

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEŞ IŞINLARINI TAKİP EDEN PANELİN HAREKET ETMESİNİ
SAĞLAYACAK BİR SİSTEMİN GELİŞTİRİLMESİ

Burçin SEZGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU

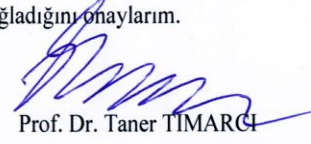
EDİRNE-2014

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

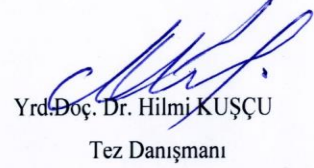
Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.



Prof. Dr. Taner TIMARCI

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd.Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU

Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

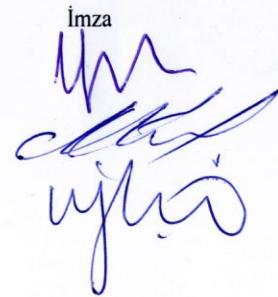
Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Yılmaz ÇAN

Yrd.Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU

Yrd.Doç.Dr. Uğur ÇİNİ

İmza



Tarih: 25/08/2014

T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

25/08/2014

Burçin SEZGİN

Yüksek Lisans Tezi

Güneş Işınlarnı Takip Eden Panelin Hareket Etmesini Sağlayacak Bir Sistemin Geliştirilmesi

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Hayatımızı kolaylaştıran birçok aletin çalışmasını, makinelerin hareket etmesini sağlamak için enerji kullanmak gereklidir. Enerji, günümüzde insanoğlunun vazgeçilmez gereksinimlerinden olup yeterli miktarda ve çevresel değerlere zarar vermeden enerji sağlama ve kullanma toplumların en önemli sorunudur. Kullanırken hiç farkında olmadığımız, çok kolay ve hızlı bir şekilde tükettiğimiz enerjinin üretimi, oldukça güç ve birçok aşama gerektiren zahmetli bir iştir. Dünya çapında giderek artan enerji talebinin büyük bir bölümü bir süre daha fosil yakıtlarla karşılanabilecektir. Ancak, fosil enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı oluşu ve zamanla tükenmesi tüm dünyayı yeni enerji kaynaklarının bulunmasına yöneltmiştir. Bu sebeple, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının öneminin artması ile birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik elde etme yöntemleri de hızla gelişmektedir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri güneş enerjisidir. Çevreye duyarlı olması, bakım maliyetlerinin az olması ve her yerde kullanılır olması güneş enerjisinin enerji kaynağı olarak kullanımının önemini arttırmaktadır. Bu avantajlar ile birlikte sistemin en önemli problemi güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürmedeki verimliliğin düşük olmasıdır. Teknolojik gelişmeler ışığında, fotovoltaiik hücrelerin güneş ışığını elektrik enerjisine çevirmedeki verimliliklerini arttırmanın yolları sürekli araştırılmaktadır.

Fotovoltaiik panellerin enerji verimliliğine etki eden önemli faktörlerden biri güneş ışınlarının panel yüzeyi ile yaptığı açıdır. Güneş ışınları panel yüzeyine ne kadar dik gelirse üretilen enerji o kadar yüksek olmaktadır. Bu çalışmada, farklı açılar ile yeryüzüne ulaşan güneş ışınlarını takip eden panelin hareket etmesini sağlayacak bir sistem geliştirilmiştir.

Yıl : 2014

Sayfa Sayısı : 48

Anahtar Kelimeler :Güneş takip sistemi, Güneş pili

Master Thesis

Development of the system which provide to move of panel by following the sun's rays

Trakya University Institute of Natural Sciences

Mechanical Engineering Department

ABSTRACT

Energy is the power which moves the machine and helps for the operating of the useful tools in daily life. The using and providing of environmental and adequate energy is today human beings' indispensable requirement is one of the most important issue of societies. The production of the energy which we are unaware of while consuming fast and easily, is rather difficult and laborious task which requires many steps. The worldwide increasing energy demand will be met by fossil fuels for a while. But, the limits and depletion of the energy resources led the whole world to find new energy resources. Therefore the importance of renewable energy sources is increasing every passing day. With the increase in the importance of renewable energy sources, the methods of obtaining energy from them are developing rapidly

Nowadays, solar energy is one of the widely used source of renewable energy. Solar energy is an important energy source because it is sensitive to the environment, less maintenance costs and can be used anywhere. On the other hand, the most important weakness of the solar energy is the low conversion rates of sunlight into electric energy. With the technological developments, there are continual investigations to increase efficiency of photovoltaic cells.

One of the most important factors that affect the energy efficiency of photovoltaic panels is the angle which is made by the sun's rays with the surface of the panel. Produced energy gets higher when the sun's rays reach to the panel surface steeper. In this study, a system is developed which provide to move of panel by following the different angles of sun's rays that reaches the earth

Year : **2014**

Number of Pages : **48**

Keywords : **Solar tracking system, Solar cell**

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasında fikirleriyle yol gösteren tecrübesini benden esirgemeyen ve bana yol gösteren saygıdeğer hocam ve danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hilmi KUŞÇU'ya tüm katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Ayrıca, yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana destek olan, yoğun zamanlarımda anlayışlı davranan aileme ve arkadaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLolar DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	10
2. LİTERATÜR TARAMASI	12
3.ENERJİ KAYNAKLARI ve GÜNEŞ.....	14
3.1. Enerji Tanımı	14
3.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	15
3.3. Güneş	17
3.4. Güneş Enerjisi.....	19
4.GÜNEŞ TAKİP SİSTEMLERİ	26
4.1. Güneş Takip Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	26
4.1.1 Yer Çekimini Kullanarak Çalışan Sistemler	27
4.1.2 Açık Döngü Sistemler.....	27
4.1.3 Kapalı Döngü Sistemler	27
4.1.4 Güneş Açılarına Bağlı Takip Sistemleri	28
4.1.5 Tek Eksen Kontrollü Sistemler	29
4.1.6 Çift Eksen Kontrollü Sistemler	30
5.MATERYAL VE METOT	31
5.1. Sistemin Genel Çalışma Prensibi.....	31
5.2. Sistemin Kontrol Ünitesi.....	35
5.3. Güneş Konumunu Tespit Eden Sensör Sistemi	35
5.4. Hareket Sistemi	36
5.5. Sıvı Kristal (LCD) Ekranı	38
6. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	40
KAYNAKLAR	43
Ek –A Güneş Takip Sistemi Uygulama Kodu	45
ÖZGEÇMİŞ	48

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 2012 yılı enerji kaynaklarına göre tüketim grafiği	17
Şekil 3.2 Güneş açıları	18
Şekil 3.3 Saat ve tarih bazında güneş konumu	19
Şekil 3.4 Dünya'nın enerji bütçesi	20
Şekil 3.5 Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli	21
Şekil 3.6 Ülkelerin güneşlenme süreleri	23
Şekil 3.7 Güneş enerjisi üretimine teşvik verilecek bölgeler	25
Şekil 4.1 Panel eğim açısı	28
Şekil 5.1 Güneş takip sistemi yazılımının akış şeması	32
Şekil 5.2 Güneş takip sisteminin ön görünüşü	33
Şekil 5.3 Güneş takip sisteminin yan görünüşü	33
Şekil 5.4 Güneş takip sisteminin şematik elektronik devre çizimi	34
Şekil 5.5 Güneş takip sisteminin elektronik devre çizimi	34
Şekil 5.6 Arduinio	35
Şekil 5.7 LDR	36
Şekil 5.8 Servo motor	36
Şekil 5.9 Servo motor çalışma prensibi	37
Şekil 5.10 Güneş takip sisteminin arka görünüşü	38
Şekil 5.11 LCD ekran	38
Şekil 5.12 LCD ekran katman yapısı	39
Şekil 5.13 LCD'de yazdırılan parametrelerin görünümü	39

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	16
Tablo 3.2 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırmasında Yakıt Tüketim Oranı	16
Tablo 3.3 Aylık toplam güneş enerjisi	22
Tablo 3.4 Güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı	22
Tablo 3.5 Güneş ısıtıcı sahipliği	24
Tablo 4.1 İllerin aylara göre optimum eğim açılarının derece cinsinden değerleri	29
Tablo 4.2 İllerin mevsimlere göre optimum eğim açılarının derece cinsinden Değerleri	29
Tablo 5.1 Servo motorun pals sürelerine göre açıları	37

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Enerji, insanoğlunun toplumsal sürekliliğini sağlayabilmek için, yaşamının her alanında yaptığı faaliyetlerin temelini oluşturan en önemli gereksinimdir. Bugün sahip olduğumuz modern yaşam düzeyinin korunması ve rahat yaşamın sürmesi için doğrudan ve dolaylı olarak enerji tüketmek zorundayız. Son günlere kadar alışılmış enerji kaynaklarına (petrol, kömür, vb.) hiç bitmeyecek gözle bakılmaktaydı. Ancak bu düşünce değişmiş ve alışılmış enerji kaynaklarının tükeneyeceği, dünyada enerji kıtlığının baş göstereceği anlaşılmıştır. Bu sebeple yeni enerji kaynaklarının teminine ihtiyaç duyulmuş ve yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmaya başlamıştır.

Tükettiğimiz enerjinin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Fosil yakıtlardan enerji elde edilmesinin çevreye ve insan sağlığına zarar verdiği bilinmektedir. Güneş enerjisi, elektrik üretimi seçeneklerinden çevreye zarar vermeyen yöntemlerin başında gelmektedir.

Türkiye sahip olduğu geniş coğrafyası, yüksek rakımı ve bol güneş alan konumu itibari ile güneş enerjisi bakımından birçok ülkeye göre şanslı konumdadır. Ülkemiz ortalama günlük toplam 7,2 saatlik güneşlenme süresine sahiptir. Ortalama toplam ışıyım şiddeti ise, 1311kWh/m²-yıl olarak tespit edilmiştir [1].

Sahip olduğumuz güneş enerjisini daha verimli kullanmak için güneş takip sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Güneş takip sistemleri sayesinde güneş ışığı

takip edilerek daha fazla ışının soğurulması sağlanmakta ve panellerin verim değeri arttırılmaktadır. Elde edilen enerjideki verim artış değeri %25 ile %55 arasında değişkenlik göstermektedir [2].

BÖLÜM 2

LİTERATÜR TARAMASI

Çetin 2012 yılında yaptığı çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının dünyada ve Türkiye'deki potansiyeli, kullanım alanları ve kullanım durumunu veriler kullanarak ifade etmiştir. Yenilenebilir enerji kaynak kullanımının olumlu ve olumsuz yönlerinden de bahsetmektedir [3].

British Petrol tarafından her yıl dünya enerji verileri incelenmektedir. 2013 yılı Haziran ayında yapılan inceleme ve raporları genel olarak 2012 yılı enerji verilerini içermektedir [4].

Gökay BAYRAK, Muhsin Tunay GENÇOĞLU 2011 yılında yaptıkları iki eksenli güneş takip sistemini PLC (Programmable logic controller) ile kontrol etmişlerdir. Güneşin gün içerisindeki konumuna göre çalıştırdıkları sistemde zenit ve solar azimut açıları baz alınmıştır. [5]

Harun Kemal Öztürk, Görkem Şanlı ve Ahmet Yılcı yaptıkları bu çalışmalarında parabolik oluk tipi güneş kolektörlerinin performans analizlerini yapmışlardır [8].

