



**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**ELEKTRİK GÜÇ DİZGELERİ İÇEN FOTOVOLTAK DİZGE  
GELİŞTİRMESİ**

Doktora Tezi

**Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA**

Danışman  
**Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN**

SAMSUN  
2021

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**ELEKTRİK GÜÇ DİZGELERİ İÇİN FOTOVOLTAİK DİZGE  
GELİŞTİRİLMESİ**

Doktora Tezi

**Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA**

Danışman

**Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN**

SAMSUN  
2021

## TEZ KABUL VE ONAYI

Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA tarafından, Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN danışmanlığında hazırlanan “Elektrik Güç Dizgeleri İçin Fotovoltaik Dizge Geliştirilmesi ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 27.8.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Okan ÖZGÖNENEL Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Müh. Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye (Danışman)	Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Müh. Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. Onur Özdal MENGİ Giresun Üniversitesi, Müh. Fakültesi Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç. Dr. Ünal KURT Amasya Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret
Üye	Doç.Dr. Ali Ekber ÖZDEMİR Ordu Üniversitesi Deniz Bilimleri Fakültesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Bölümü		<input checked="" type="checkbox"/>
			Kabul
			<input type="checkbox"/>
			Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Dönem Projesi tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığımı taahhüt ve beyan ederim.

İmza

28/09/2021

Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA

## TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

**Tez Başlığı :** Elektrik Güç Dizgeleri İçin Fotovoltaik Dizge Geliştirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 08/06/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 3

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

İmza

28/09/2021

Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN

## ÖZET

### ELEKTRİK GÜÇ DİZGELERİ İÇİN FOTOVOLTAİK DİZGE GELİŞTİRİLMESİ

Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Doktora, Ağustos / 2021

Danışman: Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN

Teknolojinin ilerlemesi, elektrik enerjisine olan istemin de artmasına neden olmuştur. Zaten sınırlı ve sürdürülebilirliği kuşkulu olan fosil temelli enerji kaynaklarının kullanımındaki artış artan çevre kirliliği ve yaşamda olumsuz etkiler oluşturmuştur. Böylece insanlar, kullanılabilirliği ve kesintisiz olması nedeniyle başta güneş enerjisi olmak üzere temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir.

Bu çalışma, güneş enerjisinin verimliliğini artırma amacıyla varolan yöntemlere ek yeni bir yaklaşımın sınanmasıdır. Bu yaklaşım, en iyi eğitim açısını ve en iyi çıkış AA gücünü bulmak için PVsyst 6.8.5 programını Yapay Sinir Ağları (YSA) algoritmalarıyla birleştirerek kullanmaktadır.

Farklı 100 şehirde, PVsyst 6.8.5 programı ile 10-20 kW arasında değişen bir çıkış gücü temelinde fotovoltaik dizgeler tasarlanmıştır. Tasarım verileri yapay sinir ağları için öğrenme ve sınamaya işlemlerinde veri olarak kullanılmıştır. Çalışma, en verimli tasarım için iki senaryoya ayrılmıştır; en uygun eğitim açısı için en iyi kestirimi ve en uygun çıkış AA gücü iyi kestiriminin aranması.

Yapay Sinir Ağlarının hızlı ve yüksek bir doğruluğu olduğu bilinmektedir. İlk senaryoda ve ikinci senaryoda yanlıgı ölçütü olarak MSE ve RMSE ölçütlerine bakılmıştır. Gereksinimlere göre seçilen bir sinir ağı NN tasarımına dayanarak, ilk senaryoda başarımlı işlevi olarak SSE kullanılırken, ikincisinde MSE kullanılmıştır. Ve geçiş işlevi olarak TANSIG ve eğitim işlevi olarak TRAILIM kullanılarak oldukça iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Öğrenme işlevleri olarak da birinci senaryoda LEARNGD, ikinci senaryoda LEARNGDM uygun görülmüştür. Sonuçlar değerlendirilmiş ve gelişme önerileri yapılmıştır.

Ağustos 2021, 131 sayfa

**Anahtar Sözcükler:** Elektrik Güç Sistemi, Fotovoltaik Dizge, Yapay Sinir Ağları (YSA), PVsyst, Levenberg Marquardt (LM), Eğitim Açısı, Çıkış AA Gücü

## ABSTRACT

### PHOTOVOLTAIC SYSTEM DEVELOPMENT FOR ELECTRIC POWER SYSTEMS

Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Electrical and Electronics Engineering

PhD, August/2021

Supervisor: Prof. Dr. Güven ÖNBİLGİN

Advancement of technology caused an increase in demand for electric energy. The increase in the use of traditional –fossil based energy sources causes increase in environmental pollution and a negative effect impact on life and health. The world has increased efforts in clean and renewable energy sources, most important one being the solar energy with its availability and continuity.

This study, has aimed at a new approach to increase the efficiency of solar energy production. This method has been to combine the program PVsyst6.8.5 with ANN algorithms to find optimal of tilt angle and the optimal output AC power.

This thesis presented a design of the photovoltaic systems in hundred different by the PVsyst6.8.5 software, choosing an output power range between 10 to 20 kW. The design data have been used for training and testing purposes with ANN. The study was divided into two scenarios to obtain the most efficient design, the best prediction for the optimal tilt angle, and the best prediction for the optimal output energy.

It is admitted that ANN algorithms the neural networks are fast and have high accuracy. The error criteria for testing have been selected as MSE and RMSE for both scenarios. Based on these and the design of the ANN, which has been chosen according to requirements, SSE has used as the performance function in the first scenario, while MSE has been used in the second. TANSIG transfer function and, TRAILIM training function have shown to be highly effective for both scenarios, The appropriate learning functions have been LEARNGD for the first scenario and LEARNGDM for the second. The results have been assessed and proposals for further work have been made.

August 2021, 131 Page

**Keywords:** Electric Power System, Photovoltaic System, Artificial Neural Networks (ANNs), PVsyst, Levenberg Marquardt (LM), Tilt Angle, Output AC Power,

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimi yapmak için anavatanım Sudan'dan ikinci ülkem Türkiye'ye gelmeme sebep olan, hayatı farklı bir bakış açısıyla görmemi sağlayan, hayatımı olumlu yönde değiştiren, bilimsel ve akademik hayattaki fikirlerimi düzenleyen Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığına (YTB) teşekkür ederim.

Araştırmamı tamamlamamda bana çok yardımcı olan Hocam ve danışmanım Prof.Dr. Güven ÖNBİLGİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca, Tez savunma sınavı jüri üyelerine de en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Her zaman desteğim olan aileme, tüm arkadaşlarıma, sevdiklerime ve beni sözleri ile destekleyen herkese teşekkürlerimi sunuyorum.

Ve her şeyden önce başladığım işi bitirmeme yardım eden Yüce Allah'ıma şükür ediyorum.

İçten sevgim ve samimiyetimle.

Alkhansa OSMAN MOHAMMED ABDALLA

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Amaçlar .....	2
1.2 Tez Düzenlemesi .....	2
<b>2. FOTOVOLTAİK DİZGELER:KURAMSAL VE GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>4</b>
2.1 Güneş Işınımı .....	4
2.1.1. Eğimli Yüzey Işınımı Kestirimi .....	5
2.1.2. Yatay Yüzey Güneş Işınımı Kestirimi.....	6
2.2 PV Dizi Yapılandırması .....	8
2.3 Fotovoltaik dizge .....	9
2.4 Güneş Pili Çalışma İlkesi .....	10
2.4.1. Güneş Hücresinin Elektriksel Eşdeğer Devresi .....	10
2.4.2. Modül Üretimi .....	13
2.5 PV Dizgesinin Tasarımı .....	15
2.6 Dizgenin Tanımı .....	15
2.6.1. Koşut Dize Sayısı .....	15
2.6.2. Seri / Dizideki PV Modülleri .....	16
2.7 En İyi Dizge Başarımın Çözümlemesi .....	16
2.7.1. En İyi Referans Verimi ( $Y_r$ ).....	16
2.7.2. En İyi Sonuçverim ( $Y_f$ ) .....	17
2.7.3. En İyi Başarım Oranı ( $PR$ ) .....	17
2.7.4. En İyi Sığa Katsayısı ( $CF$ ).....	17
<b>3. YAPAY SİNİR AĞLARI ALGORİTMASI (YSA-ANN), KURUMSAL VE GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>18</b>
3.1 Yapay Sinir Ağları,genel Tanıtım .....	18
3.2 Yapay Sinir Ağının Yapısı .....	18
3.3 Etkinleştirme İşlevleri .....	20
3.4 Katmanlar .....	21

3.5	Yapay Sinir Ağları ile Öğrenme.....	22
<b>4.</b>	<b>YAZIN TARAMASI.....</b>	<b>24</b>
<b>5.</b>	<b>MATERYAL VE METODOLOJİ.....</b>	<b>36</b>
5.1	PVsyst6.8.5.....	36
5.1.1.	PVsyst6.8.5 Yazılım .....	36
5.1.2.	Ana Özellikler.....	37
5.1.3.	Koordinatlar .....	37
5.1.4.	Teknik Ayrıntılar .....	37
5.2	En Yüksek Güç Noktası İzleme Yöntemleri .....	37
5.3	Metodoloji .....	38
5.4	Yapay Sinir Ağı Yapısı .....	40
5.4.1.	Yapay Sinir Ağının Ögeleri .....	40
5.4.2.	Yapay Sinir Ağının Çalışması .....	41
5.4.3.	YSA Uygulama Yönergesi .....	41
5.5	YSA Uygulama Kestirimi .....	44
5.5.1.	Veri Toplama .....	45
5.5.2.	Verileri Ön İşleme (Normalleştirme).....	45
5.5.3.	Ağ Oluşturma.....	46
5.5.4.	Ağ Eğitimi .....	48
5.5.5.	Ağın Doğrulanması.....	50
5.5.6.	Ağı Sınama (Benzetim) .....	50
5.6	Yapay sinir ağında kullanılan işlevler .....	51
5.6.1.	Eğitim İşlevi.....	51
5.6.1.1	Trainlm (LM) .....	51
5.6.1.2	Traindgm .....	51
5.6.1.3	Traingdx .....	52
5.6.2.	Uyurlama Öğrenme İşlevi.....	52
5.6.2.1	Learngd .....	52
5.6.2.2	Learngdm .....	52
5.6.3.	Başarım İşlevleri .....	53
5.6.3.1	MSE .....	53
5.6.3.2	SSE .....	53
5.6.4.	Transfer Fonksiyonları.....	53
5.6.4.1	Tansig .....	53
5.6.4.2	Logsig.....	54

5.6.4.3 Purelin .....	54
<b>6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>55</b>
6.1 Sonuç .....	55
6.2 Sonuç Çözümlemesi .....	55
6.3 Değerlendirme .....	80
<b>7. ÖNERİLER.....</b>	<b>83</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>84</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>88</b>
EK 1. Güneş Paneli Veri Sayfası.....	88
EK 2. MATLAB Kodları.....	89
EK 3. PVsyst Yazılımının Uygulanmasındaki Aşamalar.....	95
EK 3.1. PVsyst Başlangıç Ekranı .....	95
EK 3.2. Bölge Tanımlaması.....	95
EK 3.3. Eğim Açısı ve Azimut Açısı (Yönlendirme).....	96
EK 3.4. PV Modülleri Teknolojisi.....	97
EK 3.5. PV Modülünün IV Özeğrisi .....	97
EK 3.6. PV Modülünün PV Özeğrisi .....	98
EK 3.7. Evirici Teknolojisi.....	99
EK 3.8. Normalleştirilmiş Üretimler (kurulu kWp başına) .....	100
EK 3.9. Balans ve Ana Sonuç.....	100
EK 3.10. Tüm Yıla ait Kayıp Diyagramı.....	101
EK 4. YSA Eğitim Noktaları.....	102
EK 5. Sınama Sonuçları .....	123
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>128</b>

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler:

$G_B$	Eğimli yüzeyde ışınım
$G_0$	Referans ışınımı( $1kW/m^2$ )
$G_{Bn}$	Yayıma yönüne göre yüzeydeki ışınım
$G_{Bt}$	Yatay yüzeyde ışınım
$R_T$	Işınlama
$S_{PVC}$	Modülün yüzey alanı
$T_m$	°C cinsinden modül sıcaklığı
$Y_f$	Sonuç Verim
$Y_r$	Referans Verim
$\theta_Z$	Zenith açısı
$X_i$	Gerçek girdi veya çıktı değeri
$X'$	Normalleştirilmiş değer
$w$	Bağlantı ağırlık vektörü
$f$	Etkinleştirme işlevi
$p$	Giriş vektörü
$Y_r$	Referans Verimi
$G_{inc}$	Güneş yalıtımı( $kWh/m^2$ )
$R_h$	Saatlik küresel güneş ışınımı
$b$	Sapma
$m$	Güneş ışığı miktarı
$G_{nom}$	Anma güneş ışınımı 1000 ( $W/m^2$ )
$I_0$	Diyot sızıntı akımı, (Amp)
$q$	Elektronun elektrik yükü ( $1.6 \times 10^{-19}$ Coulomb)
$I_{ph}$	Fotovoltaik akımı, (Amp)
$\alpha$	Güneş açısının yükseltisi
$G$	Güneş ışınımı ( $W/m^2$ )
$\beta_p$	Hücre malzemesinin ısı verim katsayısı( $\%/^{\circ}C$ )
$I_{rs}$	Hücre ters doygunluk akımı
$K_i$	Kısa devre akım sıcaklık katsayısı
$K$	Modül ısı katsayısı
$T_A$	Ortam sıcaklığı
$R_s$	PV hücre seri direnci, ( $\Omega$ )
$R_{sh}$	PV hücre şönt direnci, ( $\Omega$ )
$I_{ph}(T_r)$	Referans ışınım ve sıcaklıkta hücre foto akımı
$T_R$	Referans sıcaklığı(25)

$\eta_R$	Referans sıcaklıktaki modül verimliliği(25)
$d$	Satırdan satıra adım
$T_{STC}$	Sınama koşullarında Standart Sıcaklık (25°C)
$E_{g0}$	Yarı iletkenin bant boşluğu enerjisi =1.1 eV
$X_{min}$	En düşük giriş veya çıkış değeri
$X_{max}$	En yüksek giriş veya çıkış değeri
$\eta_P$ :	verimlilik
$A$	Güneş pilinin özeğrisi uyum katsayısı
$I$	Hücre akımı, (Amp)
$J$	Gün Sayısı
$K$	Boltzmann değışmezi ( $1.3805 \times 10^{-23} \text{ J / K}$ )
$T$	Hücre sıcaklığı (Kelvin)
$V$	Çıkış gerilimi, (V)
$V(t)$	Modül gerilimi
$l$	Dizi Uzunluğu
$\alpha$	Yükseklik Açısı
$\beta$	Eğim Açısı
$\gamma$	Yüzey Azimut Açısı
$\delta$	Güneş Sapma Açısı
$\varphi$	Coğrafi Enlem
$\omega$	Saat açısı

#### Kısaltmalar:

BD	Balans Dizgesi
BM	Bulanık mantık
BO	Başarım Oranı
BS	Bölge Standart Meridyenin Yerel Saati
CF	Sığa Katsayısı
CKA	Çok Katmanlı Algılayıcı
DNI	Doğrudan Normal Işınım
ET	Zaman Denklemi
FBM	Bulanık Mantık
GA	Genetik Algoritmalar
GHI	Küresel Yatay Işınım
GYS	Güneş Yerel Saati
KOKY	Kök Ortalama Kare Yanılgısı
KYI	Küresel Yatay Işınım
LM	Levenberg Marquardt
MLP	Çok katmanlı algı yönetmeni
MPP	En yüksek güç noktası
MSE	Kare yanılgıların ortalaması

OKY	Ortalama Kare Yanılgı
OMSY	Ortalama Mutlak Sapma Yüzdesi
PR	Başarım Oranı
SK	Sığa Katsayısı
SSE	Toplam kare hatası.
SSK	Standart Sınama Koşulu
TrainDGM	Momentum geri yayılımlı gradyan iniş
TrainGDX	Gradyan inişinin momentumla geri yayılması
TrainLM	Levenberg-Marquardt (LM) backpropagation
YB	Yer Boylamı (derece)
YGN	En yüksek Güç Noktası
YSA	Yapay Sinir Ağı
YZ	Yapay Zeka
YZ	Yapay Zeka
ZD	Zaman Denklemi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Güneş ışınlama türleri .....	4
Şekil 2.2. Eğimli ve yatay yüzeylerde radyasyon .....	5
Şekil 2.3. PV modül sıralarının aralığı.....	9
Şekil 2.4. Hücre, modül ve dizi.....	10
Şekil 2.5. Fotovoltaik sistem.....	10
Şekil 2.6. Tek diyotlu güneş pilinin eşdeğer devresi ve V-I özeğrisi .....	11
Şekil 2.7. Güneş paneli eşdeğer devresi.....	12
Şekil 3.1. İnsan beynindeki sinir hücresinin yapısı.....	19
Şekil 3.2. Yapay nöronun yapısı .....	19
Şekil 3.3. Tek nöronun temel modeli .....	20
Şekil 3.4. YSA'da kullanılan popüler aktivasyon fonksiyonları .....	21
Şekil 3.5. Tek katmanlı algılayıcı .....	21
Şekil 3.6. Çok katmanlı bir algılayıcının mimarisi .....	22
Şekil 3.7. Denetimli öğrenme blok şeması .....	23
Şekil 3.8. Denetimsiz öğrenme blok şeması .....	23
Şekil 5.1. Tek bir PV paneli için akım-gerilim özeğrisi .....	38
Şekil 5.2. Geri bildirim ağı için öbek çizimi.....	47
Şekil 5.3. Kurulan yapay sinir ağının yapısı (İlk Senaryo).....	47
Şekil 5.4. Kurulan yapay sinir ağının yapısı (ikinci Senaryo) .....	48
Şekil 5.5. Matlab'da eğitim ağı modeli .....	48
Şekil 5.6. Sinir ağının eğitimi .....	49
Şekil 5.7. Regresyon grafiği başarımlerinin çözümlenmesi.....	49
Şekil 5.8. YSA bloğunun eğitim sonucu.....	50
Şekil 6.1. Çeşitli geçiş işlevleri için eğitim açısının sonuçları (All R) .....	58
Şekil 6.2. Training R için çeşitli geçiş işlevleri için eğitim açısının sonuçları .....	60
Şekil 6.3. R doğrulaması için çeşitli geçiş işlevleri için eğitim açısı sonuçları .....	62
Şekil 6.4. Çeşitli geçiş işlevleri sınaması R için eğitim açısının sonuçları .....	64
Şekil 6.5. İkinci senaryo, çeşitli geçiş işlevleri (All R) için sonuçlar .....	69
Şekil 6.6. İkinci senaryo için çeşitli geçiş işlevleri sonuçları .....	71
Şekil 6.7. İkinci senaryo için çeşitli aktarım işlevlerinin sonuçları .....	73
Şekil 6.8. İkinci senaryo için çeşitli geçiş işlevlerinin sonuçları .....	75
Şekil 6.9. Eğitim açılarının normalleştirilmiş değerleri .....	76
Şekil 6.10. Eğitim açılarının normalleştirilmemiş değerleri .....	76
Şekil 6.11. Çıkış AC gücünün normalleştirilmiş değerleri .....	78
Şekil 6.12. Eğitim açılarının normalleştirilmemiş değerleri .....	78

## TABLULAR DİZİNİ

Tablo 5.1. Eğim açısı ağının giriş ve çıkış değerlerinin sayısı.....	41
Tablo 5.2. Kullanılan en yüksek ve en düşük değişkenler eğim açısı modelinde .....	42
Tablo 5.3. Çıkış gücü ağının giriş ve çıkış değerlerinin sayısı .....	43
Tablo 5.4. Kullanılan en yüksek ve en düşük değişkenler çıkış gücü modelinde.....	43
Tablo 6.1. Çeşitli geçiş işlevleri için eğim açısının sonuçları (All R) .....	57
Tablo 6.2. Çeşitli geçiş işlevleri için eğim açısının sonuçları (Traning R).....	59
Tablo 6.3. Çeşitli transfer fonksiyonları için eğim açısının sonuçları .....	61
Tablo 6.4. Çeşitli transfer fonksiyonları için eğim açısının sonuçları (Test R).....	62
Tablo 6.5. Optimum eğim açısı için seçilen işlevler.....	64
Tablo 6.6. Eğim açısının R regresyon değerleri.....	64
Tablo 6.7. İlk senaryo için test sonucu (Eğim Açısı).....	65
Tablo 6.8. (İkinci senaryo) için çeşitli transfer fonksiyonları (All R) için sonuçlar..	68
Tablo 6.9. (İkinci senaryo) için çeşitli transfer fonksiyonları (Traning R) sonuçları	69
Tablo 6.10. (İkinci senaryo) için çeşitli transfer fonksiyonları sonuçları .....	71
Tablo 6.11. (İkinci senaryo) için çeşitli transfer fonksiyonları (Test R) sonuçları ....	73
Tablo 6.12. En iyi çıkış gücü için seçilen işlevler.....	75
Tablo 6.13. PV çıkış gücünün R regresyon değerleri .....	75
Tablo 6.14. İkinci senaryonun sınaama sonucu .....	77
Tablo 6.15. Yanılgı değerlerini kestirim etme .....	79
Tablo 6.16. Eğim açılarının en iyi yüklem sonuçları.....	80
Tablo 6.17. Çıkış AA gücünün en iyi yüklem sonuçları.....	81

# 1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimi ile dünyanın endüstriyel yönden gelişmesi ve elektrik enerjisinde talebin artmasına ve dolayısıyla da geleneksel fosil temelli enerji kaynaklarının kirliliğe neden olduğu anlamına gelmektedir. Bu kirlilik çevreyi ve dolayısıyla insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ayrıca geleneksel fosil temelli enerji kaynaklarının kısıtlı ve sürdürülebilirliğinin olanaksız olması da eklenince, son yıllarda, dünya temiz ve yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretmeye yönelmiştir ve bu kaynaklardan en önemlisi güneş enerjisidir. Dünya üzerine yaklaşık  $1357 \text{ W/m}^2$  düşen güneş ışınımı değeri olması, dünyada kalıcı olarak bulunabilirliği ve kesintiye uğramaması bunu destekler durumdadır. Güneş enerjisi elektrik gücü üretim görevlerini yerine getirmek için kullanılan ana enerji kaynaklarından biri olmuştur.

Güneş enerjisi dizgelerini kurduktan sonra üreticilerin ve araştırmacıların karşılaştığı en yüksek sorunlardan biri verimliliklerini artırmak ve tüketicilerin yük gereksinimlerini karşılamaktır. Bu tezde, verimliliği artırmaya yönelik güneş enerji şebekesini uygun yere doğru şekilde yerleştirmek için iki farklı bilgisayar yazılımını bir arada kullanarak en verimli değerlerin saptanması amaçlanmıştır. En yüksek verimlilik düzeyini ve en yüksek çıktı güç değerlerini elde etmek için iki yazılım üzerinde çalışılmış olup bunlardan birincisi PVsyst6.8.5 yazılımı ikincisi ise Yapay Sinir Ağı (YSA) algoritmasının MATLAB ortamında geliştirilen yazılım olmuştur.

PVsyst6.8.5, güneş enerjisi alanında mühendisler tarafından kullanılabilirliği ile tanınan bir tasarım ve benzetim programıdır. Program, verileri programda bulunmayan değerleri de dışardan ekleme imkanı sağlamaktadır. Dünyanın yüzeyindeki birçok bölgenin meteorolojik veri tabanına sahiptir. Ancak istenen sonuçların alınabilmesi için bazı girdiler tanımlanmalıdır.

Farklı iklim ortamlarına sahip olmamız için dünyanın dört bir yanından seçilen 100 şehirde farklı çıkış güçlerine sahip güneş enerjisi projelerinin tasarımı PVsyst6.8.5 programında uygulandıktan sonra sonuçlar alınmış ve (YSA)yapay sinir ağları algoritmaları için MATLAB ortamında geliştirilmiş yazılımda kullanılmıştır.

Çalışma tüm şehirler üzerinde birleştirilmiş ve çalışma şu iki senaryoya ayrılmıştır:

- Birinci senaryo: en iyi eğim açısı kestirimi (Çalışma 50 şehiri kapsamaktadır)
- İkinci senaryo: AA çıkış gücü (KWp) kestirimi, (Çalışma 100 şehri kapsamaktadır)

## 1.1. Amaçlar

1. Yapay sinir ağı algoritmalarının (YSA) ve PVsyst6.8.5 programının yeteneklerini kullanarak, bunları birbirleriyle birleştirerek fotovoltaik güneş enerjisi projelerinin verimliliğini artırmak.

2. PV projelerinin verimliliğini artırmak için en iyi eğim açısını (Eğim Açısı) ve en verimli AA çıkış gücünü elde etmeye yardımcı olan bir yöntem ve program kodunu oluşturmak.

3. Fotovoltaik güneş enerjisi projelerinin tasarlanması ve mümkün olan en yüksek çıktı AA gücünün elde edilmesi.

4. PVsyst5.8.6 programının etkinliği ve verimliliği ve yapay sinir ağı algoritmaları, birleştirildiğinde ve güneş enerjisi projelerinin tasarımında yeni bir ara yüz ile giriş-çıkış ara yüz modeli oluşturmak.

5. En iyi Eğim açısını ve en iyi AA çıkış gücünü bulmak için yapay sinir ağı algoritmaları kullanarak bir tasarım oluşturmanın yanı sıra verilmiş değerler ile sınıranan değerler arasındaki sonuç yanılığını ölçmek ve diğer sonuçlarla karşılaştırmak.

## 1.2. Tez Düzenlemesi

Tez, şu anki bölüm (birinci bölüm) dahil olmak üzere aşağıdaki gibi altı bölüme ayrılmıştır:

1. Birinci bölüm, şebeke PV dizgesi, YSA logaritması ve üzerinde çalışılan dizgeye ilişkin bir giriş ve çalışmanın amaçlarıyla genel görünümünü içermektedir. Ayrıca, bu çalışmanın amaçlarına uygun olarak çalışma düzenlemesini gösterir.

2. "Fotovoltaik Dizge, Güneş Işınımı ve Dizge Başarımı: kuramsal bilgiler" adını taşıyan ikinci bölümde, güneş ışınımı, güneş pili, PV dizge tasarımı, başarımlar ve çevresel etkinin temel bilgileri sunulmaktadır. Ayrıca çalışmaya ilişkin dizgenin tanımlanması da bu bölümde yer almaktadır.

3. "Yapay Sinir Ağları (YSA) Kuramsal ve Genel Bilgiler" başlıklı üçüncü bölümde YSA'nın başlangıçta bilinmesini sağlayan ve ilerideki bölümlerde metodolojide yapılacakları daha açıkça belirtmeye yarayabilecek bilgiler verilmektedir.

4. Dördüncü bölümde fotovoltaik dizgelerde değişik amaçlar ve hedeflerle yapılmış çalışmaları içeren bir yazın taraması yer almaktadır. Bu tarama ışığında tez

alışmasının niteliğinin ve onlara göre konumunun belirlenmesi istenmektedir.

5. Beşinci bölümde tezde önerilen materyal ve metodolojinin adım adım uygulanması açıklanmaktadır. PVSyst6.8.5 yazılımının ve gerekli işlemlerin uygulanması için atılan adımların ayrıntılı bir açıklaması, iki senaryo için kullanılan metodolojinin tanıtılması ve PVSyst 6.8.5'in içerdiği bilgilerin yapay sinir ağlarının (YSA) algoritmalarıyla ilgili olarak kullanılması ve iki materyalin birleştirilme biçiminin gösterilmesi bu bölümün içeriğini oluşturur. Tezde tanımlanan iki senaryo için ağ yapısının tanıtımı da bu bölümde yer alır.

6. Altıncı bölüm, önceki bölümde tanımlanan materyal ve yöntemlerin kullanılmasıyla elde edilen sonuçların dökümü, değerlendirilmesi ve tartışılmasını içerir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara dayalı olarak varılan sonuçları da bu bölümde yer alır.

7. Yedinci bölümde gelecekte bu alanda çalışma yapacaklar için öneriler yer almaktadır.

## 2. FOTOVOLTAİK DİZGELER KURAMSAL VE GENEL BİLGİLER

### 2.1. Güneş Işınımı

Belirlenen bir alanda meydana gelen güneş enerjisi miktarı, güneş enerjisinin önemli öğelerindendir. Güneş ışınımı, coğrafi konumdaki güneş kaynağını tahmin etmek için en uygun standarttır ve şu şekilde tanımlanabilir. Belirlenen zamanda alan birimine uygulanan güneş enerjisi miktarıdır ( $KWh/m^2/gün$  veya  $KWh/m^2/yıl$ ). Güneş ışınımı, soğurulmuş ışınım, doğrudan ışınım(ışın), yansımış ışınımı ve Şekil 2.1'de gösterildiği gibi dağılmış ışınımlardan oluşur (ALFarra., 2018).



Şekil 2.1. Güneş ışınım türleri (ALFarra., 2018)

Dünyanın her yerinde güneş ışınımı vardır. Dünyaya yansıyan güneş ışığının en yüksek ışınım değeri (güç yoğunluğu)  $1000 \text{ W/m}^2$  'dir. Ancak bulunduğu yere göre değişir.

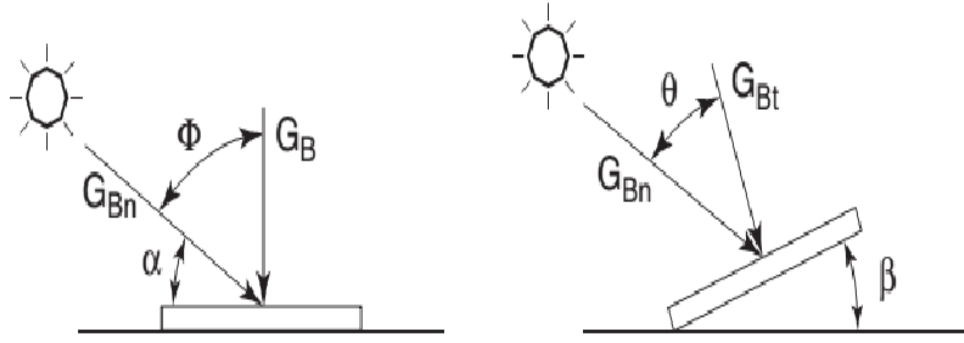
Yatay bir düzlemde ölçülen yıllık yüzey yalıtımı, kuzey İskandinavya ve bazı kuru çöl bölgelerinde sırasıyla yaklaşık  $800 \text{ Wh/m}^2$ , yılda  $2500 \text{ Wh/m}^2$  iken yılda 3 katına kadar dünya yüzeyinde değişmektedir. Haziran-Aralık ayları arasındaki ortalama aylık güneşlenme değişimleri, güney ve kuzey bölgelerinde 10 katına kadar değişebilir. Böylece güneş enerjisi dizgelerinin yıllık üretim modeli tanımlanabilir. Ayrıca güneş ışınımı verileri GHI (Küresel Yatay Işınım) ve DNI (Doğrudan Normal Işınım) ile de gösterilebilir.

Güneş ışınımının ortalama güç yoğunluğu  $100 - 300 \text{ w/m}^2$  iken, elektrik enerjisine net dönüşüm verimliliği genellikle % 10 ila % 15'tir.

### 2.1.1. Eğimli Yüzey Işınımı Kestirimi

Güneş enerjisi dizgesinin tasarım ve başarımlarını değerlendirmelerini tasarlamak için, eğimli bir yüzey üzerindeki güneş ışınımını hesaplamak çok önemlidir. Bu ışınım, çoğunlukla yatay bir yüzey üzerindeki güneş ışınımından gelen ölçümlerden veya kestirimlerden hesaplanır.

Şekil 2.2 eğimli ve yatay yüzeylerde ışınım ışını oran açısını göstermektedir (Al-Jumaily et al., 2012).



Şekil 2.2. Eğimli ve yatay yüzeylerde ışınım (Abood., 2015)

Eğik yüzeydeki ışınım yatay bir yüzeydekine oranı, geometrik katsayı olarak adlandırılır,  $R_b$  ile simgelenir ve şu şekilde hesaplanır:

$$R_b = \frac{G_{Bt}}{G_B} = \frac{G_{Bn} \cos \theta}{G_{Bn} \cos \theta_\phi} = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_\phi} \quad (2.1)$$

$G_{Bt}$ : Yatay yüzeyde ışınım.

$G_B$ : Eğimli yüzeyde ışınım.

$G_{Bn}$ : Yayılma yönüne göre yüzeydeki ışınım.

$\phi = \theta_Z$ : Zenith açısı, Bu açı:

$$\theta_Z = (\cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta) \quad (2.2)$$

$$\cos \theta = \sin \beta \sin \delta \sin \phi - \sin \beta \cos \gamma \sin \delta \cos \phi + \cos \delta \cos \beta \cos \phi \cos \omega + \cos \delta \sin \phi \cos \gamma \sin \omega \cos \beta + \cos \delta \sin \beta \sin \gamma \sin \omega \quad (2.3)$$

$\beta$ : Eğim açısı

Bir yüzeyin düzlemi ile ufuk arasındaki açı, aşağıdakilerden elde edilir:

$$\beta_{\text{optimal}} = \phi - \delta \quad (2.4)$$

$\gamma$ : Azimut açısı, kurulan fotovoltaik modüllerin konumuna göre güney veya kuzeyden güneş açısal sapmasıdır.

### 2.1.2. Yatay Yüzey Güneş Işınımı Kestirimi

Güneşli gökyüzünde, yansıma bileşenini görmezden gelen yatay bir yüzeyde saatlik küresel güneş ışınımı,  $R_h$  ile gösterilir ve birimi  $W/m^2$  dir.(Abbood et al., 2018)

$$R_h = R_a 0.7^{m^{0.678}} \quad (2.5)$$

Burada,

$m$ : Güneş ışığı miktarı başka bir deyişle hava kütlesi, Atmosferin içerisindeki güneş yolunun uzunluğuna göre dağılımıdır (Messenger and Abtahi, 2010), (Al-Jumaily et al., 2012).

$$m = [1229 + (614 \sin \alpha)^2]^{0.5} - 614 \sin \alpha \quad (2.6)$$

$R_a$ : Yatay bir yüzeydeki atmosfer dışı ışınım ise

$$R_a = R_{sc} \left[ 1 + 0.033 \cos \frac{2\pi J}{365} \right] \sin \alpha \quad (2.7)$$

Burada:

$R_{sc}$ : Güneş değişmezi = **1.367**  $kJ/m^2.s$ .

Atmosferin dışındaki dünya ile güneş arasındaki mesafenin ortasındaki ışınımın yayılma hızı yönüne dikey bir yüzeyde alınan güneşten gelen enerjidir.

$J$ : Gün sayısı (1 Ocak – 31 Aralık arası).

$\alpha$ : Güneş açısının yükseltisi,

(Abood, 2015)'den elde edilen, yatay ile güneş arasındaki çizgi arasındaki açı,

$$\sin \alpha = (\cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta) \quad (2.8)$$

$\phi$ : Coğrafi enlem

$\delta$ : Güneş sapma açısı, bu çizgiden güneşin merkezinden dünyanın merkezine ve ekvatorun arasındaki açıdır, aşağıdaki gibi derece cinsinden elde edilir:

$$\delta = 23.5 \sin \left[ \frac{360}{365} (J + 284) \right] \quad (2.9)$$

$\omega$ : saat açısı, dünyanın ekseninde saatte 15 derece dönmesi nedeniyle yerel meridyenin doğusu, batısı veya doğusunun açısal yer değiştirmesi derece cinsinden şöyle hesaplanabilir:

$$\omega = 15 (12 + ST) \quad (2.10)$$

Burada:

**ST**: Güneşin gökyüzündeki görsel açısal hareketine dayanarak zamanı temsil eden Güneş yerel Saati, aşağıdakilerden hesaplanır: (Abbood et al., 2018)

$$ST = LT + \frac{ET}{60} + \frac{4}{60} (L_S - L_L) \quad (2.11)$$

Burada:

**LS**: Standart meridyen bölgesinin yerel saati.

**LL**: Boylam konumu (*derece*).

**ET**: Zaman Denklemi, (*dakika*) buna göre:

$$ET = 9.87 \sin 2B - 7.53 \cos B - 1.5 \sin B \quad (2.12)$$

Burada:

$$B = \frac{360}{365} (J - 81) \quad (2.13)$$

## 2.2. PV Dizi Yapılandırması

Dar aralıklı dizilerde ve sıralar arası gölgelemede dağınık ışınımın azaltılması nedeniyle, büyük PV dizgeleri düzenli ve öngörülen enerjiyi kaybeder. Satır aralığı şuna göre hesaplanıyor:

Diziler arası gölgeleme azaltılır, tesisin alanı makul sınırlar içinde bırakılır, kablo geçişleri ve omik kayıpları azaltılır. Gün boyu diziler arası gölgeleme sıfıra asla düşmez. Şekil 2.3. PV tesislerinin tasarımında göz önüne alınan açılarını göstermektedir. PV modül sıraları arasındaki boşluğu ayarlarken,  $\gamma$ : ilişkidir hesaplanan güneş açısı:

$$\cos \gamma = \frac{\sin \alpha \sin \phi - \sin \delta}{\cos \alpha \cos \phi} \quad (2.14)$$

Burada:

$\alpha$ : Güneş yükselme açısı, bağıntı (2.8),

$\delta$ : Güneş sapma açısı, bağıntı (2.9),

$\omega$ : Sat açısı , bağıntı (2.10)

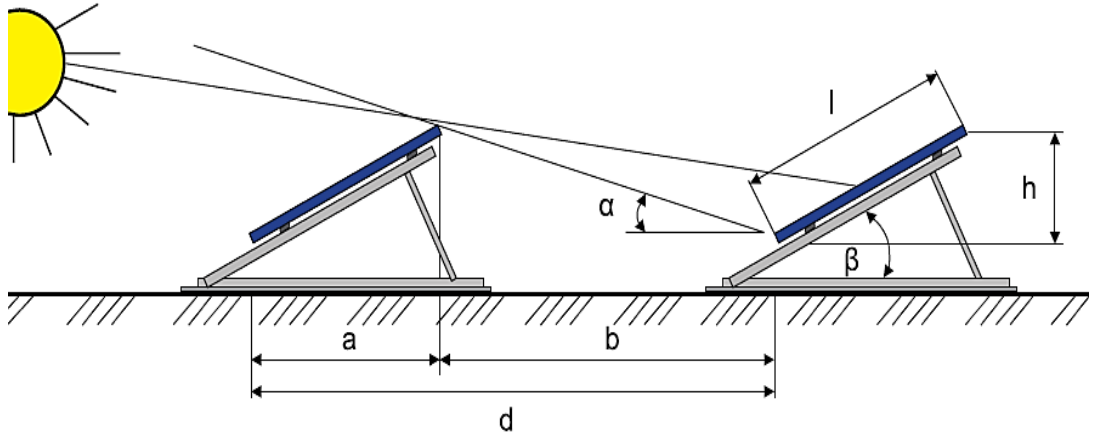
Zemin kapsama oranı (GCR) aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır (Doubleday et al., 2016).

$$GRC = \frac{l}{d} \quad (2.15)$$

Burada:

$l$ : Dizinin uzunluğu;

$d$ : Satırdan satıra adım.



Şekil 2.3. PV modül sıralarının aralığı. (Shertukde., 2014)

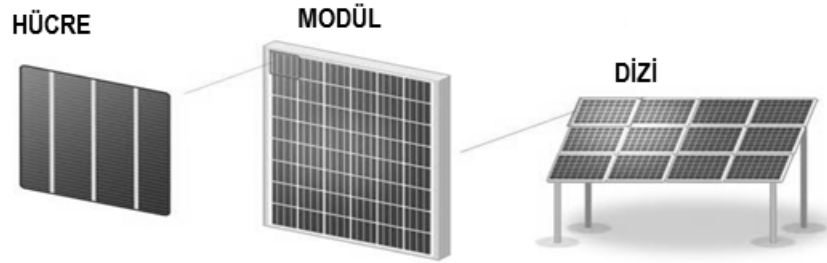
### 2.3. Fotovoltaik Dizge

PV teknolojisi, güneş enerjisini karbondioksit salınımı olmadan elektrik enerjisine dönüştürmek için en doğrudan yöntemi sunar. Güneş enerjisi ilk kez 1839 yılında gözlenen fotovoltaik etkileri, üzerine kurulmuştur. Güneş pili ilk olarak Daryl Chapin, Calvin Fuller ve Gerald Pearson tarafından 1950 yılında uydu iletişim dizgeleri ve uzay araçlarına %4 verimlilikle elektrik enerjisi sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

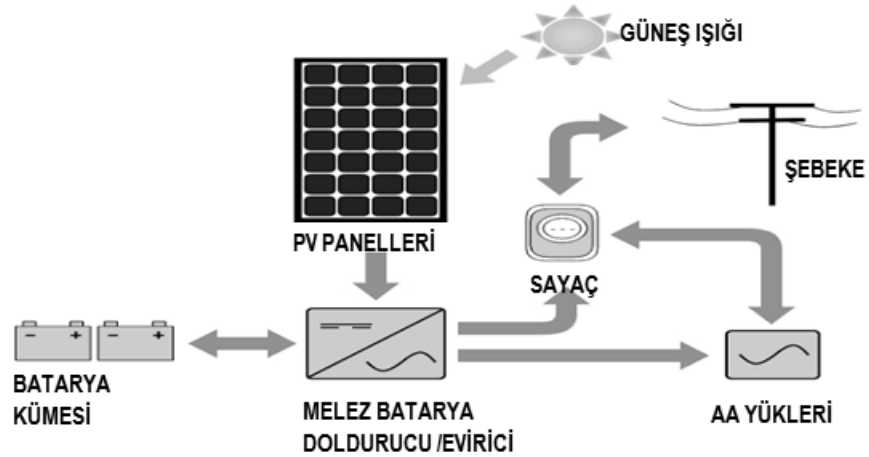
Güneş enerjisi sürdürülebilir ve yenilenebilir bir enerjidir, gürültüsüzdür ve kirlilik içermez. Güneş enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre yapılan en önemli yatırım olmuştur.

Gücü artırmak için, güneş pilleri, PV modülü olarak da adlandırılan bir güneş panelini biçimlendirmek için birbirine bağlanır. Güneş panelleri, Şekil 2.4 'de gösterildiği gibi, büyük ölçekli güneş enerjisi üretimi için bir güneş dizisine bağlanmıştır.

Tam bir güneş enerjisi (PV) dizgesi, elektrik depolamak için piller ve eviriciler Şekil 2.5 'de gösterildiği gibi şarj denetimcisi içerir.



Şekil 2.4. Hücre, modül ve dizi



Şekil 2.5. Fotovoltaik dizge

#### 2.4. Güneş Pili Çalışma İlkesi

Güneş pili fotovoltaik bir modülün temel birimidir ve güneş ışınlarını ya da fotonları doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmekten sorumlu olan ögedir. Güneş pili,

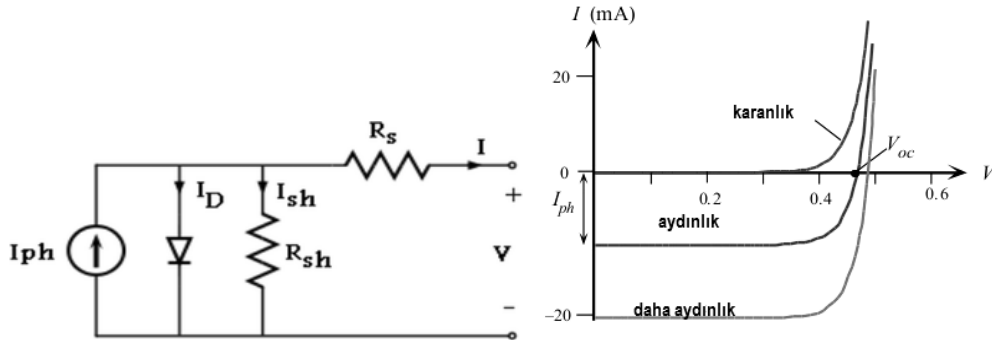
p-n diyottaki gibi ince bir yarı iletken tabakasında oluşturulan p-n birleşiminden oluşur.

Çalışma prensibi p-n diyottakilerle aynıdır ve yüzey sıcaklığına ve güneş ışınlarına bağlıdır. Elektriksel davranışı tanımlamak için, bir PV hücresi akım kaynağı olarak modellenebilir, herhangi bir akım üretmek için ışık olmadığında, PV hücresi bir diyot gibi davranır. Gelen ışığın yoğunluğu arttıkça, akım PV hücresi tarafından üretilir.

#### 2.4.1. Güneş Hücresinin Elektriksel Eşdeğer Devresi

Güneş hücresinin elektriksel eşdeğer devresini çift veya tek diyotlu model ile gerçekleştirebilir. Tek diyot eşdeğeri model, yeterli güvenilirliğe ve basitliğe sahiptir. Tek diyot eşdeğer devresindeki seri ve paralel dirençler ile birlikte Şekil 2.6. 'da gösterilmiştir.

Tek diyotlu bir eşdeğer devre için çıkış gerilimi (V) ile çıkış akımı (I) (v-i özeğrileri arasındaki ilişki şu şekilde elde edilebilir:



Şekil 2.6. Tek diyotlu güneş pilinin elektriksel eşdeğer devresi ve v-i özeğrisi (Mahela and Shaik., 2017).

$$I = I_{ph} - I_D - I_{R_{sh}} \quad (2.16)$$

$$I = I_{ph} - I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q(V + IR_s)}{AKT} \right] - 1 \right\} - \left( \frac{V + IR_s}{R_{sh}} \right) \quad (2.17)$$

I: Hücre akımı, (Amp).

