyle, sıcaklığı yükselebilmektedir. Bu olayın sonucunda aynı güçte olan akkor lambaya kıyasla, hem renk sıcaklığı hem de ışık verimi bir miktar artabilmektedir. Akkor ampullere oranla yaklaşık %20 daha fazla ışık verebilmektedir. Akkor halojen lambaların ışık şiddeti zamanla sabit kalır. Çünkü cam tüplerinde kararma oluşmaz. Tarayıcılarda, fotokopi makinelerinde, projektörlerde ve taşıtlarda bu lamba türü kullanılmaktadır.



Şekil 3.2. Akkor halojenli lamba

3.3. Flüoresan Lambalar

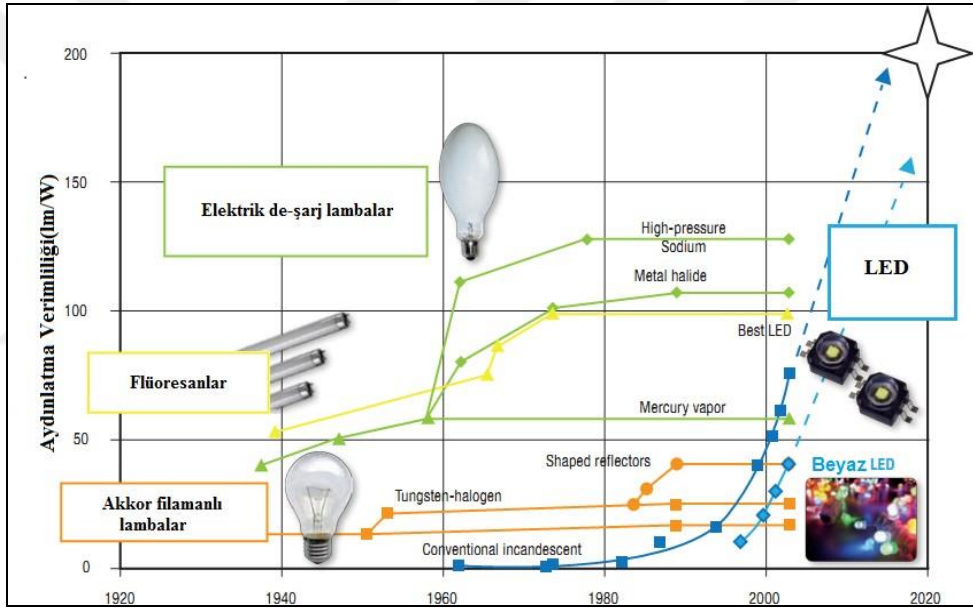
Cıva ve argon gazı ile dolu olan flüoresan lambalar, ucunda bulunan elektrotlar balasttan güç alarak gazı iyonlaştırmak için elektrik deşarjı oluştururlar. Cıva atomları normal enerji seviyesine geri döndüklerinde ultraviyole fotonlar saçarlar. Lambada bulunan fosfor kaplaması sayesinde fotonlar ve flüoresanlar absorbe edilir. Ayrıca bu sayede görünür ışık üretilir. Lamba gücü arttıkça flüoresan lambaların verimi temel olarak artmaktadır. Fakat benzer güçte olan lambalar düşünüldüğü zaman, verim değişikliği direkt olarak flüor ışıl tozun yapısına bağlıdır. Flüoresan lambalar düşük güç faktörüne sahiptirler. Flüoresan lambaların güç faktörünün düşük olmasının sebebi ise faz atlaması ya da manyetik ve elektronik balastların daha yüksek hat kayıplarına sebep olan şekil bozulmaları nedenleri gösterilebilir.



Şekil 3.3. Flüoresan lamba

4. DİĞER AYDINLATMA TEKNOLOJİLERİ İLE LED'LERİN KARŞILAŞTIRILMASI

LED ışık kaynakları oldukça uzun ömürlü, yüksek dayanıklılık ve düşük enerji kullanımı gibi önemli avantajlara sahip olduğunu geleneksel aydınlatma araçlarıyla karşılaştırıldığında görülmektedir. Diğer aydınlatma kaynaklarıyla kıyaslandığı zaman LED'li aydınlatmalar avantajlarından dolayı öne geçmiş bulunmaktadır. Şekil 4.1.'de bunun örneği verilmiştir.



Şekil 4.1. Aydınlatma Gelişimi

4.1. Ömür

LED'lerin ömrü oldukça uzundur. Kullanım ömürleri 50.000-100.000 saat arasındadır. Bu ömür, aşırı sıcaklığa maruz kalmadıkları sürece kabul edilmektedir. Akkor filamanlı bir lambanın ömrü ise 1.000-2.000 saat arasında kabul edilmektedir. Bir flüoresan lambanın ömrü 4.000-15.000 saat arasında değişkenlik göstermektedir. Birtakım aydınlatma araçlarının kullanım ömürleri saat cinsinden olarak Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Lamba çeşitleri ve ömürleri

Lamba Türleri	Lamba Ömrü (Saat)
Tungsten lamba	1.000
Tungsten halojen lamba	2.000-4.000
Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba	6.000-8.000
Flüoresan lamba	4.000-15.000
Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba	10.000-15.000
Alçak basınçlı sodyum buharlı lamba	12.000-20.000
LED lamba	50.000-100.000

4.2. Verimlilik

LED'ler akkor filamanlı lambalarla kıyaslandığı zaman W(Watt) cinsinden hesaplandığında W başına daha fazla ışık saçarlar. Flüoresan lambaları ya da tüplerin tersine LED'lerin verimliliği boyut ve şekline göre değişkenlik göstermez. LED'ler ile diğer aydınlatma kaynaklarının verimleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

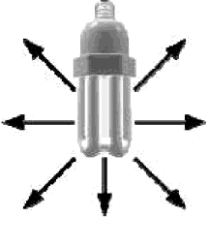
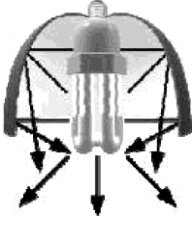


Tablo 4.2. LED ile diğer aydınlatma kaynaklarının karşılaştırılması

Aydınlatma Tipi	Aydınlık verimi (lm/W)	Güç verimi (%)
Tungsten lamba	12,6-17,5	1,9-2,6
Flüoresan lamba	45-60	6,6-8,5
Halojen lamba	16-25	2,3-3,6
Xenon ark lamba	50-55	7,3-8,0
Ultra yüksek performanslı lamba	58-65	7,5-9,0
LED	55-60	10

Verim, LED'li lambalarda, 150lm/W değerini geçmiş durumdadır. Armatürden kaynaklanan ışık verimliliğinin hesabında kayıplar mevcuttur. Kullanılan kaynağın tek yönlü ya da çok yönlü olması bu kayıpların olmasında önemli bir yer tutar.

LED'li lambaların ışık kullanım etkinliği ve CFL açısından karşılaştırılması Tablo 4.3.'te gösterilmektedir.

Tablo 4.3. CFL ve LED'li lambanın karşılaştırılması

Işık Kaynağı	Işık Verimliliği	Kullanım Katsayısı	Lamba Verimliliği
CFL	 65 lm / W	 %54	35 lm / W
LED	 58 lm / W	 %77	44 lm / W

5. AKILLI AYDINLATMA

5.1. Akıllı Aydınlatma Nerelerde Kullanılır?

Akıllı aydınlatma sistemleri armatürlerin kullanıldığı her alanda kullanılabilir. Güvenlik amacıyla aydınlatılması yapılmış alanlarda kullanılan her armatürün durum farklılığı fark dileyebilir ve sarf ettiği güç bu sayede belirlenebilir.

Akıllı aydınlatma tam bir çevre dostudur. Aynı zamanda karbon emisyonu raksını minimuma indirger. Sistem kablosuz olarak control edilebilir. Yalnızca bir kumanda ile sistemin tamamı kontrol edilebilir. Montaj işlemi kolaylıkla yapılır. Montaj işlemi bittikten sonra devreye alma işlemine gerek kalmaz.

Sokaklarda ve parklarda güvenliği sağlar. Şehirde yaşayan insanların dönüşümlü etkiler, dengeli ışık dağılımı ve minimum parlamaya çevreyi kavramalarını sağlar. Belirli zamanlarda aydınlatma tasarrufu yapılabilir. Bu zaman aralıkları park ve alan aydınlatmalarında yaya trafiğinin olmadığı zamanlar olarak ayarlanabilir. Armatürlerin her biri tek tek kontrol edilebilir. Ayrıca programlanabilir.

Günümüzün labirentleri olan geçitler, otoparklar, park yerleri, ve kafa karıştırıcı tabelalar tehlikeli bölgelerle doludur. Genel manipülasyonu desteklemektedir. Sokaklarda ve otoparklarda trafik yetersizliklerini görünür yapar. Engellerin ve limitlerin vaktinde görülmesine yardımcı olmaktadır.

Çekici mimari ilgi noktaları yaratmaktadır. Bunlar; büyük bir gökdelen, kamu binaları ya da tarihi eserler fark etmeksizin ilgi odağı olmaktadırlar. Çözüm uygulama konusunda bina ve bulunduğu etrafa göre renkli çözümler de uygulanabilir. Aynı zamanda özel durumlar ve özel etkinlikler için değişik senaryolar planlanabilir.

İnsanların trafikte güvenliğini sağlamak adına kaliteli ve doğru aydınlatma gerekmektedir. Güvenli trafik için parlamamanın minimum, ışık dağılımının da dengeli

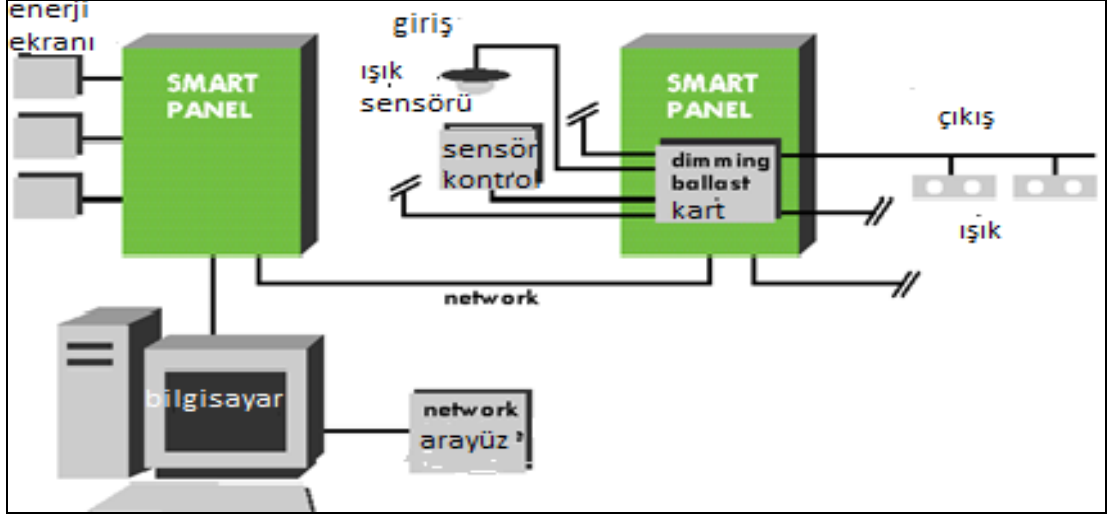
olması gerekmektedir. Çevrenin daha iyi algılanması için iyi bir aydınlatma, homojen ışık dağılımı, karanlık bölgelerin azaltılması önemlidir.

Bu sistem sokaklar, caddeler, meydanlar, kavşaklar, şehir içi trafik yolları ve çevre yollarına uygulanabilir. Kayıt altına alınan takımların güç tüketimleri, arıza sıklıkları ve çalışma ömrü hakkında sistem kurulum esnasında istatistiksel data lar kaydedilebilir. Bu şekilde öncesi ve sonrasıyla ilgili veri analizi yapılabilir. Daha doğru ve hızlı bir trafik akışı için sürücülere risk içeren alanları ve tehlike arz eden noktaları belirgin yapmak oldukça önemlidir. Sistem sürücülerin birbirini çabuk fark etmesini sağlayan bir genel manipülasyonu desteklemektedir. Böylelikle yol aydınlatmalarında güvenliğin yüksek olmasını sağlar.

Gece/gündüz farkı göz önünde bulundurularak tünel ve alt geçitlerde aydınlatma yapılmalıdır. Gün ışığında gece aydınlatması tünel girişinde karanlık adaptasyonunda sorunlara, tünel çıkışında ise göz kamaşmalarına neden olur. Tünelde bulunan mesafe kısa olduğu zaman sorun biraz daha büyür. Bu tarz problemlerden dolayı gündüz tam güçte çalışmakta olan sistem geceleri ise dimli çalıştırılarak karanlık adaptasyonu elde edilebilir.

5.2. Akıllı Aydınlatma Yöntemleri

Aydınlatma çok önemli bir konu haline gelmiştir. Bu üreticilerin kullandıkları teknolojileri sürekli olarak geliştirmeleri ayrıca her amaca yönelik farklı tür ve boyutlarda aydınlatma armatürleri üretmeleri durumunda oluşmuştur. Mekân tasarımı yapan profesyonellerin tasarladıkları mekânların meydana gelmesi içinde genellikle kullanılan aydınlatma armatürlerinin sayılarının ve çeşitlerinin artmasıyla birlikte aydınlatmanın kontrolünün gitgide komplike bir hale gelmesine sebep olmaktadır.



Şekil 5.1. Akıllı paneller ve bilgisayar ara yüzü ile kontrol edilen bir aydınlatma sistemi

Aydınlatma kontrol sistemleri aydınlatmayı en efektif şekilde kullanabilmek ve enerji tasarrufunu yüksek oranda elde etmek amacı ile kullanılmaktadır. Bu amaç için yapılanlar ise mahallelerde bulunan aydınlatma birimlerinin kontrolünü basit bir duruma getirmek, mekanın dekorasyonunu tamamlayacak ışık efektleri sağlamak olarak örneklendirilebilir.

Mekân tasarımcıları, proje sahipleri ve sektör profesyonelleri, kaliteli ve özellikli projeler için ışık kontrol sistemi uygulamalarını tercih etmektedirler. Aynı zamanda bu uygulamaları da kullanmaktadırlar. Çünkü tasarlanan ve kullanılmaya başlanan projelerin; baştan düşünülen tasarım, mimari ve estetik öğelerinin öne çıkarılması, görsel ve estetik bütünlüğün elde edilmesi, fonksiyonel farklılıklarının idrak edilebilmesi ve bu mekânlarda yaşayacak veya bu mekânlardan faydalanacak olan insanların yaşam ve kullanım konforlarının artırılması yalnızca doğru ışık kontrol sistemi uygulamalarıyla amaca yönelik olarak sağlanabilir.