Celal TABAK ve arkadaşları Türkiye'deki enerji üretimine katkı sağlayabilmek adına yoğunlaştırıcı güneş enerjisi sistemleri ile elektrik enerjisi üretimi üzerine

alışmışlardır. Pabolik oluk, parabolik çanak ve güneş g kulesi verimlerini kıyaslamışlardır [9].

Hüseyin 2010 yılında yaptığı bu çalışmada yenilenebilir enerjinin güçlü yanlarını ve güçsüz yanlarını anlattığı SWOT analizi çalışması yapmıştır. Bu çalışmayla birlikte yaratılabilecek fırsatları ve olabilecek tehditleri belirtmeye çalışmıştır [10].

Birsen Alaçakır yaptığı bu çalışmasında Türkiye'nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelinden ve bu alanda yapılan çalışmalardan bahsetmektedir [11].

Deloitte firması tarafından 2012 yılında yapılan bu çalışmada güneş enerjisi sektöründeki gelişmeler ve beklentiler anlatılmaktadır [12].

Necdet Altıntop ve Doğan Erdemir 2013 yılında yaptıkları çalışmada dünyada ve Türkiye'de güneş enerjisi ile ilgili gelişmelerden bahsetmektedirler [13].

Ahmet şENPINAR 2006 yılında yaptığı çalışmasında optimum güneş açılarını hesaplayarak sabit bir panel aracılığı ile enerji elde edilmesi üzerine çalışmalar yapmıştır [15].

BÖLÜM 3

ENERJİ KAYNAKLARI ve GÜNEŞ

3.1. Enerji Tanımı

Enerji, bir cismin ya da sistemin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Kök olarak yunanca “en” ve “ergon” kelimelerinin birleşmesinden oluşan “energeia” kelimesinden gelmektedir [3].

Enerji doğrudan ölçülebilen bir değer değildir. Cisimlerin hareket ettirilmesi, her hangi bir maddenin fiziksel ya da kimyasal olarak başka bir forma dönüşmesi iştir ve bunun için enerjiye ihtiyaç vardır. Enerji, yapılan iş ile ya da enerji türüne göre değişik hesaplamalar yolu ile ölçülüp değerlendirilebilir.

Toplumsal yaşamda sürekliliğin devam edebilmesi için ihtiyaç duyulan faaliyetlerin temel ihtiyacı enerjidir. Enerji, insanlığın başlangıcından bu yana insanoğlunun hayatında olan bir kavramdır. İlk başlarda iş yapabilmek için insan kendi gücünü kullanmıştır. Daha çok iş yapabilmek, üretebilmek için kendi gücü yeterli olmamaya başladığında, doğadan daha fazla yararlanmaya karar vermiş ve hayvanların gücünden yararlanmaya başlamıştır. Ateşin bulunması ile ilk başta odun, daha sonra da kömür enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Bunu buhar gücü takip etmiştir. Günümüzde birçok enerji kaynağından faydalanılmaktadır.

Enerji kullanımı ülkelerin kalkınma düzeyleri ile orantılı artmaktadır. İnsanlığın gelişimi ile kişi başına enerji kullanım oranı da artış göstermiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte üretim sektöründe kullanılan enerji miktarı da artmıştır ve enerji üretimin temel girdilerinden biri haline gelmiştir. Üretimin önemli bir bileşeni olduğu için enerji, etkin ve verimli kullanılması gereken bir girdidir. Enerji verimliliği, enerji girdisinin üretim içindeki payının azaltılmasıdır. Aynı enerji ile daha çok ürün elde edilmesi ya da aynı üretimin daha az enerji kullanılarak yapılmasıdır.

3.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerjinin elde edilmesini sağlayan yollar, enerji kaynakları olarak tanımlanabilir. Enerji birincil ve ikincil enerji kaynakları şeklinde sınıflandırılabilir. Birincil enerji, doğada kendiliğinden var olan ve ihtiyaç halinde doğrudan kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Örnek olarak kömür, petrol, doğal gaz, güneş, hidroelektrik verilebilir. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarından elde edilen elektrik, hava gazı ve buhar enerjisi gibi enerji kaynaklarıdır.

Enerji kavramını sınıflandırmanın diğer bir yöntemi de enerjinin sürekli olarak yenilenebilmesi ya da yenilememesine göre ayrımıdır. Yenilenmez enerjiye örnek olarak, fosil kaynaklı enerjiler ve nükleer enerji verilebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek olarak da rüzgar, güneş, jeotermal enerji kaynakları verilebilir. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması tablo 3.1 'de ifade edilmiştir.

Tablo 3.1 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

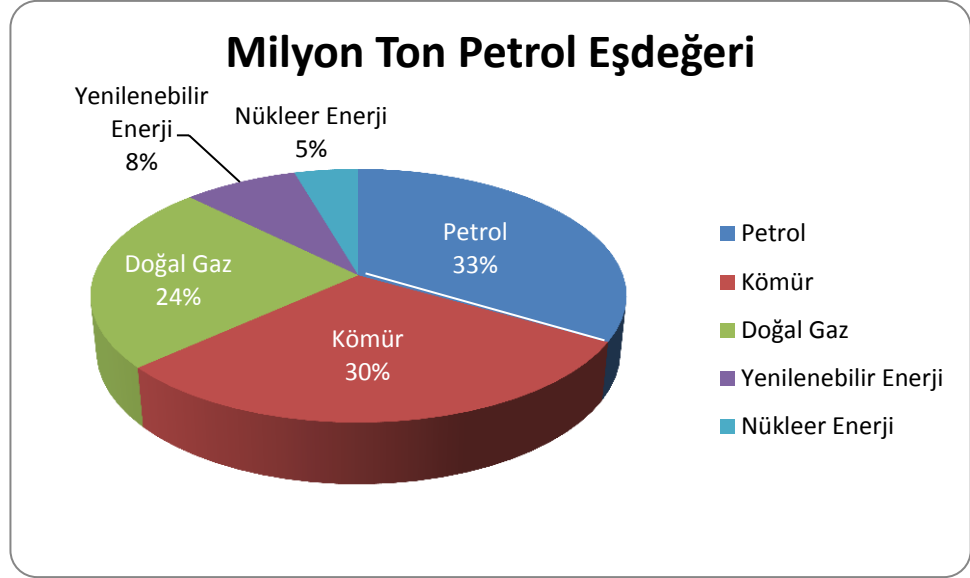
ENERJİ KAYNAKLARI	
1)Birincil Enerji Kaynakları	2)İkincil Enerji Kaynakları
1.1- Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	2.1 Elektrik Enerjisi
1.1.1 Fosil Kaynaklar (Kömür, Petrol, DoğalGaz)	2.1 Hidrojen Enerjisi
1.1.2 Nükleer Enerji	
1.2 Nükleer Enerji	
2)Yenilenebilir Enerji Kaynakları	
2.1 Güneş Enerjisi	
2.2 Rüzgar Enerjisi	
2.3 Hidroelektrik Enerjisi	
2.4 Jeotermal Eerjisi	
2.5 Biokütle Enerjisi	

Enerji kaynaklarının 2011-2012 yıllarındaki tüketimi tablo 3.2’de verilmiştir. Verilere bakıldığında 2012 yılında Nükleer Enerji kullanımında %6,7 oranında bir azalma olduğu görülmüştür [4].

Tablo 3.2 Enerji Kaynaklarının Sınıflandırmasında Yakıt Tüketim Oranı

2011-2012 Yılı Enerji Kaynakları Bazında Yakıt Tüketimi ve Yıllık Değişim Oranı					
Kaynak	2011		2012		Değişim Oranı
	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri	Oran	Milyon Ton Petrol Eşdeğeri	Oran	
Petrol	4.081	33,4%	4.131	33,1%	1,2%
Kömür	3.629	29,7%	3.730	29,9%	2,8%
Doğal Gaz	2.914	23,8%	2.987	23,9%	2,5%
Yenilenebilir Enerji	1.001	8,2%	1.068	8,6%	6,8%
Nükleer Enerji	600	4,9%	560	4,5%	-6,7%
Toplam	12.225	100,0%	12.477	100,0%	2,1%

Enerji kaynaklarının 2012 yılı içindeki kullanımına bakıldığında %33,1 kullanım oranı ile petrol ilk sırada yer almaktadır. Petrolden sonra %29,9 oranı ile kömür gelmektedir. Şekil 3.1’de enerji kaynaklarının 2012 yılı tüketim oranları verilmiştir.

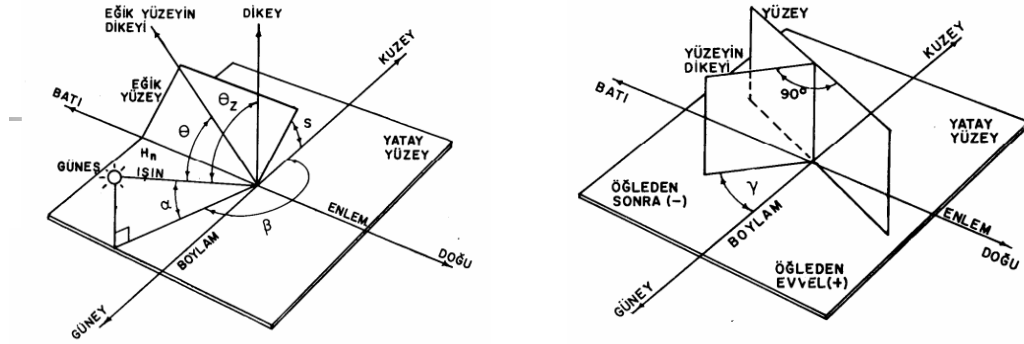


Şekil 3.1 2012 Yılı enerji kaynaklarına göre tüketim grafiği

3.3. Güneş

Güneş, güneş sisteminin merkezinde yer alan orta büyüklükte bir yıldızdır. Yarıçapı, yaklaşık olarak 1.4×10^6 km olup dünya yarıçapının 109 katıdır. Güneş, Dünya'ya 150 milyon km uzaklıkta bulunan sıcak gazlardan meydana gelmiş bir kütledir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan ve hidrojen gazını helyuma dönüştüren füzyon reaksiyonu sonucu ortaya çıkan güçlü bir enerjidir. Bu enerjinin çok az bir kısmı dünyaya gelerek, dünyada yaşamın ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Güneş dolaylı ya da dolaysız olarak dünyadaki bütün enerji kaynaklarına kaynak oluşturmaktadır. Güneş, yeryüzünü homojen ısıtmamaktadır. Bunun sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farklılıklarından dolayı hava akımı oluşur. Isınan havanın yükselmesi ile boşalan yere soğuk hava kütlesi yerleşir ve bu yer değişim, rüzgarların oluşmasını sağlamaktadır.

Güneş ışınları sabit ya da hareketli bir düzlem üzerine her zaman aynı açı ile gelmemektedir. Gün içindeki saat dilimine, günün tarihine ve düzlemin bulunduğu coğrafyaya göre değişiklikler göstermektedir. Şekil 3.2'de bilinmesi gereken bazı güneş açıları görülmektedir.



