



**DÜZCE**  
ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

**2021-2022 AKADEMİK YILI**  
**GÜZ DÖNEMİ**

**EEM461-MÜHENDİSLİK TASARIMI**

**Ders Sorumlusu:**  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Uçar

**SOĞUK HAVA DEPOSU KONTROL KARTI**

**Hazırlayan:**  
Alihan ÇAKIR

**Öğrenci No:**  
211006084

## **TEŞEKKÜR**

Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Uçar' en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**3 OCAK 2025**

**Alihan ÇAKIR**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ .....	iv
TABLO LİSTESİ .....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vi
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. GEREKSİNİMLER .....	2
2.1. Besleme Gereksinimi .....	2
2.2. Kontrol gereksinimi .....	3
2.3. Sensör Girişlerinin İzolasyonu .....	4
2.4. Veri Transferi ve Akım Okuma .....	4
2.5. Kullanıcı Arayüzü ve Görselleştirme .....	4
2.6. Programlama Yapısı .....	5
2.7. Gerçek Zamanlı Saat (RTC) Entegresi .....	5
3. DEVRE YAPILARI .....	6
3.1. Besleme Devresi .....	6
3.2. Röle Devresi .....	9
3.3. PWM Devresi .....	11
3.4. Gerçek Zamanlı Saat Modülü .....	13
3.5. Dijital Sinyal Okuma Devresi(5-24V) .....	15
3.6. Sıcaklık ve Nem Verisi Devreleri .....	18
3.7. Akım Okuma Devresi(4-20mA) .....	22
3.8. OLED Devresi .....	24
3.9. Programlama Devresi .....	26
3.10. Kullanıcı Butonları Devresi .....	28
3.11. ESP32&Resetleme Butonu Devresi .....	29
3.12. Genel Bakış .....	31
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	34
5. KAYNAKLAR .....	35
ÖZGEÇMİŞ .....	xxxvi

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. Buck Converter Devresi.....	6
Şekil 1.2. LM1117 Devresi. ....	7
Şekil 1.3. Güç Devresi Layout. ....	8
Şekil 1.4. Güç Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	8
Şekil 2.1. Röle Devresi.....	9
Şekil 2.2. IS281GB Optokuplör Çalışma Grafiği. ....	9
Şekil 2.3. Röle Devresi Layout. ....	10
Şekil 2.4. Röle Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	11
Şekil 3.1. PWM Devresi.....	11
Şekil 3.2. PWM Devresi Layout. ....	12
Şekil 3.3. PWM Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	13
Şekil 4.1. RTC Modül Header Bağlantısı. ....	13
Şekil 4.2. RTC Modülü. ....	13
Şekil 4.3. RTC Modülü Layout.....	14
Şekil 4.4. RTC Modülü PCB 3D Görüntüsü.....	15
Şekil 5.1. Dijital Sinyal Okuma Devresi. ....	15
Şekil 5.2. Dijital Sinyal Okuma Devresi Layout.....	17
Şekil 5.3. Dijital Sinyal Okuma Devresi PCB 3D Görüntüsü.....	18
Şekil 6.1. NTC10K Devresi. ....	18
Şekil 6.2. NTC10K Devresi Layout. ....	19
Şekil 6.3. NTC10K Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	20
Şekil 6.4. Nem Ölçüm Devresi.....	20
Şekil 6.5. Nem Ölçüm Devresi Layout. ....	21
Şekil 6.6. Nem Ölçüm Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	21
Şekil 7.1. Akım Okuma Devresi. ....	22
Şekil 7.2. Akım Okuma Devresi Layout. ....	23
Şekil 7.3. Akım Okuma Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	23
Şekil 8.1. OLED Devresi.....	24
Şekil 8.2. OLED Devresi Layout. ....	25
Şekil 8.3. OLED Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	25
Şekil 9.1. Programlama Devresi.....	26
Şekil 9.2. Programlama Devresi Layout. ....	27
Şekil 9.3. Programlama Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	27
Şekil 10.1. Kullanıcı Butonları Devresi. ....	28
Şekil 10.2. Kullanıcı Butonları Devresi Layout.....	28
Şekil 10.3 Kullanıcı Butonları Devresi PCB 3D Görüntüsü.....	29
Şekil 11.1. ESP32&Reset Devresi. ....	29
Şekil 11.2. ESP32&Reset Devresi Layout. ....	30
Şekil 11.3. ESP32&Reset Devresi PCB 3D Görüntüsü. ....	31
Şekil 12.1. Genel Şematik. ....	31
Şekil 12.2. Genel Layout.....	32
Şekil 12.3. Genel PCB 3D Görüntüsü.....	32
Şekil 12.4. Üretim Sonrası Görüntüsü. ....	33

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

Tablo 1.1. Buck Converter Devresi Çalışma Koşulları.....	6
Tablo 1.2. Buck Converter Devresi Malzeme Listesi. ....	6
Tablo 1.3. LM1117 Devresi Çalışma Koşulları. ....	7
Tablo 1.4. LM1117 Devresi Malzeme Listesi.....	7
Tablo 2.1. Röle Devresi Malzeme Listesi. ....	10
Tablo 3.1. PWM Devresi Malzeme Listesi .....	12
Tablo 4.1. RTC Modül. ....	14
Tablo 5.1. Tavsiye Edilen Dijital Giriş Gerilimi Aralığı . ....	16
Tablo 5.2. Dijital Sinyal Okuma Devresi Malzeme Listesi . ....	17
Tablo 6.1. NTC10K Sıcaklık Ölçüm Aralığı. ....	19
Tablo 6.2.NTC10K Devresi Malzeme Listesi.....	19
Tablo 6.3. Nem Ölçüm Devresi Malzeme Listesi. ....	20
Tablo 7.1. Akım Okuma Devresi Malzeme Listesi.....	22
Tablo 8.1. OLED Pin Bağlantısı. ....	24
Tablo 8.2. OLED Devresi Malzeme Listesi. ....	24
Tablo 9.1. Programlama Devresi Malzeme Listesi. ....	26
Tablo 10.1. Kullanıcı Butonları Devresi Malzeme Listesi .....	28
Tablo 11.2. ESP32&Reset Devresi Malzeme Listesi.....	30

## SİMGELER VE KISALTMALAR

A	Amper
AC	Alternatif Akım
DC	Doğru Akım
KHz	KiloHertz
MHz	MegaHertz
P	Güç
PCB	Printed Circuit Board
PID	Proportional Integral Derivative
PLC	Programmable Logic Controller
PWM	Pulse Width Modulation
V	Volt
$\Omega$	Ohm

## ÖZET

### SOĞUK HAVA DEPOSU KONTROL KARTI

Alihan ÇAKIR

Düzce Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Mühendislik Tasarımı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Uçar

Ocak 2025, 35 sayfa

Bu çalışmada, endüstriyel ihtiyaçlara yönelik olarak bir soğuk hava deposu kontrol kartı ve çevresel birimleri tasarlanmıştır. Tasarım sürecinin temel amacı, aktif olarak soğuk hava depolarında kullanılabilecek işlevsel ve güvenilir bir sistem geliştirmektir. Bu kapsamda, kontrol kartının donanım tasarımı tamamlanmış ve yazılım entegrasyonu başarıyla gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Buck Converter, izolasyonlu opamplar, ESP32

# **ABSTRACT**

## **COLD STORAGE CONTROL BOARD**

Alihan ÇAKIR

Düzce University

Faculty of Engineering, Electrical-Electronics Engineering, Engineering

Supervisor: Dr. Faculty Member Mehmet UÇAR.

January 2025, 35 pages

This work focuses on the design of a control board and peripheral components tailored to meet the demands of industrial cold storage facilities. The primary goal of the design process is to develop a functional and reliable system suitable for active use in such environments. As part of this effort, the hardware design of the control board has been finalized, and its software integration has been successfully completed.

**Keywords:** Buck Converter, Isolated Op-Amps, ESP32



## 1. GİRİŞ

Soğuk hava depoları, gıdaların uygun saklama koşullarında muhafaza edilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Doğru saklama yöntemleri, gıda israfını ve bozulmayı önleyerek sürdürülebilirlik açısından önemli bir katkı sağlar. Günümüzde temiz ve sağlıklı gıdaya erişim, insanlık tarihindeki en büyük zorluklardan biri haline gelmiştir. Artan dünya nüfusu, ihtiyaçların da aynı oranda artmasına neden olmakta, bu da gıdalarımızı her zamankinden daha değerli ve ulaşılması zor hale getirmektedir. Bu nedenle, gıdaların korunması ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi için daha etkili çözümler geliştirilmelidir.

Ürünlerin ilk günlük tazeliklerini uzun süre koruyabilmesi ve bu süreçte minimum enerji tüketimi sağlanması için, saklanacak ürünün özelliklerine ve saklama amacına uygun depoların tasarlanması gereklidir. Ancak klasik soğuk hava depolarının kontrol sistemleri, enerji tasarrufu ve gıda güvenliği açısından yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, dinamik olmayan yapıları ve farklı gıda çeşitlerine uyum sağlayamayan tasarımları, maliyet etkinliği açısından da dezavantajlıdır. Bu durum, enerji tasarrufu, kullanıcı dostu ve akıllı soğuk hava deposu çözümlerine olan ihtiyacı artırmaktadır.

Bu bağlamda, geliştirilen kontrol kartı, enerji verimliliği, gıda güvenliği ve sistem adaptasyonu gibi kritik hedefleri karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Akıllı kontrol sistemlerinin, kullanıcı dostu bir yapıyla sunulması, yalnızca teknik açıdan değil, aynı zamanda ekonomik ve çevresel açıdan da katma değer sağlamaktadır. Bu projeyle, geleneksel sistemlerin sınırlamalarını aşarak, sürdürülebilir ve yenilikçi soğuk hava depolama çözümleri için çalışmalar yapılmıştır.

## 2. GEREKSİNİMLER

### 2.1 Besleme Gereksinimi- Anahtarlama Regülatörlerin Önemi ve Gerilim uyumu

Akıllı soğuk hava depoları, genellikle **PLC** sistemleri ile entegre çalışmaktadır. Bu nedenle, farklı kontrol sistemlerinin uyumlu bir şekilde çalışması büyük önem taşımaktadır. Endüstriyel standartlara uygun olarak, **PLC** sistemleri genellikle 24V DC ile çalışır. Bu doğrultuda, tasarlanan kontrol kartının da 24V DC giriş gerilimi ile beslenmesi planlanmıştır.

Kontrol kartı üzerinde kullanılan mikrodenetleyiciler ve entegre devre birimlerinin çalışabilmesi için, 24V'luk giriş geriliminin 5V ve 3.3V seviyelerine düşürülmesi gerekmektedir. Bu gerilim dönüşümünü sağlamak amacıyla, piyasada yaygın olarak bulunan ve maliyet açısından uygun olan Buck Converter devresi tercih edilmiştir.

**Buck Converter**, lineer regülatörlerden farklı olarak anahtarlama prensibine sahiptir. Yapısında bulunan anahtarlama elemanları sayesinde, güç kayıplarını minimize eder ve daha kararlı bir çıkış gerilimi sağlar. Bu özellikleri, **Buck Converter** devrelerini düşük enerji tüketimi ve yüksek verimlilik gerektiren uygulamalarda ideal bir çözüm haline getirmektedir. Endüstriyel sistemlerde, maliyet etkinliği ve kararlılık, kullanılacak bileşenlerin seçiminde kritik faktörlerdir.