Proje sahipleri ve sektör profesyonelleri tarafından belirtilen kaliteli ve özellikli amaçlara ulaşabilmek için önemli bir araç olarak terveh edilen ve çok fazla talep gören ışık kontrol sistemi uygulamalarının genel amaç ve avantajları:

- Gün ışığından olabildiğince fazla yararlanmak,
- Enerjinin kullanılması gereken yerde ve verimli kullanımı,
- Enerji giderlerinin azaltılması,

- Parametrelere göre görsel konforun artırılması,
- Güvenlik ihtiyaçlarının giderilmesi,
- Ürün ve hizmet sunumlarının iyileştirilmesi – geliştirilmesi,
- Bakım - onarım ve benzeri için harcanan iş gücü ve maliyetin azaltılması ve korunması, olarak tanımlanabilir.

Işık kontrol sistemi uygulamalarının gerekliliği, yararları ve avantajları konusunda herhangi bir tartışmaya lüzum olmadığı ve olmaması gerektiği belirtilen yararlar düşünüldüğü zaman oldukça açık ve nettir. Fakat ışık kontrol sistemi uygulamasının ne şekilde projelendirileceği, kim tarafından projelendirileceği ve hatta nasıl uygulanacağı konusunda bazı tereddütlerin olması normaldir. Bu konuda en önemli 2 nokta verimlilik ve enerji tasarrufudur.

5.2.1. Verimlilik

Aydınlatma kontrolü iş veriminin yüksek bir seviyede olması için oldukça önemlidir. Bu duruma örnek olarak tekstil atölyeleri, toplantı salonları, fabrikalar, tasarım ofisleri gibi aydınlatma düzeyinin fazlasıyla önemli olduğu çalışma alanları örnek olarak verilebilir. Bu tarz çalışma alanlarında, gün ışığının pozisyonuna, aydınlatma düzeyinin çalışma saatlerine ve yapılan işin kalitesine göre programlanması iyi yapılmış bir aydınlatma sistemi ile en uygun ışık görüntüsünü devreye dahil ederek iş veriminin maximum düzeyde olması ayarlanabilir. Bu durumla birlikte mekanlarda aydınlatma programlarının fonksiyona göre ani değişimleri söz konusu olabilir. Bu mekanlara sinema salonları, toplantı salonları ve çok amaçlı salonlar örnek olarak verilebilir. Bu değişimleri kısa bir süre içinde ortaya koyarak, aydınlatma sistemleri, ayarlamalar esnasında ortaya çıkabilecek zaman kaybını bertaraf eder.

5.2.2. Enerji tasarrufu

Işık kaynaklarının ömrünü uzatmak ve enerjiden tasarruf etmek aydınlatmanın kontrolü sayesinde olasıdır. Bu durum aydınlatma sistemlerinde kullanılan dimmer üniteleri sayesinde gerçekleşir. Halojen, enkandesan, ve flüoresan lambaların dimmer birimleri ile ışık düzeylerinin uygun hale getirilmesi sonucunda sağlanan ışık kaynaklarının ömürlerinin uzaması ve enerji tasarrufu oranları tablolarda gösterilmiştir.

Bilgisayar ile çalışma yapılan ofislerdeki ışık kaynaklarının monitörden yansıması iş veriminin azalmasına sebep olabilecek duruma örnek verilebilir. Ofislerde iş veriminin artması için özel olarak tasarımı yapılmış aydınlatma armatürleri ile beraber aydınlatma düzeyinin de ayarlanabilmesi bu problemin çözümü olarak da ele alınabilir.

Tablo 5.1. Endeksan ve halojen ampuller için enerji tasarruf tablosu

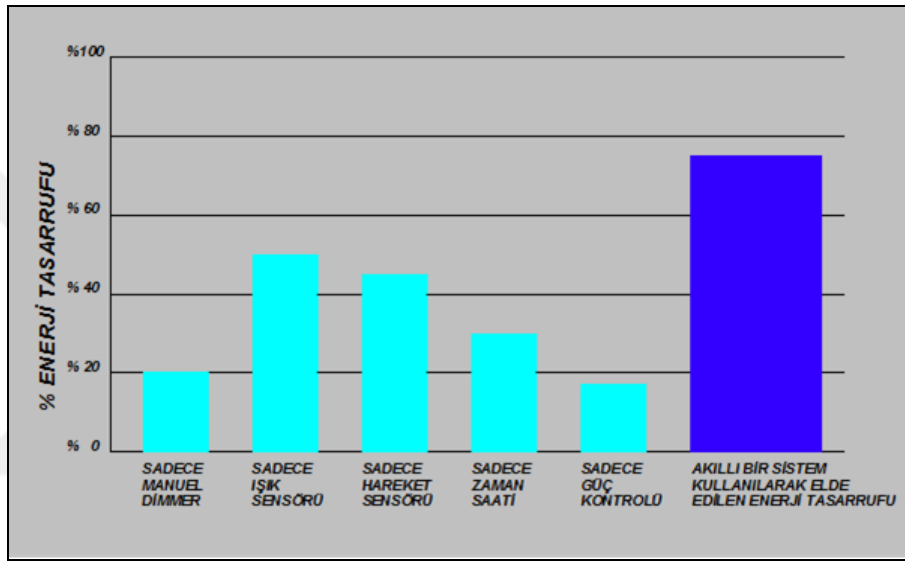
Işık Seviyesi	Enerji Tasarrufu	Ampul Ömrü
%90	%10	x 2
%75	%20	x 4
%50	%40	x 20
%25	%60	> x 20

Tablo 5.2. Flüoresan ampuller için enerji tasarruf tablosu

Işık Seviyesi	Enerji Tasarrufu	Ampul Ömrü
%90	%10	x 1
%75	%25	x 1
%50	%50	x 1
%25	%75	x 1

Aydınlatma sistemleri, çalışma alanlarında dimmer üniteleri ile sağlanan bu enerji tasarrufunu maksimum düzeyde sağlayabilmek için oldukça önemlidir. Aydınlatma sistemi içerisinde entegre edilen ışık sensörleri gün ışığından en yüksek düzeyde faydalanabilmek adına içinde çalışan herhangi bir insanın olmadığı alanlarda enerji israfının önüne geçmek amacıyla hareket dedektörleri en yüksek düzeyde enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bununla birlikte astrolojik zaman saatleri de en yüksek seviyede enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bunun amacı çevre aydınlatmalarını ekonomik bir şekilde programlayabilmektir. Bunun yanısıra elektrik enerjisinin ucuz veya pahalı olduğu vakitler için yapılacak olan değişik aydınlatma programlarının otomatik olarak devreye girmesi enerji tasarrufu yapılabilmesi için mümkündür.

Koşullu programlama yapılabilen rastgele bir aydınlatma sistemi ile enerji tasarrufunun maximum düzeye çıkarılabilmesi için hareket dedektörleri, zaman saatleri ve ışık sensörleri hepsi birlikte kullanılmalıdır. Bahsedilen sistemde maximum düzeyde enerji tasarrufunun elde edilebileceği ışık programı çalıştırılır. Bu programın kullanıldığı yapılarda bazı datalar göz önünde bulundurulur. Bunlar; çalışma alanlarının yoğunluğu, çalışma saatleri, gün ışığı seviyesi ve enerjinin pahalı olduğu saatlerden yola çıkarak yapılacak güç kontrolü gibi verilerdir. Böyle bir aydınlatma sistemi ile sağlanabilecek enerji tasarrufu Şekil 5.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Akıllı aydınlatma sistemi ile sağlanan enerji tasarrufu

Işık kontrol fonksiyonda çeşitli sistem ve yöntemler kullanılmaktadır. Dijital Işık kontrol sistemleri, Analog ışık kontrol sistemleri, Triac ışık kontrol sistemleri, DSI Işık kontrol sistemleri, AMX Işık kontrol sistemleri, DMX Işık kontrol sistemleri, D54 Işık kontrol sistemleri, 1-10V Işık kontrol sistemleri, mikroişlemciyle ışık kontrol sistemleri, KNX Işık kontrol sistemleri, RGB Işık kontrol sistemleri, DALI Işık kontrol sistemleri bu sistem ya da yöntemler olarak tarif edilebilmektedir. Bluetooth, Wimax, Zigbee ve benzeri kablosuz ışık kontrol sistemleri belirtilen ana sistemlere ilave olarak bazı standart protokollerle uyumlu bir şekilde çalışmaktadırlar. Bunlardan en yaygın olanı mikroişlemci ile yapılan kontrolün güç dönüştürücülerine entegresidir. En gelişmiş sistem ise mikroişlemci ve güç sürücülerinin otomasyon sistemlerine entegrasyonu şeklindedir. Bahsedilen ışık kontrolü sistemlerinde aydınlatma armatürlerine ek olarak kullanılabilen parça ve bileşenler mevcuttur. Diğer bina otomasyon sistem modül ve bileşenleri; sensörler, cep

telefonları, tabletler, bilgisayarlar, basit anahtarlar, dokunmatik kontrol panelleri, fotoseller, sinyal alabilen ve sinyal yolları olarak örneklendirilebilir.



6. SİMÜLASYON VE DENEYSEL ÇALIŞMALAR

6.1. Dialüxle Enerji Tasarrufu Simülasyonu

Simülasyon için yol aydınlatması örnek alınmıştır. Şehir içi yollarının aktif kullanıldığı akşam saatleri ile pasif kullanıldığı gece saatlerinde kullanılan armatürlerde enerjiden tasarruf etmek çok önemlidir. Aktif kullanılan saatlerden birden fazla etmene dikkat edilmelidir. Yayalar, etrafımızdan geçen araçlar, sokak hayvanları... Bu yüzden güçlü bir aydınlatma gerekmektedir, fakat pasif saatlerde bunlar çok aza ineceği için bize yetecek kadar aydınlatma güvenli sürüş için yeterlidir. Yol sınıfları tabloda gösterilmiştir.

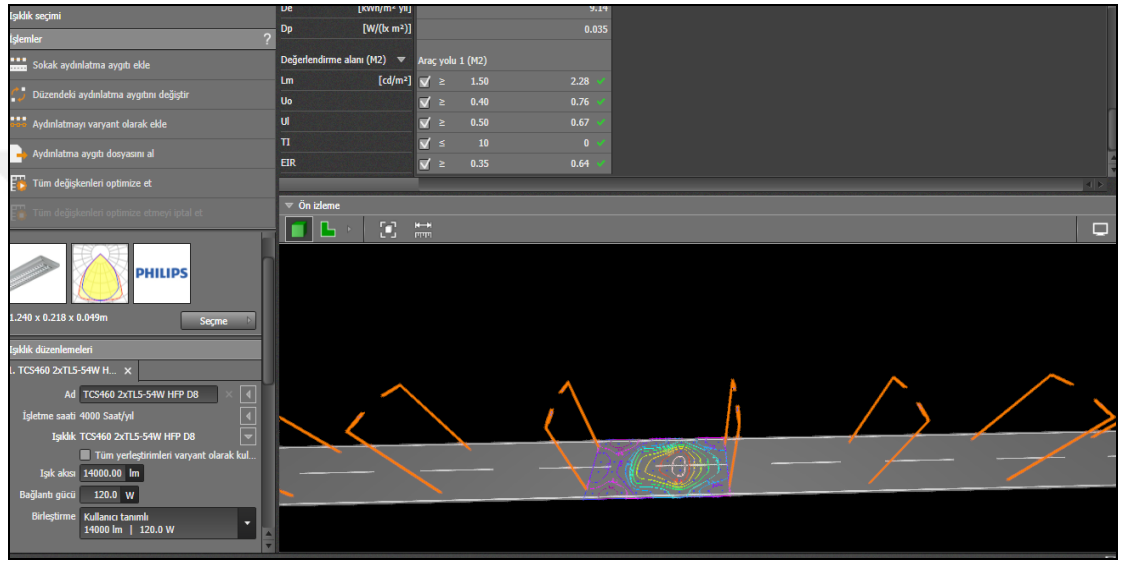
Tablo 6.1. Yol tanımları ve aydınlatma sınıfları tablosu

Yolun Tanımı	Aydınlatma Sınıfı
Bölünmüş yollar, ekspres yollar, otoyollar(otoyola giriş ve çıkışlar, bağlantı yolları, kavşaklar, ücret toplama alanları), trafik yoğunluğu ve yolun karmaşıklık düzeyi (Not:1);	
Yüksek.....	M1
Orta.....	M2
Düşük.....	M3
Devlet yolu ile il yolları(tek yönlü veya iki yönlü; kavşaklar ve bağlantı noktaları ile şehir geçişleri ve çevre yolları dâhil), trafik kontrolü (Not:2) ve yol kullanıcılarının (Not:3) tiplerine göre ayrımı (Not:4);	
Zayıf.....	M1
İyi.....	M2
Şehir içi ana güzergâhlar (bulvarlar ve caddeler), ring yolları, dağıtıcı yollar, trafik kontrolü (Not:2) ve yol kullanıcılarının (Not:3) tiplerine göre ayrımı (Not:4);	
Zayıf.....	M2
İyi.....	M3
Şehir içi yollar (yerleşim alanlarına giriş çıkışın yapıldığı ana yollar ve bağlantı yolları), trafik kontrolü (Not:2) ve yol kullanıcılarının (Not:3) tiplerine göre ayrımı (Not:4);	
Zayıf.....	M4
İyi.....	M5

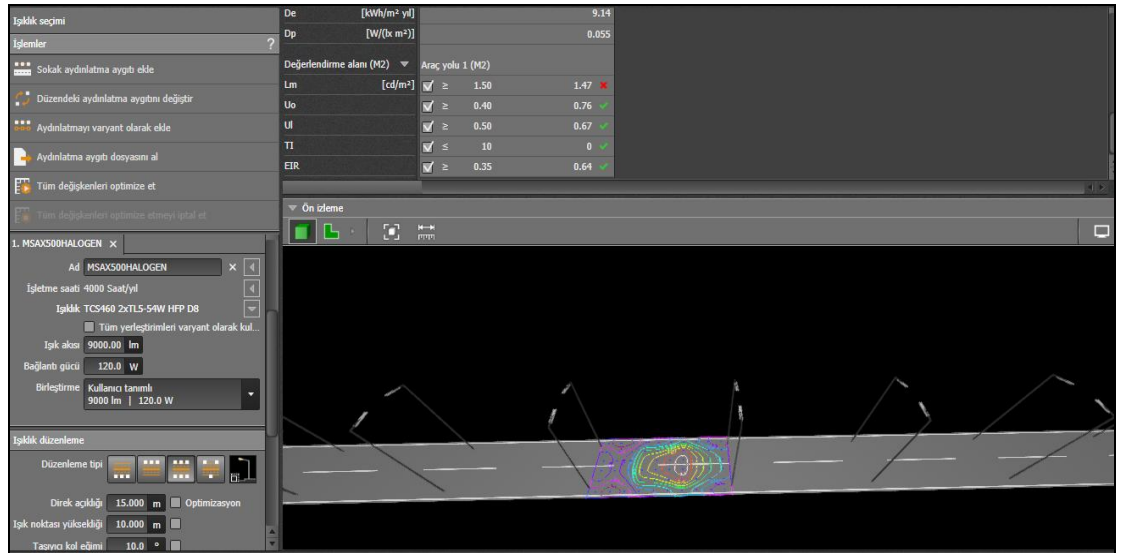
6.1.1. Halojen ve LED armatürün dialüxte simülasyonu

120W bir LED armatürle 120W bir halojen armatür kıyaslandığında LED lambanın büyük bir enerji tasarrufu sağladığı görülmektedir.

