

## ***DIY Solar Tracker System***

### **Mühendislik Tasarım - 1 Dersi - Ara Raporu**

*Gönderilme Tarihi : 24/11/2024*

#### **Anahtar Kelimeler**

*Solar Takip,  
PCB,  
KiCad,  
Devre Analizi*

#### **Özet**

Bu çalışma kapsamında devre tasarımı, prototipleme, devre testi, tasarlanan devrenin nasıl geliştirilebileceğinin planlanması konularının anlaşılması hedeflenmiştir ve bu kapsam içinde güneş takip sistemi geliştirilmesi planlanmıştır.

Bu doğrultuda, yatay düzlemde çalışan güneş takip devresi tasarımı yapılacaktır. Sistem, iki LDR sensör yardımıyla güneş ışığını algılayarak paneli bir motor ışığa doğru yönlendirecektir. Devrede LM324 kullanılacak, motor kontrolü ise transistör temelli bir H köprüsü ile sağlanacaktır. Devrenin hassasiyetinin potansiyometrelerle ayarlanabilir olması planlanmaktadır.

Tasarım tamamlandığında breadboard üzerinde test edilecektir. Motorun, LDR'ler arasındaki ışık farklılığını algılayarak panelin doğru yöne çevirmesi, ışık yoğunluğu eşit olduğunda ise motorun hareketsiz kalması beklenmektedir.

Bu aşamada, sistemin yatay düzlem dışındaki eksenlerde de çalışmasını sağlayacak dikey izleme devresi ve güneş panelinin daha yüksek verimle izlenmesi için enerji tasarrufu yöntemleri geliştirilmesi planlanmaktadır. Bu çalışma, devre tasarımı ve geliştirilmesi konularında teorik ve pratik bilgilerimizin pekiştirilmesini sağlayacaktır.

#### **1. Giriş**

Devre tasarımı ve geliştirilmesi, elektronik mühendisliği eğitiminde temel bir gereklilik olduğu gibi, enerji yönetimi ve yenilenebilir enerji alanlarında sürekli gelişen ve inovasyona açık bir sektörde büyük bir öneme sahiptir.

Güneş enerji sistemlerinin verimliliğini arttırmaya yönelik çalışmalar bu sektörün önemli bir parçasıdır.. Bu bağlamda, yatay düzlemde çalışan bir güneş takip devresi üzerine proje gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

#### **1.1 Güneş Takip Sistemi Nedir?**

Güneş takip sistemi, güneş panellerinin yüzeyine düşen ışık miktarını optimize etmek için güneşin konumunu izleyen bir mekanizmadır. Bu tür sistemler tek eksenli (yatay ya da dikey) veya çift eksenli olarak tasarlanabilir. Tek eksenli sistemler daha basit ve düşük maliyetli bir çözüm sunarken, çift eksenli sistemler daha yüksek verimlilik sağlar.

Bu projede, daha düşük maliyet ve daha basit bir devre yapısı sunması nedeniyle tek eksenli bir güneş takip devresi tasarlanacaktır. Projenin temel amacı, iki ışığa duyarlı direnç (LDR) sensörü kullanarak güneşin konumunu algılayan ve bir motor yardımıyla güneş panelini doğru açıda konumlandıran bir sistem geliştirmek ve devre tasarımı süreci hakkında tecrübe kazanmaktır.

#### **1.2 Basit Bir Güneş Takip Sisteminin Çalışma Prensipleri**

Devre, iki adet ışığa duyarlı direnç (LDR) sensörü, LM324 op-amp, bir H-köprüsü ve motor ile güneşin konumunu izleyen bir mekanizmadır.

LDR1 ve LDR2, güneş ışığını algılar. Güneş ışığı yoğunluğu her iki LDR üzerinde eşit olduğunda, devre dengede kalır. Ancak, LDR'lerin üzerine düşen ışık yoğunluğu arasında bir fark olduğunda, gerilim bölücü devre üzerinden farklı çıkış sinyalleri oluşur.

LM324 entegresi üzerindeki op-amp'lardan gelen gerilimleri karşılaştırır. Bu karşılaştırmanın sonucunda iki op-amp'tan biri yüksek iken, diğeri düşük çıkış verecektir.[1]

Bu çıkışlar, motorun hangi yöne hareket edeceğini belirler.

Yani eğer LDR1 daha fazla ışık alıyorsa, op-amp çıkışları motoru saat yönünde döndürür (T1 ve T4 iletken hale gelir).

## 2. Proje Adımları

Eğer LDR2 daha fazla ışık alıyorsa, motor ters yönde döner (T2 ve T3 iletken hale gelir).

### 2.1 Kavramsal Tasarım

H-köprüsü motorun iki yönlü çalışmasını sağlayarak güneş panelinin doğru açıda konumlandırılmasını mümkün kılar.

