

Eskişehir İçin Güneş Kollektörlerinin  
Optimum Eğim Açısının Belirlenmesi

İsmail Şadanoğlu

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Fizik Anabilim Dalı

Haziran 2008

To Determine Solar Collectors' Optimum Gradient

Angle For Eskişehir

İsmail Şadanoğlu

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Physics

June 2008

Eskişehir İçin Güneş Kollektörlerinin  
Optimum Eğim Açısının Belirlenmesi

İsmail Şadanoğlu

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliėi Uyarınca  
Fizik Anabilim Dalı  
Katıhal Fiziėi Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. M. Celalettin BAYKUL

Haziran 2008

## ONAY

Fizik Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi İsmail Şadanoğlu' nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Eskişehir İçin Güneş Kollektörlerinin Optimum Eğitim Açısının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç.Dr. M.Celalettin BAYKUL

### **Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

Doç.Dr. M.Celalettin BAYKUL

Prof. M. Selami KILIÇKAYA

Prof.Dr. Kemal TANER

Prof.Dr. Ertuğrul YÖRÜKOĞULLARI

Yrd. Doç.Dr. Erol TAŞAL

<p>Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.</p> <p style="text-align: right;">Prof. Dr. Nimetullah BURNAK Enstitü Müdürü</p>
---

## ÖZET

İnsanoğlunun teknolojiye ilerlemesine paralel olarak enerji ihtiyacı sürekli artmış ve gerekli enerji yine tabiattan kolay yoldan elde edilebilen ve verimi yüksek kaynaklardan elde edilme yoluna gidilmiştir. Bu enerji kaynaklarının başında özellikle 1800' lü yıllarda kullanımı sürekli artan fosil yakıtlar gelmektedir. Fosil yakıtların aşırı şekilde kullanımı sonucu açığa çıkan CO<sub>2</sub> ve CO gazları dünyamızın atmosferini olumsuz yönde etkilemiş, sera etkisi yaptığından ısıl denge bozulmuş, iklimlerin değişmesine neden olmuştur ve dünyamız yavaş yavaş, son yıllarda gözle görülür bir şekilde küresel ısınmaya doğru gitmektedir. Bu tehlike karşımızdayken insanlık olarak atmosfer dengesini bozan yan ürünleri oluşturan yakıt türlerinden uzak durmamız gerekmektedir. İnsanlığın bu teknolojik çağda ihtiyacı olan enerjiyi tehlikesiz ve yan etkileri olmaksızın elde etmenin yollarının başında güneş enerjisi gelmektedir. Ülkemizin coğrafik konumu itibariyle güneş ışınları bakımından oldukça şanslıdır ve yukarıda bahsedilen tehlikeden dolayı bu enerjinin en iyi şekilde kullanılması gerekmektedir.

Bu çalışmada Eskişehir bölgesinde güneş enerjisinden yararlanma için en uygun optimum eğim açısı hesaplanmıştır. Bu açının hesaplanması için hazırlanan sistem bilgisayar ile kontrol edilen ve panelin hareketini sağlayan bir mekanik sistemle ölçümlerin yapıldığı üniteden oluşmaktadır. Ölçümler de bilgisayar destekli dijital cihazlar ile alınmıştır. Ölçümler mart, nisan, mayıs ve Haziran aylarını kapsamaktadır ve bu ayların ortalaması olarak optimum eğim açısı 41<sup>0</sup> elde edilmiştir. Yine bu çalışmada panelin tam güney yönünde konumlandırılması durumunda verimin en yüksek değerde olduğu da elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** :Güneş Enerjisi, güneş pili, deklinasyon açısı, optimum eğim açısı, güneş açıları, lüxmetre, A/D-D/A dönüştürücüler.

## SUMMARY

The need of energy has always increased in parallel of humankind's development in technology and the needed energy was derived from the nature which is easy to get and is high in source. The first and foremost source of energy is especially fossil fuel, that was mostly used in 1800's. The overmuch use of fossil fuel, caused the resultant of CO<sub>2</sub> and CO gases and this effected the atmosphere negatively. On the other hand it caused greenhouse effect and therefore the thermal equilibrium got damaged. Recently the change of climate, gradually and visibly, caused Global Warming. As human being, we should abstain from fuel types that constituents waste product and gums up the equilibrium of atmosphere. In the age of technology, human being should try to get energy which is dangerless and without side effect. And this should be solar energy. Our country is very lucky on account of sunbeam, concerning geographic position but because of the danger mentioned above, this energy should be used ideally. At this work, the appropriate optimum gradient angle was measured to get more benefit from solar energy in Eskişehir.

The system is prepared to calculate this angle consist a mechanical system which controlled by computer and movement of panel and unit which is measure. The measurments are taken by dijital devices which is support with computer. The measurments have March, April, June and July. The optimum gradient angle have been obtanied 41<sup>0</sup> as avarage this mounths. Furthermore in this present study is also obtained which the highest value for efficent when the panel is located at South orientation.

**Key words:**Solar Energy, solary cell, deklinasyon açısı, optimum gradient angle, solar angles, lüxmetre, A/D-D/A converters.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada beni yönlendiren, bilimsel katkılarını ve yardımlarını esirgemeyen, büyük sabır ve ilgi gösteren saygıdeğer hocam Doç. Dr. M. Celalettin BAYKUL' a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince yardım, destek ve dostluklarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Osman Anıl(Turgut Reis Endüstri Meslek Lisesi Okul Müdürü), Ali Uluşerbet(Turgut Reis Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Öğretmeni), Remzi Yılmaz(Turgut Reis Endüstri Meslek Lisesi Torna Öğretmeni), Umut Saraç(ESOGU Fen Fakültesi Fizik Bölümü, Doktora Öğrencisi), Yasemin Şentürk(Eskişehir Fatih Fen Lisesi İngilizce Öğretmeni) ve Cengiz Mişe' ye (Eskişehir Fatih Fen Lisesi Biyoloji Öğretmeni) teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemi sağlayan ve her zaman yanımda olan değerli aileme sonsuz hürmetlerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
TEŞEKKÜRLER.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Güneş Işınımı.....	1
1.3. Güneş ve Dünya.....	2
1.4. Elektromanyetik Spektrum.....	4
1.5. Güneş Sabiti: Atmosfer Dışındaki Işınım.....	5
1.6. Işınımın Perdelenmesi.....	6
1.7. Dünya Üzerinde Işınım.....	6
1.8. Güneş Pillerinin Yapısı.....	8
2. GÜNEŞ AÇILARI.....	11
2.1. Giriş.....	11
2.2. Güneş Açıları ve Tanımları.....	11
2.3. Deklinasyon Açısı.....	14
2.4. Genel Açılı Denklemleri.....	15
2.5. Yatay Yüzeyin Açılı Denklemleri.....	15
2.6. Optimum Eğim Açısı.....	15
3. GÜNEŞ PİLİ KOMUTA PROGRAMI VE SİSTEMİ.....	43
3.1. Giriş.....	43



**İÇİNDEKİLER(DEVAM)**

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.2. Mekanik Sistemin Hazırlanması.....	43
3.3. Programlama(Yazılım).....	50
4. SONUÇLAR.....	51
5. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	52
6. EKLER.....	53

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.2 Güneş ışınlarının atmosfer ve yeryüzünde yansıma ve soğrulması.....	1
1.3.1 Güneş ve Dünya ilişkisi.....	3
1.3.2 Zenit açısı ve hava kütlesi ilişkisi.....	3
1.4 Elektromanyetik Spektrum.....	4
1.5 Güneş sabitinin aylara göre değişmesi.....	5
1.7.1 Güneş Işınımı.....	6
1.7.2 Yaygın Işınım Katsayısı.....	7
1.8 Güneş Pillerinin Yapısı	10
2.2.1 Güneş Açıları.....	11
2.2.2 Yüzey Azimut Açısı.....	12
2.2.3 $\phi, S, \delta, \theta$ açılarının ilişkisi.....	13
2.3 Deklinasyon Açısı.....	14
2.6 Düz toplayıcının yatayla yaptığı optimum eğim açısı.....	15
2.6.1 Eğim Açısı Tespit Grafiği(28 Mart 2008, Saat:11:00).....	18
2.6.2 Eğim Açısı Tespit Grafiği(23 Nisan 2008, Saat:11:00).....	18
2.6.3 Eğim Açısı Tespit Grafiği(19 Mayıs 2008, Saat:11:00).....	19
2.6.4 Eğim Açısı Tespit Grafiği(30 Mayıs 2008, Saat:11:00).....	19
2.6.5 Eğim Açısı Tespit Grafiği(Tümü).....	20
2.6.6 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar.....	31
2.6.7 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar(Tümü).....	31
2.6.8 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar.....	42
2.6.9 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar(Tümü).....	42
3.2.1 Toplayıcıya hareket sağlayan motorlar.....	43
3.2.2 Deney Setinin görünümü.....	44
3.2.3 Lüksmetre.....	44
3.2.4 Vernier firmasına ait ara bağlama ünitesi.....	45
3.2.5 Step motorları kontrol kartları.....	45

**ŞEKİLLER DİZİNİ(DEVAM)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.2.6 Düz toplayıcının tam düşey pozisyonunun sağlanması.....	47
3.2.7 Güneşin doğduğu noktanın tespiti.....	47
3.2.8 Güneş pili komut sisteminin şeması.....	48
3.2.9 Programın akış diagramı.....	49

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.6.1 Eğim Açısı Belirleme Verileri.....	16
2.6.2 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açı için veriler .....	21
2.6.3 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açı için veriler .....	32

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
m	Hava kütlesi
$\theta_z$	Zenit Açısı
$I_{sc}$	Güneş Sabiti
$H_n$	Doğru ışınım
$H_b$	Doğru ışınımın yüzeye dik gelen bileşeni
$H_d$	Yaygın Işınım
C	Gök yayma katsayısı
$F_{ss}$	Yüzeyle gök arasındaki açI katsayısı
S	Yüzeyin Eğim Açısı
$\alpha$	Yükseklik açısı
$\beta$	Güneş azimut açısı
$\gamma$	Yüzey azimut açısı
$\delta$	Deklinasyon açısı
$\theta$	Geliş açısı
$\theta_T$	Güneye bakan eğik yüzeyin dikeyi ile ışın arasındaki açı
$\phi$	Enlem Açısı
$\omega$	Saat Açısı
n	Yılın gün sayısı
$^{\circ}\text{K}$	Kelvin
$\lambda$	Dalga Boyu
$\text{A}^{\circ}$	Angstromg

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

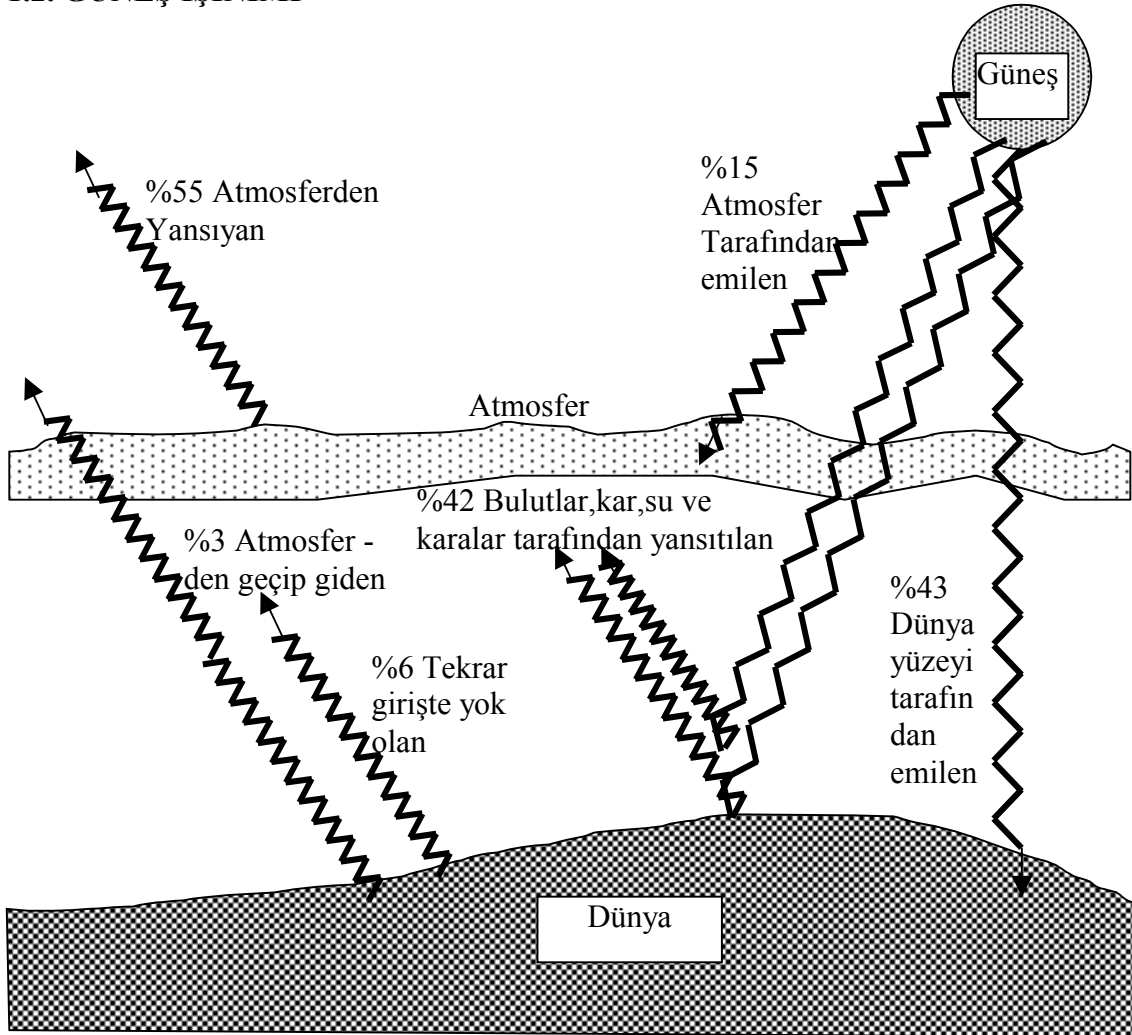
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
Mb	Mega Bayt
PII	Pentium II işlemci ailesi
µm	Mikrometre
km	Kilometre
Drc	Derece
Bas	Visual Basic dosya uzantısı
Frm	Visual Basic dosya uzantısı

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Giriş

Güneş enerjisinden en iyi şekilde yararlanma konusunda güneşten gelen ışınların dünya üzerindeki konuma göre geliş açılarının bilinmesi önemli yer tutar. Dünyanın güneş etrafındaki hareketi ve kendi eksenini etrafındaki hareketi dolayısıyla dünyanın dönme eksenini ile yörünge düzlemi arasındaki açının güneş ışınlarının gelme açılarını değiştirmektedir. Güneş panelleri ve güneş pillerinin yüzeyine en çok miktarda ışığı düşürebilmek için panellerin veya pillerin yüzeyleri buna göre ayarlanmalıdır.

### 1.2. GÜNEŞ IŞINIMI



Şekil 1.2 Güneş ışınlarının atmosfer ve yeryüzünde yansması ve soğurulması. (Norton, 1997)

Güneş ışınları bir yüzeye veya iki bölge arasındaki sınıra çarptığında enerji bakımında üç şey oluşmaktadır: Emilme, yansıma ve iletim. Henüz teknik olarak her sınırda her üçünün de olduğu bulunamamıştır. En önemli sınır veya arayüz olarak ilgi alanımız atmosferdir. Güneşin sabit hareketi atmosfer etkileri olmaksızın küçük değişiklikler gösterir. (Cucumo, De Rosa, Ferraro, Kaliakatsos, Marinelli, 2008)

Atmosfer tabakaları içinden geçen güneş ışınları dağılır ve toz, gaz molekülleri, ozon ve su buharı tarafından emilir; özetle bu gelen ışınlar ne olduğu Şekil 1.2' de gösterilmektedir. (Norton, 1997, Doprica, Demetrescu, Boroneant, Maris, 2008). Güneş enerjisinden yararlanabilmek için güneşin kendi bünyesi ve yaydığı ışınlar hakkında bilgi edinmemiz gerekir. Güneşin bir çok gazlardan oluşan bir cisim olduğu saptanmıştır. Güneş enerjisinin kaynağının hidrojenin helyuma dönüşmesi olduğu genellikle kabul edilir. Sıcaklığın  $8 \times 10^6$  °K ile  $40 \times 10^6$  °K olduğu tahmin edilen merkezi bölgedeki ısı ile 4 hidrojen (atom ağırlığı=1,008) bir helyum (atom ağırlığı 4,003) meydana gelir. Hidrojenlerin toplam ağırlığı ile helyumun ağırlığı arasındaki fark kaybolan kütleyi ifade etmektedir ve bu kütle enerjiye dönüşür. Olay bir füzyon tepkimesidir. (Deriş, 1979, Penner, 2006, Abdeen, 2006)

Güneşin yüzeyinin efektif sıcaklığı  $5762$  °K olarak bulunmuştur. Isı tekniği yönünden güneşi,  $6000$  °K sıcaklıkta bir siyah cisim olarak kabul etmek yeterlidir. Güneşin yüzeyinden kısa ve uzun dalga ışınları yayılmaktadır. Isı bakımından bizi ilgilendiren,  $0.3$  ile  $3.0$  µm dalga uzunlukları arasındaki ışınımdır. (Deriş, 1979, Rolfs, 2007, Olivetti, De Simone, Ruffolo, 2007)

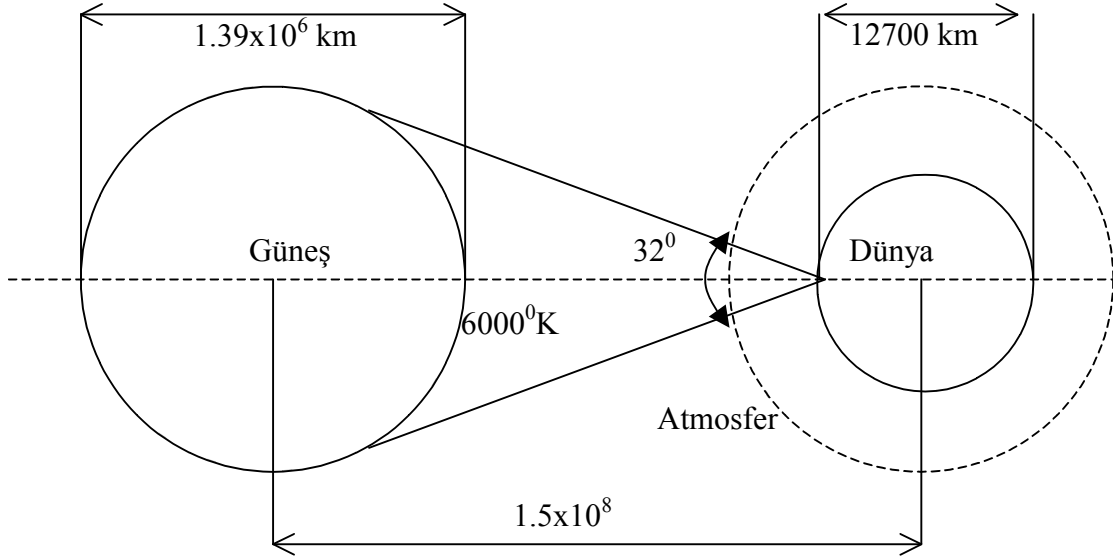
### 1.3. GÜNEŞ VE DÜNYA

Güneşin çapı  $1.39 \times 10^6$  km ve dünyanın çapı  $12,700$  km' dir. Demek ki çapların oranı yaklaşık  $110$ ' dur. Güneşle dünya arasındaki ilişki Şekil 1.3.1' de görülmektedir.

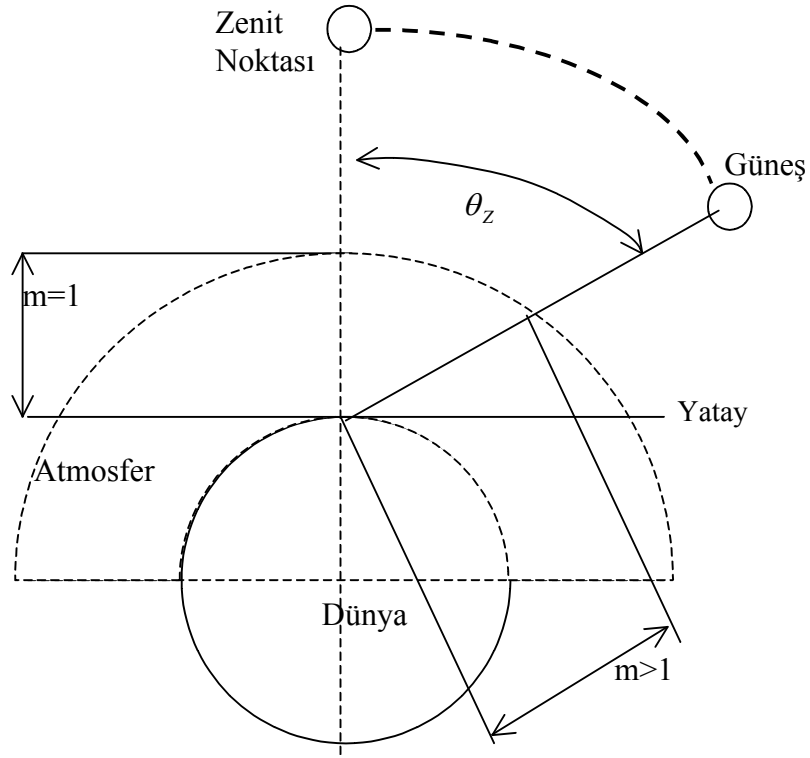
Güneşle dünyanın merkezleri arasındaki mesafe ortalama  $1.5 \times 10^8$  km olup bu değer  $\pm \%3$  oranında değişebilir. Dünyadan bakıldığında güneş çapının oluşturduğu açı  $32^0$  olarak saptanmıştır.

Güneş ışınları dünyaya geldiğinde, bu ışınların, atmosfer içinde aldığı yola "hava kütlesi" denir ve m harfi ile gösterilir





Şekil 1.3.1 Güneş ve Dünya ilişkisi. (Deriş, 1979)



Şekil 1.3.2 Zenit açısı ve hava kütlesi ilişkisi. (Deriş, 1979)

Güneş tam tepede, yani zenit noktasında bulunuyorsa ışınlar dünyaya dik geliyor demektir ve atmosfer içinde aldıkları yol en kısadır. Buna bir hava kütlesi denir ve  $m=1$

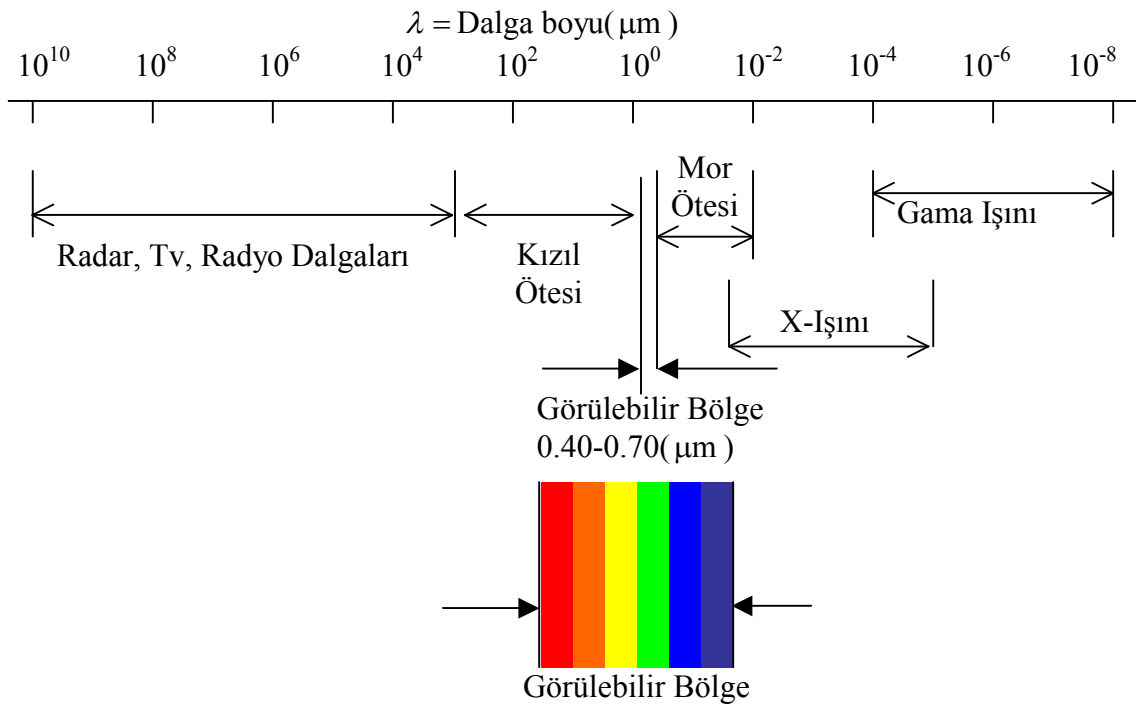
ile gösterilir. Şekil 1.3.2’de görüldüğü gibi zenit açısı,  $\theta_z$ , güneş ışını ile zenit noktasından geçen dikey arasındaki açıdır. Zenit açısı  $60^\circ$  olduğu zaman  $m=2$  olur. O halde hava kütlesi ile zenit açısı arasındaki ilişki şöyle ifade edilir:

$$m = \frac{1}{\cos \theta_z}, \quad (1.3)$$

(Deriş, 1979, Nijegorodov, Adedoyin, Devan, 1996)

#### 1.4. ELEKTROMAĞNETİK SPEKTRUM

Elektromanyetik dalgalar uzayda ışık hızı ile yol alır. Elektromanyetik dalgaların dalga boyları ve aralarındaki ilişki şekil 1.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.4 Elektromanyetik Spektrum. (Deriş, 1979)

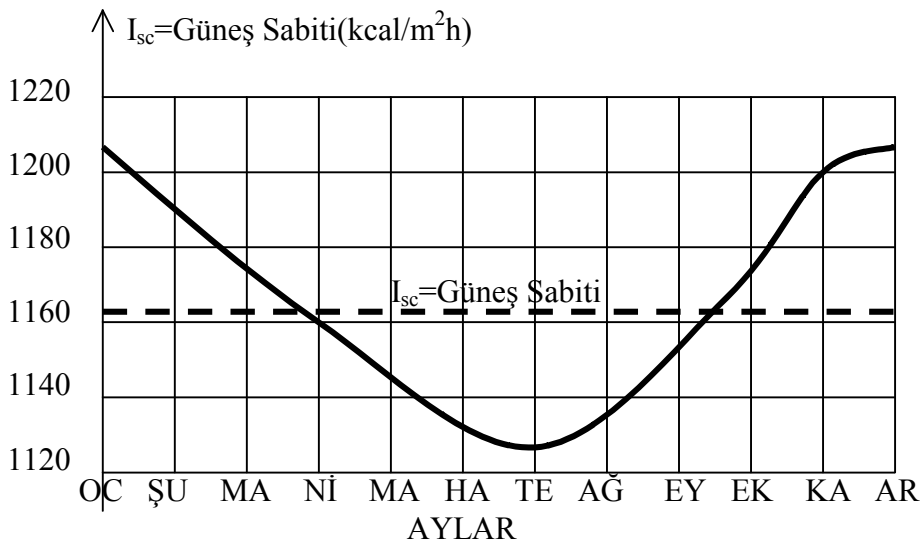
Normal gözle görebildiğimiz ışık bu spektrumun çok küçük bir bölümüdür. Gözümüzle ancak  $0.40 \mu\text{m}$  ile  $0.70 \mu\text{m}$  başka bir ifadeyle  $4000 \text{ \AA}$  ile  $7000 \text{ \AA}$  dalga boyları arasındaki elektromanyetik dalgaları seçebiliriz (Walker, 2008, Cullity, 1956). Güneş enerjisi konusunda bizi ilgilendiren dalga boyları uzayda  $0.2 \mu\text{m}$  ile  $4 \mu\text{m}$ , dünya üzerinde  $0.3 \mu\text{m}$  ile  $3 \mu\text{m}$  arasında değişir. Atmosfer dışındaki ışınım dünya

üzerindeki ışımdan daha fazladır. Ayrıca görülüyor ki zenit noktasındaki güneş konumunun ( $m=1$ ) dünya üzerinde sağladığı enerji, sabah erken ve öğleden sonra geç saatlerde ( $m=5$ ) güneşten alınan enerjiden daha fazladır, erken ve geç saatlerde ışınların atmosfer engeli içinde aldıkları yol daha uzundur (Deriş, 1979, Askar, Batty, 2005)

### 1.5. GÜNEŞ SABİTİ: ATMOSFER DIŞINDAKİ İŞINIM

Dünyanın güneş etrafındaki yörüngesi dairesel olmadığından güneş ile dünya arasındaki mesafe  $\pm\%3$  kadar değişim göstermektedir. Ortalama mesafe alındığında, atmosfer dışındaki güneş ışımasına “Güneş Sabiti” denir ve  $I_{sc}$  ile gösterilir. Atmosfer dışında birim zaman içinde, birim alana dik gelen ışınım enerjisi olan güneş sabiti  $\text{kcal/m}^2\text{h}$  veya  $\text{W/m}^2$  birimi ile değerlendirilmiştir. Güneş sabiti için dünya üzerinde yapılan hesap ve ölçümler sonucunda  $1322 \text{ W/m}^2$  ile  $1395 \text{ W/m}^2$  arasında değerler bulunmuştur. Son yıllarda uzayda yapılan ölçümlerde güneş sabiti duyarlılıkla bulunmuş ve  $1353 \text{ W/m}^2$  veya  $1164 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  olarak kabul edilmiştir.