Yol sınıfı M2, direkler arası mesafe 20 metre seçilmiştir. Taşıyıcı kol uzunluğu Tedaş Şartnamesinde direk uzunluğuna göre ¼ oranında seçilmiştir. Direk uzunluğu ise 10 metre olarak alınmıştır. Yol genişliği ise 7 metredir.



Şekil 6.1. 120W LED armatür dialüx sonucu



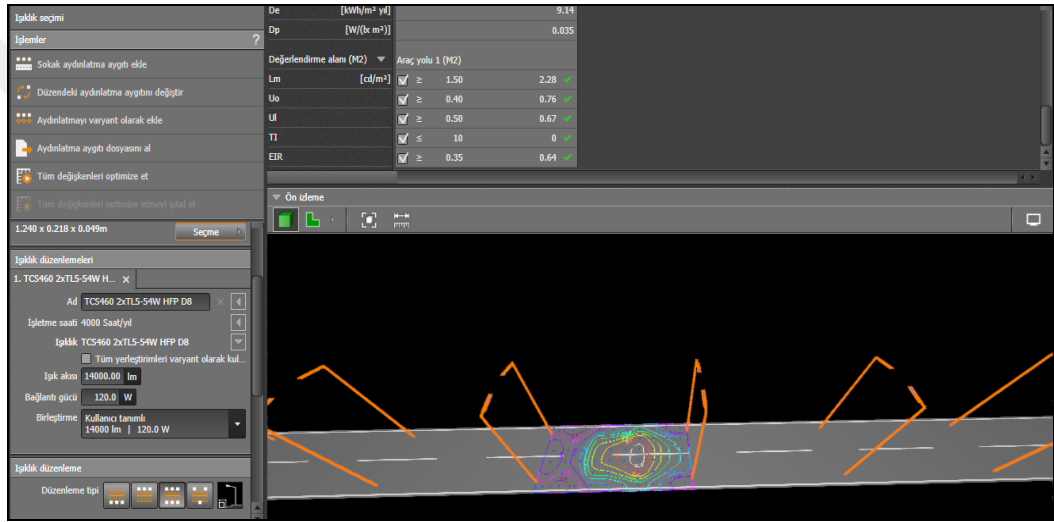
Şekil 6.2. 120W halojen armatür dialüx sonucu

Şekil 6.1. ve Şekil 6.2.'de de görüldüğü gibi halojen lambaların aynı watt değerlerinde LED armatürün çıktığı lümen seviyelerine çıkamadığı görülmektedir.

Halojen için metrekareye düşen lümen 1,47cd/m² iken LED armatür için bu değer 2,28cd/m²'dir. Bu da bize şunu anlatıyor. Dolayısıyla, halojen lambalar kullanıldığında istenilen lümen seviyelerine çıkılması istendiğinde LED armatürlere göre daha çok enerji harcanmalıdır. Bu da zamanla hem enerjiden zarara hem de maddi zarara uğratmaya neden olacaktır.

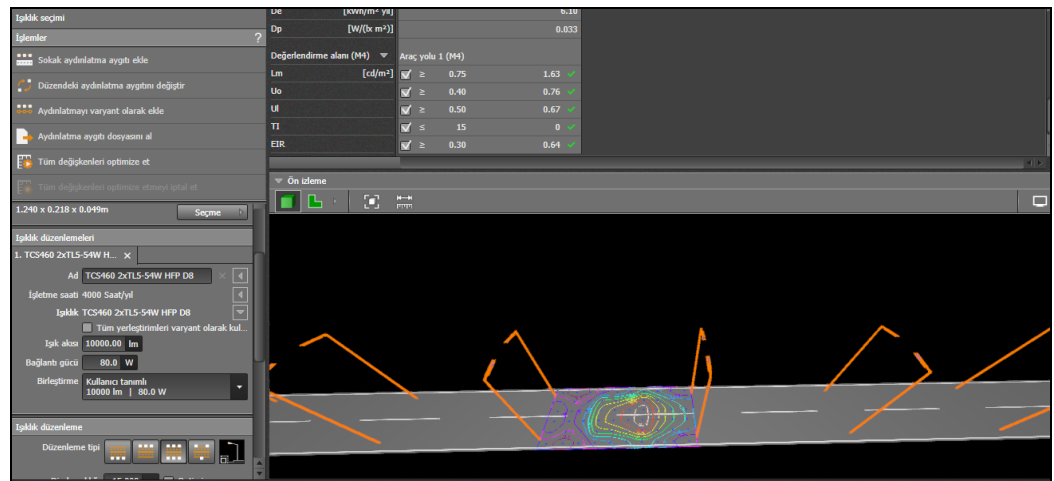
6.1.2. Dimlenmiş LED armatürlerin enerji tasarrufu

M2 gibi aktif kullanılan bir yol için seçilen armatür ve özellikleri Şekil 6.3'te gösterilmektedir.



Şekil 6.3. M2 yol sınıfında aydınlatma

M4 gibi M2'ye göre daha pasif kalan bir yolun aydınlatması Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Şekil 6.4. M4 yol sınıfında kullanılan aydınlatma

Direkler arası mesafe 20metre seçilmiştir. Taşıyıcı kol uzunluğu Tedaş Şartnamesine göre ¼ oranında seçilmiştir. Direk uzunluğu ise 10 metre olarak alınmıştır. Yol genişliği ise 7metredir.

Şekillerde de görüldüğü üzere yollar üzerinde aydınlatma için gerekli olan değerler dialüx programında belirlenmiştir.Yolun yoğun olduğu saatlerde M2 yol sınıfı, az aktif olduğu saatlerde M4 yol sınıfı olarak kullanılabilir.

Şekil 6.5. ve Şekil 6.6.'da metrekareye düşen lümen, lüx, yerden yansıyan ışınların göze etkisi ve ışıksal geri verimlerinin hesabı rahatlıkla kurtardığı görülmektedir.

Değerlendirme alanı (M4) ▼	Araç yolu 1 (M4)
Lm [cd/m ²]	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.75 1.63 ✓
Uo	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.40 0.76 ✓
Ul	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.50 0.67 ✓
Tl	<input checked="" type="checkbox"/> ≤ 15 0 ✓
EIR	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.30 0.64 ✓

Şekil 6.5 M4 yolu için sonuçlar

Değerlendirme alanı (M2) ▼	Araç yolu 1 (M2)
Lm [cd/m ²]	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 1.50 1.63 ✓
Uo	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.40 0.76 ✓
Ul	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.50 0.67 ✓
Tl	<input checked="" type="checkbox"/> ≤ 10 0 ✓
EIR	<input checked="" type="checkbox"/> ≥ 0.35 0.64 ✓

Şekil 6.6. M2 yolu için sonuçlar

Sokak armatürlerinin 12 saatlik periyotlarda çalıştığını düşünürsek. 120W olarak kullandığımız armatür günlük 1,44kWh, yıllık 518,4kWh enerji harcar. Bunun yerine yukarıdaki gibi 6 saat 120W, 6 saat 80W olarak kullanılırsa armatür günlük 1,2kWh, yıllık 432kWh enerji harcar. Yıllık 1 armatürden sağlanan kazanç 86kWh'tir. Ortalama bir sokakta 100 adet armatür olduğudüşünülürse yıllık faydası 860kWh'tir. Kentin tümü göz önüne alındığında, çok daha büyük bir tasarruf yapılabilir. En faydalı enerjinin tasarruf edilen enerji olduğu kabul edilirse bu rakamlar çok daha yukarı çıkacaktır.

6.2. Gerçekleştirilen Akıllı Aydınlatma Devresi

Bu çalışmada, devre üzerindeki butonlar bluetooth teknolojisiyle, bilgisayar-cep telefonu USB bağlantısıyla, bilgisayar üzerinden LED sürücü kontrolünü sağlayan mikroişlemci devresi tasarlanmıştır. LED parlaklığı PWM doluluk oranıyla kontrol edilmiştir.

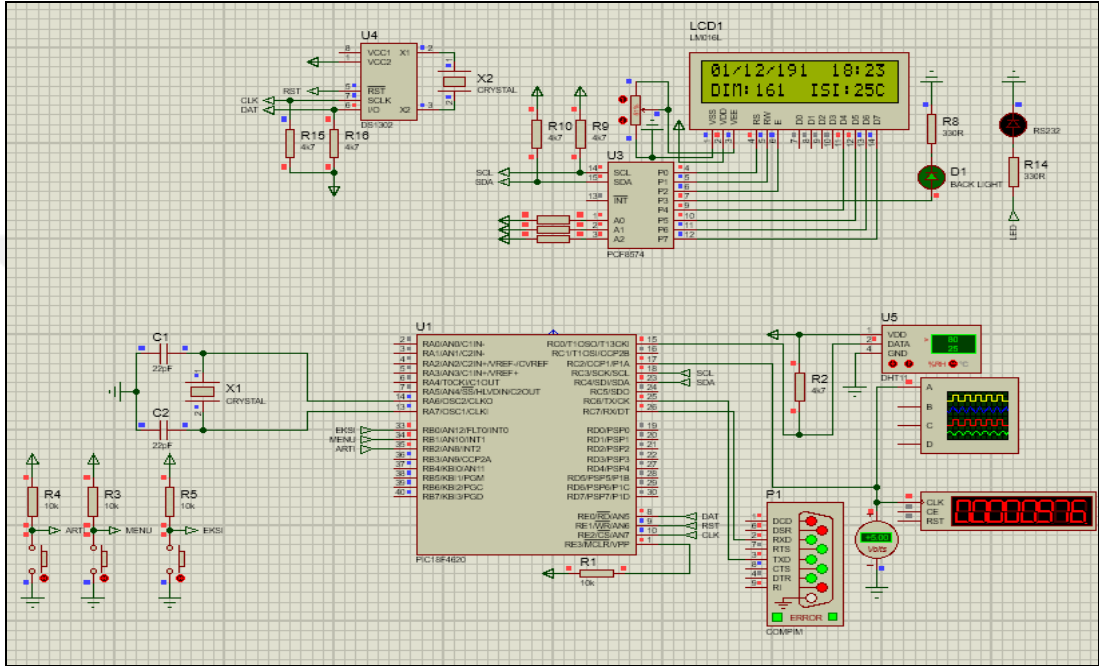
Çalışmada FYSH-0335UXC-60-12V-WW8 şerit LED kontrolü yapılmıştır. Devre tasarımı ISIS ile yapılmıştır. PIC18F4620, CCS C programında C dili kullanılarak hazırlanmıştır. Bilgisayardan kontrol ekranı C# ile programlanmıştır. Android uygulama MITApp programıyla hazırlanmıştır.

Tablo 6.2. FYSH-0335UXC-60-12V-WW8 Parametreleri

Madde	Kırmızı	Sarı	Mavi	Yeşil	Beyaz
Çalışma Gerilimi (V)	DC12	DC12	DC12	DC12	DC12
Güç Dağılımı (W)	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
Giriş Akımı (mA)	400	400	400	400	400
Dalgaboyu (nm)	625-635	590- 594	465- 475	515- 525	CCT:5000K- 6500K
Tek LED Işık Yoğunluğu (MCD)	200	200	150	700	800
Işık Akısı (lm)	200	200	200	615	660
Açı (°)	120				
Çalışma Sıcaklığı (°C)	-20-60				
Tek LED Çalışma Akımı (mA)	20				
LED Miktarı (pcs)	60				
Boyut: (mm)	L1000*W8*H4mm				
Ömür (hrs)	50000				
Net Ağırlık: (g)	50				
Onay	CE(NO:E8N 08 03 57489 003)				

6.2.1. Uzaktan kontrollü mikroişlemci tabanlı LED dimmer devresi

Devre şeması Şekil 6.7.'de verilen Uzaktan Kontrollü Mikroişlemci Tabanlı LED Dimmer Devresi tasarlanmıştır. Ardından tasarlanmış olan bu devre gerçekleştirilmiştir. Şekil 6.8.'de gerçekleştirilen devrenin üstten görünümü görülmektedir.



Şekil 6.7. Devre simülasyonu



Şekil 6.8. Gerçekleştirilen devre

Gerçekleştirilmiş olan LED kontrol devresi PIC18F4620 mikro denetleyicisiyle tasarlanıp, PWM ile kontrolü sağlanmıştır. PIC18F4620 mikro denetleyicisi; büyük bellek kapasitesi, fazla sayıda giriş-çıkış portu, yüksek hız ve bütünleşmiş ADC devresi özelliklerine sahip olduğundan ötürü kullanılmıştır. Devrede kullanılan HC06 bluetooth modülü ile uzaktan kontrol imkânı sağlanmıştır. LM317T voltaj regülâtörüyle çıkış voltajını 0-5 V arası değiştirilerek PMW doluluk oranı ayarlanır ve bu da LEDin parlaklığının kontrolünü sağlar. Bütün bu sayılan özelliklerden bağımsız olarak aydınlatma hızı butonlarla birlikte manuel olarak ve USB bağlantısıyla bilgisayar üzerinden ayarlanabilmektedir. Proje yazılımı CCS PIC C compiler kullanarak yapılmıştır. Bu yazılım EK 1’de gösterilmiştir.