Şekil 3.2 Güneş açıları [5]

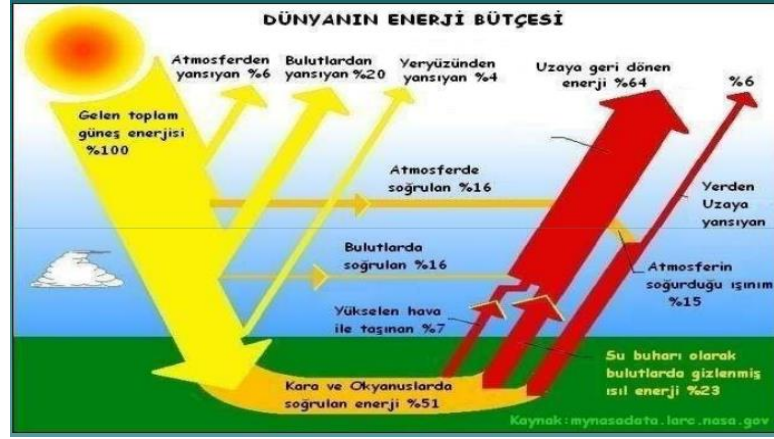
Bazı güneş açıları;

- Yükseklik açısı (α)** ; Yatay düzlemin güneş ışıını ile yaptığı açıdır.
- Güneş Azimut açısı (β)** ; Güneş ışınlarının saat yönünde, kuzeye göre yaptığı sapmayı gösteren açıdır.
- Yüzey azimut açısı (γ)** ; Yüzeyin güneyden, batı ve doğuya sapma açısıdır. -180 ile 180 arasında değişkenlik gösterebilir. Güneyde 0 olan açı doğuya doğru artı yöne batıya doğru eksi yönde değişmektedir.
- Deklinasyon açısı (δ)** ; Güneş doğrultusunun ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Bu açı, dünyanın kendi eksenini ve yörünge düzlemi ile yapmış olduğu 23 derece 27 dakikalık açı sebebiyle oluşmaktadır. Deklinasyon açısı gece ile gündüzün eşit olduğu tarihlerde (21 Mart ve 23 Eylül) sıfırdır. En yüksek değerini 21 Haziran'da 23,45° olarak, en düşük değerini ise, 21 Aralık'ta -23,45° olarak görmektedir. Deklinasyon açısını yaklaşık olarak hesaplayabilmek için Cooper denklemi kullanılmaktadır.

$$\delta = 23,45 \sin [360 \cdot ((284 + n) / 365)]$$

Formulde kullanılan n değeri 1 Ocaktan itibaren gün sayısını ifade etmektedir. 1 Ocakta n =1 dir.

- Geliş açısı (θ)** ; Güneş ışını ile eğik yüzeyin dikeyi arasındaki açıdır.
- Zenit açısı (θ_z)** ; Güneş ışını ile yüzeyin dikeyi arasında kalan açıdır.



Şekil 3.4 Dünya'nın enerji bütçesi [7]

Güneş enerjisinden elektrik üretebilmenin birçok yolu vardır. Güneş enerjisi teknolojileri, malzemeleri, yöntemleri ve teknolojileri farklılık göstermekle birlikte fotovoltaik (güneş pilleri) güneş teknolojileri ve yoğunlaştırılmış güneş teknolojileri olarak iki ana gruba ayrılabilir [1].

Fotovoltaik piller, güneş enerjisinden direkt olarak elektrik üreten düzeneklerdir. Fotovoltaik pillerin tarihine bakıldığında ilk gözlem 1839 yılında Alexandre Edmund Becquerel tarafından yapılmıştır ve yirminci yüzyıl boyunca bilimsel araştırmalar devam etmiştir. 1954 yılında ise ilk güneş pili Amerika Birleşik Devletleri'nde Bell laboratuvarlarında geliştirilmiştir. 1958 yılında güneş pilleri küçük ölçekli bilimsel çalışmalarda ve ticari uygulamalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Hareketli parçası olmaması sebebi ile güvenilir olan bu sistemler yatırım maliyetleri sebebi ile uzun yıllar laboratuvar çalışması olarak kalmıştır. Ancak elektrik ulaştırmanın güç olduğu ya da üretim merkezlerine uzak olan deniz feneri, orman gözetleme kuleleri, dağ evleri gibi yerlerde kullanılmaya başlanmıştır.

Yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri güneş ışınlamından direk enerji üretmeyen, ışınlamaların yansıtılarak toplanması ile oluşan yüksek ısının buhara dönüştürülmesi ve buhar türbinlerine gönderilerek türbinde elektrik üretilmesi şeklin çalışmaktadır. Parabolik oluklar, parabolik çanaklar, frensel yansıtıcı teknolojisi ve güneş bacaları olarak dört tip olarak yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemi mevcuttur [1].

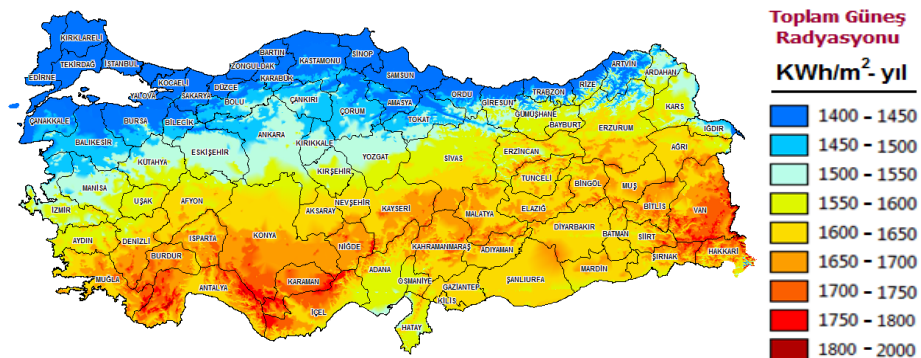
Parabolik oluklar, güneşten gelen ışınların parabolik yüzeyli sistemin odağında yer alan ve eksen boyunca uzanan emici boruya yoğunlaştırılması şeklinde tanımlanan sistemlerdir [8].

Parabolik çanaklar, güneş ışınlarının çanak biçimli bir yüzey tarafından bir alıcı yüzey üzerine nokta şeklinde yoğunlaştırılması şeklinde tanımlanabilir. Elde edilen enerji, termal enerjiye dönüştürülerek direkt ısı enerjisi olarak kullanılabilir. Ya da bir motor içerisindeki çalışma kaynağı olarak aktarılabilir [9].

Frensel yansıtıcı teknolojisi, yerde az eğimli ya da düz aynalar, aynaların yukarısında boşlukta ayarlanan bir alıcı tüpüne güneş ışığının yansıtılması olarak tanımlanabilen sistemlerdir. Güneş ışığının daha iyi odaklanmasını sağlayabilmek için bazı durumlarda alıcının tepesine küçük parabolik bir ayna yerleştirilmektedir [10].

Güneş bacaları, güneş ışınlarının bacaya monte edilmiş olan ısı değiştiriciye yoğunlaştırılması ile elektrik üretilmesi olarak ifade edilebilir. Sistemde gelen güneş ışınlarının yansıtıldığı ve birçok güneş izleme aynaları kullanılmaktadır.

Türkiye, birçok ülkeye göre güneş enerjisi potansiyeli açısından şanslı bir ülkedir. 1966-1982 yıllarında Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünce yapılan ölçümlere göre Türkiye'nin ortalama güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama yıllık toplam ışınlam şiddeti ise 1311 Kwh/m² dir. Türkiye'nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin aylara göre dağılımı tablo 3.3'te verilmiştir. Şekil 3.5'te ise Türkiye'nin enerji potansiyeli haritası yer almaktadır. [1,3,11].



Şekil 3.5 Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli [1]

Tablo 3.3 Aylık toplam güneş enerjisi [1]

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi (saat/ay)
	(KCal /cm ² -ay)	KWh/m ² -ay	
Ocak	4	52	103
Şubat	5	63	115
Mart	8	97	165
Nisan	11	122	197
Mayıs	13	154	273
Haziran	15	169	325
Temmuz	15	175	365
Ağustos	14	158	343
Eylül	11	123	280
Ekim	8	90	214
Kasım	5	61	157
Aralık	4	47	103
Toplam	113	1.311	2.640

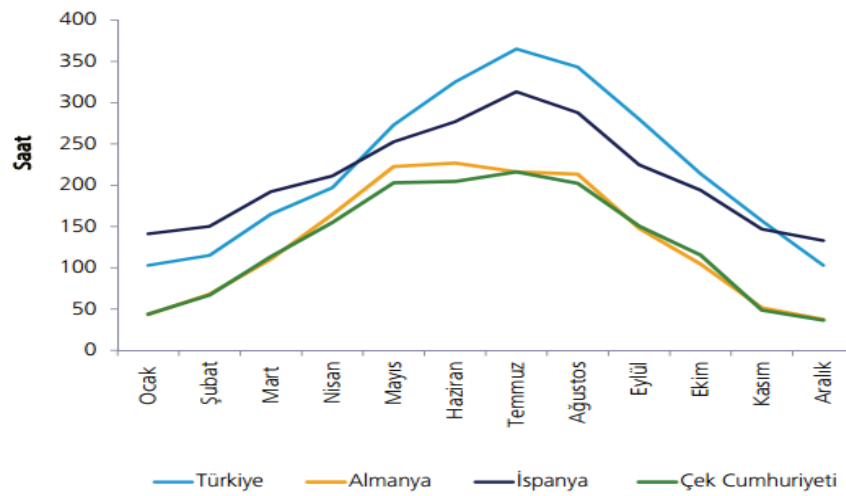
Güneş ışıınımı ve güneşlenme süresinin bölgeler bazında yıllık ortalama değerleri tablo 3.4'te gösterilmektedir. Bu verilere bakıldığında Türkiye'de güneş enerjisi bakımından en zengin bölge Güneydoğu Anadolu bölgesinin olduğu görülmektedir. Bu bölgeyi Akdeniz bölgesi ve sonrasında Doğu Anadolu bölgesi takip etmektedir [1].

Tablo 3.4 Güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı [1]

Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere göre Dağılımı		
BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Ancak, sonradan yapılan çalışmalar ile hesaplanan bu değerlerin az olduğu, Türkiye'deki güneş enerjisi potansiyelinin bu değerlerden %20-25 daha fazla olması gerektiği öngörülmüştür [11].

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli bu alanda önde gelen Almanya, İspanya ve Çek Cumhuriyeti gibi ülkelere göre daha fazladır. Buna rağmen yatırım maliyetleri ve yatırım oranı ile ilgili düzenlemelerin yakın zamanda yapılmış olması sebepleri ile güneş enerjisinden yararlanma oranı bu ülkelerin çok altında kalmıştır. Ülkelerin güneşlenme süreleri şekil 3.6'da verilmiştir [12].



Şekil 3.6 Ülkelerin güneşlenme süreleri [12]

Türkiye'de güneş enerjisinden yaygın olarak sıcak su üretiminde ve sera ısıtmasında yararlanılmaktadır. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde güneş alma kapasiteleri yüksek olduğu için su ısıtıcıları tam kapasite ile çalışabilmektedir. Diğer bölgelerde ise ısıtıcılar yıl boyunca yaklaşık %70 kadar bir kapasite ile çalışabilmektedirler.