Güneş ışığının LDR1 ve LDR2 üzerinde eşit olduğu durumda, op-amp'ların çıkışları motoru durduracak şekilde ayarlanır. Böylece motor hareketsiz kalır ve güneş paneli mevcut pozisyonunda sabitlenir.

Bu mekanizma, güneş panelinin sürekli olarak güneşi takip etmesini sağlar. Sensörlerden gelen sinyallerin op-amp ile işlenmesi ve motorun yönlendirilmesi devrenin temel işleyişini oluşturur.

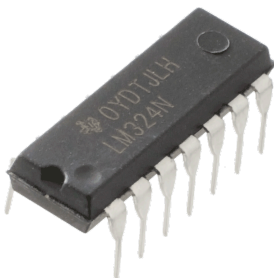
### 1.3 KiCad Hakkında Ön Bilgi

KiCad designer, donanım , yazılım ve programlanabilen donanımları bütünleştirici ortamı sayesinde birleştirir.[2]

Bu birleştirmeyi yaparken hiyerarşik tasarım yapısıyla kullanım kolaylığı sağlar. Açık Kaynak kodlu oluşu ve linux sistem desteğinin olması bu projede kullanılmak için seçilmiş olmasının sebepleri arasındadır.

### 1.4 Baskı Devre Nedir?

Elektronik devre elemanlarının lehimlenerek üzerine yerleştirilen plakalardır. Bu plakalar üzerinde bulunan bakırlı yüzeydeki yollar ile devre elemanları arasındaki elektriksel bağlantının kusursuz olmasını sağlar. Bu plakalara “baskı devre plaketi” ya da kısaca baskı devre (İngilizce: Printed Circuit Board kısa adıyla PCB) denmektedir. Elektronik piyasasında baskı devre kartları “pertinaks” olarak da adlandırılmaktadır.[3]



Şekil 1.1 LM324 Quad Op Amp

➤ Proje konusu ile ilgili genel bir araştırma yapılmaya başlanması

➤ Proje için geliştirilecek devrenin bulunması

➤ Karar verilen devrenin eksikliklerine ve nasıl geliştirilebileceğine karar verilmesi

➤ Proje için [Git repository' sinin](#) kurulması

➤ Yeni devrenin şematiğinin çiziminin yapılması.

➤ Devrenin pcb çiziminin yapılması.

➤ Ara rapora başlanmasından önce devrenin nasıl geliştirilebileceğine araştır.

➤ Bu çalışmaların bir araya getirilerek ara rapor haline sunulması

➤ Devrenin şematiği üzerinden analiz edilmesi ve gereklyse yeni bir çizim yapılması.

➤ Program ve kâğıt, kalemle testi bitirilen devrenin malzemelerinin edinilmesi ve kurulması.

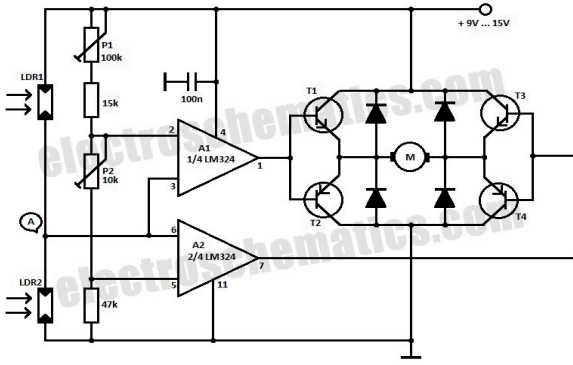
➤ Breadboard üzerinde son bir kez daha test edilmesi ve gereklyse yeni bir çizim yapılarak testlere bir kez daha başlanması.

➤ Baskı devre işleminin gerçekleştirilmesi.

➤ Projenin tamamlanıp sunulması

## 2.2 Projenin Gerçekleştirilmesi

### 2.2.1 Şematiğin incelenmesi



Şekil 2.1 DIY Solar Tracker System

Projede kullanılan şematik, devrenin çalışma prensibini ve bileşenler arasındaki ilişkileri net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu devrede, ışık seviyesine göre solar panelin hareket etmesini sağlayan motor kontrol mekanizması tasarlanmıştır. Şematiğin analizi ışık algılama, gerilim karşılaştırma ve motor kontrolü gibi üç temel aşamada ele alınabilir.

Devre giriş kısmında bulunan iki ışığa duyarlı direnç (LDR1 ve LDR2), güneş ışığını algılayarak gerilim sinyalleri üretir. Bu sinyaller, panelin hangi yöne döneceğini belirlemek için karşılaştırılır. LDR'lerden gelen sinyaller op-amp'lar (U1A ve U1B) tarafından değerlendirilir. Bu op-amp'lar, referans gerilim seviyesini kullanarak iki LDR arasındaki ışık farkını kıyaslar. RV1 potansiyometresi, motorun her iki LDR eşit ışık aldığı durmasını sağlayan referans gerilim seviyesini ayarlarken, RV2 histerezis seviyesini ayarlayarak küçük ışık farklarının motoru tetiklemesini engeller.