6.2.2. Devrede kullanılan malzemeler

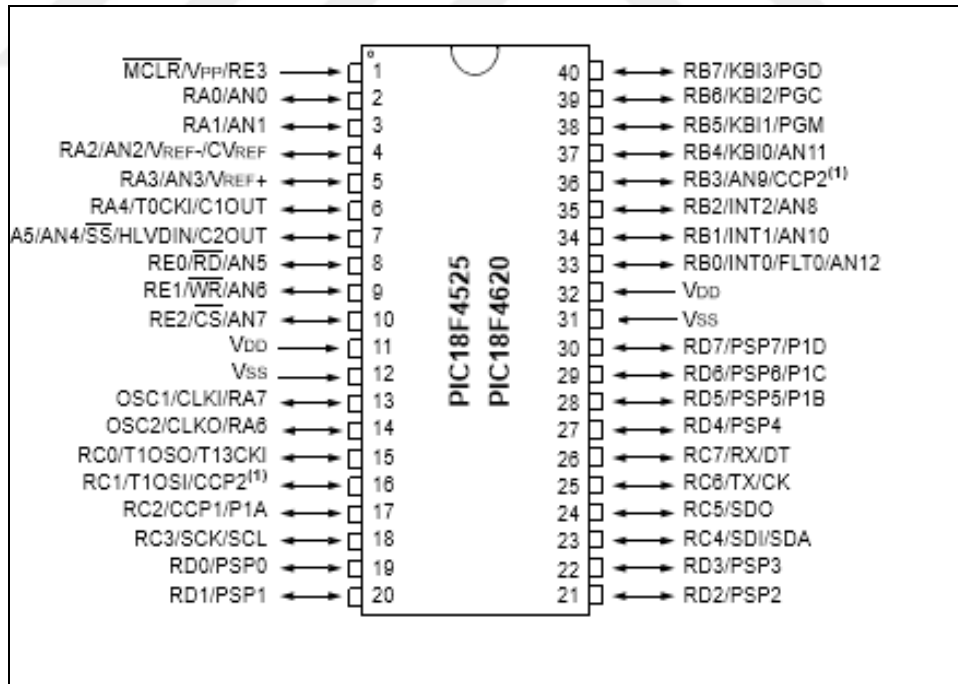
18F4620 MCU	1 Adet
I2C Modüllü 16X2 Karakter LCD Ekran	1 Adet
DS1302 Saat Entegresi	1 Adet
DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü	1 Adet
HC06 Bluetooth Modüllü	1 Adet
FTDI USB TO RS232 Dönüştürücü	1 Adet
LM317T Voltaj Regulatorü	1 Adet
BC547 Transistör	1 Adet
BC557 Transistör	1 Adet
IRFZ44N Mosfet	1 Adet
4 Mhz Kristal	1 Adet
6x6 Buton	3 Adet
1N4001 Diyot	1 Adet
22Pf Kondansatör	2 Adet
100Uf Kondansatör	1 Adet
100NF Kondansatör	2 Adet

10K Direnç	5 Adet
4K7 Direnç	2 Adet
1K Direnç	1 Adet
330R Direnç	1 Adet
2K Direnç	1 Adet

6.2.2.1. 18F4620 Kullanım Amacı

PIC18F452 mikro denetleyicisi PIC18FXXX serisine ait 40 bacaklı bir mikro denetleyicidir. PIC18FXXX serisinde yüksek performanslı RISC İşlemci kullanılmaktadır.

Mimarisi ve yapısı optimize edilmiş C derleyicisi kullanılmaktadır. Kaynak kodlar PIC16 ve PIC17 komut takımları ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Doğrusal adreslenebilir 32K program hafızası ve 1.5K veri hafızasına sahiptir.



Şekil 6.9. Kullanılan PIC bacakları ve işlevleri

RE0-RE1-RE2 = Clock Modülü DATA-RST-CLOCK Bağlantıları

RB0 = Eksi Butonu Girişi

RB1= Menü Butonu

RB2= Artı Butonu Girişi

RCO=Sıcak Sensörü Girişi

RC2= PWM Ayarlama Çıkışı

RC3-RC4 = LCD Ekran Haberleşme Pinleri

RC6-RC7= Bluetooth-USB Bağlantı Pinleri

6.2.2.2. I2C modüllü 16X2 karakter LCD ekran

2x16, 4x20 ve benzer pin sırasına sahip olan birçok karakter LCD ekranı 2 adet haberleşme ve 2 adet güç pini ile bağlanabilen dönüştürücü karttır. Kart üzerinde yer alan jumper ile kullandığında ekranın arka aydınlatması açılıp kapanabilir, potansiyometre ile kontrast ayarı yapılabilir.Üzerinde bulunan A0, A1 ve A2 lehim jumper'larını kullanarak bu adresin değiştirilmesi mümkündür.

Devrede Dim seviyesinin takibi ve diğer bilgilerin gösterilmesi amacıyla kullanılmıştır.

6.2.2.3. DS1302 saat entegresi

DS1302 Gerçek Zaman Entegresi DIP-8 kılıftadır. DS1302 Zaman - Frekans Entegresi 4.5 - 5.5V aralığında besleme gerilimi ile çalışmaktadır. DS1302 Zaman - Frekans Entegresi Serial arayüz tipine sahiptir. Devrede, lcd ekranda saat bilgisi görebilmek için kullanılmıştır.

6.2.2.4. DHT11 sıcaklık ve nem sensörü

DHT11 Isı ve Nem Sensör Kartı, bağlantıları çekilip breadboard veya farklı kullanımlar için kolaylaştırılmış hale getirilmiş, üzerinde DHT11 sensörü bulunan bir modüldür.

DHT11 sıcaklık ve nem algılayıcı kalibre edilmiştir. Aynı zamanda dijital sinyal çıkışı veren gelişmiş algılayıcı bir birimdir. Yüksek güvenilirlikte ve uzun dönem

çalışmalarda dengelidir. 8 bit mikroişlemci içerir, hızlı ve kaliteli reaksiyon gösterir. 0 ile 50°C aralığında 2°C hata payı ile sıcaklık ölçer. 20-90% RH aralığında 5% RH hata payı ile nem ölçer.

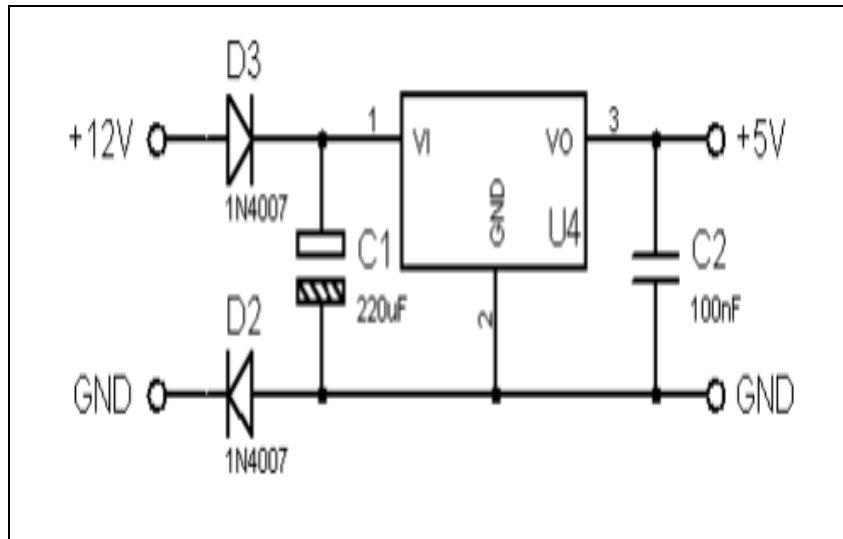
6.2.2.5. HC06 Bluetooth modülü

HC06 Bluetooth-Serial Modül Kartı, Bluetooth SSP(Serial Port Standart) kullanımı ve kablosuz seri haberleşme uygulamaları için dizayn edilmiştir. 2.4GHz frekansında haberleşme yapılmasına imkân sağlayıp açık alanda yaklaşık 10 metrelik bir haberleşme mesafesine sahip olan bu kart Bluetooth 2.0'ı desteklemektedir.

Dim ayarını bilgisayar ve telefon üzerinden kontrol etmek için gereken haberleşme bu modül ile sağlanmaktadır.

6.2.2.6. LM317T gerilim regülatörü

LM317T gerilim regülatörü, Şekil 6.10'da gösterilmekte olan devrede kullanılarak +5 Volt sabit bir gerilim oluşturulabilmektedir. LM317T; çıkış ucu ile toprak ucu arasında, yaklaşık 1 Amper yük akımına kadar doğrultulmuş +5 Volt değerindedir. Şekil 6.10'daki devrenin giriş ve çıkış uçlarına yerleştirilen kondansatörler ile filtreleme işlemi yapılmaktadır. Devrede PIC2ın çalışma gerilimi olan 5 V'un üretilmesini sağlar.



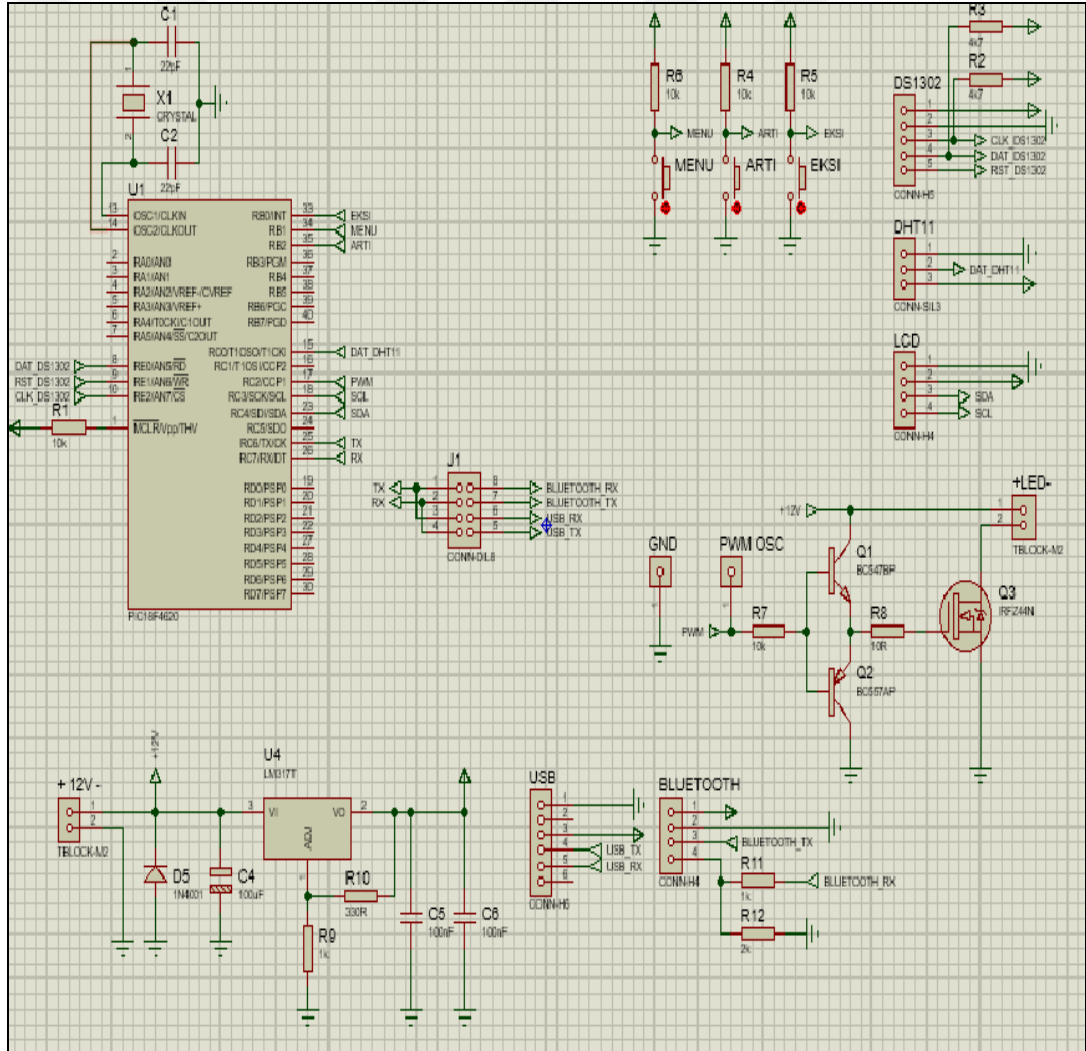
Şekil 6.10. 12Vdc-5Vdc devresi

6.2.2.7. IRFZ44N MOFSET

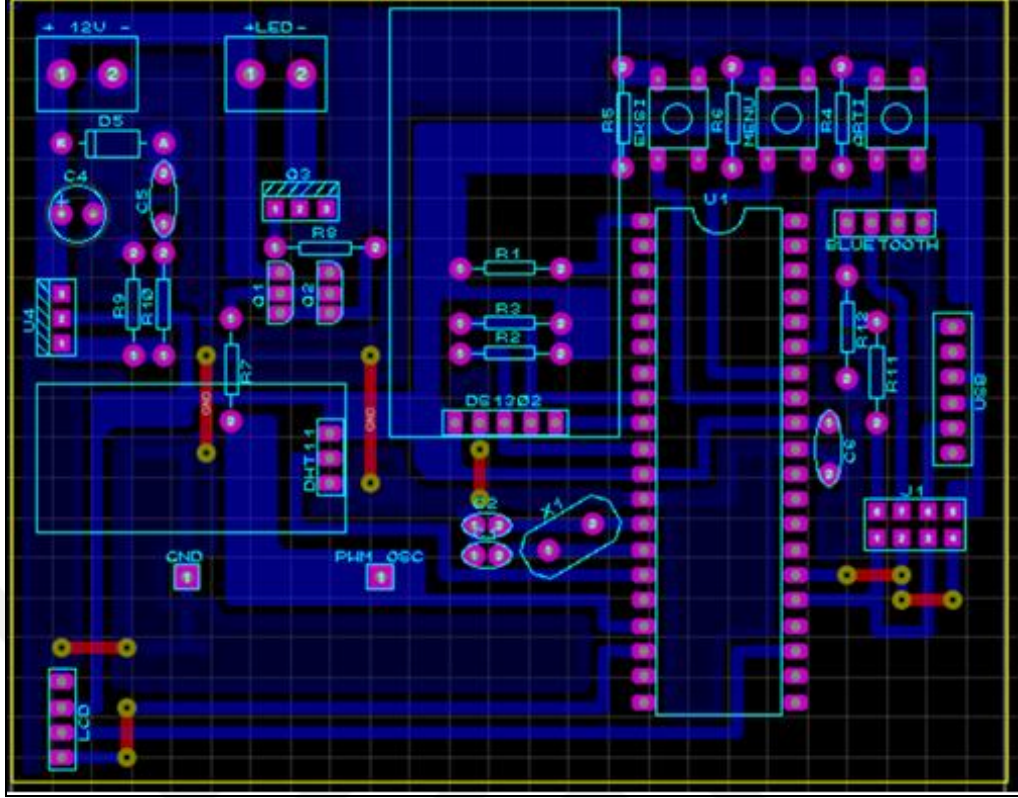
Hem dijital hemde analog devrelerde güç dengeleme ve anahtarlama amaçları doğrultusunda kullanılabilirler.