Türkiye'de sıcak su üretmek için daha çok düzlemsel güneş kolektörleri kullanılmaktadır. Ülkemizde yaklaşık 150 civarında güneş kolektörü üreten firma vardır. Yılda 500.000 m² güneş kolektörü üreten ve ihracat yapan firmalarda mevcuttur. 2012 yılı sonu itibarıyla ülkemizde 18-20 milyon m² güneş kolektörüne sahip güneş

enerji sistemi bulunmaktadır. Bu sistemler petrol fiyatlarına göre bakıldığında Türkiye ekonomisine yılda 1 milyar dolar civarında katkı sağlamaktadır [13].

Bölgelere bakıldığında Akdeniz bölgesindeki 100 konuttan 70'inde güneşli su ısıtma sistemi bulunduğu söylenebilir. Bu oran Ege bölgesi için %45 iken Güneydoğu Anadolu bölgesi içinde %40 civarındadır. Bölgelere göre güneşli su sistemlerine sahiplik oranı tablo 3.5'te verilmiştir [13].

Tablo 3.5 Güneş ısıtıcı sahipliği [13]

Güneş Isıtıcı Sahipliği	
Bölgeler	Sahiplik Oranı
Akdeniz Bölgesi	70
Ege Bölgesi	45
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	40
İç Anadolu Bölgesi	25
Doğu Anadolu Bölgesi	15
Marmara Bölgesi	5
Karadeniz Bölgesi	5

Türkiye'de güneş enerjili su ısıtma sistemlerine sağlanan destekler oldukça sınırlıdır. Orman ve su işlerinin orman köylülerine verdiği destek mevcuttur. Bu destek güneş enerjili su ısıtma sistemlerini verip, parasını üç yıl içerisinde taksitler halinde faizsiz olarak geri almak şeklindedir.

Türkiye fotovoltaik sistemleri üreten firmalar, güneş pilini hazır alarak alt plaka, cam, çerçeve vb. kısımlarını ve montaj işlemlerini kendileri yapmaktadır. İstanbul, İzmir, Gaziantep'te, toplam 60 MW civarında üretim kapasitesine sahip üç tesis bulunmaktadır. Yakın gelecekte bu tesislerin sayısının 12-13'e çıkacağı beklenmektedir.

Güneş enerjisinden enerji üretimine teşvik verilecek bölgelerin yayınlandığı harita şekil 3.7'de verilmiştir. Elektrik üretimi için 38 ilde teşvik uygulanmıştır. Bu iller

arasında en çok kotaya sahip olan il 92megavat ile Konya olmuştur. Konya ilini Van 77megavat ve 35 megavatlık başvuru hakkı ile Mersin takip etmektedir [14].



Şekil 3.7 Güneş enerjisi üretimine teşvik verilecek bölgeler [14]

Güneş enerjisi enerji kaynakları içinde en temiz ve güvenilir olan kaynaklardan biridir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmakta ve çevre protokollerine uyum göstermektedir. Ayrıca ulaşılması güç olan bölgelerinde elektrik enerjisi kullanmasına olanak vermektedir. Türkiye güneşlenme süresi bakımından oldukça iyi bir bölge olmasına rağmen sıcak su elde edilmesi dışında son yıllara kadar bilinmemekte ve tanıtımı yapılmamakta idi. Yapılan yeni yasal düzenlemeler ve bu alanda hizmet verebilecek sanayi kuruluşlarının artması ile güneş enerjisinden daha fazla yararlanılabilecektir. İlk yatırım maliyetleri yüksek olan güneş enerji sistemlerinin yakıt masrafı olmadığı için işletme masrafı bulunmamaktadır. Gerekli finansman imkanı sağlandığı takdirde bu teknolojinin kullanımı yaygınlaşacaktır. Enerji üretimi konusunda sıkıntıların yaşandığı günümüzde güneş enerjisinden en üst seviyede yararlanmanın yolu açılmış olacaktır.

BÖLÜM 4

GÜNEŞ TAKİP SİSTEMLERİ

Güneş takip sistemlerinin çalışma prensibi ayçiçeklerine benzetilebilir. Ayçiçekler sürekli güneşe göre yön almaktadır. Güneş takip sisteminin çalışma prensibi de aynı şekilde güneşi takip etmesi olarak ifade edilebilir.

Fotovoltaik üzerine yapılan tüm çalışmaların ana fikri güneş enerjisine yapılan yatırımın geri dönüş süresinin azaltılmaya çalışılmasıdır. Sistemin verimini arttırmak yapılacak çalışmaların başında gelmektedir. Sistemin verimliliğinin artırılması da panel üzerine düşen ışının şiddetinin artırılması ile yapılabilir.

4.1. Güneş Takip Sistemlerinin Sınıflandırılması

Güneş takip sistemleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- 1) Kontrol mekanizmasına göre;
 - a) Yerçekimini kullanan çözümler
 - b) Açık döngü (open loop) sistemler
 - c) Kapalı döngü (closed loop) sistemler
- 2) Takip eksenine göre;
 - a) Güneş açılarına bağlı takip
 - b) Tek eksen kontrollü
 - c) Çift eksen kontrollü

4.1.1 Yer Çekimini Kullanarak Çalışan Sistemler

Yer çekimi kullanarak çalışan sistemlerde panellerin sağ ve sol kenarlarına yerleştirilmiş ve içlerinde özel bir sıvı olan tüpler bulunmaktadır. Bu tüpler arasında bağlantı mevcuttur ve aralarında sıvı geçişi olmaktadır. Tüp içinde yer alan sıvı ısıya karşı duyarlıdır ve genleşme katsayısı yüksektir. Paneller dengede olması için öncelikle ağırlık merkezine göre yerleşik durumdadır. Dengede olan panellerden güneş ışığına maruz kalan taraftaki sıvı genleşeceği için karşı tüpe doğru akmakta ve ağırlık merkezinin değişmesini sağlayarak panelin güneşe doğru hareketini gerçekleştirmektedir. Panelin hareketi güneş ışınları panele dik gelmeye başlayana kadar devam etmektedir.

Genellikle tek eksenle yapılan bu sistemlerde herhangi bir elektriksel aksam gerekmemektedir.

4.1.2 Açık Döngü Sistemler

Açık döngü sistemlerde, denetim eylemi sistem çıkışından bağımsız gerçekleşmektedir. Çıkışın ölçülmesi ve geri beslemesi yoktur. Dolayısı ile sistemin girişi çıkışından haberdar olmaz. Açık döngü sistemler giriş ve çıkış bilgisi bilinen ve iç - dış etkenlere bağlı olmayan sistemlerde kullanılmaktadır. Açık döngü sistemler zamana bağlı ya da sıralı süreçlerin olduğu sistemlerde kullanılabilir.

Güneşin, dünyanın herhangi bir noktasında, yılın herhangi bir gününde ve saatinde hangi konumda olacağı bilgisi bilinmektedir. Bu bilgiden yola çıkarak güneşin yerini tespit etmek amacı ile sensör kullanmaya gerek yoktur. Güneşin bulunduğu koordinatlara göre güneşi takip etmek mümkündür. Bu şekilde güneşi takip eden mikroişlemci kontrollü sistemler açık döngü sistemler içrisine girmektedir.

4.1.3 Kapalı Döngü Sistemler

Kapalı döngü sistemlerde, denetim eylemi sistem çıkışına bağımlıdır. Sistemin çıkış bilgisi ölçülerek geri bildirim yapılmaktadır. Yapılan geri beslemeye göre istenilen giriş değeri ile karşılaştırılır. Bu sayede sistemin girişi çıkışından haberdar edilmiş olmaktadır.

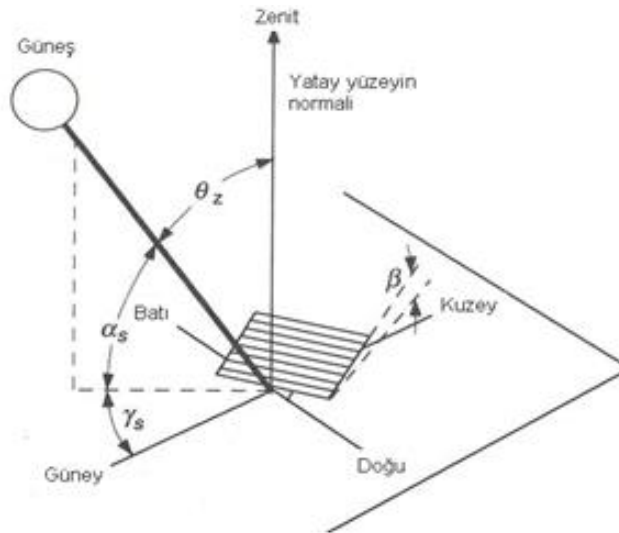
Sensörler aracılığı ile güneşin yerini tespit eden ve sistemin güneşe doğru yönelmesini sağlayan sistemler kapalı döngü sistemlere örnek teşkil etmektedir. Bu

sistemlerde geri besleme söz konusudur. Geri besleme sayesinde sistemin girişi çıkışından gelen bilgiye göre hareket etmektedir.

4.1.4 Güneş Açılarına Bağlı Takip Sistemleri

Dünya hem kendi eksenini etrafında hem de güneşin etrafında dönmektedir. Dünyanın dönme hareketi esnasında güneşin konumunu ve hareketini belirleyebilmek için bazı açı değerlerine ihtiyaç vardır. Bilinmesi gereken açı değerlerine ait bilgi üçüncü bölüm içerisinde verilmiştir. Açı değerleri aynı zamanda güneşin gün içerisindeki hareketini takip etmemizi sağlamaktadır. Bulunduğumuz bölgenin coğrafik şartlarına bağlı kalınarak hesaplanacak açı değerleri sayesinde güneşin konumu bilinmekte ve belirlenen konuma göre tasarlanacak sistem ile güneşi takip edebilmek mümkün olabilmektedir.