$I_{ph}$ : Fotovoltaik akımı, (Amp).

$I_0$ : Diyot sızıntı akımı, (Amp).

q: Elektronun elektrik yükü ( $1.6 \times 10^{-19}$  Coulomb).

$V$ : Çıkış gerilimi, (V).

$K$ : Boltzmann değışmezi ( $1.3805 \times 10^{-23}$  J / K).

$T$ : Hücre sıcaklığı (Kelvin).

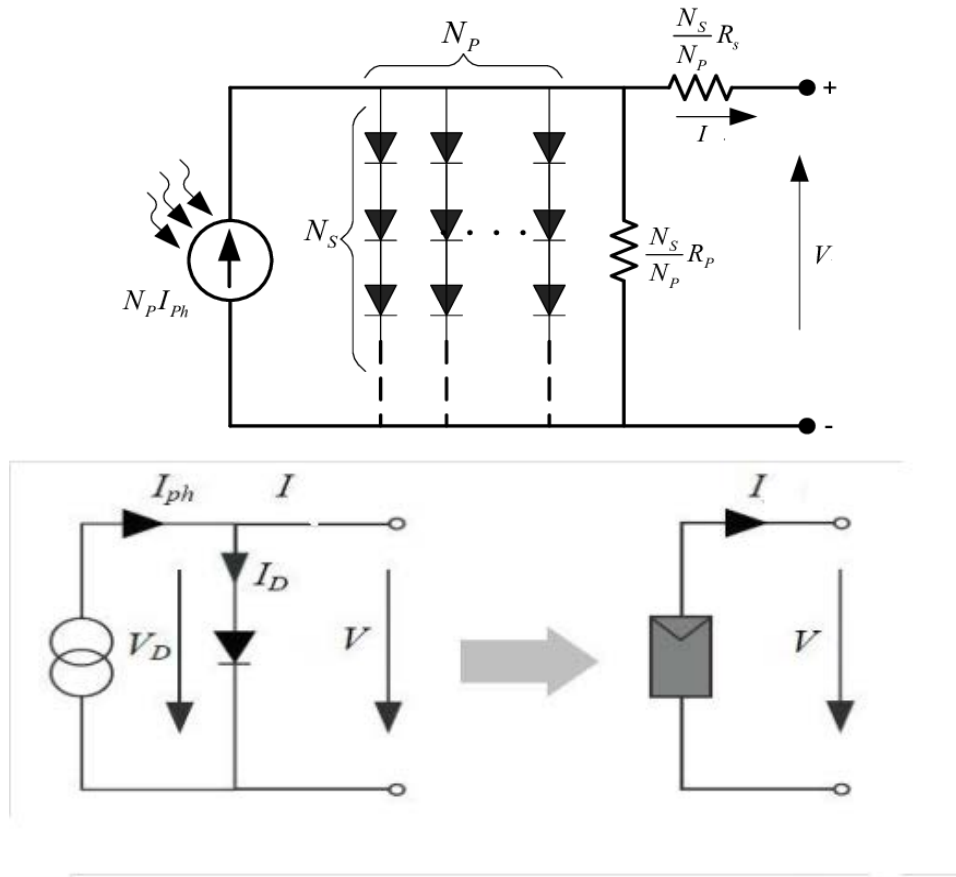
$R_{sh}$ : PV hücre şönt direnci, ( $\Omega$ ).

$R_s$ : PV hücre seri direnci, ( $\Omega$ ).

$A$ : Güneş pilinin özeğrisi uyum katsayısı.

Tek bir PV hücresi için, çıkış gücü küçüktür. Uygulamada , PV hücreleri PV modülleri olarak adlandırılan daha büyük birimlerde kümelenir ve bu modüller paralel ya da seri olarak , PV üretim dizgelerinde elektrik üretmek için kullanılan PV dizilerini oluşturmak için bağlanır.

Şekil 2.7. PV dizisi için eşdeğer devreyi göstermektedir.



Şekil 2.7. PV dizisi eşdeğer devresi. (John et al., 2017)

I-V özeğrilerinin eğiminin neredeyse sıfıra indiği kısa devre koşullarında  $R_{sh}$  değerinin sonsuz olduğu varsayılırsa, güneş pili için bağıntı aşağıdaki gibi olur: (Mahela and Shaik, 2017)

$$I = I_{ph} - I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q(V + IR_s)}{AKT} \right] - 1 \right\} \quad (2.18)$$

$N_s$  seri bağlantı sayısı ve  $N_p$  koştut bağlantı sayısı olan bir PV dizisi için dizinin akımı aşağıdaki gibidir (John et al., 2017)

$$I = N_p I_{ph} - N_p I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q \left( V + \frac{N_s}{N_p} IR_s \right)}{N_s AKT} \right] - 1 \right\} \quad (2.19)$$

$I_0$  diyot sızıntı akımının hücre sıcaklığıyla değişimi aşağıdaki gibidir:

$$I_0 = I_{rs} \left[ \frac{T}{T_r} \right]^3 \exp \left[ \frac{qE_{g0}}{nK} \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right) \right] \quad (2.20)$$

$I_{rs}$ : hücre ters doygunluk akımı  $T_r$ .

$T_r$ : Referans sıcaklık = 298,15 K.

$E_{g0}$ : Yarı iletkenin bant boşluğu enerjisi = 1.1 eV.

Foton akımı  $I_{ph}$  aşağıdaki gibi hücre sıcaklığı ve güneş ışınımına bağlıdır:

$$I_{ph} = I_{ph(T_r)} + K_i (T - T_r) \frac{G}{G_{nom}} \quad (2.21)$$

Burada:

$I_{ph(T_r)}$ : Referans ışınım ve sıcaklıkta hücre foto akımı.

$K_i$ : Kısa devre akım sıcaklık katsayısı

$G$ : Güneş ışınımı ( $W/m^2$ ).

$G_{nom}$ : Anma güneş ışınımı 1000 ( $W/m^2$ ).

Çıkış gücü şöyle verilir: (Mahela and Shaik., 2017)

$$P = IV = V \left[ N_p I_{ph} - N_p I_0 \left\{ \exp \left[ \frac{q \left( V + \frac{N_s}{N_p} IR_s \right)}{N_s AKT} \right] - 1 \right\} \right] \quad (2.22)$$

Bu açıkça, gerilim ve akım değerlerinin güneş ışınım miktarına bağlı olması demektir. Değişmez modül sıcaklığında, güneş ışığının artmasıyla birlikte, kısa devre akımındaki ve PV modülünün en yüksek çıkış gücündeki artış, açık devre gerilimindeki artıştan çok daha büyüktür. Bunun nedeni, açık devre geriliminin ( $V_{oc}$ ) logaritmik olarak güneş ışınlarına bağlı olmasıdır, ancak kısa devre akımı ( $I_{sc}$ ) aydınlatma, denklemin doğrusal bir işlevidir. (John et al., 2017)

#### 2.4.2. Modül Üretimi

PV güç serisi dönüşümü Şekil (3.5) 'de olduğu gibi gerçekleştirilmektedir. DA çıkış gücü  $P_{PV}$ , aşağıdaki denklem ile verilir:

$$P_{PV} = \eta_p \times R_T \times S_{PVG} \quad (2.23)$$

Burada:

$\eta_p$ : verimlilik;

$R_T$ : ışınlama

$S_{PVG}$ : Modülün yüzey alanı

PV üreteç verimliliği, çoğunlukla hücre malzemesine ve PV Modülünün çalışma sıcaklığına bağlıdır. . (Mahela and Shaik., 2017)

PV üreteç verimliliği ( $\eta_p$ ) bağıntısı aşağıda verilmiştir:

$$\eta_p = \eta_R \times [1 - \beta_p (T_M - T_R)] \quad (2.24)$$

Burada:

$\eta_R$ : Referans sıcaklıktaki modül verimliliği(25);

$T_R$ : Referans sıcaklığı(25);

$\beta_p$ : Hücre malzemesinin ısı verim katsayısı( $\%/^{\circ}C$ )

$T_M$  : (PV) Modül çalışma sıcaklığı;

$$T_M = T_A + K \times R_T \quad (2.25)$$

Burada:

$T_A$ : Ortam sıcaklığı;

$K$ : Modül ısı katsayısı ( $^{\circ}C \cdot m^2 / w$ ), her zaman 0,02'ye eşittir.

PV güç dönüşümünün kayıp çeşitleri aşağıdakilerden oluşur:

- Evirici kayıpları.
- Kablo kayıpları.

- Tozlanma kayıpları.

## 2.5. PV Dizgesinin Tasarımı

En fazla enerjiyi üretmek için seçilen tasarımın tüm unsurları ve parametreleri iyileştirmek için çalışmalıdır. (Mondoc and Pop, 2010)

Bu parametreler aşağıdaki noktalarda özetlenmiştir:

- PV teknolojisinin özellikleri,
- Hava durumu verileri (boylam ve enlem, nem, yağmur, güneş dizileri... ..),
- Dizi uyumsuzluğu,
- Evirici verimliliği,
- Eğim ve azimut açıları,
- Kirlenmenin öngörülmesi,
- Beklenen gölgeleme katsayısı,
- Mevsimsel kar ve toz örtüsü,
- İç kayıplar.

## 2.6. Dizgenin Tanımı

(PVsyst) programı kullanılarak tasarlanan dizge, , üretime dayalı olarak ızgara üzerinde tasarlanmış ancak seçilen değerler (**10KW<sub>p</sub>**), alan  $51.9 \text{ m}^2$  (açık alan  $47.1 \text{ m}^2$ ), (GESolar) inverter 150-450 volt,  $2 \text{ KW}_{\text{ac}}$ , evirici sayısı (4), Mono kristal 410 V (Güneş Enerjisi), 24 PV modüllü bir PV modül tipi olarak seçilir (paralel olarak 8 dizi, 3 modül serisi), aşağıda gösterilecek olan matematiksel denklemlere göre seri / paralel olarak monte edilirler.

### 2.6.1. Koşut Dize Sayısı

Kullanılan güç miktarını bilmek (bu tezde (**10KW<sub>p</sub>**)kullanılan), toplam dizgelerin toplam sayısını paralel olarak belirler. (Hammad et al 2015)

Ayrıca koşut olarak toplam dize sayısını bulmak için aşağıdaki denklemi kullanabilirsiniz:

$$\text{koşut olarak toplam dize sayısı} = \frac{(\mathbf{P_{output KW}}) / \mu_{\max}}{[(\mathbf{NO.modules/string} \times (\mathbf{P_{max}})_{\text{module}})]} \quad (2.26)$$

## 2.6.2. Seri / Dizedeki PV Modülleri

Mevcut konumdaki en düşük gündüz sıcaklıklarında tasarım yapılabilir, maksimum ve minimum site sıcaklıklarında farklı çalışma voltajları bağıntı kullanılarak hesaplanabilir. (Abbood et al., 2018)

$$V(T) = V_{(25^\circ)} \times (1 + \alpha_V (T_M - T_{STC})) \quad (2.27)$$

$V(t)$ : Modül gerilimi;

$T_m$ : °C cinsinden modül sıcaklığı;

$\alpha_V$ :  $V_{OC}$ 'nin sıcaklık katsayısı;

$T_{STC}$ : Sınama koşullarında Standart Sıcaklık (25°C)

(2.25) bağıntısını kullanarak, dize başına en yüksek modül sayısını hesaplayabilirsiniz:

$$\text{Max modul/dize} = \frac{(V_{MAX})_{inverter}}{(V_{OC})_{(T_{m,max})}} \quad (2.28)$$

Aşağıdaki denklemi kullanarak en düşük sayı modülü / dizgisini bulabiliriz.

$$\text{Min modul/dize} = \frac{(V_{mpp})_{inv_{min}}}{(V_{mpp})_{(T_{m,min})}} \quad (2.29)$$

## 2.7. En İyi Dizge Başarımının Çözümlemesi

Solar PV dizgesinin en iyi başarımı, iklim koşullarına, dizge tasarımına ve kullanılan donanıma bağlıdır. (Abbood et al., 2018) PV dizgesinin başarımını değerlendirmek için ana parametreler aşağıdaki gibi sınırlandırılabilir. (Kumar and Nagarajan., 2016), (Milosavljević et al., 2015).

### 2.7.1. En İyi Referans Verimi ( $Y_r$ )

Referans verimi  $Y_r$ ,  $kWh/m^2$  olarak en yüksek güneş ışıdır.

İdeal koşullar altında elde edilebilir en uygun enerjiyi temsil eder; aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır,

$$Y_r = \frac{G_{inc}}{G_0} \quad (2.30)$$

$G_{inc}$ : Güneş yalıtımı ( $kWh/m^2$ )

$G_0$ : Referans ışıdır ( $1kW/m^2$ ).

### 2.7.2.En İyi Sonuç Verimi

Dizgenin günlük, aylık veya yıllık net AA(AC) enerji çıktısının, kurulu PV dizgesinin Standart Sınama Koşullarında (STC) üretilen çıktı gücüne bölünmesi, birim olarak  $(hd)^{-1}$  (saat / gün) kullanan ve aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanan en iyi bir sonuç verim olarak tanımlanır:

$$Y_f = \frac{E_{AC\ out}}{P_{max.STC}} \quad (2.31)$$

### 2.7.3. En İyi Başarım Oranı (PR)

En iyi başarım oranı, sonuç verimin ( $Y_f$ ) referans verime ( $Y_r$ ) bölünmesi sonucu bulunur:

$$PR = \frac{Y_f}{Y_r} \quad (2.32)$$

### 2.7.4. En İyi Sığa Katsayısı (CF)

Bir yıl boyunca (yılda 24 saat), Güneş Enerjisi Santrali PV sığası şöylece bulunabilir (Abbood et al., 2018; Kumar and Nagarajan., 2016).

$$CF = \frac{Y_f}{8760(h)} = \frac{E_{AC\ out}}{P_{max.STC} \times 8760} = \frac{E_{inc} \times PR}{P_{max.STC} \times 8760} \quad (2.33)$$

### **3. YAPAY SINİR AĞLARI(YSA-ANN): KURAMSAL VE GENEL BİLGİLER**

#### **3.1. Yapay Sinir Ağları, Genel Tanıtım**

Yapay Sinir Ağları (YSA), Genetik Algoritmalar (GA) ve Bulanık mantık (BM) da içerebilen "Yapay Zeka" (YZ) adlı alanın bir bölümü olarak kabul edilir. YSA ana modeli, öğrenme ve genelleme yeteneğine sahip olan insan beynine dayanmaktadır. İnsan sinir hücrelerini ayırt eden akıllı özellikleri kazanmak, bu hücrelere bu benzetimin temel amacıdır. İnsan sinir hücrelerinin ayırt ettiği akıllı özellikleri elde etmek, bu hücrelerin benzetiminin temel amacıdır.

"Yapay" terimi, öğrenme sürecini yaparken yüksek bir matematiksel veritabanı ile başa çıkma yeteneğine sahip bilgisayar programlarındaki sinir ağlarının uygulanması anlamına gelir.

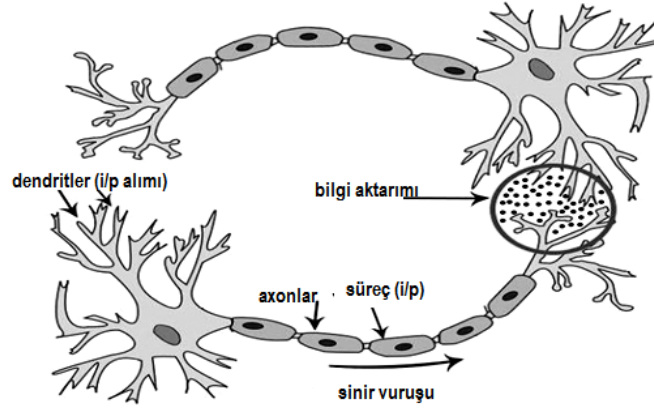
YSA tekniği, son birkaç yılda dikkat çeken bir tanınırlık kazandı. Böylece birçok karmaşık problemi çözmeye yarayan dünyada en güçlü teknik yöntemlerden biri haline geldi.

YSA ile geleneksel programlama arasında bir karşılaştırma yaparsak, YSA tekniğinin algoritmik çözüm içermeyen problemleri çözme becerisine sahip olduğunu ve bu nedenle operatörlerin ve araştırmacıların çözmesi gereken örüntü tanıma gibi sorunları çözmek için uygun bulunduğunu görürüz. Bu nedenle, YSA finans, tıp (klinik tanı, 'özel' görüntü çözümlenmesi), fizik, iletişim ve mühendislik gibi farklı uygulama alanlarında başarıyla uygulanmaktadır. Ayrıca, YSA sınıflandırma, tahmin, tanımlama ve kontrol ile ilgili birçok problemi çözmek için kullanılmıştır. Bu, performanslarını ilerletmek ve içsel davranışlarını, kusurlu bilgi veya rastgele verilerle başa çıkma yeteneklerine ek olarak ortamdaki değişikliklere göre ayarlamak için deneyimlerinden öğrenme yeteneklerinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır ve özellikle bir sorunun çözümüne yol açan kuralları veya adımları tanımlayabilecek durumlarda çok etkili olabilir, mümkün değildir. (Giaouris)

#### **3.2. Yapay Sinir Ağının Yapısı**

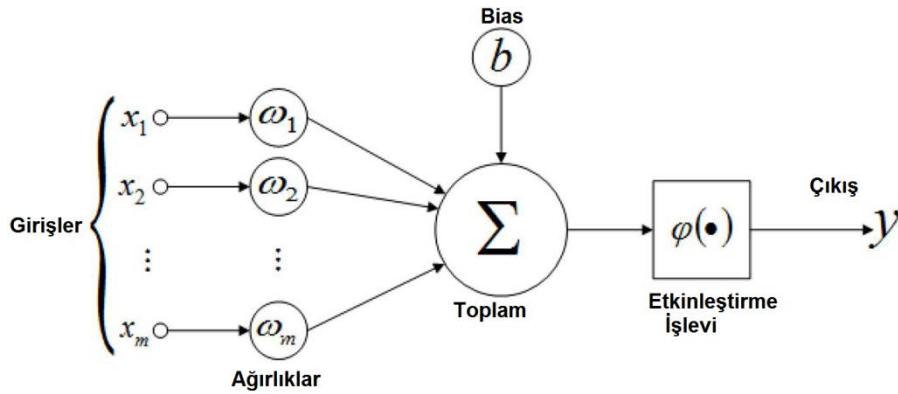
Yapay sinir ağları (YSA), insan beyninin bilgi işleme tekniğinden esinlenerek geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisidir. Şekil 3.1. de bu anahatlarıyla gösterilmektedir. Bu, silikon ve telleri etkin nöronlar ve dendritler olarak kullanıyordu. Nöronlar, insan beyninin bir parçasıdır. Axonlar tarafından diğer binlerce hücreye bağlı 86 milyar sinir hücresi içeren, dendritler tarafından kabul edilen girdiler olarak

tanımlanan birkaç duyu organı vardır, Sonuç olarak hücrelere gelen uyarımlarla uyumlu olarak hücreler arasındaki mevcut sinaptik ilişkilerin değişimi veya hücreler arasında yeni sinaptik ilişkilerin kurulması “öğrenme” sürecine karşılık gelir.

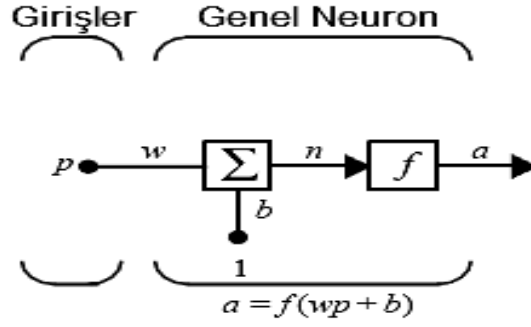


Şekil 3.1. İnsan beyninde bir sinir hücresinin yapısı

YSA dizgesinde çok işlemcili bilgi işlem dizgesinin birden fazla grubu vardır. Beyindeki biyolojik nöronlara çok benzeyen, çok basit ve en üst düzeyde birbirine bağlı işlemcilerden oluşan nöronlar Şekil 3.2. deki gibidir. Tek bir nöronun temel modeli Şekil 3.3.'tedir,  $\mathbf{p}$  bir giriş vektörü,  $\mathbf{w}$  bir bağlantı ağırlık vektörü,  $\mathbf{b}$  sapma,  $f$  bir etkinleştirme işlevi ve bir çıktı. (Haykin., 1998)



Şekil 3.2. Yapay nöronun yapısı



**Şekil 3. 3.** Tek nöronun temel modeli

Çıkış ( $a$ ), genellikle net giriş olarak adlandırılır, aktarım işlevine veya etkinleştirme işlevine gider:

$$a=f(W_p+b) \quad (3.1)$$

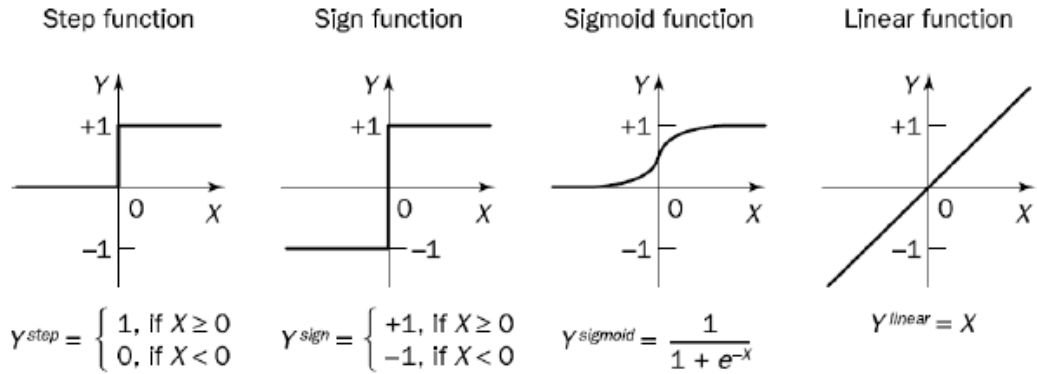
$$a=f(W_p+b)= f(W_{1,1}p_1+W_{1,2}p_2+\dots+W_{1,R}p_R+b) \quad (3.2)$$

Bu modeli insan nöronu ile karşılaştırdığımızda, ( $w$ ) bir sinaps kuvvetine karşılık gelir,hücre gövdesi toplama ve geçiş işlevi ile temsil edilir ve nöron çıkışı akson üzerindeki sinyali temsil eder.

### 3.3. Etkinleştirme İşlevleri:

Etkinleştirme işlevini veya (geçiş işlevini) uygulamazsak, çıkış sinyalinin yalnız bir doğrusal işlevini elde ederiz. Ancak geçiş işlevi sadece birinci dereceden bir çok terimlidir. Doğrusal denklemin çözülmesi kolaydır, ancak karmaşıklıkları sınırlıdır ve verilerden karmaşık işlevsel eşlemeleri öğrenme yetenekleri düşüktür. Geçiş işlevi olmadan, bir Sinir Ağı, sınırlı yeteneği olan ve çoğunlukla iyi başarıyı göstermeyen doğrusal bir regresyon modeli gibi olur. Karmaşık, yüksek boyutlu, doğrusal olmayan büyük veri kümelerini anlamlandırmak için ‘derin öğrenme’ gibi Yapay Sinir Ağı(YSA) teknikleri kullanılır. Çünkü Yapay Sinir Ağımızın sadece doğrusal bir işlevi öğrenip hesaplamasını değil, bundan daha karmaşık bir şey olmasını istiyoruz. Modelin arada çok sayıda gizli katman olması ,çok karmaşık bir mimariye sahip olması gerektiği ,bu tür karmaşık büyük veri kümelerini anlamlandırmamıza ve bilgi formu çıkarmamıza yardımcı olan çok karmaşık bir mimariye sahip olması gerekir. Sinir ağları ANN'lerinde yaygın olarak kullanılan üç ana aktarım işlevi (etkinleştirme işlevi) vardır,  $f$  etkinleştirme işlevi, sabit sınır işlevi gibi bir dizi etkinleştirme işlevinden elde edilebilir, etkinleştirme işlevi  $f$ , sert limit işlevi, parçalı doğrusal işlev,

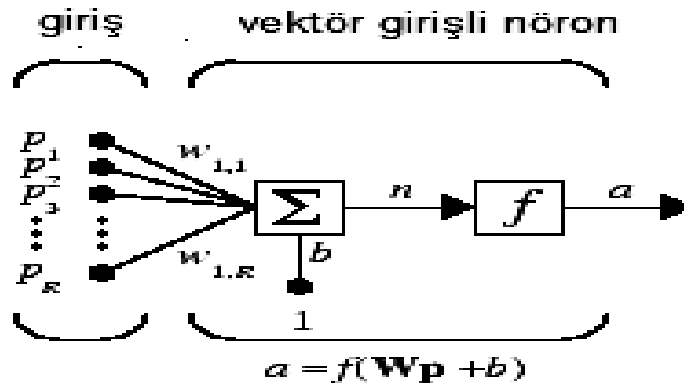
sigmoid işlev gibi bir dizi etkinleştirme işlevinden elde edilebilir.Şekil 3.4. yaygın etkinleştirme işlevlerini göstermektedir.(Hagan et all., 1997)



Şekil 3.4. ANN'de kullanılan yaygın etkinleştirme işlevleri

### 3.4. Katmanlar

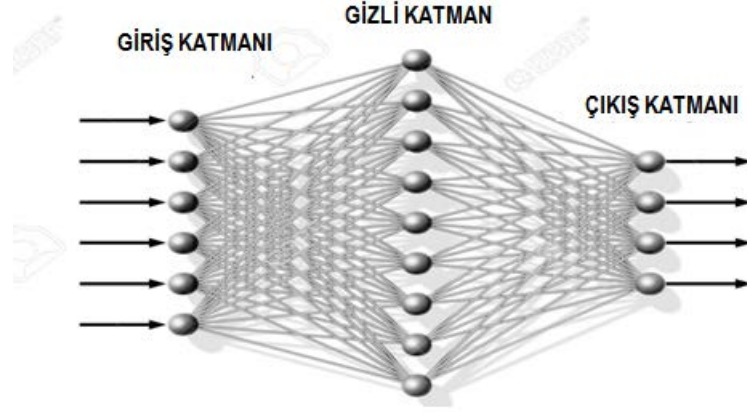
Tek katmanlı algılayıcı ağı eski bir sinir ağı türüdür, tek katmanlı algılayıcı ağı tek bir çıkış düğümü katmanından oluşur ve girişler bir dizi ağırlık ile doğrudan çıkışlara beslenir. Bu nedenle, en yalın ileri besleme ağı türü, tek katmanlı algılayıcı ağı olarak varsayılır. Algılayıcı, YSA'nın ilk modellerinden biridir. Tek katmanlı algılayıcı Şekil 3.5.'te gösterilmiştir. Algılayıcıda uygulanan nöronların, yalın bir özet giriş işlevi ve bir değişmez eşik etkinleştirme (geçiş) işlevi ya da doğrusal işlevi vardır. Çıkışlar ikili iken giriş değerleri genellikle gerçek sayılardır. (ALFarra., 2018)



Şekil 3.5. Tek Katmanlı Algılayıcı

Çok katmanlı algılayıcı, ikinci yaygın ileri besleme modelinin sunulduğu Şekil 3.6.'da açıklanmıştır. Ayrıca, giriş veri kümelerini bir çıktı kümesine eşleyen ileriye doğru sinir ağı modelini besler. İki veya daha fazla katmanı vardır, ve katmanlar

tamamen eklemlidir. Ve sonra, her katmandaki her nöron, komşu ön katmandaki diğer her nörona bağlanır. Bir nöron, çıktısını Rosenblatt'ın algılayıcı modeline benzer bir düzende belirler (ALFarra., 2018).



**Şekil 3.6.** Çok katmanlı bir algılayıcının mimarisi

İleri beslemeli ağların her zaman bir veya daha fazla gizli sigmoid nöron katmanı vardır ve bunlar doğrusal nöronların bir çıkış katmanı ile bağlantılıdır. Giriş ve çıkış vektörleri arasındaki doğrusal olmayan ilişkiler, doğrusal olmayan aktarım işlevi olan birden fazla nöron katmanının ağa izin verdiğinde öğrenilebilir. Doğrusal çıktı katmanı, ağın -1 ila +1 aralığının dışında değerler üretmesine izin verir (Demuth et al., 1992)

### 3.5. Yapay Sinir Ağları İle Öğrenme

Yapay Sinir ağına dayalı iki tür makine öğrenimi vardır:

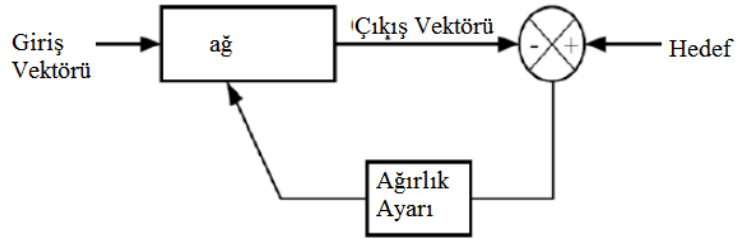
- Denetimli öğrenme.
- Denetimsiz öğrenme.

Denetimli öğrenme, YSA eğitmek için birçok örneğin (Eğitim Seti) sunulduğu yönergeyle öğrenme gibidir. Girişler ve çıkışlar arasında işlevsel bir eşleme elde etmek için, eğitim seti, deneysel ölçüm veya insan kararları gibi başka bir yöntemle önceden belirlenmiş olan dizgenin girdi özelliklerini ve çıktı verilerini alır. Sinir ağı modeli eğitim sürecinde incelenir, başarımları ve (yanılgı) ile izlenir.

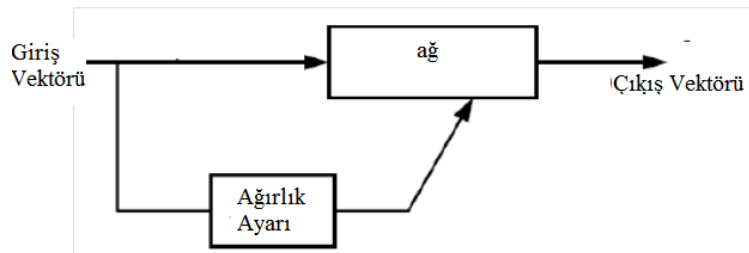
Bu işlev, gerçek çıktı ile sinir ağının kestirimi yapılan çıktısını karşılaştırır, Yapay Sinir Ağları (YSA), yanılgının değeri gerekli değere düşürülene kadar yineleyerek eğitimi sürdürür. Bu nedenle, eğitim bittikten sonra, Yapay Sinir Ağı'nın (YSA) kalitesini ve sorumluluğunu tanımlamak için yeni veriler (aynı durumdan

veriler) kullanarak YSA sınımanmalıdır. Girdilerin niteliğine ve girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkiye (çıktılar bilinmiyor), denetimsiz öğrenme yönteminde ağ geliştirilir. Bu tür bilgiler genellikle belirli çıktı türlerini verir. Genellikle yalnızca iki veya daha fazla aşamalı bir eğitim sürecindeki başlangıç aşaması, denetimli öğrenmeyi içeren daha sonraki aşamaları denetimsiz süreçlerdir ilk eğitim aşaması, temel işlevlerin boyutlarını ve konumlarını belirlemek için denetimsiz bir yöntem kullanır. Şekil 3.7. tanımlanan denetimli öğrenme tekniğinin öbek çizimini ve Şekil 3.8., denetimsiz dizgenin öbek çizimini vermektedir. (Demuth et all., 1992), (Hagan et all., 1997).

Geri yayılım, ileri yayılım ve Levenberg Marquardt vb. Bu, Yapay Sinir Ağını (YSA) eğitmek için kullanılan birçok farklı algoritmanın yalın bir örneğidir. Çok katmanlı besleme ileri ağını eğitmek için, Levenberg Marquardt algoritması genellikle sağlamlığı nedeniyle önerilir (bu araştırmada kullanılmıştır). Hızlı yakınsama sağlamak ve kullanıcının parametreleri başlatması gerekmez, bu tekrar ve deney ve deneyim ile elde edildi. (Resende., 2007).



Şekil 3. 7. Denetimli öğrenme öbek diyagramı



Şekil 3. 8. Denetimsiz öğrenme öbek diyagramı

#### 4. YAZIN TARAMASI

Yenilenebilir enerjinin keşfedilmesinden bu yana elektrik enerjisinin üretilmesinde güneş enerjisi dizgeleri kullanılmakta, en verimli biçimde güneş enerjisinden elektrik üretimi için farklı tasarımlar ile uğraşmıştır. En iyi eğitim açısı ile en iyi AA çıkış enerjisinin elde edilmesi de öngörülmüştür. Bu nedenle Yapay Sinir Ağları ile eğitim açısının bulunması da yaygın bir yöntem olmuştur.

Bu bölümde PVsyst 6.8.5'i kullanan ve yapay sinir ağlarını kullanarak en iyi eğitim açısını ve en verimli sonuçlara ulaşmaya yönelik bazı çalışmalar özetlenmektedir.

1998'de Al-Alawi ve Al-Hinai, Umman Sultanlığı'ndaki günlük yatay ışınımın aylık ortalama değerlerini yedi ortalama giriş verisi değerinden kestirim etmek için bir YSA kullandılar. Bunlar, basınç, sıcaklık, su buharı basıncı, bağıl nem, güneş ışığı süresi , ay ve site olmuştur (Al-Alawi and Al-Hinai., 1998).

1998'de Mohandes ve arkadaşları, Suudi Arabistan'daki 41 istasyonun ışınım ve güneş ışığı süresi verilerini kullandı (eğitim için 31 istasyon ve sınaama için 10 istasyon). YSA dört giriş nöronundan (enlem, boylam, rakım ve güneş parlaklığı fraksiyonu), bir gizli tabaka ve bir çıkış nöronlarından oluşuyordu. Ortalama bağıl mutlak yanılğı, istasyona bağılı olarak % 6,5 ile % 19,1 arasında değişmiştir. Bu makale, küresel güneş radyasyonunun uzaysal varyasyonunu modellemek için sinir ağları tekniğini tanıttı (Mohandes et al., 1998).

2002 yılında, Dorvlo ve meslektaşları Umman'da bulunan 8 istasyona uygulanan günlük temizlik endeksinin aylık ortalama değerini kestirmek için bir Radyal Taban İşlevi (RBF) ve bir MLP kullandı. Giriş verileri şunlardır: ay, enlem, boylam, yükseklik ve güneş ışığı bölümü. İki model iyi başarımlar göstermiştir, ancak daha az bellek kaynağı ve daha düşük yürütme süresi gerektirdiği için RBF yöntemi tercih edilmiştir (Dorvlo et al., 2002).

2003 yılında, Reddy ve Manish tarafından Hindistan'da günlük ve saatlik yatay küresel ışınımın aylık ortalama değerini hesaplamak için sigmoid geçiş işlevi kullanan bir YSA uygulandı. 11 istasyon eğitim için ve iki istasyon sınaama için kullanıldı, saatlik değerler için RMSE % 4,07 olarak bulunmuştur. 2 gizli katman (8 ve 7 nöron) ve 8 giriş verisi kullanılmıştır..Bunlar,boylam, enlem, yükseklik, ay, saat, sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı ve yağış olmuştur (Reddy and Ranjan., 2003).

2004'te Sözen ve arkadaşları sigmoid geçiş işlevi ile küresel güneş ışınımının aylık ortalama değerini kestirdiler. 17 Türk istasyonundan üç yıllık veri kullanılmıştır (eğitim için 11, sınama için 6). Yapı, 6 giriş verisinden oluşuyordu: enlem, boylam, yükseklik, ay, güneşlenme süresi ve sıcaklığın yanı sıra 5 nörondan oluşan bir gizli katman. Bağlı mutlak yanılğı, 0.9996'ya eşit bir bağlantı katsayısı için % 6.73'ten az olmuştur (Sözen et al., 2004).

2005 yılında Mellit ve arkadaşları, sitenin enlemine, boylamına ve yükseltisine dayalı bir YSA ve Markov geçiş matrisleri (MTM) yaklaşımının birleştirilmesiyle yatay küresel ışınımı oluşturmak için melez bir model geliştirdiler. Bu çalışma 1991-2000 döneminde Cezayir'de 60 istasyonun veri tabanından gerçekleştirilmiştir. Kestirim iyi sonuçlar vermiş, çünkü bağlı kök, kare yanılğı (RMSE)% 8'i geçmemiştir (Mellit et al., 2005).

2005 yılında, Tymvios ve arkadaşları YSA yöntemleriyle elde edilen sonuçları, berraklık indeksi ve güneşlenme kesiri arasındaki Angstrom bağlantıları kullanılarak hesaplanan sonuçlarla karşılaştırdı. En iyi YSA yapılandırma, giriş verileri olarak güneş ışığı süresi, kuramsal güneş ışığı süresi ve en yüksek sıcaklığı (RMSE =% 5,67) ve iki gizli katman (46 ve 23 nöron) kullanılmıştır (Tymvios et al., 2005).

2007 yılında Günerhan ve arkadaşı, geleneksel hesaplama yöntemlerinde önerilen formüllere göre herhangi bir yerde ve her ay en iyi eğim açısını net bir şekilde hesaplamının olanaksızlığını görmüşlerdir (Gunerhan ve Hepbasli., 2007).

2007'de Lopez ve Geymard, açık gökyüzü koşullarında güneş ışınımının üç bileşenini saptadılar. YSA kullanmaya karar verdiler çünkü bu yöntem çeşitli atmosferik değişkenlerin Angstrom bulanıklık katsayısı, ozon ve  $NO_2$  konsantrasyonları gibi doğrusal olmayan etkilerini modellemeye izin vermiştir. Dört giriş verisi kullandılar: zenit açısı, yoğunlaştırılabilir su, doğrudan ve dağınık geçirgenlik. Sonuçları bir SMART modeli ile karşılaştırdılar. RMSE sırasıyla doğrudan, dağınık ve küresel parlaklık için %1,8, %2,4 ve %1,7 olarak gerçekleşmiş ve gün batımı ve gün doğumu dönemleri (zenith açısı  $> 85^\circ$ ) dikkate alınmazsa yanılğalar biraz azalmış, %1,6, %2,3 ve %1,6'ya ulaşılmıştır (López ve Gueymard., 2007).

2007'de Krishnaiah ve arkadaşları, sigmoid geçiş işlevi kullanarak daha

karmaşık bir ANN ile aynı saatlik değerleri hesapladılar. MBE, RMSE ve CC ile sırasıyla %0,3133, %4,61 ve 0,999'a eşit 3 gizli katman (9, 8 ve 7 nöron), 10 giriş (enlem, boylam, irtifa, ay, zaman, rüzgar hızı, nem, yağış, sıcaklık ve hava kalitesi) olmuştur. (Krishnaiah et al., 2007). Ayrıca Mısır'da, günlük ve saatlik ölçekte dağılık fraksiyonu kestirmek için bir MLP YSA modeli geliştirilmiştir ve doğrusal regresyon kullanan 2 modelle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar: saatlik ölçek için standart yanılğı YSA için% 4.2 ve  $E_{rbs}$ , için% 5.6, günlük ölçek için YSA için% 2.51 ile 4.96 arasında ve Solar ve Gopinathan için% 4.84 ile% 17.76 arasında olmuştur (Elminir et al., 2007).

2008'de Mubiru ve Banda Uganda'daki çeşitli istasyonlara YSA uyguladı. YSA, 15 nörondan oluşan gizli bir katmana ve bir sigmoid geçiş işlevine sahip bir ileri geri besleme yayılım algoritması kullandı. Giriş verileri güneş ışığı süresi, en yüksek sıcaklık, bulut örtüsü, enlem, boylam ve yükseklik olmuştur. YSA nın ,0.974 bağılaşım katsayısı, 0.059 MJ/m<sup>2</sup> ortalama sapma yanılğı ve 0.385 MJ/m<sup>2</sup>'ye eşit bir kök ortalama kare yanılğı ile iyi başarımları gösterilmiştir (Mubiru ve Banda., 2008).

2008'de Lam ve arkadaşları, günlük yatay küresel ışınımı 6 parametreden hesaplamak için sigmoid geçiş işlevleri olan bir YSA kullandılar. Bu parametreler, gün, enlem, boylam, yükselti, hava sıcaklığı ve güneş ışığı fraksiyonu olmuştur. 40 şehir için küresel ışınımı ve güneş ışığı fraksiyonu  $R^2=0.82$  arasında güçlü bir bağılaşım gösterdiler. Geliştirilen YSA ile elde edilen RMSE, Altay için 1.4 MJ/ m<sup>2</sup> ve Ruoquiang için 4.01 MJ / m<sup>2</sup> arasında değişmiştir (Lam et al., 2008).

2008 yılında Mellit, yapay zeka yöntemlerini kullanarak güneş verisi kestirimi hakkında çok eksiksiz bir sentez sundu: YSA, bulanık mantık, genetik algoritma, uzman dizge, melez yöntem. Elde edilen sonuçlar, önerilen modelin yükseklik, boylam ve enlem girdi olarak kullanılarak herhangi bir konum için günlük güneş radyasyonu verilerinin tahmininde başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca, model dünyadaki herhangi bir yer için genelleştirilebilir (Mellit., 2008).

Fadare, 2009 yılında, NASA uydu verilerini kullanarak 10 yıl boyunca Nijerya'daki 195 istasyonda gerçekleştirilen Mubiru çalışmasına çok benzer bir çalışma önerdi. Bu çalışmada türlü YSA mimarileri , aylık güneşlenme süresi, sıcaklık ve bağıl nem ve enlem, boylam ve ay değerleri sınınmıştır (Fadare., 2009).

2009 yılında Voyant ve arkadaşları, farklı konumlar için günlük ve saatlik ufukları kullanarak küresel güneş ışınımını kestirmek için çalışmalarında Yapay Sinir

ağlarını kullandılar. Küresel yatay ışınım durumunda, saatlik dış kaynaklı bir öğrenme çözümünün mümkün olduğunu ve yanlışların beş yıllık bir deneyimi olan yerleştirilmiş öğrenmede görülenlere neredeyse eşdeğer olduğu gösterdiler. Kestirim yaklaşımı, meteoroloji istasyonu olmayan birkaç yer için araştırmalara yardımcı olmuştur. Bulgular, saatlik ufuk , bu yer değiştirme için iyi uyum gösterse de , (YSA) taşınmanın genelleştirilmesini ve esnekliğini göz önünde bulundurmak için düzenli ufkun çözümlenmesi gerektiğini göstermiştir. Deneyler üç şehirde (dağlık, deniz ve çevre değişken) gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar, üç şehrin farklı iklim koşulları arasında gizli bağlantılar ortaya çıkarmıştır. Kestirim sonuçları, YSA ve yerleştirilmiş öğrenmenin çok yararlı olabileceğini, ancak ölçüm ve benzetim arasındaki karşılaştırmanın iyileştirilmesi gerektiğini göstermiştir (Voyant et al., 2009).

2009 yılında Cheng ve arkadaşları, durağan bir güneş toplayıcının eğim açısı ile enlem arasındaki ilişkiyi araştırmak için PVSYST benzetim yazılımını kullandılar. Hesaplamaları kuzey yarımkürede 20 yeri kapsıyordu. Bu çalışmada, bir güneş enerjisi santrali, eğik panel için enlem açısını kullanarak tam sığasının ortalama% 98,5'ini ortaya çıkarmıştır (Cheng et al., 2009).

2009 yılında Alam ve arkadaşları, Hindistan'daki 10 sitede günlük ve saatlik yaygın ışınımın aylık ortalama değerlerine dayanarak benzer bir çalışmayı geliştirdiler. 9 girdi verisi, enlem, boylam, yükseklik, zaman, ay, hava sıcaklığı, bağıl nem, yağış, rüzgar hızı ve net ışınım akışı kullanıldı. Saatlik yaygın ışınımın aylık ortalama değeri YSA ile% 8.8'e ve görgül modeller kullanılarak % 37.4'e eşit bir yanlış (RMSE ) ile elde edilmiştir (Alam et al., 2009).

2009'da Chang, PV modüllerinde en yüksek çıkış gücü elde etmek için bir çalışma yaptı. Burada, en iyi eğim açısını belirlemek için sıralı sinir ağı yaklaşımı ve dikgen diziler (SNAOA) kullanılmıştır (Chang., 2009).

2010 yılında Mehleri ve arkadaşları en iyi eğim açısını hesaplamak için iki modelleme yöntemi kullandılar. Bunlar, standart çoklu doğrusal regresyon (MLR) ve radyal tabanlı işlevli sinir ağı mimarisi olmuştur (Mehleri et al., 2010).

2010'da Mellit ve Pavan, küresel güneş ışınımının günlük ortalama değerinden ve hava sıcaklığından 24 saat sonra güneş ışınımının kestirimini gerçekleştirdi. Çalışmada İtalya Trieste de ölçülen 14 aylık verileri ile çok Katmanlı Algılayıcı

modeli (MLP) kullanılmıştır. Birkaç benzetimden sonra, en iyi yapılandırmaun 3 girişli bir giriş katmanı, 11 ve 17 nörondan oluşan iki gizli katman ve 24 çıkışlı bir çıkış katmanı ile elde edildiğini gösterdiler (Mellit ve Pavan., 2010).