Bu devre, ayarlanabilir yapıda tasarlanmıştır ve prototip aşamasında kullanılacak güç kaynağının sabit 24V DC çıkışına sahip olmama durumu toleranslı olarak belirlenmiştir. Güç kaynağı tercihi sonrasında, devre sabit (fixed mode) moda geçirilmelidir. Bu geçiş, güç kaynağının kararlı bir çıkış sağlamasını garanti ederken, aynı zamanda maliyetlerin azaltılmasına olanak tanır.

## 2.2 Kontrol gereksinimi- **PID** Tabanlı Enerji Verimliliği Yaklaşımı:

Soğuk hava depoları, yapıları gereği soğutma sistemleriyle donatılmıştır. Bu sistemler, temel olarak bir klima yapısını andırır ve uzun yıllardır çalışma prensiplerinde büyük bir değişiklik olmamıştır. Depoların istenen sıcaklıkta tutulabilmesi için bu soğutma sistemlerinin aktif olarak çalışması gerekmektedir. Ancak, farklı iklim koşulları, sıcaklık değişim hızları ve nem oranları gibi faktörler soğutma sistemlerinin çalışma performansı üzerinde önemli zorluklar oluşturmaktadır.

Klimalar, genellikle belirli bir sıcaklık derecesinde tutulabilmesi için kontrol sistemleriyle açılıp kapatılır. Geleneksel sistemlerde, yalnızca sıcaklık uygun koşullara ulaştığında sistemin devre dışı bırakılması ve sıcaklık istenen seviyeye ulaşana kadar sistemin tam kapasite çalışması gibi basit bir kontrol yöntemi uygulanır. Ancak bu yöntem, enerji tüketimini artırmakta ve dinamik olmayan şebeke yüklemesi nedeniyle enerji maliyetlerini yükseltmektedir.

Bu verimsizlikleri gidermek ve enerji tasarrufu sağlamak için **PID** tabanlı kontrol sistemleri tercih edilmektedir. **PID** kontrol sistemi, klimanın çalışmasını sürekli izleyerek istenen sıcaklık değerine uygun kararlı bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu sayede, enerji verimliliği artırılarak hem gıda güvenliği için ideal koşullar oluşturulur hem de işletim maliyetleri düşürülür.

Bu çalışma kapsamında tasarlanan kontrol devresinde, bir adet izoleli **PWM** çıkışı temsili olarak kullanılmıştır. Ayrıca, kullanıcı ihtiyaçlarına yönelik alternatif çözümler sunmak amacıyla izoleli **Röle** devresi tasarlanmış ve kontrol kartına entegre edilmiştir.

### 2.3 Sensör Girişlerinin İzolasyonu- Optokuplör Kullanımı

PLC kullanılan ve kullanılmayan sistemlerde, soğuk hava depolarının giriş ve çıkışlarını izleyen sensörler, 5V veya 24V seviyelerinde bilgi gönderir. Bu sensörlerin giriş ve çıkışlarının karışmasını ve beklenmedik yüksek gerilim-akım değerlerinin kontrol kartına zarar vermesini önlemek için **OptoKuplörler** kullanılmıştır. Optokuplörler, elektriksel izolasyon sağlayarak, olası hatalı bağlantılardan kontrol kartını korur. Bu sayede sistem güvenliği artırılır ve donanımın ömrü uzatılır. Bu devre yapısı **Röle** tetiklenmesinde ve **PWM** çıkış sinyalinde kullanılmıştır.

### 2.4 Veri Transferi ve Akım Okuma- Op-Amp Tabanlı İzolasyon Çözümü

Kontrol kartları, soğuk hava deposunun klima sistemlerinden uzak mesafelerde konumlandırılabilir. Bu durum, veri transferi sırasında hat gürültüsü, harmonik etkiler ve kayıplar nedeniyle sinyal kalitesinin bozulmasına neden olabilir. Bu sorunu çözmek için, veriyi akım olarak alıp gerilim seviyesinde okuyabilen bir akım okuyucu devresi tasarlanmıştır. Devre, yüksek empedansa sahip **Op-Amp** entegreleri kullanılarak izoleli bir yapıda tasarlanmıştır. **Op-Amp**'lar, girişlerindeki yüksek empedans nedeniyle yüksek akımlara karşı tampon özelliği gösterir. Ayrıca, yüksek gerilim koşullarını bertaraf etmek için, **Op-Amp**'ların voltaj takipçisi özelliklerinden yararlanılarak, kontrol kartının güvenliği sağlanmıştır.

### 2.5 Kullanıcı Arayüzü ve Görselleştirme- OLED Ekran ve Kontrol Butonları

OLED ekran, sistemin çalışma durumu, sıcaklık değerleri ve diğer parametrelerin görsel olarak izlenmesini sağlar. Ayrıca, menüler ve arayüzler arasında geçiş yapabilmek ve yönetim işlemlerini kolaylaştırmak için kullanıcı butonları entegre edilmiştir. Bu sayede, kullanıcılar sistem üzerinde hızlıca değişiklikler yapabilir ve gerektiğinde ayarları düzenleyebilir.

## **2.6 Programlama Yapısı**

Kontrol kartı üzerine entegre edilmiş bir programlama yapısı bulunmaktadır. Endüstriyel pazarda genellikle bu tür programlama devreleri kartlara dahil edilmez ve seri programlama yapılabilmesi için ek donanım tasarlanır. Bu yaklaşım, maliyetleri düşürmek için tercih edilmektedir. Ancak bu tasarımda, kartın prototip olduğu varsayılarak kolaylık oluşturması açısından programlama devresi, doğrudan kontrol kartına dahil edilmiştir.

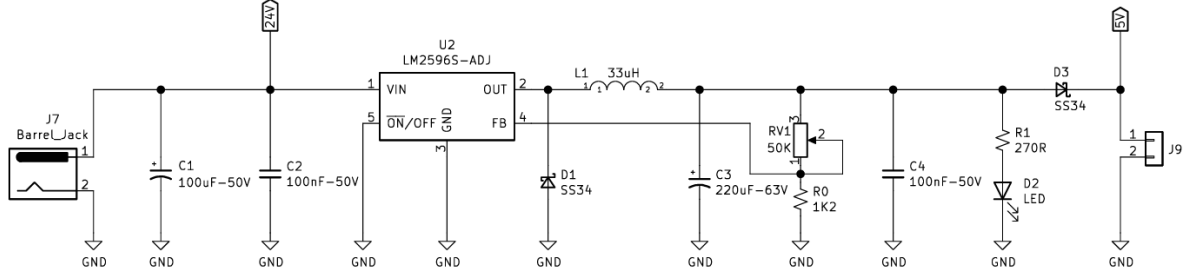
## **2.7 Gerçek Zamanlı Saat (RTC) Entegrasyonu**

Saha koşullarında yaşanabilecek elektrik kesintileri ve işlem takibi açısından kontrol kartının enerjisinden bağımsız çalışabilen bir gerçek zamanlı saat (RTC) entegresine ihtiyaç duyulmuştur. Bu doğrultuda, kesintisiz zaman takibi sağlamak için bir RTC modülü tasarıma eklenmiştir.

### 3.DEVRE YAPILARI

#### 3.1 Besleme Devresi

24V-5V



Şekil 1.1. Buck Converter Devresi

PARAMETRE	GİRİŞ	ÇIKIŞ	DEĞER	TİP
BESLEME GERİLİM	24	5	-	V
BESLEME AKIMI	~1	~1	-	A
ÇALIŞMA FREKANSI	-	-	150	KHZ
GERİLİM REGÜLASYONU	-	~1	-	%
BOBİN REGÜLASYONU	-	MAKS:1.4 MIN:0.6	-	A

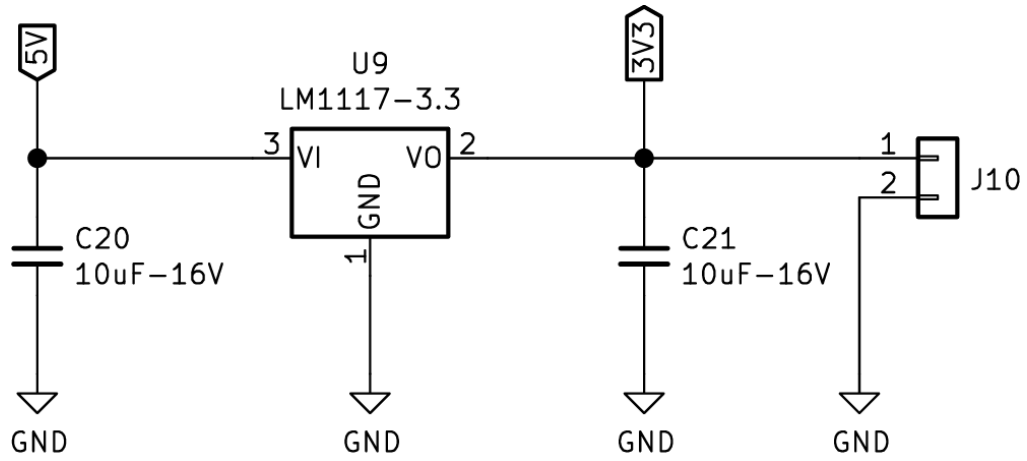
Tablo 1.1. Buck Converter Devresi Çalışma Koşulları

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
LM2596S-ADJ REGÜLATÖRÜ	40-4.5V 3A	TO-263-5	<a href="#">URL</a>	1
SS34 SCHOTTKY DİYOT	40V 3A	DO214AB (SMC)	<a href="#">URL</a>	2
POT	50K	THT	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	100uF -50V KUTUPLU	SMD 7x10mm	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	100nF-50V	SMD 0805	<a href="#">URL</a>	2

KAPASİTÖR	220uF-63V KUTUPLU	SMD 10x10mm	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	270R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	1K2R	SMD 0805	<a href="#">URL</a>	1
GÜÇ SOKETİ		THT	<a href="#">URL</a>	1

**Tablo 1.2.** Buck Converter Devresi Malzeme Listesi

5V-3.3V



**Şekil 1.2.** LM1117 Devresi

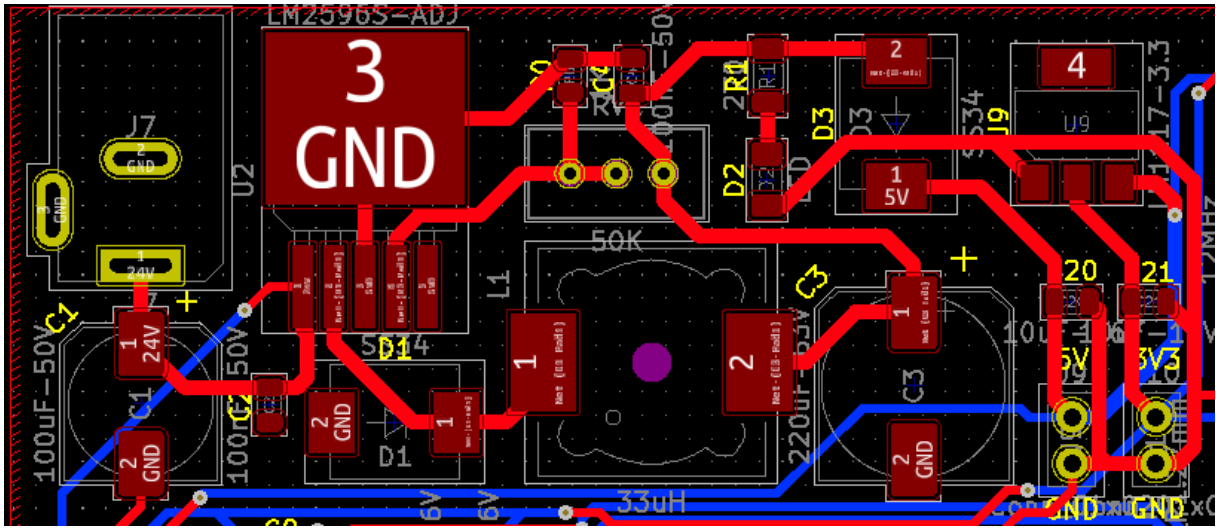
PARAMETRE	GİRİŞ	ÇIKIŞ	DEĞER	TİP
BESLEME GERİLİM	5	3.3	-	V

**Tablo 1.3.** LM1117 Devresi Çalışma Koşulları

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
LM1117 REGÜLATÖRÜ	10-3.3V	SOT-223-4	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	10uF-16V	SMD 0805	<a href="#">URL</a>	2