Bu sistemlerde güneş panelleri güneye bakan bir açı ile kuzey-güney doğrultusunda konumlandırılmalıdır. Sabit paneller, kullanıldığı coğrafyanın konumuna göre uygun eğim açısı ve değişebilir eğim açısına sahip olacak şekilde yerleştirilir. Çünkü güneşin açısı her gün ve ay değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliğe göre güneş panelinin de açısının ayarlanabilir olması gerekmektedir. Panele verilecek eğim β açısı kadar olmalıdır. Panele verilecek eğimin hangi yönde ve açıda verilmesi gerektiği şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Panel eğim açısı [15]

Bu sistemler için optimum eğim açılarının günlük ve mevsimlik olarak belirlenmesi ve optimum zamanlarda yapılan hesaplamalara göre eğim açısı değiştirilmesi avantajlı olabilir. Ülkemizdeki bazı iller için uygun eğim açıları aylara göre tablo 4.1’de, mevsimlere göre ise tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1 İllerin aylara göre optimum eğim açılarının (β) derece cinsinden değerleri [15]

İl	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ankara	60,4	52,88	41,9	30,06	20,75	16,48	18,5	26,26	37,6	49,4	58,61	62,65
Elazığ	59,5	52	41,1	29,18	19,87	15,6	17,6	25,38	36,7	48,5	57,73	61,77
İstanbul	61,9	54,33	43,4	31,51	22,2	17,93	19,9	27,71	39	50,9	60,06	64,1
İzmir	59,1	51,57	40,6	28,75	19,44	15,17	17,1	24,95	36,3	48,1	57,3	61,34
Mersin	57,3	49,8	38,9	26,98	17,67	13,4	15,4	23,18	34,5	46,3	55,53	59,57
Sinop	62,9	55,33	44,4	32,51	23,2	18,93	20,9	28,71	40	51,9	61,06	65,1

Tablo 4.2 İllerin mevsimlere göre optimum eğim açılarının derece cinsinden değerleri [15]

			Mevsimlik Değerler				
İl	Enlem (N)	Boylam (E)	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	Yıllık değer
Ankara	39°56'	32°52'	30,92	20,4	48,52	58,64	35,6
Elazığ	38°68'	39°14'	30,04	19,52	47,64	57,76	34,82
İstanbul	41°01'	28°58'	32,37	21,85	49,97	60,09	36,91
İzmir	38°25'	27°09'	29,61	19,09	47,21	57,33	34,43
Mersin	36°48'	34°38'	27,84	17,32	45,44	55,56	32,83
Sinop	42°01'	35°09'	33,37	22,85	50,97	61,09	37,81

4.1.5 Tek Eksen Kontrollü Sistemler

Tek eksenli kontrol sistemlerinde isminden de anlaşılacağı gibi sistem tek ekseninde hareket etmektedir. Sistem verimini yaklaşık %20-25 oranında arttırmak mümkündür. Tek eksenli kontrollerde eksen doğu batı hattı üzerinde olup panel kuzey-güney doğrultusunda hareket edebilir. Bunun tam tersini yapmak da mümkündür. Eksen kuzey – güney hattına yerleştirilir. Bu durumda da panel hareketi doğu – batı ekseninde olabilmektedir. Sisteme belirli bir eğim vererek de sistemi çalıştırmak mümkündür.

4.1.6 Çift Eksen Kontrollü Sistemler

Çift eksenli kontrol sistemlerinde sistemin iki eksen ile kontrol edilmesi dolayısı ile yatay ve dikey hareket etmesi sağlanmaktadır. Çift eksenli kontrol edilen sistemlerde panel verimliliğinin arttığı bilinmektedir. Yapılan uygulama çift eksen kontrol sistemiği ile çalışmaktadır ve beşinci bölümde bu sistem detaylı olarak açıklanmıştır.

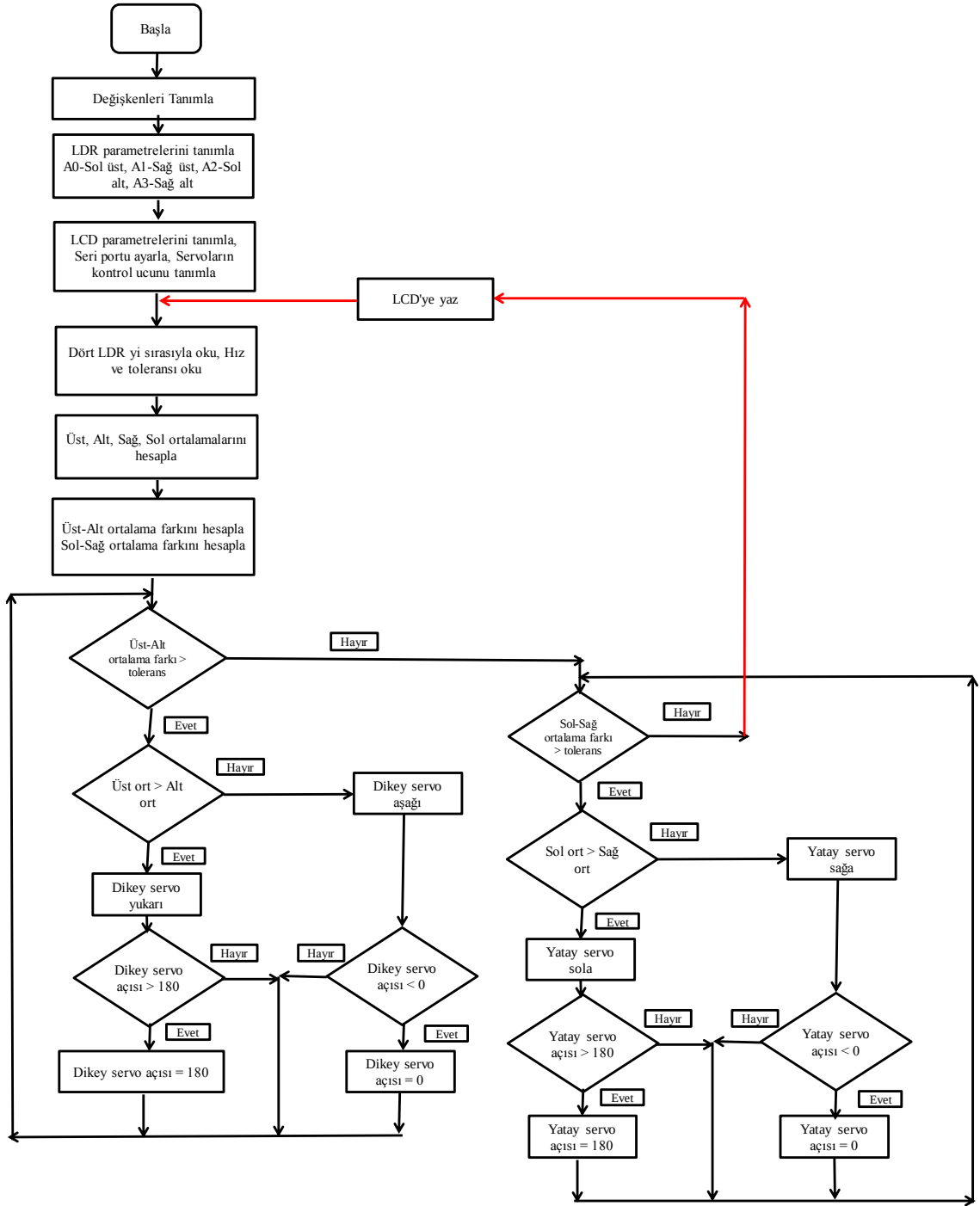
BÖLÜM 5

MATERYAL VE METOT

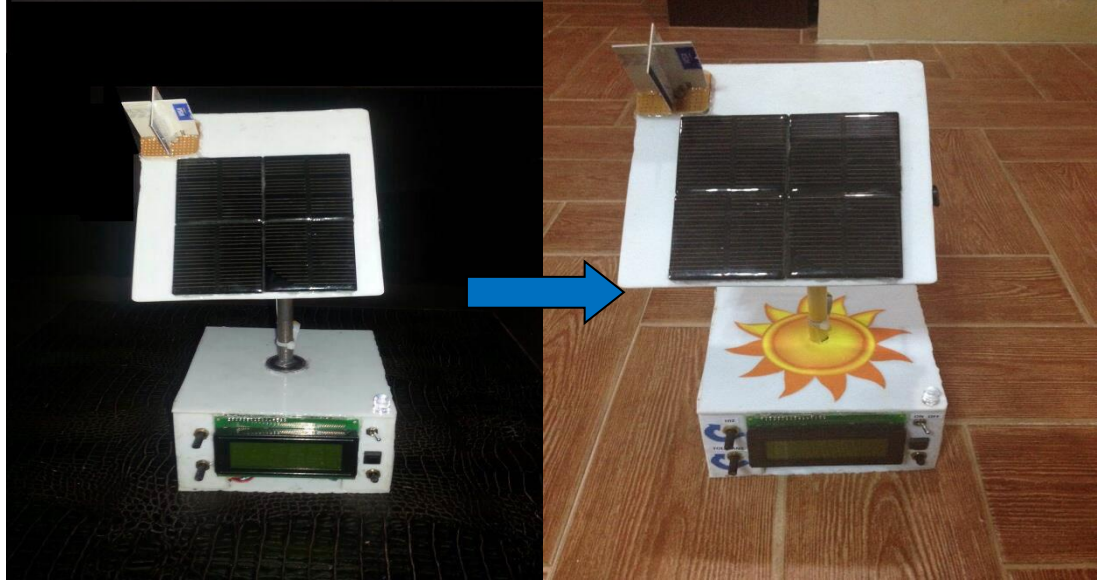
5.1. Sistemin Genel Çalışma Prensipleri

Yapılan güneş takip sistemi çift eksenli kapalı döngü sistemi esasına göre tasarlanmıştır. Sistemin ana bileşenleri olarak Atmel ATmega328 mikrodenetleyicisi ile çalışan bir Arduino kartı (G/Ç analog/ sayısal portları bulunan ve Processing/Wiring dilinin bir uygulamasını içeren, geliştirme ortamından oluşan bir fiziksel programlama platformu) ile 4 adet LDR (Light Dependent Resistors)'den oluşan sensör bloğu kullanılmıştır. Sensörlerden alınan veriler arduino'nun analog girişleri aracılığı ile sayısal verilere dönüştürülür. Dönüştürülen sayısal veriler şekil 5.1'de verilen akış diyagramı doğrultusunda yazılan kodlar ile panelin-sistemin hangi yöne hareket edeceği belirlenerek, yatay ve dikey servoların hareket ettirmesi sağlanmıştır. Sistemin hareketini optimize etme amacı ile hız ve tolerans ayarı için iki adet potansiyometre kullanılarak bu parametrelere müdahale imkanı sağlanmıştır. Bu sayede sistemin optimum hız ve toleransta güneşi en iyi şekilde takip etmesi sağlanmıştır. Eğer potansiyometre ile hız ve tolerans kontrolü yapılmaz ise sistemin hareketi esnasında titreşim yaptığı ve güneşin konumuna tam konumlanamadığı gözlemlenmiştir. Sisteme eklenen LCD (Liquid Crystal Display) ekran aracılığı ile sistemin hareket hızının ve toleransının optimum değerlerini tespit edebilmek mümkün hale getirilmiştir.

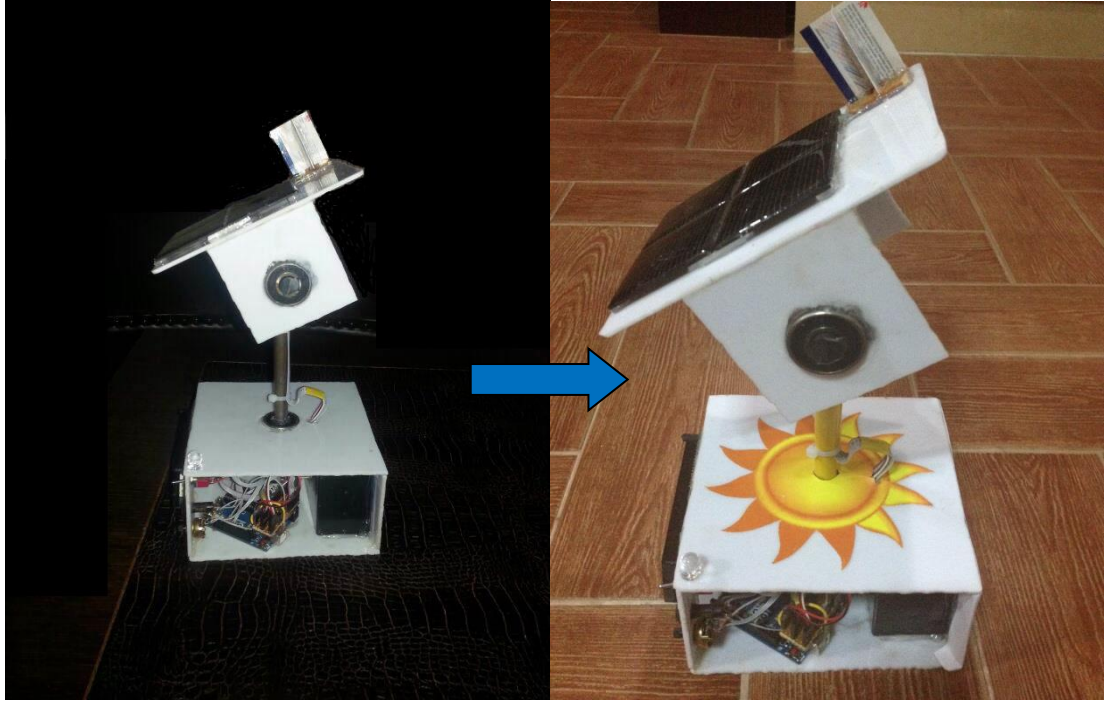
Güneş takip sistemine ait görseller şekil 5.2 ve şekil 5.3 ile ve şematik devre çizimi şekil 5.4'te verilmiştir. Şekil 5.5'te ise güneş takip sisteminin elektronik devre çizimi yer almaktadır.