2010 yılında Beyrang ve arkadaşları, günlük küresel güneş ışınımını kestirim etmek için çeşitli YSA'yı (çok katmanlı Perceptron) karşılaştırdılar ve altı girdi verisi birleşimini sınadılar. Durum 1; gün, sıcaklık ve bağıl nem ,Durum 2; gün, sıcaklık, güneşlenme süresi, Durum3; gün, sıcaklık, bağıl nem, güneş ışığı süresi , Durum 4.gün, sıcaklık, bağıl nem ve buharlaşma, Durum 5; gün, sıcaklık, bağıl nem, güneş ışığı süresi, rüzgar hızı, Durum 6; gün, sıcaklık, bağıl nem, güneş ışığı süresi, buharlaşma, rüzgar hızı. Eğitim için 2002'den 2005'e kadar olan veriler kullanıldı ve 2006'nın 214 günü doğrulama için kullanıldı. En iyi sonuçlar, ortalama% 5,21 mutlak yanılığ değeri ile durum 5 'de elde edilmiştir (Behrang et al., 2010).

2010 yılında, Assi ve arkadaşları Birleşik Arap Emirlikleri'ndeki Al Ain'in günlük küresel ışınımının aylık ortalama değerini hesaplamak için hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı ve güneşlenme süresini kullandılar. Üç giriş verisinin beş birleşimi sınanmış ve 0.879'dan daha yüksek bir bağıllaşım katsayısına, 0.276 ile 0.391 kWh / m<sup>2</sup> arasında bir RMSE yanılığına ve 0.000137 ile 0.000088 kWh / m<sup>2</sup> arasında bir MBE'ye varılmıştır (Assi et al., 2010).

2011'de Voyant ve arkadaşları, PV dizgesi tarafından toplanan verileri kullandılar. Model regresyon yöntemlerini ve ANN tabanlı ağları kullanarak PV güç çıktısının kestirimini yaptılar. Uygulanabilir, yüksek nitelikli ve yedeksiz özelliklerin alt kümelerini seçmek için parametre seçiminde CFS ve ReliefF olmak üzere iki yöntem kullandılar. Araştırmada, ANN modelinin en iyi üç regresyon modelinden daha iyi başarıml gösterdiği sonucuna varılmıştır. Özellik seçim yöntemleri kullanıldığında, ANN modelinin PV dizgesinin başarımlının daha büyük bir duyarlılıkta kestiriminin elde edilebileceği belirtilmiştir (Voyant et al., 2011).

2011 yılında Beringer ve arkadaşları, geleneksel hesaplama yöntemlerinde önerilen bağıntılara göre en iyi eğim açısının hiçbir yerde ve her ay net bir şekilde hesaplanmasının olanaklı olmadığını bulmuşlardır (Beringer et al., 2011).

2012'de Notton, en iyi eğim açısını belirlemek için üç YSA modeli geliştirmiş ve bu modellerle eğimli düzlemdeki saatlik küresel ışınımı kestirimini yapmıştır (Notton et al., 2012).

2013 yılında Kazem ve arkadaşları fotovoltaik modüllerin eğim açısını iyileştirmek için çalıştılar. PV modül eğim açısını optimize etmek için sayısal bir yöntem uygulamak için MATLAB, saatlik meteorolojik veriler ve yük istemi kullandılar. Sonuçlar, Sohar-OMAN bölgesi için, bir PV dizisinin eğim açısının yılda iki kez değiştirilmesi gerektiğini, PV dizisinin kışın 49 dereceye ve yaz aylarında sıfır eğim açısına eğimli olduğunu göstermiş ve bu uygulama, bir PV dizisi tarafından toplanan enerji miktarını yüzde 24,6 arttırmıştır (Kazem et al., 2013).

2013'te Darhmaoui ve arkadaşı, daha karmaşık matematiksel hesaplamalar yaptıklarını, en iyi eğim açısının hesaplanabileceğini veya bazı mekanizmalar kurarak ve bu mekanizmaları çeşitli bilgisayar programlarıyla destekleyerek elde edebileceklerini kanıtlamışlardır (Darhmaoui and Lahjouji., 2013).

2013'de Hussain ve arkadaşları şebekeye bağlı bir PV dizgesinden (GCPV) alınan kilovat-saat değer çıktısının kestirimini yapmak için yapay sinir ağı (YSA) dizgesine girdi değişkenleri olarak modül sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve güneş ışınımını kullandılar ve en iyileştirmeyi yapay bir sinir ağı (PSO-YSA) olan melez bir ağ kullanarak yaptılar. Yanılgıyı (RMSE) azaltmak için, gizli katmandaki nöron sayısı (PSO) kullanılarak iyileştirilmiştir. Sonuçlar, yanılgının (RMSE) (PSO-ANN) 'de (FEP-ANN) ile karşılaştırıldığında çok daha az olduğunu, ağı sınırlarken (PSO-ANN) 'nin (FEP-ANN) 'den daha iyi olduğunu göstermiştir (Hussain et al., 2013).

2013 yılında Çelik ve arkadaşı, eğimli düzlemdeki güneş ışınımının kestirimini yapabilmek için geliştirilmiş sinir ağı (GRNN) kullandılar (Celik ve Muneer., 2013).

2013 yılında Yadav ve arkadaşı, yaptıkları çalışmada, farklı en iyileştirme teknikleri kullanan en iyi güneş paneli eğim açısı yöntemlerini gözden geçirdiler (Yadav ve Chandel., 2013).

2014'te Lo Brano ve arkadaşları, güneş modüllerinin enerji çıkışını kestirebilmek için yapay sinir ağlarını kullandılar. Giriş verileri olarak sıcaklık, rüzgar hızı ve güneş ışınımı kullanıldı, böylece yinelenen sinir ağı, gama belleği ve çok katmanlı ağ, farklı sinir ağları türleri olarak kullanıldı. PV modüllerinden farklı değerlere sahip iki farklı tip çıkarıldı. Kestirim değerini çıktının gerçek değeriyle karşılaştırarak, yanılgıların% (1 - 0.5) değeriyle sınırlı olduğu anlaşıldı. Karmaşık bir ağ oluştururken, daha az karmaşık ve basit ağların aksine eğitimin uzun sürmediği sonucuna varıldı. Yazarlar

ayrıca, gelecekte fotovoltaik enerji projelerinin uzaktan yönetilmesinde yapay sinir ağlarının önemli ve baskın bir yeri olacağını öngörmüşlerdir (Lo Brano et al., 2014).

2015 yılında Dixit ve arkadaşları, en yüksek güneş enerjisinin toplanmasına izin verecek en iyi eğim açısını kestirmek için çalışmalarında yapay sinir ağları kullandılar. Eğitimde kullanılmayan şehirlerin yatay yüzeyine göre panel yüzeyinin en uygun eğim veya eğim açısını bulmak için yapay sinir ağları kullanıldı. Bu modelin matematiksel analitik yöntemlerden daha hızlı ve daha kolay olduğu düşünülüyordu. Hindistan'da toplam 46 istasyondan cıva (Termoelektrik Pirometre) ile çalışan 42 ölçüm istasyonu vardır, ancak dağınık ışınımı ölçmek için 23 istasyon ve net ışınımı ölçmek için 6 istasyon vardır. Sınama yaparak cıva istasyonlarını kullanarak Hindistan'daki 23 şehir için en iyi eğim açısının bir kestirimini sağlamıştır, çünkü sitenin yüksekliği ve sitenin enlemi tüm şehirlerde değişmezdir. Eğim açısı, eğim açısının yıllık ayarından daha büyüktür. Çalışma ayrıca, sonuçlarda önemli bir fark olmamasına rağmen, değerlendirmedeki hızı nedeniyle istatistiksel ve hesaplama kuramı yerine yapay sinir ağlarının kullanılabilceği sonucuna varmıştır (Dixit et al., 2015).

2015 yılında Chaturvedi, birden fazla ağı aynı eğitim ve uyarlanabilir öğrenme işlevleri ve aynı sayıda nöronla farklı sonuçlar ürettiğini ve geri yayılımın en iyi sonuçları ürettiğini kanıtladı. Ağdaki nöron sayısı arttıkça yanılğı (MSE) azalmıştır. Ayrıca, LEARNGDM'nin , en az MSE miktarı ile sonuçlar üretmiş olması nedeniyle , en iyi uyarlanabilir öğrenme işlevi olduğu öne sürülmüştür. TRAINLM, veri eğitimi, sınaması ve doğrulamada en iyi sonuçları vermiş, veri hacmi büyüdükçe ağı verimliliği artmıştır. NNTOOL un, verileri diğer algoritmalar ve işlevlerle eğitmek için en iyi araç olduğu kanısına varılmıştır (Chaturvedi., 2015).

2016 yılında Kumar ve arkadaşları, bu çalışmada güneş radyasyonu uygulamalarını incelemek için Himachal Pradesh vaka çalışması olarak alınmıştır. Bunu kestirmek için yapay sinir ağları (YSA), girdi değişkenleri olarak güneş ışığı saati sayısı, sıcaklık, hava basıncı, yağış miktarı ve nem kullanılmıştır. (YSA 15), (YSA 14) ve (YSA 13) için, her senaryoda farklı girdi sayısı ve farklı sayıda gizli katman içeren üç senaryo tasarlanmıştır. Sonuçlar (karşılaştırdıktan sonra), en fazla girdi değişkeni olan senaryonun (YSA 15) en doğru olduğunu göstermiştir (Kumar ve Kaur., 2016).

2016 yılında, Nordin ve arkadaşları ağa bağlı en iyi çıkış gücünün (GCPV) kestirimini yaptılar, yapay sinir ağı modelinde (YSA) 4 model ya da senaryo tasarlandı ve uygulandı. Her senaryoda farklı sayıda girdi değişkeni kullanılmış ve (6) girdi içeren en fazla girdiyi içeren ilk senaryo modeli (YSA1) en iyi sonucu vermiştir. Girdilerin seçimi ve sayıları, deneme yanılma yöntemine bağlı olarak rastgele yapılmıştır. Model (YSA1) yeğlemesi, 4 modelin eğitim ve sınamalarının her biri için (RMSE), (MAP) ve ( $R^2$ ) karşılaştırılarak değerlendirilmiştir (Nordin et al., 2016).

2017'de Filipinler'deki günlük güneş radyasyonu toplamını doğru bir şekilde tahmin edebilmek için, Santiago ve arkadaşları, ortalama günlük hava girişi, ortalama günlük hava nemi, ortalama günlük sıcaklık ve günlük gün doğumu saatlerinin sayısı yapay sinir ağlarındaki (YSA) giriş değişkenlerinin değerleri olarak kullanmışlar, (NARX) modeli ile hesaplanmışlardır. Olgu çalışması olarak seçilen bu alan (Filipinler) için günlük güneş ışınımı hesaplanmıştır. Önceki veriler Filipinler'deki üç farklı yerden (BSWM) tarafından toplanmıştır. İnceleme ve sınama işlemlerinden sonra, yanılğı hesaplanarak, değeri çok büyük olmayan (MSE) değerleri ve regresyon değerleri elde edilmiştir. Santiago ve arkadaşları, sonuçların, onları eğitmek ve sınamak için girdi değişkenlerinin sayısını artırarak iyileştirilebileceği, böylece sinir ağının (YSA) başarımını doğrulayabileceği sonucuna varmıştır (Santiago et al., 2017).

2017 yılında Kayri ve Gençoğlu, yapay sinir ağı teknolojisini (YSA) kullanarak, tek eksenli çıkış gücü üretiminin en iyi değerini incelediler ve kestirimini yaptılar. Bu çalışma iki durumda en iyi değeri bulmaya dayanıyordu, İlk durum güneşli günlerde incelenmiş, ikinci durum bulutlu günlerde incelenmiştir. Çalışma (FBPYSA) 'a dayalı olarak yapılmıştır. Çıktı üretilen güç iken, girdi değişkenleri olarak atmosferik göstergeler kullanılarak yapay sinir ağı (YSA) oluşturulmuştur. Her model için farklı bir bağılaşım katsayısı alınmıştır (güneşli günler ve bulutlu günler). Sonuçlar, tüm başarımların göstergelerinin (MSE, RMSE, RAE & PRSE) çok iyi olduğunu göstermiştir (Kayri ve Gençoğlu., 2017).

2017'de Guo ve arkadaşları, fotovoltaik panellerin en iyi eğim açısını belirlemek için uyum arama (HS) meta-sezgisel algoritmasını kullandılar. Çin'de çalışmayı yürütmek için seçilen 6 şehirde ergodik model kullanıldı. Sonuçlar ölçülen sonuçlarla karşılaştırıldı. Çalışmada, azimut açısının her zaman güney yönünde olması gerektiği sonucuna varılmış ve ayrıca en yüksek miktarı toplayabilmek için ayda bir eğim

açısının değiştirilmesi önerilmiştir. Güneş ışınımı ve son olarak ergodik modelin kullanılması önerilmiştir. Bu öneri standart sonuçlarla karşılaştırıldığında görülen sonuçların doğruluğundan kaynaklanmıştır. (Guo et al., 2017), aynı yıl Refs (Hariri., 2017) ve (Küçükilhan ve Oğuz., 2017) 'de genel modelleme yaklaşımlarına değinilmiştir. Bağımsız dizgelerin benzetiminin yanı sıra, şebekeye bağlı dizge benzetim geliştirmeleri de eklenmiştir.

Pulinaka ve arkadaşları yaptıkları bir araştırmada iklim bilgisi ile evirici bilgisi birleştirilerek tasarlanan yapay sinir ağı algoritması (YSA) kullanmışlar ve % 93.9 doğruluk elde edebilmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada eviricinin en yüksek akımı verebilmesi için, değişken iklim bölgelerinde bulunan şebekeden yalıtılmış fotovoltaiik dizgeler tasarlanmıştır (Pulinaka et al., 2018).

2018 yılında Ghareeb ve arkadaşları bir I-V özegrisinin kestirimini yapmak için iki yapay sinir ağı arasında başka bir birleştirme yöntemi sundular. Kademeli ileri sinir ağı (CFNN) ve Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağı (GRNN) adı verilen bu yöntemde, Yapay Sinir Ağları (YSA) dizgesinde girdi değişkenleri olarak alınan güneş ışınımı ve ortam sıcaklığına ek olarak, PV modülünün veri sayfasının özelliği de girdi olarak eklenmiştir. Önerilen modelin verimliliğini gösteren (araştırmacının özgörüsüne göre) hem (RMSE) hem de (MBE) için çok küçük değerler elde edilmiştir (Ghareeb et al., 2018).

2018'de Ramli ve arkadaşı, Suudi Arabistan şehri Dhahran için en fazla güneş ışınımını yakalamak amacıyla PV panelleri için en uygun eğim açısını hesaplamayı hedeflediler. Eğim açısı, doğrudan, dağınık ve küresel güneş ışınımından gelen veriler kullanılarak optimize edildi. Yıllık NP, eğim açısını değiştirmek için optimizasyon sürecinde listelenmiştir. VS algoritması daha sonra her seferinde güneş ışınımını ölçmek için kullanılmıştır. Bu çalışmanın bulguları, enerji uygulamacılarının önerilen bir PV bölgesinde en iyi eğim açısını belirlemede kullanmaları için seçenек bir yöntem sağlamıştır (Ramli ve Bouchekara., 2018).

2019 yılında fotovoltaiik neslin öngörüsünü etkileyen etmenlerden söz eden Asif ve arkadaşları, istatistik ve gerileme gibi geleneksel kestirim yöntemlerine değindi. Modern kestirim yöntemlerine gelince, yapay sinir ağlarına (YSA) başvurdu. Girdi değişkenleri olarak alınan en önemli veriler arasında (LiDAR) ile ölçülebilen hava durumu verileri ve ayrıca önemli girdi verileri, hava sıcaklığı, rüzgar yönü ve gelen

ışınım miktarı olarak ele alınmıştır. Nem ve rüzgar hızı gibi sabit olmayan ve haftalık olarak değişen başka girdi değişkenleri de vardır. Araştırmacı, Fotovoltaik enerjinin çıktılarını kestirim etmek için bir model geliştirmek için önceki etmenlerin göz önüne alınmasını önermiştir (Asif et al., 2019).

2019 yılında Şahin, yapay sinir ağı YSA kullanılarak en iyi aylık eğim açısının kestirimini araştırdı. Çalışma Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde gerçekleştirildi, tasarlanan yapay projede belirlenen girdilerden biri olarak Türkiye'nin enlem ve boylamı alındı. Sinir ağı dizgesi, sınama için Eskişehir ili verileri alınmış, eğitim için altı farklı ilin verileri alınmış ve sınama sonucu elde edilen sonuçlara göre güneş panelleri kestirimi yapılan edilen en iyi eğim açısına göre yeniden biçimlendirilmiştir. Yöntem, durağan güneş paneli dizgelerinden elde edilen enerji miktarında% 34 artışa neden olmuş ve bu da yapay sinir ağı ile yapılan kestirimin yerindeliğini doğrulamıştır (Şahin., 2019).

2019'da Khandakar ve arkadaşları, PV dizgesinin saatlik güç çıkışını kestirebilmek için ilgili çevresel parametrenin etkilerini araştırdılar. Birkaç çoklu regresyon modeli ve yapay sinir ağı (YSA) tabanlı kestirim modelleri eğitilmiş ve sınanmıştır. Bağlılaşım özellik seçimi (CFS) ve özellik seçimi (ReliefF) teknikleri kullanılarak seçilen tüm işlev ve özelliklere sahip YSA modelleri, sırasıyla 2.1436, 6.1555 ve 5.5351 RMSE'lerle PV çıkış gücünün kestirimini başarıyla gerçekleştirmiştir. Önyargılı kestirim örneklerini sınamak için iki farklı önyargı kestirim yöntemi kullanılmıştır. (M5P) ve (GPR) modeli gibi diğer regresyon modelleri YSA modeline göre daha iyi başarımlar göstermiştir. Rapor, bulgularıyla, Katar'da PV dağıtımını yapılan gücü artırmaya ve PV gücünün ulusal güç çıktısındaki payını artırmaya bir katkı olmuştur (Khandakar., 2019).

2020'de Abdallah ve arkadaşları, dünyadaki çok büyük bir şehir grubunun en iyi eğim açısını ve yıllık ışınlam doğruluğunun kestirimini yapmak için bir yapay sinir ağı modeli geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma yürüttüler, böylece en yüksek güç çıkışını elde etmeyi amaçladılar. Çalışma, kuzeyde ve ekvatorunda bulunan şehirler için azimut açısını netleştirmiştir. PVGIS, eğim açıları, azimutu ve güneş ışınlamını belirlemek için kullanılmıştır. Ağ, ileri yapay sinir ağı yaklaşımına dayalı ve iki senaryolu ağ topolojisiyle oluşturulmuştur. En iyi eğim açısını ve yönünü kestirebilmek için ilk senaryo, yatayda yüzeysel yıllık ışınlam için ikinci senaryo kullanılmıştır. Çalışmada, kestirimin çok iyi olduğu ve sonuçlarda yanılğı (MSE) nin 0.01635 eğitim

oranını gösterdiği ortaya konmuştur.. Fotovoltaik dizgenin verimliliğini artırmak için bu modelin kullanılması da önerilmiştir (Abdallah et al., 2020).

2020'de Sahu ve arkadaşları, partikül sürüsü optimizasyonu (PSO) kestirimcisi gibi güdümlü bir en iyileştirme tekniği önerdiler. En iyi eğim açısını bulmak için sonuçlar analitik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Dönemsel olarak en iyi eğim açısını değerlendirmek için yeni bir maliyet işlevi kullanılmıştır. PSO kestirim edici sonuçlarının doğruluğunu doğrulamak için istatistiksel bir çözümleme araştırması yapılmıştır. Bu çalışmada üç istatistiksel yaklaşım kullanılmıştır. Bunlar, tanımlayıcı, doğrudan ve Altman-Bland yöntemleridir. İstatistiksel çözümleme altında, PSO kestirimcisi bulgularının% 95 güven aralığında ANA sonuçlarıyla karşılaştırılabilir olduğu bulunmuştur (Sahu et al., 2020).

2020'de Kim ve arkadaşları, makine öğrenme algoritmalarını kullanarak güneş panellerinin eğim açısını eniyileştirmek için bir model önerdi. Fotovoltaik (PV) dizgelerin elde edilen ışınımı optimize etmeye çalışmak yerine dönüştürülmüş enerjisini en üst düzeye çıkararak eğim açısını bulmayı amaçlamışlardır. Sıcaklık, toz seviyesi gibi çeşitli faktörler dikkate alınarak doğrusal regresyon (LR), en az mutlak büzülme ve seçim operatörü (LASSO), rastgele orman (RF), destek vektör makinesi (SVM), aerosol seviyesi (GB) ve gradyan artırma kullanılarak beş kestirim modeli geliştirilmiştir. Tasarlanan model, en iyi açılı modellerle karşılaştırıldığında, en iyi kestirim modelini kullanırken PV başarımında bir gelişme göstermiştir (Kim et al., 2020).

2020'de Nor ve arkadaşları, bağımsız bir fotovoltaik (PV) aygıtı boyutlandırmak için YSA yöntemlerini gözden geçirdiler. YSA, getirileri, özellikle girdi çıktı ilişkisini yeterli eğitimle öğrenme yeteneğiyle, PV dizgesi boyutlandırma süreçleri için uygun duruma getirilmiştir. Ayrıca, gelecekteki araştırmalarda daha ayrıntılı olarak tartışılacak olan bağımsız bir PV cihazını boyutlandırmak için YSA kullanma potansiyeli hakkındaki çözümlenmeye dayalı bilgiler belirlenmiştir. YSA'nın başarımını iyileştirmek için, YSA'nın tasarımı, girdisi ve çıktısı konularının gelecekte daha ayrıntılı olarak araştırılması gerektiği söylenmiştir. YSA, PV panel boyutlarını, başarımı, PV dizgesi tarafından sağlanan enerjiyi ve PV panel eğim açısının kestirimini yaparak boyutlandırma sürecine başarıyla katkıda bulunulmuştur (Nor et al., 2020).

2020 Tived kestiriminde, Şu anda mevcut olan yapay anlak (AI) tekniklerindeki geliŐmelerin iyi bir olanak olduğu , sektörde bir veri eŐitsizliĐi var gibi gürnse de ancak nesnelere interneti (IOT) teknolojilerinin ortaya cıkmasıyla, cok sayıda algılayıcının konuŐlandırılması, bakım amacıyla (drone)lar ile üretilen video akıŐları ve doğal dil işleme teknikleri kullanılarak , veri kıtlığı sorunun büyük bir olasılıkla ortadan kalkacağı belirtilmiştir. Örnek durum incelemesinde önerildiği gibi, PV sektörünün , sektörün iÇ durumu üzerinde önemli bir etkisi olabileceğini, özdenetimli bir araç ve robot güdümlü bir tedarik zinciri görebileceği söylenmiştir (Tived., 2020).

2021'de Radicioni ve arkadaşları, fotovoltaik (PV) tesisler tarafından üretilen enerji miktarını doğru bir Şekilde kestirimini yapabilen bir Yapay Sinir AĞı'nın (YSA) geliŐtirilmesine yardımcı olmuŐlardır. YSA, varolan duruma göre uyarlanmıŐtır. Pearson BaĐlılaŐımı kullanılarak gercıkleŐtirilen girdi değişkenlerinin doğru bir cözömlenmesi, en uygun girdi topluluğunun ve YSA mimarisinin günden güne secılmesini ve ayrıca büyük hesaplama kaynaklarına olan gereksinimin azaltılması saĐlanmıŐtır. Sonuç olarak, YSA'ya gerek duyulduğca özellikler eklenmiŐ ve hesaplama kaynaklarının boŐa gitmesi ortadan kaldırılmıŐtır. Yöntem, Roma (İtalya) Casaccia'daki ENEA Araştırma Merkezinde kurulu bir PV tesisinden elde edilen veriler kullanılarak doğrulanmıştır. GeliŐen strateji, güneş ıŐınımındaki önemli olağanüstünlüklerin varlığında bile doğru kestirimler ve aynı zamanda hızla geliŐen senaryolarda doğru sonuçlar saĐlayabilmiŐtir (Radicioni et al., 2021).

İlgili yazındaki calıŐmalar ve yayınlar incelendiğinde, güneş enerjisi projelerinin tasarımında en iyi eğim açısını ve en iyi enerji cıkıŐını belirlemek için yaygın olmasına ve sıklıkla kullanılmasına rağmen yapay sinir ağlarının (YSA) kullanımının gerekli doğruluğu vermediği sonucuna varılmıştır. Yazından sağlanan bilgiler fotovoltaik dizgelerin ve sorunlarının daha iyi tanınmasını sağlamıştır.

Bu calıŐmada, yapay sinir ağı(YSA) algoritmalarını PVsyst 6.8.5 programı ile tümleyerek en iyi değerleri bulmak için bir cözüm önerilmiştir. Varolan konuyla ilgili yazında, PVSyst yazılımı ile elde edilecek verilerin yapay sinir ağı (YSA) algoritmalarıyla birleştirilmesi olarak kısaca tanımlanabilecek olan bu calıŐmanın yönteminin pek kullanılmadığı , bu yönde yapılacak bir calıŐmada ulaŐılacak sonuçların özgün ve daha ileri calıŐmalara yol açıcı nitelikte olacağı anlaŐılmaktadır. Yazında yapılan incelemeler büyük oranda Yapay Sinir AĞları(YSA) nın uygulanma yöntemleri ve uygulanabilecek yaklaşım türleri konusunda bilgi vermekte var olan

bilgilerin pekişmesini sağlamaktadır.

## 5. MATERYAL VE METODOLOJİ

Bu bölümde tez çalışmasının ana materyalleri olan yapay sinir ağları (YSA) , PVsyst 6.8.5 yazılımı ve bu yazılımla üretilmiş giriş/çıkış verilerinin yapay sinir ağı yönteminin MATLAB da yazılımının oluşturularak birleştirilmesi ile geliştirilen metodoloji tanımlanacaktır.

### 5.1. PVsyst 6.8.5

#### 5.1.1. PVsyst 6.8.5 Yazılım

PVsyst 6.8.5 yazılımı, güneş ışınımı kestirimi ile ilgili algoritmaları içeren ana programları oluşturmak için kullanılır, PV dizge verimi, başarımları ve çevresel etki ve mikro şebeke etkin güç yönetim dizgesi algoritmasının uygulanmasıdır.

PVsyst 6.8.5 bir PVsyst yazılımının en yeni sürümüdür (en eski yazılımlardan biri Cenevre Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir). PVsyst 6.8.5 fotovoltaik tasarım ve benzetim programıdır. PVsyst, araştırmacılar, mimarlar ve mühendisler tarafından kullanılmak üzere tasarlanmıştır. PVsyst, projeleri geliştirmek için kullanımı kolay bir yaklaşım sunar.

PVsyst yazılımında , enlem ve boylam gibi coğrafi bilgilerin tam bir veritabanı vardır. Güneş pili projesinden birini uygulamak için seçilen konumun eğiminin PV modüllerinin eğim açısını belirleyebiliriz, Ayrıca dünyanın her yerindeki birçok siteye ilişkin büyük bir meteorolojik veri tabanı vardır. (bu bilgi NASA ve Meteoroloji ajansından toplanmıştır). Bu , kullanıcının doğrudan erişmesini sağlayan eksiksiz bir bilgidir. PVsyst yazılımında önceden bulunmayan bazı veriler manuel olarak eklenebilir. Bu da yazılımın sağladığı özelliklerden biridir. Sonuçlar ayrıntılı raporlar biçiminde sunulur, bu raporlar grafikler, eksik öğeler için Tablolar ve yüzdeler içerir. Raporlar ayrıca bir PDF dosyası olarak da saklanarak. Verileri PVsyst yazılımından diğer yazılımlara aktararak diğer yazılımlarda da kullanma olasılığı vardır.

Burada, yazılımı çalıştırmak için gereken bazı girdiler vardır. (Yadav et al., 2015)

PVsyst'teki benzetim değişkenleri şunlardır:

- Coğrafi veriler,
- Meteorolojik veriler,
- Toplayıcı düzleminde olay ışınımı,
- Olay enerji faktörleri,

- PV dizisinin davranışı,
- Güç kayıpları,
- Dizge çalışma koşulları (gölge, kar, bulut, toz....),
- Enerji kullanımı,
- Normalleştirilmiş başarımlar endeksi,
- Verimlilik.

### 5.1.2. Ana Özellikler

- Meteorolojik veri çözümlenmesi.
- PV Modülleri, Evirici ve Meteoroloji verilerinin eksiksiz veri tabanı.
- Meteororm, NASA ve diğer birçok veri tabanından güneş ışınımı verilerinin içe aktarılması.

• Kullanıcının kendisinin oluşturduğu ve birçok farklı uluslararası şirketten edinilebilen PV Modüllerini ve evirici verilerinin gereksinime göre içe aktarımı

- 3B Modeller kullanarak Gölge Çözümlenmesi.
- Şebekeye bağlı, bağımsız tasarım benzetimi.
- Verilerin dışa aktarımı ve PDF dosyasına dönüştürülmesi,

### 5.1.3. Koordinatlar

1. Enlem (K veya G) ve Boylam (D veya B) veya Adres adı
2. PIN kodu, Şehir ve Ülke

### 5.1.4. Teknik Ayrıntılar

1. Dizge türü: On Grid / Off grid,
2. PV Modül teknolojisi: Mono / Poly / thin film,
3. Modül: tür, sığa Wp, Boyut,
4. Evirici: tip, sığa, boyut.

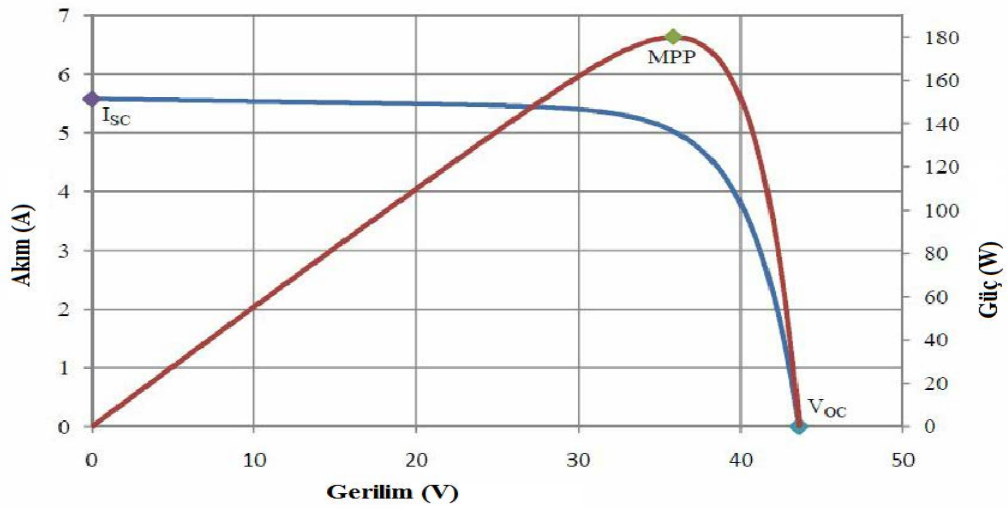
## 5.2. En Yüksek Güç Noktası İzleme Yöntemleri

Dizgeni en yüksek verimle çalıştığı ve buna bağlı olarak en iyi çıkış gücüne sahip olduğu nokta, bu noktaya en yüksek güç noktası (MPP) denir. Şekil 4.9. İzleme yöntemlerini oluşturan birçok algoritma vardır. Bu algoritmalar, en yüksek güç noktaları (MPP) dizgelerinde katalizör görevi görür, buna göre en yüksek güç noktası (MPP) en iyi sonuçları elde edebilir. Bu algoritmalar dizgeleri akıllı kılar, dizge verimliliklerini artırmada önemli bir etkidir. Aynı zamanda üretimi artırmak için bazı

gereksiz dizgelerin ya da süreçlerin kurulmasını azaltır ve böylece maliyet fiyatının düşürülmesine ve verimliliğin artırılmasına katkıda bulunur.

En yüksek güç noktası izleyici algoritmaları (MPPT), dolaylı ve doğrudan yöntemlerle Fotovoltaik (PV) dizgelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak doğrudan olanlar, perturb ve gözlem veya artımlı iletkenlikte simgelenen en yaygın kullanılanlardır (Azevedo et al., 2009), (de Sousa Lima., 2012).

Bu gerçek güç noktasını sınamak için pilot PV hücrelerini kullanan modeller ve kullanılan PV panelinin modeli üzerinde önceden kaydedilmiş bilgileri kullanan diğer modeller vardır. Diğer algoritmalar arasında değişmez gerilim ve akım veya parazitik sığaç yöntemi bulunur (Salas et al., 2006), (de Sousa Lima., 2012).



Şekil 5.1. Tek bir PV paneli için akım gerilimi özegrisi

YSA tekniği, PV modülünün verimliliğini artırmak için MPPT'nin yanıtını optimize etmek için MPPT ile birlikte kullanılır.

### 5.3. Metodoloji

Güneş enerjisi dizgelerini kurduktan sonra üreticiler ve araştırmacılar için en yüksek zorluklardan biri başarımlarını artırmak ve pazar istem yüklerini karşılamaktır. Bu tezde,

- İki ayrı bilgisayar benzetiminin birleştirmek
- Güneş enerjisi şebekesini geçerli bir şekilde oluşturmak için doğru verilerin toplanmasını sağlamak
- Güneş enerjisi şebekesini uygun konumuna doğru bir şekilde yerleştirmek

verimliliği artırmanın yöntemlerinden birinin oluşturulmasına çalışılmıştır. İlk benzetim aracı (Pvsyst6.8.5) yazılımı , ikincisi MATLAB ortamında oluşturulmuş yapay sinir ağları algoritmasıdır, Bu yazılım bir güneş enerjisi dizgesinde en yüksek etkinlik ve çıkış gücü değerlerini elde etmek için kullanılacak en iyi değerleri belirlemek için kullanılır.

Pvsyst6.8.5, önceden de belirtildiği üzere, kullanım kolaylığı ile bilinen ve güneş enerjisi alanında çalışmak isteyen araştırmacılar, mimarlar ve mühendisler tarafından kullanılan bir tasarım ve benzetim yazılımıdır. Yazılım, dünyadaki çoğu konum ve bölge için çok büyük meteorolojik veri tabanı olmasının yanı sıra daha önce yazılımda bulunmayan verileri elden girebilme özelliği ile fark yaratır. Yazılım ayrıca, sonuçların Tablolar ve grafikler içeren bir PDF dosyası olarak erişilebilen bir raporda görüntülenmesine olanak tanır. İstenilen sonuçları alınmasını sağlamak üzere bazı program girdilerinin tanımlanması gerekir.

Temel yükleme gereksinimleri şunlardır:

- Coğrafi veriler,
- Meteorolojik veriler,
- Teknik veriler, eğim ve azimut açısı,
- Pvsyst6.8.5 veritabanından seçilen PV dizgesi bileşenleri: modül, evirici ve diziler.

Bu tezde, altı kıtadan, Afrika, Asya, Avrupa, Avustralya, Kuzey ve Güney Amerika'dan 100 şehir rastgele seçilmiştir. İklim çeşitliliğinin geniş olması nedeniyle, dünyanın her yerinden aynı anda aynı yüklerle örnekler toplanmış olmaktadır. Bir kıtadan diğerine veya bir şehirden diğerine mevsimsel bir değişim var olması da , çalışmanın uygulanmasına iyi yönde yardımcı olmaktadır.

Pvsyst6.8.5 yazılımında, 100 şehir, 10 ila 20 KWp arasında değişen rastgele çıkış enerji yükleri seçilerek çözümlenmede kullanılmaktadır. Proje, modeller için 48,9 ila 97,8 m<sup>2</sup> ve hücreler için 44,2 ila 88,3 m<sup>2</sup> arasında değişen bir alan üzerine inşa edilmektedir. Yazılımın adım adım kullanılmasına ilişkin ayrıntılı bilgiler Ek (2) de verilmiştir.

- Tüm adımlar 100 şehir sırasına göre ayrı ayrı gerçekleştirilir.

- Aynı şirketin (GESolar) eviricileri, bazı eviricilerin izin verilen farklı yüzdelerde MPPT'leri içerdiği göz önüne alındığında, farklı sızgalarde ve farklı sayılarda kullanılabilir.
- Aynı tip PV modülleri (Güneş Gücü) (si-mono) üretici tarafından farklı sızga ve modül sayısı ile kullanılmaktadır. Ek (1).

#### **5.4. Yapay Sinir Ağı Yapısı**

Yapay bir sinir ağının mimarisi, nöronlarının birbirleriyle ilişkili olarak nasıl organize edildiğini veya konumlandırıldığını belirtir. Nöronların sinaptik ilişkileri öncelikle bu düzenlemeleri oluşturmak için kullanılır.

Öte yandan, belirli bir mimarinin eğitimi, nöronlarının ağırlıklarını ve eşiklerini değiştirmek için bir dizi koordineli önlemin uygulanmasını gerektirir. Sonuç olarak, öğrenme algoritması olarak da bilinen böyle bir ayarlama prosedürü, ağın çıktılarını mümkün olduğunca istenen değerlere yakın olacak şekilde ayarlamayı amaçlamaktadır.

Bu tezde kullanılan giriş ve çıkışlar, güneş panellerinin en iyi eğim açısını bulmak ve ardından en iyi ve en uygun şebeke şeklini seçerek en iyi enerji çıkışını bulmak için çalışılmış ayrıca bu araştırmada giriş ve hedef veriler, eğitim işlevi, ayarlama öğrenme işlevi, katman sayısı, nöron sayısı (katmanları gizleme) ve aktarım işlevi özenle seçilmiştir.

##### **5.4.1.Yapay Sinir Ağının Ögeleri**

Genel olarak, yapay bir sinir ağı, katmanlar olarak tanımlanan üç parçaya ayrılabilir:

###### **(a) Giriş katmanı**

Bu katman, dış dünyadan veri, sinyal, özellik veya ölçüm almaktan sorumludur.Bu girişler normalde etkinleştirme işlevinin limit değerleri arasında normalleştirilir. Bu normalleştirme, matematiksel işlemler gerçekleştirirken ağın sayısal doğruluğunu artırır.

###### **(b) Gizli (görünmez katmanlar)**

Bu katmanlar, araştırılan süreç veya dizgele ilgili kalıpları çıkarmakla görevli nöronlardan oluşur. Bu katmanlar, ağın iç işlemlerinin çoğunu işler.

### (c) Çıkış katmanı

Bu katman, önceki katmanlar gibi, nöronlardan oluşur ve önceki katmanlardaki nöronlar tarafından yapılan işlemin ürünü olan sonuç ağ çıkışlarını üretmek ve görüntülemekle sorumludur. Yapay sinir ağlarının ana mimarileri, nöron eğiliminin yanı sıra nasıl birbirine bağlandıkları ve katmanlarının nasıl oluştuğu dikkate alınarak aşağıdaki kategorilere ayrılabilir:

- (i) Tek katmanlı ileri besleme ağları,
- (ii) Çok katmanlı ileri besleme ağları,
- (iii) Tekrarlayan ağları,
- (iv) Örgü ağları.

### 5.4.2. Yapay Sinir Ağının Çalışması

Yapay sinir ağının adım çalışması aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) Giriş değişkenlerini temsil eden nöronlar için giriş verileri oluşturulur.
- 2) Her giriş değişkeni sinaptik ağırlıklarla çarpılmalıdır.
- 3) Sapma değeri, giriş sinyallerinin çarpımı ve ağırlıkların toplamı tarafından sağlanan etkinleştirme potansiyelinden çıkarılır.
- 4) Nöron aktivitesini sınırlamak için etkili bir etkinleştirme işlevi kullanılır (Da Silva et all., 2017).

### 5.4.3. YSA Uygulama Yönergesi

Güneş panelinin en iyi eğim açısını (eğim açısı) ve duyarlı ayarını seçmek, coğrafi konumun ve cihazın kurulduğu konumun koordinatlarının bu açının değeri üzerinde etkili olması gibi en yüksek çıkış gücünü üretmek için en önemli faktörlerden biridir. Çeşitli coğrafi ortamlarda 50 şehirden söz edildiği için, en iyi eğim açısını kestirim etmek için yapay sinir ağı algoritması (YSA) kullanılmıştır.

Burada oluşturulan eğitim modeli YSA'de 7 veri seçilmiş, bu verilerin 6'sı dizgeye giriş, biri de dizgeye çıkış olarak kullanılmıştır. Giriş olarak kullanılan 6 veri, PVsyst6.8.5 tarafından yapılan tasarım sonuçlarından, biri çeşitli küresel meteorolojiden ve NASA'nın bulunduğu meteorolojik kuruluşlar üzerinden (şehrin aylık güneş ışığı süresi) yanı sıra PVsyst6.8.5 programı ile yapılan tasarım sonuçlarından kullanılan çıktı alınmıştır. Tablo 5.1 bu verileri ve YSA algoritmasında nasıl dağıtıldığı incelenmektedir.

**Tablo 5.1.** Eğim açısı ağının giriş ve çıkış değerlerinin sayısı

KOD	GİRİŞ DEĞİŞKENİ	TOPLAM
$X_1$	Ay Sayısı	12
$X_2$	Kentin aylık güneşlenme süresi	600
$X_3$	Kentin Enlem derecesi	50
$X_4$	Kentin Boylam derecesi	50
$X_5$	Sıcaklık Ortam	600
$X_6$	Yatay Küresel Işınlama	600
KOD	Çıkış Değişkeni	TOPLAM
$Y_1$	En iyi değişmez eğim açısı	600

**Tablo 5.2.** Eğim açısı model yapımında kullanılan en yüksek ve en düşük değişkenler

KOD	GİRİŞ DEĞİŞKENİ	YSA	kullanılan
		modunda	veriler
		MIN	MAX
$X_1$	Ay Sayısı	1	12
$X_2$	İlin aylık güneşlenme süresi	134.61	53.9
$X_3$	Eyaletin Enlem derecesi	-115.14	142.65
$X_4$	Eyaletin Boylam derecesi	-8.15	39.13
$X_5$	Sıcaklık Ortam	0.8709	13.4
$X_6$	Yatay Küresel Işınlama	10.4	257.3
KOD	Çıkış Değişkeni	MIN	MAX
$Y_1$	En iyi Fix Tilt Angle	9	41

Burada, ikinci senaryodaki tez, PVSyst 6.8.5 programında dünya çapında 100 farklı şehrin tasarımından elde edilen değerleri kullanmaktadır. Ve en iyi çıkış (AC) gücünü elde etmek ve yapılan kayıpların değerlerini belirlemek için sinir ağları YSA algoritmasında kullanıldı, çıktı kestirim edildi ve verilen çıktı ile karşılaştırıldı.

Burada oluşturulan YSA eğitim modelinde 17 değişken seçildi, on altı (16) değişken girdi olarak kullanıldı ve bir değişken dizgeç çıktı olarak kullanıldı.

- Kullanılan tüm veriler PVsyst 6.8.5 programında yapılan ve herhangi bir harici değişkenle kullanılmayan tasarımların sonuçlarından alınmıştır.
- İlk senaryoda tanımlanan eğim açısı, giriş değişkenlerinden biri olarak kullanılmıştır.
- Eviricilerde, farklı yüzdeleri ile çalışan MPPT içeren bazı eviriciler kullanılmıştır.

Tablo 5.3, kullanılan bu on yedi (17) veriyi ve bunların bir algoritma YSA'de nasıl dağıtıldığını göstermektedir.

**Tablo 5.3.** Çıkış gücü ağının giriş ve çıkış değerlerinin sayısı

<b>KOD</b>	<b>GİRİŞ DEĞİŞKENİ</b>	<b>Toplam</b>
$X_1$	PV Modülünün Anma STK (KW <sub>p</sub> )	100
$X_2$	Max PV (KW <sub>dc</sub> )	100
$X_3$	Eğim	100
$X_4$	Modül Sayısı	100
$X_5$	Seri Modül Sayısı	100
$X_6$	Paralel Modül Sayısı	100
$X_7$	Çalışırken modülün Umm (V)	100
$X_8$	Çalışırken modülün Imm (A)	100
$X_9$	Evirici Sayısı	100
$X_{10}$	Eviricinin Anma Gücü	100
$X_{11}$	Eviricinin Minimum Çalışma Voltajı (V)	100
$X_{12}$	Eviricinin Maksimum Çalışma Voltajı (V)	100
$X_{13}$	Yıllık Ürün Enerjisi (Mwh/yıl)	100
$X_{14}$	Performans Oranı (PR %)	100
$X_{15}$	Yıllık Spesifik Üretim (Kwh/Kwp/yıl)	100
$X_{16}$	Eviricide MPPT %	100
<b>KOD</b>	<b>ÇIKIŞ DEĞİŞKENİ</b>	<b>Toplam</b>
$Y_1$	Anma AC Gücü (KW <sub>ac</sub> )	100

**Tablo 5.4:** çıkış gücü modeli yapımında kullanılan en yüksek ve en düşük değişkenler

KOD	Giriş Değişkeni	YSA	kullanılan
		modunda	veriler
		MIN	MAX
$X_1$	PV Modülünün Anma STK (KWp)	9.3	21.1
$X_2$	Max PV (KWdc)	8.8	21.2
$X_3$	Eğim	9	49
$X_4$	Modül Sayısı	24	65
$X_5$	Seri Modül Sayısı	3	10
$X_6$	Paralel Modül Sayısı	4	15
$X_7$	Çalışırken modülün Umm (V)	163	543
$X_8$	Çalışırken modülün Imm (A)	23	86
$X_9$	Evirici Sayısı	1	9
$X_{10}$	Eviricinin Anma Gücü	1.8	20
$X_{11}$	Eviricinin Minimum Çalışma Voltajı (V)	80	400
$X_{12}$	Eviricinin Maksimum Çalışma Voltajı (V)	400	850
$X_{13}$	Yıllık Ürün Enerjisi (Mwh/yıl)	10.11	39.66
$X_{14}$	Performans Oranı (PR %)	77.74	91.74
$X_{15}$	Yıllık Spesifik Üretim (Kwh/Kwp/yıl)	986	2070
$X_{16}$	Eviricide MPPT %	0	0.5
KOD	Çıkış Değişkeni	MIN	MAX
$Y_1$	Anma AC Gücü (KWac)	8	20

### 5.5. YSA Uygulama Kestirimi

Dünyanın dört bir yanından seçilen bulutlu, sıcak güneşli, yağmurlu, karlı ve tozlu vb.gibi farklı iklim koşullarına farklı güç çıkışlarına sahip 100 şehirde , PVsyst6.8.5 programında güneş enerjisi projelerinin tasarımının tamamlanmasından sonra sonuçlar kaydedildi ve sinir ağı algoritmasında kullanıldı.