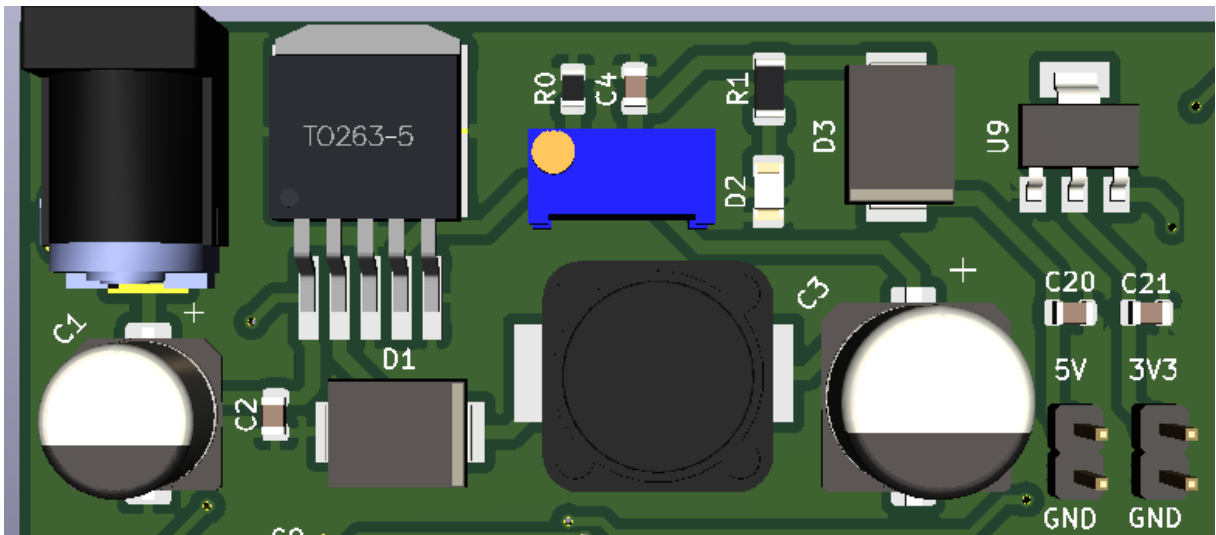
**Tablo 1.4.** LM1117 Devresi Malzeme Listesi

### PCB tasarımı (Layout):



### Şekil 1.3. Güç Devresi Layout

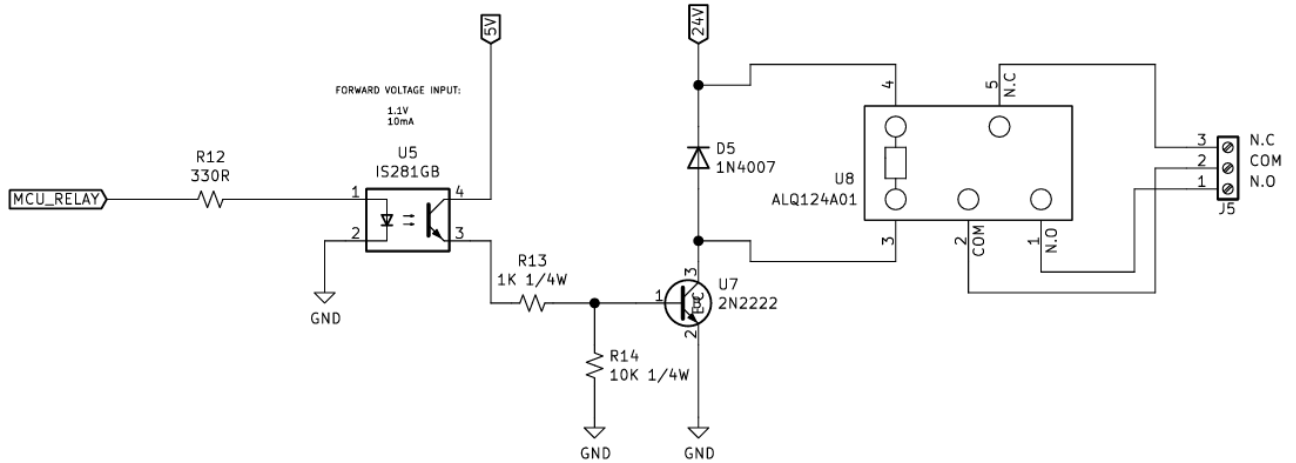
PCB 3D görüntüsü:



### Şekil 1.4. Güç Devresi PCB 3D Görüntüsü



### 3.2 Röle Devresi



Şekil 2.1. Röle Devresi

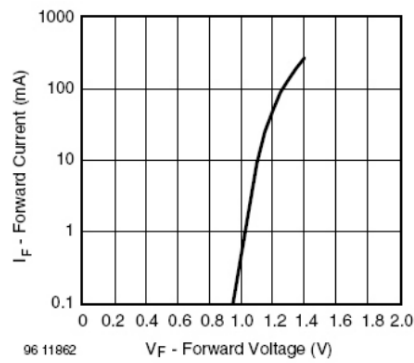


Figure 5. Forward Current vs. Forward Voltage

Şekil 2.2. IS281GB Optokuplörü Optokuplör Çalışma Grafiği

Optokuplörün çalışma grafiği Şekil 2.2’de gösterilmiştir. Önerilen çalışma seviyesi olarak 1.1V ve 10mA değerleri belirlenmiş, bu değerlere uygun bir giriş devresi tasarlanarak uygun direnç seçilmiştir.

Mikrodenetleyiciden gelen tetikleme sinyali, optokuplörü ilettime geçirir ve bu işlem U7 transistörünü tetikler. U7 transistörünün ilettime geçmesiyle birlikte röle devreye girer. Bu yapı, endüstriyel ortamlarda fan, kapı gibi sistemlerin kontrolünü güvenilir bir şekilde sağlamak için kritik öneme sahiptir.

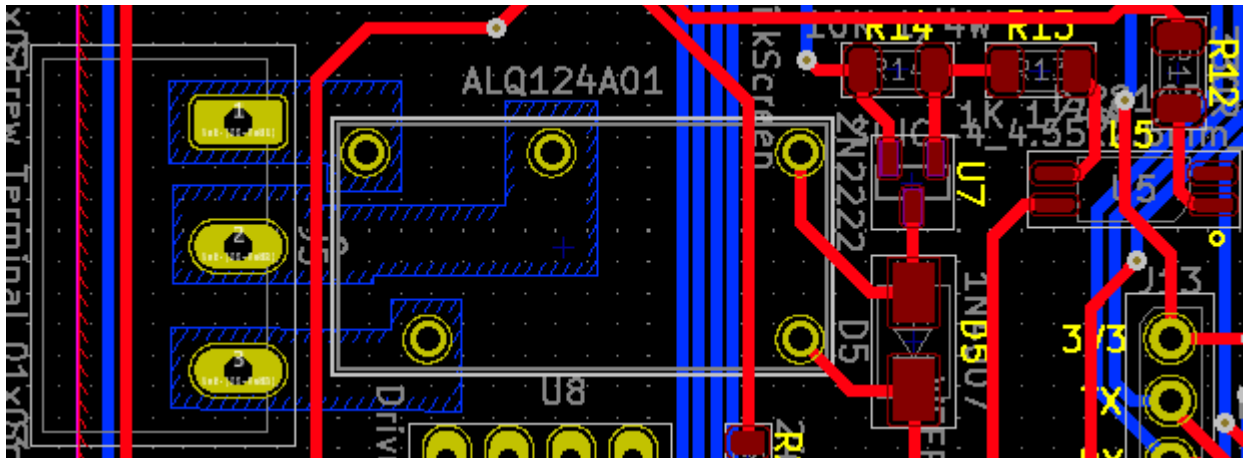
Dikkat edilmesi gereken bir husus, rölenin U7 transistörünün 3 numaralı bacağına (kolektör) bağlanmasıdır.

Bu bağlantı sayesinde röle, daima 24V gerilime maruz kalır ve J5 terminalleri her zaman iletimde bulunur. Bu yaklaşım, endüstriyel uygulamalarda kontrol edilen sistemlerin güvenliğini artırmayı amaçlayan özel bir durumdur.

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
IS281GB OPTOKUPLÖR	İLERİ GİRİŞ GERİLİMİ: 1.2V ÇIKIŞ: 50mA 80V	SO4	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	330R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	1K	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	10K	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
2N2222 TRANSİSTÖR	-	SOT-23	<a href="#">URL</a>	1
1N4007 DİYOT	1000V 1A	DO-214AC	<a href="#">URL</a>	1
ALQ124A01 RÖLE	24V 10A 250VAC- 30VDC	THT	<a href="#">URL</a>	1
3 PİN 5.08mm KLEMENS	-	THT	<a href="#">URL</a>	1

**Tablo 2.1.** Röle Devresi Malzeme listesi

PCB tasarımı (Layout):



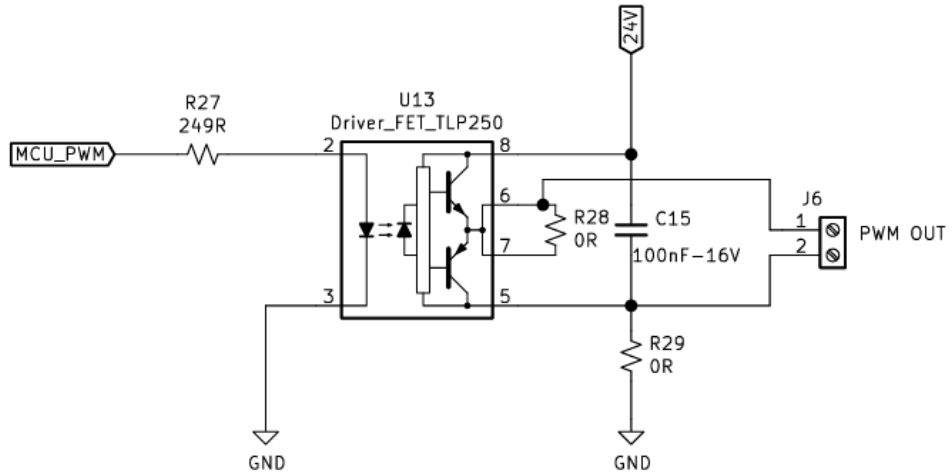
**Şekil 2.3.** Röle Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 2.4. Röle Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.3 PWM Devresi