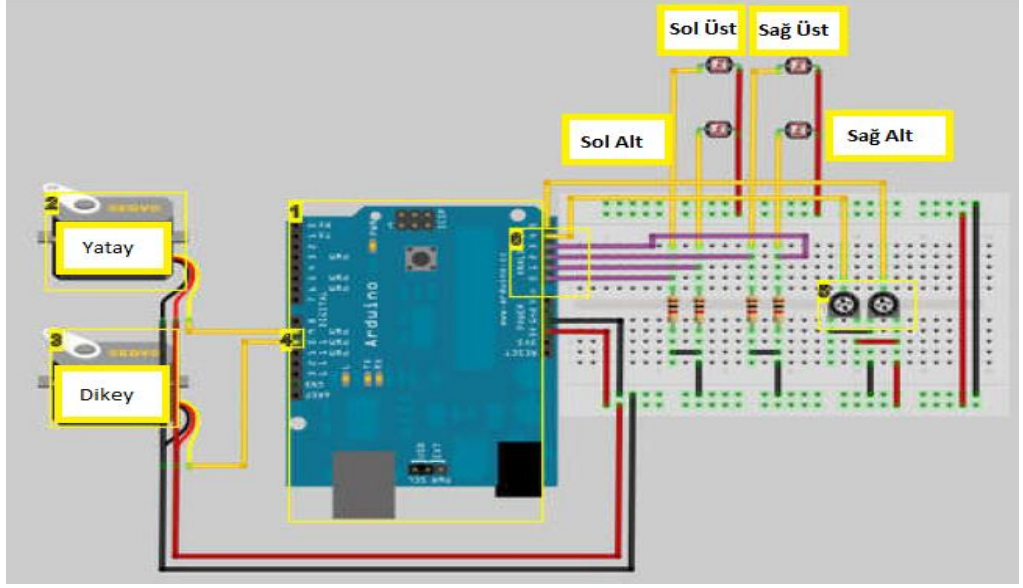
Şekil 5.1 Güneş takip sistemi yazılımının akış şeması



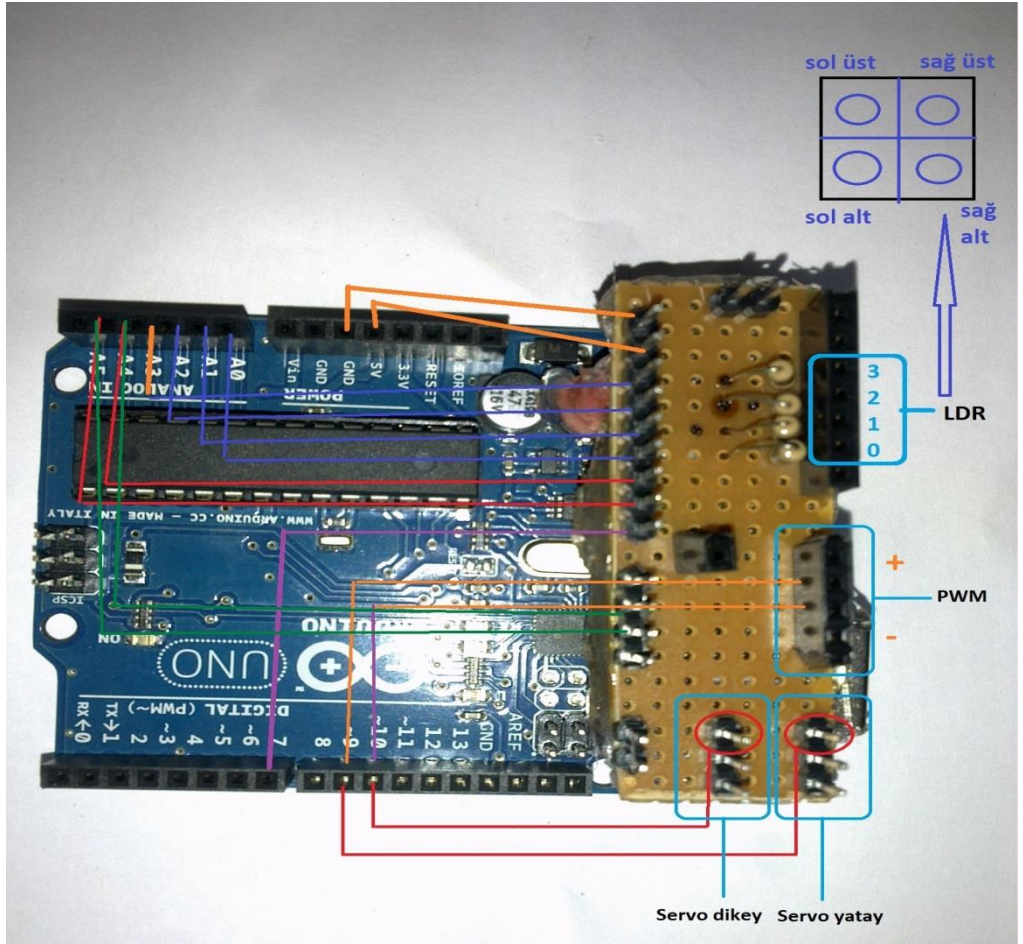
Şekil 5.2 Güneş takip sisteminin ön görünüş



Şekil 5.3 Güneş takip sisteminin yan görünüşü



Şekil 5.4 Güneş takip sisteminin şematik elektronik devre çizimi

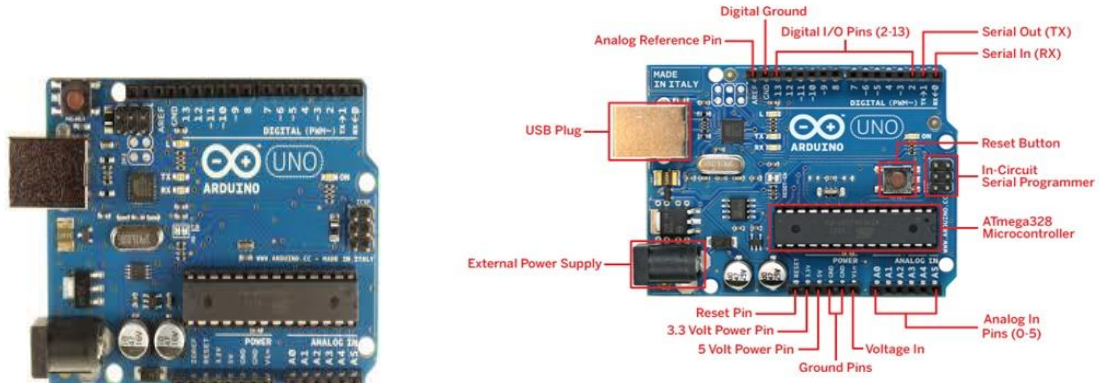


Şekil 5.5 Güneş takip sisteminin elektronik devre çizimi

5.2. Sistemin Kontrol Ünitesi

Arduino temel olarak bir mikro denetleyici programlamak için gerekli bileşenleri kullanımı oldukça rahat halde bir araya getirmiş olan bir platformdur. Bu tasarımda sistemi kontrol etmek için arduino uno kullanılmıştır.

Arduino uno ATmega328 işlemci kullanan Arduino çeşididir. 14 dijital giriş/çıkış pini bulunur, bunlardan 6'sı PWM çıkışı olarak kullanılabilir. 6 analog giriş pinine sahiptir. 16 MHz kristal osilatörü, USB bağlantısı, 2.1mm güç girişi, ICSP başlığı ve reset butonu vardır. Mikroişlemciyi destekleyecek her şeye sahiptir. Çalıştırmak için DC 7~12V güç kaynağına bağlamak yeterlidir. Şekil 5.6'da Arduino kartına ait görseller yer almaktadır [17].



Şekil 5.6 Ardunio [17]

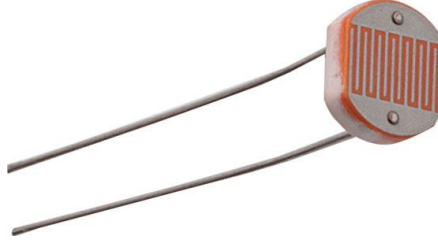
Arduino UNO'nun sahip olduğu özellikler:

- Atmega328 mikro denetleyici
- USB ve adaptör bağlantı portları
- Güç regülatörü
- 3.3V veya 5V çalışma gerilimi
- 14 dijital ve 6 analog giriş/çıkış
- 16kb Flash bellek
- 3.3V için 8Mhz ve 5V için 16Mhz çalışma hızı [17]

5.3. Güneş Konumunu Tespit Eden Sensör Sistemi

Yapılan tasarımda güneşin konumunu tespit edebilmek için ışık yön sensörleri kullanılmıştır. Işık yön sensörleri ortamdaki ışığın şiddetine göre üzerine düşen direnç değerini ters orantılı olarak ayarlayabilen optik sensör çeşididir. Foto direnç üzerine düşen ışık arttıkça direnç değeri lineer olmayan bir şekilde azalır. Bu yüzden ışık

şiddetinin artması direnç değerinin düşmesine, ışık şiddetinin azalması ise direnç değerinin artmasına sağlar. Şekil 5.7’de LDR görseline yer verilmiştir.



Şekil 5.7 LDR [18]

Sistemde toplamda dört adet ldr kullanılmıştır. Kullanılan LDR ler artı şeklinde uzun bir yapı içine yerleştirilmiştir. Burada amaçlanan gelen ışığın bir LDR üzerine düşmesini sağlamaktır.