Araştırma tüm şehirlerde birlikte yürütüldü ve çalışma iki senaryoya bölündü:

- İlk senaryo kestirimi en iyi eğim açısı (Çalışma 50 şehirde gerçekleştirilmiştir),
- İkinci senaryo kestirim çıkış gücü (KWp), (Çalışma 100 şehrin tamamında gerçekleştirildi).

Bu güneş panellerini yönlendirmek amacıyla bir güneş panelleri kurarken ideal eğim açısını (ilk senaryoda olduğu gibi) bulmak ve mümkün olan en yüksek güneş ışınım miktarını ve dolayısıyla çıkış gücünden en yüksek getiriye elde etmek için güneş

ışığına bakmasını sağlamak, önce modülleri kurma yöntemini belirlemek gerekir, sabit veya hareketli modüller mi olacak, hareketli güneş hücresi modülleri güneşin yolunu izler ve daha fazla güneş ışınımı kazanmak için ona bağlanır, veya dört iklim mevsiminde güneşin yönüne ve yoluna göre monte edilebilir, böylece her mevsim için kurulum açısı vardır, bundan dolayı yılda iki farklı mevsimde iki kez bu açı değiştirilir , ancak bu tezde, panellerin montajı sabit (hareketsiz) olması nedeniyle açı yıl boyunca en iyi ve en iyi olacak şekilde seçilmiştir.

Ayrıca güneş enerjisi hücreleri ile enerji üretecek bir proje tasarlamaya başlarken, ilk olarak bu projeden üretilen çıktı enerjisi belirlenir (ikinci senaryoda olduğu gibi), buna göre panellerin türü, onların sayıları, çıkış enerjileri ve bağlanma şekilleri seri ve koştur olarak türü, sığası ve sayısı gerekli eviriciler, kablo bağlantıları, şasi vb., belirlenir, Yukarıda bahsedilenlerin tümü enerjinin bir kısmının kaybına neden olur ve projelerin tasarımcılarının ve uygulayıcılarının karşılaştığı en yüksek sorunlardan biri, bu kayıpları gerekli doğrulukla hesaplayamamalarıdır ve bu nedenle proje onayı ve kabulü anında aksamaya neden olan bu kayıplar nedeniyle sonuç beklenenden azdır.

Bir sinir ağı kestirim modeli oluştururken izlenmesi gereken altı adım vardır. Sırasıyla aşağıdakilerdir

### **5.5.1. Veri Toplama**

İlk adım, gerekli verileri tanımlamak ve toplamaktır, burada gerekli veri sayısını belirlemek için sabit bir temel yoktur bu sunulan çalışma türüne bağlıdır ancak çok katmanlı sinir ağlarını kullanırken (bu tezde olduğu gibi) doğrusal ağlarda ihtiyacımız olandan daha fazla veriye ihtiyacımız olduğunun farkında olmalıyız.

En iyi eğim açısını kestirim etmek amacıyla inşa edilen ilk senaryoda, Yedi (7) değişken seçildi , altı (6) değişken giriş verisi ve bir değişken çıktı olarak toplandı, kurulan yapay sinir ağının eğitimi için 1912 giriş değişkeni ve 600 çıkış değişkeni (toplam 2512 değişken) kullanıldı. Ağ eğitiminde kullanılan 6 giriş grubu ve 1 çıkış grubunun en yüksek ve en düşük değerleri Tablo 5.2.da verilmiştir.

Özellikle en iyi çıkış gücünü kestirim etmek amacıyla inşa edilen ikinci senaryoda, kurulan yapay sinir ağının eğitimi için on yedi (17) değişken seçilerek on altı (16) değişken giriş verisi ve bir değişken çıktı olarak toplanmış, 1600 giriş değişkeni ve 100 çıkış değişkeni (toplam 1700 değişken) kullanılmıştır. Ağ eğitiminde

kullanılan 16 giriş grubu ve 1 çıkış grubunun en yüksek ve en düşük değerleri Tablo 5.4.da verilmiştir.

### 5.5.2. Verileri Ön İşleme (Normalleştirme)

Veri toplama işleminde yukarıda belirtilen tüm veriler, veri ön işleme sürecinin ağ kurulmadan ve eğitilmeden önce gerçekleştiği ve MATLAB (0, 1) aralığının dışındaki sayıları tanımadığı için ANN'nin başarımını kolaylaştırmak ve geliştirmeye bu sürecin normalleştirilmesi olarak adlandırılır. Normalleştirme işlemi, Tablo 5.2'de gösterildiği gibi veriler için en yüksek ve en düşük değerler bularak gerçekleştirilir, aşağıdaki formüle göre:

$$X' = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

$X'$  Normalleştirilmiş değer;

$X_i$  Gerçek girdi veya çıktı değeri;

$X_{min}$  En düşük giriş veya çıkış değeri;

$X_{max}$  En yüksek giriş veya çıkış değeri.

### 5.5.3. Ağ Oluşturma

Her iki senaryo için de, ağ Matlab'da sinir ağları ANN'nin araç kutusu kullanılarak nntool veya nnstart veya newff tarafından oluşturuldu ve daha sonra aşağıdaki veriler için dosyalar oluşturuldu: giriş, çıkış, kestirim, sınaama ve bu verileri önceden hazırlanmış bir Excel dosyasından aktarıldı.

Bu tezde aşağıdaki eğitim işlevleri kullanılmıştır:

- TRAINLM
- TRAINGDM
- TRAINGDX ,herbiri ayrı ayrı

Ayrıca bir uyarılama öğrenme işlevleri kullanılmıştır,

- LEARNGD
- LEARNGDM.

Kullanılan Başarım işlevleri:

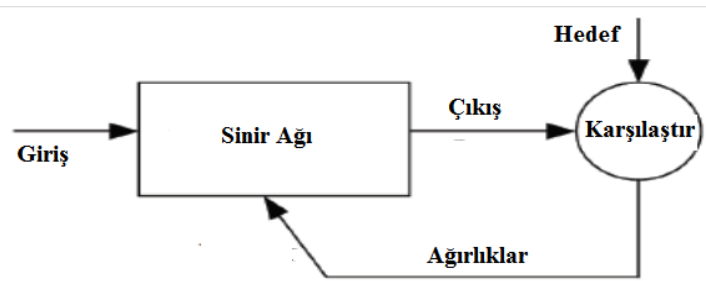
- MSE
- MSEREG
- SSE, bire bir.

Kullanılan Geçiş işlevleri :

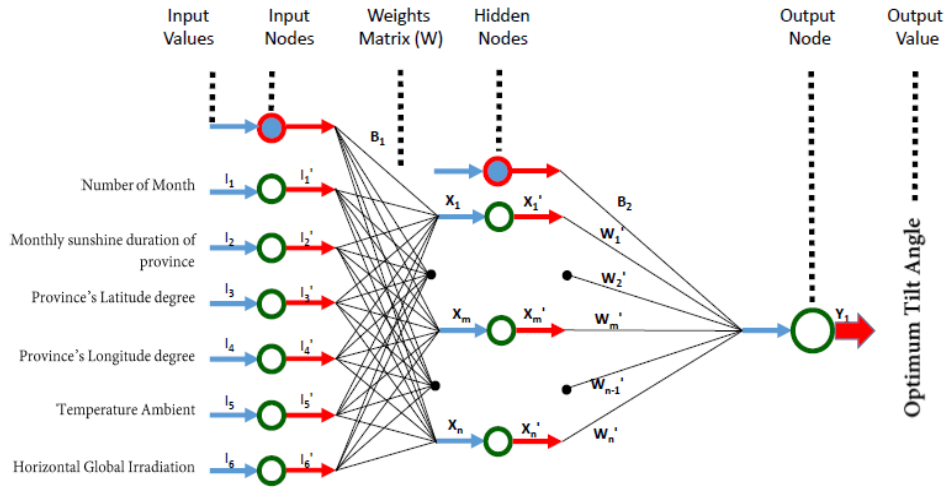
- Tansig
- Logsig
- Purelin, sırasıyla

Birçok kez yapılan deneme, yanılmadan sonra, LEVENBERG-Marquadt (LM) algoritmasının ANN'deki eğitim sürecini geliştirdiği ve hızlandırdığı için en iyi seçim olduğu bulundu.

Bu tasarımda çok katmanlı bir geri bildirim (YSA) modeli kullanıldı, Şekil5.11 geri bildirim çok katmanlı algılayıcının öbek diyagramını göstermektedir (çok katmanlı algı yönetmeni (MLP)).



Şekil 5.2. Geri bildirim ağı için öbek çizimi



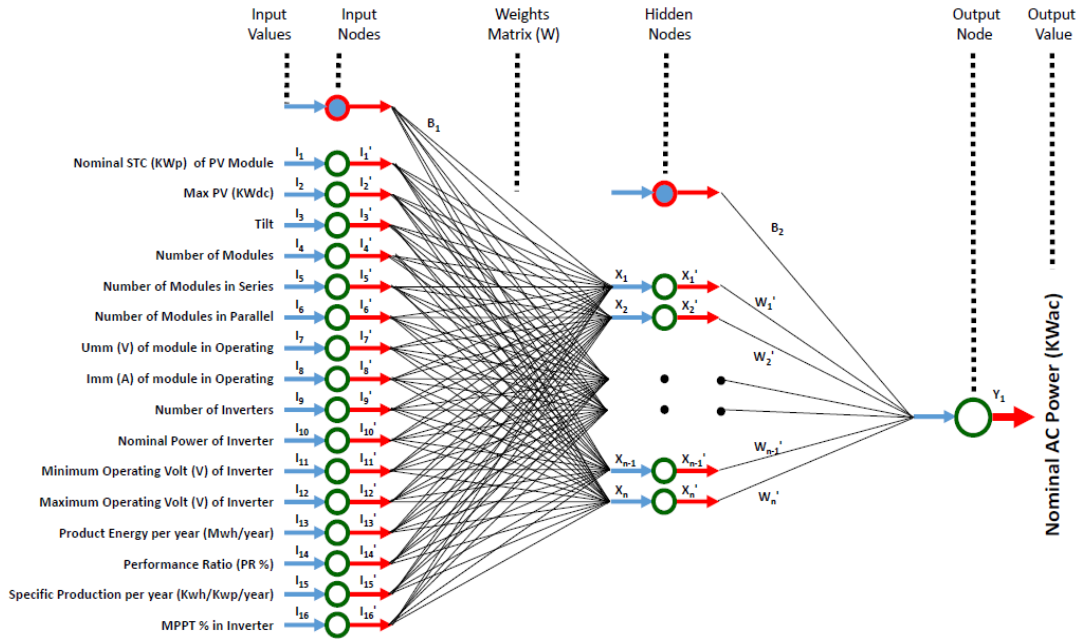
Şekil 5.3. Kurulan yapay sinir ağının yapısı (İlk Senaryo)

Bu tasarımda, bir dizi farklı gizli katman seçildi ve eğitimden sonra bu gizli katmanları karşılaştırarak, en iyi gizli katman sayısı netleştirilerek en iyi sonuç bulundu, ilk senaryo için gizli katman sayısı ( eğim açısı) 20, 15 ve 10 nöron sayısı ile

2 idi ve karşılaştırılan katman sayısı İkinci senaryodaki bazıları (PV çıkış gücü) 2, nöron sayısı 15, 12 ve 10 idi.

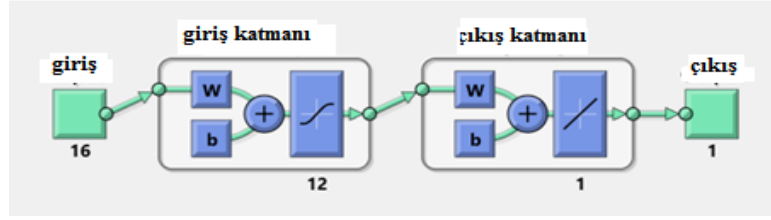
Eğitim işlevleri TRAINLM, TRAINGDM ve TRAINGDX kullanıldı ancak uyarılama öğrenme işlevleri olarak LEARNGD & LEARNGDM kullanıldı, MSE, MSEREG ve SSE, başarımların işlevleri olarak kullanılmak üzere seçildi ancak seçimi tamamlamak için, Tansig, Logsig & Burelin olması için Geçiş işlevlerini seçmeniz gerekir. Daha sonra, en iyi ve en iyi sonucu veren işlevleri çıkarmak için karşılaştırmalar yapıldı.

Bu iki senaryo için de geçerlidir. Şekil 5.3, ilk senaryo için kurulan ağı göstermektedir, Şekil 5.4, ise ikinci senaryo için kurulan ağı göstermektedir.



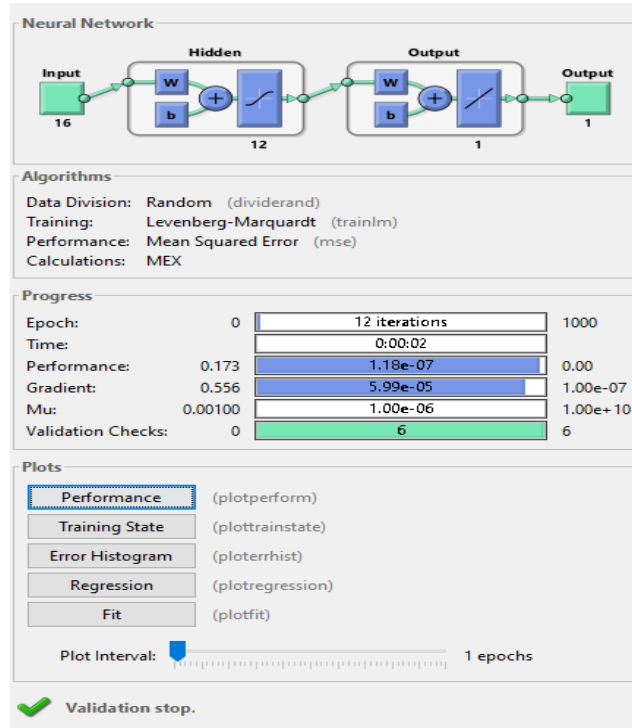
Şekil 5. 4. Kurulan yapay sinir ağının yapısı (ikinci Senaryo)

### 5.5.4. Ağ Eğitimi



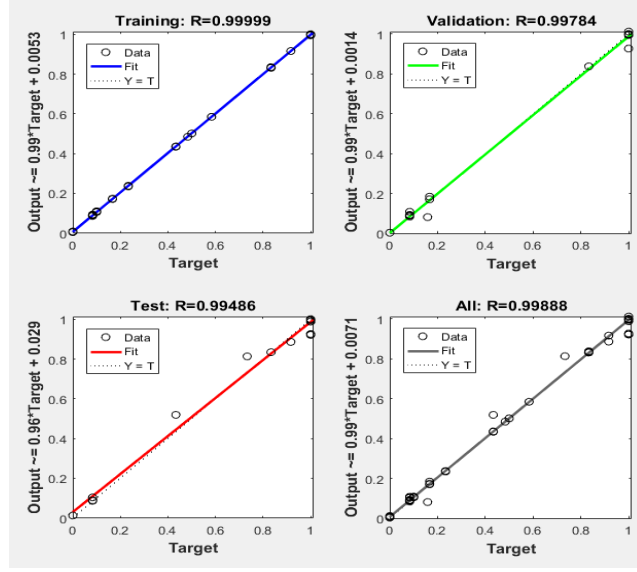
Şekil 5.5. Matlab'da eğitim ağı modeli

Ağı oluşturduktan sonra (Şekil5.14'te gösterildiği gibi), eğitime hazır olduğunu, doğrulama denetiminin sayısının 3 - 8 kez seçildiğini ve daha sonra ağın Şekil 5.15'te gösterildiği gibi eğitildiğini söyleyebiliriz.

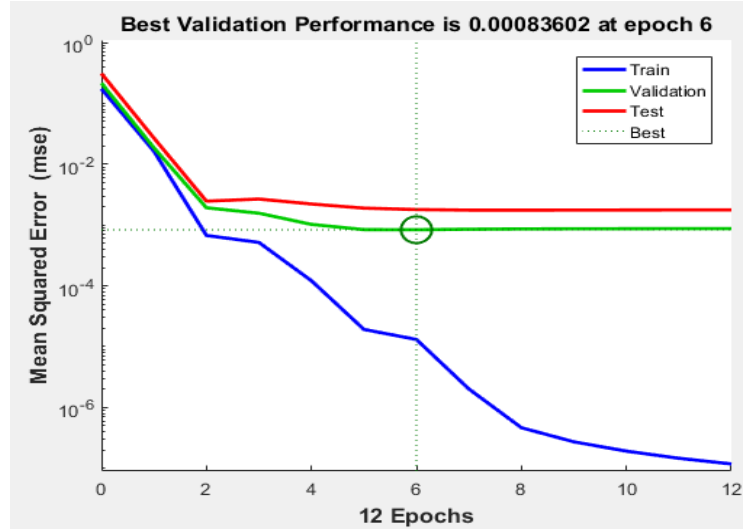


Şekil 5.6. Sinir ağının eğitimi

Şekil 5.16'da regresyon grafiği başarımlı çözümlenmesi elde edildiğinde, matlab'daki "trainlm", "Traindgm" ve "Traindgm" aracı kullanılarak girişler ve çıkışlar arasındaki ilişki tespit edildiğinde, şekil 5.17'de gösterildiği gibi kabul edilebilir sonuçlar elde edilene kadar eğitim birkaç kez tekrarlandı



Şekil 5.7. Regresyon grafiği başarımları



Şekil 5.8. YSA bloğunun Eğitim sonucu

### 5.5.5. Ağın Doğrulması

Çok katmanlı YSA'yı eğitmek istediğimizde, Öncelikle verileri üç alt gruba ayırın. İlk alt küme eğitim kümesidir, ikinci alt küme doğrulama kümesidir ve doğrulama kümesindeki yanlış eğitim süreci boyunca izlenir. Doğrulama yanlılığı, eğitim seti yanlılığı gibi normal olarak eğitimin ilk aşamasında azalır. Ancak, ağ verilere aşırı sığdırmaya başladığında, doğrulama kümesindeki yanlış genellikle yükselmeye başlar. Ağ ağırlıkları ve önyargıları doğrulama kümesi yanlılığının en az olduğu şekilde kaydedilir. (Abdulrazzaq and Agha)

### 5.5.6. Ağı Sınama (BENZETİM)

Sınama, örneklerin bir kısmının belirlendiği ve üzerinde sınımasın yapıldığı son işlemdir (ilk senaryo için 108 rastgele örnek ve ikinci senaryo için 15 rastgele örnek seçilmiştir, (sınama için seçilen örnekler eğitime katılmamıştır), ve sonra kestirim edilen sonuçlar verilen sonuçlarla karşılaştırılır ve mevcut yanılğı oranı çıkarılır.

NN örneklerinin başarımını ölçmek için belirleme yüzdelerinde 3 bölüme ayrılır, bu bölümler eğitim örnekleri, sınama örnekleri ve doğrulama örnekleridir. Araştırmamızda, eğitim, sınama ve doğrulama örneklerinin her biri için örnekler sırasıyla%70, %15 ve %15 olarak bölünmüştür. (Varsayılan olarak kullanılan ortalamadır).

\* Yukarıda belirtilenlerin tümü her iki senaryo için de geçerlidir.

## 5.6. Yapay Sinir Ağında Kullanılan İşlevler

### 5.6.1. Eğitim İşlevi

#### 5.6.1.1. Trainlm (LM)

Levenberg-Marquardt (LM) backpropagation, Trainlm ağırlık ve önyargı değerlerini güncellemek için Levenberg-Marquardt optimizasyonunu kullanan bir ağ eğitim işlevidir. Newcf, newtdnn, newff ve newnarx gibi çeşitli ağ geliştirme işlevleri, varsayılan eğitim işlevleri olarak trainlm kullanır. Diğer algoritmalarından daha fazla belleğe ihtiyaç duymasına rağmen, trainlm genellikle araç kutusundaki en hızlı geri kullanım algoritmasıdır ve ilk tercih denetlenen bir algoritma olarak kesinlikle önerilir. Doğrulama vektörlerindeki ağ çıktısı değiştirilmezse veya üst üste en fazla başarısız dönemler için aynı kalırsa, doğrulama vektörleri eğitimi erken durdurmak için kullanılır. Sınama vektörleri, ağın iyi genelleştirildiğini, ancak eğitim üzerinde hiçbir etkisi olmadığından emin olmak için daha fazla denetim olarak kullanılır.

Levenberg-Marquardt algoritması, yarı-Newton yöntemleri gibi, Hessian matrisini hesaplamak zorunda kalmadan ikinci dereceden eğitim hızına yaklaşmak için tasarlanmıştır. Başarım işlevi bir kare toplamı biçimine sahip olduğunda, Hessian matrisi şu şekilde yaklaşık olarak kullanılabilir

$$H = J^T . J$$

Burada J, ağırlıklar ve önyargılar açısından ağ yanılıgılarının ilk türevlerini içeren Jacobian matrisidir. Hesaplamalar için bu işlev, çıktının bir ortalama veya karesi alınmış yanılıgılarının sayısı olduğunu varsayan Jacobian'ı kullanır. Bir işlev olarak, bu özellik ile eğitilmiş ağlar iki başarımlı işlevinden birini kullanmalıdır: mse veya sse.

### 5.6.1.2. Traingdm

Momentum geri yayılımlı gradyan iniş, Traingdm, ağırlık ve önyargı değerlerini güncellemek için momentumlu gradyan inişi kullanan bir ağ eğitim işlevidir. Traingdm tarafından uygulanan momentumlu gradyan inişi, ağırlık yalnızca yerel gradyanlara değil, aynı zamanda yanılıgı yüzeyindeki son trendlere de yanıt vermesine yardımcı olur. Momentum, ağırlık bir düşük geçiş filtresi görevi görerek yanılıgı yüzeyindeki küçük özellikleri göz ardı etmesini sağlar. Momentumu olmayan bir ağ, sığ bir yerel en düşükda sıkışıp kalabilir. Bir ağ, ivme ile en düşük düzeyde kayacaktır. traingdm, ağırlığı, net girdisi ve geçiş işlevleri için türev işlevleri olan herhangi bir ağı eğitebilir.

Ağırlık ve sapma değişkenleri X'e göre çıktı perf türevleri, geri yayılma kullanılarak hesaplanır. Her vektörü değiştirmek için momentumlu gradyan inişi kullanılır (Hagan et al., 1996).

$$dX = mc * dX_{prev} + lr * (1 - mc) * dpref/dX$$

Burada: dX prev, ağırlık veya sapmada yapılan önceki değişikliklerdir.

### 5.6.1.3. Traingdx

Uyarlanabilir öğrenme hızının ve gradyan inişinin momentumla geri yayılması. traingdx, ağırlık ve önyargı değerlerini güncellemek için gradyan iniş momentumu ve uyarlanabilir bir öğrenme oranı kullanan bir ağ eğitim işlevidir. traingdx, ağırlığı, net girişi ve aktarım işlevleri türev işlevleri olduğu sürece herhangi bir ağı eğitebilir. Ağırlık ve sapma değişkenleri X'e göre çıktı perf türevleri, geri yayılma kullanılarak hesaplanır. Her vektörü değiştirmek için momentumlu gradyan inişi kullanılır.

$$dX = mc * dX_{prev} + lr * mc * dpref/dX$$

Burada: dXprev, ağırlık veya sapmada yapılan önceki değişikliklerdir.

## 5.6.2. Uyarlama Öğrenme İşlevi

### 5.6.2.1. Learngd

Gradyan iniş ağırlığı ve önyargı öğrenme işlevi. öğrenilen Gradyan iniş ağırlığı ve önyargı öğrenme işlevidir, Learngd'yi newff, newcf veya newelm ile kullanan standart bir ağ oluşturabilirsiniz. Learngd ile uyum sağlamak için özel bir ağ katmanının ağırlıklarını ve önyargısını hazırlar. learngd, nöronun giriş P ve yanılı E'sinden belirli bir nöron için ağırlık değişim dW'sini ve gradyan inişine göre ağırlık (veya önyargı) öğrenme oranı LR'yi hesaplar.

$$dw = lr * gW$$

### 5.6.2.2. Learnadm

learnadm, momentum ağırlığı ve önyargı öğrenme işlevine sahip gradyan inişidir. learnadm, nöronun giriş P ve yanılı E'sinden belirli bir nöron için ağırlık değişim dW'sini, momentumlu degrade inişe göre ağırlık (veya önyargı) W, öğrenme hızı LR ve momentum sabit MC'sini hesaplar

$$dW = mc * dW_{prev} + (1 - mc) * lr * gW$$

Önceki ağırlık değişimi dW<sub>prev</sub> saklanır ve öğrenme durumu LS'den okunur.

## 5.6.3. Başarım İşlevleri

### 5.6.3.1. MSE

MSE, ağlar için bir başarım işlevidir. Kare yanılıların ortalaması, ağın sonuçlarını değerlendirmek için kullanılır. Düzenlemenin değeri 0 ile 1 arasında herhangi bir sayı olabilir. Çıkış denkleminde yanılılara kıyasla ne kadar çok kare ağırlık ve sapma kullanılırsa, normalleştirme değeri o kadar yüksektir. Varsayılan değer 0'dır, bu da düzenlileştirme olmadığı anlamına gelir. 'Normalleştirme' 'sıfır' olarak ayarlanabilir (varsayılan); 'standard' (-2 ile 2 arasındaki yanılıları normalleştirir, çıktıları ve hedefleri -1 ile 1 arasında normalleştirmeye eşdeğerdir); veya 'yüzde' (-1 ile 1 arasındaki yanılıları normalleştirir). Bu işlev, çok elemanlı çıkış ağları için kullanışlıdır. En yüksek hedef değer aralığına sahip çıktı öğesinin göreceli doğruluğuna öncelik vermek yerine, farklı hedef değer aralıklarına sahip çıktı öğelerinin göreceli doğruluğunun eşit derecede önemli kabul edilmesini sağlar.

### 5.6.3.2. SSE

Toplam karesi alınmış yanılığın başarımlı işlevi. SSE bir ağ başarımlı işlevi. Kare yanılığların toplamına göre başarımlı ölçer. Bu işlev, parametre adı / çift bağımsız değişkenleri ile tanımlanabilen üç isteğe bağlı işlev parametresine veya parametre adına sahip ve parametre değerleri atanmış alanlara sahip yapı FP argümanı olarak sahiptir.

- Düzenlileştirme: varsayılan değer olan 0 ile 1 arasında herhangi bir değere ayarlanabilir.
- Normalleştirme: varsayılan 'mutlak' veya 'normalleştirilmiş' (normalleştirilmiş çıktı ve [-1 1] hedef aralıklarıyla tutarlı [+2 -2] aralığındaki yanılığları normalleştirir) veya 'yüzde' ([-1 +1] aralığındaki yanılığları normalleştirir) olarak ayarlanabilir.
- Karesel Ağırlıklandırma: Yanılığ ağırlıklarının kareleri alınmış yanılığlara uygulamak için varsayılan doğruya veya kareleme öncesi mutlak yanılığlara yanılığ ağırlıkları uygulamak için yanılığ olarak ayarlanabilir.

### 5.6.4. Geçiş İşlevleri

#### 5.6.4.1. Tansig

Tansig sinirsel geçişin bir işlevi. Aktarım işlevleri katmanın net girdisinden çıktısını hesaplar.

$$a = \text{tansig}(n) = 2 / (1 + \exp(-2 * n)) - 1$$

Bu matematiksel olarak  $\tanh(N)$  eşdeğerdir. TANH'ın MATLAB uygulamasından daha hızlı çalışması bakımından farklıdır, ancak sonuçlar çok küçük sayısal farklılıklara sahip olabilir. Bu işlev, hızın önemli olduğu ve aktarım işlevinin tam şeklinin olmadığı sinir ağları için iyi bir dengedir. (Vogl et al 1988)

#### 5.6.4.2. Logsig

Logsig bir geçiş işlevi. Aktarım işlevleri, bir katmanın çıktısını net girişinden hesaplar.

$$\text{logsig}(n) = 1 / (1 + \exp(-n))$$

#### 5.6.4.3. Purelin

Purelin sinirsel bir geçiş işlevi. Aktarım işlevleri, bir katmanın çıktısını net girişinden hesaplar.

## 6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 6.1. Sonuçlar

Bir güneş enerjisi dizgesinin verimliliğini artırmak ve iyileştirmek için eğim açısının en uygununu hesapladık ve bunda en yüksek role sahip olan yapay sinir ağı programının (ANN'ler) kullanımına göre çıkış gücünü hesapladık, böylece dizge tasarımından elde edilen değerler sonuçları bir programda alındı (PVsyst6.8.5) ve sinir ağı (ANN) için giriş değerleri olarak kullandık.

TRAINLM, TRAINGDM ve TRAINGDX eğitim işlevi olarak, LEARNGD ve LEARNGDM adaptasyon işlevi olarak, MSE, MSEREG ve SSE başarımlar işlevleri olarak kullanılır iken Tansig, Logsig ve Burelin geçiş işlevi kullanarak gerekli değer seçimleri yapıldı. İlk senaryo için katman sayısı (eğim açısı) 2 ile 20, 15 ve 10 nöron sayısı idi ve ikinci senaryoda karşılaştıran katman sayısı (PV çıkış gücü) 2, nöron sayısı 15, 12 ve 10'du.

Ardından, en iyi ve en iyi sonucu veren işlevleri çıkarmak için karşılaştırmalar yapıldı.

Sinir ağını ilk senaryoda 108 giriş (eğim açısı) ve ikinci senaryoda 15 giriş (fotovoltaik çıkış gücü) için sınaama ettikten sonra, elde edilen sınaama sonuçlarının değerleri daha önce kurulmuş olan değerlerle karşılaştırıldı, karşılaştırılan değerler normalleştirildi, ve böylece normalleştirilmiş olduğunda değerler aşağıdaki formüle göre ayarlandı:

$$x_i = x' * (x_{max} - x_{min}) + x_{min}$$

Burada:

$x'$  Normalleştirilmiş değer;

$x_i$  Gerçek girdi veya çıktı değeri;

$x_{min}$  En düşük giriş veya çıkış değeri;

$x_{max}$  En yüksek giriş veya çıkış değeri.

### 6.2.Sonuç Çözümlemesi

İlk senaryo için Deney Sonuçları Tablo 6.1, Tablo 6.2, Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'te, İkinci senaryo için Tablo 6.8, Tablo 6.9, Tablo 6.10 ve Tablo 6.11. gösterilmektedir. Sinir ağı modelini çalışırken geçiş işlevlerinin farklı etkinleştirme işlevlerinin başarımlar

işlevleri üzerindeki etkisinin gözlenmiştir. Benzetimi değiştirerek, Sinir Ağı Aracını üç başarımlı işlevinde, yani MSE, MSEREG ve SSE'de , geçiş işlevleri TRANSIG, LOGSIG ve PURELIN ve Eğitim işlevleri TRAINLM ve TRAİNGDX, çalıştırın ve çeşitli sayıda nöron kullanarak uyarılma öğrenme işlevleri, LEARNGD & LEARNGDM İLE sonuçları doğrulanmıştır.

Bu tezde kullanılan işlevler Tablolarda kolaylık sağlanması için aşağıdaki gibi kodlanabilir:

#### Eğitim İşlevleri

- TRAINLM (Eİ1)
- TRAİNGDX (Eİ2)

#### Uyarılma/ Öğrenme İşlevleri

- LEARNGD (Öİ1)
- LEARNGDM (Öİ2)

#### Başarımlı İşlevleri:

- MSE (Bİ1)
- MSEREG (Bİ2)
- SSE (Bİ3)

#### Geçiş İşlevleri :

- Tansig (Gİ1)
- Logsig (Gİ2)
- Purelin (Gİ3)

#### Başarımlı İşlevleri:

- MSE (Bİ1)
- MSEREG (Bİ2)
- SSE (Bİ3)

#### Geçiş İşlevleri :

- Tansig (Gİ1)
- Logsig (Gİ2)
- Purelin (Gİ3) &

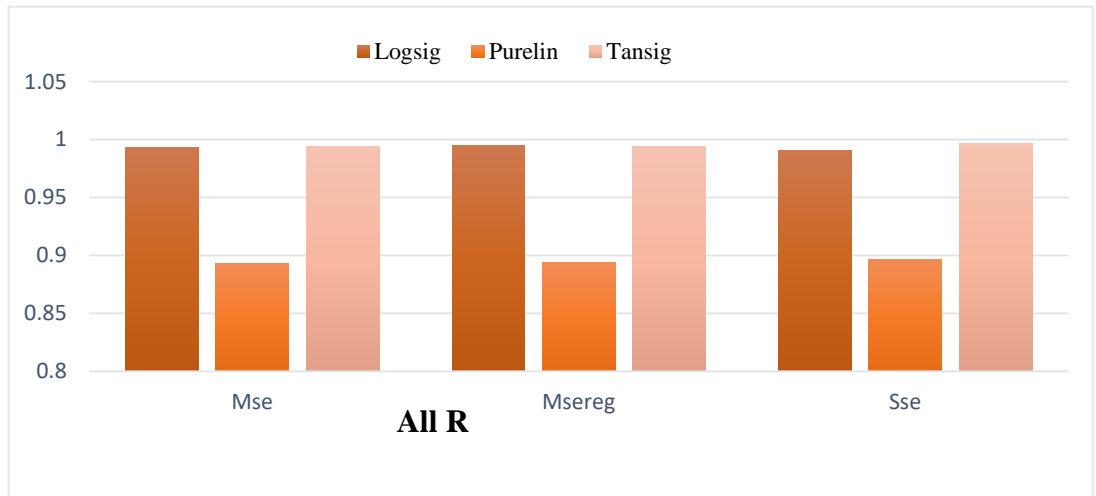
Gizli Katman sayısı (GKS).

**Tablo 6.1.** Çeşitli Geçiş işlevleri için Eğim Açısının Sonuçları (All R)

Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99422	0.89377	0.99301			
Bİ2	0.99373	0.89854	0.99505	20	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.9931	0.89317	0.99257			
Bİ1	0.99283	0.90027	0.99332			
Bİ2	0.99346	0.89015	0.99485	20	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.9957	0.8959	0.99592			
Bİ1	0.96747	0.90335	0.98463			
Bİ2	0.95103	0.89116	0.98388	20	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98033	0.89258	0.9872			
Bİ1	0.98362	0.89793	0.98692			
Bİ2	0.97666	0.89848	0.98272	20	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.94537	0.89729	0.98415			
Bİ1	0.99568	0.89811	0.9961			
Bİ2	0.99307	0.89317	0.9939	15	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99614	0.89756	0.99419			
Bİ1	0.99406	0.89039	0.99378			
Bİ2	0.99413	0.89748	0.99446	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99472	0.88121	0.99434			
Bİ1	0.97109	0.89795	0.98481			
Bİ2	0.97413	0.90236	0.9873	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98195	0.89873	0.98229			
Bİ1	0.9768	0.88075	0.98466			
Bİ2	0.97928	0.89444	0.9822	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.98201	0.89192	0.98696			
Bİ1	0.99577	0.89987	0.99345			
Bİ2	0.9924	0.88858	0.99424	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99204	0.88984	0.98782			
Bİ1	0.99353	0.89333	0.99407			
Bİ2	0.99459	0.89437	0.99421	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99064	0.89637	0.99659			
Bİ1	0.96581	0.89036	0.97978			
Bİ2	0.97757	0.87789	0.98187	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98724	0.89705	0.98752			
Bİ1	0.95568	0.89655	0.98725	10	Eİ2	
Bİ2	0.98063	0.89902	0.9845			Öİ2

Tablo 6.1, sinir ağı modelini eğitirken başarımlar üzerindeki geçiş işlevlerinin çeşitli senaryoları altında elde edilen çeşitli uyarılma öğrenme işlevleri ile ve çeşitli sayıda nöron kullanarak (20,15,10). ilk senaryo (eğitim açısı) için doğru All R (All Regression) sonuçlarını göstermektedir,

TRANSIG aktarım işlevi ile SSE başarımlar işlevi, eğitim işlevi TRAINLM ve öğrenme işlevi LEARNGD, 20 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 15 nöron için, 0,99592'ye eşittir. TRANSIG geçiş işlevi ile MSE başarımlar işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 10 nöron için, 0.9961'dir. TRANSIG geçiş işlevi ile SSE başarımlar işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGD en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 0.99659'dur. Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli SSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGD öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı ALL R sonuçları, yani 0.99659 sağlar.



**Şekil 6.1.** Çeşitli Geçiş işlevleri için Eğitim Açısının Sonuçları (All R)

Tablo 6.2, sinir ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılma öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron (20,15,10) kullanırken başarımlar üzerindeki aktarım işlevlerinin çeşitli senaryoları altında elde edilen ilk senaryo (Eğitim açısı) için Eğitim R (Eğitim Regresyonu) sonuçlarıdır.

**Tablo 6.2.** Çeşitli Geçiş işlevleri için Eğim Açısının Sonuçları (Traning R)

Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim işlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99579	0.88172	0.9939			
Bİ2	0.99477	0.8902	0.99608	20	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99589	0.8883	0.99432			
Bİ1	0.99525	0.90951	0.99478			
Bİ2	0.99384	0.89969	0.99757	20	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99721	0.89678	0.9975			
Bİ1	0.968	0.90934	0.98684			
Bİ2	0.96235	0.90334	0.9856	20	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98305	0.89725	0.98757			
Bİ1	0.98525	0.89987	0.989909			
Bİ2	0.9809	0.89879	0.98315	20	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.95378	0.89485	0.98493			
Bİ1	0.99689	0.89895	0.9962			
Bİ2	0.99425	0.89407	0.99502	15	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99696	0.90167	0.99585			
Bİ1	0.99512	0.88832	0.99611			
Bİ2	0.99455	0.89237	0.99557	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99563	0.88817	0.99492			
Bİ1	0.97436	0.89622	0.98553			
Bİ2	0.97495	0.89828	0.98938	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98165	0.90079	0.98304			
Bİ1	0.97873	0.86255	0.98671			
Bİ2	0.97954	0.89933	0.98479	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.98303	0.87686	0.98792			
Bİ1	0.99591	0.9071	0.99479			
Bİ2	0.99439	0.88049	0.99567	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99527	0.88785	0.98932			
Bİ1	0.99464	0.89868	0.99524			
Bİ2	0.99523	0.89307	0.99558	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99159	0.90017	0.99768			
Bİ1	0.97803	0.88867	0.98122			
Bİ2	0.98011	0.87433	0.98365	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98796	0.89457	0.98821			
Bİ1	0.95674	0.89092	0.98916			
Bİ2	0.98132	0.90058	0.98447	10	Eİ2	Öİ2

TRANSIG geçiş işlevi, eğitim işlevi TRAINGDX ve öğrenme işlevi LEARNGD ile SSE başarımlı işlevi, 20 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar ve 0,98757'ye eşittir. 15 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli MSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçları olarak 0.9962 verir. 10 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli SSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGD en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99768'dir.

Burada da görüldüğü gibi, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli SSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGD öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Eğitim R sonuçları, yani 0.99768dir.



**Şekil 6.2.** (Training R) için çeşitli Geçiş işlevleri için Eğitim Açısının Sonuçları

Tablo 6.3, sinir ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılma öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron (20,15,10) kullanırken başarımlı işlevleri üzerindeki aktarım işlevlerinin çeşitli senaryoları altında elde edilen ilk senaryo (Eğitim açısı) için Validation R (Doğrulama Regresyon) sonuçlarıdır.

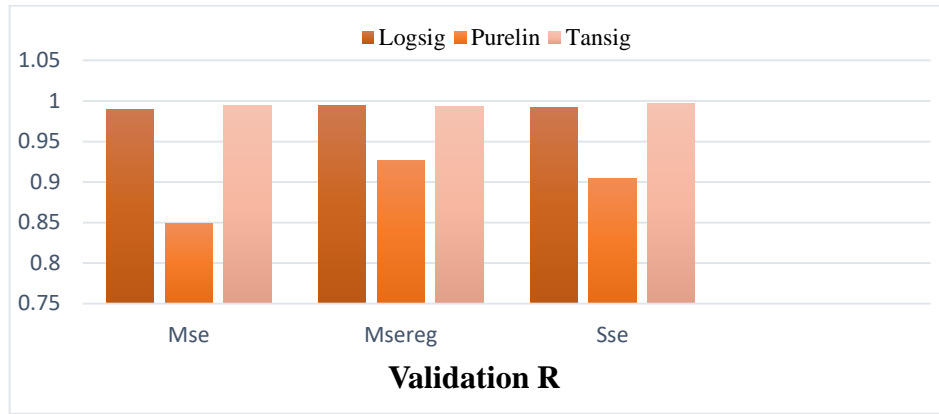
**Tablo 6.3.** Çeşitli geçiş işlevleri için eğim açısının sonuçları  
(Validation R)

Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99105	0.89478	0.99327			
Bİ2	0.99238	0.92023	0.99276	20	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.98416	0.92118	0.98854			
Bİ1	0.98625	0.89404	0.98857			
Bİ2	0.99141	0.8652	0.99242	20	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99348	0.92203	0.99461			
Bİ1	0.97677	0.90723	0.98118			
Bİ2	0.91396	0.83987	0.97883	20	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.97268	0.87134	0.98296			
Bİ1	0.98755	0.9263	0.98001			
Bİ2	0.96453	0.8751	0.98185	20	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.92397	0.91304	0.98358			
Bİ1	0.99478	0.88388	0.99622			
Bİ2	0.98949	0.88411	0.99219	15	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99421	0.92719	0.99221			
Bİ1	0.99247	0.86636	0.99364			
Bİ2	0.99409	0.93415	0.99326	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99316	0.86226	0.99408			
Bİ1	0.96623	0.90486	0.98347			
Bİ2	0.96377	0.93662	0.98708	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98415	0.89161	0.98231			
Bİ1	0.96915	0.96485	0.97879			
Bİ2	0.9806	0.89182	0.97322	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.9832	0.94203	0.98175			
Bİ1	0.99533	0.91168	0.99056			
Bİ2	0.99095	0.88782	0.9928	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.98438	0.90306	0.98887			
Bİ1	0.98969	0.84865	0.9939			
Bİ2	0.99417	0.92629	0.99352	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99216	0.90433	0.99664			
Bİ1	0.93076	0.86439	0.97555			
Bİ2	0.97541	0.88308	0.97658	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.9881	0.87364	0.98813			
Bİ1	0.95351	0.91582	0.98409	10	Eİ2	

Bİ2	0.97783	0.90603	0.98308	Öİ2
Bİ3	0.35961	0.94869	0.9904	

TRANSIG geçiş işlevi, eğitim işlevi TRAINGDX ve öğrenme işlevi LEARNGD ile SSE başarımları işlevi, 20 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar ve 0.99461'e eşittir. 15 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli MSE başarımları işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçları olarak 0.99622 verir. 10 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli SSE başarımları işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGD en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99664'dir.

Burada da görüldüğü gibi, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli SSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGD öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Doğrulama R sonuçları, yani 0.99664 dir.



**Şekil 6.3.** R doğrulaması için çeşitli Geçiş işlevleri için Eğitim Açısı Sonuçları

Tablo 6.4, sinir ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılma öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron (20,15,10) kullanırken, başarımları işlevleri üzerindeki geçiş işlevlerinin çeşitli senaryoları altında elde edilen ilk senaryo (eğitim açısı) için Sınama R (sınama regresyonu) sonuçlarıdır.