6.2.3. Devrelerin proteus ve ARES modelleri

Gerçekleştirilen devre İSİS ve ARES platformunda önce modellenmiş ardından simüle edilmiştir. Aşağıda bulunan Şekil 6.11. ve Şekil 6.12’de oluşturulan simülasyon modelleri görülmektedir. Şekillerdeki İSİS ve ARES modelleri, tasarım değişkenlerine göre simüle edilmiştir. Ayrıca her iki devrenin çıkışın yerinde de yük olarak 10 W’lık şerit LED kullanılmıştır.



Şekil 6.11. İSİS modeli



Şekil 6.12. ARES modeli

6.2.4. Android uygulaması yapılışı

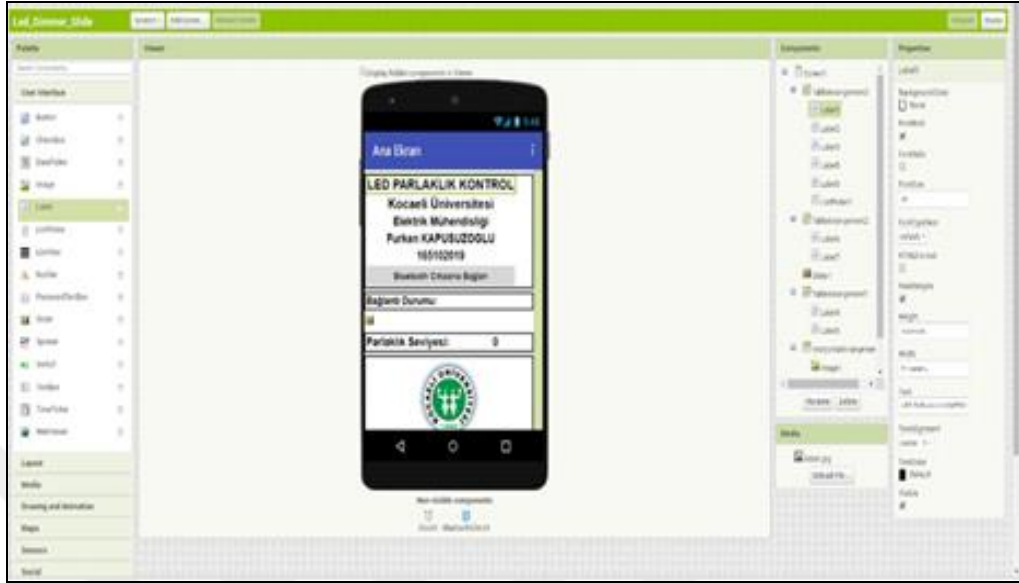
Bu uygulama AppInventor uygulaması ile yapılmıştır. Bu çalışma bilgisayar ve telefon üzerinden Bluetooth bağlantısı ile LED aydınlatması için PWM doluluk oranı kontrolü yapılması hedeflenmiştir.

Uygulama kütüphanesinde, yapılacak çalışmanın amaçlarına göre düzenlenmiş fonksiyonlar mevcuttur. Program için kullanılacak fonksiyonlar kütüphanenin içinden telefon ekran görüntüsüne sürüklenmelidir. Uygulama için kullanılan fonksiyonlar Şekil 6.13.'te belirtilmiştir.

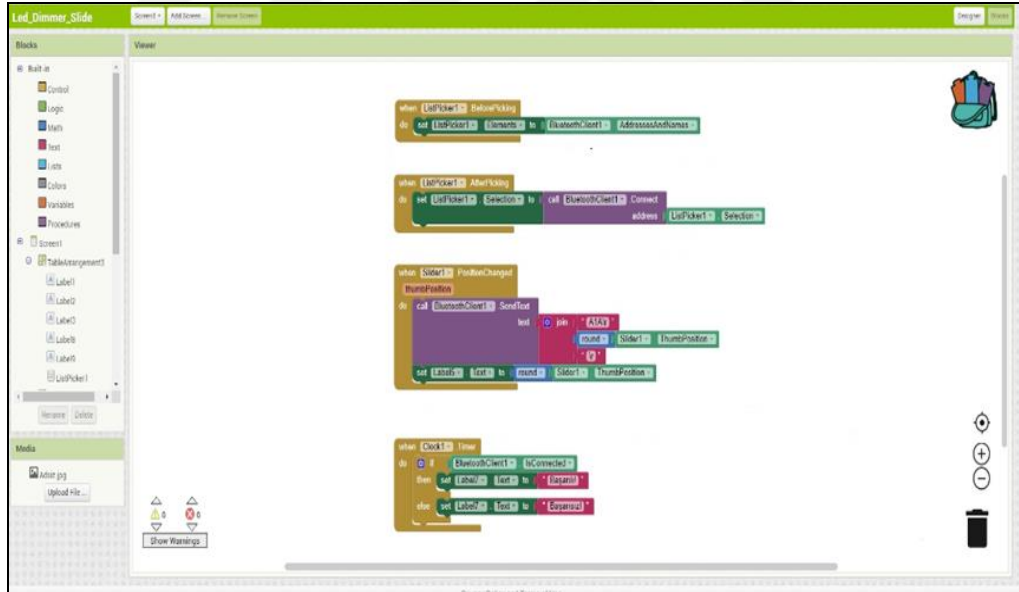
Bu uygulama AppInventor uygulaması ile yapılmıştır. Bu çalışma bilgisayar ve telefon üzerinden Bluetooth bağlantısı ile LED aydınlatması için PWM doluluk oranı kontrolü yapılması hedeflenmiştir.

Uygulama kütüphanesinde, yapılacak çalışmanın amaçlarına göre düzenlenmiş fonksiyonlar mevcuttur. Program için kullanılacak fonksiyonlar kütüphanenin

içinden telefon ekran görüntüsüne sürüklenmelidir. Uygulama için kullanılan fonksiyonlar Şekil 6.13.'te belirtilmiştir.



Şekil 6.13. Android uygulaması ana ekranı ve fonksiyon kütüphanesi



Şekil 6.14. Android uygulama kodları



Şekil 6.15. Android uygulaması ve anlık sonuç

Uygulama Kodu 1: Bluetooth cihaza bağlanma butonudur. Basıldığında cihazın eşleştiği ve bulunduğu bluetooth cihazları listelenir.

Uygulama Kodu 2: Liste içerisinde seçilen modüle bluetooth bağlantısı gerçekleşir.

Uygulama Kodu 3: Dimmer değeri için minimum değer 0 maksimum değer 255 olan sliderın değerleri gösterilir. Bluetooth ile senkron bilgisi olan A1A değeri sonunda “/r” giriş bilgisi olarak gönderilir. Ardından sliderın anlık durumu tam sayıya yuvarlanıp gönderilir. Son olarak giriş bilgisi bluetootha işlenir. Sliderın anlık bilgisi tam sayıya çevrilerek “Label 5” e yazdırılır.

Uygulama Kodu 4: Clock 1 zamanlayıcısının tanımladığı süre boyunca liste içindeki seçili bluetooth cihazına bağlandıysa eğer “Label 7” içine “BAŞARILI” eğer telefon cihaza bağlanmadysa “BAŞARISIZ” yazıldığı kısımdır.

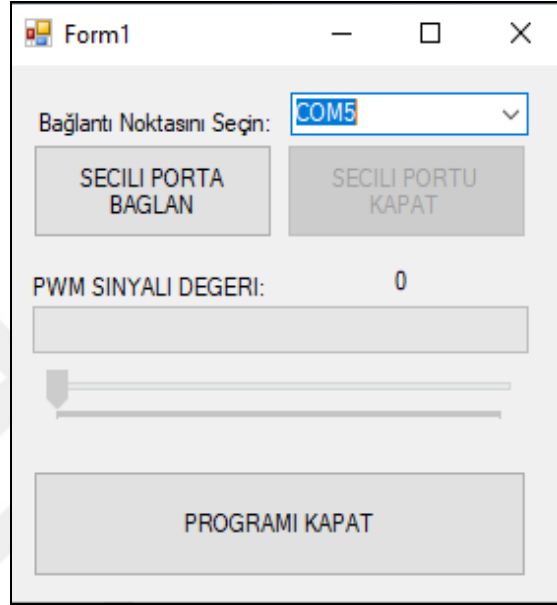
6.2.5. Bilgisayar üzerinden kontrol

Kontrol C# ile programlanmış bir arayüz ile sağlanır. EK 2’de kodlar verilmiştir. Bu arayüz oluşturulurken aşağıdaki yol izlenmiştir.

- Blockların oluşturulması
- Portların listelenmesi
- Sliderların tanımlanması

- Butonların tanımlanması
- Buton komutları
- Popupların tanımlanması

Mikroişlemcinin bilgisayarla haberleşmesi için USB dönüştürücü olan RS232 modülü kullanılmıştır.

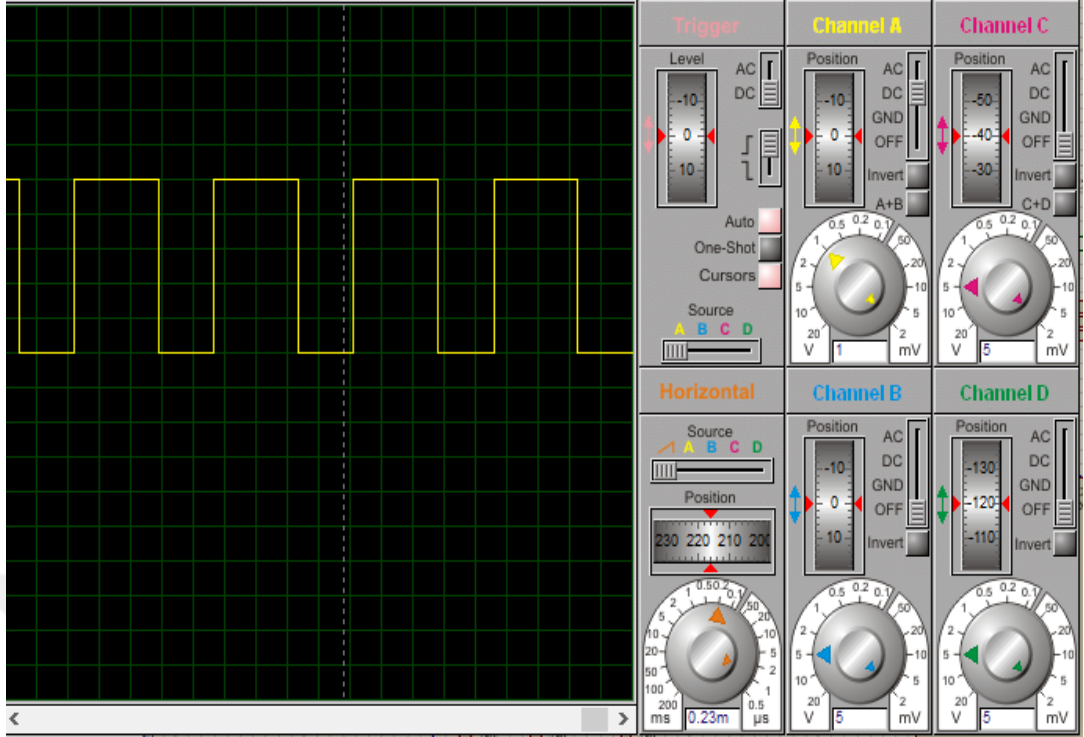


Şekil 6.16. Bilgisayar kontrol ekranı

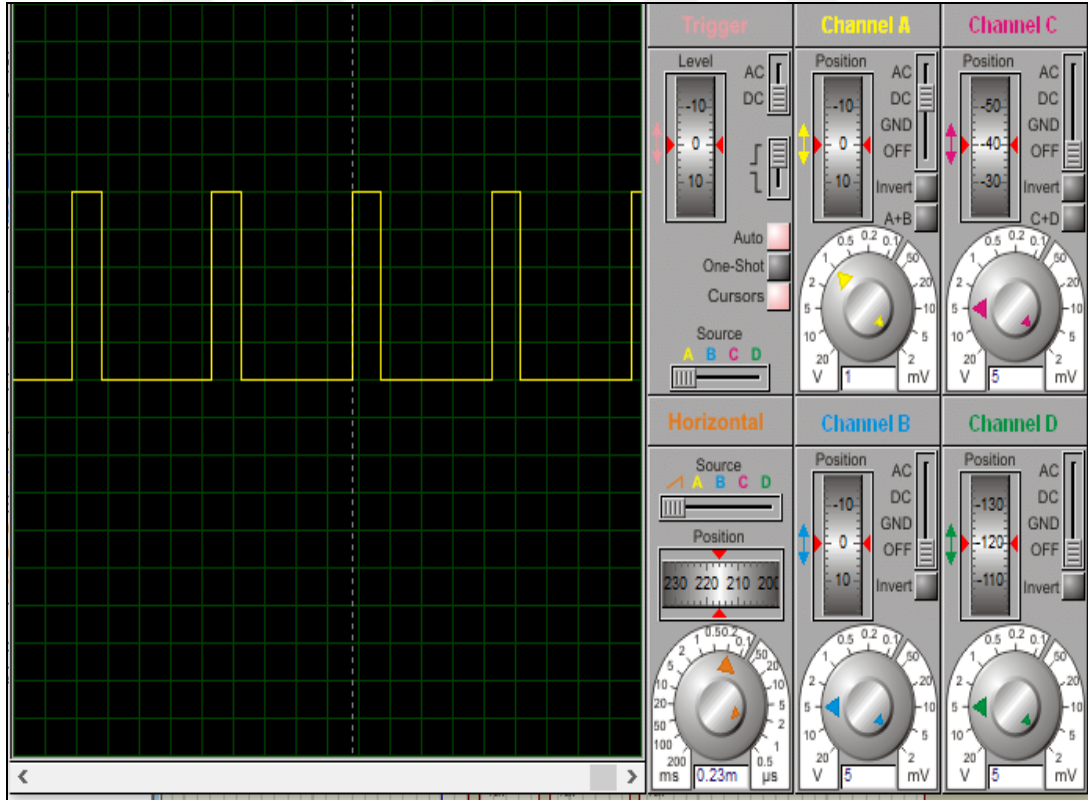
6.3. Simülasyon ve Deneysel Sonuçlar

Gerçekleştirilen bu devrenin çıkış gerilimlerinin değişimleri İSİS platformunda ve deneysel sistemler üzerinden osiloskop görüntüsü olarak elde edilmiş ayrıca çalışmada fotoğraf ve şekillerle birlikte belirtilmiştir. Aşağıdaki şekillerde tasarımı yapılan aynı zamanda gerçekleştirilen devrelere ait deneysel ve simülasyon sonuçları verilmiştir.