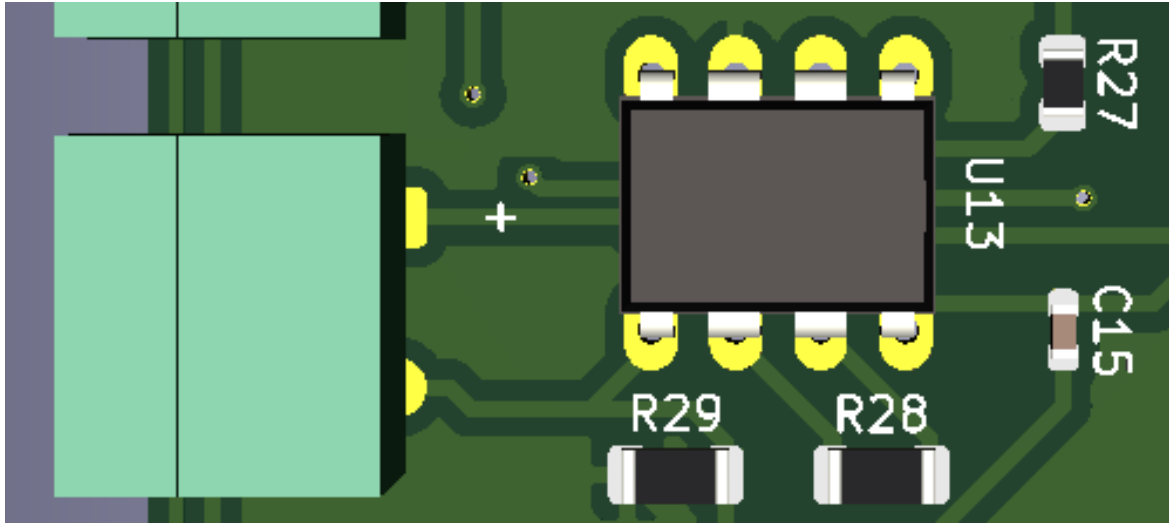


Şekil 3.1. PWM Devresi

Şekil 3.1'deki U13, MOSFET sürücü çıkışlı bir optokuplör olup, 25 kHz anahtarlama frekansında ve 24V DC ile çalışarak PWM sinyalini destekler. Bu yapı, sahadaki kablolama hatalarına karşı devreyi koruma sağlar ve endüstriyel uygulamalar için uygundur.

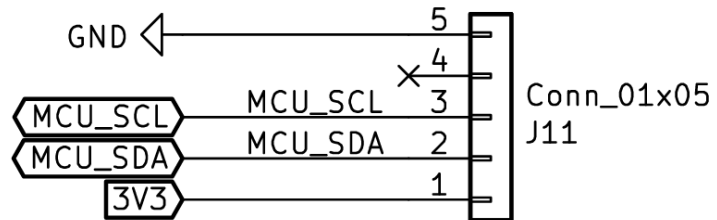


PCB 3D görüntüsü:

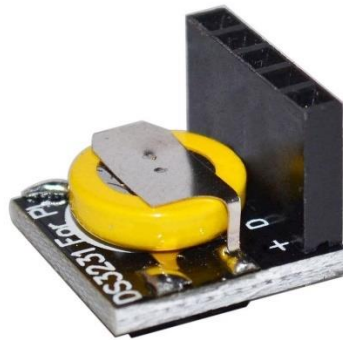


Şekil 3.3. PWM Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.4 Gerçek Zamanlı Saat Modülü



Şekil 4.1. RTC Modül Header Bağlantısı



Şekil 4.2. RTC Modülü

Şekil 4.2’deki RTC modülü, prototip ve test aşamaları için tercih edilmiştir. Dahili pili sayesinde kontrol kartı beslemesine ihtiyaç duymadan gerçek zamanlı çalışabilir. Bu özellik, sistemin kesintisiz zaman takibi yapabilme kabiliyeti sağlar.

10

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
DS3231 RTC MODULÜ	-	-	<a href="#">URL</a>	1

**Tablo 4.1.** RTC Modülü

PCB tasarımı (Layout):



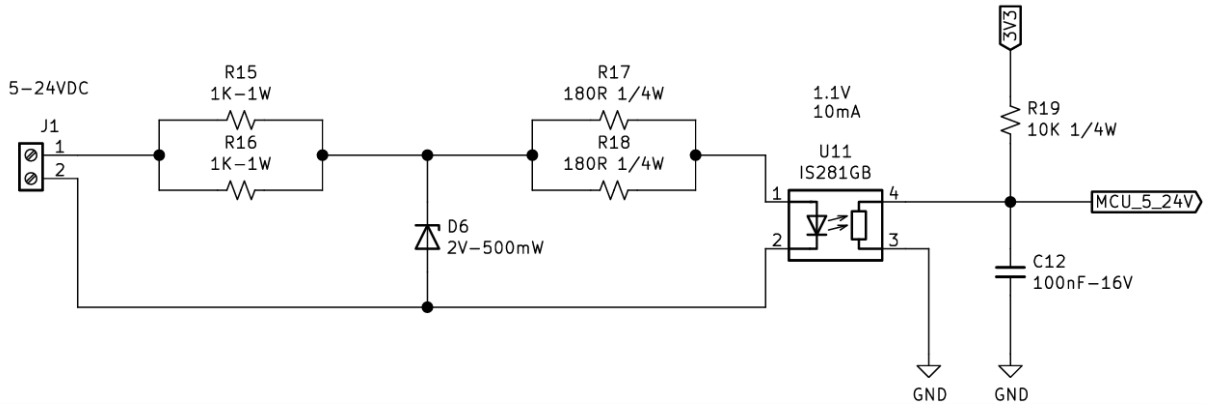
**Şekil 4.3.** RTC Modülü Bağlantı Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 4.4. RTC Modülü PCB 3D Görüntüsü

### 3.5 Dijital Sinyal Okuma Devresi (5-24V)



Şekil 5.1. Dijital Sinyal Okuma Devresi

Dijital sinyal okuma devresi, optokuplörün girişinden başlayarak devrenin sol tarafına doğru tasarlanmıştır. Şekil 2.2’de gösterilen optokuplörün çalışma grafiği doğrultusunda, 1.1V ve 10mA değerlerinde bir çalışma hedeflenmiştir. Bu gerilim seviyesini sabit tutmak için 2V’luk bir zener diyot seçilmiş ve zener diyot üzerinde oluşan voltaj düşümü sonrasında optokuplör için gerekli olan 0.9V’luk gerilimi sağlamak amacıyla 90 ohm direnç kullanılmıştır. Bu ihtiyacı karşılamak için devrede 2 adet 180 ohm direnç paralel bağlanmıştır.

$$R=V/I$$

$$R= (2 \text{ V}-1.1\text{V}) / 10\text{mA} =90\Omega$$

$$90\Omega= (180\Omega \times 180\Omega) / (180\Omega + 180\Omega)$$

R17, R18: 180Ω

Zener diyottan sonra, giriş akımını sınırlamak amacıyla ek bir akım sınırlama devresi tasarlanmış ve sistem 5V giriş gerilimine uygun şekilde yapılandırılmıştır. Direnç seçimi, akım değerleri ve güç harcama sınırları, sistemin güvenliği ve verimliliği için kritik olup, dayanım sınırları **Tablo 5.1.**'de detaylandırılmıştır. Her iki koşulda da devre doğru çalışmaktadır.

Tavsiye edilen giriş gerilimi aralığı:

GİRİŞ GERİLİMİ	DİRENÇ ÜZERİNE DÜŞEN GERİLİM	DİRENÇ DEĞERİ	DİRENÇ AKIMI	R15,R16 DİRENÇ GÜCÜ	R17, R18 ÜZERİNDEN GEÇEN AKIM
24V	22V	500 Ω	44mA	0.968W	30mA
5V	3V	500 Ω	6mA	18mW	5mA

**Tablo 5.1.** Tavsiye Edilen Dijital Giriş Gerilimi Aralığı

R15 ve R16 dirençleri, 500 Ω empedansı sağlamak için paralel bağlı 1 K Ω dirençlerden oluşmaktadır. Devrenin güç sınırları, **Tablo 5.1**'de belirtildiği gibi yaklaşık 1W değerine ulaşmıştır. Dirençlerin korunmasını sağlamak amacıyla güç, her bir dirençte 1W olarak eşit şekilde dağıtılmıştır.

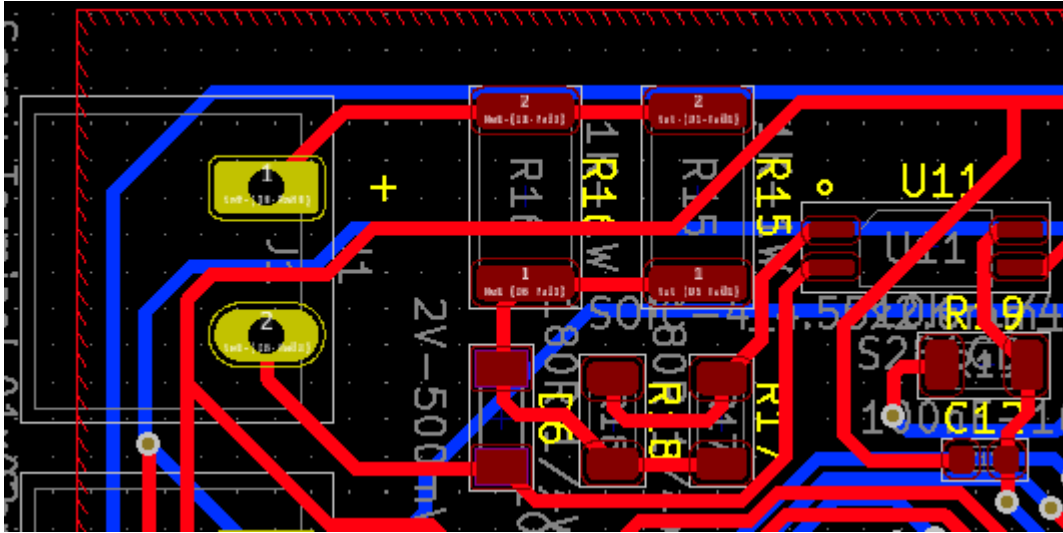
Devrenin mikrodenetleyici öncesi kısmında, girişin 3.3V seviyesinde tutulması amacıyla bir R19 pull-up (yüksek seviye) direnci eklenmiştir. Bu tasarım, endüstriyel uygulamalardaki özel durumlarda giriş güvenliğini artırmayı ve çıkış kapasitörü C12 ile sistem kararlılığını sağlamayı hedefler.



MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
IS281GB OPTOKUPLÖR	İLERİ GİRİŞ GERİLİMİ: 1.2V ÇIKIŞ: 50mA 80V	SO4	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	10K 1/4W	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	1K 1W	SMD 2512	<a href="#">URL</a>	2
DİRENÇ	180R 1/4W	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	2
KAPASİTÖR	100nF-16V	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	1
ZENER DİYOT	2V 500mW	SOD80	<a href="#">URL</a>	1

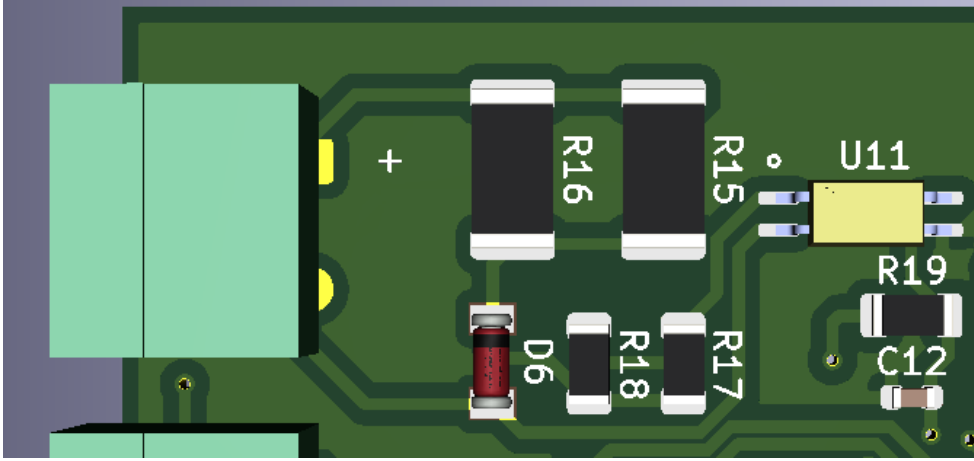
**Tablo 5.2.** Dijital Sinyal Okuma Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):



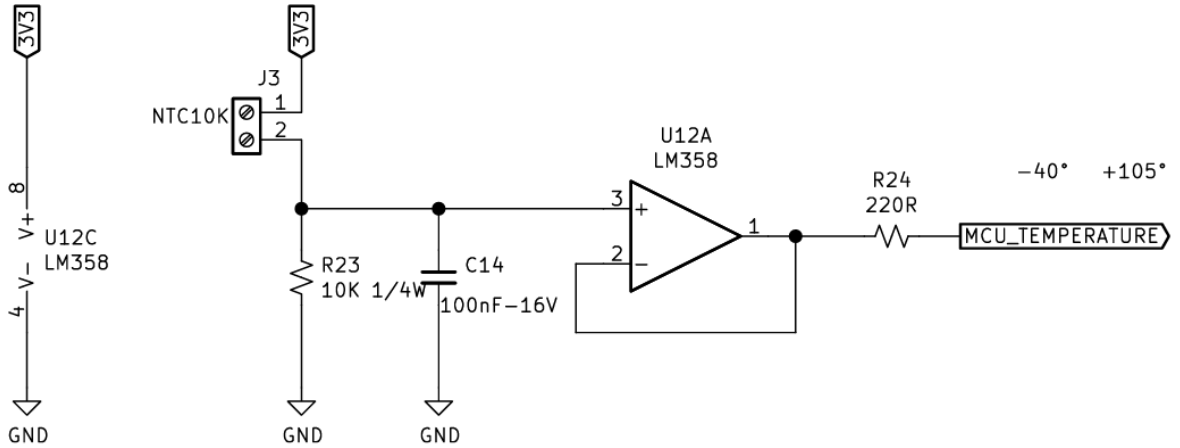
**Şekil 5.2.** Dijital Sinyal Okuma Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 5.3. Dijital Sinyal Okuma Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.6 Sıcaklık ve Nem Verisi Devreleri



Şekil 6.1 NTC10K Devresi

Şekil 6.1’de gösterilen devre, NTC10K sıcaklık sensörünü destekleyen izoleli bir op-amp devresidir. NTC10K, ortam sıcaklığına bağlı olarak direncini değiştirir. Bu özellik, sensör ile seri bağlı R23 direnciyle oluşturulan gerilim bölücü devresi sayesinde, sıcaklık bilgisinin analog gerilim olarak sisteme aktarılmasını sağlar. Ayrıca, R24 direnci devrede akım sınırlaması yaparak devre korumasını artırır ve sensörün güvenli çalışmasını destekler.

Devrede kullanılan op-amplar, 3.3V ile beslenmektedir.

Bu tasarım, kontrol kartında kullanılan **ESP32** mikrodenetleyicisinin maksimum 3.3V giriş gerilimi sınırına uyum sağlamaktadır. Bu sayede, mikrodenetleyicinin giriş pinleri korunur.

Sıcaklık ölçüm aralığı:

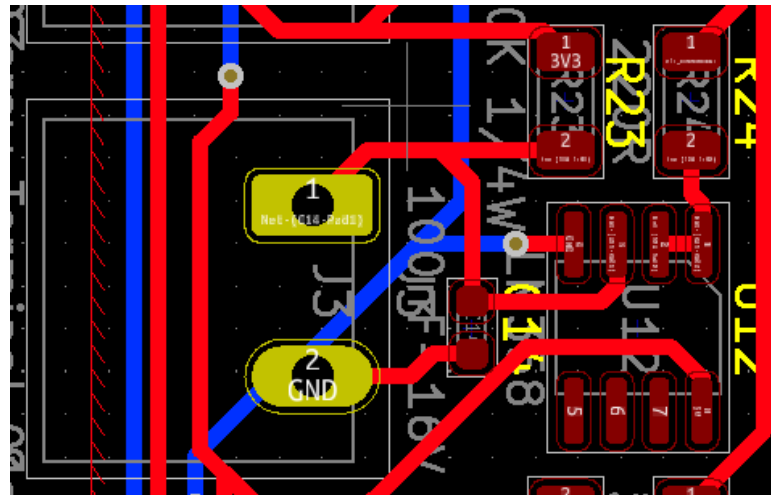
-40°C	105°C
-------	-------

**Tablo 6.1.** NTC10K Sıcaklık Ölçüm Aralığı

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
LM358 OP-AMP	-	SOIC8	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	220R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	10K	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	100nF-16V	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	1
2 PİN 5.08mm KLEMENS	-	THT	<a href="#">URL</a>	1

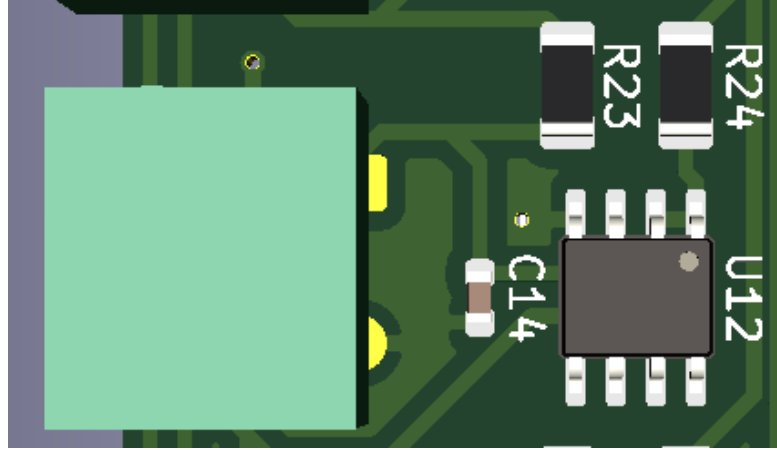
**Tablo 6.2.** NTC10K Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):

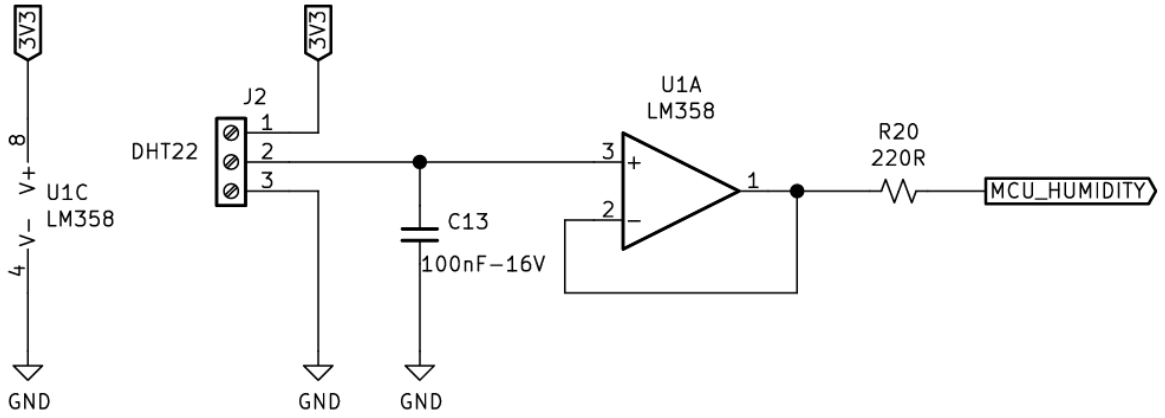


**Şekil 6.2.** NTC10K Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 6.3. NTC10K Devresi PCB 3D Görüntüsü



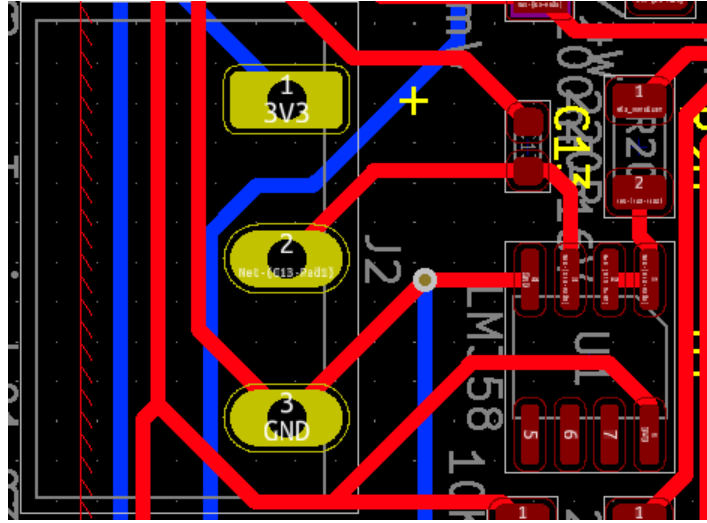
Şekil 6.4. Nem Ölçüm Devresi

Nem verisi benzer bir devre yapısı ile okunur.

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
LM358 OP-AMP	-	SOIC8	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	220R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	100nF-16V	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	1
3 PİN 5.08mm KLEMENS	-	THT	<a href="#">URL</a>	1

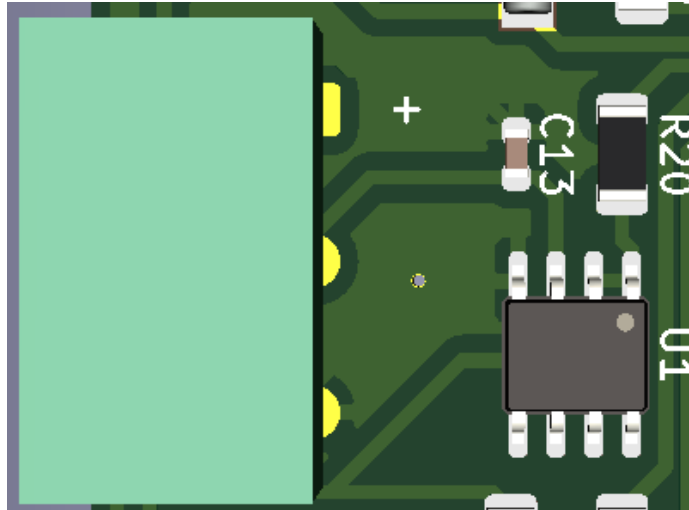
Tablo 6.3. Nem Ölçüm Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):



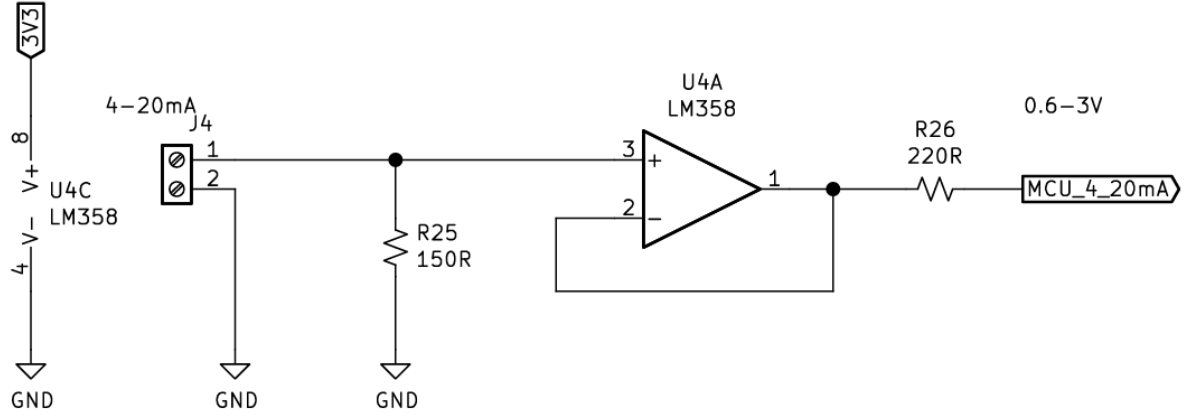
Şekil 6.5. Nem Ölçüm Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 6.6. Nem Ölçüm Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.7 Akım Okuma Devresi (4-20mA)