Yörüngesel değişikliklerden dolayı güneş sabiti her ay değişmektedir. Şekil 1.5’ de gösterildiği gibi güneş sabitinin değeri  $1120 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  ile  $1205 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  arasında  $\pm\%3$  değişmektedir. (Deriş, 1979, Wu, Liu, Wang, 2007)



Şekil 1.5 Güneş sabitinin aylara göre değişmesi. (Deriş, 1979)

## 1.6. IŞINIMIN PERDELENMESİ

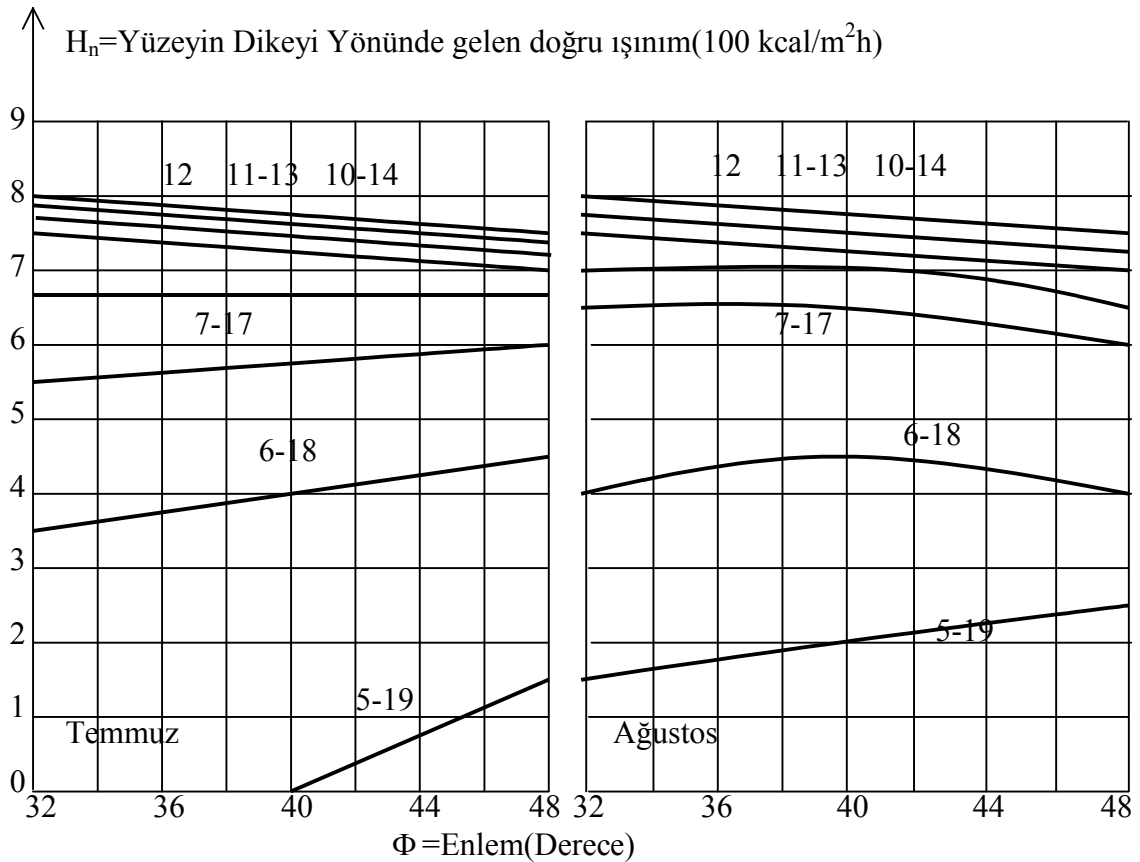
Atmosferden geçen ışınımın perdelenmesine;

- 1)Güneş-dünya mesafesinin değişmesi,
- 2)Hava molekülleri, su buharı ve tozdan ötürü dağılma,
- 3)Atmosferdeki O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> tarafından yutma

neden olur. Sonuç olarak dünya üzerindeki ışınım değeri atmosfer dışındaki ışınım değerinden daha azdır. (Deriş, 1979, Muneer, Younes, Munawwar, 2005)

## 1.7. DÜNYA ÜZERİNDE IŞINIM

Rakım, iklim şartları ve atmosferin niteliği gibi etkenler dünya üzerindeki ışınım değerlerini etkiler. Sözü edilen etkenlerin her mahalde ışınım değeri değiştirmesine rağmen standart değerler için dünya üzerindeki ışınım yaklaşık olarak hesaplanmış ve örnek teşkil etmesi açısından şekil 1.7.1' de temmuz ve ağustos aylarına ait değişik enlemler için gösterilmiştir.



Şekil 1.7.1 Güneş Işınımı. (Temmuz ve Ağustos ayları için düzenlenmiştir.) (Deriş, 1979)

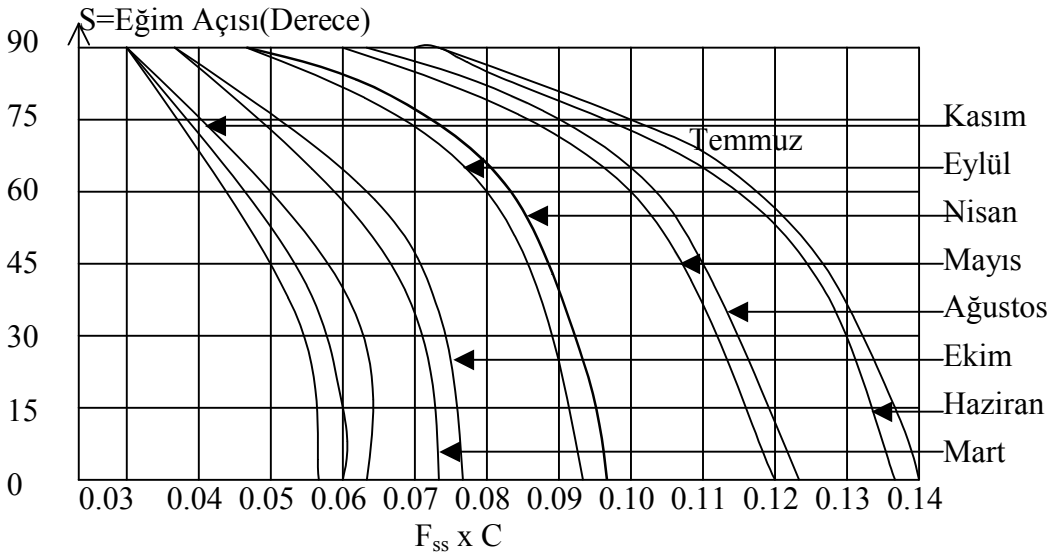
Doğru ışınım, güneş ışınlarının dünya üzerindeki yüzeye dik olarak ve yön değiştirmeden dolaysız olarak etki yapmasıdır,  $H_n$  ile gösterilir.

Doğru ışınımın yüzeye dik gelen bileşeni  $H_b$  ile gösterilir. Işın ile yüzeyin dikeyi arasındaki geliş açısı  $\theta$  ile gösterilirse  $H_n$  ile  $H_b$  arasındaki ilişki şöyle olur;

$$H_b = H_n \cos \theta \quad , \quad (1.7.1)$$

Yaygın ışınım atmosferden geçerken, dağılma, yutma ve yansımadan ötürü yön değiştirerek dolaylı olarak ve her yönden gelen ışınımdır,  $H_d$  ile gösterilir. Bir yüzeye gelen ışınlar bir engelle örtülerek gölge yapılsa dahi aynı yüzey yaygın ışın almaya devam edecektir. Gök yayma katsayısı  $C$  ile gösterilir ve boyutsuzdur. Yüzeye gök arasındaki açı katsayısı  $F_{ss}$  ile gösterilir ve boyutsuzdur.

$F_{ss} \times C$  çarpanı, yüzeyin eğim açısı  $S$  değerine göre değişir.  $F_{ss} \times C$  için değerler Şekil 1.7.2'de verilmiştir. (Al-Ayed, Al-Dhafiri, Mahfoodh, 1998)



Şekil 1.7.2 Yaygın Işınım Katsayısı. (Deriş, 1979)

$$H_d = H_n \times C \times F_{ss} \quad , \quad (1.7.2)$$

Yüzeye gelen toplam ışınım  $H_T$  ile gösterilir ve doğru ışınım ile yaygın ışınımın toplamına eşittir:

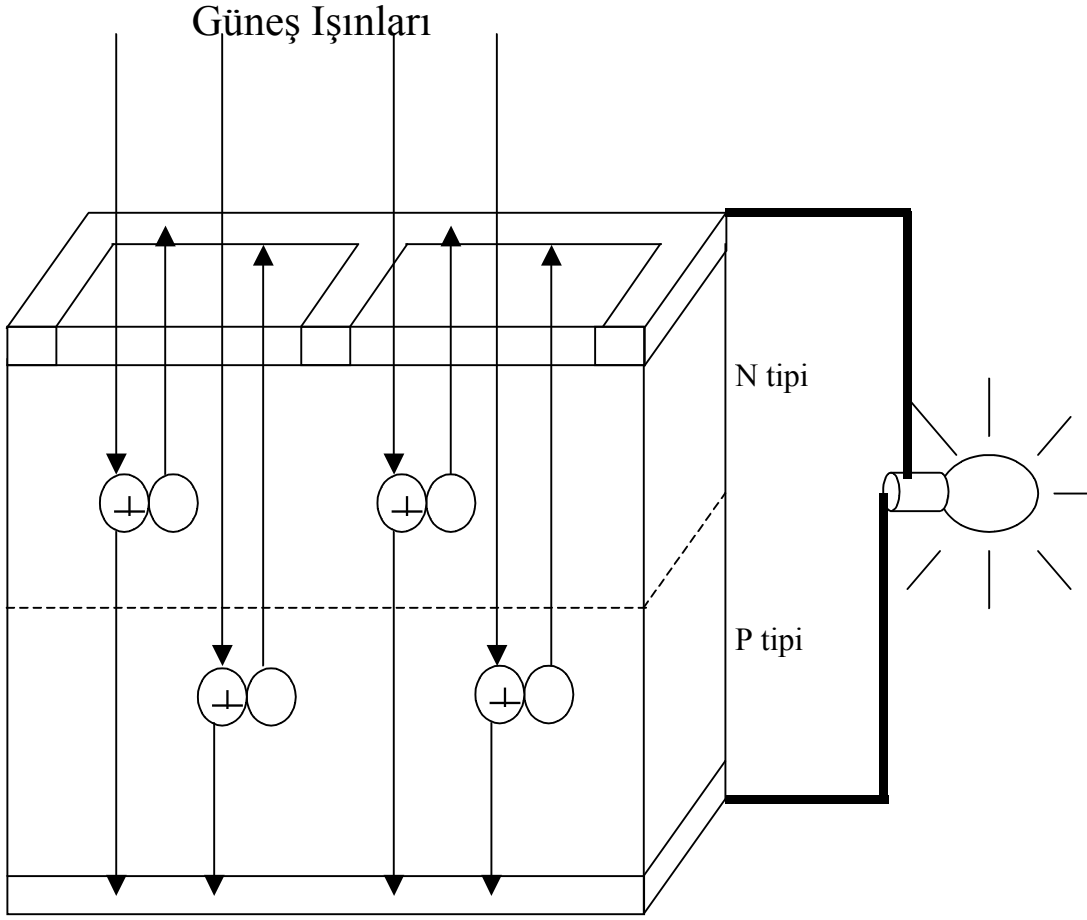
$$H_T = H_b + H_d \quad (1.7.3)$$

(Deriş, 1979, Rensheng, Ersi, Jianping, Shihua, Wenzhi, Yongjian, 2003)

## 1.8 GÜNEŞ PİLLERİNİN YAPISI

Güneş pilleri ya da fotovoltaik piller, yüzeylerine gelen güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Yüzeyleri kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle  $100 \text{ cm}^2$  civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasında yapılmaktadır. Fotovoltaik etki silisyum gibi yarıiletken maddelerin içinde oluşur. Fotopil denen fotovoltaik hücreler, bir P-N denklemi, yani iki katmanlı bir yarı iletken bölge içerir. Bunların birindeki “delik” diye de adlandırılan ve + elektrik yüküyle sonuçlanan elektron azlığı ve diğerindeki (- yük sağlayan) fazlalığı, bu bölgenin her iki tarafında bir elektrik alanının oluşmasına yol açar. Yarıiletken tarafından emilen ışık akısının fotonları, yarıiletken parçanın iki tarafında ayrı ayrı toplanan elektron delik çiftlerini oluşturur. Bunun sonucunda, eklemnin aydınlanan yüzüyle ve buraya düşen ışınların yoğunluğuyla orantılı bir elektrik akımı meydana gelir. Açık, güneşli bir havada 1 desimetre çapında bir fotopil, yaklaşık olarak 1 watt üretir. Verimi (çıkış gücünün gelen ışık gücüne oranı) kullanılan malzemeye göre değişir. Fotopiller genellikle çok kristalli ya da amorf (biçimsiz) silisyumdan yapılır. Çok kristalli silisyum yüksek güvenilirliğinden ve yüksek veriminden dolayı (yüzde 10-14) ilgi çekmektedir. Buna karşılık amorf silisyumun verimi daha düşük ( yüzde 7) olmaktadır. Bununla birlikte, daha ince katmanlar halinde kullanılabilirdiğinden daha az masraflıdır. Fotopiller, 1950’ lerde uyduların elektrik elde etmesi için geliştirilmiştir. Günümüzdeyse elektrik elde etmek için bir alternatif enerji kaynağı olarak düşünülmekte ve kullanılmaktadır. Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarıiletken maddelerden yapılmaktadır. Yarıiletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir. Yarıiletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmeleri için N ya da P tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf yarıiletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarıiletkenin N ya da P tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın güneş pili maddesi olarak kullanılan silisyumdan N tipi silisyum elde etmek için, silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyumun dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle 5. grup elementlerine "verici" ya da "N tipi" katkı

maddesi denir. P tipi silisyum elde etmek içinse, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna boşluk ya da delik denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "P tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir. P ya da N tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılmasıyla yarıiletken eklemeler oluşturulur. N tipi yarıiletkenlerde elektronlar, P tipi yarıiletkenlerde delikler çoğunluk taşıyıcısıdır. P ve N tipi yarıiletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Yani P tipinde negatif enerji seviyeleri ile delik sayıları eşit, N tipinde pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine doğru akım oluştururlar. Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak adlandırılır. Yarıiletken eklem güneş pili olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaj dönüşümünün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-delik çiftleri oluşturulur, ikinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır. Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu bandlar valans bandı ve iletkenlik bandı adını alırlar. Bu yasak enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarıiletken tarafından soğurulduğu zaman, enerjisini valans bandındaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlar. Böylece, elektron-delik çifti oluşur. Bu olay, PN eklem güneş pilinin ara yüzeyinde meydana gelmişse elektron-delik çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Bu şekilde güneş pili, elektronları N bölgesine, delikleri de P bölgesine iten bir pompa gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-delik çiftleri, güneş pilinin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde devam eder. Yarıiletkenin iç kısımlarında da, gelen fotonlar tarafından elektron-delik çiftleri oluşturulur.



Şekil 1.8 Bir güneş pili şeması. (Tubitak Bilim Teknik Dergisi, Kasım 2003)

Sözkonusu akım, güneş ışınlarının yol açtığı serbest elektronlardan oluşacaktır. (Ching-Hsi Lin, Song- Yeu Tsai, Shih Peng Hsu, Ming-Hsun Hsieh, 2007 ).

300 K<sup>o</sup> de yapılan ölçümlerde en iyi verim GaAs, CdTe ve Si ile yapılmış güneş pillerinden elde edilmiştir.(Hill , Jersey , 1981, Singh, Jasprit, 1995)



## 2. GÜNEŞ AÇILARI

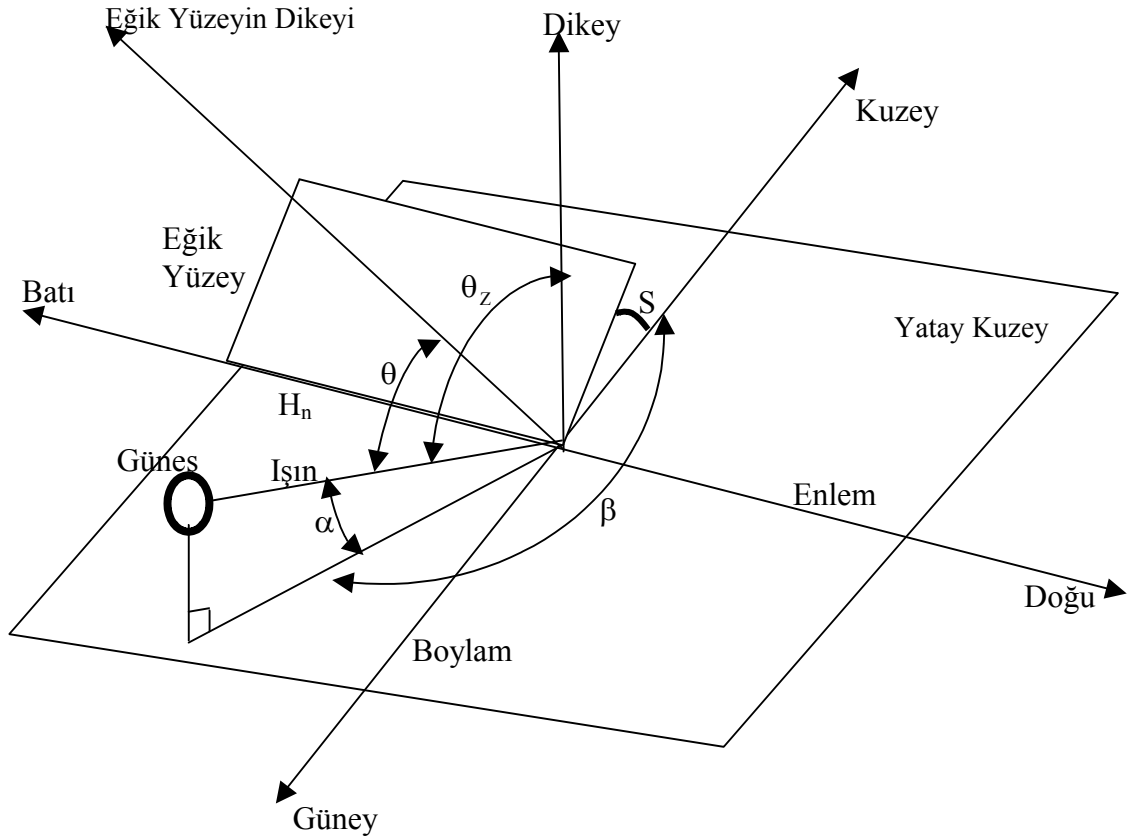
### 2.1. Giriş

Güneş enerjisi konusunda yapılan araştırmalarda en önemli faktör güneş ışınları ile dünya yüzeyi arasında oluşan açılardır. Işınlar ile dünya yüzeyi arasında açılar oluşur. Bu açılar bilindiği takdirde güneş enerjisinden en verimli bir şekilde yararlanılabilir. Bu nedenle bu açılar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır. (Deriş, 1979)

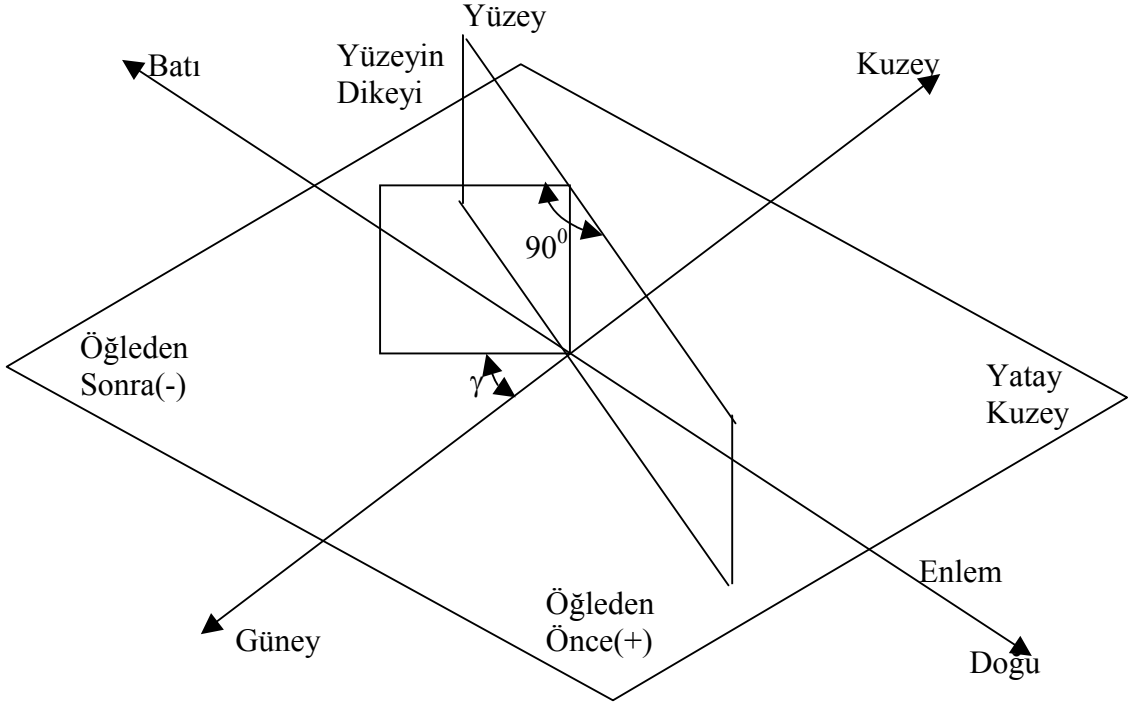
### 2.2. GÜNEŞ AÇILARI VE TANIMLARI

$\alpha$ : Yükseklik açısı. Güneş ışınımı ile yatay arasındaki açıdır. Tanımlamaya göre  $\alpha = 90^\circ - \theta_z$  olur. (Şekil 2.2.1 ve Şekil 2.1.3)

$\beta$ : Güneş azimut açısı. Güneş ışınlarının kuzeye göre, saat dönüş yönünde sapmasını gösteren açıdır. (Şekil 2.2.1)



Şekil 2.2.1 Güneş Açıları. (Deriş, 1979)

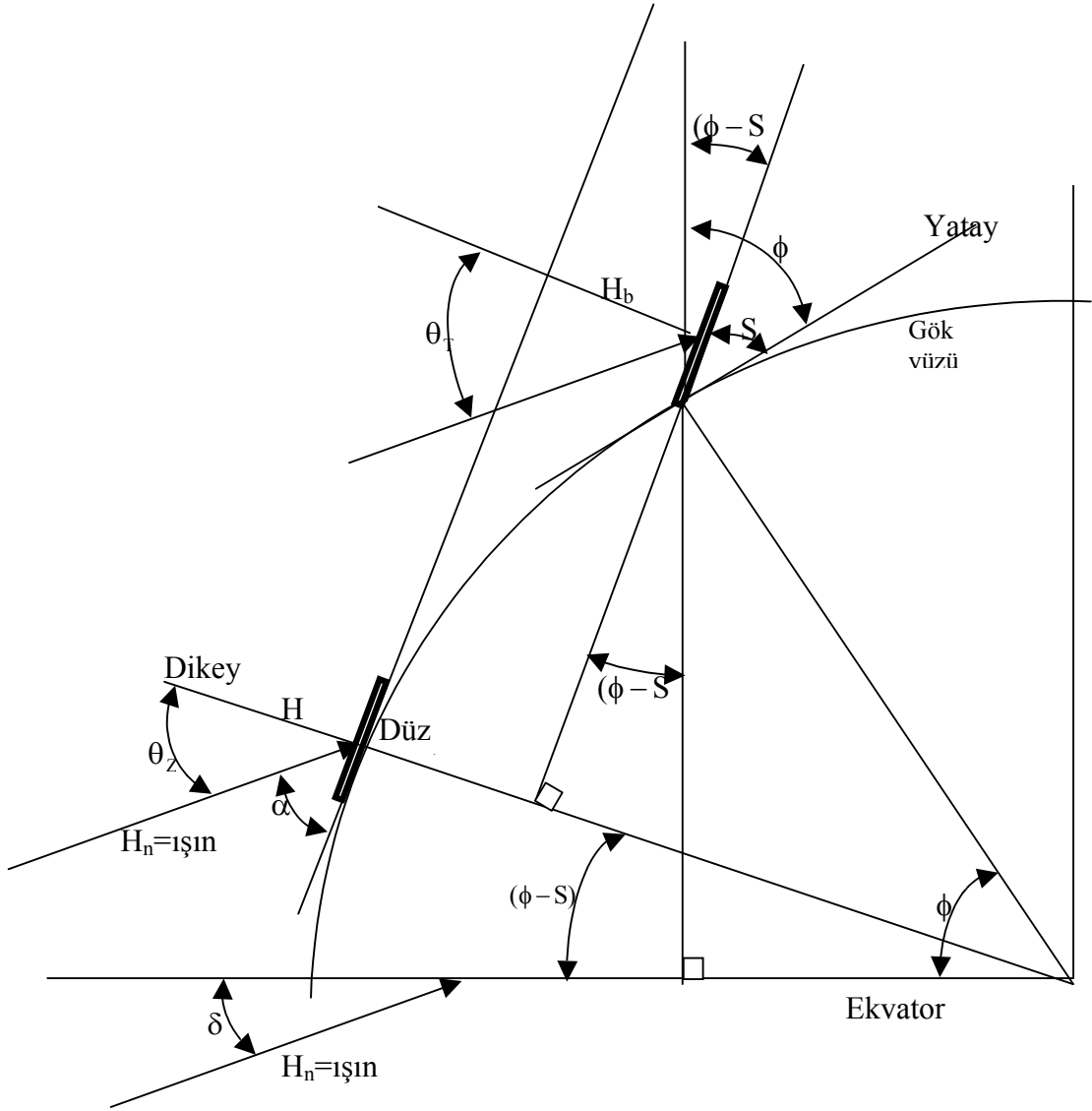


Şekil 2.2.2 Yüzey Azimut Açısı. (Deriş, 1979)

$\gamma$ : Yüzey azimut açısı. Yüzeyin dikeyinin, yerel boylama göre sapmasını gösteren açıdır. (Şekil 2.1.2) Güneye bakan yüzey için  $\gamma = 0^0$  olur. Doğuya yönelen yüzeyde artı değer alır. Batıya yönelen yüzeyde eksi değer alır.