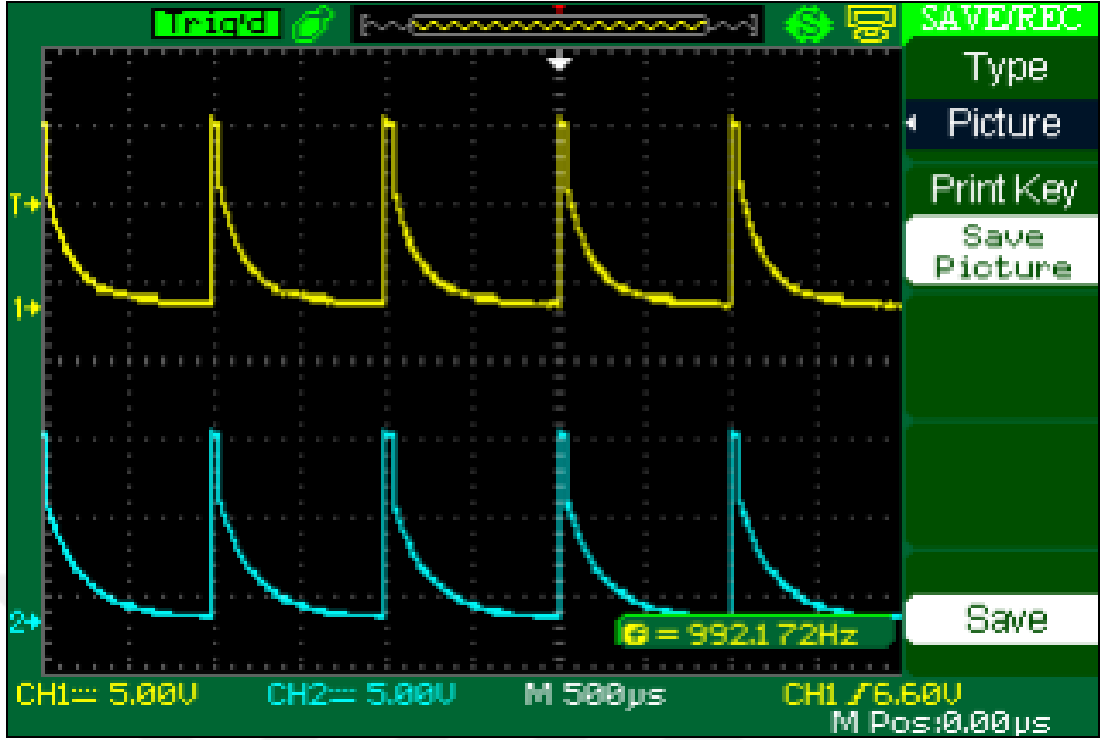
Gerçekleştirilen devrede uzaktan kontrolle ya da devre üzerindeki butonlarla ayarlanan PWM doluluk oranı arttıkça frekans sabit kalıp gerilim sinyalinin periyodunu doğru orantılı olarak değişmektedir. Sinyal periyodunun yüksek olduğu bölgelerde Lojik 1 de fazla kalındığından dolayı LED'in besleme gerilimi artıp azalarak LED parlaklığı ayarlanmaktadır.



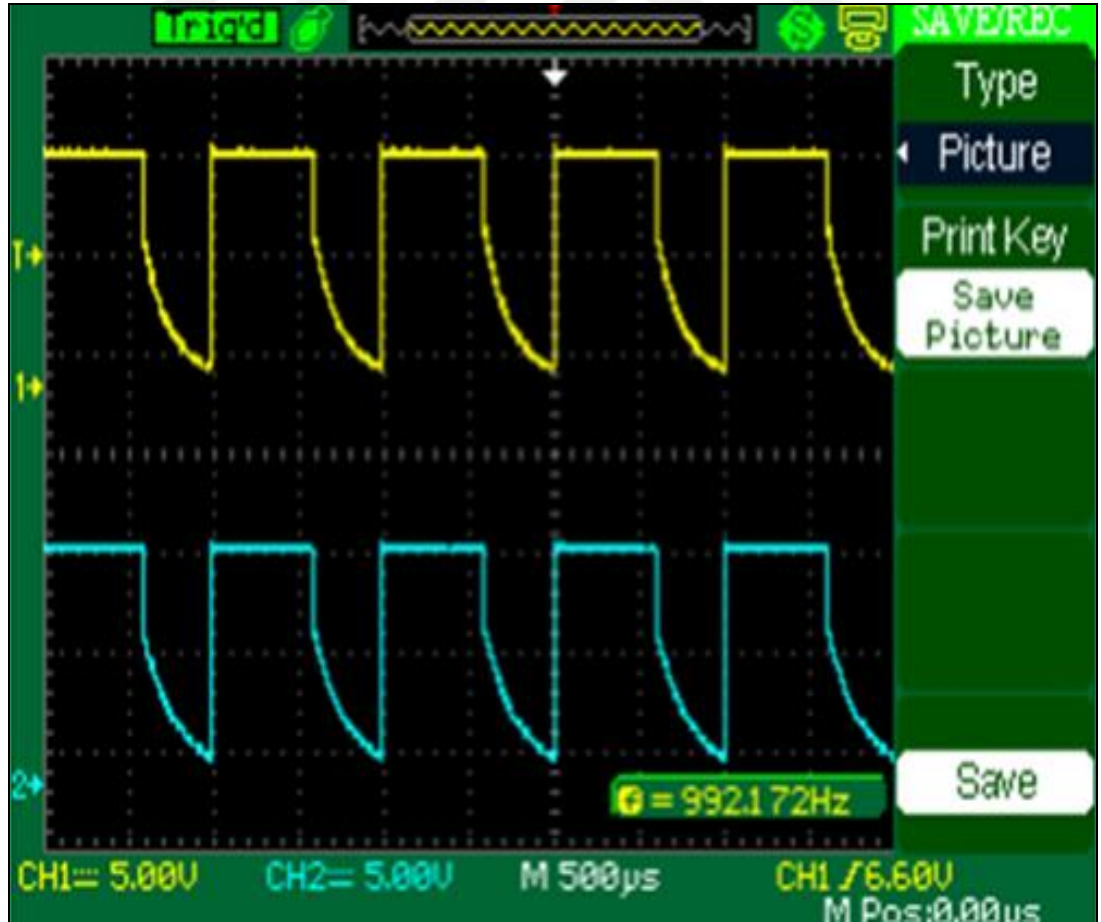
Şekil 6.17. PWM sinyali düşük doluluk oranı (simülasyon osiloskop görüntüsü)



Şekil 6.18. PWM sinyali yüksek doluluk oranı (simülasyon osiloskop görüntüsü)



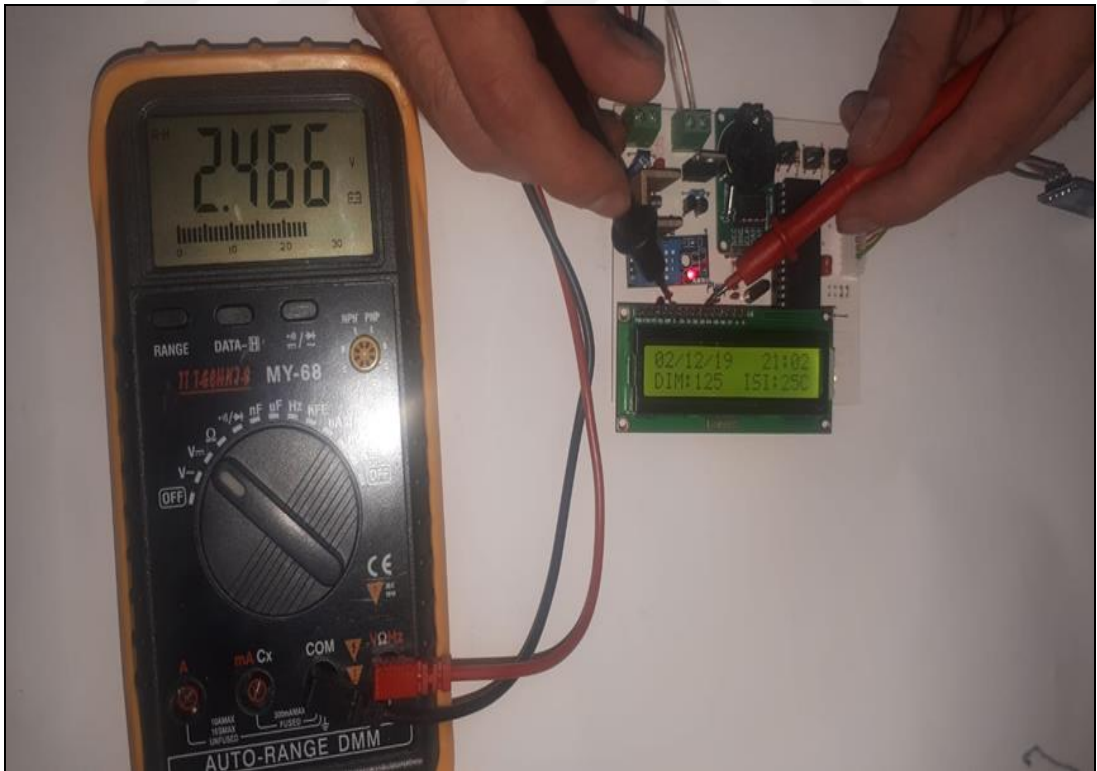
Şekil 6.19. PWM sinyali düşük doluluk oranı (gerçek osiloskop görüntüsü)



Şekil 6.20. PWM sinyali yüksek doluluk oranı (gerçek osiloskop görüntüsü)



Şekil 6.21. Anlık LED çıkış voltajı



Şekil 6.22. Anlık PWM sinyal gerilimi

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

“Uzaktan Kontrollü Mikroişlemci Tabanlı LED Dimmer Devresi” projesi hayata geçirilerek aydınlatmada büyük bir enerji tasarrufu elde edilecektir.

LED’li aydınlatma, enerji sorununun yavaş yavaş kendini hissettirdiği bu dönemlerde daha az enerji tüketme düşüncesi ile ortaya çıkmıştır. LED’lerin geliştirilmesi ile beraber düşünülenden çok daha fazla enerji tasarrufu elde edilecektir. Özellikle bina, yol, köprü, dış cephe, bahçe gibi yerlerde kullanılarak ekonomikliğin yanında sosyo-kültürel yaşamda iyileştirme yapılmış olacaktır.

“Uzaktan Kontrollü Mikroişlemci Tabanlı LED Dimmer Devresi” projesi tamamıyla geliştirilmeye müsaittir. Otomasyon-SCADA sistemlerine entegre edilebilip büyük çaplı projelerde kullanılabilir. Bundan sonraki dönemde bu sistem ile ilgili bir araştırma yapılmak istenildiğinde belirli zaman aralıklarında belirli sayıda aydınlık seviye sensörleri kullanılarak günlük, haftalık, aylık hatta yıllık süreçte grafiksel şekilde oluşturulabilir.

LED’ler birkaç yıl önceye kadar ticari açıdan fazla kullanılmamış olsa da bundan sonraki süreçte çok iyi bir geleceğe sahiptir. Bu aydınlatma aygıtına, ne kadar kısa sürede geçilirse ekonomik açıdan o kadar hızlı kazanç sağlanacaktır. LED’lerin üretimine verilecek destek, LED teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişip, daha ekonomik olmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abidin M. N. Z. *IEC 61000-3-2 Harmonics Standards Overview*, Schaffner EMC Inc., Edsion, NJ, USA, 2006.

Akbulut M., Gül Ö., LED’li Işık Kaynaklarının Karakteristiklerini Belirlemeye Yönelik Ölçmeler, *V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Dergisi*, İzmir, 2009.

Application Note 42047, *Power Factor Correction (PFC) Basics*, Fairchild Semiconductor Corporation, 2004.

Kale S., Aydınlatma Amaçlı LED Matrisi Üretimi Ve Isıl Özelliklerinin Çözümlemesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010, 269716.

Bay Ö. F., Atacak İ., Sinirsel Bulanık Denetleyici Kullanarak Bir Anahtarlamalı Güç Kaynağında Güç Faktörü Düzeltimi, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 2005, **18**(3), 421-437.

Castro M., Jara A. J., Skarmeta A.F.G., Smart Lighting Solutions for Smart Cities, *27th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, Paris, France, 2013.

CIE, *International lighting vocabulary*, Bureau central de la CIE, Viyana, Avusturya, 1987.

De Paz J. F., Bajo J., Rodríguez S., Villarrubia G., Corchado J.M. Intelligent System For Lighting Control In Smart Cities, *Inf. Sci*, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.08.045>

DiLaura D.L., Houser K.W., America I.E.S.O.N., Mistrick R.G., Steffy G.R. *Illuminating Engineering Society Lighting Handbook: Reference & Application*. Illuminating Engineering Society of North America, New York, Amerika Birleşik Devletleri, 2011.

Dupuis R. D., Krames M. R., History, Development and Applications of High-Brightness Visible Light-Emitting Diodes, *J. Lightwave Technol.*, 2008, **26**(9), 1154-1171.

Durak, M., LED Tabanlı Sokak Lambası Tasarımı Ve Fotometrik Ölçümleri, *Ulusal Enerji Verimliliği Forumu*, İstanbul, Türkiye, 13-14 Ocak 2009.

Edmond J.A., Kong H.S., Carter Jr C.H. Blue LEDs, UV photodiodes and high-temperature rectifiers in 6H-SiC, *Physica B. Condens. Matter*, 1993, **185**(1-4), 453-460.

Erol Y., Canbolat T., Aydınlatma Sektöründe Yeni Nesil Power LED Teknolojileri, *Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Elazığ, Türkiye, 5-7 Ekim 2011.