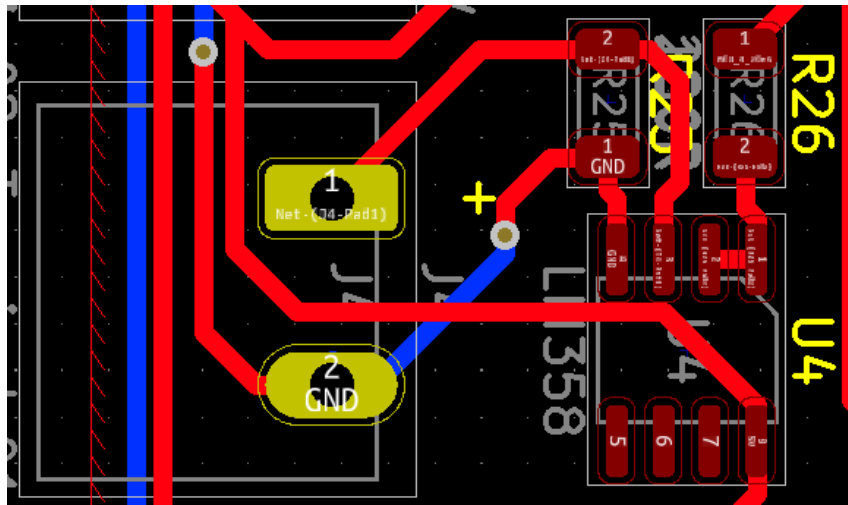
**Şekil 7.1.** Akım Okuma Devresi

4-20mA arası gönderilen akım değerini ölçmek için, R25 direnci kullanılarak akımın gerilim düşümüne dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Bu yöntem, akım sinyalinin gerilim seviyesine çevrilerek mikrodenetleyici tarafından analog olarak okunmasını sağlar.

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
LM358 OP-AMP	-	SOIC8	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	220R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	150R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
2 PİN 5.08mm KLEMENS	-	THT	<a href="#">URL</a>	1

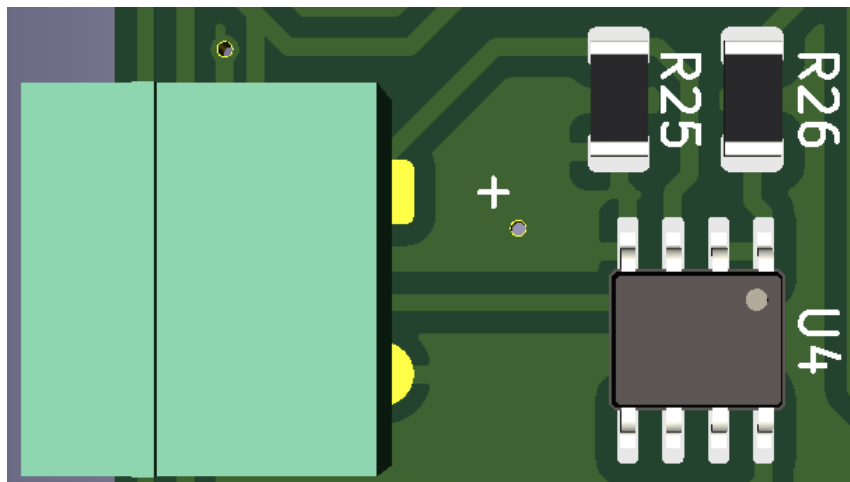
**Tablo 7.1.** Akım Okuma Devresi Malzeme Listesi

### PCB tasarımı (Layout):



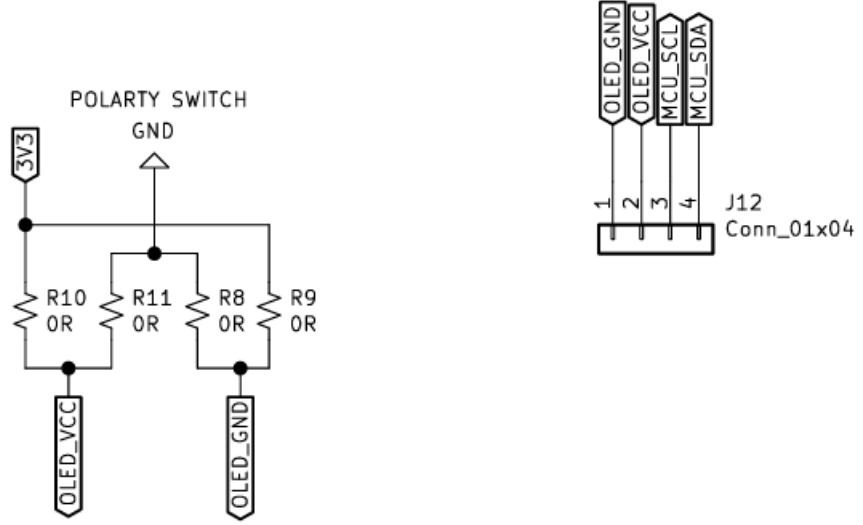
### Şekil 7.2. Akım Okuma Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



### Şekil 7.3. Akım Okuma Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.8 OLED Devresi



Şekil 8.1. OLED Devresi

OLED pin bağlantıları:

R8, R10	1-3V3 2-GND 3-SCL 4-SDA
R9, R11	1-GND 2-3V3 3-SCL 4-SDA

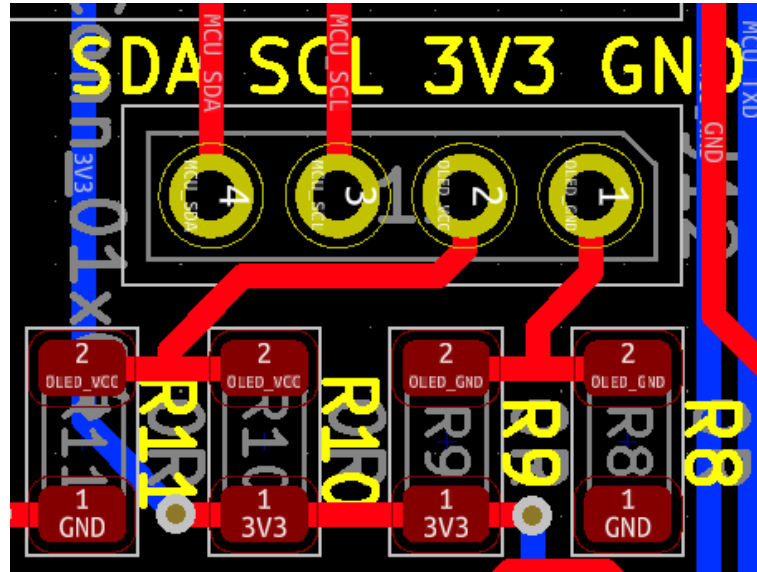
Tablo 8.1. OLED Pin Bağlantısı

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
DİRENÇ	0R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	4

Tablo 8.2. OLED Devresi Malzeme Listesi

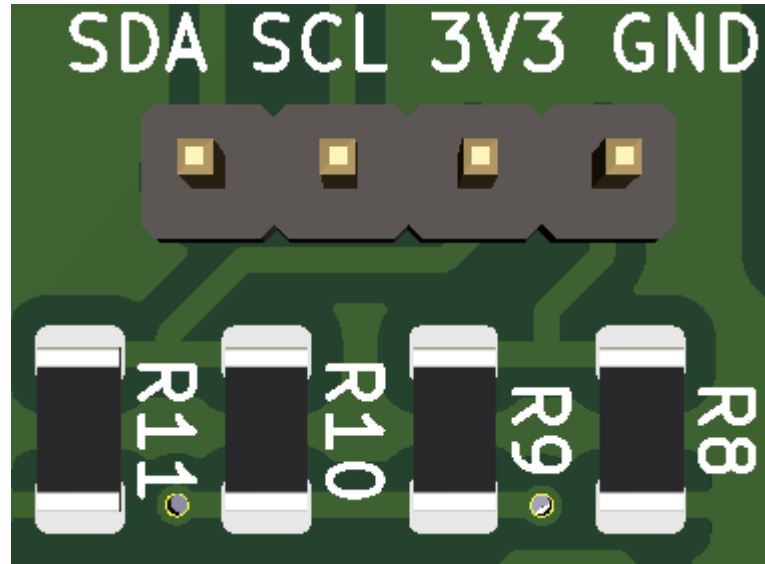


PCB tasarımı (Layout):



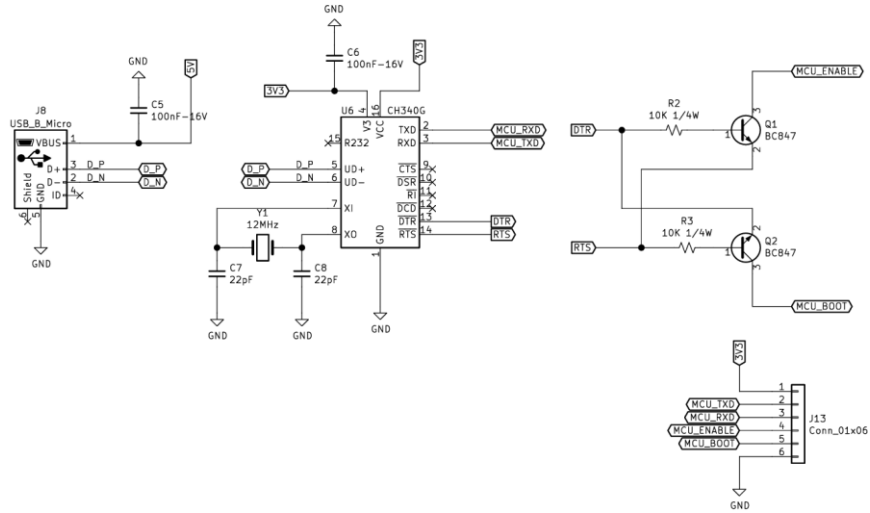
Şekil 8.2. OLED Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 8.3. OLED Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.9 Programlama Devresi

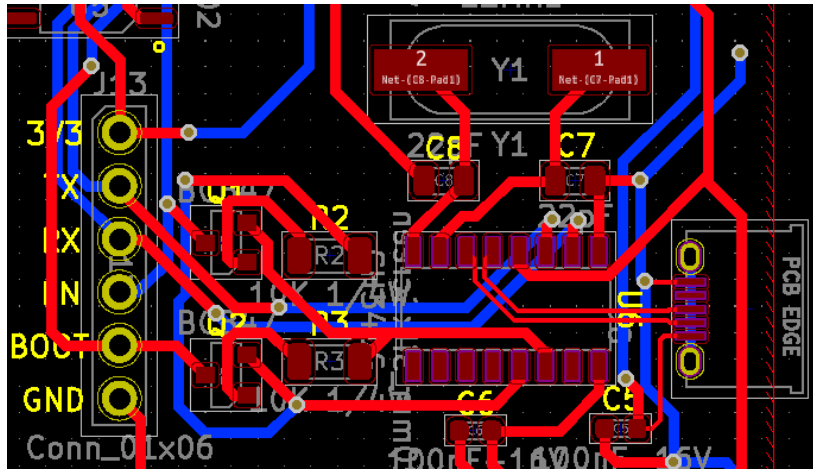


### Şekil 9.1. Programlama Devresi

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
DİRENÇ	10K 1/4W	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	2
KAPASİTÖR	100nF-16v	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	2
CH340G	-	SOP-16	<a href="#">URL</a>	1
BC547 TRANSİSTÖR	-	SOT-23	<a href="#">URL</a>	1
USB B SOKET	-	THT	<a href="#">URL</a>	1
KRİSTAL OSİLATÖR	12MHz	HC49-SD	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	22pF	SMD 0805	<a href="#">URL</a>	2