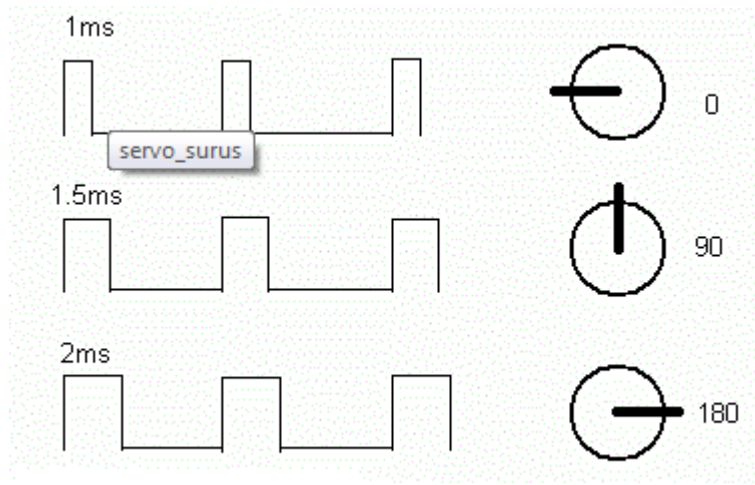
5.4. Hareket Sistemi

Sistemin hareketini sağlamak amacı ile servo motor kullanılmıştır. Servo motorlar programlanabilir bir mile sahip olan küçük cihazlardır. Belirli bir yazılım ile motora gönderilen kodlar aracılığı ile motorun hareket etmesi sağlanmaktadır. Servo motorlar genellikle 60-120-180 ° dönebilme özelliğine sahiptir. Servo motorlarda üç çıkış mevcuttur. Çıkışlardan biri power, biri toprak, diğeri ise kontrol girişi için kullanılmaktadır. Çıkışların bağlantılarını yapabilmek için kullanılan kabloların renkleri ise genellikle power için kırmızı, toprak için siyah ve kontrol için beyaz olarak kullanılmaktadır. Şekil 5.8’de servo motor görseline yer verilmiştir.



Şekil 5.8 Servo motor [19]

Yapılan yazılım aracılığı ile servonun girişine palslardan oluşan bir sinyal gönderilir. Palsın süresi servo motorun şaftının 180°'lik bir aralıktaki pozisyonunun belirlenmesini sağlar. Eğer gönderilen sinyalin palsı 1,5 ms uzunluğunda ise servo motorun şaftının pozisyonu 90°'dir. Pals 1 ms uzunlukta ise servo motor 90° sola döner eğer 2 ms uzunlukta ise 90° sağa hareket etmesi sağlanarak sistemin güneşe hareketi sağlanmış olur. Servo motorun örnek servo sürüşü şekil 5.9'da verilmiştir. Fotosellerden alınan sinyal farkına bağlı olarak ilgili servo motor adım adım güneşi takip edecek şekilde konumlandırılır. Servo motorun pals değerlerine göre aldığı açı tablo 5.1'de verilmiştir [19].



Şekil 5.9 Servo motor çalışma prensibi [19]

Tablo 5.1 Servo motorun pals sürelerine göre açıları

1-2 ms Servo Motorların		1,25-1,75 ms Servo Motorların	
Pals Sürelerine Göre Açılar		Pals Sürelerine Göre Açılar	
Süre (ms)	Açı (derece)	Süre (ms)	Açı (derece)
1	-90	1,25	-90
1,1	-72	1,3	-72
1,2	-54	1,35	-54
1,25	-45	1,4	-36
1,3	-36	1,45	-18
1,4	-18	1,5	0
1,5	0	1,55	18
1,6	18	1,6	36
1,7	36	1,65	54
1,75	45	1,7	72
1,8	54	1,75	90
1,9	72		
2	90		

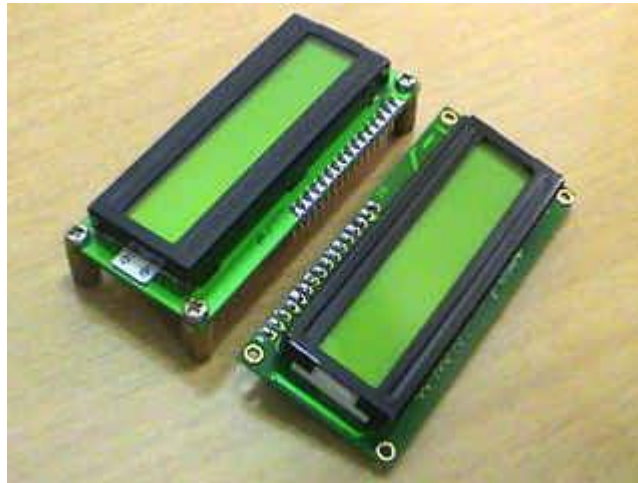
Sistemde iki tane servo motor kullanılmıştır. Motorlardan biri yatay hareketi sağlarken ikinci motor ise dikey hareketi sağlamaktadır. Motorların beslemesi 6 V 'luk bir akü ile sağlanmıştır. Şekil 5.10'da sistemin arka görünüşü yer almaktadır.



Şekil 5.10 Güneş takip sisteminin arka görünüşü

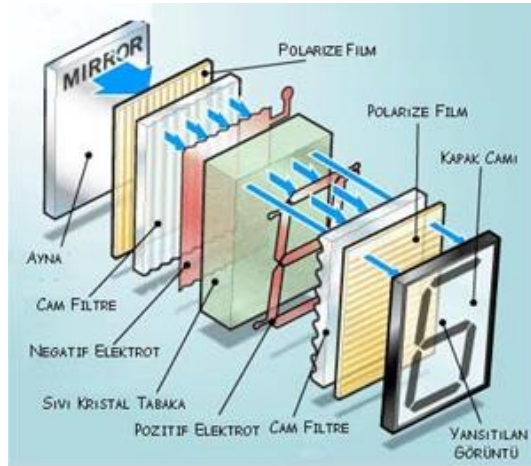
5.5. Sıvı Kristal (LCD) Ekranı

Sistemde veri takip ekranı olarak lcd ekran kullanılmıştır. Lcd ekran teknolojisi elektrikle kutuplanan sıvının ışığı tek fazlı geçirmesi ve önüne eklenen kutuplama filtresi ile gözle görünür hale gelmesi olarak ifade edilebilir. Şekil 5.11'de LCD ekran görüntüsüne yer verilmiştir.



Şekil 5.11 LCD ekran [20]

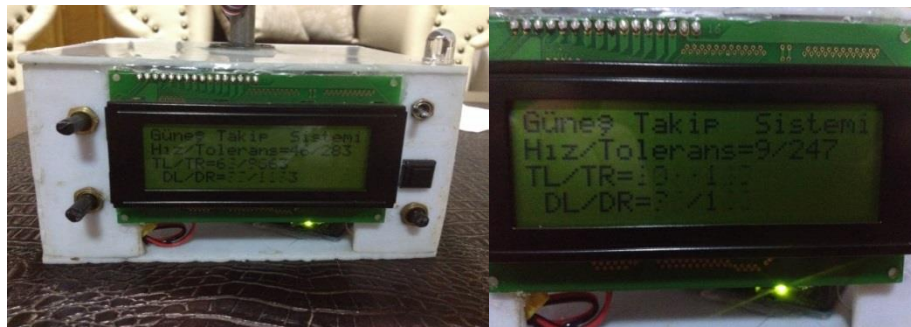
Lcd'lerin yapısı farklı katmanların bir araya gelmesi ile oluşmaktadır. Katmanlar bir araya geldiklerinde paneller meydana gelir. Paneller, üzerindeki özelleşmiş hücrelerin iyon katmanı tarafından şekillendirilmesi ve elektrik akımıyla görüntü oluşturulması sistematiğine dayanarak çalışmaktadır. LCD katman yapısı şekil 5.12'de görülmektedir [21].



Şekil 5.12 LCD ekran katman yapısı [21]

Lcd ekran data sheet'i içinde yazı karakterleri ile ilgili yazılımlar mevcuttur. Ancak bazı özel karakterler data sheet'te yoktur. Özel karakterleri yazdırmak için ek yazılım yapılmak durumundadır. Yapılan çalışmada lcd ekranda, noktalı harflerin yazdırılması için ek yazılım oluşturulmuştur.

Sistemde kullanılan sensörlerin konumunu görebilmek ve hız-tolerans rakamlarını görerek uygun değer ayarı yapabilmek için lcd ekran kullanılmıştır. Bu sayede sistem hareketinin güneşin yönüne duyarlılığı ayarlanabilmekte ve hareket anındaki hızı istenilen seviyeye getirilebilmektedir. Şekil 5.13 sistemde kullanılan LCD ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.13 LCD'de yazdırılan parametrelerin görünümü

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Enerji, toplumlar için stratejik bir girdi niteliğinde olup yaşamın sürdürülebilirliği açısından önemli bir öneme sahiptir. Günümüzde enerji ve enerji elde etme yöntemleri ile ilgili karşımıza çıkan üç önemli sorun bulunmaktadır. Bunlardan biri artan enerji ihtiyacının nasıl karşılanacağı, bir diğeri küresel ısınma ve iklim değişikliği ile nasıl mücadele edileceği ve üçüncü sorun ise enerji elde etme yöntemlerinin çevre boyutu olarak ifade edilebilir. Bu üç sorun temelde birbirleri ile bağlantılıdır. Küresel ısınmanın en önemli nedeni, enerji talebinin karşılanmasında kullanılan kaynaklar ve yöntemlerdir. Kullanılan kaynak ve yöntemler aynı zamanda çevreye de olumsuz etki yaratmaktadır. Küresel ısınmanın sonu olan iklim değişikliklerinin olası etkilerini en aza indirmek için küresel ısınmaya sebep olan fosil kökenli enerji kaynaklarını kullanmaktan vazgeçmektir. Bu kaynaklardan enerji üretmek aynı zamanda çevreye de olumsuz etkiler yarattığı için, çevre boyutu açısından da fosil yakıtların kullanılmaması gerekmektedir. Bunun yerine çevre ile uyumlu, güvenilir enerji kaynakları olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, ihtiyaç duyulan enerjinin bu yöntemlerle üretilmesi gerekmektedir.

Fosil enerji kaynakları çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmakla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının böyle bir etkisi yoktur. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların çevre üzerinde yarattıkları olumsuz etkileri dengeleyici özellikleri de bulunmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının dezavantajı olarak görünen ilk yatırım maliyetleri teknolojinin gelişmesi ile birlikte fosil kaynaklarla rekabet edebilir hale gelmiştir. Fosil kaynaklarla ilgili dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da ilk yatırım maliyetlerinin düşük olmasına rağmen çevreye verdikleri etki, sağlık sorunları gibi olumsuz etkilerinin maliyeti hesaplanamamaktadır.

Türkiye sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli ile elektrik ihtiyacının tamamını üretebilecek durumdadır. Bu sebeple güneş kaynağından su ısıtma konusunda gösterilen başarının elektrik enerjisi üretiminde de gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi sistemlerinin geliştirilmesinin yanında geliştirilen sistemlerde güneş ışınlarını verimli kullanabilmek de önemlidir. Bu sistemlerin başarısı için, sistemlere güneş ışınlarını takip eden, açısını güneş ışınlarının gelişine göre ayarlayabilen sistemlerin geliştirilmesi önemlidir.

Güneş takip sistemleri özellikle alan problemi olan yerlerde kullanışlıdır. Gerekli enerjiyi elde etmek için birden fazla panel kullanmak yerine güneşi takip eden paneller ile dar alanlarda yerden tasarruf edilmesini sağlamaktadır.

Güneş takip sistemleri güneş ışınlarının sisteme dik gelebilmesi için güneşe göre hareket aldığından sistemden elde edilen enerjinin miktarını arttırmaktadır. Bu sistemler sayesinde panellerden elde edilen enerji %25 - %55 oranında artırılabilir [2].