**Tablo 6.4.** Çeşitli Geçiş işlevleri için Eğitim Açısının Sonuçları (Sınama R)

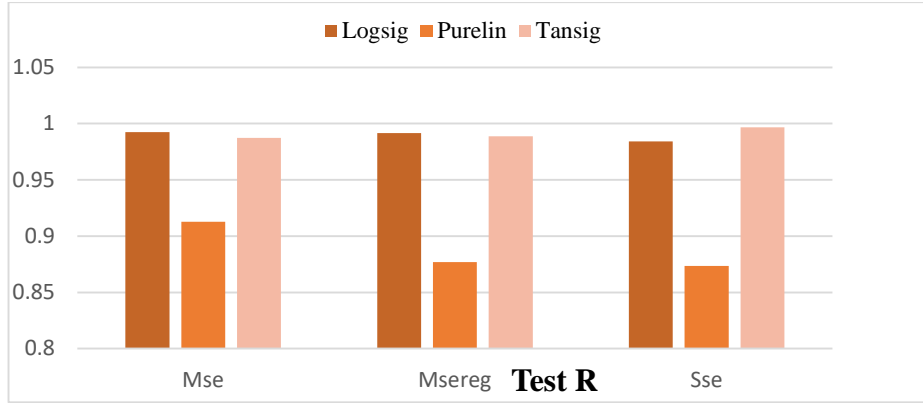
Başarımları İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.98906	0.95419	0.98883	20	Eİ1	Öİ2
Bİ2	0.99035	0.9174	0.99391			

Bİ3	0.98495	0.88317	0.98953			
Bİ1	0.98873	0.86281	0.99142			
Bİ2	0.99378	0.87717	0.98122	20	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99049	0.86877	0.98794			
Bİ1	0.95792	0.86862	0.97664			
Bİ2	0.9423	0.89867	0.98017	20	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.97608	0.88775	0.99006			
Bİ1	0.9676	0.86638	0.98145			
Bİ2	0.96736	0.92259	0.98263	20	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.92519	0.89272	0.98143			
Bİ1	0.99095	0.91245	0.99282			
Bİ2	0.99166	0.89717	0.99115	15	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99516	0.85553	0.98899			
Bİ1	0.99128	0.92807	0.98413			
Bİ2	0.9929	0.88586	0.99164	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.9928	0.87484	0.99326			
Bİ1	0.95034	0.8952	0.98448			
Bİ2	0.97847	0.88213	0.97694	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.9814	0.89546	0.97873			
Bİ1	0.9755	0.89536	0.9815			
Bİ2	0.97757	0.87557	0.97958	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.97712	0.9341	0.98762			
Bİ1	0.99476	0.85827	0.98973			
Bİ2	0.98516	0.94631	0.9906	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.8255	0.88645	0.98181			
Bİ1	0.99228	0.91261	0.98738			
Bİ2	0.9917	0.87694	0.98861	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.98409	0.8735	0.99655			
Bİ1	0.94017	0.93814	0.97845			
Bİ2	0.96667	0.88619	0.97876	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98298	0.92598	0.98505			
Bİ1	0.95788	0.90481	0.98138			
Bİ2	0.98062	0.8874	0.98616	10	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.44956	0.8992	0.98606			

TRANSIG geçiş işlevi, eğitim işlevi TRAINLM ve öğrenme işlevi LEARNGDM ile MSEREG başarımlı işlevi, 20 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 0.99391'e eşittir. 15 nöron için, LOGSIG geçiş işlevli SSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99516'dır. 10 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli SSE başarımlı işlevi,

Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGD en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99566'dır.

Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli SSE ıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGD öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Sınama R sonuçları, yani 0.99655 dır.



**Şekil 6.4.** Çeşitli Geçiş işlevleri sınaması R için Eğim Açısının Sonuçları

Ve Matlab'da NN aracı tarafından sağlanan işlevlerden, ilk senaryoyu uygularken en iyi çıktı değerini elde etmek için dizgesi aşağıdaki gibi yürütmemiz gerekir

**Tablo 6.5.** En iyi Eğim Açısı için Seçilmiş İşlevler

Optimal Eğim Açısı ıkarmada Kullanılan İşlevler Ve Değerler				
Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi	Nöron Sayısı	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
SSE	TRANSIG	10	TRAINLM	LEARNGD

**Tablo 6.6.** Eğim Açısının R regresyon değerleri

R Regresyon Değerleri			
All R	Training R	Validation R	Sınama R
0.99659	0.99768	0.99664	0.99655

**Tablo 6.7.** İlk senaryo için sınama sonucu (Eğim Açısı)

<b>Eğim Açıları Sınama Sonuçları</b>				
	<b>Normalize Edilmemiş Değerler</b>		<b>Normalize Edilmiş Değerler</b>	
	<b>Installed Outputs</b>	<b>Sınamaed Outputs</b>	<b>Installed Outputs</b>	<b>Sınamaed Outputs</b>
1	35	36.49920816	0.8125	0.859350255
2	35	37.27004117	0.8125	0.883438787
3	35	37.40856408	0.8125	0.887767627
4	35	37.71441685	0.8125	0.897325527
5	35	37.57048849	0.8125	0.892827765
6	35	37.07573201	0.8125	0.877366625
7	35	36.04902386	0.8125	0.845281996
8	35	35.07926907	0.8125	0.814977158
9	35	35.67720399	0.8125	0.833662625
10	35	35.47103866	0.8125	0.827219958
11	35	36.49375969	0.8125	0.85917999
12	35	37.48516232	0.8125	0.890161322
13	33	40.99996985	0.75	0.999999058
14	33	40.99996176	0.75	0.999998805
15	33	40.99997855	0.75	0.99999933
16	33	40.99998385	0.75	0.999999495
17	33	40.99998932	0.75	0.999999666
18	33	40.99999242	0.75	0.999999763
19	33	40.99999282	0.75	0.999999776
20	33	40.99999183	0.75	0.999999745
21	33	40.99999089	0.75	0.999999715
22	33	40.99998664	0.75	0.999999582
23	33	40.9999834	0.75	0.999999481
24	33	40.99998027	0.75	0.999999384
25	32	33.30596556	0.71875	0.759561424
26	32	33.09041228	0.71875	0.752825384
27	32	33.50150077	0.71875	0.765671899
28	32	33.13211036	0.71875	0.754128449
29	32	33.0759537	0.71875	0.752373553
30	32	32.7239225	0.71875	0.741372578
31	32	32.4937398	0.71875	0.734179369
32	32	32.29294271	0.71875	0.72790446
33	32	32.27819779	0.71875	0.727443681

34	32	33.19817154	0.71875	0.756192861
35	32	33.97163299	0.71875	0.780363531
36	32	33.83425899	0.71875	0.776070593
37	32	40.97301822	0.71875	0.999156819
38	32	40.9732651	0.71875	0.999164534
39	32	40.97936848	0.71875	0.999355265
40	32	40.98531179	0.71875	0.999540993
41	32	40.98893715	0.71875	0.999654286
42	32	40.99073779	0.71875	0.999710556
43	32	40.99055469	0.71875	0.999704834
44	32	40.98989402	0.71875	0.999684188
45	32	40.98876521	0.71875	0.999648913
46	32	40.98598729	0.71875	0.999562103
47	32	40.98320179	0.71875	0.999475056
48	32	40.9811708	0.71875	0.999411587
49	14	34.00747628	0.15625	0.781483634
50	14	34.6143985	0.15625	0.800449953
51	14	33.86654766	0.15625	0.777079614
52	14	34.4332561	0.15625	0.794789253
53	14	33.99153064	0.15625	0.780985332
54	14	34.33896563	0.15625	0.791842676
55	14	34.0900894	0.15625	0.784065294
56	14	34.17712166	0.15625	0.786785052
57	14	33.87518575	0.15625	0.777349555
58	14	34.29803168	0.15625	0.79056349
59	14	34.05529035	0.15625	0.782977824
60	14	33.621193	0.15625	0.769412281
61	35	32.6329154	0.8125	0.738528606
62	35	32.28190241	0.8125	0.72755945
63	35	31.59599372	0.8125	0.706124804
64	35	30.43389359	0.8125	0.669809175
65	35	29.28033248	0.8125	0.63376039
66	35	26.66729805	0.8125	0.552103064
67	35	23.34967807	0.8125	0.44842744
68	35	24.28999643	0.8125	0.477812389
69	35	28.67721538	0.8125	0.614912981
70	35	31.4547436	0.8125	0.701710738
71	35	32.53736074	0.8125	0.735542523
72	35	32.68182986	0.8125	0.740057183
73	41	40.03193691	1	0.969748028

74	41	40.0173627	1	0.969292584
75	41	40.05703466	1	0.970532333
76	41	39.74901312	1	0.96090666
77	41	39.4774769	1	0.952421153
78	41	39.23272802	1	0.944772751
79	41	39.01869969	1	0.938084365
80	41	39.04081727	1	0.93877554
81	41	39.330665	1	0.947833281
82	41	39.56436656	1	0.955136455
83	41	39.78356411	1	0.961986378
84	41	40.08139009	1	0.97129344
85	38	39.01915444	0.90625	0.938098576
86	38	39.1313026	0.90625	0.941603206
87	38	39.10826294	0.90625	0.940883217
88	38	38.91693548	0.90625	0.934904234
89	38	38.49107536	0.90625	0.921596105
90	38	38.22246613	0.90625	0.913202067
91	38	38.22978565	0.90625	0.913430802
92	38	37.98542665	0.90625	0.905794583
93	38	38.78879259	0.90625	0.930899769
94	38	38.87281428	0.90625	0.933525446
95	38	38.72952168	0.90625	0.929047553
96	38	39.23348701	0.90625	0.944796469
97	27	31.10644781	0.5625	0.690826494
98	27	30.89402176	0.5625	0.68418818
99	27	30.59937484	0.5625	0.674980464
100	27	30.37795758	0.5625	0.668061174
101	27	30.2284813	0.5625	0.663390041
102	27	29.74124151	0.5625	0.662399143
103	27	29.86123374	0.5625	0.651913554
104	27	29.65371488	0.5625	0.64542859
105	27	29.56091047	0.5625	0.642528452
106	27	29.79887539	0.5625	0.649964856
107	27	30.7678855	0.5625	0.680246422
108	27	31.5306558	0.5625	0.704082994

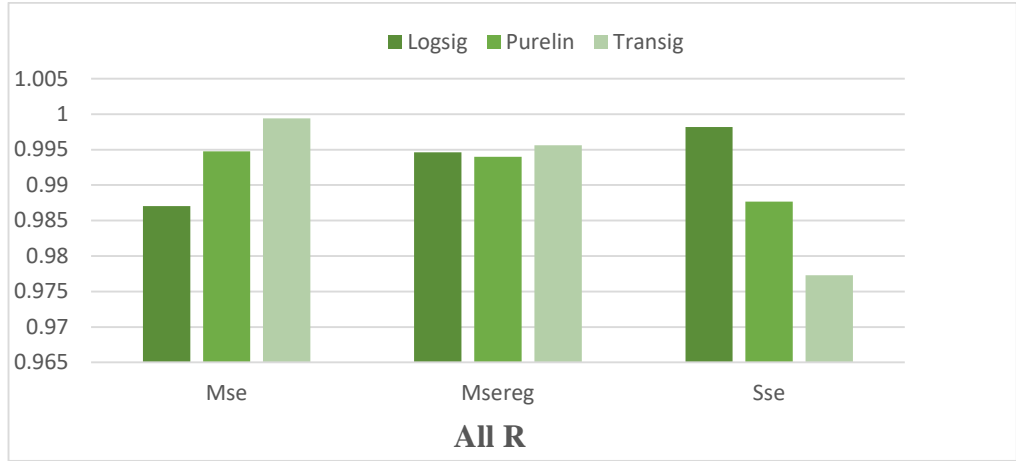
Tablo 6.8, sinir ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılma öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron (15,12,10) kullanırken başarımların işlevleri üzerinde çeşitli aktarım işlevleri senaryoları altında elde edilen ikinci senaryo (PV çıkış gücü) için doğru bir All R (Tüm Regresyon) sonuçlarını gösterir.

**Tablo 6.8.** (İkinci Senaryo) için çeşitli Geçiş işlevlerinin (ALL R) sonuçları

Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99316	0.99342	0.9973			
Bİ2	0.98661	0.9945	0.99775	15	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99438	0.99519	0.99769			
Bİ1	0.9737	0.99426	0.99089			
Bİ2	0.99837	0.99483	0.9703	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.98346	0.99308	0.97815			
Bİ1	0.99136	0.99509	0.99242			
Bİ2	0.99813	0.99432	0.98282	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.9989	0.95987	0.99809			
Bİ1	0.99789	0.99515	0.99548			
Bİ2	0.99893	0.99503	0.99319	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99001	0.94988	0.99124			
Bİ1	0.99469	0.98799	0.99809			
Bİ2	0.99399	0.99271	0.99822	12	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99701	0.99562	0.99409			
Bİ1	0.99898	0.98808	0.99318			
Bİ2	0.99449	0.99472	0.98773	12	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.95479	0.99528	0.96462			
Bİ1	0.99306	0.98547	0.99744			
Bİ2	0.9921	0.99567	0.99149	12	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99059	0.99452	0.9989			
Bİ1	0.9919	0.98463	0.99239			
Bİ2	0.99042	0.99034	0.9877	12	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99664	0.97956	0.99616			
Bİ1	0.98703	0.99476	0.9994			
Bİ2	0.99463	0.994	0.99563	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99819	0.98769	0.97731			
Bİ1	0.99856	0.99548	0.99302			
Bİ2	0.99841	0.99513	0.99747	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99236	0.18466	0.98817			
Bİ1	0.97165	0.99368	0.9981			
Bİ2	0.99134	0.99412	0.99641	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99663	0.99026	0.98947			
Bİ1	0.99834	0.99545	0.99837			
Bİ2	0.99535	0.99482	0.97335	10	Eİ2	Öİ2

LOGSIG geçiş işlevi, eğitim işlevi TRAINGDX ve öğrenme işlevi LEARNGDM ile MSEREG başarımlı işlevi, 15 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 0,99893'e eşittir. 12 nöron için, LOGSIG geçiş işlevli MSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 0.99898'dir. 10 nöron için, TRANSIG geçiş işlevli MSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.9994'tür.

Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli MSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGDM öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Tüm R sonuçları, yani 0.9994 dir.



**Şekil 6.5.** (İkinci Senaryo), Çeşitli Geçiş işlevleri (All R) için sonuçlar

Tablo 6.9, sinir ağı modelini eğitirken başarımlı işlevlerine ilişkin çeşitli geçiş işlevleri senaryoları altında elde edilen ikinci senaryo (PV çıkış gücü) için çeşitli uyarılama öğrenme işlevleri ile ve çeşitli sayıda nöron kullanarak (15,12,10). Training R (Eğitim Regresyonu) sonuçlarını göstermektedir,

**Tablo 6.9.** (İkinci Senaryo) Çeşitli Geçiş işlevleri (Eğitim R) için sonuçlar

Başarımlı İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99052	0.99496	0.99967	15	Eİ1	Öİ2
Bİ2	0.99904	0.99545	0.99909			

Bİ3	0.99971	0.99566	0.99866			
Bİ1	0.9998	0.9957	0.99923			
Bİ2	0.99912	0.99566	0.97018	15	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.98791	0.99499	0.98986			
Bİ1	0.99935	0.99541	0.9996			
Bİ2	0.9991	0.99567	0.98716	15	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99946	0.96708	0.99856			
Bİ1	0.99869	0.99591	0.99711			
Bİ2	0.99904	0.9959	0.99941	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99574	0.94125	0.99457			
Bİ1	0.9997	0.99533	0.9986			
Bİ2	0.99953	0.99507	0.99891	12	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99837	0.99529	0.99979			
Bİ1	0.99962	0.98768	0.99961			
Bİ2	0.99432	0.99508	0.99048	12	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.98357	0.99619	0.96166			
Bİ1	0.99881	0.98255	0.99947			
Bİ2	0.99942	0.99588	0.99921	12	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99913	0.99509	0.9992			
Bİ1	0.99541	0.99589	0.99907			
Bİ2	0.99958	0.9951	0.99545	12	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99766	0.98174	0.99688			
Bİ1	0.99783	0.99507	0.99999			
Bİ2	0.99668	0.99584	0.9988	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99868	0.99554	0.98969			
Bİ1	0.99956	0.99518	0.99975			
Bİ2	0.99939	0.99543	0.99897	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99933	0.15398	0.9969			
Bİ1	0.97378	0.99473	0.99914			
Bİ2	0.99465	0.99522	0.99954	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99825	0.99508	0.99019			
Bİ1	0.99867	0.99551	0.99957			
Bİ2	0.99587	0.99551	0.97773	10	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.9993	0.98166	0.99775			

LOGSIG aktarım işlevi, trainlm eğitim işlevi ve öğrenme işlevi LEARNGD ile MSE başarımlarını, 15 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 0.9998'e eşittir. 12 nöron için TRANSIG geçiş işlevi ile SSE başarımlarını, Eğitim işlevi TRAINLM, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 0.99979. 10 nöron için TRANSIG geçiş işlevi ile MSE başarımlarını, TrainLM eğitim

işlevi, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.9999 dır.

Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevine sahip MSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGDM öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Eğitim R sonuçları, yani 0.9999.dır.



**Şekil 6.6.** (İkinci Senaryo) için çeşitli Geçiş işlevleri (Training R) sonuçları

Tablo 6.10, sinir ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılma öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron (15,12,10) kullanırken başarımların işlevleri üzerindeki aktarım işlevlerinin çeşitli senaryoları altında elde edilen ikinci senaryo (Eğim açısı) için Doğrulama R (Doğrulama Regresyon) sonuçlarıdır.

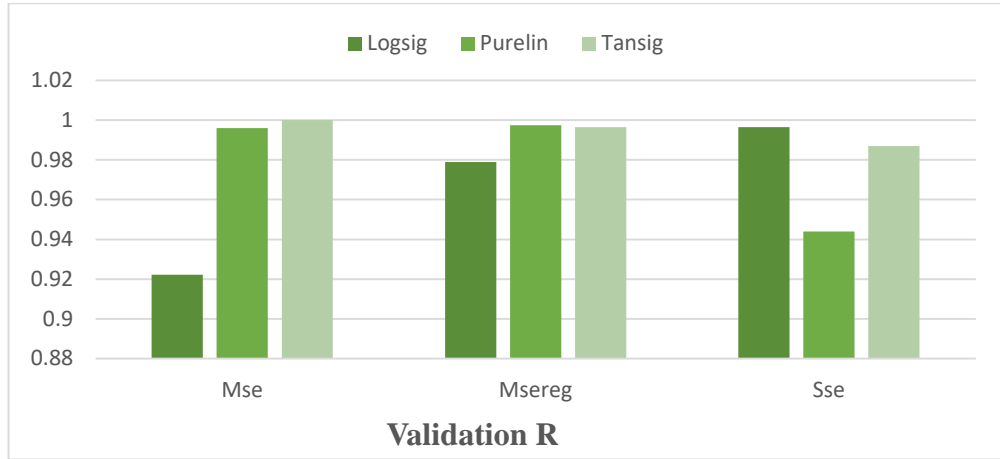
**Tablo 6.10.** (İkinci senaryo) için çeşitli geçiş işlevleri (Doğrulama R) sonuçları

Başarım İşlevi	Geçiş İşlevi			GKS	Geçiş İşlevi	Öğrenme İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bi1	0.99906	0.99676	0.99115			
Bi2	0.95173	0.9982	0.99982	15	Ei1	Öi2
Bi3	0.99812	0.98973	0.99412			
Bi1	0.99654	0.98942	0.9986			
Bi2	0.99691	0.994	0.97223	15	Ei1	Öi1
Bi3	0.96702	0.98909	0.99688			
Bi1	0.99299	0.9921	0.99929			
Bi2	0.99823	0.98953	0.99015	15	Ei2	Öi1
Bi3	0.99973	0.95424	0.99738			

Bİ1	0.99376	0.99776	0.99646			
Bİ2	0.99828	0.99567	0.99879	15	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99413	0.95223	0.99463			
Bİ1	0.99167	0.99624	0.99646			
Bİ2	0.99293	0.99087	0.99906	12	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99161	0.99705	0.98996			
Bİ1	0.99749	0.98384	0.99872			
Bİ2	0.99196	0.9949	0.97725	12	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.96391	0.99301	0.96281			
Bİ1	0.99942	0.99334	0.99941			
Bİ2	0.99865	0.99278	0.99873	12	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99953	0.99658	0.99826			
Bİ1	0.99741	0.97964	0.94394			
Bİ2	0.95839	0.99708	0.9564	12	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99286	0.98853	0.99355			
Bİ1	0.92224	0.99599	0.99994			
Bİ2	0.97888	0.99739	0.99641	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99645	0.94401	0.98691			
Bİ1	0.99789	0.99106	0.96248			
Bİ2	0.99781	0.99443	0.99239	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.99983	0.59675	0.9901			
Bİ1	0.96272	0.99601	0.99727			
Bİ2	0.9791	0.99697	0.99531	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.99592	0.95802	0.99139			
Bİ1	0.99907	0.99106	0.99207			
Bİ2	0.98788	0.99253	0.95222	10	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99768	0.98884	0.99243			

TRANSIG aktarım işlevi, eğitim işlevi TRAINLM ve öğrenme işlevi LEARNGDM ile MSE başarımlı işlevi, 15 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 0.99982 değeridir. 12 nöron için LOGSIG geçiş işlevi ile SSE başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINGDX, öğrenme işlevi LEARNGD en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 0.99953 değeridir. 10 nöron için TRANSIG geçiş işlevi ile MSE başarımlı işlevi, TrainLM eğitim işlevi, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99994 dır.

Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevine sahip MSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGDM öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Doğrulama R sonuçları, yani 0.99994 dır.



**Şekil 6.7.** (İkinci Senaryo) için çeşitli aktarım işlevlerinin (Validation R) sonuçları

Tablo 6.11, sınır ağı modelini eğitirken, çeşitli uyarılama öğrenme işlevleriyle ve çeşitli sayıda nöron kullanırken başarımlar üzerinde çeşitli aktarım işlevleri senaryoları altında elde edilen ikinci senaryo (Eğim açısı) için Sınama R (Sınama Regresyon) sonuçlarıdır (15,12,10)

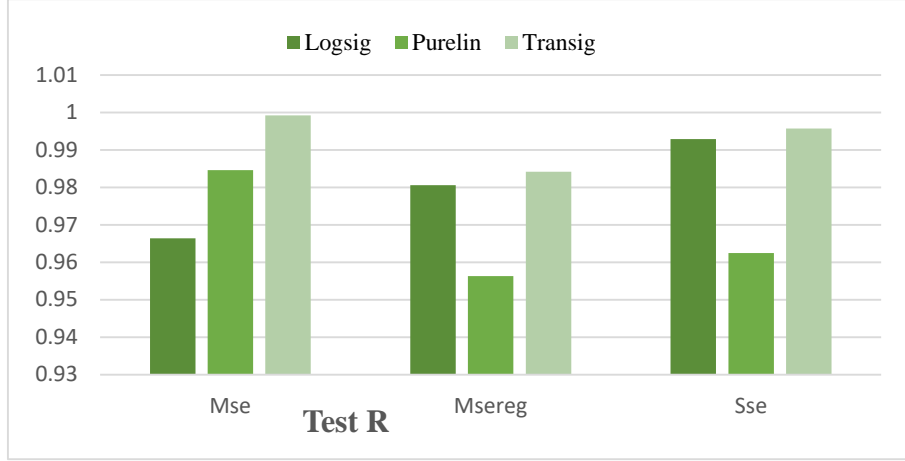
**Tablo 6.11.** (İkinci Senaryo) için çeşitli geçiş işlevlerinin (Sınama R) sonuçları

Başarım İşlevi	Geçiş Sonuçları			GKS	Eğitim İşlevi	Öğrenim İşlevi
	Logsig	Purelin	Transig			
Bİ1	0.99909	0.98849	0.99395	15	Eİ1	Öİ2
Bİ2	0.96508	0.98829	0.98595			
Bİ3	0.97166	0.99872	0.99631			
Bİ1	0.84924	0.99314	0.92907	15	Eİ1	Öİ1
Bİ2	0.99773	0.99343	0.97402			
Bİ3	0.98265	0.99031	0.92441			
Bİ1	0.95898	0.99682	0.93856	15	Eİ2	Öİ1
Bİ2	0.99767	0.99107	0.96773			
Bİ3	0.99887	0.93721	0.99678			
Bİ1	0.99755	0.98993	0.9877	15	Eİ2	Öİ2
Bİ2	0.99897	0.99111	0.96476			
Bİ3	0.96962	0.99299	0.97969			
Bİ1	0.98072	0.9509	0.99805	12	Eİ1	Öİ2
Bİ2	0.96906	0.98442	0.9908			
Bİ3	0.99634	0.99155	0.96874			

Bİ1	0.99763	0.99373	0.95633			
Bİ2	0.99791	0.99472	0.98699	12	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.85802	0.9938	0.98821			
Bİ1	0.96738	0.99046	0.98631			
Bİ2	0.9357	0.99801	0.94154	12	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.94769	0.99026	0.99848			
Bİ1	0.96635	0.98463	0.99791			
Bİ2	0.99872	0.95633	0.98419	12	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99293	0.96246	0.99567			
Bİ1	0.97941	0.99426	0.99921			
Bİ2	0.98124	0.98414	0.99846	10	Eİ1	Öİ2
Bİ3	0.99768	0.99751	0.89203			
Bİ1	0.99424	0.9978	0.99567			
Bİ2	0.99529	0.99564	0.99615	10	Eİ1	Öİ1
Bİ3	0.95016	0.22182	0.93929			
Bİ1	0.97447	0.98859	0.99444			
Bİ2	0.99024	0.98805	0.97786	10	Eİ2	Öİ1
Bİ3	0.98874	0.99393	0.98494			
Bİ1	0.99676	0.99691	0.99663			
Bİ2	0.98059	0.99167	0.97517	10	Eİ2	Öİ2
Bİ3	0.99752	0.99625	0.99045			

LOGSIG aktarım işlevi, eğitim işlevi TRAINLM ve öğrenme işlevi LEARNGDM ile MSE başarımlı işlevi, 15 nöron için en iyi doğrulama sonuçlarını sağlar. Bu 0.99909. eşittir. 12 nöron için LOGSIG geçiş işlevi ile MSEREG başarımlı işlevi, Eğitim işlevi TRAINGDX, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu 0.99872 dir. 10 nöron için TRANSIG geçiş işlevi ile MSE başarımlı işlevi, TrainLM eğitim işlevi, öğrenme işlevi LEARNGDM en iyi doğrulama sonuçlarını verir. Bu da 0.99921 dir.

Buna karşılık, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevine sahip MSE çıkış işlevi, TRAINLM (LM) eğitim işlevi ve LEARNGDM öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar. Sınama R sonuçları göre yani 0.99921 dir.



**Şekil 6.8.** (İkinci Senaryo) için çeşitli geçiş işlevlerinin (Sınama R) sonuçları

Ve Matlab'da NN aracı tarafından sağlanan işlevlerden, ikinci senaryoyu uygularken en iyi çıktı değerini elde etmek için dizgesi aşağıdaki gibi yürütmemiz gerekir:

**Tablo 6.12.** En iyi çıkış gücü için seçilen işlevler

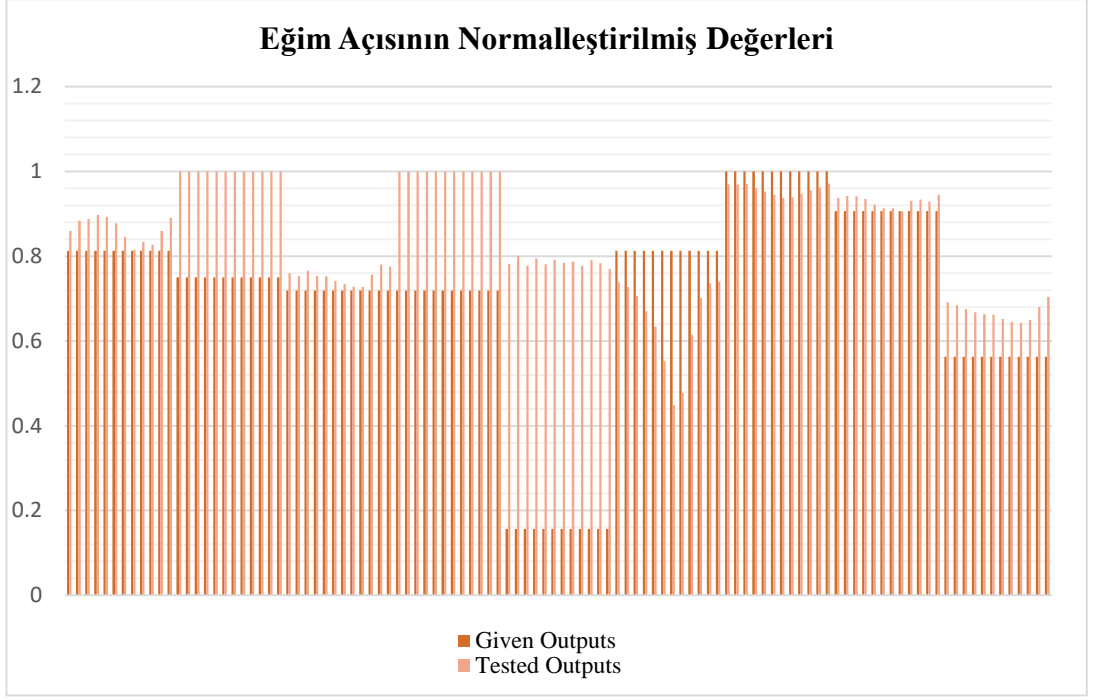
En İyi Çıkış Gücünü Elde Etmek İçin Kullanılan İşlevler Ve Değerler				
Performan İşlevi	Geçiş İşlevi	Nöron sayısı	Eğitim İşlevi	Öğrenme İşlevi
MSE	TANSIG	10	TRAINLM	LEARNGDM

**Tablo 6.13.** PV çıkış gücünün R regresyonlarının değerleri

R Regresyon Değerleri			
All R	Training R	Validation R	Sınama R
0.9994	0.99999	0.99994	0.99921

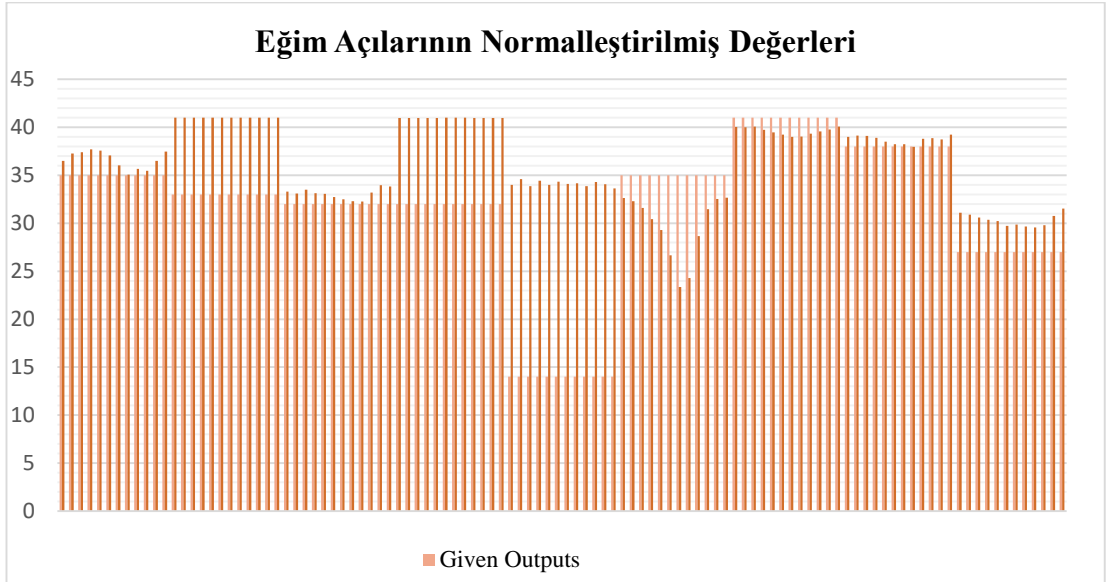
Önceki Tablodan (Tablo 6.7), bize aşağıdakileri açıkça ortaya koydu:

\* İlk senaryo için (Eğim açısı) (ANN's)'de bir işlev olarak verilen (yükü) çıkış değeri ile (ANN) programındaki işlevden çıkarılan (sınama edilen veya ölçülen) değer arasındaki fark çok azdır, grafik 6.9'da gösterildiği gibi, normalleştirme durumundaki farklar (-0.36407 ve 0.6442),



**Şekil 6.9.** Eğim Açılarının Normalleştirilmiş Değerleri

Ve " Normalizasyondan " sonraki farklar (-20.6144 ve 65032) arasında değişiyordu ve bunu grafik 6.10,dan anlıyoruz.



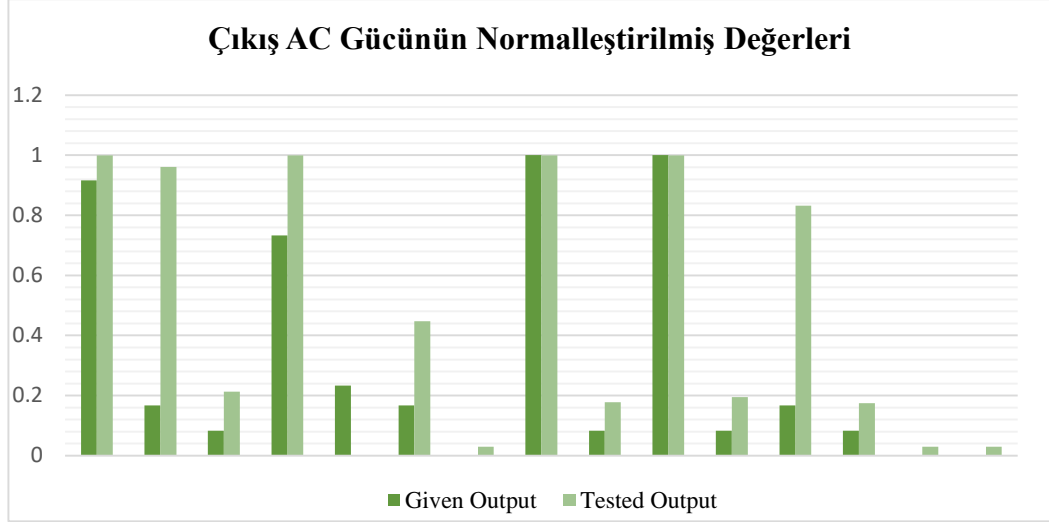
**Şekil 6.10.** Eğim Açılarının Normalleştirilmemiş Değerleri

Ve bu, ortalama kare yanılğı (MSE) için değerinin 0.065895'e eşit olduğunu, kök ortalama kare yanılğının (RMSE) değerinin 0.256701'e eşit olduğunu, ya ortalama mutlak sapma yüzdesinin (MADP) değerinin 0.206756 olduğunu gösterdi.

**Tablo 6.14.** İkinci senaryonun sınama sonucu

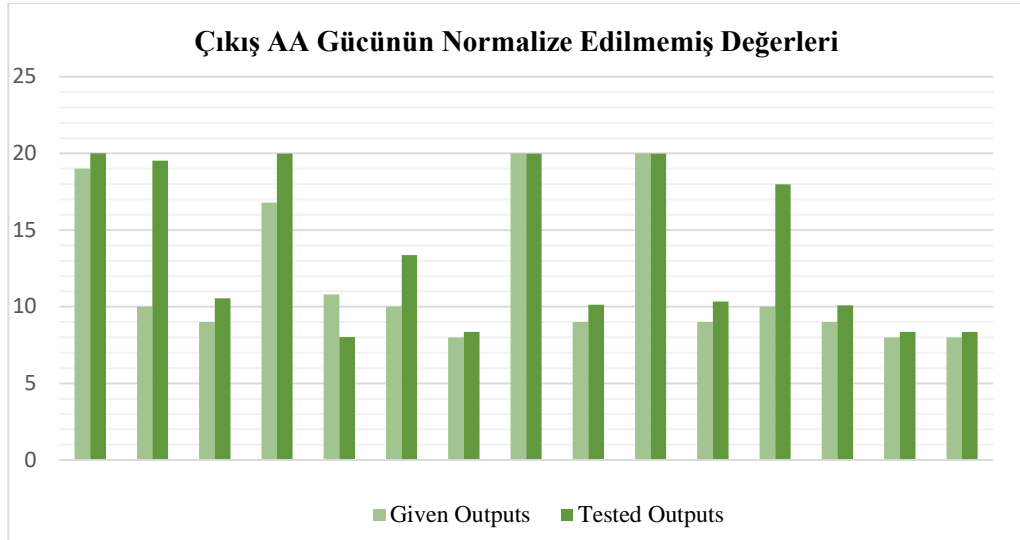
Çıkış Gücünün Sınama Sonuçları				
Normalize Edilmemiş Değerler		Normalleştirilmiş Değerler		
Kurulu Çıkışlar	Sınama Edilen Çıktılar	Kurulu Çıkışlar	Sınama Edilen Çıktılar	
1	19	19.99939672	0.916666667	0.999949726
2	10	19.52666035	0.166666667	0.960555029
3	9	10.55541429	0.083333333	0.212951191
4	16.8	19.99196736	0.733333333	0.999330613
5	10.8	8.021504776	0.233333333	0.001792065
6	10	13.37093072	0.166666667	0.44757756
7	8	8.355556633	0	0.029629719
8	20	19.99738981	1	0.999782484
9	9	10.1293037	0.083333333	0.177441975
10	20	19.99826267	1	0.999855223
11	9	10.33555701	0.083333333	0.194629751
12	10	17.98584359	0.166666667	0.832153632
13	9	10.09193861	0.083333333	0.174328218
14	8	8.354221949	0	0.029518496
15	8	8.35945255	0	0.029954379

\*İkinci senaryoya gelince (çıkış AC gücü), dizgesin tasarımında ve yapımında bir işlev olarak verilen çıktının değeri (ANN's) ile ağı bir programla (ANN's) sınama ettikten ve eğittikten sonra elde edilen değer arasındaki fark, hatırı sayılmayacak kadar azdır, grafik 6.11 bize Normalleşme değerlerindeki farklılıkları gösterir ki değeri (-0,79388836 - 0,231541269) arasında değişmektedir.



**Şekil 6.11.** Çıkış AC Gücünün Normalleştirilmiş Değerleri

\*Grafik 6,12 de gösterilen ayarlardan sonraki farklar (Normalleştirilmemiş) (-9.526660352 ve 2.778495224) arasında iken , ve ortalama kare yanılığının (MSE) değeri 0,088821 iken kök ortalama kare yanılığının (RMSE) değeri 0,298029, ortalama mutlak sapma yüzdesinin (MADP) değeri ise 0,0400114324 olarak gerçekleşti.



**Şekil 6.12.** Çıkış AA Gücünün Normalize Edilmemiş Değerleri

Yapay sinir ağları (ANN) kestirim başarımının değerlendirilmesi, bağımsız veri kümelerinde elde edilen kestirim ölçülerek yapıldı. Ortalama kare yanılığısı (MSE), kök ortalama kare yanılığısı (RMSE) ve ortalama mutlak sapma yüzdesi (MADP),

aşağıdaki denklemler kullanılarak modellerin doğruluğunu temsil etmek için kullanılmıştır:

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{i,m} - x_{i,t})^2}{n}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{i,m} - x_{i,t})^2}{n}} = \sqrt{MSE}$$

$$MADP = \frac{\sum_{i=1}^N |x_{i,m} - x_{i,t}|}{\sum_{i=1}^N x_{i,m}}$$

Burada:

$x_{i,m}$  YSA'DE kullanılan fotovoltaik dizgesin Kurulu veya ölçülen çıkış değerleri,

$x_{i,t}$  YSA'DE kullanılan PV dizgesinin kestirimi çıkış değerlerinin sınanması edilmesi,

$N$ , kullanılan fotovoltaik dizgesin sınama edilen çıkış değerlerinin örnek sayısıdır.

Tablo 6.15 tüm kestirim yanılığ değerlerini gösterir:

**Tablo 6.15.** Yanılığ değerlerini kestirim etme

	MSE	RMSE	MADP	% Artış
<b>Birinci Senaryo</b>	0.065895	0.256701	0.206756	%22
<b>İkinci senaryo</b>	0.088821	0.298029	0.0400114324	%13.5

Sistemin yapay sinir ağının öngördüğü bir açığa göre montajı, sabit güneş paneli sistemlerinden elde edilen enerji miktarında birinci senaryoda %22, ikinci senaryoda %13,5 artışa neden olmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada, sabit güneş panellerinin optimum eğim açısının ve optimum çıkış gücünün tahmininde yapay sinir ağlarının ne ölçüde başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Hem ekonomik hem de kullanım açısından doğru sonuçların alındığı tespit edilmiştir.

## 6.2. Değerlendirme

Günümüzde kullanılan farklı enerji kaynaklarına göre güneş enerjisinden elektrik üretimini daha verimli kılmak için farklı yöntemler tartışılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmamda verimliliği artırmak için kullandığım yöntem su şekildedir. En uygun eğim açısını ve en uygun (AC) çıkışı bulmak için PVsyst6.8.5 programını ANN algoritmalarıyla birleştirmektedir.

ANN'nin sinir ağlarının hızlı ve yüksek bir sorumluluğa sahip olduğu ve en iyi sonuçlar verdiği kaydedildi. Böylece ilk senaryoda sabit değerler ile sınama edilen değerler (MSE) arasındaki yanılmanın (0.065895) & (RMSE) (0.256701) olması, farklı tasarımlarla karşılaştırıldıktan sonra seçilen ve aşağıdaki özelliklere sahip bir sinir ağı NN tasarımına dayanan, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevli SSE çıkış işlevi, TRAINLM eğitim işlevi, ve LEARNGD öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar, Böylece, Tablo 6.16'da gösterildiği gibi, tüm R sonuçlarının (0.99659), eğitim R sonuçlarının (0.99768), Doğrulama R sonuçlarının (0.99664), Sınama R sonuçlarının (0.99655) en iyi doğrulamasını yaptı.

**Tablo 6.16.** Eğim açılarının En iyi Yükleme Sonuçları

Başarım	İşlevler				Regresyonlar değerleri				Yanılma değerleri	
	Geçiş	Nöron Sayısı	Eğitim	Öğrenme	All R	Training	Doğrulama	Sınama	MSE	RMSE
SSE	TRANSIG	10	TRAINLM	LEARNGD	0.99659	0.99768	0.99664	0.99655	0.065895	0.256701

İkinci senaryoda (MSE) (0.088821) ve (RMSE) (0.298029), farklı tasarımlarla karşılaştırıldıktan sonra seçilen ve aşağıdaki özelliklere sahip bir sinir ağı NN tasarımına dayanan, 10 nöron, TRANSIG geçiş işlevi ile MSE çıkış işlevi, TRAINLM eğitim işlevi ve LEARNGDM öğrenme işlevi en iyi doğrulamayı sağlar, Böylece, Tablo 6.17'de gösterildiği gibi, tüm R sonuçlarının (0.9994), eğitim R sonuçlarının (0.999999), Doğrulama R sonuçlarının (0.99994), Sınama R sonuçlarının (0.99921) en iyi doğrulamasını yaptı.

**Tablo 6.17.** Çıkış AA Gücünün En iyi Yükleme Sonuçları

İşlevler					Regresyonlar değerleri (R)				Yanılıgı Değerleri	
Başarım	Geçiş	Nöron Sayısı	Eğitim	Öğrenme	All R	Traini ng	Doğrula ma	Sıma ma	MSE	RMS E
MSE	TRANS IG	10	TRAIN LM	LEARNG DM	0.99 94	0.9999 9	0.99994	0.999 21	0.088 21	0.2980 29

Tasarlanan dizgesin verimliliğini artırmaya yardımcı olan, ayrıca şunların da belirtilmesi gerekir:

Tablolara göre (6.16 ve 6.17) bize göre: Yanılıgı oranı küçüktür, bu da sonuçların tatmin edici olduğunu gösterir ve PVsyst6.8.5 programı ve ANN'nin algoritması, güneş pili dizgelerinin kurulumunda verimli çalışan programcılar veya yöntemler olarak benimsenebilir.

İlk senaryoda (Eğim Açısı), yanılıgı oranının ikinci senaryodaki yanılıgı oranından (Çıkış AA Gücü) daha düşük olduğunu görüyoruz. ve bu da bizi eğitimde ne kadar çok veri ve alınan örnek sayısı arttıkça (ilk senaryoda olduğu gibi) daha iyi sonuçlar verdiği gerçeğine götürür.

İkinci senaryodaki girdi sayısı ilk senaryodakinden daha fazlaydı, bu işe doğruluk kazandırdı ve buna rağmen, ilk senaryodaki daha az girdi başarımları ve sonuçlarda yüksek etkinlik gösterdi ve dizge üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadı, ve bundan, girdilerin kalitesinin doğru seçilmesinin, nicelikte değil, optimizasyonda önemli bir rol oynadığı açıktır.

İlk senaryodaki ve ikinci senaryodaki gizli katman sayısı ve nöron sayısı eşitti (gizli katman sayısının büyük olması durumunda dizgesin doğruluğunu etkilediği kanıtlanmış olmasına rağmen) ama burada her iki durumda da iyi sonuçlar aldık. Ancak deneme ,yanılma yaparak (dene & yanılıgı), gizli katmanların sayısını ilk senaryoda 20'den fazla ve ikinci senaryoda 15'ten fazla arttırsak, dizgesin bozulduğu ve iyi sonuçlar almayacağımız ortaya çıkar.

İlk senaryoda, başarımları parametresi olarak SCE kullanılırken, ikinci senaryoda MSE kullanıldı ve geçiş işlevi ve TANSİG nöron sayısı her biri için 10 idi. Eğitim işlevi, her iki senaryo için de yüksek etkinliğini gösteren TRAILIM idi. Öğrenme işlevleri, ilk senaryo için LERARNGD ve ikinci senaryo için LEARNGDM idi.