$\delta$ : Deklinasyon açısı. Saat 12'de güneş ışını ile ekvator düzlemi arasındaki açıdır. (Şekil 2.2.1)

$\theta$ : Geliş açısı. Yüzeyin dikeyi ile ışın arasındaki açıdır. (Şekil 2.2.1)



Şekil 2.2.3  $\phi, S, \delta, \theta$  açılarının ilişkisi. (Deriş, 1979)

$\theta_z$ : Zenit açısı. Işın ile yatay yüzeyin dikeyi arasındaki açıdır. (Şekil 2.2.1 ve Şekil 2.1.3). Tanımlamaya göre  $\theta_z = 90 - \alpha$  olur.

$\theta_T$ : Güneye bakan eğik yüzeyin dikeyi ile ışın arasındaki açıdır. (Şekil 2.1.3)

$\phi$ : Enlem açısı. (Şekil 2.1.3). Kuzey yarı küresinde artı değer alır.

$w$ : Saat açısı. Saat 12 de  $w=0^0$  olur. Bir saat  $15^0$  boylama eşittir. Öğleden sonra açı eksi değer alır. Öğleden evvel artı değer alır. Örneğin saat 10 için açı  $w=+30^0$ , saat 15 için  $w=-45^0$  olur.

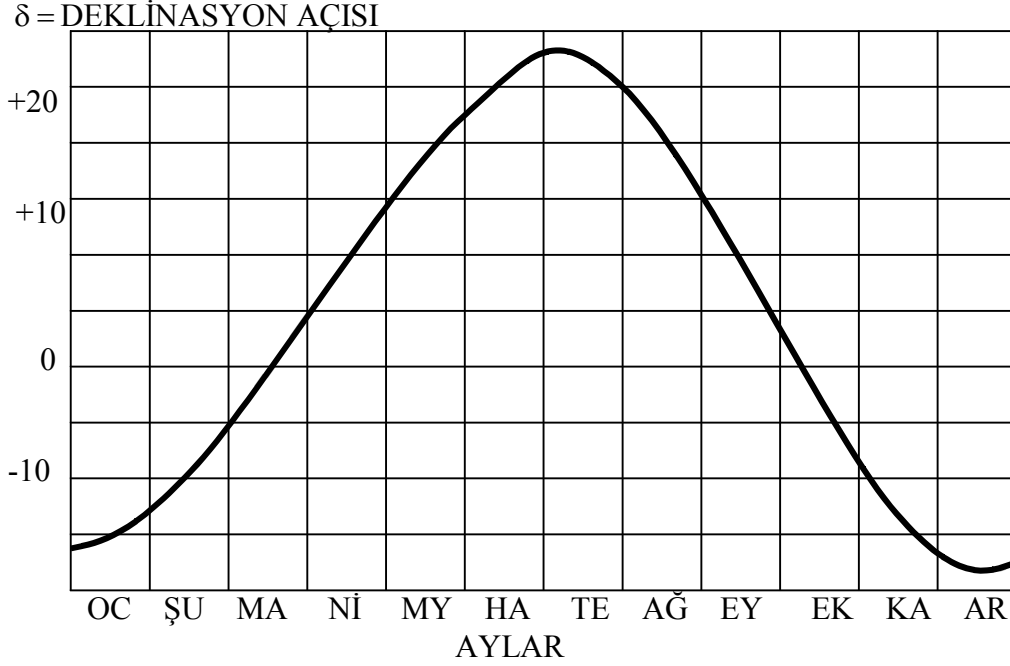
$S$ : Eğim açısı. Yüzey ile yatay arasındaki açıdır. Ekvatora yönelen yüzey için artı değer alır. (Şekil 2.2.1 ve Şekil 2.1.3) (Deriş, 1979)

### 2.3 DEKLİNASYON AÇISI

Güneş ışınları ile dünya arasındaki açısal ilişkiler yönünden en önemli olanı deklinasyon açısıdır. Bu açı dünya-güneş ilişkisini tayin edici mahiyettedir. Deklinasyon açısını yaklaşık olarak bulmak için aşağıdaki denklem kullanılır:

$$\delta = 23.45 \sin\left(360 \times \frac{284 + n}{365}\right) \quad (2.3.1)$$

Bu denklemde, n, yılın gün sayısını verir. Deklinasyon açısını grafik olarak bulmak için Şekil 2.3 hazırlanmıştır. Görüldüğü gibi kış aylarında deklinasyon açısı eksi değer almaktadır. Bu nedenle kış mevsiminde kuzey yarı küresinde güneş ufka daha yakın bir yol izlemektedir. (Deriş, 1979, Sözen, Adnan, Menlik, Tayfun, Ünvar, Sinan, 2007)



Şekil 2.3 Deklinasyon Açısı. (Deriş, 1979)

### 2.4 GENEL AÇI DENKLEMİ

Geliş açısı,  $\theta$  için geliştirilen genel denklem şöyledir:

$$\cos \theta = \sin \delta \sin \phi \cos S - \sin \delta \cos \phi \sin S \cos \gamma + \cos \delta \cos \phi \cos S \cos \omega + \cos \delta \sin \phi \sin S \cos \gamma \cos \omega + \cos \delta \sin S \sin \gamma \sin \omega \quad (2.4.1)$$

(Deriş, 1979, Sözen, Menlik, Ünvar, 2007)

## 2.5 YATAY YÜZEYİN AÇI DENKLEMİ

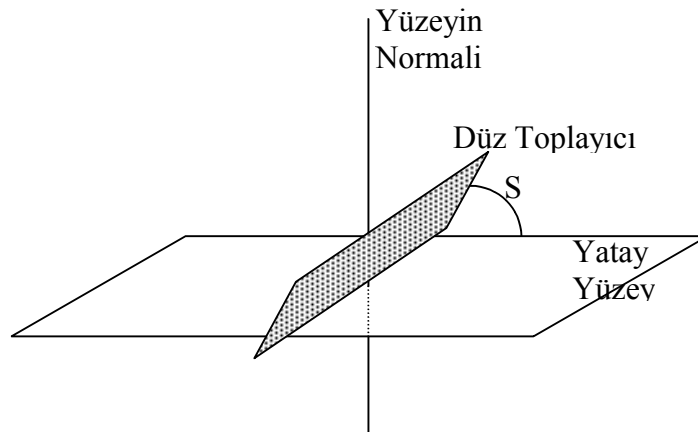
Yatay yüzeyde  $S=0^\circ$  olduğundan  $\cos S=1$  ve  $\sin S=0$  olur. Bu durumda geliş açısı,  $\theta$ , doğal olarak zenit açısı,  $\theta_z$ , değerine eşit olur. Aynı zamanda yüzey azimut açısı,  $\gamma$ , anlamını yitirir. Sonuç olarak (2.4.1) denklemi aşağıdaki şeklini alır:

$$\cos \theta_z = \sin \phi \sin \delta + \cos \delta \cos \phi \cos \omega \quad (2.5.1)$$

(Deriş, 1979, Sözen, Menlik, Ünvar, 2007)

## 2.6 OPTİMUM EĞİM AÇISI

Optimum eğim açısı, düz toplayıcının yatayla yaptığı açıdır. Eskişehir için bu açının değerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışmada bu açının  $41^\circ$  olduğu ortaya çıkmıştır. Çizelge 2.6.1 ve bu verilere ait grafikleri gösteren şekil 2.6.1, 2.6.2, 2.6.3 2.6.4 ve 2.6.5' den anlaşılacağı üzere bu açının  $\pm 5^\circ$  olması halinde düz toplayıcı en büyük değerde güneş ışığını toplayabilmektedir. (Deriş, 1979).



Şekil 2.6 Düz toplayıcının yatayla yaptığı optimum eğim açısı.

Halen güneş ışınımı açısından zengin ülkelerde güneş kolektörleri ısınmada ve sıcak su temininde yaygın olarak kullanılmaktadır (Anderson, 1982, Sözen, Menlik, Ünvar, 2007)

Çizelge 2.6.1 Eğim açısı bulma verileri.

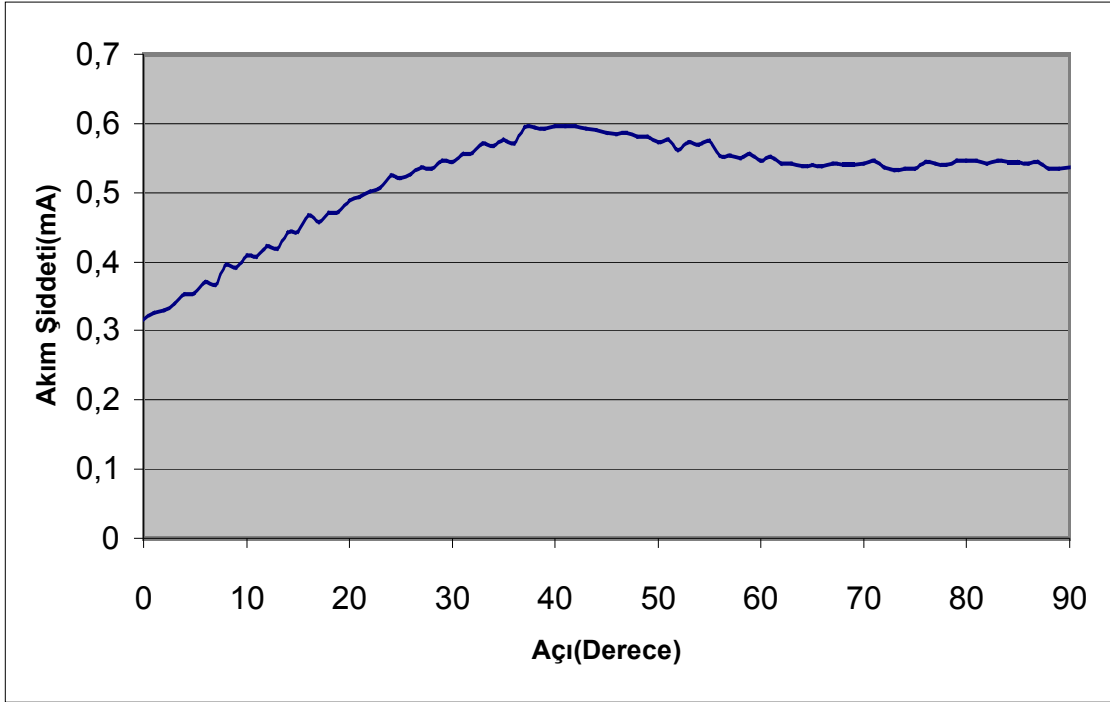
Zaman (s)	28 Mart 2008 Saat:11:00		23 Nisan 2008 Saat:11:00		19 Mayıs 2008 Saat:11:00		30 Mayıs 2008 Saat:11:00	
Açı (Drc)	Akım A	Aydınlanma lux	Akım A	Aydınlanma lux	Akım A	Aydınlanma lux	Akım A	Aydınlanma lux
0	0,317	32090,40	0,317	30870,60	0,3544	32747,20	0,398	33216,40
1	0,325	32371,80	0,318	31058,20	0,36661	33216,40	0,408	34060,80
2	0,330	32371,80	0,348	31621,20	0,40201	33779,40	0,419	34154,60
3	0,339	32559,60	0,354	31715,00	0,41422	34342,40	0,422	35280,60
4	0,353	32934,80	0,367	32090,40	0,43926	35843,60	0,425	35562,20
5	0,355	33028,60	0,380	32465,60	0,37576	36500,40	0,425	38095,60
6	0,370	33404,00	0,403	32841,00	0,34951	42036,60	0,440	39221,60
7	0,366	33591,60	0,402	33216,40	0,35745	43162,40	0,479	42787,20
8	0,395	34436,20	0,380	33497,80	0,35256	50762,80	0,505	46165,00
9	0,391	34248,40	0,407	34248,40	0,36844	50950,60	0,417	47197,20
10	0,408	35093,00	0,406	34436,20	0,46368	60146,00	0,475	54797,60
11	0,406	35186,80	0,415	36125,20	0,37027	60427,40	0,484	54516,20
12	0,423	37063,40	0,420	37157,20	0,38004	67089,60	0,494	63805,40
13	0,418	37626,40	0,447	40159,80	0,39713	70749,00	0,508	76378,80
14	0,442	44100,80	0,440	42599,60	0,38614	74783,80	0,519	81821,00
15	0,443	43631,60	0,435	46728,00	0,38919	80226,00	0,527	87451,00
16	0,466	48792,40	0,456	52733,40	0,40446	82290,20	0,527	93174,60
17	0,457	49636,80	0,459	54234,60	0,40385	92424,00	0,536	98710,80
18	0,470	53859,20	0,480	64087,00	0,4246	92987,00	0,535	103027,00
19	0,472	56017,40	0,480	64274,60	0,49176	103308,40	0,547	109219,80
20	0,488	66620,40	0,486	75065,20	0,49847	108187,80	0,562	118227,60
21	0,493	69060,00	0,475	74596,00	0,4881	113911,40	0,562	123482,20
22	0,501	75722,00	0,498	86043,40	0,55586	122544,00	0,563	131176,40
23	0,507	79287,60	0,497	87169,40	0,55708	127235,60	0,571	137744,60

24	0,524	84823,60	0,506	93362,40	0,6102	139433,60	0,585	145532,60
25	0,521	90735,00	0,511	99930,60	0,64255	138401,40	0,583	152476,20
26	0,527	97866,20	0,545	101619,60	0,59799	150505,80	0,588	158950,60
27	0,537	106498,80	0,549	110908,80	0,59127	153133,00	0,592	166644,80
28	0,534	103120,80	0,542	112691,60	0,61325	159419,80	0,607	170867,20
29	0,546	116538,80	0,594	122919,20	0,59371	163829,80	0,600	176778,60
30	0,544	115694,20	0,547	124608,20	0,60165	169928,80	0,605	180813,40
31	0,555	127047,80	0,541	133147,00	0,60958	173588,20	0,610	188413,60
32	0,558	131270,20	0,591	141873,20	0,60653	179781,20	0,611	190290,20
33	0,570	147503,20	0,563	143937,60	0,61752	183534,40	0,615	196389,40
34	0,567	143562,20	0,563	156229,40	0,62241	190196,40	0,625	197515,40
35	0,577	157824,60	0,570	156135,60	0,62973	193386,80	0,621	201738,00
36	0,570	156980,20	0,567	166738,60	0,69567	196670,80	0,626	202864,00
37	0,594	166926,20	0,574	165612,60	0,64499	200048,00	0,632	206242,00
38	0,593	166644,80	0,694	176872,40	0,63217	204366,00	0,626	208024,00
39	0,592	183534,40	0,606	177623,00	0,62912	205678,00	0,640	209432,00
40	0,595	177529,20	0,608	181657,80	0,63706	209994,00	0,640	210464,00
41	0,596	190102,60	0,586	189070,40	0,63889	211308,00	0,643	211496,00
42	0,595	190853,20	0,595	190008,80	0,64194	212154,00	0,647	212622,00
43	0,592	196107,80	0,636	197140,00	0,65415	213280,00	0,643	213466,00
44	0,591	197796,80	0,608	197233,80	0,64744	213654,00	0,647	214030,00
45	0,587	205398,00	0,611	202958,00	0,6511	214404,00	0,653	215156,00
46	0,584	205678,00	0,603	203708,00	0,66026	215156,00	0,665	215062,00
47	0,587	206616,00	0,610	207180,00	0,67796	215906,00	0,662	215156,00
48	0,580	210746,00	0,610	209432,00	0,64866	215624,00	0,654	214312,00
49	0,581	210652,00	0,629	210370,00	0,65659	215530,00	0,662	215156,00
50	0,572	213748,00	0,616	211966,00	0,6627	215906,00	0,658	214686,00
51	0,577	214592,00	0,630	211684,00	0,67125	215624,00	0,657	214218,00
52	0,562	218252,00	0,626	213372,00	0,66514	215718,00	0,665	214780,00

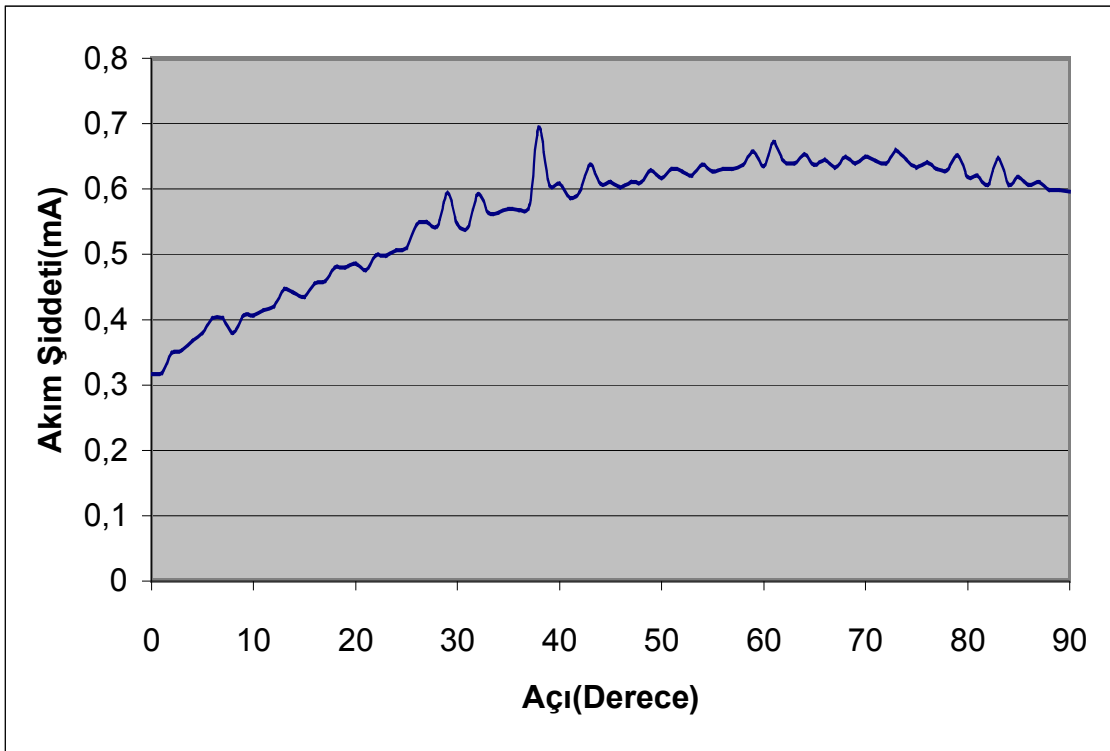
53	0,572	216656,00	0,621	213748,00	0,67125	215906,00	0,663	214124,00
54	0,568	219566,00	0,636	214592,00	0,66636	215438,00	0,658	214498,00
55	0,575	219566,00	0,627	214312,00	0,67186	215250,00	0,665	213936,00
56	0,554	218440,00	0,631	215250,00	0,67308	215156,00	0,664	214124,00
57	0,553	220128,00	0,630	215062,00	0,66453	214780,00	0,674	213466,00
58	0,549	219378,00	0,636	215344,00	0,66331	214404,00	0,663	213842,00
59	0,556	220128,00	0,657	215156,00	0,67735	214218,00	0,670	212622,00
60	0,546	220504,00	0,635	215438,00	0,66209	213560,00	0,669	212716,00
61	0,551	219754,00	0,672	214874,00	0,66636	212904,00	0,661	212060,00
62	0,541	219942,00	0,642	214968,00	0,6627	212154,00	0,671	211872,00
63	0,541	219378,00	0,639	214312,00	0,67186	212434,00	0,658	210934,00
64	0,538	219096,00	0,653	214498,00	0,65598	210276,00	0,655	210276,00
65	0,539	218440,00	0,637	213654,00	0,65415	209808,00	0,659	209714,00
66	0,538	218158,00	0,645	213466,00	0,65598	210182,00	0,657	209056,00
67	0,541	217502,00	0,632	213466,00	0,62485	208868,00	0,655	208682,00
68	0,539	216938,00	0,649	212246,00	0,64621	208776,00	0,658	208212,00
69	0,540	216750,00	0,638	213466,00	0,64133	207274,00	0,655	207180,00
70	0,541	214874,00	0,650	212060,00	0,63462	206242,00	0,655	206430,00
71	0,546	214498,00	0,643	212060,00	0,64133	205304,00	0,704	205584,00
72	0,537	214124,00	0,638	211214,00	0,63828	205304,00	0,649	204928,00
73	0,532	213466,00	0,660	210370,00	0,64499	204552,00	0,652	204366,00
74	0,535	213186,00	0,644	210558,00	0,62668	203990,00	0,650	203426,00
75	0,535	212904,00	0,632	209056,00	0,61813	203520,00	0,640	202020,00
76	0,543	212622,00	0,640	209526,00	0,63217	201456,00	0,638	201550,00
77	0,541	211028,00	0,631	207742,00	0,62424	201738,00	0,637	200330,00
78	0,539	211402,00	0,628	208118,00	0,61569	200330,00	0,636	199579,60
79	0,546	211402,00	0,652	206524,00	0,61691	199110,40	0,608	192730,00
80	0,546	210558,00	0,619	206336,00	0,61752	198266,00	0,607	191510,00
81	0,546	211308,00	0,620	205398,00	0,61447	196764,60	0,608	188789,00



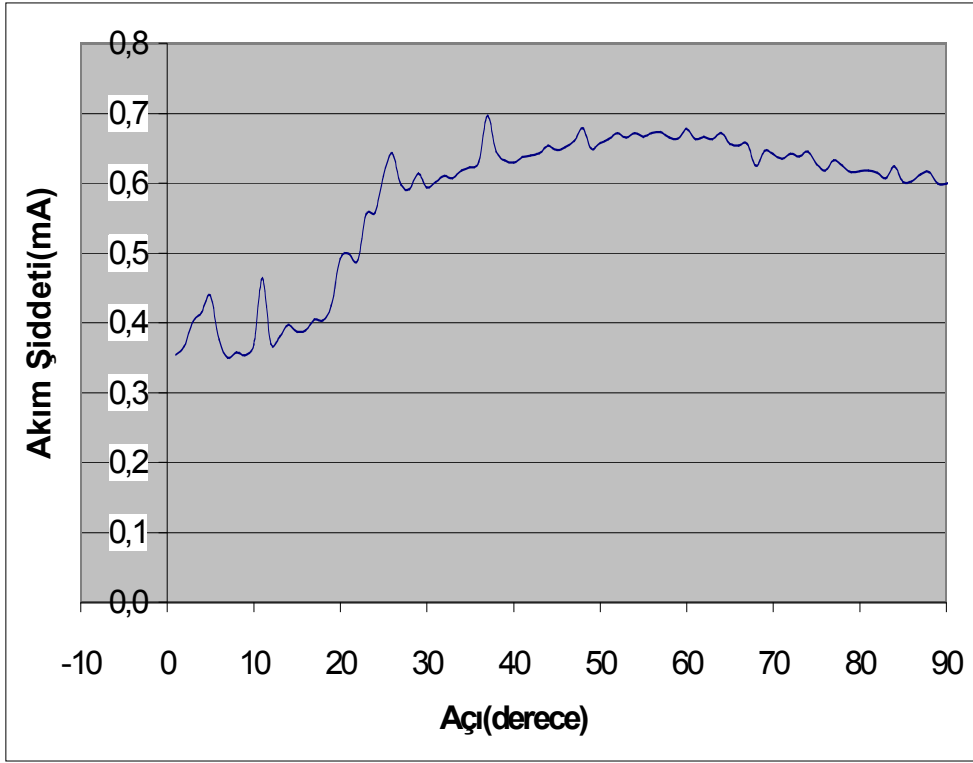
82	0,542	211778,00	0,607	204366,00	0,60653	196295,60	0,605	187100,00
83	0,545	211966,00	0,647	204178,00	0,62363	194606,60	0,587	184472,80
84	0,543	210464,00	0,607	202864,00	0,60165	194043,60	0,580	182877,60
85	0,543	211496,00	0,618	202864,00	0,60226	192354,60	0,578	179875,00
86	0,542	211778,00	0,606	201268,00	0,61264	191416,20	0,571	177623,00
87	0,544	211402,00	0,611	200706,00	0,61569	190478,00	0,576	173869,80
88	0,535	210840,00	0,597	200612,00	0,5986	190102,60	0,567	174245,00
89	0,535	211120,00	0,598	200706,00	0,59921	191979,20	0,577	177623,00
90	0,536	212434,00	0,596	199673,40	0,60775	191791,60	0,578	178092,20



Şekil 2.6.1 Eğim Açısı Tespit Grafiği(28 Mart 2008, Saat:11:00).



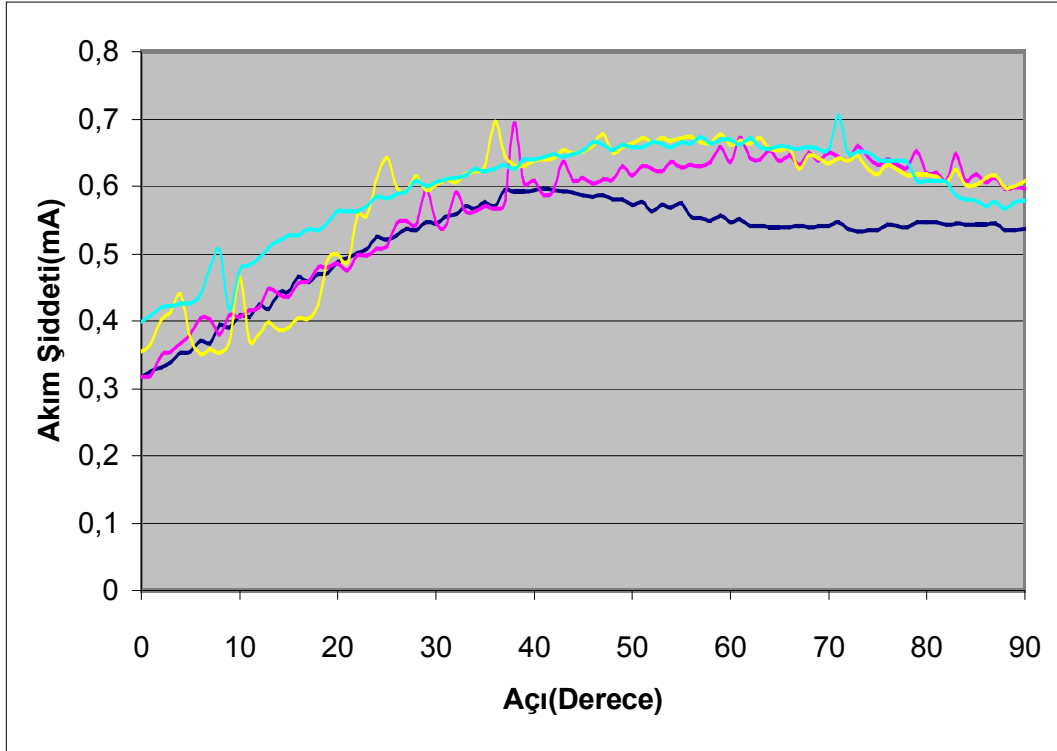
Şekil 2.6.2 Eğim Açısı Tespit Grafiği(23 Nisan 2008, Saat:11:00).