Erol Y. Kızılötesi Aydınlatma İçin Akım Geri Beslemeli LED Sürücü Tasarımı, *Elektrik- Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*, Elazığ, Türkiye, 5-7 Ekim 2011.

Erol Y. Aydınlatma Sektöründe Yeni Nesil Power LED Teknolojileri, *Elektrik-Elektronik Bilgisayar Sempozyumu*, Elazığ, Türkiye, 5-7 Ekim 2011.

Erol Y. *Power LED Sürücü*, Bilim ve Teknik Dergisi, 2008, 104- 105.

Filsinger D.H., Bourrie, D.B., Silica to Silicon: Key Carbothermic Reactions and Kinetics, *J. Am. Ceram. Soc.*, 1990, **73**(6), 1726-1732.

Gotfryd M. Limits in Boost Power Factor Corrector Operating in Border-Line Mode, *IEEE Trans. Power Electron.*, 2003, **18**(6),1330-1335.

Green M.A., *Solar Cells- Operating Principles, Technology, and System Applications*, Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1982.

Gürbüz Y., PFC Dönüştürücü İle Tek Fazlı Sistemlerde Güç Faktörü Ve Harmonik Kompanzasyonu, Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2009.

Hart D. W. *Power Electronics*, 1st ed., Pearson Education Inc, England, 2010.

Hu Y., Huber L., Jovanović M.M., Single-Stage Flyback LED Driver Meets Class C Limits on Harmonic Currents, *Exclusive Technol. Feature*, 2011, 1-8.

Kaya M. C., Design, Implementation, And Control Of A Two–Stage AC/DC Isolated Power Supply With High Input Power Factor And High Efficiency, The Graduate School of natural and Applied Sciences of Middle East Technical University, Ankara, 2008.

Kim C. J., Kim E. S., Shin H. K., A Study on the Power LEDs Drive Circuit Design with Asymmetrical Half-bridge Resonant Converter, *Electrical Machines and Systems, International Conference*, Tokyo, 2009.

Grigore V., Kyra J., A Step-Down Converter with Low Ripple Input Current for Power Factor Correction, in *Proceedings of the 14th IEEE Applied Power Electronics Conference, APEC'00, New Orleans, LA, USA, 2000.*

Lamar D. G., Sebastian J., Arias M., Hernando M.M. A low-cost AC-DC High-Brightness LED driver with Power Factor Correction based on standard Peak-Current Mode Integrated Controllers, *Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*, Atlanta, GA, USA, 12-16 Sept. 2010

Loebner, E.E. Subhistories of the light emitting diode. *Electron Devices, IEEE Trans.*, 1979, **23**(7), 675-699.

Mottier P. *LED for Lighting Applications*. Wiley, Londra, İngiltere, 2010.

Özkaya M., *Aydınlatma Tekniği*, 1. Baskı, Birsen Yayınevi İstanbul, Türkiye, 2009.

Peck J., Ashburner G., Schratz M., Solid State LED Lighting Technology For Hazardous Environments; Lowering Total Cost Of Ownership While Improving Safety, Quality Of Light And Reliability, *Petroleum And Chemical Industry Conference*, Europe, 2011.

Perdahçı C., Hanlı U., Verimli Aydınlatma Yöntemleri, *III. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 2009.

Philips, *Lighting Manual*, 5th Edition. Philips Lighting B.V., Hollanda, 1993.

Popa M., Marcu5 A. A Solution for Street Lighting in Smart Cities, *J. Electr. Comput. Eng.*, 2012, **5**(1), 91-96.

Rea, M.S., *The Iesna Lighting Handbook: Reference & Application*, Illuminating Engineering Society of North America, NewYork, ABD, 2000.

Round H.J. A Note on Carborundum. *Electrical World*, 1907, **19** (309).

Sebastián J., Advanced Techniques in Power Factor Correction (PFC), Grupo de Electrónica Industrial Universidad de Oviedo, Spain, 2003.

Sevindirici E. Ortalama Akım Yöntemiyle Denetlenen DC-DC Yükseltici Dönüştürücü İle Güç Katsayısının Düzeltilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.

Song B. M., Han B., Bar-Cohen A., Sharma R., Arik M., Hierarchical Life Prediction Model for Actively CoolLED LED-Based Luminaire, *IEEE Trans. Compon. Packag. Technol.*, 2010, **33**(4), 728-737.

Toprak A., Elektrik Üretimi İçin Düşük Güçlü Rüzgar Enerji Sistemi Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Konya, 2011.

Tuladhar L. R., Resonant Power Mosfet Drivers For LED Lighting, The Graduate School of natural and Applied Sciences of Youngstown State University, A.B.D., 2009.

Tutak A., LED Technologies In Energy Efficiet Applications, The Graduate School of natural and Applied Sciences, Dokuz Eylül University, İzmir, 2009.

Ünal A., Aydınlatma Tasarımı Ve Proje Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2009.

Akar N., Şahin A.K., Floresan Kıırma Gösterisinin Beyne Ciddi Zararı Var, <http://www.zaman.com.tr/haber.do?haberno=1236524&title=floresank%FDrma-g%F6sterisinin-beyne-ciddi-zarar%FD-var> (Ziyaret tarihi: 26 Kasım 2019).

Department of Energy, LED Basics, <http://energy.gov/eere/ssl/LED-basics>, (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

EİE, Aydınlatmada Ve Ev Aletlerinde Yapılan Enerji Tasarrufu, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü http://www.eie.gov.tr/turkce/en_tasarrufu/konut_ulas/en_tasarruf_bina_ay.html, 2012. (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

EPSMA, Harmonic Current Emissions Guidelines to the standard EN 61000-3-2, European Power Supply Manufacturers Association, www.epsma.org, 2010. (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

LED Luminaire Design Guide, Cree Application Note, https://www.cree.com/led-components/media/documents/LED_Luminaire_Design_Guide.pdf, 2007. (Ziyaret tarihi: 2 Kasım 2019).

Lonsdale S., Green property Energy-Efficient Bulbs, <https://www.telegraph.co.uk/finance/property/green/7873021/Green-property-energy-efficient-bulbs.html>, 2010. (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

Richardson C. LED Applications and Driving Techniques, National Semiconductor Corporation, <http://www.national.com/>, 2007. (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

Shum E. Worldwide High-Brightness LED Market Overview and Forecast, Director of LED Research Strategies Unlimited, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/02/f29/smallwood_mktadoption_raleigh2016.pdf, 2011.

Turchi J. *Power Factor Correction Stages Operating in Critical Conduction Mode*, ON Semiconductor <http://onsemi.com>, 2003. (Ziyaret tarihi: 14 Ocak 2019).

TÜİK, Rakamlar Ne Diyor, <http://www.turkstat.gov.tr>, Yayın No:3630, Ankara 2011. (Ziyaret tarihi: 2 Kasım 2019),

URL-2: LED Lamba, http://tr.wikipedia.org/wiki/LED_lamba (Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2019).

URL-3: LED Nedir, <http://www.vetron.com.tr>, İstanbul (Ziyaret tarihi: 5 Kasım 2019).

URL-4: Enerji Verimliliği, <http://www.ibb.gov.tr/sites/aydinlatmaenerji/Pages/EnerjiVerimliligi.aspx>, (Ziyaret tarihi: 18 Kasım 2019).

URL-5: Energy-efficient solutions for LED lighting, www.st.com/lighting, (Ziyaret tarihi: 18 Kasım 2019).

URL-6, Efficient Lighting, www.infineon.com/lighting, (Ziyaret tarihi: 18 Kasım 2019).

URL-7, Light - Emitting - Diode, http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode (Ziyaret tarihi: 12 Kasım 2019).





EK A. CCS C KODLARI

Tablo A.1. CSS C Sistem Kodları

```
#include <18f4620.h> // Kullanılacak denetleyicinin başlık dosyası tanıtılıyor.

// Denetleyici konfigürasyon ayarları

#fuses
    XT,NOWDT,NOPROTECT,NOBROWNOUT,NOLVP,NOPUT,NOWRT,NODEB
    UG,NOCPD

#use delay (clock=4000000) // Gecikme fonksiyonu için kullanılacak osilatör frekansı
    belirtiliyor.

#use fast_io(a) //Port yönlendirme komutları A portu için geçerli

#use fast_io(b) //Port yönlendirme komutları B portu için geçerli

#define dht11 PIN_C0 // DHT11 sıcaklık-nem sensörünün -C0 a bağlanacağı belirtiliyor

#include "DHT11.C" // DHT11 sıcaklık-nem sensörü kütüphanesi ekleniyor

#use rs232(baud=9600,xmit=_c6,rcv=pin_c7,parity=N,stop=1)//rs232 bağlantı ayarları
    yapılıyor

#include<stdlib.h> // string kütüphanesi ekleniyor

#use i2c(Master, Fast, I2C1, force_hw) // i2c ayarları tanımlanıyor. Master modunda
    dahili i2c portlarının hızlı kullanılacağı belirtiliyor

#define PCF8574 // Kullanılan Modul Seçiliyor PCF8574 ya da PCF8574A
    #define A2_A1_A0 0B111 // Adres bilgisi giriliyor (A2 A1 A0) (PCF8574A--
    0B111 0x3F)/(PCF8574--0B111 0x27)

#define LCD16X2 // 16x2 yada 20x4 LCD kullanılacağı belirtiliyor

#include <lcd_i2c.c> // i2c kütüphanesi ekleniyor

#include <ds1302.c> //saat entegresi c dosyası

#include <internal_eeprom.c> // eeprom kütüphanesi ekleniyor

#define Arti pin_b2 // Arti butonu PIN-B2 portuna bağlanacak

#define Eksi pin_b0 // Eksi butonu PIN-B0 portuna bağlanacak

#define Menu pin_b1 // Menü butonu PIN-B1 portuna bağlanacak
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
unsigned int8 dim=0;

int dakika,saat,gun,ay,yil,saniye,hafta,ayar=0,sicaklik;

char durum[3];

char bilgi[2];

#int_rda // RS232 haberleşme kesmesi tanımlanıyor

void serihaberlesme()

{

    gets(durum); // durum adlı karakter dizisine senkron bilgisi alınıyor

    if(durum[0]=='A' && durum[1]=='1' && durum[2]=='A') // gelen bilgi A1A ise

    {

        //while(!gets(bilgi));

        gets(bilgi); // karakter tipindeki bilgi dizisine entera basılana kadar bilgi alınıyor

        ayar=7; // program ana döngüsünde ayar=7 şartı altındaki işleme gidiliyor

    }

}

void lcd_yaz() // lcd ekrana bilgi yazdırmak için lcd_yaz isimli fonksiyon tanımlanıyor

{

    lcd_gotoxy(1,1); //1.satır 1.stüna imleç gidiyor

    printf lcd_putc,"%02d/%02d/%02d",gun,ay,yil); // tarih bilgileri yazdırılıyor

    lcd_gotoxy(12,1); // imleç 1.satır 12.stüna gidiyor

    printf lcd_putc,"%02d:%02d",saat,dakika); // saat bilgileri yazdırılıyor

    lcd_gotoxy(1,2); // imleç 2.satır 1.stüna gönderiliyor

    printf lcd_putc,"DIM:%u",dim); // PWM sinyalinin Duty Cycle değeri yazdırılıyor

    lcd_gotoxy(10,2); // imleç 2.satır 10.stüna gönderiliyor

    printf lcd_putc,"ISI:%dC",sicaklik); // ısı değeri yazdırılıyor

}
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
void lcd_ayar() // DS1302 saat entegresinin ayar fonksiyonunda lcd_ayar isimli lcd'ye
    bilgi yazdırma fonksiyonu
{
    if(ayar==1)
    {
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf lcd_putc,"%02d/ / ",gun);
        lcd_gotoxy(12,1);
        printf lcd_putc," : ";
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf lcd_putc,"G /A /Y   S :D ");
    }
    else if(ayar==2)
    {
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf lcd_putc,"%02d/%02d/ ",gun,ay);
        lcd_gotoxy(12,1);
        printf lcd_putc," : ";
        lcd_gotoxy(1,2);
        printf lcd_putc,"G /A /Y   S :D ");
    }
    else if(ayar==3)
    {
        lcd_gotoxy(1,1);
        printf lcd_putc,"%02d/%02d/%02d",gun,ay,yil);
        lcd_gotoxy(12,1);
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
printf(lcd_putc," : ");
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"G /A /Y   S :D ");
}
else if(ayar==4)
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc,"%02d/%02d/%02d",gun,ay,yil);
lcd_gotoxy(12,1);
printf(lcd_putc,"%02d: ",saat);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"G /A /Y   S :D ");
}
else if(ayar==5)
{
lcd_gotoxy(1,1);
printf(lcd_putc,"%02d/%02d/%02d",gun,ay,yil);
lcd_gotoxy(12,1);
printf(lcd_putc,"%02d:%02d",saat,dakika);
lcd_gotoxy(1,2);
printf(lcd_putc,"G /A /Y   S :D ");
}
}
void ayaryap() // DS1302 ayar yazdırma fonksiyonu tanımlanıyor
{
if(input(Menu)==0) // menu tuşuna basıldı mı?
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
{
    delay_ms(20);    // buton arkını engellemek için 20ms bekletiliyor
    while(input(Menu)==0); // buton bırakılana kadar bekletiliyor
    ayar++;          //ayar değişkeni 0 değerinden 1 arttırılıp 1 oluyor
    lcd_clear();     //ekran temizleniyor
    lcd_gotoxy(7,1); //imleç 1.satır 7.stüna gidiyor
    printf(lcd_putc,"AYAR"); // ekrana AYAR yazdırılıyor
    lcd_gotoxy(7,2); // imleç 2.satır 7.stüna gidiyor
    printf(lcd_putc,"MODU"); // ekrana modu yazdırılıyor
    delay_ms(1000); // 1 saniye bekletiliyor
    lcd_clear();     // ekran temizleniyor
}
while(ayar==1)     // tarihin gün kısmını ayarlama kısmı
{
    lcd_ayar();
    if(input(Arti)==0){gun++;delay_ms(20);if(gun==32){gun=1;} while(input(Arti)==0);}
    if(input(Eksi)==0){gun--;delay_ms(20);if(gun==0){gun=31;} while(input(Eksi)==0);}
    if(input(Menu)==0){delay_ms(200);while(input(Menu)==0);ayar++;}
}
while(ayar==2)     // tarihin ay kısmını ayarlama kısmı
{
    lcd_ayar();
    if(input(Arti)==0){ay++;delay_ms(20);if(ay==13){ay=1;} while(input(Arti)==0);}
    if(input(Eksi)==0){ay--;delay_ms(20);if(ay==0){ay=12;} while(input(Eksi)==0);}
    if(input(Menu)==0){delay_ms(200);while(input(Menu)==0);ayar++;}
}
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
while(ayar==3) // tarihin yil kısmını ayarlama kısmı
{
  lcd_ayar();
  if(input(Arti)==0){yil++;delay_ms(20);while(input(Arti)==0);}
  if(input(Eksi)==0){yil--;delay_ms(20);if(yil== -1)yil=99;while(input(Eksi)==0);}
  if(input(Menu)==0){delay_ms(200);while(input(Menu)==0);ayar++;}
}

while(ayar==4) // saat bilgisinin saat kısmını ayarlama kısmı
{
  lcd_ayar();
  if(input(Arti)==0){saat++;delay_ms(20);if(saat==24){saat=0;}while(input(Arti)==0);}
  if(input(Eksi)==0){saat--;delay_ms(20);if(saat== -1){saat=23;}while(input(Eksi)==0);}
  if(input(Menu)==0){delay_ms(200);while(input(Menu)==0);ayar++;}
}

while(ayar==5) /// saat dakika kısmını ayarlama kısmı
{
  lcd_ayar();
  if(input(Arti)==0){dakika++;delay_ms(20);if(dakika==60){dakika=0;}while(input(Arti)
  ==0);}
  if(input(Eksi)==0){dakika--;delay_ms(20);if(dakika== -
  1){dakika=59;}while(input(Eksi)==0);}
  if(input(Menu)==0){delay_ms(200);while(input(Menu)==0);ayar++;}
}

while(ayar==6)
{
  rtc_set_datetime(gun,ay,yil,hafta,saat,dakika); //değişkenleri saat entegresine aktar.
  delay_ms(20);
```


Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
lcd_clear();

lcd_gotoxy(4,1);

printf(lcd_putc,"SAAT,TARİH");

lcd_gotoxy(3,2);

printf(lcd_putc,"DEĞİSTİRİLDİ");

delay_ms(1000);

lcd_clear();

ayar=0;
}
}

void dht11_ds1302_oku() // sıcaklık ve saat bilgisinin alındığı fonksiyon
{
rtc_get_time(saat,dakika,saniye); //ds1302'den saat dakika saniye bilgileri alınıyor ve
saat bilgisi saat değişkenine dakika bilgisi dakika değişkenine saniye bilgisi saniye
değişkenine aktarılıyor

rtc_get_date(gun,ay,yil,hafta); //ds1302'den tarih ay yıl haftanın günü bilgileri
alınıyor ve tarih bilgisi tarih değişkenine ay bilgisi ay değişkenine gün bilgisi gün
değişkenine haftanın günü bilgisi hafta değişkenine aktarılıyor

read_dht(); // DHT 11'in okuması için gereken fonksiyon.

delay_ms(100);

sicaklik = dht_dat[2]; // dht_dat[2] değişkenini bize sıcaklık bilgisini verir bu bilgiyi
sicaklik olarak tanımladığımız değişkene atıyoruz

// nem = dht_dat[0]; // dht_dat[0] değişkenini bize nem bilgisini verir bu bilgiyi nem
olarak tanımladığımız değişkene atıyoruz
}

void pwm_gonder() //pwm sinyali CCP1 pininden gönderiliyor
{
set_pwm1_duty(dim); // PWM1 çıkışı görev saykılı belirleniyor
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
lcd_clear();

lcd_yaz();
}

void dim_ayar() //dim_ayar isimli dimmer fonksiyonu
{
if(input(Arti)==0) // artı butonuna basıldı mı
{
delay_ms(20); //buton arkını engellemek için 20ms bekle
while(input(Arti)==0) //arti butona basıldığı 200ms boyunca dim değişkenini 1 arttır ve
pwm gönder fonksiyona git
{
dim++;
pwm_gonder();
delay_ms(200);
}
write_eeprom(0,dim); // butondan elimiz çekildiğinde eepromun 0.adresine dim bilgisi
kaydediliyor
if(dim>254) // 8bitlik PWM bilgimiz olduğu için 255 değerinden büyük olamaz.
254 den büyükse dim değeri 255 olsun
{
dim=255;
}
}
if(input(Eksi)==0) // eksi butonuna basıldı mı
{
delay_ms(20); // buton arkı için 20ms bekle
while(input(Eksi)==0) //eksi butona basıldığı 200ms boyunca dim değişkenini 1 eksilt
ve pwm gönder fonksiyona git
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
{
dim--;
pwm_gonder();
delay_ms(200);
}
write_eeprom(0,dim); // eksi butonu bırakıldığında eepromun 0.adresine dim bilgisini
    kaydet
if(dim<1) // işaretli integer olmasına rağmen 0'dan küçük değer almamalı. eğer dim
    değeri 1den küçükse değer 0 olsun
{
dim=0;
}
}
}
}
/***** ANA PROGRAM FONKSİYONU*****/
void main ( )
{
setup_psp(PSP_DISABLED); // PSP birimi devre dışı
setup_timer_1(T1_DISABLED); // T1 zamanlayıcısı devre dışı
setup_adc_ports(NO_ANALOGS); // ANALOG giriş yok
setup_adc(ADC_OFF); // ADC birimi devre dışı
setup_ccp2(CCP_OFF); // CCP1 birimi PWM çıkışı için ayarlandı
set_tris_b(0x07); // RA0 ve RA1 pinleri giriş
output_b(0x00); // B portu çıkışları sıfırlanıyor
setup_ccp1(CCP_PWM); // CCP1 birimi PWM çıkışı için ayarlandı
setup_timer_2(T2_DIV_BY_4,255,1); // Timer2 ayarları yapılıyor
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
set_pwm1_duty(0); // PWM1 ıkışı görev saykılı belirleniyor

dim=read_eeprom(0); //eeprom'un 0.adresi okunup dim değişkenine aktarılıyor

delay_ms(50); // 50 ms bekleniyor

rtc_init(); //ds1302 saat entegresi hazırlanıyor

lcd_init(); //lcd ekran hazırlanıyor

lcd_backlight(BL_ON); //LCD arka plan ışığı açılıyor

lcd_clear(); // ekran temizleniyor

lcd_gotoxy(5,1); // imleç 1.satır 5.stndan itibaren KOCAELI yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"KOCAELI");

lcd_gotoxy(3,2); // imleç 2.satır 3.stndan itibaren UNIVERSITESI yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"UNIVERSITESI");

delay_ms(2000); // 2 saniye bekletiliyor

lcd_clear(); // ekran temizleniyor

lcd_gotoxy(5,1); // 1.satır 5.stna ELEKTRIK yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"ELEKTRIK");

lcd_gotoxy(3,2); // 2.satır 3.stna MUHENDISLIGI yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"MUHENDISLIGI");

delay_ms(2000); // 2sn bekle

lcd_clear(); // ekranı temizle

lcd_gotoxy(6,1); // 1.satır 6.stndan itibaren FURKAN yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"FURKAN");

lcd_gotoxy(3,2); // 2.satır 3.stndan itibaren KAPUSUZOGLU yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"KAPUSUZOGLU");

delay_ms(2000); // 2sn bekliyor

lcd_clear(); // ekran siliniyor

lcd_gotoxy(4,1); // 1.satır 4.stna OGRENCI NO yazdırılıyor
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
printf(lcd_putc,"OGRENCI NO");

lcd_gotoxy(4,2);    // 2.satır 4.stüna 165102019 yazdırılıyor

printf(lcd_putc,"165102019");

delay_ms(2000);    // 2sn bekle

lcd_clear();       //ekranı sil

clear_interrupt(int_rda); // RS232 kesmesi bayrağı temizleniyor

disable_interrupts(int_EEPROM); // EEPROM bilgi okuma-yazma kesmesi devre dışı
    bırakılıyor

enable_interrupts(int_rda); // RS232 kesmesi aktif yapılıyor

enable_interrupts(GLOBAL); // AKTIF YAPILAN KESMELER
    BASLATILIYOR

while(true) // SONSUZ DONGU ICINDE
{
if(ayar==0) // ayar değişkeni 0 mı
{

dht11_ds1302_oku(); // dht11_ds1302_oku fonksiyonu çağrılıyor, saat,tarih ve
    sıcaklık bilgileri okunuyor

lcd_yaz(); // lcd_yaz fonksiyonu çağrılıyor ve gerekli bilgiler ekrana yazılıyor

dim_ayar(); // dim_ayar fonksiyonu çağrılıyor ve arti-eksi butonuna basılırsa
    gerekli dimmer ayarı yapılıyor

ayaryap(); // ayaryap fonksiyonu çağrılıyor, menu tuşuna basılırsa saat-tarih
    ayarı kısmına gidiliyor

set_pwm1_duty(dim); // PWM1 çıkışından ayarlanmış dim bilgisinde Duty Cycle
    değeri gönderiliyor

}

if(ayar==7) // RS232 kesmesi aktif olduğu için USB veya BLUETOOTH DAN
    veri gelirse kesme kısmı içindeki işlemler program hangi satırda olursa olsun
    yapılıyor

{
```

Tablo A.1. (Devam) CSS C Sistem Kodları

```
dim=atol(bilgi); // RS232 üzerinden string formunda alınan veri, integer tipine
    çevriliyor
    write_eeprom(0,dim); // çevrilen dim bilgisi eepromun 0.adresine yazdırılıyor
set_pwm1_duty(dim); // alınan dim bilgisi CCP1 pinine gönderiliyor
    lcd_backlight(BL_OFF); //LCD arka plan ışığı pasif yapılıyor
    delay_ms(150); // 150ms bekliyor
    lcd_backlight(BL_ON); //LCD arka plan ışığı aktif yapılıyor
durum[0]='B'; //senkson için durum dizisi içerisindeki bilgi istenmeyen bir bilgi ile
    değiştiriliyor, bir sonraki olası haberleşme için resetleniyor gibi düşünülebilir.
    lcd_clear(); // ekran temizleniyor
ayar=0; // ayar değişkeni 0 yapılıyor
}
}
}
```

EK B. C# KODLARI

Tablo B.1. C# Kodları

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using System.Windows.Forms;
using System.IO.Ports;
namespace LED_Dimmer_Furkan_Kapusuzoglu_165102019
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1() // FORM1 YÜKLENIRKEN ISLENEN KOD BLOCKLARI
        {
            InitializeComponent();
            string[] Ports = SerialPort.GetPortNames();//portların listelenmesi
            foreach (string port in Ports) // port isimli string'e bilgisayardaki COM portları
                aktarılıyor
            {
                comboBox1.Items.Add(port); // Combobox1 içine string port ifadeleri
                aktarılıyor
                comboBox1.SelectedIndex = 0; // 0.indexteki bilgi direkt gösteriliyor
                progressBar1.Value = trackBar1.Value; // TRACKBAR DEGERI, PROGRESS
                BARA AKTARILYOR
            }
        }
    }
}
```

Tablo B.1. (Devam) C# Kodları

```
label3.Text = "" + trackBar1.Value; // LABEL3'E TRACKBAR DEGERI
YAZDIRILYOR

button3.Enabled = false; // BAGLANTIYI KOPART BUTONUNU PASIF
YAP

trackBar1.Enabled = false; // TRACK BAR PASIF YAPILYOR

}

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e) // FORUM1 SAYFASI ILK
YUKLENIRKEN HERKANGI BIR COM PORTUNA PROGRAM BAGLI ISE
BAGLANTIYI KOPART

{
if (serialPort1.IsOpen)
{
serialPort1.Close();
}
}

private void button1_Click(object sender, EventArgs e) // BAGLAN BUTONUNA
BASILIRSA

{

comboBox1.Enabled = false; //COMBOBOX1'I PASIF YAP

serialPort1.PortName = comboBox1.SelectedItem.ToString(); //
COMBOBOX TAKI SECILIR COM PORTUNU, SERIAL PORT ISMI YAP

serialPort1.Open(); // SECILI SERIAL PORTA
BAGLAN

button1.Enabled = false; // BAGLAN BUTONUNU
PASIF YAP

button3.Enabled = true; // BAGLANTIYI KES
BUTONUNU AKTIF YAP

trackBar1.Enabled = true; // TRACKBAR AKTIF
YAPILYOR

}
```


Tablo B.1. (Devam) C# Kodları

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e) // BALANTIYI KOPART
    BUTONUNA BASILIRSA
{
    button1.Enabled = true; // BAGLAN BUTONUNU AKTIF YAP
    button3.Enabled = false; // BAGLANTIYI KOPART BUTONUNU PASIF
    YAP
    comboBox1.Enabled = true; // COMBOBOX1'I AKTIF YAP
    trackBar1.Enabled = false; // TRACK BAR PASIF YAPILYOR
    serialPort1.Close(); // SERIAL PORTU KAPAT
}
private void trackBar1_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    progressBar1.Value = trackBar1.Value; // TRACKBAR DEGERI, PROGRESS
    BARA AKTARILYOR
    label3.Text = "" + trackBar1.Value; // LABEL3'E TRACKBAR DEGERI
    YAZDIRILYOR
    serialPort1.Write("A1A" + "\r"); // A1A\r (\r enter bilgisi) OLAN SENKRON
    BILGILISI GONDERILYOR
    serialPort1.Write(trackBar1.Value + "\r"); // TRACKBAR1 DEGERI + ENTER
    BILGISI GONDERILYOR
}
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    DialogResult tus; // POPUP ACILIP PROGRAMDAN CIKMAZ
    ISTIYORMUSUNUZ DIYE SORUYOR
    tus = MessageBox.Show("Programdan çıkmak istediğinizden emin misiniz?",
        "LED DIMMER KONTROL", MessageBoxButtons.YesNo,
        MessageBoxIcon.Question);
}
```

Tablo B.1. (Devam) C# Kodları

```
if (tus == DialogResult.Yes) // CEVAP EVET ISE SERI PORT KAPATILIYOR VE  
    ARDINDAN PROGRAM KAPATILIYOR  
  
    {  
        serialPort1.Close();  
        Close();  
    }  
}  
}
```

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Kapusuzoğlu F.**, Geliştirilmiş Flyback LED Sürücü, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, IMASCONGRESS Bahar 2019, Kocaeli, Türkiye, 26 – 28 Nisan 2019.



ÖZGEÇMİŞ

Furkan KAPUSUZUOĞLU 08.06.1993 tarihinde Ankara'da doğdu. İlköğretimi Merzifon, ortaöğretim ve lise öğrenimini Balıkesir'de tamamladı. 2012 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2016 yılında mezun oldu. Yabancı dil olarak İngilizce ve başlangıç seviyesinde Almanca bilmektedir.