Yukarıda sunulan verilere dayanarak, BAŞARIM işlevi MSE ve LEARNNGDM öğrenme işlevinin tüm R, eğitim R, doğrulama R ve sınama R için R regresyonları için en iyi ve en doğru kestirim değerlerini sağladığı keşfedilmiştir.

Sonuç olarak, onları bu çalışmada destek işlevleri olarak kullanmayı öneriyorum.

Ek.C, iki senaryonun her biri için YSA algoritmasında kullanılan tüm giriş ve çıkışları gösteren tabloları sunmaktadır.

Ek.D, YSA algoritmasında işlenen sınamasının sonuç tablolarını göstermektedir.

## 7. ÖNERİLER

Bu tezde elde edilen sonuçlara göre gelecekteki projelere veya araştırmalara katkıda bulunacak öneriler:

1. Bu çalışmada yapılan aynı yöntemle mevsimsel veya aylık (bu çalışmada olduğu gibi yıllık değil) bu değerleri bularak en iyi eğim açısını ve en iyi çıkış gücünü bularak daha fazla doğruluk elde etmek için bu çalışma daha da geliştirilebilir.

2. Aynı alışma kısmen farklı bir mantıkla kullanılabilir; böylece dünyayı bir bütün olarak ele almak yerine, güneş enerjisi projelerinin verimliliğini artırmak için her ülke ayrı ayrı alınarak o ülkenin sınırları (enlem ve boylam) içinde bulunan şehirlerden örnek alınarak o ülkede tasarım yapılabilir.

3. YSA da kullanılan eğitim ve sınama kümelerinin değişik biçimleri denenerek , buradan bir genelleme çıkarılıp karılamayacağı incelenebilir.

4. YSA da değişik türler gözönüne alınarak etkilerinin ışığında bu yöntemin iyileştilmesinin olanaklı olup olmadığı araştırılabilir.

5. Durağan ya da devinir (tek boyutlu ve iki boyutlu) güneş izleme dizgesini bu çalışmaya benzer biçimde aynı şekilde incelenmesimek (PVsyst6.8.5 programında MPPT eviricilerinin seçilmesi) ve güneş dizgelerinin verimliliğini arttırmadaki etkisinin incelenmesi de düşünülebilir.

6. Üç farklı tipte güneş paneli (mono kristal, polikristalin ve ince film silikon) kullanarak elektrik üretim projelerinde gerçek fotovoltaiik güneş enerjisi üretiminin benzetimi ile Yapay Sinir Ağı Algoritmaları (YSA) yazılımının verimliliğini sınamak ve daha sonra en üretken olanını elde etmek olanaklı kılınabilir.

## KAYNAKLAR

- Abbood, A. A., Salih, M. A. and Mohammed, A. Y. (2018). *Modeling and simulation of 1mw grid connected photovoltaic system in Karbala city*. International Journal of Energy and Environment, 9:2, 153-168.
- Abdallah, R., Natsheh, E., Juaidi, A., Samara, S. and Manzano-Agugliaro, F. (2020). *A Multi-Level World Comprehensive Neural Network Model for Maximum Annual Solar Irradiation on a Flat Surface*. Energies, 13:23, 6422.
- Abdulrazzaq, M. M. K. E. A. and Agha, H. *Developing Artificial Neural Network and Multiple Linear Regression Models to Predict the Ultimate Load Carrying Capacity of Reactive Powder Concrete Columns*.
- Abood, A. A. (2015). *A comprehensive solar angles simulation and calculation using matlab*. International Journal of Energy and Environment, 6:4, 367.
- Al-Alawi, S. and Al-Hinai, H. (1998). *An ANN-based approach for predicting global radiation in locations with no direct measurement instrumentation*. Renewable energy, 14:1-4, 199-204.
- Al-Jumaily, K. J., Al-Zuhairi, M. F. and Mahdi, Z. S. (2012). *Estimation of clear sky hourly global solar radiation in Iraq*. International Journal of Energy and Environment, 3:5, 659-666.
- ALFarra, M. I. (2018). *Improving Solar Power System's Efficiency Using Artificial Neural Network* نيسحت تاكيشلا قينقت مادختساب قيسمشلا ققاطلا قمظنا ءءافك قيعانطصلا قبيصلا Islamic University of Gaza
- Çepni , Asif, M. I., Alam, A. M., Deeba, S. R. and Aziz, T. (2019).” Forecasting of Photovoltaic Power Generation: Techniques and Key Factors. “ (2019) *IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, IEEE, 457-461.
- Çepni, Assi, A., Al-Shamisi, M. and Jama, M. (2010). “Prediction of monthly average daily global solar radiation in Al Ain City–UAE using artificial neural networks” *Proceedings of the 25th European photovoltaic solar energy conference*, 508-512.
- Azevedo, G., Cavalcanti, M., Oliveira, K., Neves, F. and Lins, Z. (2009). *Comparative evaluation of maximum power point tracking methods for photovoltaic systems*. Journal of Solar Energy Engineering, 131:3, 031006.
- Bagher, A. M., Vahid, M. M. A. and Mohsen, M. 2015. *Types of solar cells and application*. American Journal of optics and Photonics, 3:5, 94-113.
- Behrang, M., Assareh, E., Ghanbarzadeh, A. and Noghrehabadi, A. (2010). *The potential of different artificial neural network (ANN) techniques in daily global solar radiation modeling based on meteorological data*. Solar Energy, 84:8, 1468-1480.
- Celik, A. N. and Muneer, T. (2013). *Neural network based method for conversion of solar radiation data*. Energy conversion and management, 67, 117-124.
- Chang, Y.-P. 2009. *En iyi design of discrete-value tilt angle of PV using sequential neural-network approximation and orthogonal array*. Expert Systems with Applications, 36:3, 6010-6018.
- Chaturvedi, A. (2015). *Rainfall Prediction using Back-Propagation Feed Forward Network*. International Journal of Computer Applications, 119:4.
- Cheng, C., Jimenez, C. S. S. and Lee, M.-C. (2009). *Research of BIPV en iyi tilted angle, use of latitude concept for south orientated plans*. Renewable energy, 34:6, 1644-1650.
- Da Silva, I. N., Spatti, D. H., Flauzino, R. A., Liboni, L. H. B. and dos Reis Alves, S. F. (2017). *Artificial neural networks*. Springer, 21-28.

- Darhmaoui, H. and Lahjouji, D. 2013. *Latitude based model for tilt angle optimization for solar collectors in the Mediterranean region*. Energy Procedia, 42, 426-435.
- De Sousa Lima, T. (2012). *MPPT for a Photovoltaic Micro-Inverter*.
- Demuth, H., Beale, M. and Hagan, M. (1992). *Neural network toolbox. For Use with MATLAB*. The MathWorks Inc, 2000.
- Dixit, T., Yadav, A. and Gupta, S. (2015). *Optimization of PV array inclination in India using ANN estimator: Method comparison study*. Sadhana, 40:5, 1457-1472.
- Dorvlo, A. S., Jervase, J. A. and Al-Lawati, A. (2002). *Solar radiation estimation using artificial neural networks*. Applied energy, 71:4, 307-319.
- Doubleday, K., Choi, B., Maksimovic, D., Deline, C. and Olalla, C. 2016. *Recovery of inter-row shading losses using differential power-processing submodule DC-DC converters*. Solar Energy, 135, 512-517.
- Elminir, H. K., Azzam, Y. A. and Younes, F. I. (2007). *Prediction of hourly and daily diffuse fraction using neural network, as compared to linear regression models*. Energy, 32:8, 1513-1523.
- Fadare, D. (2009). *Modelling of solar energy potential in Nigeria using an artificial neural network model*. Applied energy, 86:9, 1410-1422.
- Çepni, Ghareeb, A., Tamimi, M., Jaber, M., Jaradat, S. and Khatib, T. (2018). "A new method for extracting IV characteristic curve for photovoltaic modules using artificial neural networks." *2018 5th International Conference on Electrical and Electronic Engineering (ICEEE)*, IEEE, 473-476.
- Giaouris, D. *EEE 8005-Student Directed Learning (SDL) Industrial Automation-Artificial Neural networks* Written by: Shady Gadoue. Threshold, 1, 1.
- Gunerhan, H. and Hepbasli, A. (2007). *Determination of the en iyi tilt angle of solar collectors for building applications*. Building and Environment, 42:2, 779-783.
- Guo, M., Zang, H., Gao, S., Chen, T., Xiao, J., Cheng, L., Wei, Z. and Sun, G. (2017). *Best tilt angle and orientation of photovoltaic modules using HS algorithm in different climates of China*. Applied Sciences, 7:10, 1028.
- Hagan, M., Demuth, H. and Beale, M. (1996). *Neural network design*, PWS Pub. Co., Boston, 3632.
- Haykin, S. (1994). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall PTR.
- Hagan, M. T., Demuth, H. B. and Beale, M. (1997). *Neural network design*. PWS Publishing Co.,
- Hammad, M., Ebaid, M. S., Halaseh, G. and Erekat, B. (2015). *Large Scale Grid Connected (20MW) Photovoltaic System for Peak Load Shaving in Sahab Industrial District*. Jordan Journal of Mechanical & Industrial Engineering, 9:1.
- Hariri, A. (2017). *Simulation Tools and Techniques for Analyzing the Impacts of Photovoltaic System Integration*.
- Haykin, S. (1998). *Neural networks: a comprehensive foundation upper saddle river Q8*.
- Çepni, Hussain, T. N., Sulaiman, S. I., Musirin, I., Shaari, S. and Zainuddin, H. (2013). "A hybrid artificial neural network for grid-connected photovoltaic system output prediction." *2013 IEEE Symposium on Computers & Informatics (ISCI)*, IEEE, 108-111.
- Çepni, John, R., Mohammed, S. S. and Zachariah, R. (2017). "Variable step size Perturb and observe MPPT algorithm for standalone solar photovoltaic system." *2017 IEEE International Conference on Intelligent Techniques in Control, Optimization and Signal Processing (INCOS)*, IEEE, 1-6.

- Çepni, Kayri, I. and Gencoglu, M. T. (2017). "Prediction of power production from a single axis photovoltaic system by Artificial Neural Networks. "2017 14th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES), IEEE, 212-215.
- Çepni, Kazem, H. A., Khatib, T. and Alwaeli, A. A. (2013)." Optimization of photovoltaic modules tilt angle for Oman." 2013 IEEE 7th International Power Engineering and Optimization Conference (PEOCO), IEEE, 703-707.
- Khandakar, A., EH Chowdhury, M., Khoda Kazi, M., Benhmed, K., Touati, F., Al-Hitmi, M. and Gonzales, J. S. (2019). *Machine learning based photovoltaics (PV) power prediction using different environmental parameters of Qatar*. Energies, 12:14, 2782.
- Kim, G. Y., Han, D. S. and Lee, Z. (2020). *Solar Panel Tilt Angle Optimization Using Machine Learning Model: A Case Study of Daegu City, South Korea*. Energies, 13:3, 529.
- Krishnaiah, T., Rao, S. S., Madhumurthy, K. and Reddy, K. (2007). *Neural network approach for modelling global solar radiation*. Journal of Applied Sciences Research, 3:10, 1105-1111.
- Çepni, Küçükilhan, G. and Oğuz, Y. (2017). "Modeling Of On-Grid Photovoltaic Power Systems And Investigation Effects On The Grid Of Photovoltaic Power Systems." 2nd International Conference on Engineering Technology and Applied Sciences, Technical University of Cluj-Napoca Romania, 20-21.
- Kumar, S. S. and Nagarajan, C. (2016). *Performance-economic and energy loss analysis of 80 KWp grid connected roof top transformer less photovoltaic power plant*. Circuits and Systems, 7:06, 662.
- Lam, J. C., Wan, K. K. and Yang, L. (2008). *Solar radiation modelling using ANNs for different climates in China*. Energy conversion and management, 49:5, 1080-1090.
- Lo Brano, V., Ciulla, G. and Di Falco, M. (2014). *Artificial neural networks to predict the power output of a PV panel*. International Journal of Photoenergy, 2014.
- López, G. and Gueymard, C. A. (2007). *Clear-sky solar luminous efficacy determination using artificial neural networks*. Solar Energy, 81:7, 929-939.
- Mahela, O. P. and Shaik, A. G. (2017). *Comprehensive overview of grid interfaced solar photovoltaic systems*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68, 316-332.
- Mehlerer, E., Zervas, P., Sarimveis, H., Palyvos, J. and Markatos, N. (2010). *Determination of the en iyi tilt angle and orientation for solar photovoltaic arrays*. Renewable energy, 35:11, 2468-2475.
- Mellit, A., Benghane, M., Arab, A. H. and Guessoum, A. (2005). *A simplified model for generating sequences of global solar radiation data for isolated sites: Using artificial neural network and a library of Markov transition matrices approach*. Solar Energy, 79:5, 469-482.
- Mellit, A. and Pavan, A. M. (2010). *A 24-h forecast of solar irradiance using artificial neural network: Application for performance prediction of a grid-connected PV plant at Trieste, Italy*. Solar Energy, 84:5, 807-821.
- Messenger, R. A. and Abtahi, A. (2010). *Photovoltaic systems engineering*. CRC press,
- Milosavljević, D. D., Pavlović, T. M. and Piršl, D. S. (2015). *Performance analysis of A grid-connected solar PV plant in Niš, republic of Serbia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 423-435.

- Mohandes, M., Rehman, S. and Halawani, T. (1998). *Estimation of global solar radiation using artificial neural networks*. Renewable energy, 14:1-4, 179-184.
- Çepni, Mondoc, B. and Pop, F. (2010). "Factors influencing the performance of a photovoltaic power plant." *3rd International Conference on Modern Power System*, Romania.
- Mubiru, J. and Banda, E. (2008). *Estimation of monthly average daily global solar irradiation using artificial neural networks*. Solar Energy, 82:2, 181-187.
- Nor, A. F. M., Salimin, S., Abdullah, M. N. and Ismail, M. N. (2020). *Application of artificial neural network in sizing a stand-alone photovoltaic system: A review*. International Journal of Power Electronics and Drive Systems, 11:1, 342.
- Çepni, Nordin, N., Sulaiman, S. I. and Omar, A. M. (2016). "Prediction of AC power output in grid-connected photovoltaic system using Artificial Neural Network with multi-variable inputs." *2016 IEEE Conference on Systems, Process and Control (ICSPC)*, IEEE, 192-195.
- Notton, G., Paoli, C., Vasileva, S., Nivet, M. L., Canaletti, J.-L. and Cristofari, C. (2012). *Estimation of hourly global solar irradiation on tilted planes from horizontal one using artificial neural networks*. Energy, 39:1, 166-179.
- Çepni, Pulinaka, S., Kumar, P., Kaushal, R., Kumar, R., Sharma, V. and Kumar, S. (2018). "Performance Modelling of PV Generation with Inverter Level Data Through Internet of Photovoltaics (IoPV) Using Artificial Neural Networks (ANN)." *2018 2nd International Conference on Power, Energy and Environment: Towards Smart Technology (ICEPE)*, IEEE, 1-5.
- Radicioni, M., Lucaferri, V., De Lia, F., Laudani, A., Lo Presti, R., Lozito, G. M., Riganti Fulginei, F., Schioppo, R. and Tucci, M. (2021). *Power Forecasting of a Photovoltaic Plant Located in ENEA Casaccia Research Center*. Energies, 14:3, 707.
- Ramli, M. A. and Bouchekara, H. R. (2018). *Estimation of solar radiation on PV panel surface with en iyi tilt angle using vortex search algorithm*. IET Renewable Power Generation, 12:10, 1138-1145.
- Reddy, K. S. and Ranjan, M. (2003). *Solar resource estimation using artificial neural networks and comparison with other correlation models*. Energy conversion and management, 44:15, 2519-2530.
- Resende, F. d. O. (2007). *Contributions for microgrids dynamic modelling and operation*.
- Şahin, M. (2019). *Determining en iyi tilt angles of photovoltaic panels by using artificial neural networks in turkey*. Tehnički vjesnik, 26:3, 596-602.
- Sahu, S. K., Tripathi, N. and Tripathi, S. (2020). *A model driven optimization approach to determine tilt angle of solar collector in India*. International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, 10:2, 2019.
- Salas, V., Olias, E., Barrado, A. and Lazaro, A. (2006). *Review of the maximum power point tracking algorithms for stand-alone photovoltaic systems*. Solar energy materials and solar cells, 90:11, 1555-1578.
- Santiago, R. M. C., Bandala, A. A. and Dadios, E. P. (2017). "Artificial neural network model for solar resource assessment: An application to efficient design of photovoltaic system." *TENCON 2017-2017 IEEE Region 10 Conference, IEEE*, 2672-2676.
- Shertukde, H. M. (2014). *Distributed photovoltaic grid transformers*. CRC Press,
- Sözen, A., Arcaklioğlu, E. and Özalp, M. 2004. *Estimation of solar potential in Turkey by artificial neural networks using meteorological and geographical data*. Energy conversion and management, 45:18-19, 3033-3052.

- Tived, A. (2020). *Artificial Intelligence in the Solar PV value chain: Current applications and future prospects*.
- Tymvios, F., Jacovides, C., Michaelides, S. and Scouteli, C. (2005). *Comparative study of Ångström's and artificial neural networks' methodologies in estimating global solar radiation*. *Solar Energy*, 78:6, 752-762.
- Vogl, T. P., Mangis, J., Rigler, A., Zink, W. and Alkon, D. (1988). *Accelerating the convergence of the back-propagation method*. *Biological cybernetics*, 59:4, 257-263.
- Voyant, C., Muselli, M., Paoli, C. and Nivet, M.-L. (2011). *Optimization of an artificial neural network dedicated to the multivariate forecasting of daily global radiation*. *Energy*, 36:1, 348-359.
- Voyant, C., Muselli, M., Paoli, C., Nivet, M. L. and Poggi, P. (2009). *Predictability of PV power grid performance on insular sites without weather stations: use of artificial neural networks*. arXiv preprint arXiv:0905.3569.
- Yadav, A. K. and Chandel, S. (2013). *Tilt angle optimization to maximize incident solar radiation: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 503-513.
- Çepni, Yadav, P., Kumar, N. and Chandel, S. (2015). "Simulation and performance analysis of a 1kWp photovoltaic system using PVsyst." *2015 International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCPEIC)*, IEEE, 0358-0363.

## EKLER

### EK.1. Güneş Paneli Veri Sayfası

# SUNPOWER

## E19 / 310 SOLAR PANEL

MAXIMUM EFFICIENCY AND PERFORMANCE


### BENEFITS

**Highest Efficiency**  
SunPower™ Solar Panels are the most efficient photovoltaic panels on the market today.

**More Power**  
Our panels produce more power in the same amount of space—up to 50% more than conventional designs and 100% more than thin film solar panels.

**Reduced Installation Cost**  
More power per panel means fewer panels per install. This saves both time and money.

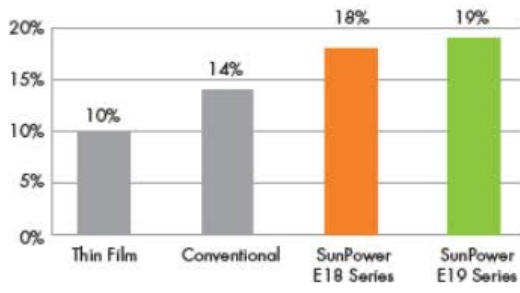
**Reliable and Robust Design**  
Proven materials, tempered front glass, and a sturdy anodised frame allow panel to operate reliably in multiple mounting configurations.




**E19**  
SERIES

The SunPower™ 310 Solar Panel provides today's highest efficiency and performance. Utilizing 96 back-contact solar cells, the SunPower 310 delivers a total panel conversion efficiency of 19%. The 310 panel's reduced voltage-temperature coefficient and exceptional low-light performance attributes provide outstanding energy delivery per peak power watt.





#### SunPower's High Efficiency Advantage



Panel Type	Conversion Efficiency
Thin Film	10%
Conventional	14%
SunPower E18 Series	18%
SunPower E19 Series	19%



SPR-310E-WHT-D



## EK.2. Matlab Kodu

### İlk Senaryonun Kodu

```
function [Y,Xf,Af] = net(X,~,~)
%NET neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 04-Jun-
2021 00:53:14.
%
% [Y] = net(X,~,~) takes these arguments:
%
%   X = 1xTS cell, 1 inputs over TS timesteps
%   Each X{1,ts} = 6xQ matrix, input #1 at timestep ts.
%
% and returns:
%   Y = 1xTS cell of 1 outputs over TS timesteps.
%   Each Y{1,ts} = 1xQ matrix, output #1 at timestep ts.
%
% where Q is number of samples (or series) and TS is the number of
timesteps.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1.xoffset = [0;0.107558468;0;0;0;0];
x1_step1.gain = [2;2.24104317009756;2;2;2;2.0179812013145];
x1_step1.ymin = -1;

% Layer 1
b1
[2.7326774953241943;0.16531967654163787;2.9899935252905547;0.3551567
6071604718;-0.63783094395801232;-8.2519464245147933;-
0.6841573049940094;-7.9335797052036918;-1.4999845818973947;-
0.98411927697986112];
IW1_1 = [-0.2045834904309026 1.5070889796340383 0.65571260459492919 -
0.36588850521900468 0.17481515811769305 -
0.20621419068698843;0.042832522286014543 2.2803844600243881
0.71008452958506851 0.098816901312366451 -0.071793879444361011 -
0.0092890994066605649;-3.5315713816179128 3.4331130306776121 -
2.427093283709687 -0.078309052493518216 -1.3378776156864411
0.71232783728855342;-1.0759305022948191 0.95137393136948945
0.27677065262572237 -1.3137637190966989 0.7136300268293464
0.45670340347345162;0.15376683132453767 2.8128549817388762
4.5414464828007342 0.45007239188784676 -0.32499757367343629 -
0.081700311018003291;0.020359701812387457 8.1415896003584365 -
1.2703418887527487 0.074559204095721907 -0.044349216399220716 -
0.019142085834933435;-2.1937830028628413 2.3330625281923791 -
0.40642805136968591 -0.59251088970224519 2.2177577499510228 -
1.21898422267927771;-0.18686652750512406 -4.9608424391683554
6.2854776787322546 3.320990206877751 -1.3405873794275165
0.13390125113736454;-0.060232241525079208 -2.9240429362706895
0.24620067409897531 -0.28957203547305571 0.11811142442135641 -
0.17135410102577348;-2.7860295284914032 -0.26761054470825524
3.3835349710971907 0.99685443645444505 2.4950690675050629
1.5126170390896976];
```

```

% Layer 2
b2 = 0.91314106898968983;
LW2_1 = [-0.26194694315755801 3.5479226309904623 0.016163567825132025
0.038037437023943965 -0.3763356389839092 5.0484020231409152 -
0.012678021128972327 -4.9183310392757624 3.0130065974720202 -
0.0015997975990607238];

% Output 1
y1_step1.ymin = -1;
y1_step1.gain = 2;
y1_step1.xoffset = 0;

% ===== SIMULATION =====

% Format Input Arguments
isCellX = iscell(X);
if ~isCellX, X = {X}; end;

% Dimensions
TS = size(X,2); % timesteps
if ~isempty(X)
    Q = size(X{1},2); % samples/series
else
    Q = 0;
end

% Allocate Outputs
Y = cell(1,TS);

% Time loop
for ts=1:TS

    % Input 1
    Xp1 = mapminmax_apply(X{1,ts},x1_step1);

    % Layer 1
    a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*Xp1);

    % Layer 2
    a2 = tansig_apply(repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1);

    % Output 1
    Y{1,ts} = mapminmax_reverse(a2,y1_step1);
end

% Final Delay States
Xf = cell(1,0);
Af = cell(2,0);

% Format Output Arguments
if ~isCellX, Y = cell2mat(Y); end
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings)
    y = bsxfun(@minus,x,settings.xoffset);
    y = bsxfun(@times,y,settings.gain);

```

```
    y = bsxfun(@plus,y,settings.ymin);  
end  
  
% Sigmoid Symmetric Transfer Function  
function a = tansig_apply(n,~)  
    a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end  
  
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function  
function x = mapminmax_reverse(y,settings)  
    x = bsxfun(@minus,y,settings.ymin);  
    x = bsxfun(@rdivide,x,settings.gain);  
    x = bsxfun(@plus,x,settings.xoffset);  
end
```

## İkinci Senaryonun Kodu

```
function [Y,Xf,Af] = net(X,~,~)
%NET neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 04-Jun-
2021 01:05:03.
%
% [Y] = net(X,~,~) takes these arguments:
%
% X = 1xTS cell, 1 inputs over TS timesteps
% Each X{1,ts} = 16xQ matrix, input #1 at timestep ts.
%
% and returns:
% Y = 1xTS cell of 1 outputs over TS timesteps.
% Each Y{1,ts} = 1xQ matrix, output #1 at timestep ts.
%
% where Q is number of samples (or series) and TS is the number of
timesteps.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1.xoffset =
[0;0;0.025;0;0;0;0.081578947;0.031746032;0.125;0;0;0;0.005752961;0.0
6;0.005535055;0];
x1_step1.gain =
[2;2;2.05128205128205;2;2;2;2.17765042892587;2.06557377103359;2.2857
1428571429;2;2;2;2.01157249813042;2.12765957446809;2.01113172470851;
2];
x1_step1.ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-1.5306176094066133;-1.4893125598029167;0.80892143722153442;-
0.80012817630068023;-
0.55217883534171497;0.38500867448830883;0.22724371563950577;-
1.2584231307501494;-1.3592277688350416;-1.6028378946291275];
IW1_1 = [0.46827746894939631 0.5501238616016596 -0.20469547204650346
0.5624856045018487 -0.10693181332695663 -0.60673805919151147 -
0.14078782808048632 0.16697187810714634 0.28433528198284141
0.37790561091032915 -0.38704246512793966 0.69177692739237795 -
0.18803862566120708 0.46521528499749976 0.27569868015363597 -
0.074922903860934226;0.53407855316048836 0.095465150923554773 -
0.0081324765012125294 0.66639857196141106 0.084674478556349658 -
0.17113602145109591 -0.18000409625609864 0.21947695317732901 -
0.75642077851816236 0.64029861900425988 0.017633966879458892
1.2059097729600967 0.53605463676694254 0.30959589274403143 -
0.17079841655362335 -0.75320634618188698;-0.36381172489865871 -
0.049761659868305247 -0.56544698053153242 -0.40597217542095176
0.42360952769575233 0.259913671882674 -0.23173616374442729 -
0.15326634012024098 0.58863658674539721 0.44912585789135867 -
0.4162316012207089 -0.6550870507903902 0.042252970810925626
0.57978711167668251 0.42728768921970739 -0.28089609133212101;-
0.48886443683676611 -0.16847903449327173 -0.41372304808759774 -
0.64083789490737619 0.15929454258051454 0.21626768451971479 -
0.676251483968898 0.066125127188559701 0.088466509719561978 -
0.34400711955409902 -0.44047757137859028 0.49380253859805129
0.48245461560414499 0.68821879072894021 0.1569567032563271 -
```

```

0.75685330370398607;0.038293502071161382      -0.11791042348481187
0.029527027680788562      0.24623566964219551      -0.32708049126424926
0.52605232118842993      0.59535983611026422      0.56180151309531112      -
0.22494053366323893      0.48274275335559746      0.83644447536246358
0.74101886860370181      0.47096736432759484      0.24458522075442435
0.11072045573965703      -0.47475475519921778;0.2221686643138667
0.35641301382397783      -0.19962428332008852      -0.71511444583646555      -
0.80580668887323648      -0.25742485363673601      -0.092217048523902292
0.54312055533149872      0.62726197355926738      -0.69189276131037969
0.026112424562584322      0.62866313591503742      -0.030324460302441698      -
0.13226363494663793      -0.22334666033357489      -0.77482964123265086;-
0.077833135185629662      -0.35655302750754436      -0.40541679743077169      -
0.64075251965482194      -0.27624678843311784      0.021133523457411815
0.40104395325678338      -0.4334838838964073      0.2848872033620431      -
0.44147531250073696      0.32317947416033443      -0.16916311018470312      -
0.47202322977914341      -0.027270530429075863      -0.12093178351807693
0.011207856058031063;0.18757805129092145      1.1158690107491906
0.41514517421798725      0.26705111732562697      -0.30049477868616203
0.21182679993639905      0.3394059610457959      0.18627541963195049      -
0.87298860253845323      -0.19978968769552427      0.6467415237281402
0.68380406682848272      0.38725465940987075      0.0040553257185680699
0.02017649914574424      0.58124280371728199;-0.93131560797521495      -
0.43161983966577133      -0.0093271652844105282      0.67974709176893611      -
0.58752747232412428      0.58173770941153879      -0.37400470505993094
0.46454432513264815      0.24524438854692887      -0.13453934975218695      -
0.1085285603611911      0.32747737316992587      -0.77002131767778836      -
0.16846826940411663      0.070989512165641755      -0.15702619742910209;-
0.48902861813424042      0.66525447620288913      0.14552502743800161
0.079955163715786703      0.51948360119961301      -0.54371622160014144      -
0.074404116804303186      0.52503552917209084      -0.22502063200391309
0.18879077048395715      0.75373571817705554      -0.37922424669048016
0.21786600792729324      -0.62580624270776464      -0.56304675605207233
0.57651497623108672];

```

```

% Layer 2

```

```

b2 = 0.015895104830655597;
LW2_1 = [0.39539206935887306 1.312788482611563 -0.35821268977151616 -
0.83153953063932207      0.40225277140131199      0.93214084221684868
0.069769894346402739      0.33555037950295324      -1.3414682018793058      -
0.779341172769486];

```

```

% Output 1

```

```

yl_step1.ymin = -1;
yl_step1.gain = 2;
yl_step1.xoffset = 0;

```

```

% ===== SIMULATION =====

```

```

% Format Input Arguments

```

```

isCellX = iscell(X);
if ~isCellX, X = {X}; end;

```

```

% Dimensions

```

```

TS = size(X,2); % timesteps
if ~isempty(X)
    Q = size(X{1},2); % samples/series
else
    Q = 0;
end

```

```

% Allocate Outputs
Y = cell(1,TS);

% Time loop
for ts=1:TS

    % Input 1
    Xp1 = mapminmax_apply(X{1,ts},x1_step1);

    % Layer 1
    a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*Xp1);

    % Layer 2
    a2 = tansig_apply(repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1);

    % Output 1
    Y{1,ts} = mapminmax_reverse(a2,y1_step1);
end

% Final Delay States
Xf = cell(1,0);
Af = cell(2,0);

% Format Output Arguments
if ~isCellX, Y = cell2mat(Y); end
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings)
    y = bsxfun(@minus,x,settings.xoffset);
    y = bsxfun(@times,y,settings.gain);
    y = bsxfun(@plus,y,settings.ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n,~)
    a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x = mapminmax_reverse(y,settings)
    x = bsxfun(@minus,y,settings.ymin);
    x = bsxfun(@rdivide,x,settings.gain);
    x = bsxfun(@plus,x,settings.xoffset);
end

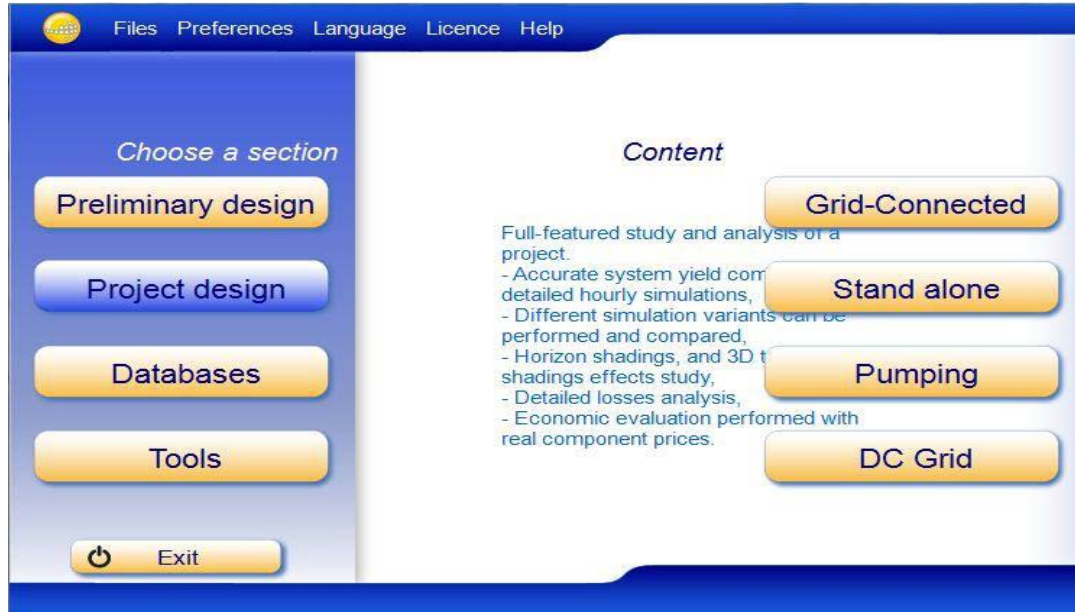
```

### Ek.3. PVSyst Yazılımının Uygulanmasındaki Aşamalar

Aşağıda PVSyst yazılımının nasıl kullanıldığı aşama aşama açıklanmaktadır:

#### Aşama (1):

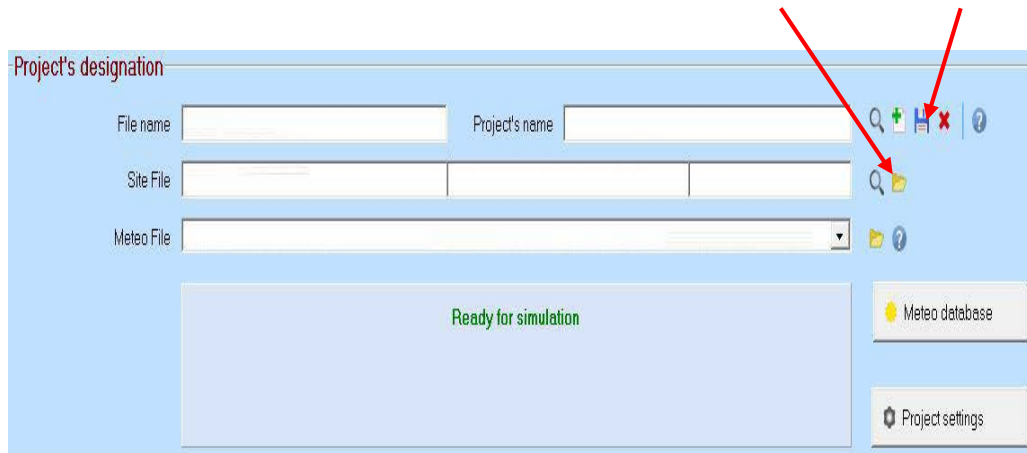
Yazılım (PVsyst6.8.5) kurulum kullanıma hazır hale geldikten sonra yazılım açıldı ve (proje tasarımı) seçeneği seçildi, Şekil Ek.3.1.'de gösterildiği gibi (Şebekeye bağlı) olan ilk seçenek seçilmiştir.



Ek.3.1. PVsyst başlangıç ekranı

#### Aşama(2):

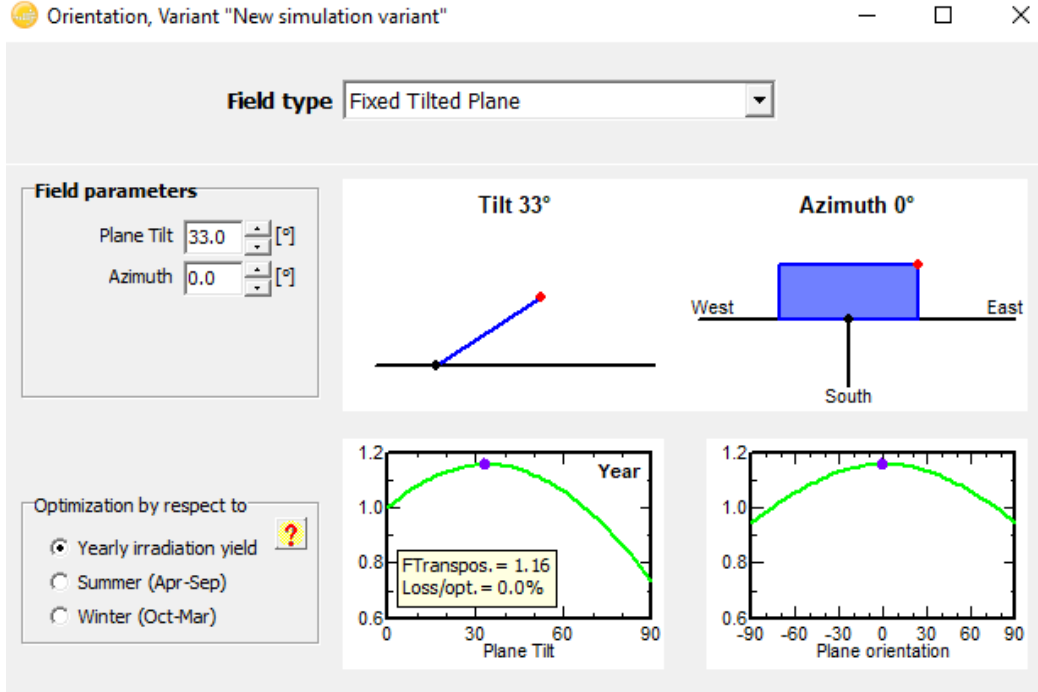
Projeye bir ad verin ve ardından yeni proje düğmesine tıklayarak ve ardından Şekil Ek3.2.'de gösterildiği gibi tarafı seçerek çalışma alanını belirtin.



Ek.3.2. Bölge tanımlaması

### Aşama(3) :

Şekil Ek.3.3'te gösterildiği gibi eğim açısının ve azimut açısının belirlenmesi



**Ek.3.3.** Eğim açısı ve Azimut açısı (yönlendirme)

#### Aşama(4):

Bu adımda, PV modüllerinin türü , sığası (kilowatt gücüne göre) , PV güneş modülü sayısı ve üretici Şekil Ek.3.4.'te gösterildiği gibi seçilir.

Definition of a PV module

Basic data | Sizes and Technology | Model parameters | Additional Data | Commercial | Graphs

Model: SPR-E19-410-COM-1500V Manufacturer: SunPower  
File name: Sunpower\_SPR\_E19\_410\_COM\_ Data source: Sandia Tests  
Original PVsyst database Prod. Since 2012

Nom. Power: 410.0 Wp Tol. +/- -5.0 5.0 % Technology: Si-mono

**Manufacturer specifications or other measurements**

Reference conditions	GRef	1000	W/m <sup>2</sup>	TRef	25	°C
Short-circuit current	Isc	6.010	A	Open circuit Voc	85.30	V
Max Power Point	Impp	5.620	A	Vmpp	72.90	V
Temperature coefficient muIsc		2.4	mA/°C			
	or muIsc	0.040	%/°C			

Nb cells: 128 in series

**Model summary**

**Main parameters**

R shunt	4591 ohm
Rsh(G=0)	18500 ohm
R serie model	0.68 ohm
R serie max.	0.68 ohm
R serie apparent	1.19 ohm

**Model parameters**

Gamma	0.944
IoRef	0.01 nA
muVoc	-269 mV/°C
muPMax fixed	-0.38 /°C

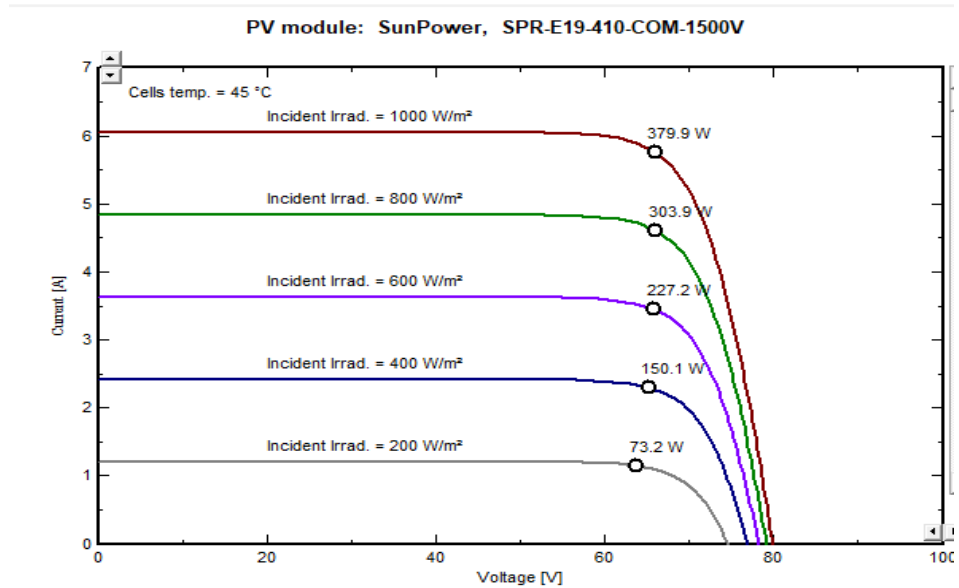
**Internal model result tool**

Operating conditions: GOper 1000 W/m<sup>2</sup> TOper 25 °C

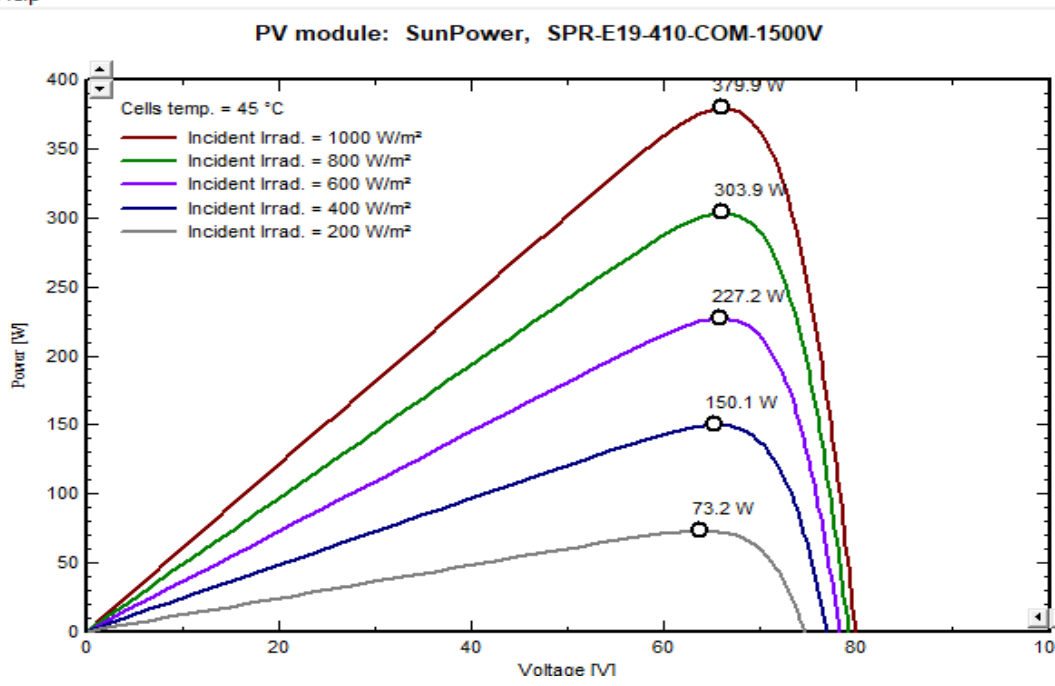
Max Power Point	Pmpp	411.1	W	Temper. coeff.	-0.37	%/°C	
Current	Impp	5.74	A	Voltage	Vmpp	71.6	V
Short-circuit current	Isc	6.01	A	Open circuit Voc	85.3	V	
Efficiency	/ Cells area	20.95	%	/ Module area	19.01	%	

#### Ek.3.4. PV modülleri teknolojisi

Şekil Ek.3.5. PV modülünün IV özgeçirisi gösterir iken Şekil Ek.3.6. PV modülünün PV özgeçirisi gösterilmektedir.



#### Ek.3.5. PV modülünün IV özgeçirisi



**Ek.3.6.** PV modülünün PV özegrisi

#### Aşama(5):

Bu adımda ihtiyaç duyulan eviricilerin tipi, sığası, sayısı ve üretici Şekil Ek.3.7.'de gösterildiği gibi seçilir.