Motor, H-köprüsü topolojisi (Q1-Q4 transistörleri) üzerinden kontrol edilir. H-köprüsü, motorun her iki yöne dönmesine olanak tanır. LDR1 daha fazla ışık aldığı anda motor bir yöne dönerken, LDR2 daha fazla ışık aldığı anda ters yönde hareket eder. Bu esnada D1-D4 diyotları, motorun yarattığı ters elektromotor kuvvetini (back EMF) karşılayarak devre elemanlarını korur. Ayrıca, C1 kapasitörü motorun ilk çalıştırma anında ki yüksek akım ihtiyacını karşılar ve devrenin kararlı çalışmasını destekler.

Sınır anahtarları (limit switches), panelin fiziksel hareket sınırlarını belirlemek için şematiğe dahil edilmiştir. J5 ve J6 terminal blokları sınır anahtarlarını bağlamak için kullanılırken, D5 ve D6 diyotları bu anahtarların işlevselliğini destekler. Kullanılmayan op-amp girişleri (U1C ve U1D), R3 ve R4 dirençleri ile sonlandırılarak devrenin kararlı çalışması sağlanmıştır.

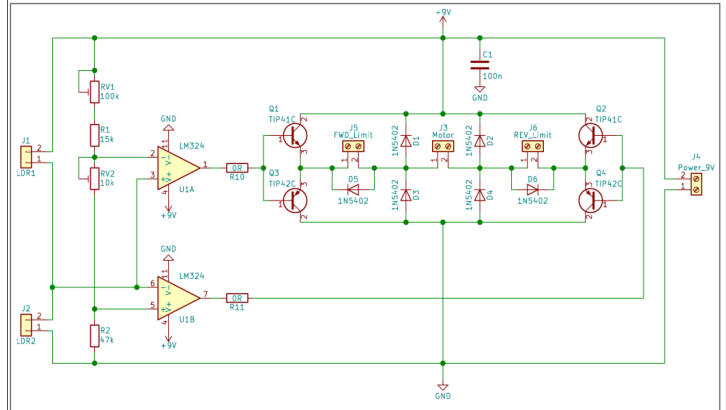
Bu şematik incelemesi, devrenin temel işleyiş mekanizmasını anlaşılır hale gelmesini sağlamıştır. Bu tasarıma başlamadan önceki belki de en önemli adımdır.

### 2.2.2 Eksik Kütüphaneleri Oluşturması/Eklenmesi

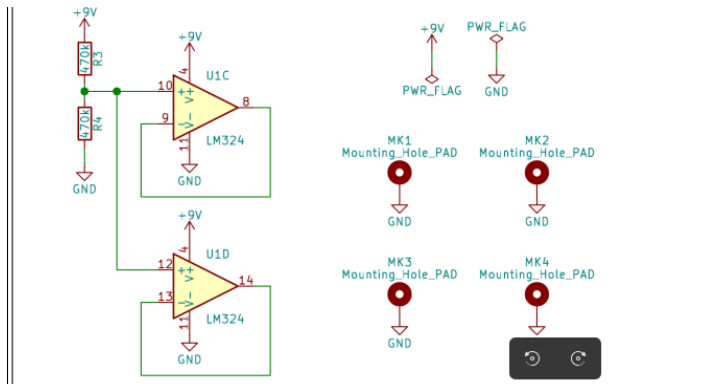
Devrenin Tasarlanması için, kullanılacak elemanlar ve uygun ayak izlerine sahip elemanlar KiCad Designer' da bulunmalıdır. Güç kaynağı ve probalar için uygun kütüphaneler [SnapEDA'dan](#) bulunup projemize yüklenmiştir.

### 2.2.3 Şematik Çizimi

Proje dosyası KiCad ile oluşturulduktan sonra kütüphanemizde bulunan malzemelerle baz aldığımız projeye uygun olacak şekilde geliştirilmiş olan devre tasarımı yapıldı.