Güneş ışınlarını optimum seviyede takip edebilmek amacı ile güneş takip sisteminde tolerans ve hız kontrolünün yapılması gerekliliği tespit edilmiştir. Sistem tasarımında hız ve tolerans için sabit bir veri girilebilmektedir. Ancak girilen değerler optimum değer değil ise, sistemden istenen verim alınamamaktadır. Panel hareketi için gerekli hassasiyet verilemediği takdirde sistem güneşin hareketine göre tam olarak hareket edememekte ve güneş ışınlarının paneller üzerine dik gelmesini sağlayamamaktadır. Dolayısı ile bu süreci inceleyebilmek ve en doğru değeri tespit edebilmek adına sistemde potansiyometre kullanılmıştır. Bu sayede istenilen hız ve tolerans değerinin ayarlanabilmesi mümkün hale getirilmiştir.

Artan enerji talebinin dışa bağımlı olmadan karşılanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması gereklilik haline gelmiştir. Yapılacak

yatırımlardan da üst seviyede verim alınmalıdır. Maliyetli yatırımlar olmakla birlikte sistemlerin verimlerini artırıcı çalışmalar ile birlikte sistemin kendini amorte etme süresi kısaltılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri hesaplanırken, fosil yakıtların insan sağlığına ve çevreye verdiği zararların olmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Yeşil, sağlıklı bir yaşam için çevre dostu enerji kaynaklarına yatırım desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - <http://www.eie.gov.tr> (Erişim Tarihi: 13.12.2013)
- [2] T. Irina, A. Catalin, ***A Study On The Tracking Mechanisms Of The Photovoltaic Modules***, Fascicle of Management and Technological Engineering”, Vol: IX, s: 59-66, 2010.
- [3] Çetin ADIYAMAN, ***Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Politikaları***, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2012
- [4] BP Statistical Review of World Energy June 2013
- [5] Gökay BAYRAK, Muhsin Tunay GENÇOĞLU, ***İki Eksenli Güneş Takip Sisteminin Tasarımı ve PLC ile Kontrolü***, Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi 2011 Ulusal Toplantısı, 2011
- [6] http://www.most.com.tr/turkce/teknik_bilgiler9.asp (Erişim Tarihi: 12.07.2014)
- [7] <http://mynasadata.larc.nasa.gov> (Erişim Tarihi: 24.12.2013)
- [8] Harun Kemal ÖZTÜRK, Görkem ŞANLI, Ahmet YILANCI, ***Parabolik Oluk Tipi Güneş Kolektörlerin Performans analizi***, Mühendis ve Makine, Cilt 51, Sayı 609, Sayfa 2, 2010
- [9] Celal TABAK, Hasan DİNÇER, Kevser KARAYAZI, Erdal ARSLAN, Mehmet H.YILDIZ, Salih KARAYAZI, ***Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri İle Elektrik Enerjisi Üretimi***, III. Enerji Verimliliği Ve Kalitesi Sempozyumu Bildirileri, 2009
- [10] Hüseyin KOLTUKÇU, ***Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Swot Analizi***, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2010
- [11] F.Birsen ALAÇAKIR, ***Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve EİE’deki Çalışmalar***, <http://www.nukte.org/node/163>- (Erişim Tarihi: 25.12.2013)
- [12] http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Turkey/Local%20Assets/Documents/turkey_tr_enerji_yenilenebilirdegunesligunler_010812.pdf (Erişim Tarihi: 13.12.2013)

- [13] Necdet Altıntop, Doğan Erdemir, ***Dünyada Ve Türkiye’de Güneş Enerjisi İle İlgili Gelişmeler***, Mühendis ve Makine, Cilt 54, Sayı 639, Sayfa 2, 2013
- [14] <http://enerjienstitusu.com/2011/08/12/38-sehre-gunes-enerjisi-tablo-tesvikli-elektrik-epdk-harita-iller-sehirler-konya-mw-kapasite-bolgeler-tesviki/>
(Erişim Tarihi: 25.12.2013)
- [15] Ahmet ŞENPINAR, ***Güneş Açılarına Bağlı Olarak Optimum Sabit Güneş Paneli Açısının Hesaplaması***, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi, Cilt 4, Sayı 2, Sayfa 5 2006
- [16] <http://www.instructables.com/id/Arduino-Solar-Tracker/>
(Erişim Tarihi:08.03.2014)
- [17] <http://arduinoturkiye.com/arduino-uno/> (Erişim Tarihi:08.03.2014)
- [18] <http://www.devreyapimi.com/2011/11/20/foto-direnc-ldr/>
(Erişim Tarihi:04.05.2014)
- [19] <http://www.aytekinguclu.com/projelerim/rcmodelaraclar/rc-servo-motor/>
(Erişim Tarihi:22.06.2014)
- [20] <http://320volt.com/lcd-paneller-ve-ekranlar/> (Erişim Tarihi:22.06.2014)
- [21] http://www.robotiksistem.com/lcd_yapisi_calismasi.html
(Erişim Tarihi:22.06.2014)

Ek –A Güneş Takip Sistemi Uygulama Kodu

```
/*Yüksek Lisans Tezi Uygulama Kodu
Burçin Sezgin
Danışman: Yrd.Doç.Dr.Hilmi KUŞÇU */

#include <Servo.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // lcd ekran giriş pin değerleri tanımlama

Servo Yatay; // Yatay servo
int ServoYatay = 90; // başlangıç konumu
Servo Dikey; // Dikey servo
int ServoDikey = 90; // başlangıç konumu
int Ldr_Ust_Sol = 0; //LDR Sol Üst
int Ldr_Ust_Sag = 1; //LDR Sağ Üst
int Ldr_Alt_Sol = 2; //LDR Sol Alt
int Ldr_Alt_Sag = 3; //ldr Sağ Alt

byte newChar1[8] = { // ı harfi
    B00000,
    B00000,
    B00000,
    B01100,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B01110,
    B00000};
byte newChar2[8] = { // ü harfi
    B01010,
    B00000,
    B10001,
    B10001,
    B10001,
    B10011,
    B01101,
    B00000};
byte newChar3[8] = { // ç harfi
    B00000,
    B00000,
    B01110,
    B10000,
    B10001,
    B10001,
    B01110,
    B00100};
byte newChar4[8] = { // Ç farfi
    B01110,
    B10001,
    B01110,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B00100};
byte newChar5[8] = { // ş harfi
    B00000,
    B01110,
    B10001,
    B01110,
    B10001,
    B01110,
    B00100,
    B01000};
byte newChar6[8] = { // Ş harfi
    B01110,
    B10001,
    B01000,
    B00100,
    B10001,
    B01110,
    B00100,
    B01000};
byte newChar7[8] = { // İ harfi
    B00100,
    B01110,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B00100,
    B00100};
```

```
B00100,                                     B00000};
  B01110,
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Yatay.attach(9);//yatay motor sinyal pini
  Dikey.attach(10);//dikey motor sinyal pini

  lcd.createChar(0,newChar1); lcd.createChar(1,newChar2);//ı,ü,ç,Ç,ş,Ş,İ
  lcd.createChar(2,newChar3); lcd.createChar(3,newChar4);
  lcd.createChar(4,newChar5); lcd.createChar(5,newChar6); lcd.createChar(6,newChar7);

  lcd.begin(20, 4);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("G");lcd.write(byte(1));lcd.print("ne"); lcd.write(byte(4)); lcd.print(" Takip Sistemi");
  //"Güneş Takip Sistemi" yazıyor

}

void loop()
{
  int Ust_Sol = analogRead(Ldr_Ust_Sol); // üst sol
  int Ust_Sag = analogRead(Ldr_Ust_Sag); // üst sağ
  int Alt_Sol = analogRead(Ldr_Alt_Sol); // alt sol
  int Alt_Sag = analogRead(Ldr_Alt_Sag); // alt sağ
  int HIZ = analogRead(4)/20; // A4 teki potentiometreyi oku
  int Tolerans = analogRead(5)/4; // A5 teki potentiometreyi oku
  int Ust_Ortalama = (Ust_Sol + Ust_Sag) / 2; // üst ortalaması
  int Alt_Ortalama = (Alt_Sol + Alt_Sag) / 2; // alt ortalaması
  int Sol_Ortalama = (Ust_Sol + Alt_Sol) / 2; // Sol ortalama
  int Sag_Ortalama = (Ust_Sag + Alt_Sag) / 2; // Sağ ortalama
  int Ust_Alt_Ortalama_Farki = Ust_Ortalama - Alt_Ortalama; // üst, alt ortalamaların farkı
  int Sol_Sag_Ortalama_Farki= Sol_Ortalama - Sag_Ortalama;// sağ, sol ortalamaların farkı
  //-----
  if (-1*Tolerans > Ust_Alt_Ortalama_Farki || Ust_Alt_Ortalama_Farki > Tolerans) // dikey farkı
  toleransla kıyasla gerekirse Dikey açığı değiştir
  {
    if (Ust_Ortalama > Alt_Ortalama){ServoDikey = ++ServoDikey;if (ServoDikey >
180){ServoDikey = 180;}}
    else if (Ust_Ortalama < Alt_Ortalama){ServoDikey= --ServoDikey;if (ServoDikey <
0){ServoDikey = 0;}}
    Dikey.write(ServoDikey);
  }
  //-----
  if (-1*Tolerans > Sol_Sag_Ortalama_Farki|| Sol_Sag_Ortalama_Farki> Tolerans) // yatay farkı
  toleransla kıyasla gerekirse Yatay açığı değiştir
  {
    if (Sol_Ortalama > Sag_Ortalama){ ServoYatay = --ServoYatay; if (ServoYatay <
0){ServoYatay = 0; } }
```

```

    else if (Sol_Ortalama < Sag_Ortalama){ServoYatay = ++ServoYatay; if (ServoYatay >
180){ServoYatay = 180;} }
    else if (Sol_Ortalama = Sag_Ortalama){}
    Yatay.write(ServoYatay);
}
//-----
delay(HIZ);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("H");lcd.write(byte(0));lcd.print("z/Tolerans=");lcd.print(HIZ);lcd.print("/");lcd.print(
Tolerans);
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("TL/TR=");lcd.print(Ust_Sol);lcd.print("/");lcd.print(Ust_Sag);
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print(" DL/DR=");lcd.print(Alt_Sol);lcd.print("/");lcd.print(Alt_Sag);
}

```

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Babaeski'de doğdu. İlköğrenimini Babaeski'de tamamladı. 2001 yılında girdiği Babaeski Anadolu Lisesinden 2005 yılında mezun oldu. 2006 yılında girdiği Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldu. 2010 yılında iş hayatına Tihi. Teks - makine yedek parça imalatı yapan bir firmada başladı. 2012 Şubat Ayı'nda Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programına başladı. Yüksek lisansa başladığı dönemde Efes Pilsen Trakya Satış Müdürlüğünde proje kapsamında istatistik uzmanı olarak görev aldı. 2012 Eylül -2014 Mart döneminde Cross Jeans firmasında raporlama ve analiz uzmanı olarak çalıştı. 2014 Mart ayı itibari ile Efes Pilsen Trakya Satış Müdürlüğünde istatistik uzmanı olarak başladığı görevinde çalışmaya devam etmektedir.