Şekil 2.6.3 Eğim Açısı Tespit Grafiği(19 Mayıs 2008, Saat:11:00).



Şekil 2.6.4 Eğim Açısı Tespit Grafiği(30 Mayıs 2008, Saat:11:00).



Şekil 2.6.5 Eğim Açısı Tespit Grafiği(Tümü).

Burada güneşli günlerde daha sağlıklı ölçümler alınmış olması nedeniyle belli tarihlerde alınan ölçümler örnek olarak sunulmuştur. Şekil 2.6.5' den anlaşılacağı gibi en uygun eğim açısının 40-41 derece olduğu görülmektedir. Eğim açısı 80° aştığında toplayıcı üzerine gelen ışın miktarı dolayısıyla elde edilen akım şiddeti değeri düşmektedir.

Güneşin doğduğu nokta referans noktası alınarak yukarıda tespit edilmiş olan en uygun eğim açısı ve buna yakın açılar için toplayıcının düşey eksen etrafında döndürülmesiyle en yüksek akımın elde edildiği açının veya açı aralığının bulunması hususunda yapılan deneylerde 3' er dakikalık periyotlar halinde ölçümler alınmış, eğim açısının her değeri için toplayıcının bir saniyede bir derece dönmesi şartıyla 180 derece dönmesi sağlanmış ve elde edilen veriler Çizelge 2.6.2 ve Çizelge 2.6.3' de sunulmuştur. Bu verilerden elde edilen grafikler ise Şekil 2.6.6, 2.6.7, 2.6.8, 2.6.9' da verilmiştir.

Çizelge 2.6.2 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açı için veriler.

Açı (drc)	AÇILAR										
	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
Zaman (s)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)
0	0,251	0,182	0,199	0,102	0,121	0,110	0,104	0,106	0,107	0,099	0,111
1	0,253	0,192	0,208	0,117	0,127	0,108	0,106	0,102	0,102	0,112	0,103
2	0,261	0,205	0,277	0,123	0,134	0,108	0,113	0,100	0,109	0,101	0,102
3	0,269	0,210	0,234	0,124	0,138	0,109	0,104	0,102	0,105	0,098	0,103
4	0,275	0,212	0,236	0,129	0,148	0,114	0,109	0,103	0,108	0,098	0,109
5	0,283	0,224	0,246	0,132	0,148	0,113	0,107	0,104	0,105	0,101	0,116
6	0,293	0,237	0,257	0,141	0,158	0,130	0,112	0,104	0,108	0,102	0,105
7	0,304	0,246	0,269	0,146	0,164	0,121	0,108	0,108	0,107	0,097	0,105
8	0,311	0,266	0,278	0,155	0,172	0,131	0,105	0,110	0,114	0,098	0,106
9	0,322	0,268	0,284	0,163	0,174	0,135	0,114	0,111	0,110	0,100	0,108
10	0,324	0,277	0,292	0,171	0,185	0,144	0,121	0,118	0,115	0,105	0,106
11	0,332	0,293	0,311	0,187	0,204	0,155	0,126	0,122	0,118	0,127	0,107
12	0,344	0,306	0,311	0,198	0,217	0,165	0,134	0,133	0,122	0,108	0,108
13	0,350	0,315	0,320	0,207	0,228	0,174	0,136	0,140	0,120	0,107	0,108
14	0,362	0,319	0,327	0,213	0,232	0,179	0,141	0,150	0,135	0,108	0,111
15	0,373	0,327	0,336	0,225	0,237	0,186	0,151	0,157	0,137	0,108	0,138
16	0,374	0,331	0,400	0,222	0,319	0,191	0,159	0,160	0,145	0,110	0,121
17	0,382	0,358	0,348	0,233	0,257	0,200	0,164	0,166	0,152	0,113	0,123
18	0,388	0,365	0,358	0,245	0,266	0,210	0,174	0,173	0,163	0,116	0,128
19	0,401	0,362	0,365	0,257	0,279	0,245	0,179	0,180	0,176	0,128	0,135
20	0,402	0,384	0,373	0,269	0,289	0,228	0,187	0,196	0,162	0,126	0,141
21	0,412	0,434	0,379	0,268	0,296	0,239	0,195	0,200	0,142	0,133	0,149
22	0,422	0,389	0,384	0,279	0,301	0,241	0,205	0,210	0,164	0,137	0,162
23	0,432	0,385	0,395	0,316	0,311	0,259	0,213	0,214	0,191	0,144	0,171
24	0,447	0,395	0,412	0,300	0,320	0,261	0,226	0,218	0,203	0,152	0,174
25	0,454	0,405	0,414	0,305	0,330	0,272	0,233	0,224	0,209	0,156	0,176
26	0,458	0,470	0,422	0,319	0,338	0,278	0,246	0,239	0,214	0,160	0,179
27	0,464	0,445	0,427	0,329	0,354	0,292	0,255	0,247	0,220	0,167	0,186
28	0,470	0,422	0,437	0,338	0,357	0,332	0,268	0,256	0,222	0,177	0,197
29	0,478	0,431	0,442	0,344	0,364	0,307	0,268	0,263	0,243	0,185	0,204
30	0,483	0,449	0,451	0,351	0,386	0,313	0,310	0,269	0,239	0,193	0,212
31	0,503	0,440	0,455	0,358	0,377	0,322	0,283	0,274	0,257	0,199	0,217
32	0,503	0,449	0,464	0,368	0,391	0,330	0,292	0,284	0,263	0,208	0,228
33	0,504	0,464	0,471	0,379	0,400	0,339	0,308	0,292	0,273	0,220	0,231
34	0,529	0,468	0,481	0,388	0,406	0,346	0,318	0,302	0,278	0,244	0,236

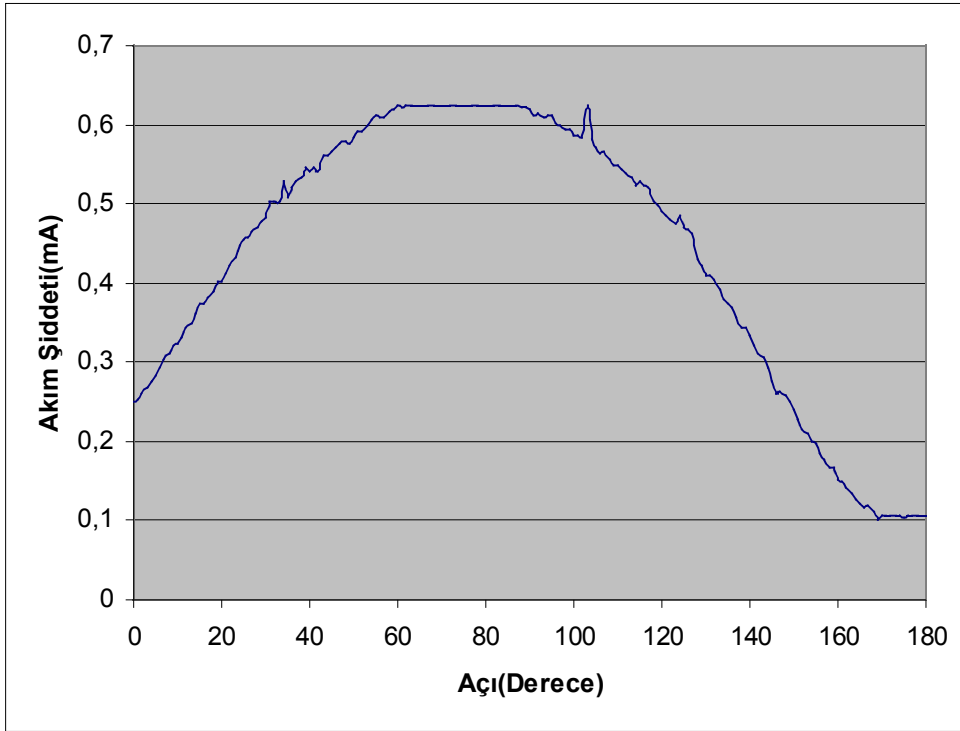
35	0,509	0,475	0,487	0,391	0,413	0,355	0,324	0,311	0,290	0,226	0,249
36	0,520	0,478	0,495	0,405	0,420	0,365	0,330	0,328	0,291	0,238	0,254
37	0,529	0,489	0,500	0,451	0,432	0,380	0,342	0,326	0,298	0,248	0,261
38	0,534	0,494	0,511	0,416	0,436	0,380	0,348	0,334	0,308	0,301	0,266
39	0,546	0,506	0,520	0,427	0,447	0,390	0,357	0,339	0,317	0,308	0,275
40	0,541	0,511	0,525	0,437	0,454	0,402	0,365	0,351	0,327	0,294	0,277
41	0,546	0,593	0,530	0,483	0,464	0,408	0,376	0,359	0,335	0,281	0,289
42	0,542	0,535	0,539	0,460	0,478	0,438	0,383	0,368	0,341	0,276	0,296
43	0,560	0,536	0,539	0,475	0,514	0,423	0,392	0,387	0,349	0,287	0,300
44	0,561	0,571	0,545	0,483	0,494	0,456	0,396	0,391	0,356	0,296	0,309
45	0,566	0,610	0,625	0,482	0,497	0,436	0,411	0,405	0,365	0,336	0,312
46	0,571	0,558	0,564	0,494	0,502	0,446	0,409	0,409	0,377	0,314	0,330
47	0,576	0,553	0,562	0,491	0,507	0,463	0,423	0,416	0,385	0,319	0,331
48	0,579	0,558	0,566	0,500	0,517	0,463	0,435	0,423	0,394	0,327	0,335
49	0,577	0,565	0,572	0,510	0,525	0,477	0,441	0,434	0,400	0,337	0,346
50	0,583	0,571	0,565	0,542	0,534	0,481	0,451	0,439	0,413	0,344	0,354
51	0,591	0,576	0,576	0,526	0,537	0,489	0,459	0,451	0,418	0,354	0,363
52	0,592	0,577	0,580	0,531	0,545	0,494	0,461	0,460	0,431	0,361	0,375
53	0,598	0,581	0,591	0,536	0,547	0,508	0,466	0,465	0,440	0,368	0,386
54	0,607	0,587	0,593	0,541	0,554	0,508	0,480	0,470	0,449	0,375	0,390
55	0,612	0,587	0,600	0,546	0,558	0,520	0,488	0,478	0,461	0,386	0,393
56	0,610	0,597	0,605	0,556	0,570	0,533	0,497	0,487	0,464	0,389	0,399
57	0,610	0,598	0,611	0,558	0,570	0,547	0,508	0,496	0,477	0,405	0,405
58	0,616	0,600	0,611	0,568	0,575	0,532	0,514	0,503	0,479	0,406	0,413
59	0,618	0,602	0,615	0,580	0,580	0,536	0,519	0,522	0,568	0,419	0,424
60	0,623	0,607	0,620	0,579	0,585	0,544	0,523	0,518	0,502	0,431	0,437
61	0,622	0,607	0,625	0,587	0,588	0,546	0,537	0,527	0,517	0,441	0,443
62	0,625	0,612	0,621	0,583	0,594	0,564	0,534	0,532	0,529	0,451	0,456
63	0,625	0,625	0,625	0,590	0,625	0,559	0,541	0,540	0,539	0,454	0,460
64	0,625	0,616	0,625	0,602	0,602	0,563	0,552	0,543	0,543	0,466	0,466
65	0,625	0,625	0,625	0,625	0,607	0,564	0,558	0,581	0,540	0,467	0,474
66	0,625	0,625	0,625	0,608	0,610	0,568	0,560	0,578	0,550	0,475	0,494
67	0,625	0,622	0,625	0,609	0,606	0,578	0,562	0,574	0,553	0,484	0,496
68	0,625	0,625	0,625	0,620	0,620	0,583	0,572	0,580	0,565	0,497	0,510
69	0,625	0,625	0,625	0,615	0,623	0,585	0,572	0,591	0,572	0,506	0,515
70	0,625	0,625	0,625	0,625	0,624	0,625	0,583	0,577	0,583	0,518	0,530
71	0,625	0,625	0,625	0,623	0,625	0,597	0,583	0,603	0,584	0,519	0,530
72	0,625	0,625	0,625	0,625	0,626	0,598	0,585	0,606	0,589	0,526	0,541
73	0,625	0,625	0,625	0,625	0,627	0,625	0,625	0,612	0,592	0,532	0,545
74	0,625	0,625	0,625	0,625	0,628	0,609	0,598	0,621	0,597	0,542	0,562

75	0,625	0,625	0,625	0,625	0,629	0,617	0,601	0,625	0,605	0,548	0,563
76	0,625	0,625	0,625	0,625	0,630	0,616	0,608	0,625	0,610	0,559	0,569
77	0,625	0,625	0,625	0,625	0,630	0,622	0,610	0,625	0,625	0,564	0,573
78	0,625	0,625	0,625	0,625	0,631	0,625	0,617	0,625	0,613	0,569	0,583
79	0,625	0,619	0,625	0,625	0,632	0,625	0,618	0,625	0,618	0,574	0,582
80	0,625	0,625	0,625	0,625	0,633	0,625	0,619	0,625	0,614	0,583	0,594
81	0,625	0,625	0,625	0,625	0,634	0,625	0,622	0,625	0,621	0,591	0,598
82	0,625	0,625	0,625	0,625	0,635	0,625	0,604	0,625	0,625	0,593	0,610
83	0,625	0,625	0,625	0,625	0,636	0,625	0,625	0,625	0,625	0,598	0,618
84	0,625	0,625	0,625	0,625	0,637	0,625	0,625	0,625	0,625	0,599	0,612
85	0,625	0,625	0,625	0,625	0,638	0,625	0,625	0,625	0,621	0,602	0,616
86	0,625	0,625	0,625	0,625	0,639	0,625	0,625	0,625	0,621	0,606	0,614
87	0,625	0,625	0,625	0,625	0,640	0,625	0,625	0,625	0,625	0,609	0,615
88	0,622	0,625	0,625	0,625	0,641	0,625	0,625	0,625	0,625	0,614	0,615
89	0,621	0,625	0,625	0,625	0,641	0,625	0,625	0,625	0,625	0,620	0,608
90	0,620	0,625	0,625	0,625	0,642	0,625	0,625	0,625	0,625	0,621	0,609
91	0,612	0,625	0,625	0,625	0,643	0,625	0,625	0,625	0,625	0,622	0,625
92	0,615	0,625	0,625	0,625	0,644	0,625	0,625	0,625	0,625	0,622	0,596
93	0,609	0,623	0,625	0,625	0,645	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625	0,594
94	0,612	0,622	0,625	0,625	0,646	0,625	0,625	0,625	0,625	0,610	0,594
95	0,612	0,625	0,625	0,625	0,645	0,625	0,625	0,625	0,625	0,623	0,594
96	0,601	0,617	0,625	0,625	0,644	0,625	0,625	0,625	0,625	0,620	0,591
97	0,599	0,624	0,625	0,625	0,643	0,625	0,625	0,625	0,625	0,619	0,588
98	0,595	0,614	0,625	0,625	0,642	0,625	0,625	0,625	0,625	0,617	0,582
99	0,593	0,611	0,625	0,625	0,641	0,625	0,625	0,625	0,625	0,621	0,579
100	0,587	0,607	0,625	0,625	0,640	0,625	0,625	0,625	0,625	0,606	0,573
101	0,587	0,601	0,625	0,625	0,639	0,625	0,625	0,625	0,625	0,606	0,571
102	0,583	0,599	0,625	0,625	0,638	0,625	0,625	0,625	0,625	0,597	0,568
103	0,625	0,597	0,625	0,625	0,636	0,625	0,625	0,625	0,625	0,599	0,563
104	0,580	0,598	0,625	0,625	0,635	0,625	0,625	0,620	0,625	0,591	0,560
105	0,572	0,593	0,625	0,625	0,634	0,625	0,625	0,613	0,625	0,594	0,554
106	0,563	0,594	0,625	0,625	0,633	0,625	0,625	0,610	0,625	0,578	0,547
107	0,565	0,586	0,625	0,625	0,632	0,625	0,625	0,607	0,625	0,605	0,537
108	0,556	0,580	0,624	0,625	0,631	0,625	0,625	0,601	0,625	0,571	0,541
109	0,549	0,576	0,623	0,625	0,630	0,625	0,625	0,625	0,613	0,565	0,525
110	0,549	0,570	0,616	0,625	0,629	0,625	0,625	0,594	0,606	0,560	0,529
111	0,544	0,564	0,612	0,625	0,628	0,625	0,625	0,625	0,601	0,555	0,520
112	0,538	0,562	0,625	0,625	0,627	0,625	0,625	0,582	0,625	0,550	0,510
113	0,532	0,552	0,603	0,625	0,626	0,625	0,625	0,576	0,588	0,548	0,507
114	0,522	0,556	0,603	0,625	0,625	0,625	0,625	0,572	0,585	0,542	0,500

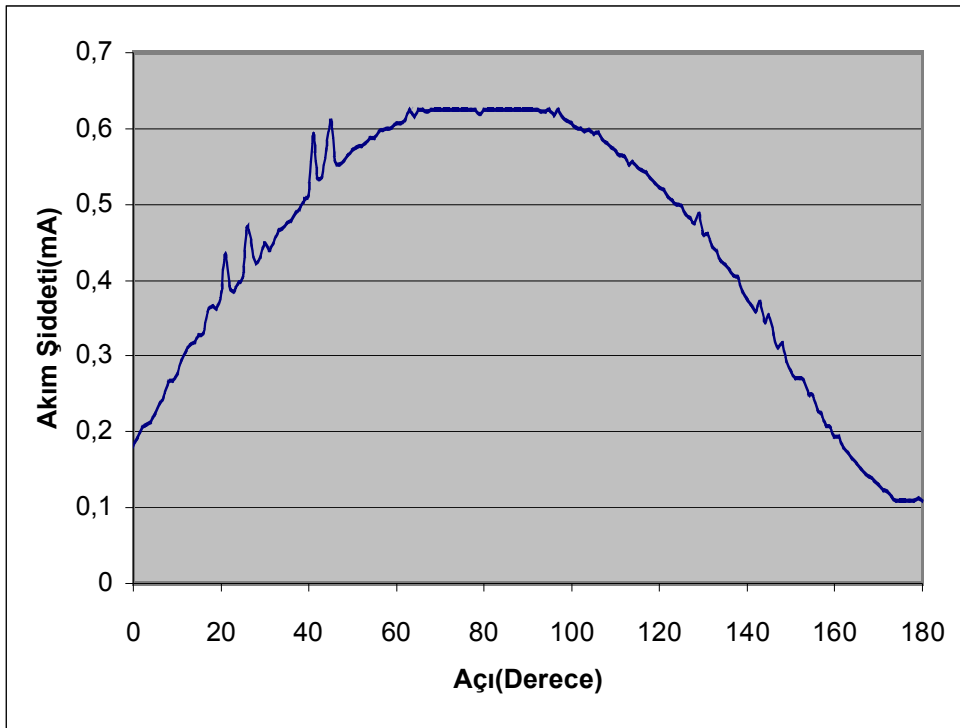
115	0,528	0,549	0,601	0,625	0,624	0,625	0,625	0,563	0,580	0,535	0,494
116	0,524	0,545	0,590	0,625	0,617	0,625	0,625	0,556	0,579	0,533	0,487
117	0,520	0,542	0,584	0,625	0,615	0,625	0,622	0,550	0,573	0,514	0,482
118	0,502	0,534	0,582	0,620	0,612	0,622	0,616	0,537	0,565	0,511	0,477
119	0,497	0,528	0,580	0,617	0,609	0,623	0,612	0,550	0,560	0,509	0,471
120	0,489	0,523	0,574	0,612	0,603	0,615	0,616	0,532	0,554	0,495	0,460
121	0,484	0,518	0,564	0,612	0,592	0,605	0,601	0,523	0,549	0,485	0,446
122	0,481	0,510	0,555	0,610	0,595	0,599	0,600	0,515	0,542	0,481	0,444
123	0,475	0,504	0,553	0,601	0,595	0,594	0,592	0,511	0,540	0,476	0,438
124	0,485	0,499	0,545	0,603	0,585	0,585	0,576	0,507	0,537	0,471	0,441
125	0,469	0,497	0,547	0,589	0,583	0,583	0,572	0,500	0,525	0,466	0,429
126	0,467	0,487	0,540	0,583	0,576	0,575	0,568	0,493	0,485	0,470	0,425
127	0,463	0,482	0,542	0,577	0,573	0,559	0,604	0,486	0,483	0,463	0,421
128	0,430	0,475	0,527	0,576	0,567	0,552	0,544	0,478	0,455	0,446	0,418
129	0,421	0,487	0,520	0,568	0,565	0,541	0,532	0,473	0,466	0,445	0,414
130	0,410	0,461	0,514	0,559	0,562	0,531	0,528	0,468	0,465	0,434	0,411
131	0,409	0,461	0,505	0,552	0,555	0,522	0,520	0,461	0,449	0,427	0,408
132	0,404	0,445	0,492	0,543	0,546	0,513	0,510	0,453	0,445	0,422	0,405
133	0,392	0,438	0,488	0,536	0,554	0,507	0,501	0,446	0,436	0,410	0,401
134	0,380	0,425	0,484	0,528	0,497	0,502	0,505	0,439	0,423	0,407	0,421
135	0,373	0,420	0,477	0,517	0,489	0,489	0,487	0,431	0,426	0,401	0,471
136	0,370	0,414	0,465	0,504	0,476	0,489	0,480	0,413	0,413	0,388	0,398
137	0,357	0,406	0,445	0,498	0,464	0,482	0,472	0,473	0,405	0,392	0,390
138	0,344	0,403	0,453	0,494	0,448	0,483	0,465	0,401	0,405	0,402	0,389
139	0,343	0,386	0,442	0,491	0,442	0,461	0,459	0,394	0,403	0,384	0,387
140	0,334	0,375	0,436	0,484	0,436	0,456	0,448	0,391	0,393	0,381	0,382
141	0,322	0,367	0,434	0,489	0,433	0,447	0,445	0,387	0,385	0,379	0,380
142	0,312	0,359	0,414	0,477	0,433	0,437	0,433	0,385	0,378	0,385	0,374
143	0,305	0,371	0,410	0,451	0,414	0,431	0,428	0,381	0,374	0,371	0,367
144	0,292	0,345	0,401	0,439	0,402	0,422	0,412	0,374	0,373	0,370	0,446
145	0,275	0,353	0,391	0,433	0,382	0,413	0,417	0,359	0,365	0,370	0,359
146	0,261	0,329	0,378	0,426	0,381	0,376	0,397	0,354	0,358	0,363	0,357
147	0,263	0,312	0,366	0,421	0,376	0,370	0,392	0,355	0,352	0,357	0,356
148	0,257	0,316	0,360	0,407	0,372	0,364	0,380	0,341	0,347	0,358	0,351
149	0,251	0,293	0,353	0,379	0,356	0,370	0,384	0,340	0,341	0,348	0,351
150	0,241	0,279	0,341	0,383	0,351	0,369	0,364	0,341	0,338	0,346	0,342
151	0,227	0,270	0,339	0,376	0,342	0,357	0,359	0,333	0,328	0,340	0,347
152	0,216	0,271	0,325	0,371	0,332	0,354	0,349	0,326	0,324	0,339	0,333
153	0,210	0,267	0,312	0,364	0,324	0,357	0,351	0,349	0,322	0,338	0,336
154	0,200	0,249	0,307	0,356	0,318	0,340	0,335	0,311	0,314	0,335	0,330



155	0,197	0,248	0,296	0,347	0,311	0,330	0,334	0,306	0,312	0,330	0,323
156	0,185	0,229	0,290	0,337	0,302	0,329	0,320	0,301	0,308	0,325	0,323
157	0,178	0,223	0,284	0,327	0,299	0,317	0,313	0,298	0,306	0,319	0,317
158	0,166	0,210	0,281	0,319	0,285	0,315	0,307	0,300	0,297	0,315	0,311
159	0,167	0,206	0,270	0,316	0,284	0,297	0,301	0,290	0,292	0,312	0,305
160	0,152	0,193	0,265	0,304	0,271	0,293	0,294	0,284	0,283	0,309	0,303
161	0,149	0,193	0,249	0,301	0,267	0,294	0,286	0,275	0,282	0,313	0,298
162	0,142	0,179	0,245	0,288	0,263	0,287	0,283	0,274	0,278	0,302	0,294
163	0,134	0,172	0,233	0,279	0,249	0,280	0,275	0,265	0,276	0,296	0,291
164	0,127	0,166	0,224	0,270	0,240	0,275	0,274	0,263	0,268	0,292	0,285
165	0,122	0,158	0,217	0,262	0,234	0,266	0,263	0,256	0,261	0,287	0,278
166	0,116	0,152	0,216	0,246	0,226	0,260	0,344	0,258	0,261	0,282	0,272
167	0,119	0,144	0,206	0,246	0,217	0,248	0,257	0,246	0,255	0,279	0,268
168	0,110	0,141	0,194	0,235	0,205	0,245	0,254	0,235	0,248	0,275	0,259
169	0,102	0,136	0,189	0,225	0,193	0,240	0,248	0,229	0,248	0,269	0,263
170	0,107	0,131	0,181	0,214	0,187	0,233	0,243	0,217	0,234	0,265	0,262
171	0,105	0,123	0,177	0,204	0,183	0,226	0,240	0,214	0,232	0,265	0,246
172	0,105	0,121	0,173	0,202	0,178	0,227	0,226	0,208	0,230	0,253	0,244
173	0,106	0,114	0,175	0,194	0,170	0,214	0,226	0,202	0,225	0,251	0,237
174	0,107	0,109	0,163	0,196	0,172	0,215	0,223	0,210	0,221	0,253	0,237
175	0,104	0,109	0,158	0,196	0,171	0,205	0,216	0,215	0,219	0,257	0,237
176	0,105	0,109	0,147	0,196	0,175	0,202	0,223	0,229	0,228	0,251	0,238
177	0,107	0,109	0,142	0,199	0,172	0,194	0,220	0,210	0,217	0,251	0,244
178	0,106	0,109	0,138	0,199	0,171	0,196	0,219	0,209	0,226	0,252	0,272
179	0,107	0,113	0,130	0,193	0,171	0,194	0,219	0,208	0,218	0,250	0,240
180	0,106	0,109	0,127	0,196	0,171	0,192	0,218	0,214	0,219	0,253	0,255