**Grid inverter definition**

Main parameters | Efficiency curve | Additional parameters | Output parameters | Sizes and Technology | Commercial data

Model: GES2-2K2TL | Manufacturer: GESolar  
 File name: GESolar\_GES2\_2K2TL.OND | Data source: Manufacturer 2011  
 Original PVsyst database | Prod. Since 2011

---

**Input side (DC PV field)**

Minimum MPP Voltage: 150 V  
 Min. Voltage for PNom: N/A V  
 Maximum Input Current: N/A A  
 Nominal MPP Voltage: 360 V  
 Maximum MPP Voltage: 450 V  
 Absolute max. PV Voltage: 500 V  
 Power Threshold: 10 W

Contractual specifications, without real physical meaning: Required

Nominal PV Power: 2.20 kW  
 Maximum PV Power: 2.60 kW  
 Maximum PV Current: 14.60 A

---

**Output side (AC grid)**

Frequency: Monophased (selected), Triphased, Biphased  
 50 Hz (checked), 60 Hz

Grid Voltage: 230 V  
 Nominal AC Power: 2.00 kW  
 Maximum AC Power: 2.20 kW  
 Nominal AC current: 8.70 A  
 Maximum AC current: N/A A

---

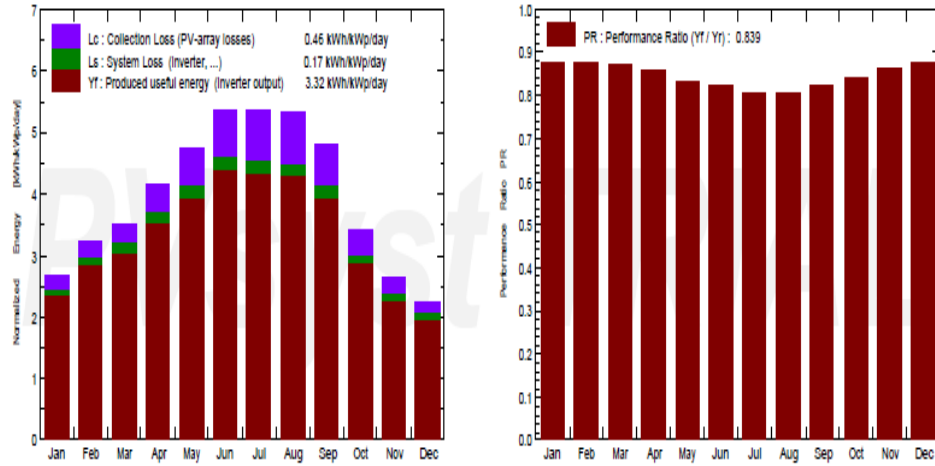
**Efficiency**

Maximum efficiency: 96.00 %  
 EURO efficiency: 95.00 %  
 Efficiency defined for 3 voltages

**Ek.3.7.** Evirici Teknolojisi

### Basamak(6) :

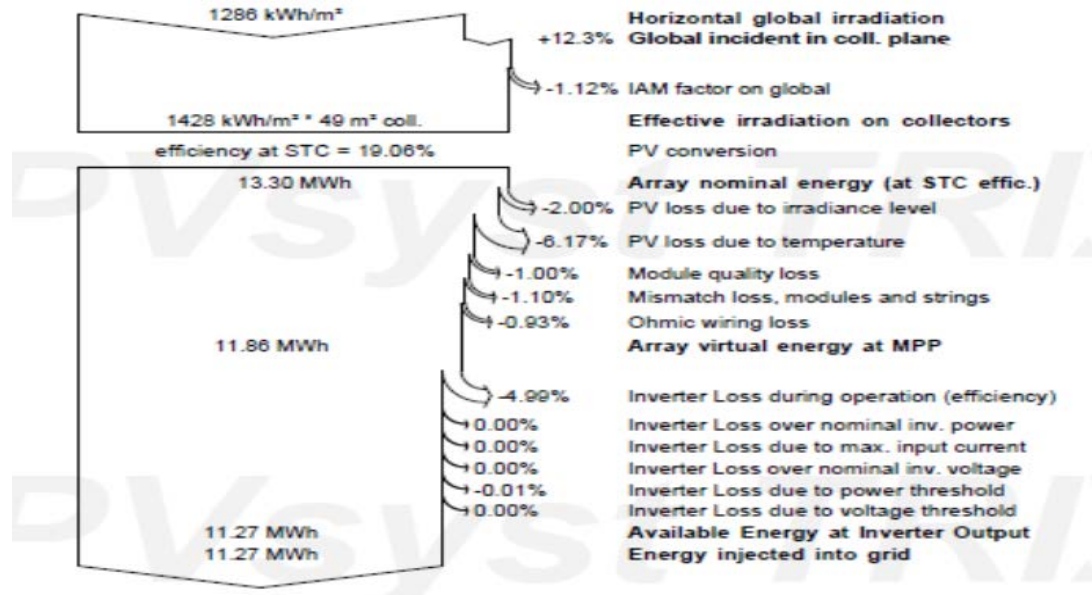
Bu, benzetim prosedürü olan son adımdır ve daha sonra Şekil Ek.3.8, Ek.3.9), Ek.3.10. 'da gösterildiği gibi grafikler, Tablolar ve grafikler şeklinde bir rapor alabiliriz:



**Ek.3.8.** Normalleştirilmiş üretimler (kurulu kWp başına), Başarım Oranı PR

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	48.4	20.54	5.63	82.7	82.2	0.710	0.673	0.875
February	62.6	30.07	5.94	90.6	89.9	0.779	0.740	0.878
March	93.8	60.85	8.35	109.2	108.0	0.933	0.886	0.873
April	119.7	71.17	10.96	124.5	123.0	1.044	0.991	0.856
May	154.6	75.56	15.62	146.9	144.9	1.198	1.138	0.833
June	174.8	83.53	20.15	160.8	158.6	1.290	1.226	0.820
July	177.5	85.95	23.84	166.0	163.8	1.310	1.246	0.807
August	159.2	75.73	24.23	165.3	163.4	1.298	1.235	0.803
September	121.1	56.47	20.33	144.2	142.7	1.157	1.102	0.821
October	81.3	46.96	16.51	105.7	104.6	0.872	0.828	0.842
November	51.1	29.13	11.45	78.8	78.1	0.666	0.632	0.862
December	42.4	25.15	7.53	69.9	69.3	0.603	0.570	0.878
Year	1286.3	661.12	14.26	1444.5	1428.3	11.860	11.266	0.839

**Ek.3.9.** Balans ve Ana Sonuç



**Ek.3.10.** Tüm yıla ait kayıp diyagramı

- Önceki tüm adımlar 100 şehir sırasına göre ayrı ayrı gerçekleştirilir.
- Aynı şirketin (GESolar) eviricileri, bazı eviricilerin izin verilen farklı yüzdelerde MPPT'leri içerdiği göz önüne alındığında, farklı sığalarda ve farklı sayılarda kullanılmıştır.
- Aynı tip PV modülleri (Güneş Gücü) (si-mono) üretici tarafından farklı sığa ve modül sayısı ile kullanılmıştır, Ek (1).

## EK.4 YSA Eğitim Noktaları

### YSA Eğitim Noktaları:

### YSA Eğitim Noktaları Ve İlk Senaryonun YSA Eğitim Noktalarının Normalleştirilmesi

Mont h	Latitüd e	Longtiüd e	T-Amb	sunshine duration	GlobHor	tilt	Month	Latitude	Longtiüd e	T-Amb	sunshine duration	GlobHor	tilt
1	41,21	28,22	5,37	3,4	49,5	33	0	0,839347	0,556112	0,285956	0,201858	0,159787	0,75
2	41,21	28,22	5,58	4,3	58,8	33	0,090909	0,839347	0,556112	0,290398	0,273691	0,197793	0,75
3	41,21	28,22	8,75	5,3	97,4	33	0,181818	0,839347	0,556112	0,357445	0,353505	0,355537	0,75
4	41,21	28,22	12,24	6,7	139,9	33	0,272727	0,839347	0,556112	0,431261	0,465245	0,529219	0,75
5	41,21	28,22	17,78	8,5	176,6	33	0,363636	0,839347	0,556112	0,548435	0,60891	0,679199	0,75
6	41,21	28,22	22,2	10,2	185,9	33	0,454545	0,839347	0,556112	0,64192	0,744595	0,717205	0,75
7	41,21	28,22	25,38	10,7	199,4	33	0,545455	0,839347	0,556112	0,709179	0,784502	0,772374	0,75
8	41,21	28,22	25,34	9,72	170,4	33	0,636364	0,839347	0,556112	0,708333	0,706284	0,653862	0,75
9	41,21	28,22	20,43	8	128,9	33	0,727273	0,839347	0,556112	0,604484	0,569003	0,484266	0,75
10	41,21	28,22	16,49	5,2	87	33	0,818182	0,839347	0,556112	0,521151	0,345524	0,313036	0,75
11	41,21	28,22	11,21	3,9	57,6	33	0,909091	0,839347	0,556112	0,409475	0,241765	0,192889	0,75
12	41,21	28,22	7,24	3	43,1	33	1	0,839347	0,556112	0,325508	0,169932	0,133633	0,75
1	15,55	32,53	23,64	11,36	173,9	19	0	0,514496	0,572831	0,672377	0,837179	0,668165	0,3125
2	15,55	32,53	26,18	10,36	173,2	19	0,090909	0,514496	0,572831	0,7261	0,757365	0,665304	0,3125
3	15,55	32,53	29,29	10	205,2	19	0,181818	0,514496	0,572831	0,791878	0,728632	0,796077	0,3125
4	15,55	32,53	32,9	11	210,6	19	0,272727	0,514496	0,572831	0,868232	0,808446	0,818145	0,3125
5	15,55	32,53	35,04	9,76	211,1	19	0,363636	0,514496	0,572831	0,913494	0,709476	0,820188	0,3125
6	15,55	32,53	34,64	10	191	19	0,454545	0,514496	0,572831	0,905034	0,728632	0,738047	0,3125
7	15,55	32,53	32,76	9	194,5	19	0,545455	0,514496	0,572831	0,865271	0,648818	0,75235	0,3125
8	15,55	32,53	31,61	9	194,4	19	0,636364	0,514496	0,572831	0,840948	0,648818	0,751941	0,3125
9	15,55	32,53	32,37	10	186,5	19	0,727273	0,514496	0,572831	0,857022	0,728632	0,719657	0,3125
10	15,55	32,53	32,81	10	181,2	19	0,818182	0,514496	0,572831	0,866328	0,728632	0,697998	0,3125

11	15,55	32,53	28,44	11	168,5	19	0,909091	0,514496	0,572831	0,7739	0,808446	0,646097	0,3125
12	15,55	32,53	25	11	166,7	19	1	0,514496	0,572831	0,701142	0,808446	0,638741	0,3125
1	40,91	37,68	-2,85	3,39	47,7	34	0	0,835549	0,592808	0,112098	0,20106	0,152432	0,78125
2	40,91	37,68	-1,47	4,34	62	34	0,090909	0,835549	0,592808	0,141286	0,276883	0,21087	0,78125
3	40,91	37,68	4,87	4,64	93,2	34	0,181818	0,835549	0,592808	0,275381	0,300828	0,338374	0,78125
4	40,91	37,68	9,75	6,29	116	34	0,272727	0,835549	0,592808	0,378596	0,432521	0,431549	0,78125
5	40,91	37,68	14,27	7,95	149,9	34	0,363636	0,835549	0,592808	0,474196	0,565013	0,570086	0,78125
6	40,91	37,68	17,98	8,78	162,3	34	0,454545	0,835549	0,592808	0,552665	0,631258	0,62076	0,78125
7	40,91	37,68	21,9	8,54	151,7	34	0,545455	0,835549	0,592808	0,635575	0,612103	0,577442	0,78125
8	40,91	37,68	22,25	8,22	138,4	34	0,636364	0,835549	0,592808	0,642978	0,586562	0,523089	0,78125
9	40,91	37,68	17,18	7,49	110,6	34	0,727273	0,835549	0,592808	0,535745	0,528298	0,409481	0,78125
10	40,91	37,68	12,38	5,68	79,1	34	0,818182	0,835549	0,592808	0,434222	0,383834	0,280752	0,78125
11	40,91	37,68	5,16	4,27	49,6	34	0,909091	0,835549	0,592808	0,281514	0,271296	0,160196	0,78125
12	40,91	37,68	-0,55	3,06	42,4	34	1	0,835549	0,592808	0,160745	0,174721	0,130772	0,78125
1	38,41	27,14	6,95	4,86	68,4	33	0	0,803899	0,551922	0,319374	0,318387	0,237025	0,75
2	38,41	27,14	7,61	5,86	78,1	33	0,090909	0,803899	0,551922	0,333333	0,398201	0,276665	0,75
3	38,41	27,14	10,93	6,96	129,8	33	0,181818	0,803899	0,551922	0,403553	0,485997	0,487944	0,75
4	38,41	27,14	14,51	8,03	167,4	33	0,272727	0,803899	0,551922	0,479272	0,571398	0,641602	0,75
5	38,41	27,14	20,17	9,77	211	33	0,363636	0,803899	0,551922	0,598985	0,710274	0,819779	0,75
6	38,41	27,14	25,27	11,89	228,7	33	0,454545	0,803899	0,551922	0,706853	0,879481	0,892113	0,75
7	38,41	27,14	28,68	12,2	241,5	33	0,545455	0,803899	0,551922	0,778976	0,904223	0,944422	0,75
8	38,41	27,14	28,14	11,48	216,2	33	0,636364	0,803899	0,551922	0,767555	0,846757	0,84103	0,75
9	38,41	27,14	22,64	9,67	168,1	33	0,727273	0,803899	0,551922	0,651227	0,702293	0,644463	0,75
10	38,41	27,14	18,17	7,61	120,3	33	0,818182	0,803899	0,551922	0,556684	0,537876	0,449121	0,75
11	38,41	27,14	12,1	5,55	77,8	33	0,909091	0,803899	0,551922	0,428299	0,373459	0,275439	0,75
12	38,41	27,14	8,28	4,27	59	33	1	0,803899	0,551922	0,347504	0,271296	0,198611	0,75
1	37,05	37,38	3,41	4,6	73,3	34	0	0,786682	0,591644	0,244501	0,297635	0,257049	0,78125
2	37,05	37,38	5,09	5,78	82,5	34	0,090909	0,786682	0,591644	0,280034	0,391816	0,294647	0,78125
3	37,05	37,38	9,86	6,82	143,1	34	0,181818	0,786682	0,591644	0,380922	0,474823	0,542297	0,78125
4	37,05	37,38	14,02	8,1	179,3	34	0,272727	0,786682	0,591644	0,468909	0,576985	0,690233	0,78125

5	37,05	37,38	19,78	9,93	212,7	34	0,363636	0,786682	0,591644	0,590736	0,723045	0,826727	0,78125
6	37,05	37,38	25,78	11,63	246,2	34	0,454545	0,786682	0,591644	0,71764	0,858729	0,963629	0,78125
7	37,05	37,38	30,23	11,74	253,9	34	0,545455	0,786682	0,591644	0,81176	0,867508	0,995096	0,78125
8	37,05	37,38	29,46	11,07	226,5	34	0,636364	0,786682	0,591644	0,795474	0,814033	0,883122	0,78125
9	37,05	37,38	23,89	10,03	184	34	0,727273	0,786682	0,591644	0,677665	0,731026	0,70944	0,78125
10	37,05	37,38	18,2	7,8	136,4	34	0,818182	0,786682	0,591644	0,557318	0,553041	0,514916	0,78125
11	37,05	37,38	9,98	5,98	92,2	34	0,909091	0,786682	0,591644	0,38346	0,407779	0,334287	0,78125
12	37,05	37,38	4,99	4,38	73,8	34	1	0,786682	0,591644	0,277919	0,280076	0,259093	0,78125
1	16,85	-99,91	24,51	8,774	140,5	19	0	0,530953	0,059079	0,690778	0,63078	0,531671	0,3125
2	16,85	-99,91	24,73	8,892	162,5	19	0,090909	0,530953	0,059079	0,695431	0,640198	0,621577	0,3125
3	16,85	-99,91	25,43	9,258	195	19	0,181818	0,530953	0,059079	0,710237	0,66941	0,754393	0,3125
4	16,85	-99,91	26,73	9,133	202,2	19	0,272727	0,530953	0,059079	0,737733	0,659433	0,783817	0,3125
5	16,85	-99,91	28,6	8,129	188,8	19	0,363636	0,530953	0,059079	0,777284	0,579299	0,729056	0,3125
6	16,85	-99,91	28,48	6,866	175,8	19	0,454545	0,530953	0,059079	0,774746	0,478494	0,67593	0,3125
7	16,85	-99,91	28,86	7,87	194,5	19	0,545455	0,530953	0,059079	0,782783	0,558628	0,75235	0,3125
8	16,85	-99,91	28,43	7,419	181,7	19	0,636364	0,530953	0,059079	0,773689	0,522631	0,700041	0,3125
9	16,85	-99,91	26,79	6,466	164	19	0,727273	0,530953	0,059079	0,739002	0,446568	0,627707	0,3125
10	16,85	-99,91	27,1	7,903	162	19	0,818182	0,530953	0,059079	0,745558	0,561261	0,619534	0,3125
11	16,85	-99,91	25,95	8,566	151,7	19	0,909091	0,530953	0,059079	0,721235	0,614178	0,577442	0,3125
12	16,85	-99,91	24,89	8,225	138,4	19	1	0,530953	0,059079	0,698816	0,586962	0,523089	0,3125
1	19,62	37,22	22,76	6,903	132,6	20	0	0,566021	0,591024	0,653765	0,481447	0,499387	0,34375
2	19,62	37,22	24,08	8,214	150,6	20	0,090909	0,566021	0,591024	0,681684	0,586084	0,572946	0,34375
3	19,62	37,22	26,43	9,096	197,3	20	0,181818	0,566021	0,591024	0,731387	0,65648	0,763792	0,34375
4	19,62	37,22	29,31	10,4	215	20	0,272727	0,566021	0,591024	0,792301	0,760557	0,836126	0,34375
5	19,62	37,22	32,44	10,903	220,4	20	0,363636	0,566021	0,591024	0,858503	0,800704	0,858194	0,34375
6	19,62	37,22	33,37	10,3	203,2	20	0,454545	0,566021	0,591024	0,878173	0,752576	0,787904	0,34375
7	19,62	37,22	34,66	9,903	199,2	20	0,545455	0,566021	0,591024	0,905457	0,72089	0,771557	0,34375
8	19,62	37,22	34,34	9,612	196,7	20	0,636364	0,566021	0,591024	0,898689	0,697664	0,76134	0,34375
9	19,62	37,22	32,28	10	189,8	20	0,727273	0,566021	0,591024	0,855118	0,728632	0,733143	0,34375
10	19,62	37,22	30,34	9,903	180,9	20	0,818182	0,566021	0,591024	0,814086	0,72089	0,696772	0,34375

11	19,62	37,22	27,04	8,3	141,6	20	0,909091	0,566021	0,591024	0,744289	0,592948	0,536167	0,34375
12	19,62	37,22	24,52	7,612	128,3	20	1	0,566021	0,591024	0,69099	0,538035	0,481814	0,34375
1	30,6	31,25	14,43	7,129	93,2	28	0	0,705026	0,567865	0,47758	0,499485	0,338374	0,59375
2	30,6	31,25	15,44	7,571	107,1	28	0,090909	0,705026	0,567865	0,498942	0,534763	0,395178	0,59375
3	30,6	31,25	18,56	8,58	156,5	28	0,181818	0,705026	0,567865	0,564932	0,615296	0,597058	0,59375
4	30,6	31,25	21,5	9,2	186,2	28	0,272727	0,705026	0,567865	0,627115	0,66478	0,718431	0,59375
5	30,6	31,25	25,41	10,161	215,1	28	0,363636	0,705026	0,567865	0,709814	0,741482	0,836535	0,59375
6	30,6	31,25	27,85	11,933	224,4	28	0,454545	0,705026	0,567865	0,761421	0,882913	0,87454	0,59375
7	30,6	31,25	29,56	11,29	223,4	28	0,545455	0,705026	0,567865	0,797589	0,831592	0,870454	0,59375
8	30,6	31,25	29,36	10,903	204,2	28	0,636364	0,705026	0,567865	0,793359	0,800704	0,79199	0,59375
9	30,6	31,25	27,26	9,433	172,4	28	0,727273	0,705026	0,567865	0,748942	0,683377	0,662035	0,59375
10	30,6	31,25	24,34	9,354	138,2	28	0,818182	0,705026	0,567865	0,687183	0,677072	0,522272	0,59375
11	30,6	31,25	19,65	8,133	99,6	28	0,909091	0,705026	0,567865	0,587986	0,579619	0,364528	0,59375
12	30,6	31,25	16,12	6,35	85,9	28	1	0,705026	0,567865	0,513325	0,43731	0,308541	0,59375
1	33,34	44,4	7,1	6,193	84,2	30	0	0,739714	0,618876	0,322547	0,424779	0,301594	0,65625
2	33,34	44,4	10,24	7,25	101,3	30	0,090909	0,739714	0,618876	0,388959	0,509143	0,371475	0,65625
3	33,34	44,4	14,94	7,903	148,7	30	0,181818	0,739714	0,618876	0,488367	0,561261	0,565182	0,65625
4	33,34	44,4	19,3	8,5	169,2	30	0,272727	0,739714	0,618876	0,580584	0,60891	0,648958	0,65625
5	33,34	44,4	25,35	9,709	197,7	30	0,363636	0,739714	0,618876	0,708545	0,705406	0,765427	0,65625
6	33,34	44,4	30,4	11,6	213,2	30	0,454545	0,739714	0,618876	0,815355	0,856334	0,82877	0,65625
7	33,34	44,4	33,56	11,193	216,3	30	0,545455	0,739714	0,618876	0,882191	0,82385	0,841438	0,65625
8	33,34	44,4	33,07	11,387	201,9	30	0,636364	0,739714	0,618876	0,871827	0,839334	0,782591	0,65625
9	33,34	44,4	27,87	10,5	172,4	30	0,727273	0,739714	0,618876	0,761844	0,768539	0,662035	0,65625
10	33,34	44,4	22,73	8,806	130,5	30	0,818182	0,739714	0,618876	0,65313	0,633334	0,490805	0,65625
11	33,34	44,4	13,71	7,1	97,3	30	0,909091	0,739714	0,618876	0,462352	0,497171	0,355129	0,65625
12	33,34	44,4	8,95	6,29	77,9	30	1	0,739714	0,618876	0,361675	0,432521	0,275848	0,65625
1	30,51	47,78	10,96	6,387	87,4	27	0	0,703887	0,631987	0,404188	0,440263	0,314671	0,5625
2	30,51	47,78	14,55	7,964	99,1	27	0,090909	0,703887	0,631987	0,480118	0,56613	0,362485	0,5625
3	30,51	47,78	20,55	7,032	147,1	27	0,181818	0,703887	0,631987	0,607022	0,491743	0,558643	0,5625
4	30,51	47,78	26,33	7,633	164,3	27	0,272727	0,703887	0,631987	0,729272	0,539712	0,628933	0,5625

5	30,51	47,78	33,48	8,806	192,1	27	0,363636	0,703887	0,631987	0,880499	0,633334	0,742542	0,5625
6	30,51	47,78	36,44	10,166	204,8	27	0,454545	0,703887	0,631987	0,943105	0,741881	0,794442	0,5625
7	30,51	47,78	38,15	9,903	205,9	27	0,545455	0,703887	0,631987	0,979272	0,72089	0,798937	0,5625
8	30,51	47,78	37,4	9,741	193,5	27	0,636364	0,703887	0,631987	0,963409	0,70796	0,748263	0,5625
9	30,51	47,78	32,23	9,5	171,3	27	0,727273	0,703887	0,631987	0,854061	0,688725	0,65754	0,5625
10	30,51	47,78	27,34	8,129	135	27	0,818182	0,703887	0,631987	0,750635	0,579299	0,509195	0,5625
11	30,51	47,78	18,28	7,233	99	27	0,909091	0,703887	0,631987	0,55901	0,507786	0,362076	0,5625
12	30,51	47,78	12,85	6,258	87,9	27	1	0,703887	0,631987	0,444162	0,429967	0,316714	0,5625
1	29,5	47,75	12,36	7,096	94,3	27	0	0,6911	0,631871	0,433799	0,496851	0,342869	0,5625
2	29,5	47,75	15,43	7,714	104	27	0,090909	0,6911	0,631871	0,498731	0,546177	0,382509	0,5625
3	29,5	47,75	20,81	7,483	156,4	27	0,181818	0,6911	0,631871	0,612521	0,527739	0,596649	0,5625
4	29,5	47,75	26,15	7,9	171,3	27	0,272727	0,6911	0,631871	0,725465	0,561022	0,65754	0,5625
5	29,5	47,75	33,38	9,387	199,8	27	0,363636	0,6911	0,631871	0,878384	0,679706	0,774009	0,5625
6	29,5	47,75	37,03	10,5	204	27	0,454545	0,6911	0,631871	0,955584	0,768539	0,791173	0,5625
7	29,5	47,75	39,13	10,612	198,8	27	0,545455	0,6911	0,631871	1	0,777478	0,769922	0,5625
8	29,5	47,75	38,64	10,806	188,6	27	0,636364	0,6911	0,631871	0,989636	0,792962	0,728239	0,5625
9	29,5	47,75	34,06	10,2	167,3	27	0,727273	0,6911	0,631871	0,892766	0,744595	0,641193	0,5625
10	29,5	47,75	28,71	9	141,5	27	0,818182	0,6911	0,631871	0,779611	0,648818	0,535758	0,5625
11	29,5	47,75	19,86	7,7	105	27	0,909091	0,6911	0,631871	0,592428	0,545059	0,386596	0,5625
12	29,5	47,75	14,61	6,903	94,4	27	1	0,6911	0,631871	0,481387	0,481447	0,343277	0,5625
1	32,11	20,07	12,94	5,806	98,4	31	0	0,724142	0,524497	0,446066	0,393891	0,359624	0,6875
2	32,11	20,07	12,78	6,857	105,7	31	0,090909	0,724142	0,524497	0,442682	0,477776	0,389456	0,6875
3	32,11	20,07	15,97	7,483	169,2	31	0,181818	0,724142	0,524497	0,510152	0,527739	0,648958	0,6875
4	32,11	20,07	18,73	8,4	202,2	31	0,272727	0,724142	0,524497	0,568528	0,600929	0,783817	0,6875
5	32,11	20,07	22,87	10,29	231,1	31	0,363636	0,724142	0,524497	0,656091	0,751778	0,901921	0,6875
6	32,11	20,07	24,88	10,9	237,2	31	0,454545	0,724142	0,524497	0,698604	0,800465	0,926849	0,6875
7	32,11	20,07	27,17	12,29	249,4	31	0,545455	0,724142	0,524497	0,747039	0,911406	0,976706	0,6875
8	32,11	20,07	27,44	11,806	227,3	31	0,636364	0,724142	0,524497	0,75275	0,872776	0,886391	0,6875
9	32,11	20,07	25,8	9,6	184,7	31	0,727273	0,724142	0,524497	0,718063	0,696706	0,712301	0,6875
10	32,11	20,07	22,79	8,096	188,8	31	0,818182	0,724142	0,524497	0,654399	0,576666	0,729056	0,6875

11	32,11	20,07	18,26	7,1	109,8	31	0,909091	0,724142	0,524497	0,558587	0,497171	0,406212	0,6875
12	32,11	20,07	14,69	5,387	90,7	31	1	0,724142	0,524497	0,48308	0,360449	0,328157	0,6875
1	12,11	15,04	23,43	9,612	177,1	17	0	0,470946	0,504985	0,667936	0,697664	0,681242	0,25
2	12,11	15,04	26,9	9,892	171,9	17	0,090909	0,470946	0,504985	0,741328	0,720012	0,659992	0,25
3	12,11	15,04	30,95	9,096	196,4	17	0,181818	0,470946	0,504985	0,826988	0,65648	0,760114	0,25
4	12,11	15,04	33,59	9,1	189,3	17	0,272727	0,470946	0,504985	0,882826	0,656799	0,731099	0,25
5	12,11	15,04	33,54	9,193	192,5	17	0,363636	0,470946	0,504985	0,881768	0,664222	0,744177	0,25
6	12,11	15,04	30,47	8,6	177,7	17	0,454545	0,470946	0,504985	0,816836	0,616892	0,683694	0,25
7	12,11	15,04	28,49	6,903	170,3	17	0,545455	0,470946	0,504985	0,774958	0,481447	0,653453	0,25
8	12,11	15,04	26,49	6,516	154,5	17	0,636364	0,470946	0,504985	0,732657	0,450559	0,588884	0,25
9	12,11	15,04	27,54	7,6	164,2	17,00	0,727273	0,470946	0,504985	0,754865	0,537078	0,628525	0,25
10	12,11	15,04	29,3	9,139	177,7	17,00	0,818182	0,470946	0,504985	0,79209	0,659912	0,683694	0,25
11	12,11	15,04	27,23	10	184,3	17,00	0,909091	0,470946	0,504985	0,748308	0,728632	0,710666	0,25
12	12,11	15,04	24,48	9,806	173,4	17,00	1	0,470946	0,504985	0,690144	0,713148	0,666122	0,25
1	6,32	5,6	28	6,903	141,5	13,00	0	0,397645	0,468366	0,764594	0,481447	0,535758	0,125
2	6,32	5,6	28,6	7,571	133,2	13,00	0,090909	0,397645	0,468366	0,777284	0,534763	0,501839	0,125
3	6,32	5,6	29	7,193	153,7	13,00	0,181818	0,397645	0,468366	0,785745	0,504593	0,585615	0,125
4	6,32	5,6	28,1	7,3	142,8	13,00	0,272727	0,397645	0,468366	0,766709	0,513133	0,541071	0,125
5	6,32	5,6	27,9	6,903	145,4	13,00	0,363636	0,397645	0,468366	0,762479	0,481447	0,551696	0,125
6	6,32	5,6	26,2	4,7	135,5	13,00	0,454545	0,397645	0,468366	0,726523	0,305617	0,511238	0,125
7	6,32	5,6	25,8	4,387	106	13,00	0,545455	0,397645	0,468366	0,718063	0,280635	0,390682	0,125
8	6,32	5,6	25,3	4,806	114,3	13,00	0,636364	0,397645	0,468366	0,707487	0,314077	0,424602	0,125
9	6,32	5,6	25,5	5,5	116,2	13,00	0,727273	0,397645	0,468366	0,711717	0,369468	0,432366	0,125
10	6,32	5,6	26,9	6,709	138,4	13,00	0,818182	0,397645	0,468366	0,741328	0,465963	0,523089	0,125
11	6,32	5,6	27,6	8,1	143,6	13,00	0,909091	0,397645	0,468366	0,756134	0,576985	0,54434	0,125
12	6,32	5,6	27,19	7,193	135,5	13,00	1	0,397645	0,468366	0,747462	0,504593	0,511238	0,125
1	-2,02	29,66	20,48	5,322	158,3	12,00	0	0,292062	0,561698	0,605541	0,355261	0,604414	0,09375
2	-2,02	29,66	21,49	4,25	141,2	12,00	0,090909	0,292062	0,561698	0,626904	0,2697	0,534532	0,09375
3	-2,02	29,66	21,31	5,322	155,6	12,00	0,181818	0,292062	0,561698	0,623096	0,355261	0,59338	0,09375
4	-2,02	29,66	20,11	5	143,4	12,00	0,272727	0,292062	0,561698	0,597716	0,329561	0,543523	0,09375

5	-2,02	29,66	19,79	5,322	142,7	12,00	0,363636	0,292062	0,561698	0,590948	0,355261	0,540662	0,09375
6	-2,02	29,66	18,69	7	148,1	12,00	0,454545	0,292062	0,561698	0,567682	0,489189	0,56273	0,09375
7	-2,02	29,66	18,39	8	162,6	12,00	0,545455	0,292062	0,561698	0,561337	0,569003	0,621986	0,09375
8	-2,02	29,66	18,75	7	155,9	12,00	0,636364	0,292062	0,561698	0,568951	0,489189	0,594606	0,09375
9	-2,02	29,66	19,34	7	152	12,00	0,727273	0,292062	0,561698	0,58143	0,489189	0,578668	0,09375
10	-2,02	29,66	20,3	6	155,3	12,00	0,818182	0,292062	0,561698	0,601734	0,409375	0,592154	0,09375
11	-2,02	29,66	19,63	5	147,4	12,00	0,909091	0,292062	0,561698	0,587563	0,329561	0,559869	0,09375
12	-2,02	29,66	20,38	4	152,6	12,00	1	0,292062	0,561698	0,603426	0,249747	0,58112	0,09375
1	34,01	-6,83	11,65	7,419	93,5	33,00	0	0,748196	0,420148	0,418782	0,522631	0,3396	0,75
2	34,01	-6,83	12,85	7,964	105,7	33,00	0,090909	0,748196	0,420148	0,444162	0,56613	0,389456	0,75
3	34,01	-6,83	14,81	8,58	161,5	33,00	0,181818	0,748196	0,420148	0,485618	0,615296	0,617491	0,75
4	34,01	-6,83	15,58	9,1	191,7	33,00	0,272727	0,748196	0,420148	0,501904	0,656799	0,740907	0,75
5	34,01	-6,83	18,2	9,645	221,8	33,00	0,363636	0,748196	0,420148	0,557318	0,700298	0,863915	0,75
6	34,01	-6,83	21,08	10,266	228,9	33,00	0,454545	0,748196	0,420148	0,618232	0,749862	0,89293	0,75
7	34,01	-6,83	22,65	10,29	234,4	33,00	0,545455	0,748196	0,420148	0,651438	0,751778	0,915407	0,75
8	34,01	-6,83	22,86	9,258	215,3	33,00	0,636364	0,748196	0,420148	0,65588	0,66941	0,837352	0,75
9	34,01	-6,83	21,3	8,533	172,6	33,00	0,727273	0,748196	0,420148	0,622885	0,611544	0,662852	0,75
10	34,01	-6,83	19,3	8,161	135,9	33,00	0,818182	0,748196	0,420148	0,580584	0,581853	0,512873	0,75
11	34,01	-6,83	15,01	7,4	101,9	33,00	0,909091	0,748196	0,420148	0,489848	0,521115	0,373927	0,75
12	34,01	-6,83	13,34	7,354	86,1	33,00	1	0,748196	0,420148	0,454526	0,517443	0,309358	0,75
1	-18,91	47,54	21,38	6,806	183,5	24,00	0	0,078238	0,631056	0,624577	0,473705	0,707397	0,46875
2	-18,91	47,54	21,15	6,824	159,9	24,00	0,090909	0,078238	0,631056	0,619712	0,475142	0,610952	0,46875
3	-18,91	47,54	20,83	6,451	163,1	24,00	0,181818	0,078238	0,631056	0,612944	0,445371	0,624029	0,46875
4	-18,91	47,54	19,63	7,4	146,6	24,00	0,272727	0,078238	0,631056	0,587563	0,521115	0,5566	0,46875
5	-18,91	47,54	17,67	7,419	132,1	24,00	0,363636	0,078238	0,631056	0,546108	0,522631	0,497344	0,46875
6	-18,91	47,54	14,87	7	119,5	24,00	0,454545	0,078238	0,631056	0,486887	0,489189	0,445852	0,46875
7	-18,91	47,54	14,59	6,935	126	24,00	0,545455	0,078238	0,631056	0,480964	0,484001	0,472415	0,46875
8	-18,91	47,54	15,47	7,677	158	24,00	0,636364	0,078238	0,631056	0,499577	0,543223	0,603188	0,46875
9	-18,91	47,54	17,09	8,366	188	24,00	0,727273	0,078238	0,631056	0,533841	0,598215	0,725787	0,46875
10	-18,91	47,54	19,26	8,129	196,3	24,00	0,818182	0,078238	0,631056	0,579738	0,579299	0,759706	0,46875

11	-18,91	47,54	20,33	7,766	188,1	24,00	0,909091	0,078238	0,631056	0,602369	0,550327	0,726195	0,46875
12	-18,91	47,54	21,24	6,516	185,8	24,00	1	0,078238	0,631056	0,621616	0,450559	0,716796	0,46875
1	-25,09	142,65	32,38	7,612	255,1	30,00	0	0	1	0,857234	0,538035	1	0,65625
2	-25,09	142,65	31,07	7,214	204,6	30,00	0,090909	0	1	0,829526	0,506269	0,793625	0,65625
3	-25,09	142,65	29,21	6,903	212,1	30,00	0,181818	0	1	0,790186	0,481447	0,824275	0,65625
4	-25,09	142,65	24,71	6,9	168,1	30,00	0,272727	0	1	0,695008	0,481208	0,644463	0,65625
5	-25,09	142,65	19,22	6,29	140,3	30,00	0,363636	0	1	0,578892	0,432521	0,530854	0,65625
6	-25,09	142,65	15,15	5,9	120,4	30,00	0,454545	0	1	0,492809	0,401394	0,44953	0,65625
7	-25,09	142,65	15,2	6,612	134,1	30,00	0,545455	0	1	0,493866	0,458221	0,505517	0,65625
8	-25,09	142,65	18,04	7,903	168,1	30,00	0,636364	0	1	0,553934	0,561261	0,644463	0,65625
9	-25,09	142,65	22,83	7,9	192,8	30,00	0,727273	0	1	0,655245	0,561022	0,745403	0,65625
10	-25,09	142,65	26,65	7,903	227,2	30,00	0,818182	0	1	0,736041	0,561261	0,885983	0,65625
11	-25,09	142,65	29,08	7,6	230,7	30,00	0,909091	0	1	0,787437	0,537078	0,900286	0,65625
12	-25,09	142,65	31,8	7,903	249,6	30,00	1	0	1	0,844966	0,561261	0,977523	0,65625
1	-2,15	120,41	18,51	5,161	149,6	9,00	0	0,290417	0,913728	0,563875	0,342411	0,56886	0
2	-2,15	120,41	18,44	5	133,7	9,00	0,090909	0,290417	0,913728	0,562394	0,329561	0,503882	0
3	-2,15	120,41	18,47	5,483	146,7	9,00	0,181818	0,290417	0,913728	0,563029	0,368111	0,557009	0
4	-2,15	120,41	18,32	6,333	151,9	9,00	0,272727	0,290417	0,913728	0,559856	0,435953	0,578259	0
5	-2,15	120,41	18,57	6,451	154,3	9,00	0,363636	0,290417	0,913728	0,565144	0,445371	0,588067	0
6	-2,15	120,41	17,84	6,5	142,1	9,00	0,454545	0,290417	0,913728	0,549704	0,449282	0,53821	0
7	-2,15	120,41	17,58	6,774	143,5	9,00	0,545455	0,290417	0,913728	0,544205	0,471151	0,543931	0
8	-2,15	120,41	17,81	7,096	138,5	9,00	0,636364	0,290417	0,913728	0,549069	0,496851	0,523498	0
9	-2,15	120,41	18,35	6,666	151,6	9,00	0,727273	0,290417	0,913728	0,560491	0,462531	0,577033	0
10	-2,15	120,41	18,99	7,096	167,5	9,00	0,818182	0,290417	0,913728	0,574027	0,496851	0,642011	0
11	-2,15	120,41	18,32	6	188,2	9,00	0,909091	0,290417	0,913728	0,559856	0,409375	0,726604	0
12	-2,15	120,41	18,07	5,483	153,4	9,00	1	0,290417	0,913728	0,554569	0,368111	0,584389	0
1	3,14	101,69	27,25	5,967	129,4	12,00	0	0,357387	0,841111	0,748731	0,406741	0,48631	0,09375
2	3,14	101,69	27,73	6,857	131,2	12,00	0,090909	0,357387	0,841111	0,758883	0,477776	0,493666	0,09375
3	3,14	101,69	28,07	6,709	150,3	12,00	0,181818	0,357387	0,841111	0,766074	0,465963	0,57172	0,09375
4	3,14	101,69	27,57	6,633	140,2	12,00	0,272727	0,357387	0,841111	0,755499	0,459897	0,530445	0,09375

5	3,14	101,69	28,58	6,677	142,5	12,00	0,363636	0,357387	0,841111	0,776861	0,463409	0,539845	0,09375
6	3,14	101,69	27,81	6,466	131	12,00	0,454545	0,357387	0,841111	0,760575	0,446568	0,492848	0,09375
7	3,14	101,69	27,83	6,451	133,4	12,00	0,545455	0,357387	0,841111	0,760998	0,445371	0,502656	0,09375
8	3,14	101,69	27,78	6,096	133,7	12,00	0,636364	0,357387	0,841111	0,759941	0,417037	0,503882	0,09375
9	3,14	101,69	27,2	5,466	131,1	12,00	0,727273	0,357387	0,841111	0,747673	0,366754	0,493257	0,09375
10	3,14	101,69	27,47	5,451	135,9	12,00	0,818182	0,357387	0,841111	0,753384	0,365557	0,512873	0,09375
11	3,14	101,69	26,7	5,066	120	12,00	0,909091	0,357387	0,841111	0,737098	0,334829	0,447895	0,09375
12	3,14	101,69	27,17	5,258	118,7	12,00	1	0,357387	0,841111	0,747039	0,350153	0,442583	0,09375
1	1,29	103,85	26,91	5,548	141,2	9,00	0	0,333966	0,84949	0,74154	0,373299	0,534532	0
2	1,29	103,85	27,54	6,535	144,1	9,00	0,090909	0,333966	0,84949	0,754865	0,452076	0,546383	0
3	1,29	103,85	27,95	6,225	152,4	9,00	0,181818	0,333966	0,84949	0,763536	0,427333	0,580302	0
4	1,29	103,85	28,13	5,8	138,1	9,00	0,272727	0,333966	0,84949	0,767343	0,393412	0,521864	0
5	1,29	103,85	29	5,806	134,1	9,00	0,363636	0,333966	0,84949	0,785745	0,393891	0,505517	0
6	1,29	103,85	28,38	5,933	130	9,00	0,454545	0,333966	0,84949	0,772631	0,404027	0,488762	0
7	1,29	103,85	28,33	6,0645	137,2	9,00	0,545455	0,333966	0,84949	0,771574	0,414523	0,518186	0
8	1,29	103,85	28,37	5,838	139,7	9,00	0,636364	0,333966	0,84949	0,77242	0,396445	0,528402	0
9	1,29	103,85	27,9	5,2	135	9,00	0,727273	0,333966	0,84949	0,762479	0,345524	0,509195	0
10	1,29	103,85	28,28	5	136,5	9,00	0,818182	0,333966	0,84949	0,770516	0,329561	0,515325	0
11	1,29	103,85	27,39	4,333	118	9,00	0,909091	0,333966	0,84949	0,751692	0,276325	0,439722	0
12	1,29	103,85	27,27	4,322	123,2	9,00	1	0,333966	0,84949	0,749154	0,275447	0,460973	0
1	28,64	77,22	13,42	7,709	118	33,00	0	0,680213	0,746189	0,456218	0,545777	0,439722	0,75
2	28,64	77,22	17,44	8,892	136,8	33,00	0,090909	0,680213	0,746189	0,541244	0,640198	0,516551	0,75
3	28,64	77,22	23,45	8,29	188,1	33,00	0,181818	0,680213	0,746189	0,668359	0,592149	0,726195	0,75
4	28,64	77,22	29,42	9,4	206,4	33,00	0,272727	0,680213	0,746189	0,794628	0,680743	0,800981	0,75
5	28,64	77,22	32,79	9,709	221,9	33,00	0,363636	0,680213	0,746189	0,865905	0,705406	0,864324	0,75
6	28,64	77,22	32,33	7,5	196,4	33,00	0,454545	0,680213	0,746189	0,856176	0,529096	0,760114	0,75
7	28,64	77,22	31,53	6,516	166,6	33,00	0,545455	0,680213	0,746189	0,839255	0,450559	0,638333	0,75
8	28,64	77,22	30,36	6,258	159,7	33,00	0,636364	0,680213	0,746189	0,814509	0,429967	0,610135	0,75
9	28,64	77,22	28,78	7,6	170,5	33,00	0,727273	0,680213	0,746189	0,781091	0,537078	0,654271	0,75
10	28,64	77,22	25,68	9,096	164,1	33,00	0,818182	0,680213	0,746189	0,715525	0,65648	0,628116	0,75

11	28,64	77,22	19,62	9,3	128,2	33,00	0,909091	0,680213	0,746189	0,587352	0,672762	0,481406	0,75
12	28,64	77,22	15,15	8,29	114,4	33,00	1	0,680213	0,746189	0,492809	0,592149	0,42501	0,75
1	33,72	73,04	10,15	6,322	82,9	33,00	0	0,744525	0,729974	0,387056	0,435075	0,296281	0,75
2	33,72	73,04	13,31	6,714	83,5	33,00	0,090909	0,744525	0,729974	0,453892	0,466362	0,298733	0,75
3	33,72	73,04	18,94	6,548	140,5	33,00	0,181818	0,744525	0,729974	0,57297	0,453113	0,531671	0,75
4	33,72	73,04	23,92	8,333	165,5	33,00	0,272727	0,744525	0,729974	0,678299	0,595581	0,633837	0,75
5	33,72	73,04	29,61	10,064	204,1	33,00	0,363636	0,744525	0,729974	0,798646	0,73374	0,791582	0,75
6	33,72	73,04	30,79	10,033	196,1	33,00	0,454545	0,744525	0,729974	0,823604	0,731266	0,758888	0,75
7	33,72	73,04	30,09	8,543	183,6	33,00	0,545455	0,744525	0,729974	0,808799	0,612342	0,707805	0,75
8	33,72	73,04	28,87	8,096	168,3	33,00	0,636364	0,744525	0,729974	0,782995	0,576666	0,64528	0,75
9	33,72	73,04	26,64	8,8	163,6	33,00	0,727273	0,744525	0,729974	0,735829	0,632855	0,626073	0,75
10	33,72	73,04	22,44	8,903	144	33,00	0,818182	0,744525	0,729974	0,646997	0,641076	0,545975	0,75
11	33,72	73,04	15,78	8,3	108,3	33,00	0,909091	0,744525	0,729974	0,506134	0,592948	0,400082	0,75
12	33,72	73,04	11,61	6,322	79,2	33,00	1	0,744525	0,729974	0,417936	0,435075	0,281161	0,75
1	35,69	51,42	4,35	5,451	85,4	36,00	0	0,769464	0,646107	0,264382	0,365557	0,306498	0,84375
2	35,69	51,42	7,34	6,428	99,6	36,00	0,090909	0,769464	0,646107	0,327623	0,443535	0,364528	0,84375
3	35,69	51,42	12,99	6,548	142,8	36,00	0,181818	0,769464	0,646107	0,447124	0,453113	0,541071	0,84375
4	35,69	51,42	17,68	7,366	173,5	36,00	0,272727	0,769464	0,646107	0,54632	0,518401	0,66653	0,84375
5	35,69	51,42	23,4	9,258	208,3	36,00	0,363636	0,769464	0,646107	0,667301	0,66941	0,808745	0,84375
6	35,69	51,42	28,38	11,533	222,1	36,00	0,454545	0,769464	0,646107	0,772631	0,850987	0,865141	0,84375
7	35,69	51,42	31,32	11,161	220,5	36,00	0,545455	0,769464	0,646107	0,834814	0,821296	0,858602	0,84375
8	35,69	51,42	30,82	10,774	207,2	36,00	0,636364	0,769464	0,646107	0,824239	0,790408	0,80425	0,84375
9	35,69	51,42	26,18	10,1	171,2	36,00	0,727273	0,769464	0,646107	0,7261	0,736613	0,657131	0,84375
10	35,69	51,42	20,46	8,064	128,4	36,00	0,818182	0,769464	0,646107	0,605118	0,574111	0,482223	0,84375
11	35,69	51,42	11,73	6,766	94	36,00	0,909091	0,769464	0,646107	0,420474	0,470513	0,341643	0,84375
12	35,69	51,42	6,04	5,451	76,8	36,00	1	0,769464	0,646107	0,300127	0,365557	0,271353	0,84375
1	13,75	100,5	27,54	8,806	144,9	17,00	0	0,491708	0,836495	0,754865	0,633334	0,549653	0,25
2	13,75	100,5	28,68	8,928	143,6	17,00	0,090909	0,491708	0,836495	0,778976	0,643071	0,54434	0,25
3	13,75	100,5	29,82	8,677	174,3	17,00	0,181818	0,491708	0,836495	0,803088	0,623038	0,6698	0,25
4	13,75	100,5	30,45	8,566	174,7	17,00	0,272727	0,491708	0,836495	0,816413	0,614178	0,671434	0,25