Şekil 2.2 DIY Solar Tracker System Şematik

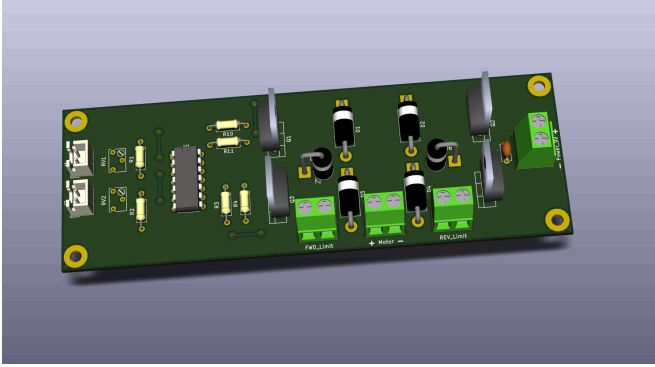


Şekil 2.3 DIY Solar Tracker System Şematik 2

### 2.2.4 Projenin PCB Çizimi

Şematik tasarımı yapıldıktan sonra PCB kısmına malzemeler aktarılır. Devrenin gerçek boyutuna göre keepout ile çalışma alanının boyutu düzenlenir. Bakır plaka için alan düzenlendikten sonra malzemeler alana uygun şekilde yerleştirilir.

Malzemeler uygun olarak yerleştirildikten sonra malzemeleri birbirine bağlayacak olan yollar bağlanır. Bu aşamada kırmızı olan çizgiler Top Layer'daki, yeşil olan çizgiler Bottom Layer'daki yolları belirtmektedir. Tamamlanmaya yakın olsada bu çalışma henüz tamamlanmamıştır. Ancak kabaca tasarım tamamlanmıştır.



Şekil 2.4 DIY Solar Tracker System 3D Layout

### 2.2.5 Kullanılacak Malzemelerin Listesi Hazırlanması

Bileşen	Değer/Model	Adet
LDR (Işık Sensörü)	LDR1, LDR2	2
Op-Amp	LM324 veya eşdeğer	1 (4 op-amp içeren paket)
Potansiyometre	10 k $\Omega$ (RV1, RV2)	2
Direnç	10 k $\Omega$	2
Direnç	1 k $\Omega$	2
Transistör	2N2222 veya BC547	4
Diodyot	1N4007	6
Elektrolitik Kondansatör	100 $\mu$ F, 16V	1
Motor	MG995 Servo Motor	1
Sınır Anahtarları	Mekanik Switch (NO/NC)	2
Terminal Blokları	2-pin (J5, J6)	2
Güç Kaynağı	9V DC	1

## 3 Sonuçlar ve Öneriler

### 3.1 Sonuçlar

Bu proje kapsamında güneş takip sistemi için ilk aşama olan devre tasarımı başarıyla tamamlanmıştır. Tasarım aşamasında:

- **Güneş Takip Devresi Tasarımı:** İki LDR sensörü kullanarak ışık farkını algılayan bir devre tasarlandı. Bu devrede, LM324 op-amp'lar ile ışık farkı sinyalleri işlenerek, motorun hareket etmesi için temel koşullar belirlenmiştir.
- **Motor Kontrol Tasarımı:** Şu anda motor kontrolü için devre tasarımının temelleri atılmış, ancak motorun fiziksel olarak kontrol edilmesine yönelik testler henüz yapılmamıştır. Bu aşamada motor kontrol devresi hala teorik düzeyde olup, fiziksel prototipin yapılması gerekmektedir.
- **Devre Şematik ve PCB Tasarımı:** KiCad ile şematik çizimler tamamlanmış ve PCB tasarımına yönelik hazırlıklar yapılmıştır. Prototipin ilk aşamaları için bu tasarımların gerçeğe dönüştürülmesi gerekiyor.

### 3.2 Öneriler:

1. **Fiziksel Prototip ve Test:** Devre tasarımı tamamlandıktan sonra, breadboard üzerinde ilk prototip testleri yapılmalıdır. Motorun doğru şekilde çalışıp çalışmadığı ve LDR sensörlerinin ışık farklarını doğru şekilde algılayıp algılamadığı kontrol edilmelidir.
2. **Motor Kontrolünün Uygulamada Testi:** Şu anki tasarımda motor kontrol devresi teorik olarak belirlenmiş olsa da, bu devrenin gerçek motorlar ile çalışıp çalışmayacağını görmek için prototip oluşturulmalıdır.
3. **Devre Duyarlılığı ve Histerezis Ayarı:** Sistemin hassasiyetinin doğru şekilde ayarlanabilmesi için potansiyometrelerin kullanılması önerilmektedir. LDR'ler arasındaki küçük farkların yanlış tetiklemeleri engellemek için histerezis özellikleri iyileştirilebilir.

## Kaynaklar

- [1] Smith, Eric, and Philip Schmidt. *DIY Solar Projects-Updated Edition: Small Projects to Whole-home Systems: Tap Into the Sun*. Cool Springs Press, 2017.
- [2] Dang, Poonam, and Harshal Arolkar. "Electronic Design Automation Tool: a Comparative Study."
- [3] Jones, David L. "PCB design tutorial." *June 29th* (2004): 3-25.