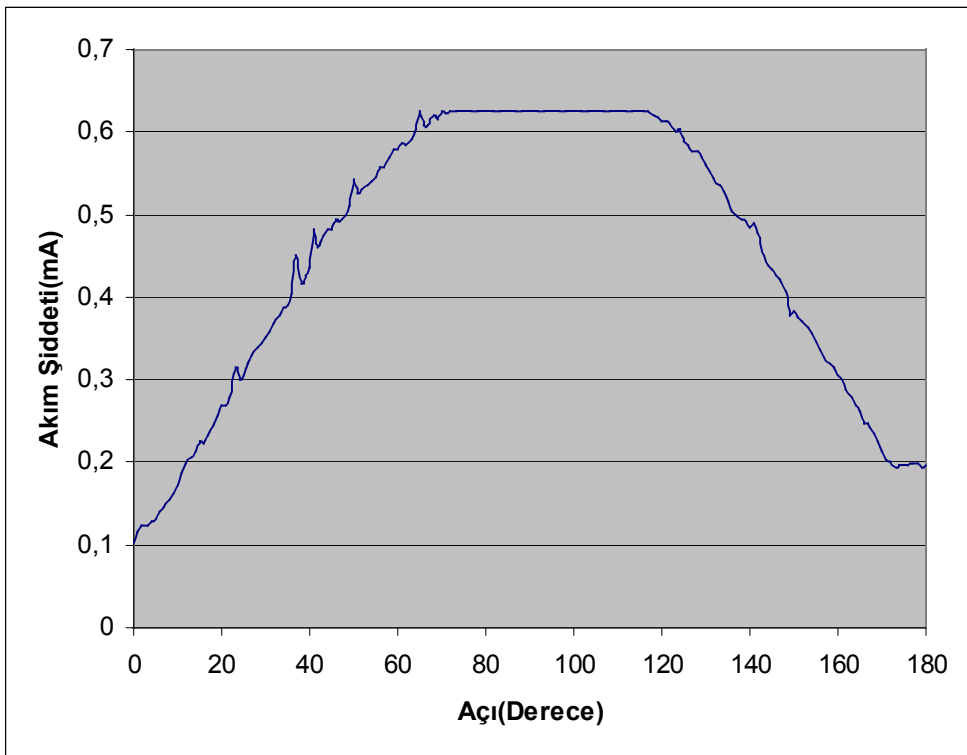
46 Derece



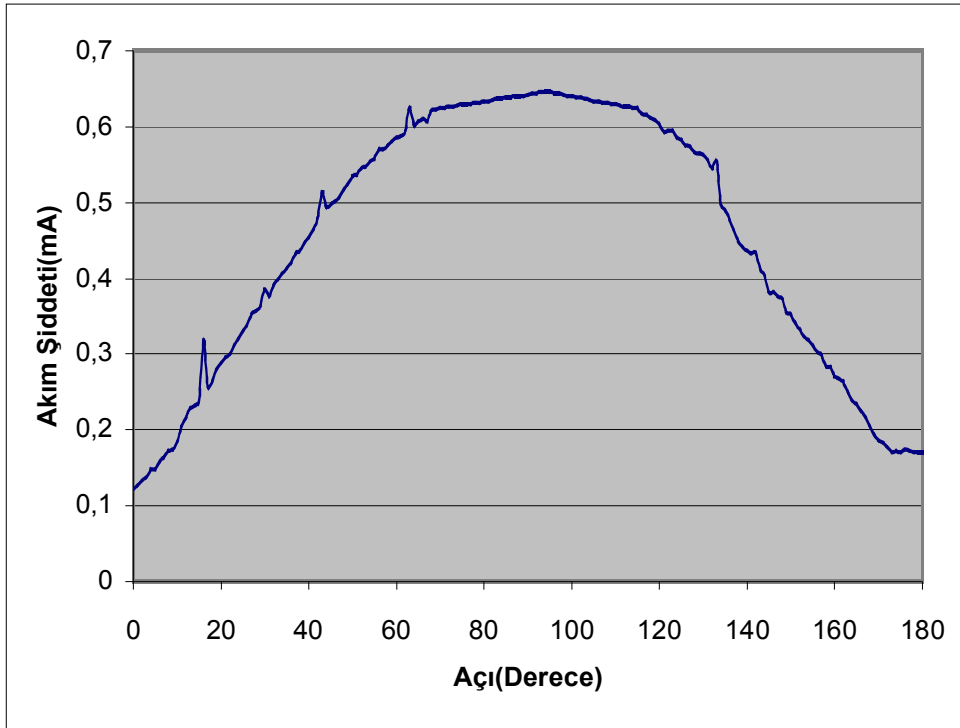
45 Derece



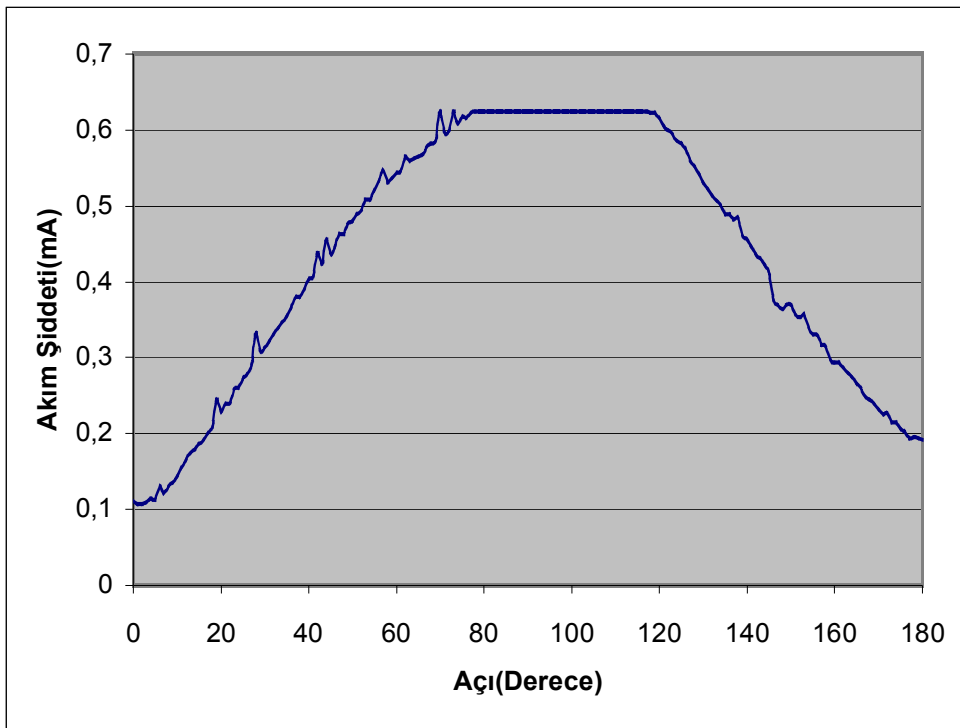
44 Derece



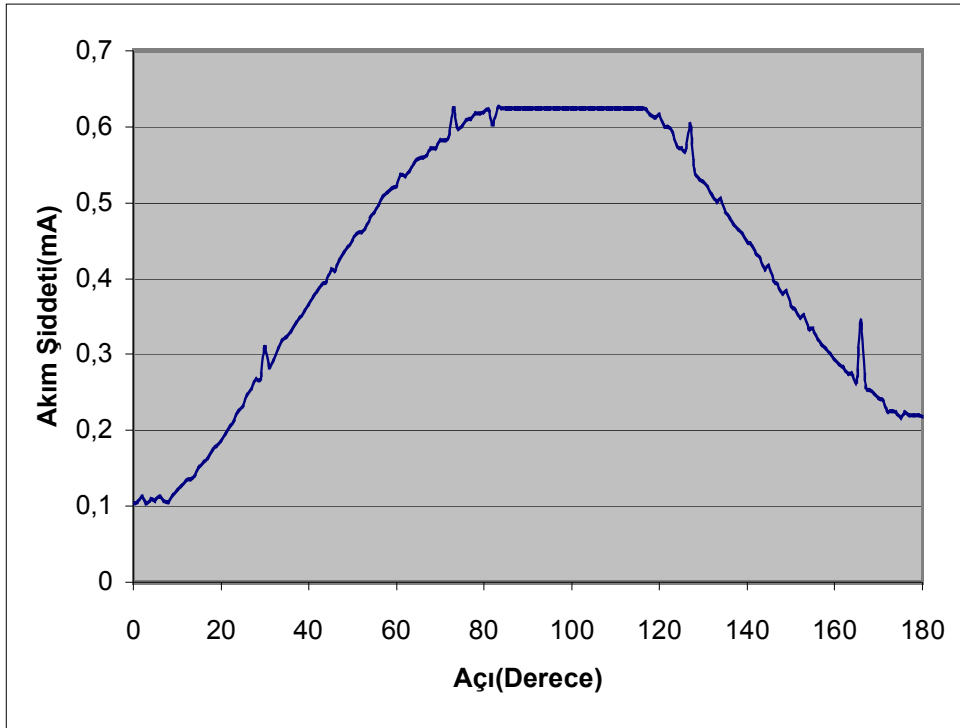
43 Derece



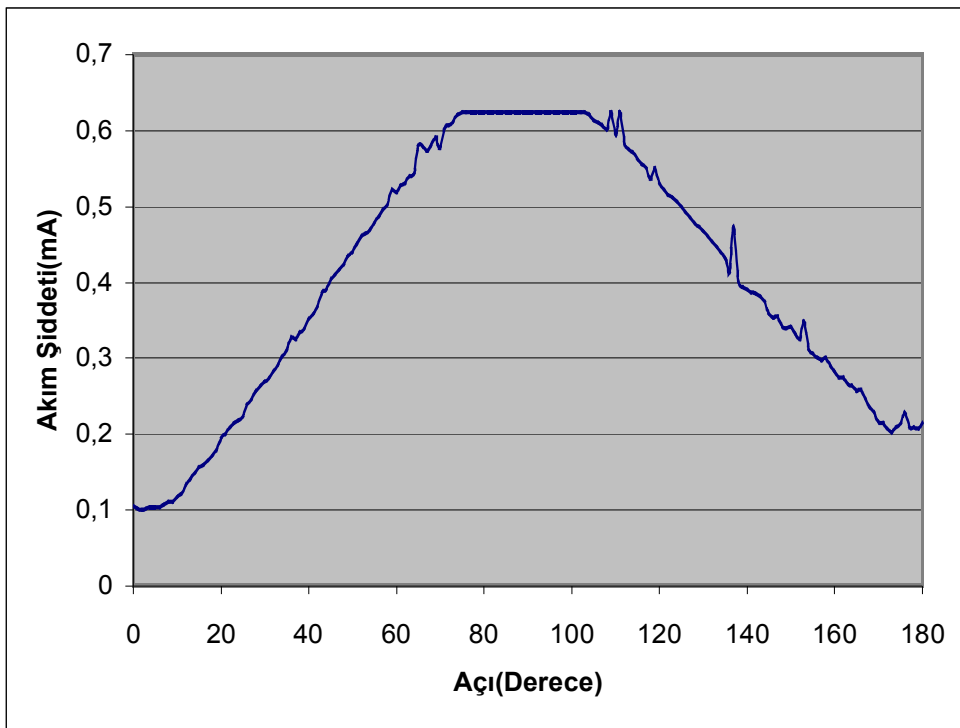
42 Derece



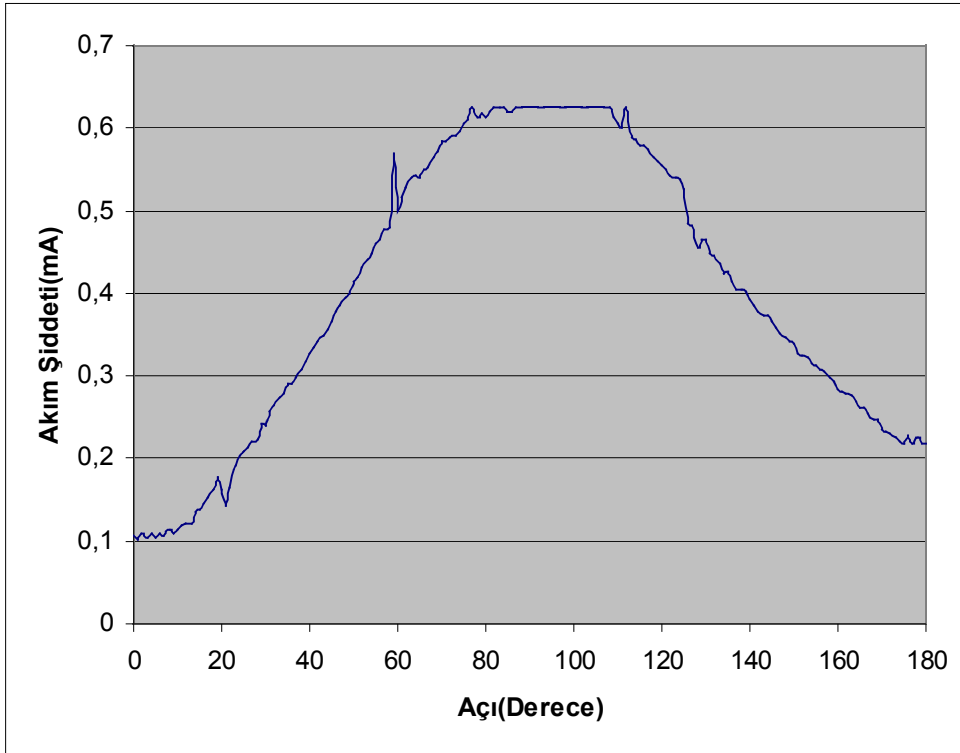
41 Derece



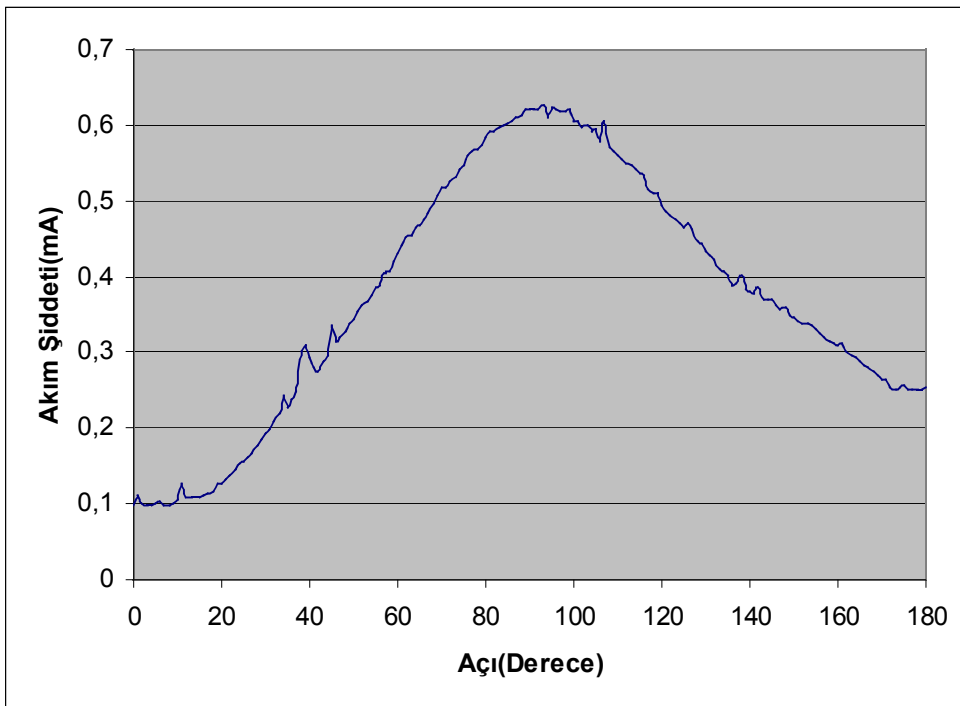
40 Derece



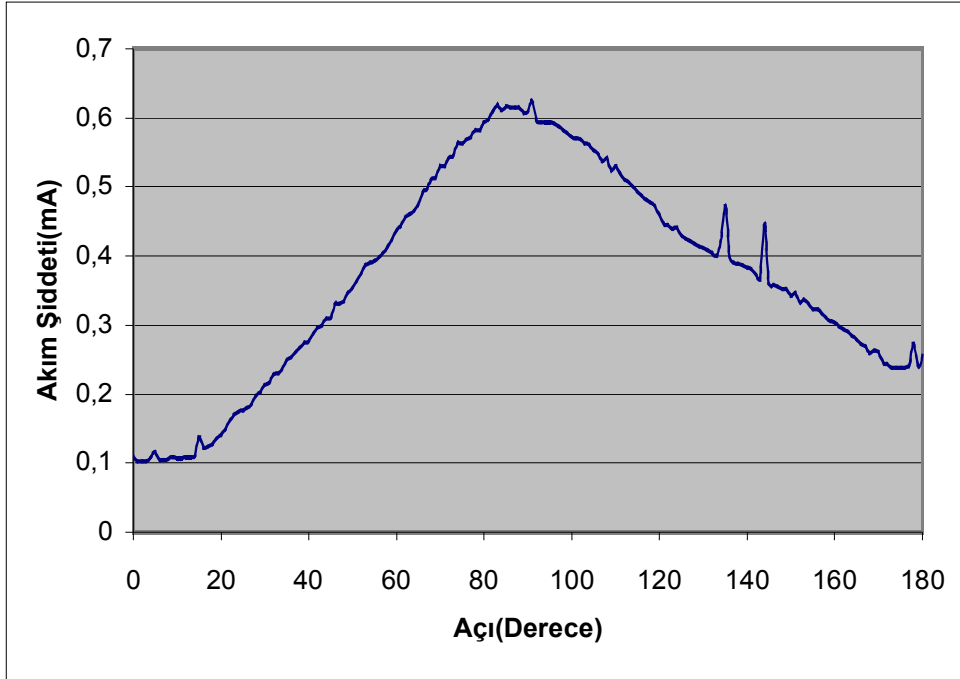
39 Derece



38 Derece

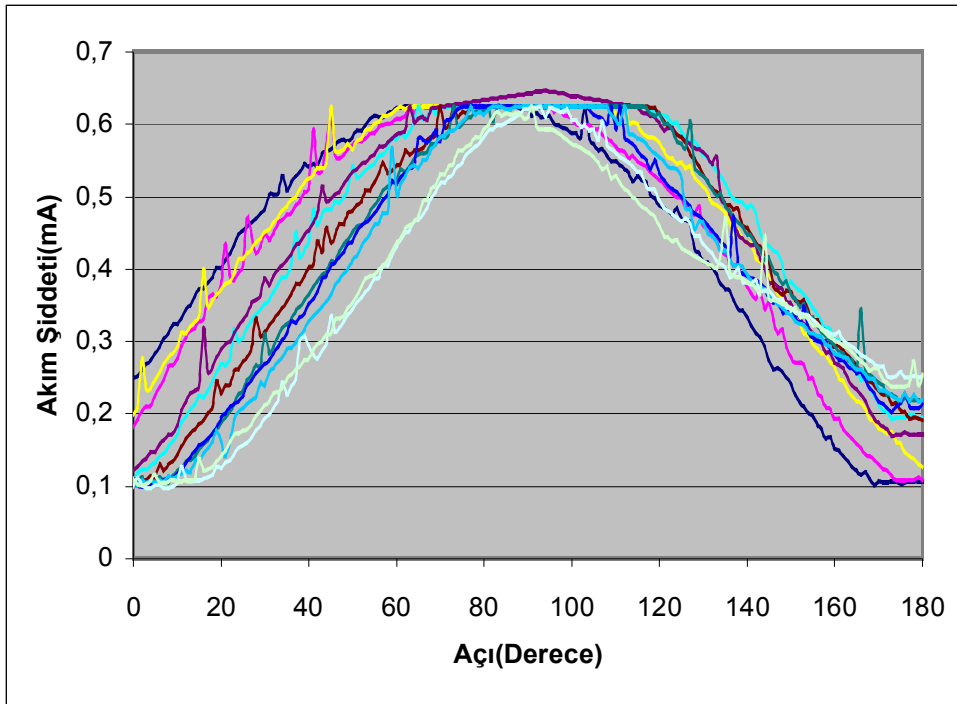


37 Derece



36 Derece

Şekil 2.6.6 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar.



Şekil 2.6.7 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar(Tümü).

Çizelge 2.6.3 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açı için veriler.

Açı (drc)	AÇILAR										
	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
Zaman (s)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)	Akım (A)
0	0,197	0,211	0,201	0,206	0,212	0,227	0,209	0,222	0,236	0,170	0,188
1	0,204	0,202	0,201	0,220	0,212	0,232	0,207	0,232	0,209	0,175	0,190
2	0,205	0,204	0,197	0,224	0,218	0,234	0,212	0,232	0,212	0,179	0,192
3	0,210	0,205	0,201	0,233	0,223	0,236	0,214	0,240	0,219	0,192	0,197
4	0,211	0,214	0,208	0,233	0,226	0,245	0,217	0,246	0,223	0,182	0,201
5	0,220	0,215	0,256	0,238	0,233	0,250	0,221	0,248	0,218	0,188	0,208
6	0,223	0,223	0,214	0,240	0,234	0,254	0,228	0,253	0,233	0,190	0,214
7	0,232	0,225	0,223	0,249	0,240	0,260	0,233	0,264	0,237	0,195	0,222
8	0,235	0,228	0,221	0,256	0,242	0,262	0,240	0,263	0,239	0,275	0,223
9	0,239	0,234	0,226	0,250	0,245	0,266	0,250	0,289	0,243	0,212	0,224
10	0,239	0,236	0,231	0,268	0,248	0,270	0,250	0,328	0,247	0,213	0,226
11	0,244	0,240	0,237	0,260	0,283	0,275	0,267	0,268	0,254	0,224	0,237
12	0,247	0,247	0,240	0,260	0,263	0,280	0,259	0,275	0,257	0,222	0,241
13	0,253	0,252	0,249	0,271	0,272	0,285	0,261	0,283	0,259	0,239	0,248
14	0,259	0,255	0,248	0,275	0,269	0,290	0,266	0,285	0,278	0,237	0,249
15	0,264	0,268	0,250	0,282	0,276	0,293	0,269	0,292	0,273	0,240	0,259
16	0,322	0,266	0,256	0,286	0,281	0,293	0,274	0,293	0,276	0,244	0,258
17	0,275	0,268	0,275	0,291	0,285	0,294	0,279	0,295	0,282	0,240	0,264
18	0,279	0,272	0,256	0,296	0,290	0,310	0,283	0,298	0,285	0,250	0,269
19	0,287	0,279	0,272	0,301	0,292	0,314	0,293	0,308	0,290	0,261	0,274
20	0,291	0,286	0,275	0,306	0,297	0,315	0,292	0,311	0,291	0,266	0,276
21	0,297	0,296	0,283	0,320	0,300	0,316	0,304	0,312	0,290	0,267	0,282
22	0,304	0,294	0,285	0,317	0,305	0,373	0,300	0,315	0,296	0,273	0,286
23	0,311	0,299	0,298	0,320	0,311	0,324	0,308	0,319	0,300	0,281	0,293
24	0,313	0,304	0,303	0,328	0,304	0,327	0,307	0,322	0,302	0,280	0,302
25	0,318	0,309	0,302	0,328	0,323	0,329	0,315	0,326	0,307	0,286	0,301
26	0,322	0,316	0,306	0,337	0,320	0,334	0,313	0,330	0,311	0,290	0,314
27	0,329	0,322	0,318	0,337	0,333	0,341	0,318	0,335	0,315	0,297	0,313
28	0,336	0,327	0,317	0,357	0,336	0,349	0,323	0,335	0,323	0,297	0,316
29	0,338	0,332	0,322	0,344	0,338	0,345	0,326	0,339	0,317	0,305	0,315
30	0,347	0,341	0,324	0,347	0,340	0,355	0,330	0,341	0,384	0,305	0,319
31	0,350	0,339	0,330	0,350	0,341	0,353	0,336	0,343	0,357	0,310	0,323
32	0,354	0,344	0,334	0,393	0,352	0,356	0,337	0,347	0,356	0,315	0,330