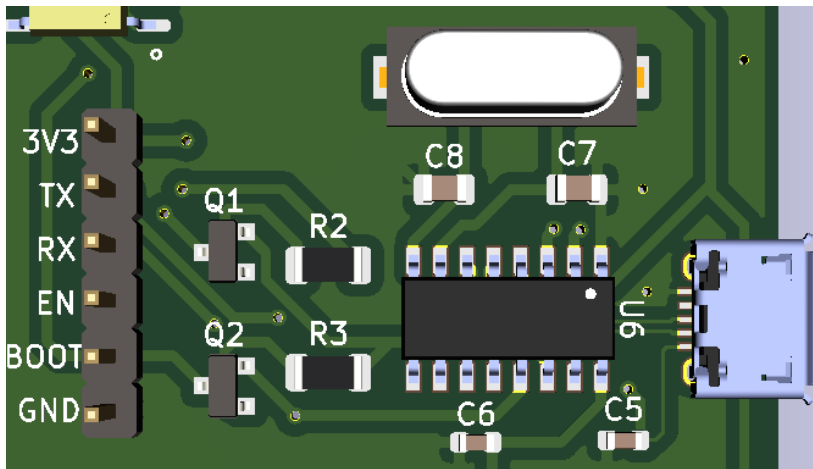
**Tablo 9.1.** Programlama Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):



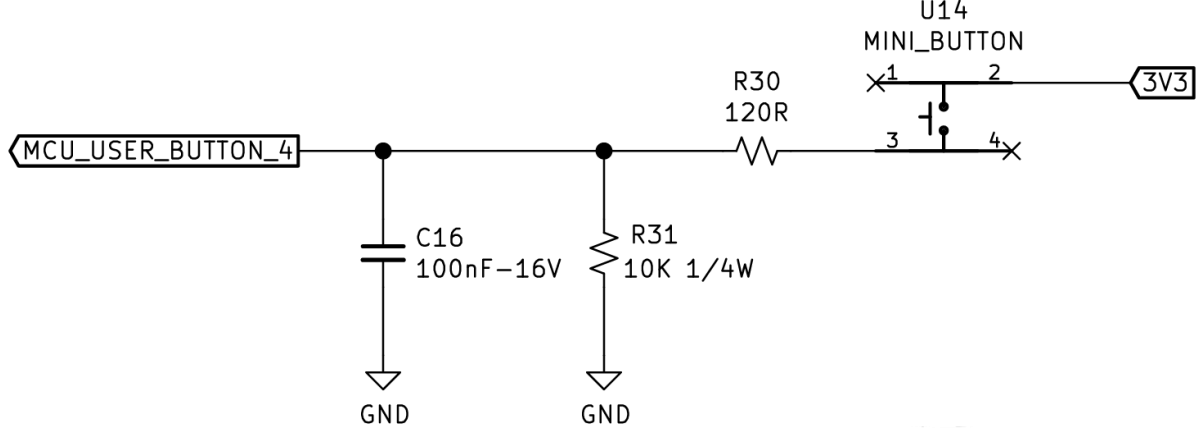
Şekil 9.2. Programlama Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 9.3. Programlama Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.10 Kullanıcı Butonları Devresi

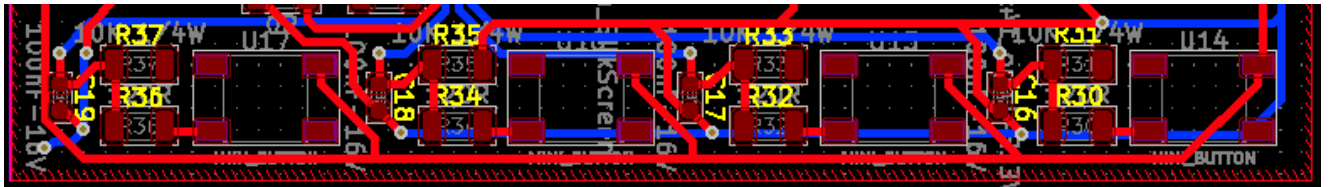


Şekil 10.1. Kullanıcı Butonları Devresi

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
DİRENÇ	10K 1/4W	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	4
DİRENÇ	120R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	4
KAPASİTÖR	100nF-16V	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	4
MINİ BUTON	-	SMD 5x5 2mm	<a href="#">URL</a>	4

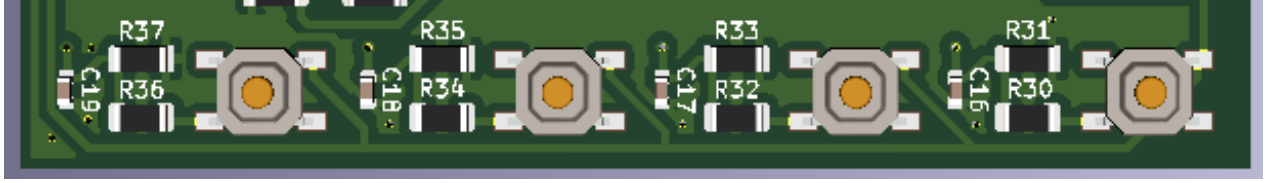
Tablo 10.1. Kullanıcı Butonları Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):



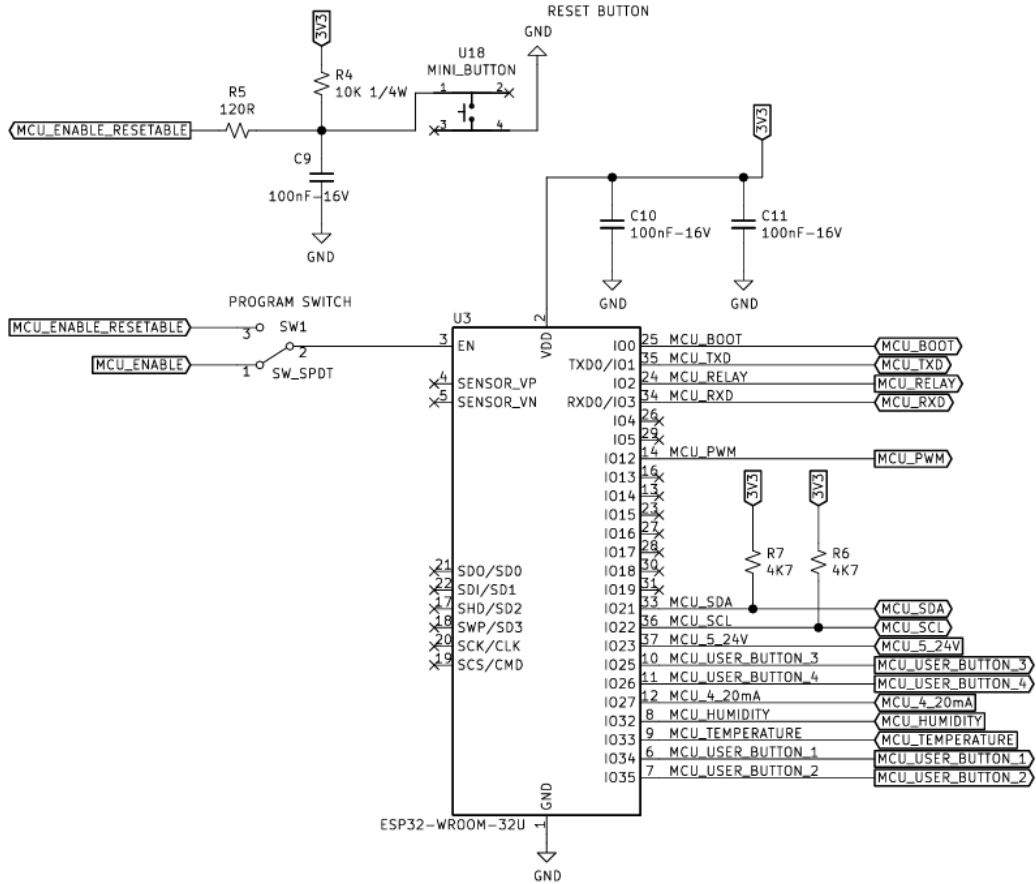
Şekil 10.2. Kullanıcı Butonları Devresi Layout

PCB 3D görüntüsü:



Şekil 10.3. Kullanıcı Butonları Devresi PCB 3D Görüntüsü

### 3.11 ESP32 & Resetleme Butonu Devresi

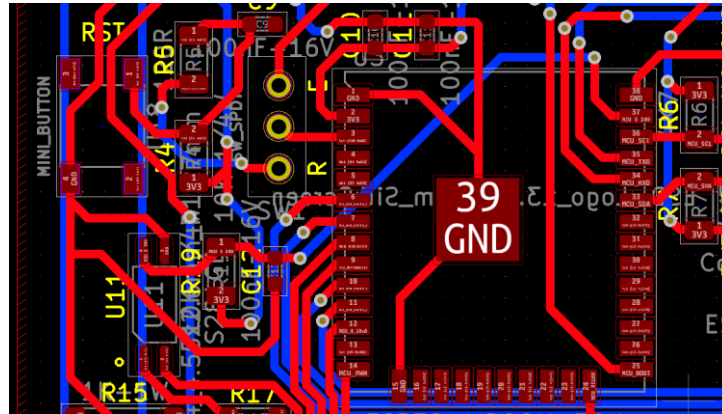


Şekil 11.1. ESP32 & Reset Devresi

MALZEME	DEĞER	KILIF	TEDARİK	ADET
DİRENÇ	10K 1/4W	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	4
ESP32U -WROOM	-	-	<a href="#">URL</a>	1
DİRENÇ	120R	SMD 1206	<a href="#">URL</a>	1
KAPASİTÖR	100nF-16V	SMD 0603	<a href="#">URL</a>	1
ANAHTAR	-	THT	<a href="#">URL</a>	1

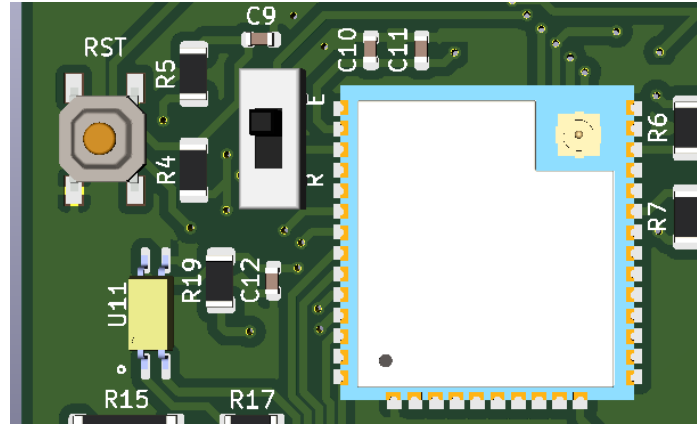
**Tablo 11.1.** ESP32 & Reset Devresi Malzeme Listesi