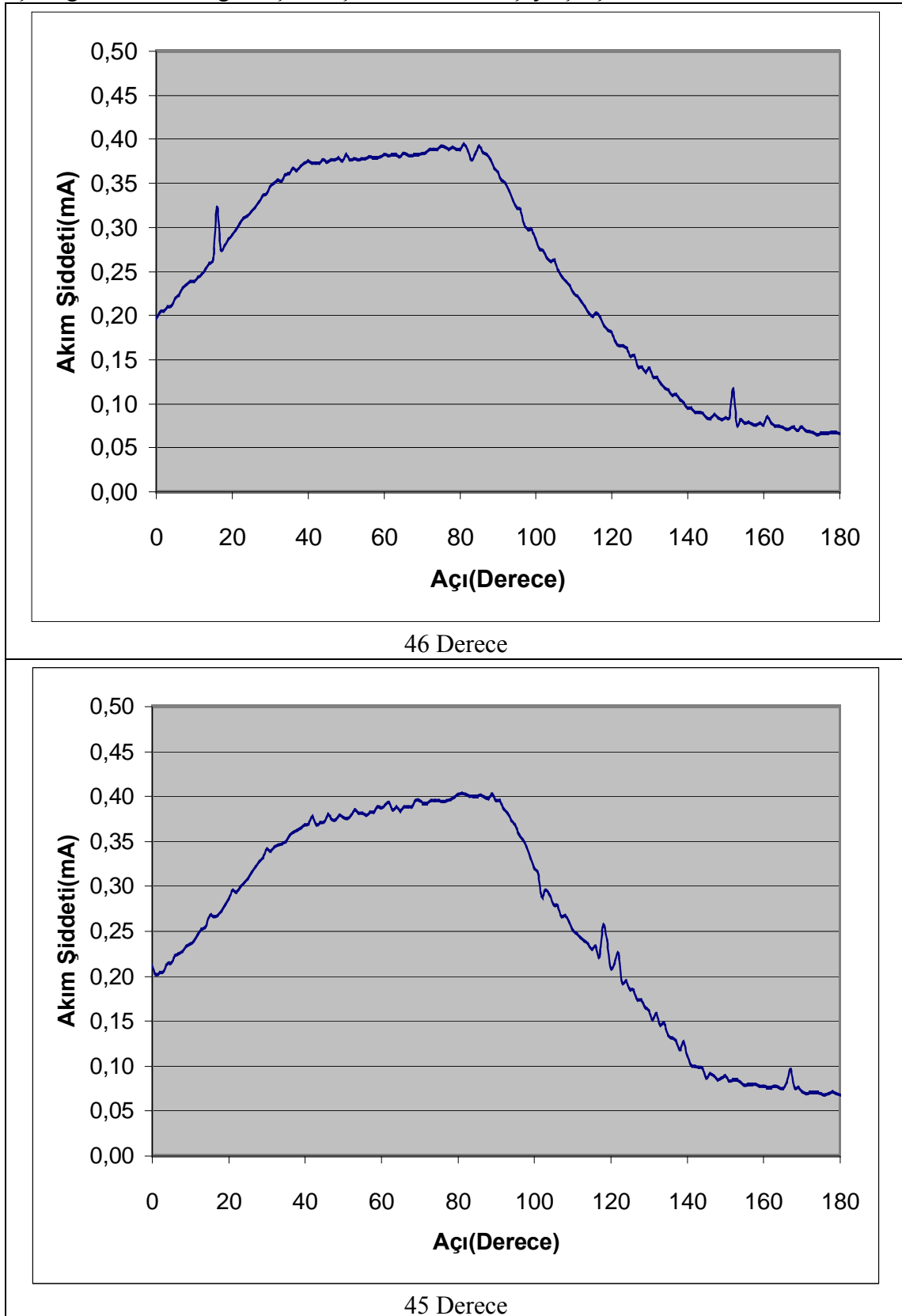
33	0,353	0,346	0,339	0,394	0,349	0,354	0,346	0,344	0,337	0,317	0,333
34	0,360	0,347	0,346	0,359	0,352	0,358	0,341	0,353	0,398	0,315	0,337
35	0,361	0,350	0,346	0,359	0,355	0,358	0,340	0,355	0,339	0,321	0,343
36	0,367	0,357	0,348	0,362	0,360	0,392	0,346	0,361	0,341	0,326	0,343
37	0,365	0,360	0,349	0,366	0,361	0,362	0,357	0,363	0,348	0,328	0,337
38	0,369	0,363	0,352	0,369	0,363	0,370	0,351	0,361	0,358	0,337	0,357
39	0,373	0,365	0,355	0,362	0,367	0,404	0,357	0,355	0,355	0,344	0,352
40	0,375	0,369	0,359	0,355	0,374	0,371	0,364	0,368	0,356	0,344	0,356
41	0,373	0,370	0,359	0,371	0,369	0,371	0,362	0,370	0,359	0,348	0,364
42	0,373	0,378	0,362	0,377	0,373	0,405	0,365	0,376	0,363	0,352	0,365
43	0,373	0,368	0,365	0,374	0,375	0,373	0,371	0,375	0,422	0,348	0,366
44	0,377	0,371	0,365	0,377	0,378	0,380	0,374	0,377	0,391	0,352	0,366
45	0,374	0,372	0,366	0,374	0,376	0,384	0,371	0,378	0,370	0,366	0,371
46	0,376	0,380	0,370	0,376	0,380	0,384	0,372	0,380	0,373	0,362	0,379
47	0,376	0,374	0,369	0,378	0,380	0,384	0,374	0,382	0,373	0,368	0,377
48	0,379	0,375	0,370	0,383	0,428	0,393	0,372	0,386	0,375	0,370	0,386
49	0,375	0,379	0,370	0,382	0,386	0,388	0,374	0,383	0,380	0,368	0,385
50	0,382	0,377	0,371	0,384	0,384	0,389	0,379	0,388	0,387	0,372	0,399
51	0,377	0,376	0,393	0,396	0,386	0,392	0,382	0,390	0,383	0,413	0,390
52	0,378	0,379	0,374	0,384	0,390	0,380	0,383	0,396	0,386	0,377	0,400
53	0,377	0,385	0,376	0,386	0,391	0,393	0,384	0,391	0,387	0,385	0,402
54	0,378	0,382	0,375	0,389	0,388	0,396	0,386	0,393	0,390	0,382	0,404
55	0,378	0,381	0,378	0,388	0,394	0,397	0,388	0,441	0,392	0,392	0,407
56	0,380	0,379	0,379	0,388	0,396	0,400	0,395	0,399	0,395	0,388	0,410
57	0,379	0,383	0,383	0,392	0,396	0,398	0,477	0,400	0,395	0,391	0,409
58	0,379	0,383	0,383	0,396	0,398	0,409	0,393	0,400	0,398	0,395	0,452
59	0,380	0,389	0,384	0,396	0,398	0,401	0,403	0,402	0,399	0,398	0,413
60	0,383	0,387	0,382	0,397	0,399	0,437	0,395	0,409	0,409	0,400	0,420
61	0,381	0,391	0,383	0,399	0,400	0,456	0,412	0,406	0,405	0,405	0,420
62	0,383	0,393	0,394	0,398	0,401	0,401	0,399	0,407	0,407	0,407	0,419
63	0,382	0,385	0,385	0,399	0,405	0,443	0,409	0,407	0,406	0,411	0,424
64	0,380	0,388	0,384	0,398	0,448	0,407	0,404	0,417	0,412	0,412	0,424
65	0,384	0,384	0,385	0,398	0,420	0,433	0,443	0,411	0,416	0,406	0,435
66	0,382	0,388	0,382	0,400	0,406	0,412	0,410	0,411	0,414	0,412	0,477
67	0,381	0,389	0,391	0,402	0,405	0,411	0,412	0,412	0,418	0,413	0,438
68	0,383	0,388	0,393	0,424	0,406	0,410	0,417	0,415	0,419	0,418	0,435
69	0,383	0,395	0,391	0,403	0,409	0,412	0,409	0,413	0,420	0,422	0,439

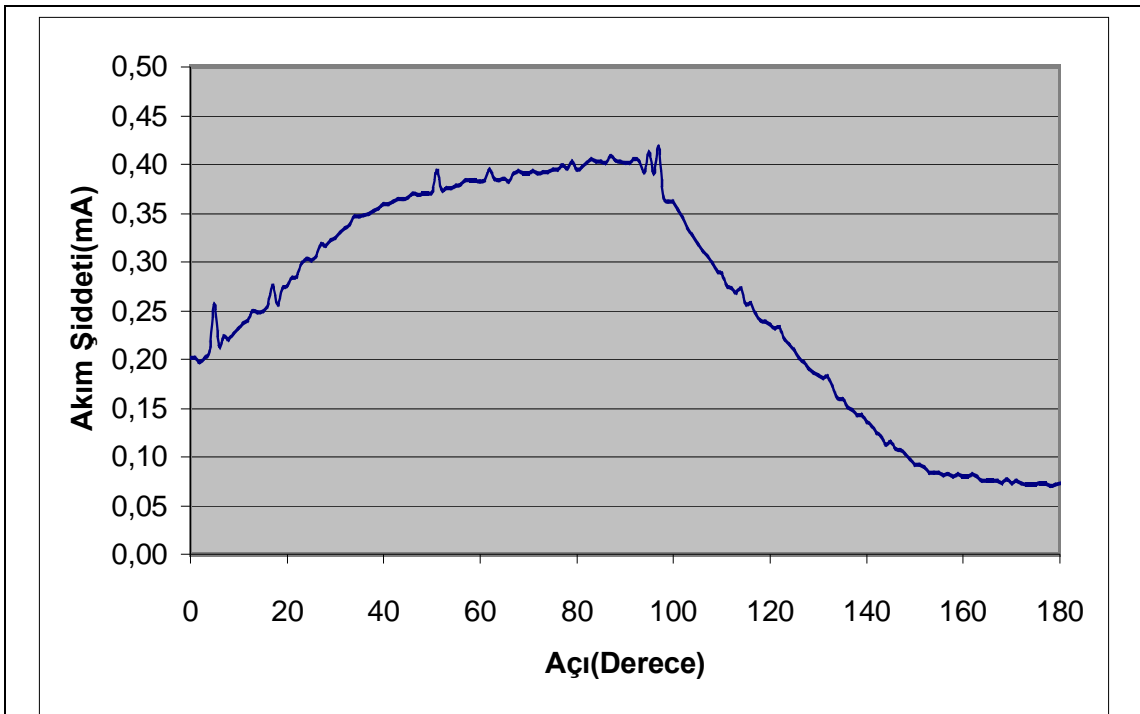
70	0,384	0,395	0,391	0,406	0,409	0,417	0,406	0,416	0,422	0,420	0,507
71	0,385	0,392	0,393	0,405	0,408	0,417	0,472	0,422	0,423	0,426	0,484
72	0,388	0,392	0,390	0,410	0,413	0,417	0,456	0,422	0,428	0,428	0,446
73	0,388	0,395	0,392	0,409	0,413	0,418	0,437	0,424	0,428	0,413	0,523
74	0,389	0,396	0,392	0,409	0,411	0,422	0,418	0,503	0,427	0,434	0,488
75	0,392	0,395	0,394	0,410	0,413	0,421	0,417	0,427	0,429	0,411	0,456
76	0,391	0,394	0,395	0,412	0,413	0,424	0,421	0,429	0,480	0,431	0,484
77	0,389	0,396	0,399	0,413	0,427	0,426	0,426	0,433	0,433	0,424	0,463
78	0,391	0,397	0,396	0,415	0,451	0,428	0,429	0,437	0,439	0,440	0,464
79	0,388	0,399	0,403	0,413	0,453	0,439	0,422	0,435	0,437	0,453	0,468
80	0,388	0,402	0,395	0,416	0,420	0,428	0,436	0,435	0,445	0,447	0,466
81	0,394	0,404	0,397	0,418	0,422	0,434	0,439	0,442	0,443	0,451	0,473
82	0,387	0,402	0,401	0,421	0,423	0,431	0,429	0,434	0,444	0,453	0,474
83	0,377	0,400	0,405	0,418	0,427	0,430	0,434	0,491	0,447	0,457	0,472
84	0,384	0,400	0,403	0,424	0,426	0,432	0,433	0,537	0,447	0,460	0,486
85	0,392	0,400	0,403	0,419	0,428	0,431	0,428	0,439	0,455	0,463	0,476
86	0,385	0,401	0,402	0,418	0,425	0,431	0,433	0,438	0,499	0,471	0,478
87	0,383	0,399	0,408	0,455	0,427	0,434	0,422	0,440	0,472	0,467	0,479
88	0,377	0,398	0,404	0,413	0,432	0,429	0,436	0,430	0,455	0,470	0,478
89	0,367	0,402	0,403	0,413	0,425	0,429	0,436	0,437	0,454	0,473	0,477
90	0,362	0,396	0,402	0,411	0,422	0,425	0,435	0,434	0,455	0,470	0,478
91	0,354	0,396	0,401	0,395	0,426	0,417	0,436	0,425	0,457	0,472	0,474
92	0,350	0,386	0,405	0,408	0,428	0,414	0,438	0,416	0,448	0,474	0,474
93	0,342	0,381	0,403	0,396	0,423	0,405	0,435	0,417	0,456	0,474	0,468
94	0,331	0,373	0,392	0,392	0,420	0,402	0,444	0,412	0,458	0,478	0,475
95	0,323	0,369	0,412	0,384	0,419	0,397	0,433	0,406	0,456	0,484	0,460
96	0,320	0,358	0,391	0,370	0,407	0,398	0,435	0,401	0,467	0,476	0,450
97	0,303	0,352	0,418	0,361	0,399	0,387	0,427	0,395	0,459	0,479	0,452
98	0,297	0,344	0,366	0,358	0,394	0,377	0,417	0,386	0,446	0,479	0,439
99	0,297	0,332	0,361	0,353	0,388	0,364	0,412	0,368	0,439	0,476	0,424
100	0,286	0,321	0,361	0,346	0,385	0,357	0,407	0,362	0,472	0,473	0,435
101	0,276	0,315	0,354	0,335	0,379	0,348	0,397	0,352	0,429	0,471	0,422
102	0,273	0,289	0,345	0,322	0,369	0,343	0,393	0,344	0,424	0,465	0,403
103	0,265	0,296	0,334	0,315	0,356	0,338	0,385	0,336	0,423	0,467	0,408
104	0,261	0,291	0,327	0,312	0,349	0,333	0,378	0,333	0,415	0,454	0,411
105	0,262	0,279	0,318	0,305	0,345	0,324	0,403	0,334	0,391	0,449	0,403
106	0,251	0,278	0,311	0,297	0,335	0,316	0,366	0,327	0,392	0,447	0,388

107	0,244	0,267	0,305	0,292	0,329	0,307	0,358	0,321	0,391	0,436	0,379
108	0,239	0,268	0,299	0,282	0,321	0,307	0,349	0,311	0,379	0,429	0,366
109	0,234	0,261	0,290	0,275	0,306	0,322	0,342	0,303	0,377	0,425	0,359
110	0,225	0,251	0,288	0,270	0,340	0,316	0,343	0,304	0,358	0,411	0,356
111	0,222	0,248	0,276	0,266	0,296	0,292	0,324	0,291	0,357	0,408	0,353
112	0,216	0,243	0,272	0,264	0,293	0,276	0,319	0,287	0,351	0,399	0,349
113	0,210	0,239	0,268	0,256	0,287	0,268	0,315	0,282	0,345	0,388	0,338
114	0,203	0,236	0,273	0,252	0,283	0,279	0,308	0,283	0,344	0,376	0,330
115	0,199	0,230	0,256	0,254	0,275	0,265	0,300	0,275	0,338	0,368	0,329
116	0,203	0,233	0,258	0,236	0,275	0,256	0,298	0,279	0,333	0,363	0,331
117	0,198	0,222	0,247	0,234	0,265	0,280	0,278	0,264	0,329	0,355	0,328
118	0,188	0,257	0,240	0,228	0,256	0,283	0,286	0,261	0,322	0,353	0,315
119	0,184	0,241	0,238	0,227	0,251	0,241	0,277	0,284	0,314	0,353	0,308
120	0,181	0,209	0,235	0,219	0,253	0,241	0,275	0,255	0,313	0,347	0,309
121	0,170	0,215	0,232	0,217	0,243	0,234	0,270	0,246	0,328	0,337	0,300
122	0,166	0,225	0,233	0,210	0,240	0,231	0,274	0,242	0,333	0,326	0,292
123	0,166	0,192	0,221	0,218	0,236	0,237	0,264	0,236	0,308	0,324	0,285
124	0,163	0,195	0,215	0,199	0,245	0,211	0,257	0,231	0,295	0,318	0,281
125	0,154	0,185	0,209	0,193	0,223	0,210	0,253	0,225	0,294	0,314	0,282
126	0,155	0,184	0,201	0,190	0,217	0,207	0,255	0,214	0,287	0,295	0,285
127	0,142	0,174	0,197	0,191	0,214	0,207	0,244	0,210	0,288	0,309	0,275
128	0,142	0,174	0,190	0,181	0,208	0,197	0,247	0,215	0,279	0,304	0,267
129	0,135	0,165	0,186	0,178	0,206	0,196	0,255	0,203	0,268	0,291	0,269
130	0,140	0,162	0,184	0,169	0,200	0,187	0,232	0,204	0,266	0,298	0,256
131	0,130	0,151	0,181	0,171	0,198	0,178	0,224	0,193	0,261	0,285	0,252
132	0,129	0,159	0,182	0,162	0,187	0,173	0,220	0,189	0,253	0,277	0,249
133	0,122	0,145	0,173	0,156	0,185	0,169	0,213	0,191	0,248	0,275	0,238
134	0,118	0,148	0,160	0,151	0,178	0,167	0,213	0,180	0,241	0,272	0,232
135	0,115	0,134	0,159	0,148	0,174	0,164	0,203	0,178	0,238	0,266	0,225
136	0,109	0,132	0,151	0,144	0,171	0,161	0,197	0,171	0,229	0,262	0,221
137	0,110	0,128	0,148	0,138	0,180	0,161	0,194	0,166	0,230	0,254	0,217
138	0,104	0,119	0,143	0,131	0,180	0,143	0,198	0,164	0,220	0,250	0,213
139	0,101	0,127	0,142	0,134	0,160	0,144	0,185	0,159	0,217	0,243	0,209
140	0,095	0,112	0,136	0,124	0,150	0,135	0,201	0,154	0,213	0,234	0,212
141	0,095	0,101	0,132	0,122	0,145	0,132	0,175	0,146	0,213	0,233	0,201
142	0,090	0,100	0,124	0,125	0,140	0,129	0,168	0,146	0,203	0,222	0,193
143	0,090	0,099	0,120	0,117	0,137	0,126	0,163	0,140	0,199	0,215	0,183

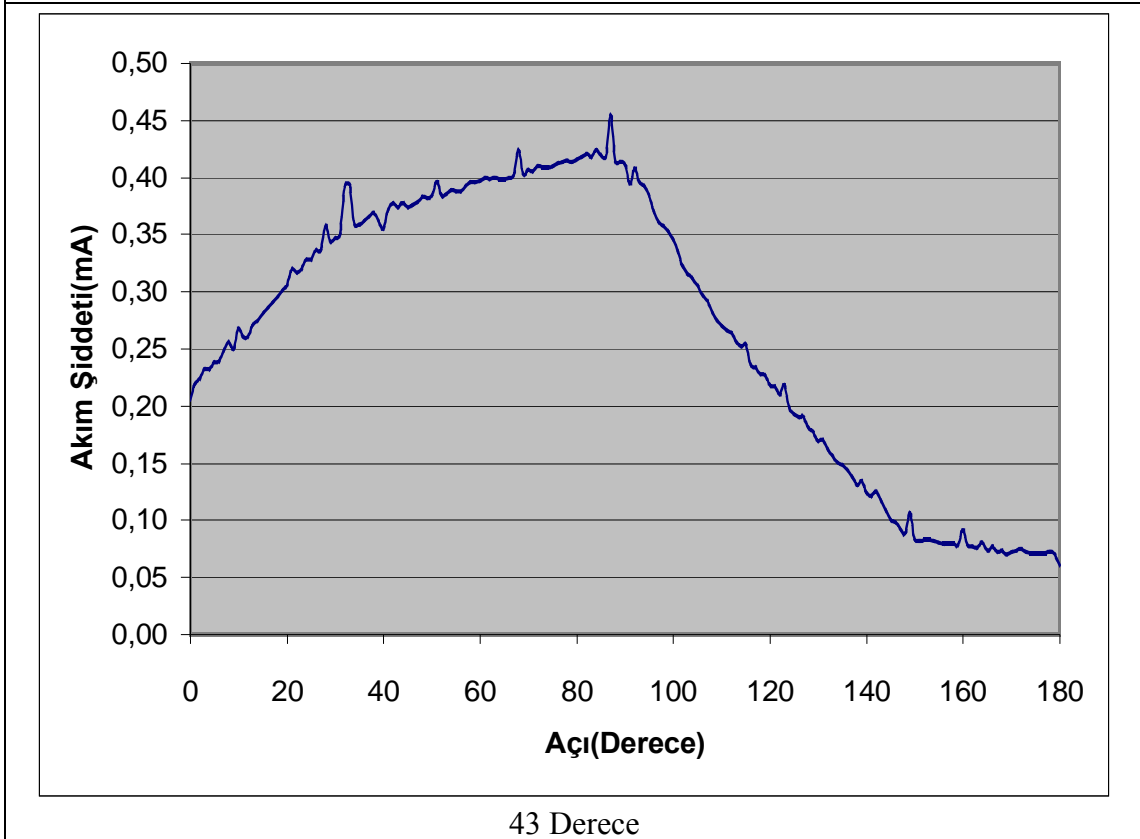
144	0,089	0,097	0,112	0,109	0,134	0,124	0,159	0,150	0,191	0,209	0,185
145	0,084	0,087	0,115	0,100	0,118	0,116	0,150	0,132	0,186	0,209	0,171
146	0,083	0,092	0,108	0,098	0,122	0,114	0,144	0,127	0,181	0,220	0,171
147	0,087	0,089	0,107	0,092	0,116	0,103	0,142	0,122	0,175	0,201	0,166
148	0,084	0,085	0,103	0,089	0,112	0,096	0,125	0,117	0,169	0,192	0,163
149	0,082	0,087	0,097	0,106	0,101	0,098	0,128	0,127	0,164	0,192	0,159
150	0,084	0,089	0,092	0,083	0,099	0,112	0,120	0,110	0,158	0,179	0,160
151	0,084	0,083	0,092	0,082	0,098	0,091	0,110	0,104	0,158	0,172	0,150
152	0,116	0,084	0,089	0,083	0,092	0,088	0,110	0,097	0,149	0,171	0,142
153	0,075	0,084	0,084	0,083	0,087	0,082	0,106	0,098	0,167	0,167	0,139
154	0,081	0,082	0,084	0,082	0,092	0,081	0,102	0,091	0,137	0,163	0,133
155	0,078	0,079	0,083	0,081	0,080	0,081	0,100	0,087	0,143	0,167	0,123
156	0,079	0,080	0,081	0,080	0,089	0,080	0,096	0,086	0,127	0,157	0,119
157	0,077	0,080	0,082	0,079	0,082	0,080	0,093	0,083	0,137	0,154	0,128
158	0,076	0,080	0,079	0,079	0,083	0,083	0,091	0,083	0,129	0,146	0,127
159	0,078	0,078	0,082	0,078	0,080	0,081	0,093	0,080	0,124	0,139	0,100
160	0,076	0,078	0,080	0,091	0,081	0,080	0,087	0,085	0,123	0,130	0,099
161	0,085	0,076	0,080	0,078	0,081	0,078	0,084	0,079	0,111	0,124	0,095
162	0,078	0,076	0,082	0,077	0,087	0,077	0,084	0,082	0,104	0,117	0,112
163	0,074	0,077	0,080	0,076	0,080	0,077	0,082	0,077	0,101	0,114	0,085
164	0,074	0,076	0,076	0,081	0,079	0,082	0,083	0,081	0,095	0,111	0,079
165	0,073	0,075	0,076	0,074	0,078	0,081	0,084	0,077	0,094	0,111	0,080
166	0,071	0,082	0,076	0,077	0,081	0,075	0,072	0,081	0,087	0,108	0,083
167	0,072	0,096	0,075	0,073	0,077	0,089	0,081	0,076	0,089	0,104	0,078
168	0,073	0,076	0,073	0,074	0,080	0,072	0,079	0,075	0,082	0,098	0,079
169	0,069	0,076	0,077	0,070	0,075	0,073	0,079	0,074	0,080	0,087	0,086
170	0,073	0,072	0,073	0,072	0,076	0,073	0,076	0,074	0,078	0,081	0,077
171	0,069	0,069	0,075	0,074	0,083	0,072	0,068	0,072	0,079	0,080	0,091
172	0,068	0,070	0,073	0,075	0,078	0,072	0,075	0,074	0,077	0,080	0,076
173	0,067	0,070	0,071	0,072	0,081	0,072	0,075	0,074	0,078	0,083	0,076
174	0,065	0,071	0,071	0,071	0,068	0,071	0,077	0,071	0,077	0,080	0,076
175	0,066	0,069	0,071	0,071	0,073	0,071	0,075	0,071	0,077	0,081	0,079
176	0,066	0,068	0,072	0,071	0,072	0,073	0,074	0,094	0,079	0,078	0,071
177	0,066	0,069	0,072	0,071	0,069	0,067	0,076	0,070	0,076	0,077	0,076
178	0,067	0,072	0,070	0,072	0,074	0,071	0,074	0,071	0,079	0,073	0,074
179	0,067	0,069	0,071	0,070	0,073	0,071	0,072	0,070	0,076	0,075	0,076
180	0,066	0,068	0,072	0,061	0,073	0,071	0,074	0,071	0,072	0,078	0,071

Çizelge 2.6.3 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açı için veriler.

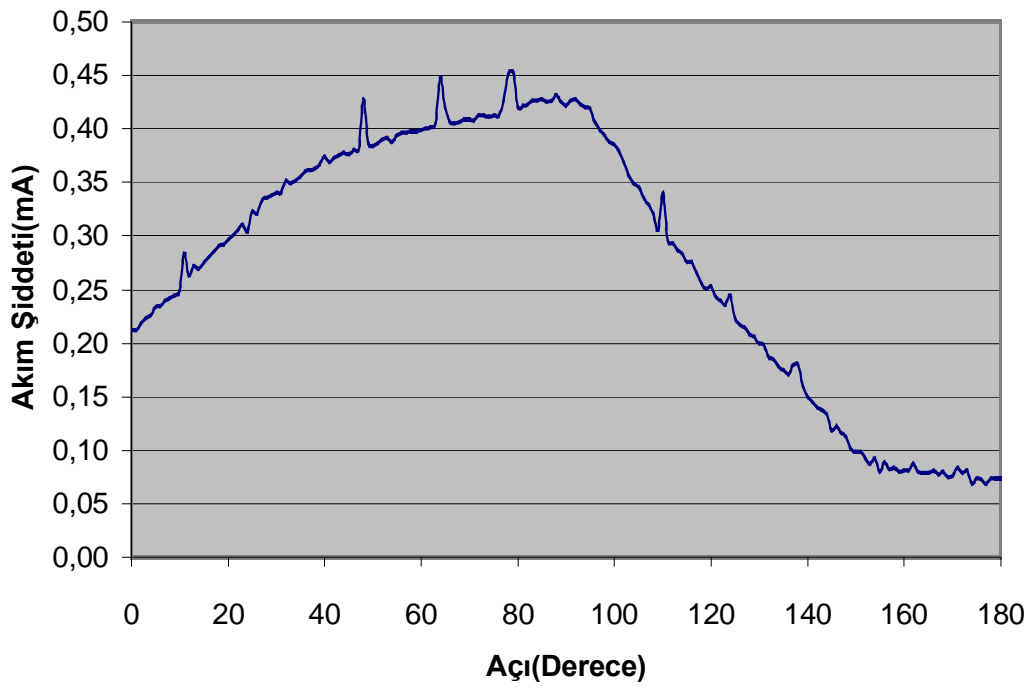




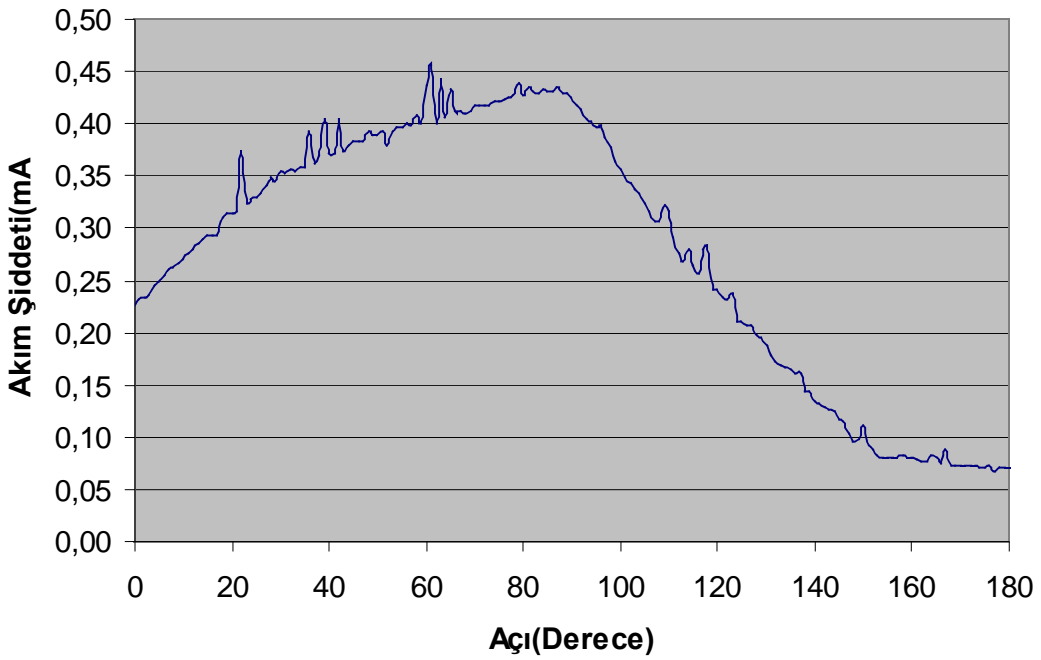
44 Derece



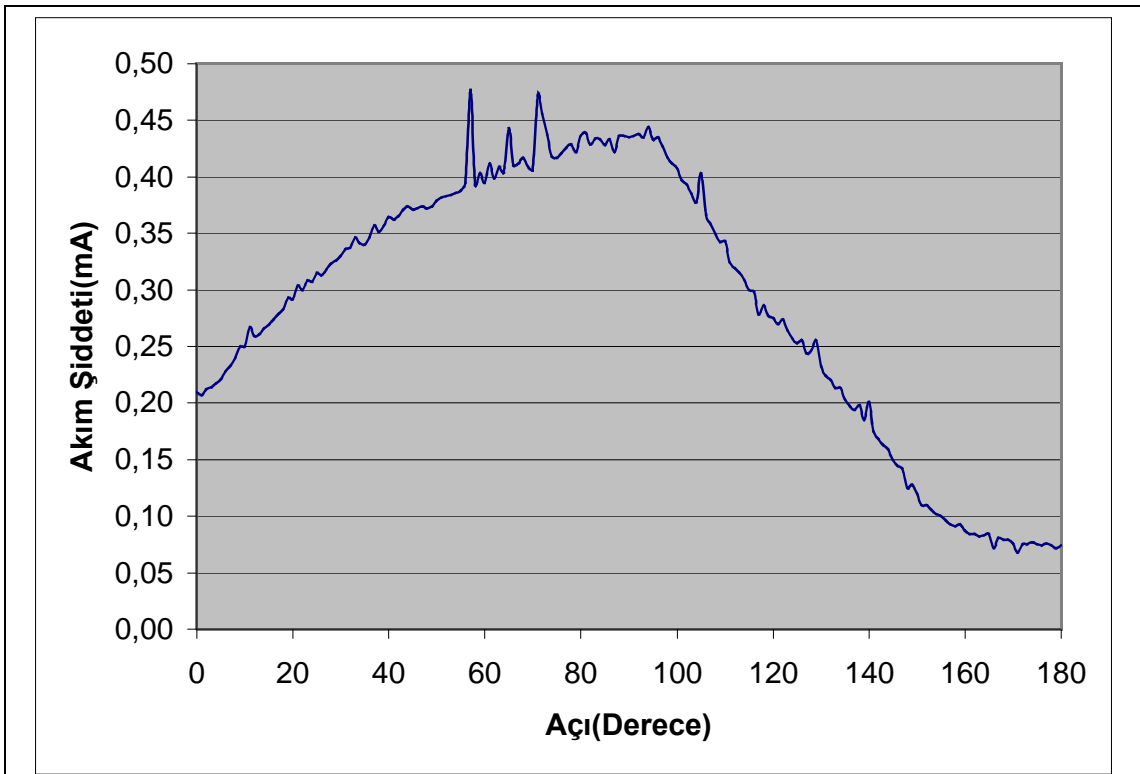
43 Derece



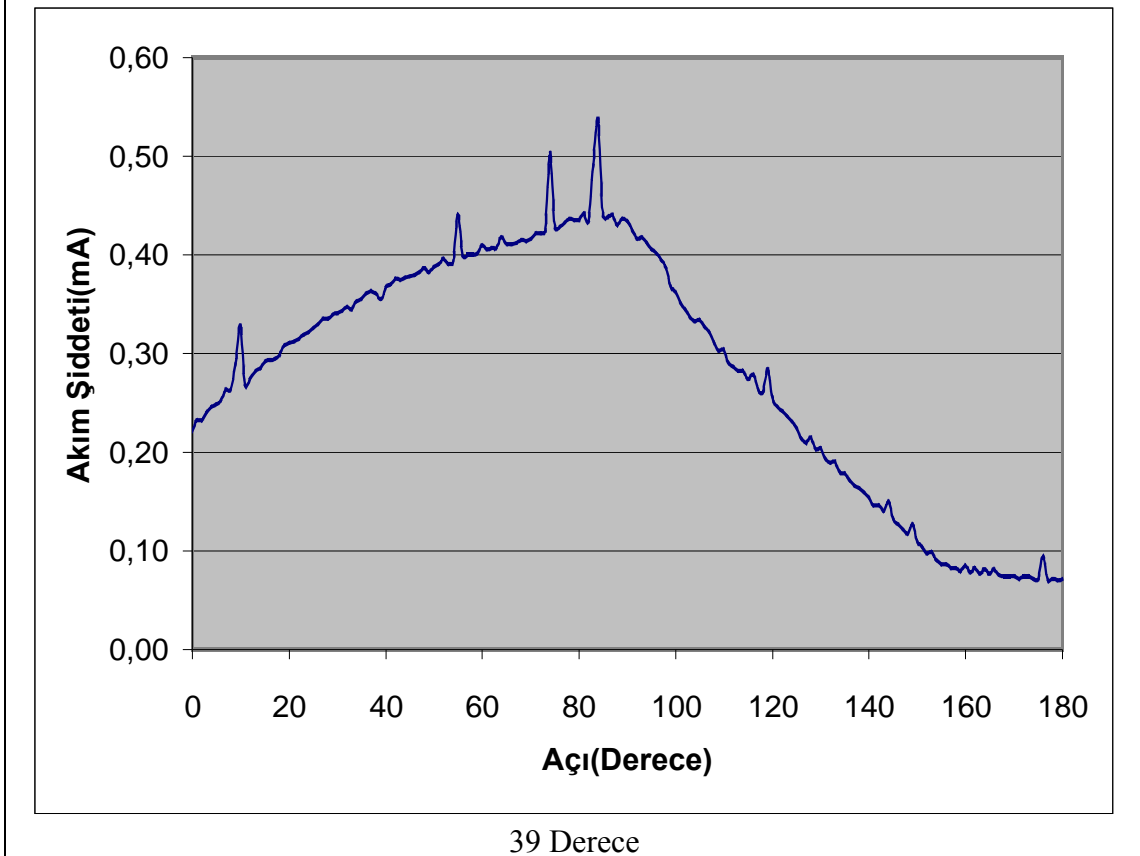
42 Derece



41 Derece

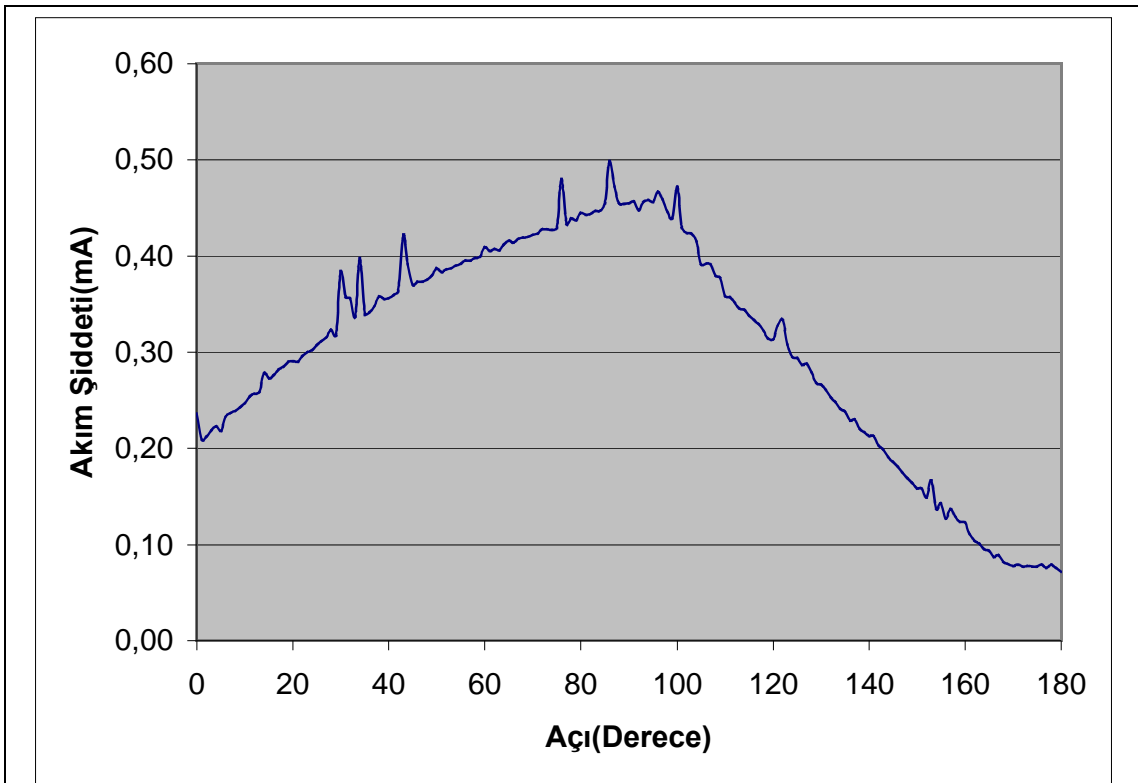


40 Derece

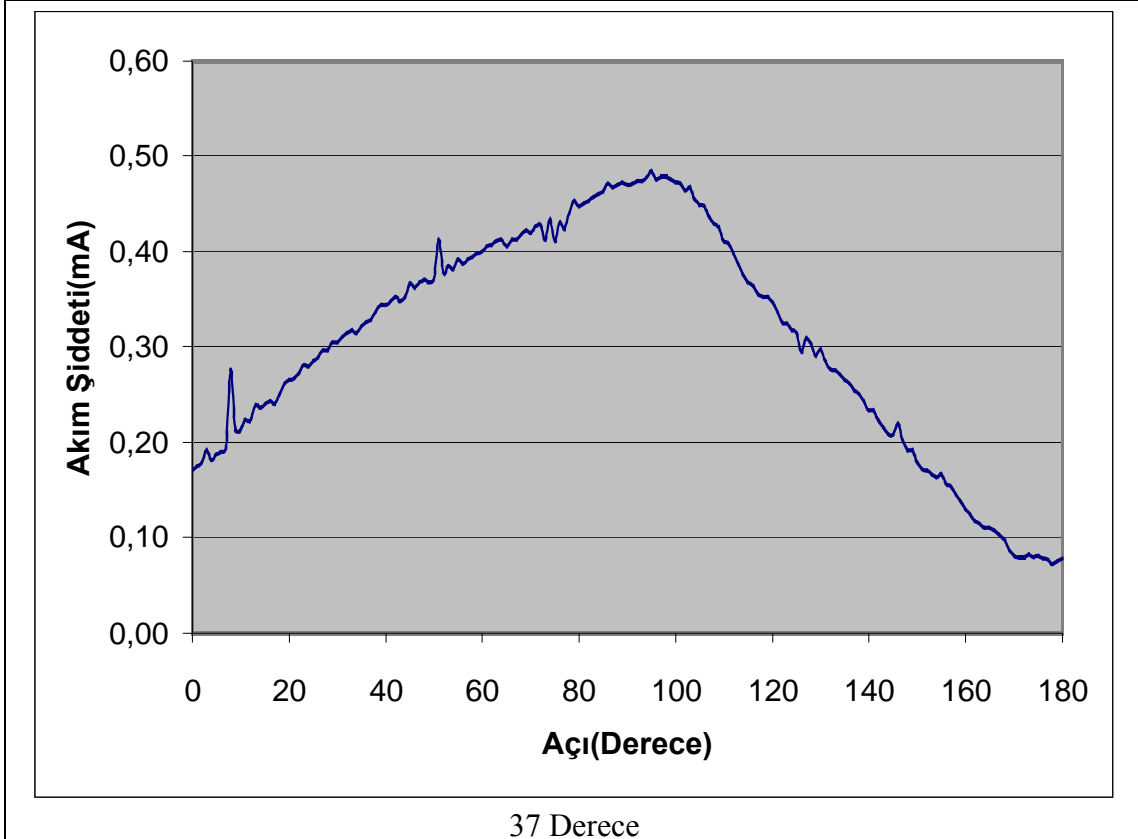


39 Derece

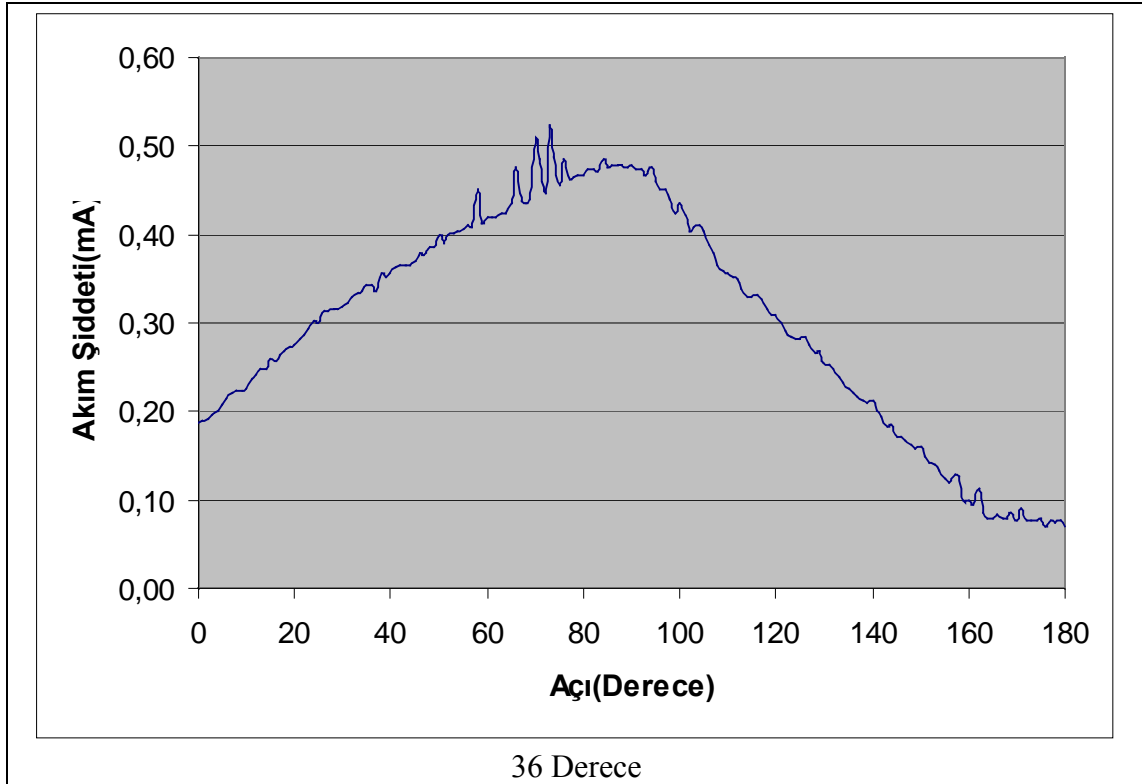




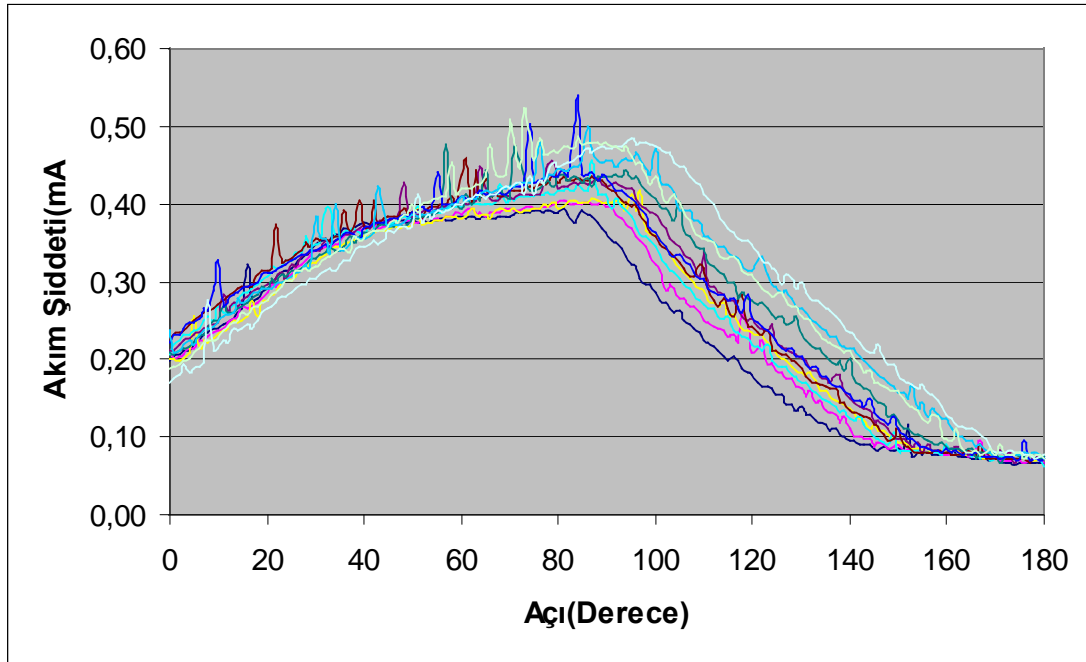
38 Derece



37 Derece



Şekil 2.6.8 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar.



Şekil 2.6.9 Bazı eğim açıları için en verimli düşey açılar(Tümü).

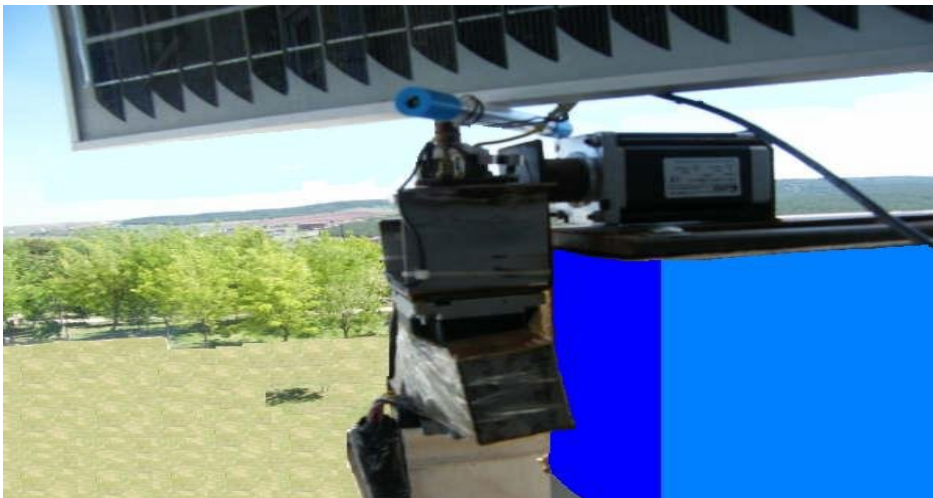
### 3. GÜNEŞ PİLİ KOMUTA PROGRAMI VE SİSTEMİ

#### 3.1. GİRİŞ

Güneş panelinin veya güneş pili düz toplayıcının periyodik olarak hareket etmesi güneş ışınları ile ilgili açıların hesaplanmasında çok önemlidir. Düz toplayıcıyı bu periyodik hareketi yaptırabilmek için hazırlanan düzenek mekanik sistem ve bunu kontrol etmek amacıyla Visual Basic 6.0 programlama dilinde yazılmış bir yazılımdan oluşmaktadır. Yazılım içinde zamanın standart devam edebilmesi için PII Celeron işlemci ve 96 Mb ram kullanılmıştır. Eğer yazılım başka bilgisayarlara kurulursa bu takdirde yazılımın kodlarında gerekli değişikliklerin yapılması gerekmektedir.

#### 3.2 MEKANİK SİSTEMİN HAZIRLANMASI

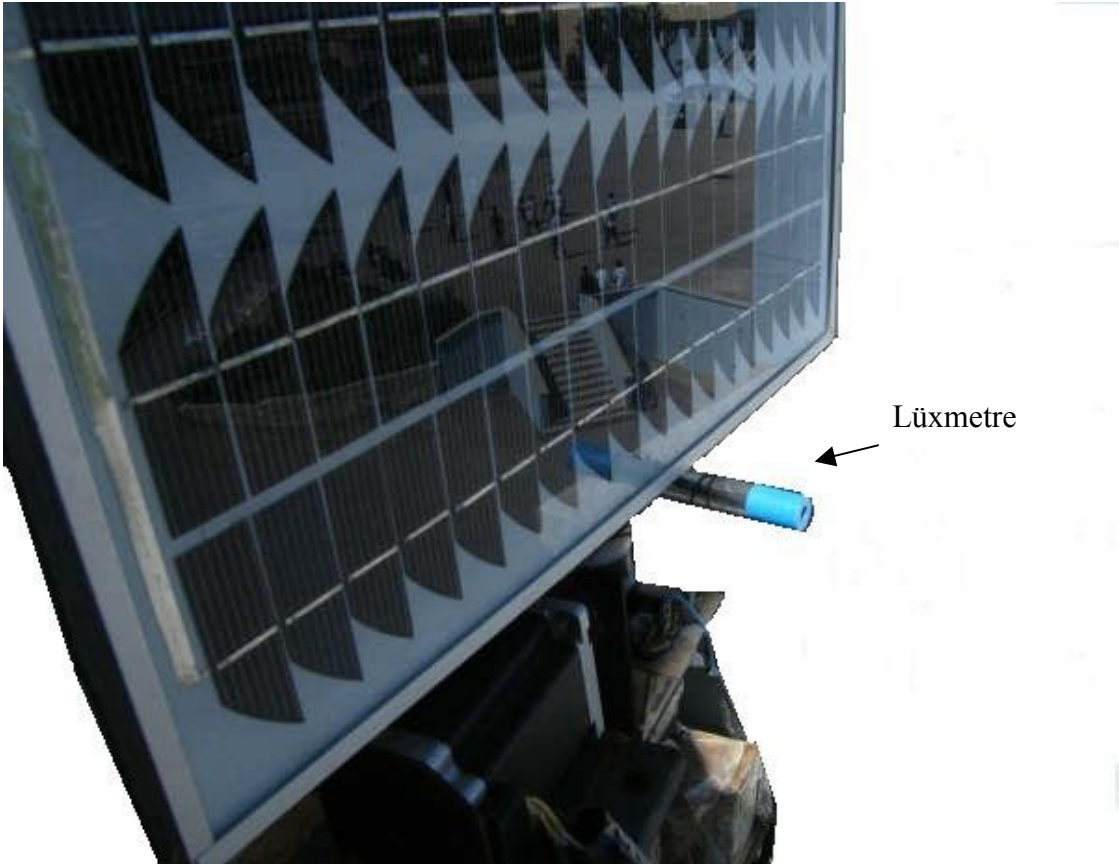
Sistem, düz toplayıcıyı düşeyde bir eksen etrafında döndürmek üzere ve yatayda bir eksen etrafında döndürmek üzere iki step motordan oluşmaktadır. Ayrıca yazılımdan gelen komutları algılayarak step motorları hareket ettirmeye yarayan bir kontrol kartı bulunmaktadır. Şekil 3.2.1' de görüldüğü gibi step motorlar bir masa kenarına düşeyde ve yatayda 360° dönebilecek şekilde monte edilmiştir, ancak toplayıcının konumu nedeniyle yataydaki eksen etrafında hareketi sağlayan step motorun hareketi 180° olarak sınırlandırılmıştır.



Şekil 3.2.1 Toplayıcıya hareket sağlayan motorlar.



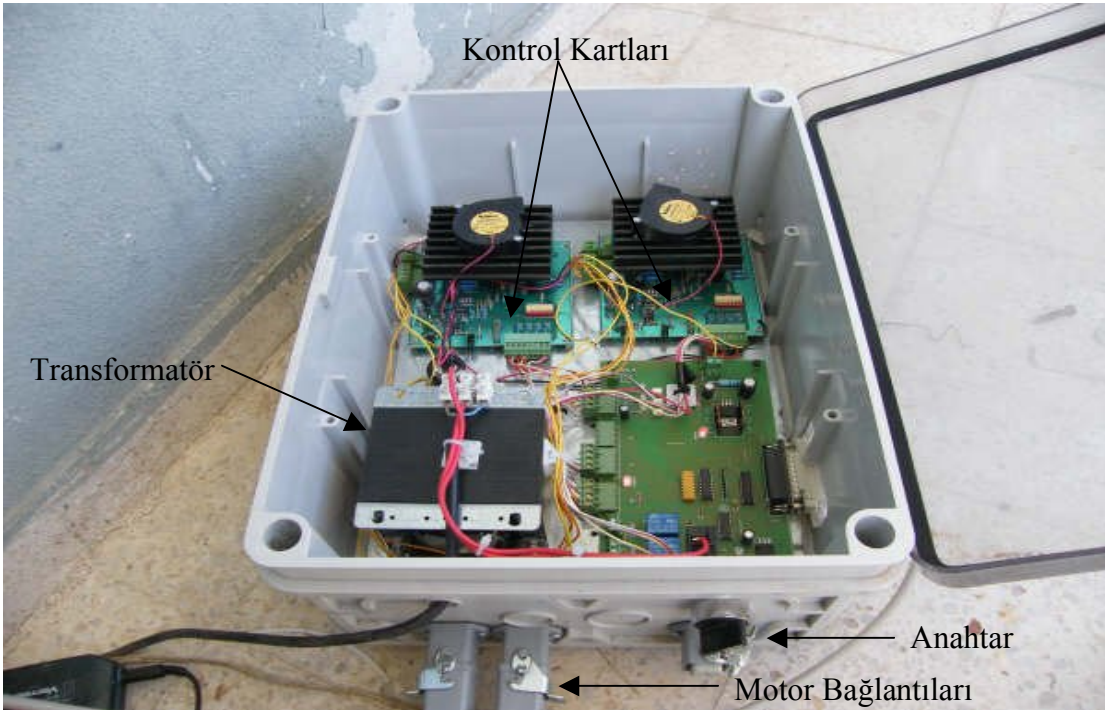
Şekil 3.2.2 Deney Setinin görünümü.



Şekil 3.2.3 Lüxmetre.



Şekil 3.2.4 Vernier firmasına ait ara bağlama ünitesi.

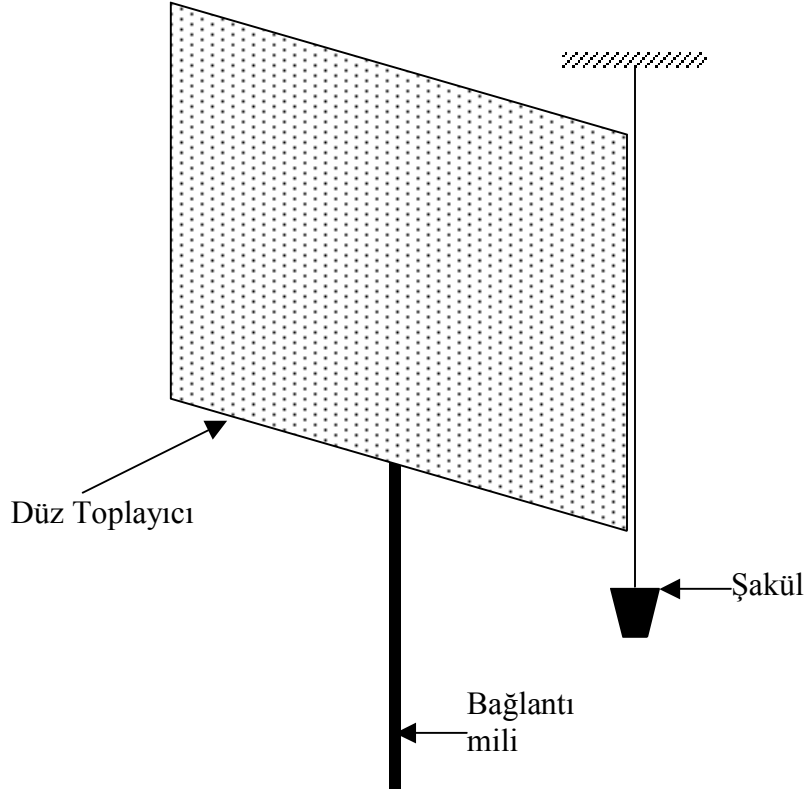


Şekil 3.2.5 Step motorları kontrol kartları.