PCB tasarımı (Layout):



**Şekil 11.2.** ESP32 & Reset Devresi Layout

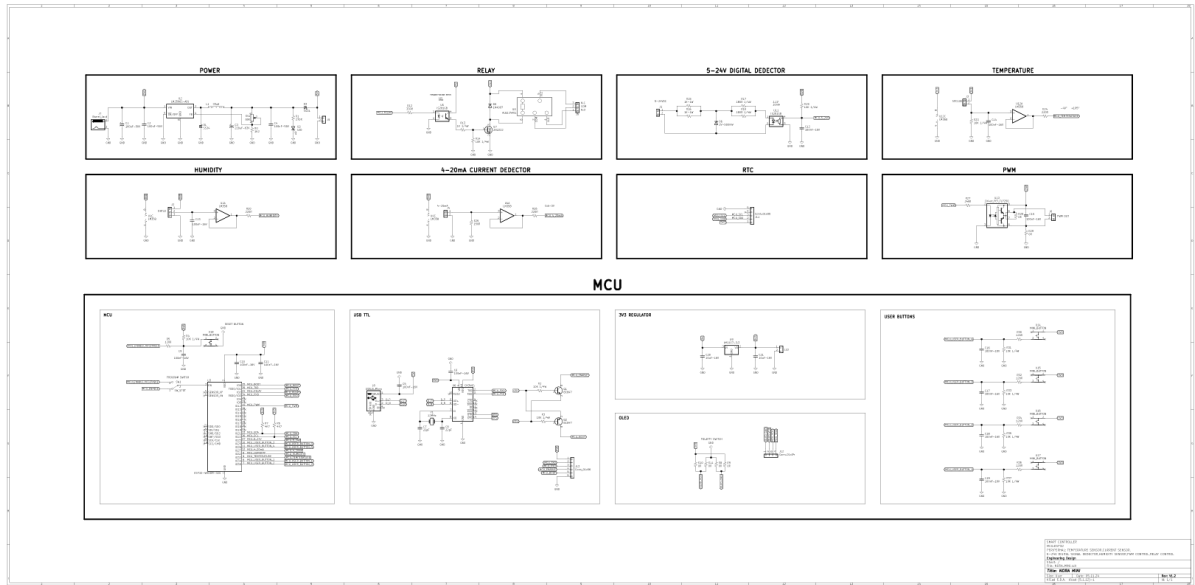
PCB 3D görüntüsü:



Şekil 11.3. ESP32 & Reset Devresi PCB 3D Görüntüsü

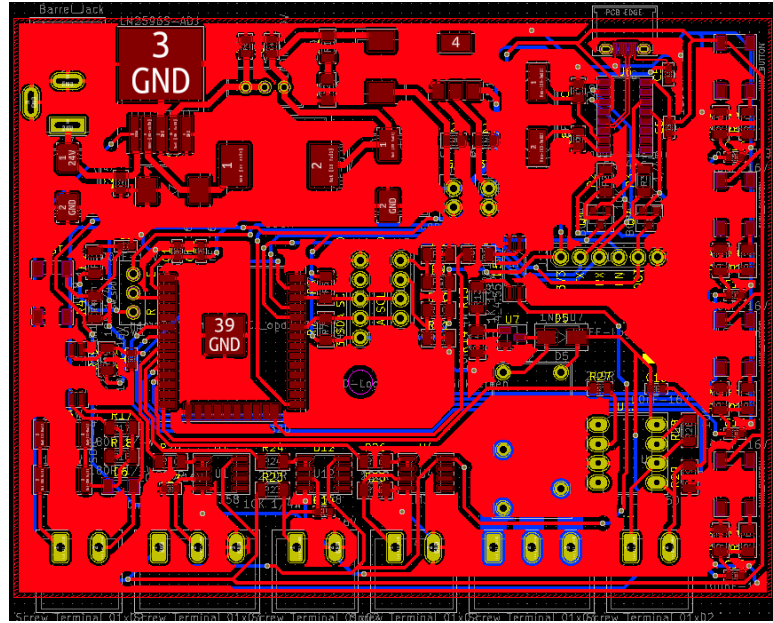
### 3.12 Genel Bakış

PCB Şematiği:



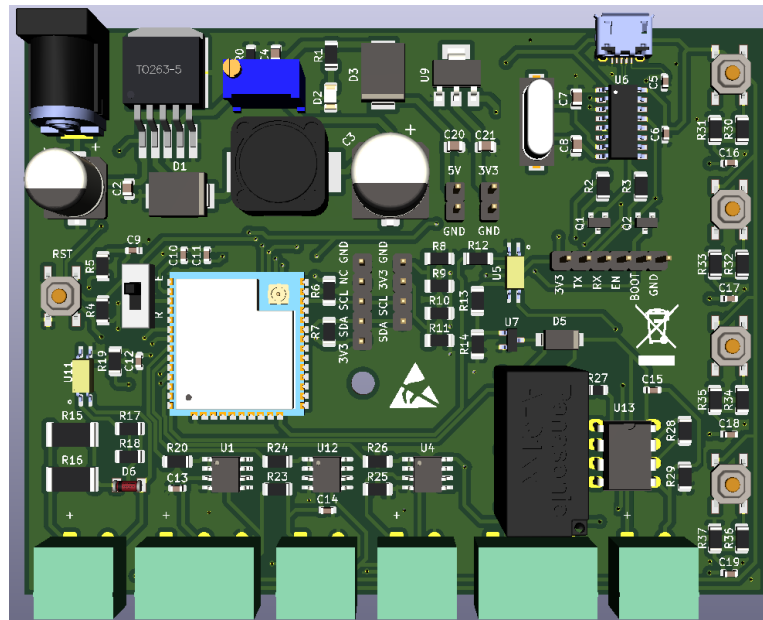
Şekil 12.1. Genel Şematik

## PCB Tasarımı (Layout):



Şekil 12.2. Genel Layout

## PCB 3D Görünüşü:

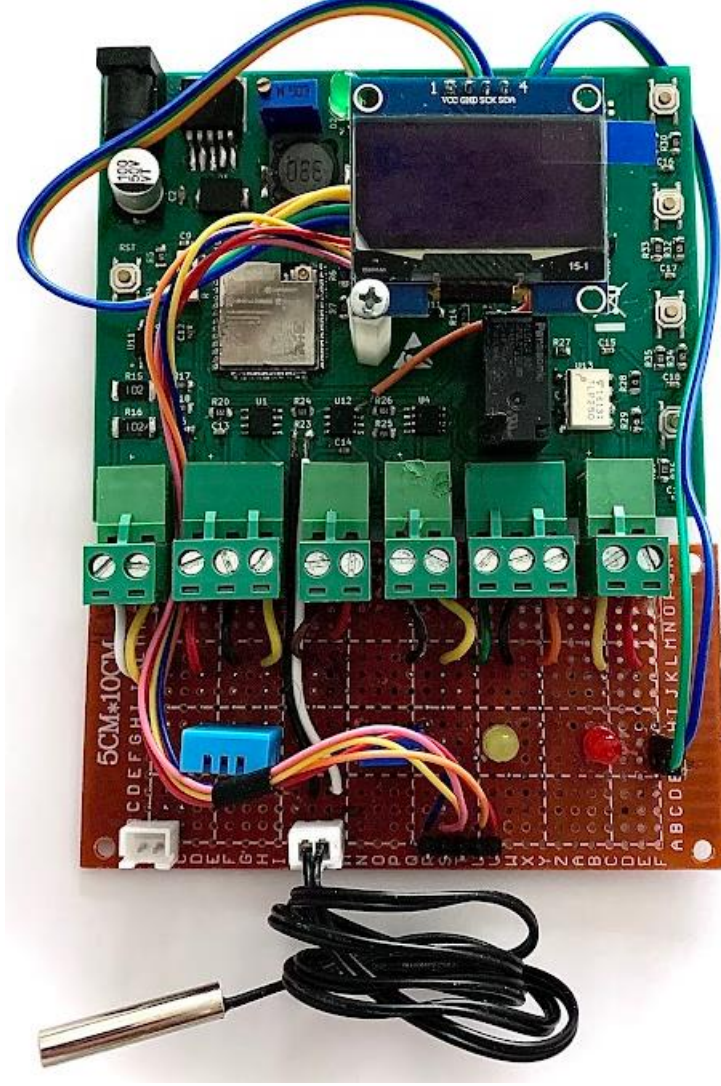


Şekil 12.3. Genel PCB 3D Görüntüsü



Üretim görüntüsü:

Kontrol kartının alt kısmında yer alan delikli devre, test aşamaları için tasarlanmıştır.



**Şekil 12.4. Üretim Sonrası Görüntüsü**

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu kontrol kartı, endüstriyel ihtiyaçlara hitap eden, enerji verimliliğini artıran ve kullanım kolaylığı sağlayan yazılım algoritmalarının geliştirilmesi amacıyla tasarlanmıştır.

Endüstriyel ortamlarda kontrol panelinin daha işlevsel hale getirilmesi için LVGL tabanlı RGB ekran entegrasyonu önerilmektedir. Bu, sistemi daha kullanıcı dostu bir hale getirirken, operatörlerin etkinliğini artıracak bir arayüz sağlar.

Prototip olarak küçük ölçekli tasarlanan bu kontrol kartının, endüstride kullanılabilir hale getirilmesi için daha fazla röle çıkışı, hassas sinyal iletimi ve doğrulama sağlamak amacıyla RS485 gibi endüstriyel iletişim protokolü entegrasyonlarının eklenmesi gerekmektedir.

Sistemin kabiliyetlerini artırmak adına bir sonraki geliştirme aşamasında, yapay zekâ destekli arayüzlerin ve sesli komut sistemlerinin entegrasyonu ile operasyonel kolaylık ve izlenebilirlik sağlanabilir. Ayrıca, taşınabilir bir yapıya sahip kontrol kartları ile sahada daha esnek kullanım imkânı sunulabilir.

Bu geliştirmeler, kontrol kartını yalnızca enerji verimli bir çözüm olmaktan öteye taşıyarak, modern endüstriyel otomasyon sistemlerine daha uyumlu bir çözüm haline getirecektir.

## 5. KAYNAKLARIN YAZIMI

- [1] Texas Instruments, (2023), LM2596 SIMPLE SWITCHER, Erişim Adresi: [url](#)
- [2] National Semiconductor, (2004), LM1117/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator, Erişim Adresi: [url](#)
- [3] Isocom Components, (2014), IS281GB Optocoupler, Erişim Adresi: [url](#)
- [4] ESP-ESPRESSIF, (2024), ESP32 SCHEMATIC, Erişim Adresi: [url](#)
- [5] NEXPERIA, (2017), MMBT2222A NPN switching transistor, Erişim Adresi: [url](#)
- [6] Panasonic, (2024), Power Relays (Over 2A) LQ RELAYS, Erişim Adresi: [url](#)
- [7] Texas Instruments, (2014), LM358, Erişim Adresi: [url](#)
- [8] TOSHIBA, (2004), TLP250, Erişim Adresi; [url](#)
- [9] SENSIT,NTC10K TEMPERATURE VALUES, Erişim Adresi: [url](#)
- [10] DreamCity Innovations, WCH CH340 Series USB Interface Integrated Circuit, Erişim Adresi: [url](#)

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Alihan ÇAKIR  
Doğum Tarihi ve Yeri :17.01.2002 Çubuk/Ankara  
Yabancı Dili : İngilizce  
E-posta : alihanckir@gmail.com

### ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Elektrik Elektronik Müh.	Düzce Üniversitesi	-
Lise		Çubuk Anadolu Lisesi	2020