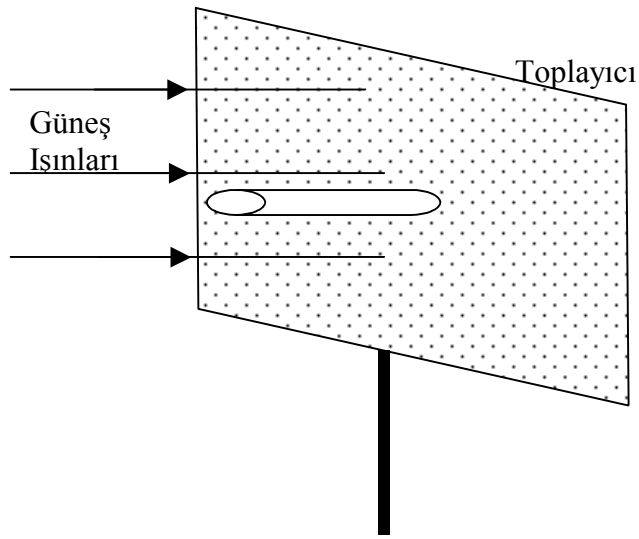
Step motorların her ikisinin de ortak özelliği bir sinyal gönderildiğinde  $1^\circ$  dönebilmeleridir. Bilgisayar programından gönderilen 5 V' luk sinyal step motor kontrol ünitesinde motora giden gücü tetiklemekte ve yönetmektedir.(Şekil 3.2.5). Motorların hareketiyle dönen toplayıcı çok küçük titreşimler yapmaktadır. Bu kısa süreli titreşim ile ölçüm cihazları aynı anda çalışırsa elde edilen grafiklerde çok küçük pikler oluşmaktadır.

Toplayıcı ve step motorlarının bulunduğu hareketli sistem bir masa üzerine sabitlenmiştir. Eğim açısının bulunmasında gerekli hassaslığı sağlamak amacıyla masa yüzeyinin yere tam paralel olması sağlanmıştır. Aynı zamanda Şekil 3.2.7' de görüldüğü gibi düz toplayıcının tam olarak düşey eksene paralel olması sağlanmıştır.

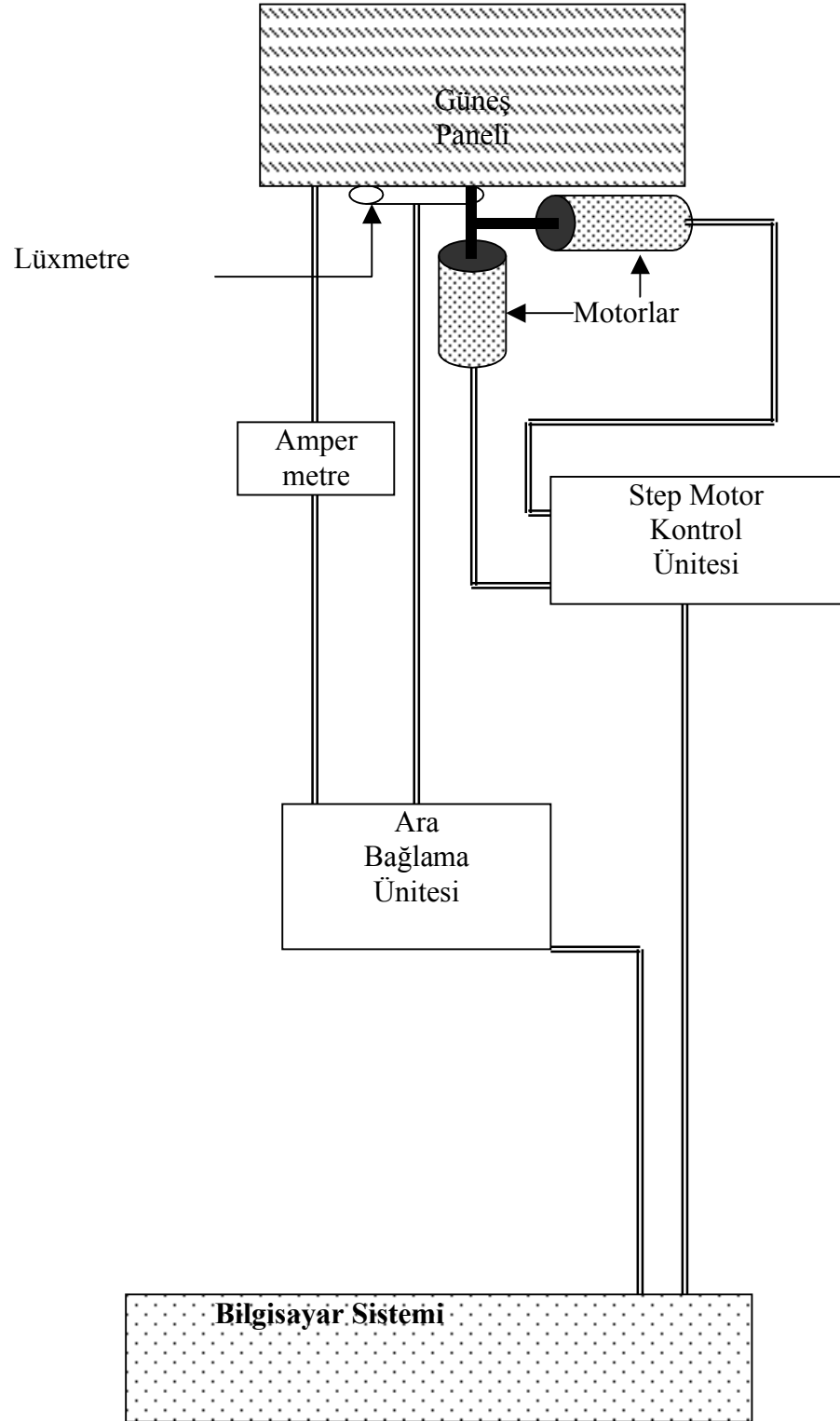
Ölçümlerin bir kısmı güneş sabah vakti tam doğarken başlamış ve akşam güneş batarken sona ermiştir. Deneyin süresi, deneyin yapıldığı günün gün doğumu ve gün batımı olarak verilen anlar arasında kalan süre programa otomatik olarak verilerek ayarlanmıştır. Deney başlangıcında toplayıcının tam güneşin doğduğu doğrultuya yönelmiş olduğunu anlamak amacıyla şekil 3.2.8' de görülen sistem kullanılmış, toplayıcı üzerindeki cismin gölgesinin olmaması durumu sağlandığında deney başlatılmıştır.



Şekil 3.2.6 Düz toplayıcının tam düşey pozisyonunun sağlanması.

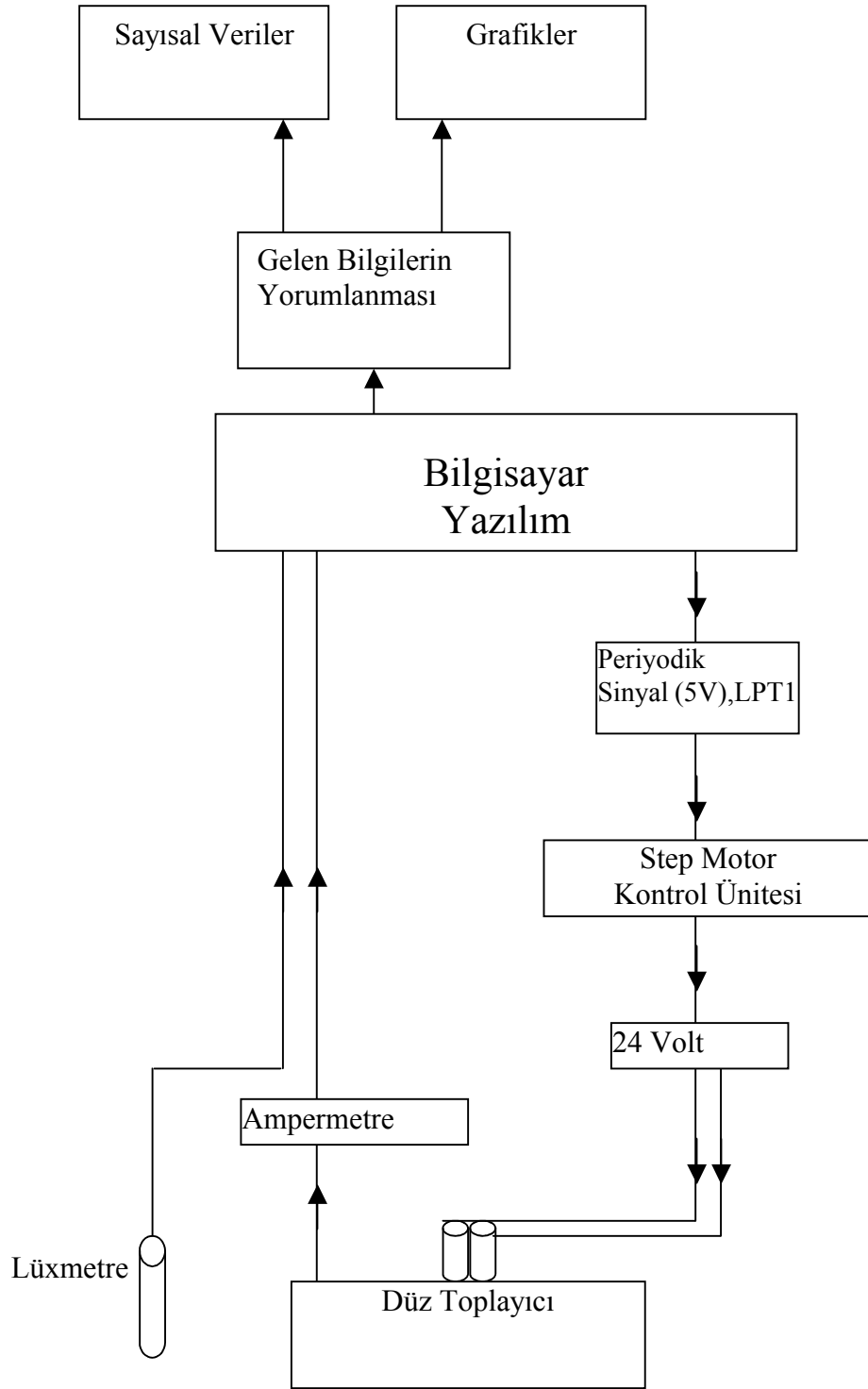


Şekil 3.2.7 Güneşin doğduğu noktanın tespiti.



Şekil 3.2.8 Güneş pili komut sisteminin şeması.





Şekil 3.2.9 Programın akış diğramı.

### 3.3 PROGRAMLAMA(YAZILIM)

Yazılım dili olarak Microsoft Visual Basic 6.0 programlama dili kullanılmıştır. Bu tip donanım yazılımları için en uygun diller C ve Assembly programlama dilleridir ancak kullanım kolaylığı nedeniyle Microsoft Visual Basic 6.0 dili tercih edilmiştir.

Program temel işlem olarak kullanıcı tarafından belirlenen süreyi geçirme ve bu sürenin sonunda LPT1 portuna 5 V'luk sinyal gönderir. LPT1 portuna bağlı step motorları kontrol ünitesi burdan aldığı sinyal ile motorlara 24 V'luk bir gerilim gönderir ve motorların hareketi sağlanmış olur. Motora her sinyal geldiğinde 1<sup>0</sup> dönmektedir. Bu hareket tamamlandığında program LPT1 portuna sinyal göndermeyi keser.

Motorun ne kadar sürede kaç derece döndürüleceği programın çalışması esnasında kullanıcıya sorulmakta, kullanıcının belirttiği değerler parametre olarak alınarak işlem gerçekleştirilmektedir.

Programın yazılımı dosyalar halinde adım adım ekler bölümünde verilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Bilindiği gibi güneş pilleri ve güneş kolektörleri, ülkemizin coğrafik olarak kuzey yarım kürede bulunması nedeniyle güneye bakacak şekilde ve yatayla bir eğim oluşturacak şekilde yerleştirilmektedir. Burada maksimum güneş enerjisini toplayabilmek için güneş pilini veya güneş kolektörünü en uygun açıyla yerleştirmek gerekmektedir. Oysa bu açı yer küresindeki bir boylam üzerinde her noktada değiştiği gibi mevsimlere göre de değişiklikler göstermektedir. Bunun nedeni dünyanın güneş etrafındaki ve kendi eksenini etrafındaki hareketidir. Bu nedenle güneş pilleri monte edilirken o noktadaki en verimli çalışabileceği açıların bilinmesi gerekmektedir

Bu çalışmada güneş pilleri gibi düz toplayıcıların Eskişehir için lokal olarak en yüksek oranda güneş ışınımını yakaladığı en uygun optimum eğim açısının hesabı üzerinde durulmuştur. Bu hesaplamalar mart, nisan, mayıs ve haziran ayları için yapılmıştır. Ancak ölçümlerin alınması esnasında yani bu dört aylık süreçte günlük iklim şartlarının sürekli değişmesi, havanın kararlı bir şekilde güneşli olmaması, parçalı bulutlu günlerin çok fazla olması gibi nedenlerle veriler ve buna bağlı grafikler kararsız bir yapı göstermiştir. Ancak gerekli hava şartlarının olduğu günlerde alınan ölçüm sonuçlarından bazıları örnek olarak sunulmuştur. Bu günler ve saatleri 28 Mart 2008, Saat:11:00, 23 Nisan 2008, Saat:11:00), 19 Mayıs 2008, Saat:11:00, 30 Mayıs 2008, Saat:11:00' dir. Hesaplamalar yapılırken tüm günlerin ortalaması alınmıştır. Dünyanın güneş etrafında ve kendi eksenini etrafında hareketinden dolayı güneş ışınlarının dünya yüzeyine geliş açısı sürekli değişmekte, bu nedenle optimum eğim açısının da değişmesi gerekmektedir. Bu nedenledir ki bu ölçümlerin bir yıl boyunca alınması ve aylara göre ortalama hesaplamalar yapılması daha sağlıklı olacaktır ancak bu ölçümlerin yapılmasını sağlayan deney düzeneğinin ve bu düzeneği kontrol edebilecek yazılımın uzun sürmesi nedenlerinden dolayı ölçümler dört ay gibi bir zaman dilimini kapsayabilmiştir.

Hazırlanan sistem sayesinde lokal olarak bir noktada veya bir bölgede optimum eğim açısının bulunabileceği gibi ülke genelinde de geniş kapsamlı bir çalışma yapılırsa konuyla ilgili olarak ülkemizin optimum eğim açısı haritası çıkarılabilir ve bunun sonucunda yerleşim yerlerindeki güneş pilleri bu verilere göre monte edilirse en iyi verimle çalışacaklardır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

Deriş, Neşe, 1979, Güneş enerjisi Sıcak Su ile Isıtma Teknik, İstanbul, 12-37s, 42-43s.

Norton, Thomas W., 1997, Solar Energy Experiments For High School and College Students, New York, 97-98s.

Yanık, Memik, 1997, Visual Basic ile Görsel Programlama Microsoft Visual Basic For Windows 95 Profesyonel Sürüm 4.0, İstanbul.

Walker, Jeart, Fundamental of Physics Holiday, Resnick, 2008, Hoboken,Nj in USA, 890-891s.

Ching-Hsi Lin, Song- Yeu Tsai, Shih Peng Hsu, Ming-Hsun Hsieh, August 2007, Solar Energy Materials and Solar Cells, Volume 92, Issue 8 , Page 986-991.

Edward E. Anderson, 1982, Fundamentals of Solar Energy Conversion, The University of Nebraska-Lincoln, June, Pages 307-309.

Hill Murray, Jersey New, 1981, Physics of Semiconductor Devices, Second Edition, John Wiley&Sons,Inc. , Pages 797-798.

Chu, Rong-Shian, Shiue, Sham-Tsong, 2008, Effects of Radio Frequency Powers on the Characteristics of a-C:N/p Si Photovoltaic Solar Cells Prepared By Plasme Enhanced Chemical Vapor Deposition Surface and Coatings Technology.

Tubitak, Kasım 2003, Bilim Teknik Dergisi, 42s.

Askar, H.K., Batty, W.J., Assessing The Performance Of The “Simple Model Of The Atmospheric Radiative Transfer Of Sunshine” (SMARTS2) In A First Tier Of Software Using Emperical Weather Data, 2005.

Cullity, B.D, X Işınları Difraksiyonu, Indiana, 1956, p2, 3.

Singh, Jasprit, Semiconductor Optoelectronics Physics And Technology, Newyork, 1995, p53-56.

Penner, S.S., Steps Toward the Hydrogen Economy, 2006.

Abdeen, Mustafa Omer, Power, People And Pollutions, Nottingham, 2006.

Rolfs, C., Nuclear Reactions In Stars Far Below The Coulomb Barrier, Bochum, 2007.

Nijegorodov, N., Adedoyin, J.A., Devan, K.R.S., A New Analytical- Empirical Model For The Instantaneous Diffuse Radiation And Experimental Investigation Of Its Validity, Botswana, 1996.

Doprica, V., Demetrescu, C., Boroneant, C., Maris, G., Solar And Geomagnetic Activity Effects On Climate At Regional And Global Scales , Romania, 2008.

Cucumo, M., De Rosa, A., Ferraro, V., Kaliakatsos, D., Marinelli, V., Correlations Of Direct Solar Luminous Efficacy For All Sky, Clear Sky And Intermediate Sky Conditions And Commarisons With Experimental Data Of Five Localities, Italy, 2008.

Olivetti, G., De Simone, M., Ruffolo, S., Evaluation Of The Absorption Coefficient For Solar Radiation In Sunspaces And Windowed Rooms, Italy, 2007.

Wu, Guofeng, Liu, Yaolin, Wang, Tiejun, Methods And Strategy For Modeling Daily Global Solar Radiation With Measured Meteorological Data, China, 2007.

Muneer, T., Younes, S., Munawwar, S., Discourses On Solar Radiation Modeling, UK, 2005.

Rensheng, Chen, Ersi, Kang, Jianping, Yang, Shihua, L., Wenzhi, Zhao, Yongjian, Ding, Estimation Of Horizontal Diffuse Solar Radiation With Measured Daily Data In China, China, 2003.

Al-Ayed, M.S., Al-Dhafiri, A.M., Mahfoodh, M.Bin, Global Direct And Diffuse Solar Irradiance In Riyadh, Saudi Arabia, 1998.

Sözen, Adnan, Menlik, Tayfun, Ünvar, Sinan, Deteremination Of Efficiency Of Flat-Plate Solar Collectors Using Neurel Network Approach, Ankara, 2007.

**EKLER****MİCROSOFT VISUAL BASIC' TE YAZILMIŞ PROGRAMIN KODLARI****3.3.1 Modula.bas dosyası****General Declarations**

Public Declare Function GetInputState Lib "user32" () As Long

Public Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" \_

(ByVal PortAddress As Integer) \_

As Integer

Public Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" \_

(ByVal PortAddress As Integer, \_

ByVal Value As Integer)

Dim BaseAddress As Integer

Dim d0 As Integer

Dim d1 As Integer

Dim d2 As Integer

Dim d3 As Integer

Dim d4 As Integer

Dim d5 As Integer

Dim d6 As Integer

Dim d7 As Integer

Dim d8 As Integer

Dim myTimer As Integer

Dim countit As Integer

Declare Function WritePrivateProfileString Lib "kernel32" Alias  
 "WritePrivateProfileStringA" (ByVal lpApplicationName As String, ByVal  
 lpKeyName As Any, ByVal lpString As Any, ByVal lpFileName As String) As  
 Long

Declare Function GetPrivateProfileString Lib "kernel32" Alias

"GetPrivateProfileStringA" (ByVal lpApplicationName As String, ByVal  
 lpKeyName As Any, ByVal lpDefault As String, ByVal lpReturnedString As String,  
 ByVal nSize As Long, ByVal lpFileName As String) As Long

Function mfncGetFromIni(strSectionHeader As String, strVariableName As String,

```

strFileName As String) As String
Dim strReturn As String
strReturn = String(255, Chr(0))
mfncGetFromIni = Left$(strReturn, GetPrivateProfileString(strSectionHeader,
ByVal strVariableName, "", strReturn, Len(strReturn), strFileName))
End Function

Function mfncParseString(strIn As String, intOffset As Integer, strDelimiter As
String) As String
If Len(strIn) = 0 Or intOffset = 0 Then
mfncParseString = ""
Exit Function
End If
Dim intStartPos As Integer
ReDim intDelimPos(10) As Integer
Dim intStrLen As Integer
Dim intNoOfDelims As Integer
Dim intCount As Integer
Dim strQuotationMarks As String
Dim intInsideQuotationMarks As Integer
strQuotationMarks = Chr(34) & Chr(147) & Chr(148)
intInsideQuotationMarks = False
For intCount = 1 To Len(strIn)
If InStr(strQuotationMarks, Mid$(strIn, intCount, 1)) <> 0 Then
intInsideQuotationMarks = (Not intInsideQuotationMarks)
End If
If (Not intInsideQuotationMarks) And (Mid$(strIn, intCount, 1) = strDelimiter)
Then
intNoOfDelims = intNoOfDelims + 1
If (intNoOfDelims Mod 10) = 0 Then
ReDim Preserve intDelimPos(intNoOfDelims + 10)
End If
intDelimPos(intNoOfDelims) = intCount

```



```

End If
Next intCount
If intOffset > (intNoOfDelims + 1) Then
mfncParseString = ""
Exit Function
End If
If intOffset = 1 Then
intStartPos = 1
End If
If intOffset = (intNoOfDelims + 1) Then
If Right$(strIn, 1) = strDelimiter Then
intStartPos = -1
intStrLen = -1
mfncParseString = ""
Exit Function
Else
intStrLen = Len(strIn) - intDelimPos(intOffset - 1)
End If
End If
If intStartPos = 0 Then
intStartPos = intDelimPos(intOffset - 1) + 1
End If
If intStrLen = 0 Then
intStrLen = intDelimPos(intOffset) - intStartPos
End If
mfncParseString = Mid$(strIn, intStartPos, intStrLen)
End Function

Function mfncWriteIni(strSectionHeader As String, strVariableName As String,
strValue As String, strFileName As String) As Integer
mfncWriteIni = WritePrivateProfileString(strSectionHeader, strVariableName,
strValue, strFileName)
End Function

```

```

Public Function Parse(sIn As String, sDel As String) As Variant
Dim i As Integer, x As Integer, s As Integer, t As Integer
i = 1: s = 1: t = 1: x = 1
ReDim tArr(1 To x) As Variant
If InStr(1, sIn, sDel) <> 0 Then
Do
ReDim Preserve tArr(1 To x) As Variant
tArr(i) = Mid(sIn, t, InStr(s, sIn, sDel) - t)
t = InStr(s, sIn, sDel) + Len(sDel)
s = t
If tArr(i) <> "" Then i = i + 1
x = x + 1
Loop Until InStr(s, sIn, sDel) = 0
ReDim Preserve tArr(1 To x) As Variant
tArr(i) = Mid(sIn, t, Len(sIn) - t + 1)
Else
tArr(1) = sIn
End If
Parse = tArr
End Function

```

### 3.3.2 Module1.bas dosyası

```

Public Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" _
Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer
Public Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" _
Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)

```

### 3.3.3 MDIform1.frm dosyası

```

Private Sub m_1_Click()
Unload Form2
Load Form1
Form1.Show

```

```
End Sub
Private Sub m_2_Click()
Unload Form1
Load Form2
Form2.Show
End Sub
Private Sub m_3_Click()
End
End Sub
```

#### **3.3.4 Form1.frm dosyası**

```
Private Sub Form_Load()
x = 0
y = 0
t = 1
Label1.Caption = 0
Label2.Caption = 0
Timer1.Enabled = False
End Sub
Private Sub Form_LostFocus()
Me.Label3.Caption = Str(t)
End Sub
Private Sub Label2_Change()
If Val(Label2.Caption) > x Then
sayi = Int((Val(Label2.Caption) - x) / 0.9)
say = 11
x = x + Val(Label4.Caption)
Else
sayi = Int((x - Val(Label2.Caption)) / 0.9)
say = 1
x = x - Val(Label4.Caption)
End If
Timer1.Enabled = True
```

```
End Sub
Private Sub Label1_Change()
If Val(Label1.Caption) > y Then
sayi = Int((Val(Label1.Caption) - y) / 0.9)
say = 4
y = y + Val(Label4.Caption)
Else
sayi = Int((y - Val(Label1.Caption)) / 0.9)
say = 12
y = y - Val(Label4.Caption)
End If
Timer1.Enabled = True
End Sub
Private Sub Text1_Change()
Out 888, Val(Text1)
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
Out 888, say
Out 888, 0
sayi = sayi - 1
Text1 = sayi
If sayi <= 0 Then
Timer1.Enabled = False
End If
End Sub
Private Sub VScroll1_Change()
Label4.Caption = VScroll1.Value * 0.9
End Sub
```

### **3.3.5 Form2.frm dosyası**

```
Dim indis, top_say, top_indis As Integer
Private Sub Command1_Click()
```

```
Unload Form2
Load MDIForm1
End Sub
Private Sub Command5_Click()
If Text1.Text <> "" Then
toplam = (Val(Text1) * 60) / 200
top_say = toplam
sn1.Enabled = True
End If
End Sub
Private Sub don(say As Integer)
scr.Value = scr.Value + 1
Out 888, say
Out 888, 0
End Sub
Private Sub donn(say As Integer)
Out 888, say
Out 888, 0
scr.Value = scr.Value - 1
End Sub
Private Sub Form_Load()
x = 0
y = 0
indis = 0, top_indis = 0
Timer2.Enabled = False
End Sub
Private Sub sn1_Timer()
top_indis = top_indis + 1
If top_indis >= top_say Then
indis = indis + 1
If indis < 76 Then
don (7)
```

```
ElseIf indis < 126 Then
don (4)
ElseIf indis < 201 Then
don (5)
Else
sn1.Enabled = False
Timer2.Enabled = True
End If
top_indis = 0
End If
End Sub
Private Sub Timer2_Timer()
donn (4)
indis = indis - 1
If indis = 1 Then
Timer2.Enabled = False
End If
End Sub
```

### **3.3.6 Form6.frm dosyası**

```
Dim rakam As Integer
Dim aci As Integer
Private Sub Command1_Click()
rakam = rakam + 1
Out 888, 1
Out 888, 0
For k = 1 To 8035714
Next k
Form6.Cls
Form6.Show
Form6.Text1.Text = Str(rakam)
Form6.Text2.Text = Str(90 - rakam)
```

```
End Sub
Private Sub Command2_Click()
For l = 1 To 180
Out 888, 6
Out 888, 0
For k = 1 To 9072900
Next k
Form6.Cls
Form6.Show
Form6.Text3.Text = Str(l)
Next l
End Sub
Private Sub Command3_Click()
For l = 1 To 90
rakam = rakam + 1
Out 888, 1
Out 888, 0
For k = 1 To 8065714
Next k
Form6.Cls
Form6.Show
Form6.Text1.Text = Str(rakam)
Form6.Text2.Text = Str(90 - rakam)
Next l
rakam = 0
End Sub
Private Sub Form_Load()
rakam = 0
aci = 0
End Sub (Yanık, 1997)
```