5	13,75	100,5	29,91	6,967	163,4	17,00	0,363636	0,491708	0,836495	0,804992	0,486555	0,625255	0,25
6	13,75	100,5	29,16	5,933	152	17,00	0,454545	0,491708	0,836495	0,789129	0,404027	0,578668	0,25
7	13,75	100,5	29,35	5,548	148,7	17,00	0,545455	0,491708	0,836495	0,793147	0,373299	0,565182	0,25
8	13,75	100,5	29,17	5,161	138,6	17,00	0,636364	0,491708	0,836495	0,78934	0,342411	0,523907	0,25
9	13,75	100,5	28,34	5,166	129,9	17,00	0,727273	0,491708	0,836495	0,771785	0,34281	0,488353	0,25
10	13,75	100,5	28,77	6,387	137,6	17,00	0,818182	0,491708	0,836495	0,78088	0,440263	0,51982	0,25
11	13,75	100,5	28,03	7,8	139,7	17,00	0,909091	0,491708	0,836495	0,765228	0,553041	0,528402	0,25
12	13,75	100,5	27,63	8,451	141,7	17,00	1	0,491708	0,836495	0,756768	0,605	0,536575	0,25
1	34,69	135,5	5,93	5,48	66,7	30,00	0	0,756805	0,972264	0,2978	0,367872	0,230078	0,65625
2	34,69	135,5	6,73	4,821	76,3	30,00	0,090909	0,756805	0,972264	0,314721	0,315274	0,269309	0,65625
3	34,69	135,5	10,04	5,129	108,3	30,00	0,181818	0,756805	0,972264	0,384729	0,339857	0,400082	0,65625
4	34,69	135,5	15,68	6,266	134,1	30,00	0,272727	0,756805	0,972264	0,504019	0,430606	0,505517	0,65625
5	34,69	135,5	20,68	6,258	147,2	30,00	0,363636	0,756805	0,972264	0,609772	0,429967	0,559052	0,65625
6	34,69	135,5	24,11	5,2	134,5	30,00	0,454545	0,756805	0,972264	0,682318	0,345524	0,507152	0,65625
7	34,69	135,5	28,38	5,87	148,1	30,00	0,545455	0,756805	0,972264	0,772631	0,398999	0,56273	0,65625
8	34,69	135,5	29,38	6,967	149,1	30,00	0,636364	0,756805	0,972264	0,793782	0,486555	0,566817	0,65625
9	34,69	135,5	25,46	5,2	110,9	30,00	0,727273	0,756805	0,972264	0,710871	0,345524	0,410707	0,65625
10	34,69	135,5	19,75	5,258	94,2	30,00	0,818182	0,756805	0,972264	0,590102	0,350153	0,34246	0,65625
11	34,69	135,5	13,7	4,933	71,9	30,00	0,909091	0,756805	0,972264	0,46214	0,324213	0,251328	0,65625
12	34,69	135,5	8,49	4,87	64	30,00	1	0,756805	0,972264	0,351946	0,319185	0,219044	0,65625
1	48,46	35,51	-3,27	1,35	26,5	40,00	0	0,931131	0,58439	0,103215	0,038239	0,065795	0,96875
2	48,46	35,51	-2,93	2,28	42,9	40,00	0,090909	0,931131	0,58439	0,110406	0,112466	0,132816	0,96875
3	48,46	35,51	2,76	3,612	86,1	40,00	0,181818	0,931131	0,58439	0,230753	0,218779	0,309358	0,96875
4	48,46	35,51	10,21	5,4	129,5	40,00	0,272727	0,931131	0,58439	0,388325	0,361486	0,486718	0,96875
5	48,46	35,51	16,42	8,29	186,7	40,00	0,363636	0,931131	0,58439	0,51967	0,592149	0,720474	0,96875
6	48,46	35,51	19,15	9,1	178,7	40,00	0,454545	0,931131	0,58439	0,577411	0,656799	0,687781	0,96875
7	48,46	35,51	22,73	9,258	183	40,00	0,545455	0,931131	0,58439	0,65313	0,66941	0,705353	0,96875
8	48,46	35,51	22,22	8,129	168	40,00	0,636364	0,931131	0,58439	0,642343	0,579299	0,644054	0,96875
9	48,46	35,51	15,77	6,3	116,2	40,00	0,727273	0,931131	0,58439	0,505922	0,433319	0,432366	0,96875
10	48,46	35,51	9,71	3,967	71,9	40,00	0,818182	0,931131	0,58439	0,37775	0,247113	0,251328	0,96875

11	48,46	35,51	3,23	1,7	33,6	40,00	0,909091	0,931131	0,58439	0,240694	0,066174	0,09481	0,96875
12	48,46	35,51	-1,97	1	21,4	40,00	1	0,931131	0,58439	0,130711	0,010304	0,044953	0,96875
1	53,9	27,57	-3,67	1,483	16,3	39,00	0	1	0,55359	0,094755	0,048854	0,024111	0,9375
2	53,9	27,57	-4,12	2,5	31,6	39,00	0,090909	1	0,55359	0,085237	0,130025	0,086637	0,9375
3	53,9	27,57	0,95	4,129	70,6	39,00	0,181818	1	0,55359	0,19247	0,260043	0,246016	0,9375
4	53,9	27,57	8,39	5,866	115	39,00	0,272727	1	0,55359	0,349831	0,39868	0,427462	0,9375
5	53,9	27,57	13,9	8,161	155,3	39,00	0,363636	1	0,55359	0,466371	0,581853	0,592154	0,9375
6	53,9	27,57	16,82	8,733	164,7	39,00	0,454545	1	0,55359	0,52813	0,627507	0,630568	0,9375
7	53,9	27,57	20,09	8,322	165	39,00	0,545455	1	0,55359	0,597293	0,594704	0,631794	0,9375
8	53,9	27,57	18,76	7,645	130,1	39,00	0,636364	1	0,55359	0,569162	0,540669	0,48917	0,9375
9	53,9	27,57	13,03	5,533	80,5	39,00	0,727273	1	0,55359	0,44797	0,372102	0,286473	0,9375
10	53,9	27,57	7,19	3,193	46,7	39,00	0,818182	1	0,55359	0,32445	0,185337	0,148345	0,9375
11	53,9	27,57	1,8	1,2	17,9	39,00	0,909091	1	0,55359	0,210448	0,026267	0,03065	0,9375
12	53,9	27,57	-2,29	0,8709	10,4	39,00	1	1	0,55359	0,123942	0	0	0,9375
1	44,43	26,11	-0,97	2,29	43,4	39,00	0	0,880111	0,547927	0,151861	0,113264	0,134859	0,9375
2	44,43	26,11	1,48	3,035	69,6	39,00	0,090909	0,880111	0,547927	0,20368	0,172726	0,241929	0,9375
3	44,43	26,11	6,69	4,451	110,2	39,00	0,181818	0,880111	0,547927	0,313875	0,285743	0,407846	0,9375
4	44,43	26,11	11,82	6,166	142,6	39,00	0,272727	0,880111	0,547927	0,422377	0,422624	0,540253	0,9375
5	44,43	26,11	17,92	7,935	181,7	39,00	0,363636	0,880111	0,547927	0,551396	0,563815	0,700041	0,9375
6	44,43	26,11	21,11	8,866	195,8	39,00	0,454545	0,880111	0,547927	0,618866	0,638122	0,757662	0,9375
7	44,43	26,11	23,72	9,322	203,8	39,00	0,545455	0,880111	0,547927	0,674069	0,674518	0,790356	0,9375
8	44,43	26,11	23,35	9,064	178,3	39,00	0,636364	0,880111	0,547927	0,666244	0,653926	0,686146	0,9375
9	44,43	26,11	17,13	7,466	125,1	39,00	0,727273	0,880111	0,547927	0,534687	0,526383	0,468737	0,9375
10	44,43	26,11	11,94	5,709	85,1	39,00	0,818182	0,880111	0,547927	0,424915	0,386149	0,305272	0,9375
11	44,43	26,11	6,36	2,933	46	39,00	0,909091	0,880111	0,547927	0,306895	0,164585	0,145484	0,9375
12	44,43	26,11	0,36	2,032	34,7	39,00	1	0,880111	0,547927	0,179992	0,092672	0,099305	0,9375
1	47,01	28,86	-1,5	2,483	33,5	39,00	0	0,912774	0,558594	0,140651	0,128668	0,094401	0,9375
2	47,01	28,86	-0,24	2,892	46,9	39,00	0,090909	0,912774	0,558594	0,167301	0,161312	0,149162	0,9375
3	47,01	28,86	4,85	4,096	97,4	39,00	0,181818	0,912774	0,558594	0,274958	0,257409	0,355537	0,9375
4	47,01	28,86	10,8	6,266	135,1	39,00	0,272727	0,912774	0,558594	0,400804	0,430606	0,509604	0,9375

5	47,01	28,86	16,96	8,225	176,2	39,00	0,363636	0,912774	0,558594	0,531091	0,586962	0,677564	0,9375
6	47,01	28,86	20,12	9,466	186,2	39,00	0,454545	0,912774	0,558594	0,597927	0,686011	0,718431	0,9375
7	47,01	28,86	22,94	9,67	191,1	39,00	0,545455	0,912774	0,558594	0,657572	0,702293	0,738455	0,9375
8	47,01	28,86	22,34	9,548	164,2	39,00	0,636364	0,912774	0,558594	0,644882	0,692556	0,628525	0,9375
9	47,01	28,86	16	7,633	113,7	39,00	0,727273	0,912774	0,558594	0,510787	0,539712	0,42215	0,9375
10	47,01	28,86	10,88	5,612	74,3	39,00	0,818182	0,912774	0,558594	0,402496	0,378407	0,261136	0,9375
11	47,01	28,86	5,37	2,466	38,1	39,00	0,909091	0,912774	0,558594	0,285956	0,127312	0,1132	0,9375
12	47,01	28,86	-0,06	1,967	25,2	39,00	1	0,912774	0,558594	0,171108	0,087484	0,060482	0,9375
1	46,2	6,15	1,78	1,548	33,3	36,00	0	0,902519	0,470499	0,210025	0,054042	0,093584	0,84375
2	46,2	6,15	3,17	2,75	55,8	36,00	0,090909	0,902519	0,470499	0,239425	0,149979	0,185533	0,84375
3	46,2	6,15	6,67	4,032	105,7	36,00	0,181818	0,902519	0,470499	0,313452	0,252301	0,389456	0,84375
4	46,2	6,15	10,37	5,3	138,9	36,00	0,272727	0,902519	0,470499	0,391709	0,353505	0,525133	0,84375
5	46,2	6,15	15,16	6	168,6	36,00	0,363636	0,902519	0,470499	0,49302	0,409375	0,646506	0,84375
6	46,2	6,15	18,99	6,8	187,8	36,00	0,454545	0,902519	0,470499	0,574027	0,473226	0,724969	0,84375
7	46,2	6,15	20,37	7,419	187,1	36,00	0,545455	0,902519	0,470499	0,603215	0,522631	0,722109	0,84375
8	46,2	6,15	19,65	6,709	160,1	36,00	0,636364	0,902519	0,470499	0,587986	0,465963	0,61177	0,84375
9	46,2	6,15	15,29	5,033	119,1	36,00	0,727273	0,902519	0,470499	0,49577	0,332195	0,444217	0,84375
10	46,2	6,15	11,54	3	71,9	36,00	0,818182	0,902519	0,470499	0,416455	0,169932	0,251328	0,84375
11	46,2	6,15	5,84	1,666	38,4	36,00	0,909091	0,902519	0,470499	0,295897	0,06346	0,114426	0,84375
12	46,2	6,15	2,76	1,129	26,7	36,00	1	0,902519	0,470499	0,230753	0,0206	0,066612	0,84375
1	42,7	23,32	-1,43	2,387	40,2	36,00	0	0,85821	0,537104	0,142132	0,121006	0,121782	0,84375
2	42,7	23,32	0,79	3,142	60,4	36,00	0,090909	0,85821	0,537104	0,189086	0,181266	0,204332	0,84375
3	42,7	23,32	6,02	4,387	95,1	36,00	0,181818	0,85821	0,537104	0,299704	0,280635	0,346138	0,84375
4	42,7	23,32	10,61	5,666	118,1	36,00	0,272727	0,85821	0,537104	0,396785	0,382717	0,440131	0,84375
5	42,7	23,32	16,01	6,806	153,7	36,00	0,363636	0,85821	0,537104	0,510998	0,473705	0,585615	0,84375
6	42,7	23,32	19,03	8,066	171,3	36,00	0,454545	0,85821	0,537104	0,574873	0,574271	0,65754	0,84375
7	42,7	23,32	21,75	9,225	177,1	36,00	0,545455	0,85821	0,537104	0,632403	0,666776	0,681242	0,84375
8	42,7	23,32	21,33	8,774	156,2	36,00	0,636364	0,85821	0,537104	0,623519	0,63078	0,595832	0,84375
9	42,7	23,32	15,91	7,2	110,8	36,00	0,727273	0,85821	0,537104	0,508883	0,505152	0,410298	0,84375
10	42,7	23,32	11,63	5,483	75	36,00	0,818182	0,85821	0,537104	0,418359	0,368111	0,263997	0,84375

11	42,7	23,32	5,84	3,2	44,2	36,00	0,909091	0,85821	0,537104	0,295897	0,185895	0,138128	0,84375
12	42,7	23,32	0,24	2,064	30,2	36,00	1	0,85821	0,537104	0,177453	0,095226	0,080915	0,84375
1	37,98	23,73	9,46	4,161	75,1	33,00	0	0,798456	0,538694	0,372462	0,262597	0,264405	0,75
2	37,98	23,73	9,29	4,857	79,2	33,00	0,090909	0,798456	0,538694	0,368866	0,318147	0,281161	0,75
3	37,98	23,73	12,41	5,903	113,7	33,00	0,181818	0,798456	0,538694	0,434856	0,401633	0,42215	0,75
4	37,98	23,73	15,41	7,666	157,6	33,00	0,272727	0,798456	0,538694	0,498308	0,542345	0,601553	0,75
5	37,98	23,73	20,81	9,387	195,7	33,00	0,363636	0,798456	0,538694	0,612521	0,679706	0,757254	0,75
6	37,98	23,73	25,51	11,2	211	33,00	0,454545	0,798456	0,538694	0,711929	0,824409	0,819779	0,75
7	37,98	23,73	28,8	11,741	230	33,00	0,545455	0,798456	0,538694	0,781514	0,867588	0,897425	0,75
8	37,98	23,73	28,51	10,967	212,4	33,00	0,636364	0,798456	0,538694	0,775381	0,805812	0,825501	0,75
9	37,98	23,73	23,26	9,233	163,5	33,00	0,727273	0,798456	0,538694	0,66434	0,667414	0,625664	0,75
10	37,98	23,73	19,46	6,709	114	33,00	0,818182	0,798456	0,538694	0,583968	0,465963	0,423376	0,75
11	37,98	23,73	14,67	5,066	77	33,00	0,909091	0,798456	0,538694	0,482657	0,334829	0,27217	0,75
12	37,98	23,73	11,05	4,096	60,9	33,00	1	0,798456	0,538694	0,406091	0,257409	0,206375	0,75
1	41,33	19,82	7,74	4,22	62,6	36,00	0	0,840866	0,523527	0,336083	0,267306	0,213322	0,84375
2	41,33	19,82	8,13	4,357	70,8	36,00	0,090909	0,840866	0,523527	0,344332	0,27824	0,246833	0,84375
3	41,33	19,82	11,85	5,193	115,6	36,00	0,181818	0,840866	0,523527	0,423012	0,344965	0,429914	0,84375
4	41,33	19,82	14,91	6,733	149,3	36,00	0,272727	0,840866	0,523527	0,487733	0,467879	0,567634	0,84375
5	41,33	19,82	20,04	8,064	198,7	36,00	0,363636	0,840866	0,523527	0,596235	0,574111	0,769514	0,84375
6	41,33	19,82	23,67	9,933	210,1	36,00	0,454545	0,840866	0,523527	0,673012	0,723284	0,816101	0,84375
7	41,33	19,82	26,2	11,419	234,4	36,00	0,545455	0,840866	0,523527	0,726523	0,841888	0,915407	0,84375
8	41,33	19,82	25,79	10,806	202,6	36,00	0,636364	0,840866	0,523527	0,717851	0,792962	0,785452	0,84375
9	41,33	19,82	21	8,966	151,4	36,00	0,727273	0,840866	0,523527	0,61654	0,646104	0,576216	0,84375
10	41,33	19,82	17,2	6,709	107,2	36,00	0,818182	0,840866	0,523527	0,536168	0,465963	0,395586	0,84375
11	41,33	19,82	12,32	3,433	67,7	36,00	0,909091	0,840866	0,523527	0,432953	0,204492	0,234164	0,84375
12	41,33	19,82	8,6	3	55,2	36,00	1	0,840866	0,523527	0,354272	0,169932	0,183081	0,84375
1	42	21,43	-0,11	2,129	49,1	35,00	0	0,849348	0,529772	0,170051	0,100414	0,158153	0,8125
2	42	21,43	2,43	4,14	61,6	35,00	0,090909	0,849348	0,529772	0,223773	0,260921	0,209236	0,8125
3	42	21,43	7,8	4,354	102,6	35,00	0,181818	0,849348	0,529772	0,337352	0,278001	0,376788	0,8125
4	42	21,43	12,08	6,566	137,5	35,00	0,272727	0,849348	0,529772	0,427876	0,45455	0,519412	0,8125

<b>5</b>	42	21,43	17,42	7,096	175,6	35,00	0,363636	0,849348	0,529772	0,540821	0,496851	0,675112	0,8125
<b>6</b>	42	21,43	21,15	8,833	181,4	35,00	0,454545	0,849348	0,529772	0,619712	0,635489	0,698815	0,8125
<b>7</b>	42	21,43	24,28	10,258	205,4	35,00	0,545455	0,849348	0,529772	0,685914	0,749224	0,796894	0,8125
<b>8</b>	42	21,43	23,89	9,87	181,6	35,00	0,636364	0,849348	0,529772	0,677665	0,718256	0,699632	0,8125
<b>9</b>	42	21,43	17,93	7,333	131	35,00	0,727273	0,849348	0,529772	0,551607	0,515767	0,492848	0,8125
<b>10</b>	42	21,43	13,14	4,935	87	35,00	0,818182	0,849348	0,529772	0,450296	0,324373	0,313036	0,8125
<b>11</b>	42	21,43	6,21	2,4	51,1	35,00	0,909091	0,849348	0,529772	0,303723	0,122044	0,166326	0,8125
<b>12</b>	42	21,43	1,79	1,935	38,6	35,00	1	0,849348	0,529772	0,210237	0,08493	0,115243	0,8125
<b>1</b>	47,5	19,04	-0,24	1,741	30,3	36,00	0	0,918977	0,520501	0,167301	0,069446	0,081324	0,84375
<b>2</b>	47,5	19,04	1,7	2,964	52,5	36,00	0,090909	0,918977	0,520501	0,208333	0,167059	0,172047	0,84375
<b>3</b>	47,5	19,04	6,22	4,29	90,3	36,00	0,181818	0,918977	0,520501	0,303934	0,272893	0,326522	0,84375
<b>4</b>	47,5	19,04	12,35	6	129,7	36,00	0,272727	0,918977	0,520501	0,433587	0,409375	0,487536	0,84375
<b>5</b>	47,5	19,04	17,71	7,548	170,5	36,00	0,363636	0,918977	0,520501	0,546954	0,532927	0,654271	0,84375
<b>6</b>	47,5	19,04	20,32	8,366	177,3	36,00	0,454545	0,918977	0,520501	0,602157	0,598215	0,68206	0,84375
<b>7</b>	47,5	19,04	22,44	9	181,9	36,00	0,545455	0,918977	0,520501	0,646997	0,648818	0,700858	0,84375
<b>8</b>	47,5	19,04	21,93	8,193	154,9	36,00	0,636364	0,918977	0,520501	0,63621	0,584407	0,590519	0,84375
<b>9</b>	47,5	19,04	16,18	6,533	106,4	36,00	0,727273	0,918977	0,520501	0,514594	0,451916	0,392317	0,84375
<b>10</b>	47,5	19,04	11,64	4,87	70,7	36,00	0,818182	0,918977	0,520501	0,41857	0,319185	0,246424	0,84375
<b>11</b>	47,5	19,04	6,07	2,166	34	36,00	0,909091	0,918977	0,520501	0,300761	0,103367	0,096445	0,84375
<b>12</b>	47,5	19,04	0,7	1,58	24,5	36,00	1	0,918977	0,520501	0,187183	0,056596	0,057622	0,84375
<b>1</b>	47,26	11,39	-2,15	2,709	45,5	41,00	0	0,915939	0,490826	0,126904	0,146706	0,143441	1
<b>2</b>	47,26	11,39	0,56	4	64	41,00	0,090909	0,915939	0,490826	0,184222	0,249747	0,219044	1
<b>3</b>	47,26	11,39	4,93	4,838	108,4	41,00	0,181818	0,915939	0,490826	0,27665	0,316631	0,40049	1
<b>4</b>	47,26	11,39	9,64	5,5	135	41,00	0,272727	0,915939	0,490826	0,376269	0,369468	0,509195	1
<b>5</b>	47,26	11,39	14,9	6,129	172,2	41,00	0,363636	0,915939	0,490826	0,487521	0,419671	0,661218	1
<b>6</b>	47,26	11,39	17,23	6,266	172,5	41,00	0,454545	0,915939	0,490826	0,536802	0,430606	0,662444	1
<b>7</b>	47,26	11,39	18,38	6,935	176	41,00	0,545455	0,915939	0,490826	0,561125	0,484001	0,676747	1
<b>8</b>	47,26	11,39	18,13	6,677	148	41,00	0,636364	0,915939	0,490826	0,555838	0,463409	0,562321	1
<b>9</b>	47,26	11,39	13,69	6,233	111,9	41,00	0,727273	0,915939	0,490826	0,461929	0,427972	0,414794	1
<b>10</b>	47,26	11,39	9,65	5,387	81,6	41,00	0,818182	0,915939	0,490826	0,376481	0,360449	0,290969	1

11	47,26	11,39	3,71	3,266	45,4	41,00	0,909091	0,915939	0,490826	0,250846	0,191163	0,143032	1
12	47,26	11,39	-0,64	2,516	35,5	41,00	1	0,915939	0,490826	0,158841	0,131302	0,102575	1
1	51,51	-0,13	6,71	1,677	20,9	39,00	0	0,969743	0,446138	0,314298	0,064338	0,04291	0,9375
2	51,51	-0,13	6,7	2,535	35,3	39,00	0,090909	0,969743	0,446138	0,314086	0,132819	0,101757	0,9375
3	51,51	-0,13	8,37	3,645	69,6	39,00	0,181818	0,969743	0,446138	0,349408	0,221413	0,241929	0,9375
4	51,51	-0,13	10,93	5,1	105,2	39,00	0,272727	0,969743	0,446138	0,403553	0,337542	0,387413	0,9375
5	51,51	-0,13	14,19	6,58	143,2	39,00	0,363636	0,969743	0,446138	0,472504	0,455667	0,542705	0,9375
6	51,51	-0,13	17,22	6,8	143,6	39,00	0,454545	0,969743	0,446138	0,536591	0,473226	0,54434	0,9375
7	51,51	-0,13	18,93	6,58	145,3	39,00	0,545455	0,969743	0,446138	0,572758	0,455667	0,551287	0,9375
8	51,51	-0,13	18,91	6,29	130,2	39,00	0,636364	0,969743	0,446138	0,572335	0,432521	0,489579	0,9375
9	51,51	-0,13	16,28	4,933	86,8	39,00	0,727273	0,969743	0,446138	0,516709	0,324213	0,312219	0,9375
10	51,51	-0,13	13,09	3,548	53,6	39,00	0,818182	0,969743	0,446138	0,449239	0,213671	0,176543	0,9375
11	51,51	-0,13	9,35	2,3	26	39,00	0,909091	0,969743	0,446138	0,370135	0,114062	0,063752	0,9375
12	51,51	-0,13	6,84	1,548	15,9	39,00	1	0,969743	0,446138	0,317047	0,054042	0,022477	0,9375
1	36,17	-115,14	9,1	7,9	90,2	35,00	0	0,775541	0	0,364848	0,561022	0,326114	0,8125
2	36,17	-115,14	10,92	8,8	108,3	35,00	0,090909	0,775541	0	0,403342	0,632855	0,400082	0,8125
3	36,17	-115,14	15,67	10,1	157,6	35,00	0,181818	0,775541	0	0,503807	0,736613	0,601553	0,8125
4	36,17	-115,14	19,5	11,5	207,5	35,00	0,272727	0,775541	0	0,584814	0,848353	0,805476	0,8125
5	36,17	-115,14	26,65	12,5	236,9	35,00	0,363636	0,775541	0	0,736041	0,928167	0,925623	0,8125
6	36,17	-115,14	30,86	13,4	242,8	35,00	0,454545	0,775541	0	0,825085	1	0,949734	0,8125
7	36,17	-115,14	34,57	12,6	243,3	35,00	0,545455	0,775541	0	0,903553	0,936149	0,951778	0,8125
8	36,17	-115,14	32,93	11,9	224,8	35,00	0,636364	0,775541	0	0,868866	0,880279	0,876175	0,8125
9	36,17	-115,14	24,04	11,2	187,1	35,00	0,727273	0,775541	0	0,680838	0,824409	0,722109	0,8125
10	36,17	-115,14	20,76	9,8	141,4	35,00	0,818182	0,775541	0	0,611464	0,712669	0,535349	0,8125
11	36,17	-115,14	13,51	8,2	104,4	35,00	0,909091	0,775541	0	0,458122	0,584966	0,384144	0,8125
12	36,17	-115,14	8,16	7,6	86,3	35,00	1	0,775541	0	0,344966	0,537078	0,310176	0,8125
1	45,41	-75,7	9,87	3,193	48,8	39,00	0	0,892518	0,152993	0,381134	0,185337	0,156927	0,9375
2	45,41	-75,7	-8,15	4,285	72,6	39,00	0,090909	0,892518	0,152993	0	0,272494	0,254189	0,9375
3	45,41	-75,7	-1,89	5,161	113,4	39,00	0,181818	0,892518	0,152993	0,132403	0,342411	0,420924	0,9375
4	45,41	-75,7	6,8	6,033	137,4	39,00	0,272727	0,892518	0,152993	0,316201	0,412009	0,519003	0,9375

<b>5</b>	45,41	-75,7	13,82	7,419	168,3	39,00	0,363636	0,892518	0,152993	0,464679	0,522631	0,64528	0,9375
<b>6</b>	45,41	-75,7	19	8,333	178,3	39,00	0,454545	0,892518	0,152993	0,574239	0,595581	0,686146	0,9375
<b>7</b>	45,41	-75,7	21,36	8,774	159,5	39,00	0,545455	0,892518	0,152993	0,624154	0,63078	0,609318	0,9375
<b>8</b>	45,41	-75,7	20,82	7,419	156,8	39,00	0,636364	0,892518	0,152993	0,612733	0,522631	0,598284	0,9375
<b>9</b>	45,41	-75,7	16,14	5,8	118,6	39,00	0,727273	0,892518	0,152993	0,513748	0,393412	0,442174	0,9375
<b>10</b>	45,41	-75,7	8,53	4,516	78,8	39,00	0,818182	0,892518	0,152993	0,352792	0,290931	0,279526	0,9375
<b>11</b>	45,41	-75,7	2,36	2,666	43,9	39,00	0,909091	0,892518	0,152993	0,222293	0,143274	0,136902	0,9375
<b>12</b>	45,41	-75,7	-5,89	2,58	38,9	39,00	1	0,892518	0,152993	0,0478	0,13641	0,116469	0,9375
<b>1</b>	-10	-55	24,43	5,064	152,4	16,00	0	0,191037	0,233291	0,689086	0,334669	0,580302	0,21875
<b>2</b>	-10	-55	24,51	5,642	148,1	16,00	0,090909	0,191037	0,233291	0,690778	0,380801	0,56273	0,21875
<b>3</b>	-10	-55	24,32	5,838	160,8	16,00	0,181818	0,191037	0,233291	0,68676	0,396445	0,61463	0,21875
<b>4</b>	-10	-55	24,36	6,7	159,8	16,00	0,272727	0,191037	0,233291	0,687606	0,465245	0,610544	0,21875
<b>5</b>	-10	-55	24,08	7,548	158,5	16,00	0,363636	0,191037	0,233291	0,681684	0,532927	0,605231	0,21875
<b>6</b>	-10	-55	22,32	8,433	150,3	16,00	0,454545	0,191037	0,233291	0,644459	0,603563	0,57172	0,21875
<b>7</b>	-10	-55	21,65	8,548	172,4	16,00	0,545455	0,191037	0,233291	0,630288	0,612742	0,662035	0,21875
<b>8</b>	-10	-55	23,36	8,483	165,5	16,00	0,636364	0,191037	0,233291	0,666455	0,607554	0,633837	0,21875
<b>9</b>	-10	-55	24	6,766	153,5	16,00	0,727273	0,191037	0,233291	0,679992	0,470513	0,584798	0,21875
<b>10</b>	-10	-55	25,18	5,419	168,3	16,00	0,818182	0,191037	0,233291	0,704949	0,363003	0,64528	0,21875
<b>11</b>	-10	-55	24,62	4,733	156	16,00	0,909091	0,191037	0,233291	0,693105	0,30825	0,595014	0,21875
<b>12</b>	-10	-55	24,95	4,451	158	16,00	1	0,191037	0,233291	0,700085	0,285743	0,603188	0,21875

## İkinci Senaryonun YSA Eğitim Noktaları

city	Nom PV (KWp)	Max PV (KWdc)	Tilt	Nb of modul	In Series	In Parallel	Operating Umpp(v)	Operating Imp(A)	Nb of Inver	Unit.No m Power	Operation Volt (min)	Operating Volt(max)	Produced Energy (Mwh\year)	PR%	Specific Prod (Kwh\Kwp\year)	MP PT	Nom AC (Kwac)
KAZAKHSTAN,Nur-sultan	20,1	19,6	46	60	5	12	271	69	4	5	200	550	32,48	90,64	1616	0	20
UZBEKISTAN,Tashkent*	20,1	19,9	36	50	10	6	543	34	2	20	400	850	33,57	86,67	1670	0,5	20
NORTH KOREA,Pyongyang	20,1	19,2	39	65	5	13	244	75	6	3	150	450	27,39	85,26	1359	0	18
SOUTH KOREA,Seoul*	20,1	19,6	35	60	10	6	543	34	2	20	400	850	24,01	89,4	1194	0,5	20
MONGOLIA,Ulaanbaatar	20,1	20,4	46	60	5	12	271	69	4	20	200	550	31,85	91,74	1585	0	20
NEPAL,Kathmandu	9,8	10	34	24	4	6	258	35	3	3	150	450	17,16	81,46	1744	0	9
VIETNAM,Hanoi*	20,1	19,7	16	60	10	6	543	34	2	15	400	580	23,89	85,2	1189	0,5	15
SRILANKA,Colombo	9,3	9,1	12	30	6	5	293	29	5	1,8	80	400	14,35	80,1	1543	0	9
CAMBODIA,Phnom Penh*	10,1	10	17	30	5	6	271	34	6	4,9	100	450	16,47	83,86	1639	0,33	9,2
OMAN,Muscat	20,1	19,4	25	65	5	13	244	75	6	3	150	450	33,91	79,09	1683	0	18
YEMEN,Sanaa	9,8	10,2	20	24	4	6	258	35	3	3	150	450	18,28	80,5	1858	0	9
DAN,Amman	20,1	20,4	32	60	5	12	262	71	6	3	150	450	39,66	85,77	1973	0	18
BAHRIN,Manama	20,1	19,8	28	60	5	12	271	69	6	3	150	450	38,52	83,79	1917	0	18
UAE,Dubai	20,1	19,8	25	60	5	12	271	69	6	3	150	450	36,08	83,39	1795	0	18
TURMENISTAN,Ashgabat	12	11,5	35	36	6	6	294	37	6	1,8	80	400	18,53	83,14	1546	0	10,8
KSA,Riyadah	15,1	15,4	27	42	6	7	326	43	7	2	150	450	29,63	81,45	1960	0	14
LEBANON,Beirut*	16,1	15,7	30	48	6	8	326	46	8	3,3	100	450	28,15	85,77	1751	0,5	13,2
PALESTINE,AL-quds*	14,9	14,8	28	48	6	8	293	46	8	3,3	100	450	27,04	82,29	1817	0,5	13,2
CYPRUS,Nicosia*	14,9	14,3	34	48	6	8	293	46	8	3,3	100	450	24,34	82,36	1636	0,5	13,2
USA, Los Angles	9,8	9,4	32	24	4	6	258	35	3	3	150	450	16,56	82,41	1683	0	9
USA,Washington,D.C*	15,1	14,6	35	45	5	9	271	51	9	4,6	100	450	21,91	87,4	1454	0,33	13,8

USA,Dallas	15,1	14,9	31	42	7	6	380	37	3	5	200	550	25,95	86,56	1716	0	15
USA,Seattle	15,1	14,5	37	42	6	7	326	43	7	2	150	450	18,29	88,28	1210	0	14
USA,Omaha	9,8	9,5	37	24	4	6	258	35	3	3	150	450	13,59	84,15	1381	0	9,9
MEXICO,Monterry	20,1	20,3	24	60	4	15	217	86	5	3,8	200	550	34,01	85,06	1692	0	19
ALASKA,Guatemala	10,3	10,4	17	25	5	5	323	29	5	2	150	450	13,89	81,81	1355	0	10
CANADA,Edmonton	10,1	9,9	48	30	5	6	271	34	3	4	150	450	15,33	89,86	1526	0	9
CANADA, Fort Nelson	20,1	19	49	65	5	13	244	75	4	5	200	550	24,9	88,19	1236	0	20
ALASKA,Adak	20,1	19,3	43	60	5	12	271	69	6	3	150	450	21,7	90,79	1079	0	18
ITALY,Rome*	10,1	9,7	36	30	5	6	271	34	6	4,8	100	450	14,1	86,66	1403	0,33	9,2
SPAIN, Madrid	20,1	20,1	36	60	5	12	271	69	4	5	200	550	33,22	87,05	1653	0	20
FRANCE,Paris	10,1	9,6	36	30	5	6	271	34	3	3	150	450	10,78	87,7	1073	0	9
GERMANY, Berlin	20,1	19,2	41	60	5	12	271	69	4	5	200	550	22,09	88,56	1099	0	20
AUSTRALIA,Darwin	20,1	19,8	21	60	4	15	217	86	5	4	200	550	36,25	84,3	1804	0	20
AUSTRALIA,Cairns	10,1	9,9	21	30	6	5	326	29	5	2	150	450	17,52	84,71	1743	0	10
AUSTRALIA,Brisbane	20,1	19,9	30	60	6	10	326	57	9	2	150	450	34,68	82,48	1726	0	18
AUSTRALIA,Dampier	10,1	10,8	41	28	7	4	380	25	2	5	200	550	18,1	89,83	1795	0	10
ALGERIA	9,8	9,4	33	24	3	8	194	46	4	2	150	450	16,65	82,06	1692	0	8
SOMALIA,Mogadishu	10,1	10,1	11	30	5	6	271	34	3	3	150	450	16,38	83,23	1630	0	9
GHANA, Accra	20,1	20,1	14	60	5	12	271	69	4	5	200	550	31,13	84,67	1549	0	20
CANGO,Kinshasa*	10,1	10,1	10	30	5	6	271	34	6	4,6	100	450	14,75	84,63	1468	0,33	9,2
LIBERIA, Monrovia	20,1	20,1	14	60	5	12	262	71	6	3	150	450	30,31	83,54	1508	0	18
SAMSUN	9,3	8,8	36	30	5	6	243	35	3	3	150	450	11,27	83,87	1211	0	9
ISTANBUL	20,1	19,4	33	60	5	12	271	69	4	5	200	550	26,93	78,58	1340	0	20
ORDU	9,3	9,2	34	30	6	5	293	29	5	1,8	80	400	10,55	85	1134	0	9
IZMIR	20,1	19,6	33	60	4	15	217	86	5	4	200	550	35,03	86,68	1743	0	20
GAZIANTEP	20,1	20,4	35	60	5	12	271	69	4	5	200	550	37,86	86,41	1884	0	20
Buenos Aires, Argentina	20,1	20	33	60	5	12	271	69	4	5	200	550	33,33	87,05	1658	0	20
Acapulco, Mexico	20,1	19,9	19	60	5	12	271	69	4	5	200	550	36,4	84,55	1811	0	20
PORTSUDAN	20,1	19,8	20	60	5	12	271	69	4	5	200	550	37,97	83,36	1889	0	20
BAGHDAD	20,1	19,7	30	60	5	12	271	69	4	5	200	550	34,95	85,69	1739	0	20

ALBASRA	9,3	8,9	27	30	5	6	244	34	3	3	150	450	14,37	79,52	1546	0	9
JORDAN	20,1	20,4	32	60	5	12	271	69	6	3	150	450	39,66	86,76	1973	0	18
KUWAIT	20,1	19,8	27	60	5	12	271	69	4	5	200	550	33,65	83,9	1674	0	20
LIBYA, Bengazi	10,1	9,8	31	30	5	6	271	34	3	3	150	450	19,6	85,45	1951	0	9
NIGERIA	21,1	20,2	13	60	5	12	271	69	4	5	200	550	27,53	84,92	1370	0	20
RWANDA	20,1	20,6	15	60	5	12	271	69	4	5	200	550	31,51	85,85	1568	0	20
SOUTHAFRICA	10,1	10	32	30	5	6	271	34	3	3	150	450	19,3	86,13	1920	0	9
MOROCCO, Rabat	20,7	20,3	33	60	5	12	272	71	4	5	200	550	39,13	85,3	1890	0	20
MADGESCER	20,9	21,2	22	48	6	8	389	49	4	5	200	550	35	82,1	1676	0	20
SYDNY	20,1	20	34	60	5	12	271	69	4	5	200	550	33,21	87	1652	0	20
BALI	20,1	20,3	15	60	5	12	271	69	4	5	200	550	29,69	85,38	1477	0	20
PHILIPPINES	20,1	19,9	17	60	5	12	271	69	4	5	200	550	28,46	84,1	1416	0	20
SINGAPORE	9,3	9,1	9	30	6	5	293	29	5	1,8	80	400	12,03	79,98	1294	0	9
DELHI	20,1	20,1	34	60	5	12	271	69	4	5	200	550	38,03	84,79	1892	0	20
PAKISTAN	9,8	9,7	33	24	3	8	194	46	4	2	150	450	15,46	80,51	1571	0	8
TAHRAN	20,1	20,6	36	60	5	12	271	69	4	5	200	550	36,47	86,4	1814	0	20
BEJIN	20,1	20,1	35	60	5	12	271	69	4	5	200	550	26,45	88,22	1316	0	20
JAPAN	9,8	9,4	30	24	3	8	194	46	4	2	150	450	11,71	83,45	1190	0	8
UKRAINE	20,1	19,4	40	60	5	12	271	69	4	5	200	550	24,56	88,72	1222	0	20
BELARUS	10,1	9,7	39	30	6	5	326	29	5	2	150	450	10,28	88,19	1023	0	10
ROMANIA*	10,1	9,7	36	30	5	6	271	34	6	4,6	100	450	14,53	87,72	1446	0,33	9,2
WARSAW	20,1	19,3	41	60	5	12	271	69	4	5	200	550	22,14	88,72	1102	0	20
SWITZERLAND	9,8	9,4	36	24	4	6	258	35	3	3	150	450	12,38	84,28	1258	0	9
BULGARIA	9,8	9,6	36	24	4	6	258	35	3	3	150	450	11,36	84,29	1155	0	9
GERECE	10,1	9,8	35	30	6	5	326	29	5	2	150	450	16,6	86,09	1652	0	10
ALBANYA	9,8	9,4	36	24	3	8	194	46	4	2	150	450	15,42	82,36	1567	0	8
MACEDONIA	10,1	9,8	35	30	5	6	271	34	3	3	150	450	13,94	87	1387	0	9
BUDAPEST	9,8	9,3	36	24	3	8	194	46	4	2	150	450	11,66	84,23	1185	0	8
Innsbruck, Austria*	10,1	10	41	30	5	6	271	34	6	4,6	100	450	14,09	88,87	1402	0,33	9,2
LONDON	20,1	19,2	39	60	5	12	271	69	6	3	150	450	19,93	87,84	992	0	18

LASVEGAS	10,1	10,1	35	30	5	6	271	34	3	3	150	450	20,28	84,72	2018	0	9
Ottawa-CANADA	20,1	19,4	39	60	5	12	271	69	6	3	150	450	28,72	89,2	1429	0	18
Brasilia, Brazil*	20,1	20,1	16	60	10	6	543	34	2	20	400	850	33,66	85,61	1675	0,5	20
ASWAN	10,1	9,9	27	30	6	5	326	29	5	2	150	450	20,81	83,07	2070	0	10

---

## EK. 5. SINAMA SONUÇLARI

### Eğim Açısının Sınama Sonuçları

Given Nom Tilt Angle		Tested Tilt Angle												
Organized		20				15				10				
tilt	Tilt/NOR M	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	35	0,777778	36,9197	37,5259	36,7668	36,9403	38,0516	37,1979	37,6168	37,9674	37,2906	37,2024	37,9184	38,0634
2	35	0,777778	37,2350	37,3642	36,9517	36,7931	37,8623	37,1925	37,6354	38,0240	37,7536	37,8528	38,0597	38,3319
3	35	0,777778	37,4829	37,3476	37,4467	36,9389	37,0306	37,5374	37,4039	37,8642	37,9789	37,9626	37,9989	38,1761
4	35	0,777778	37,3432	36,7508	37,4161	36,9100	36,2608	37,5398	37,7102	37,8453	38,0639	38,2289	37,8614	38,0570
5	35	0,777778	37,3438	36,6106	37,4283	36,9137	36,0819	37,1449	37,8687	37,7664	37,8319	38,1063	37,3460	37,5932
6	35	0,777778	36,8657	36,8077	36,8711	37,1478	35,4311	36,4413	37,1042	37,0950	37,3724	37,6889	36,3820	37,0312
7	35	0,777778	35,9102	35,8241	35,9120	37,7143	34,7578	35,8321	36,2087	36,1404	36,6155	36,8226	35,5129	36,5435
8	35	0,777778	35,4847	35,5328	35,8930	37,4975	34,8984	35,4794	36,2646	35,8140	36,3642	36,0043	35,5289	36,5099
9	35	0,777778	36,2640	36,4022	37,0042	36,9576	36,3533	36,1008	37,2750	36,5461	36,8192	36,5088	36,3172	36,9757
10	35	0,777778	36,9020	36,7649	36,9011	36,7911	36,7465	36,5843	37,1423	36,9992	36,5663	36,3349	36,4445	37,2045
11	35	0,777778	37,3790	37,0261	37,0358	36,8748	37,3458	36,7673	37,1883	37,3127	37,0777	37,1978	36,8329	37,4742
12	35	0,777778	37,8182	38,1823	37,7119	37,4451	37,7790	38,0041	37,6577	37,6507	38,1664	38,0346	37,6231	37,7121
13	33	0,703704	40,5864	40,8605	22,0024	32,9195	40,9946	40,9811	19,5230	18,6757	40,9738	40,9975	28,6852	25,7407
14	33	0,703704	40,6783	40,8327	21,5448	30,9102	40,9898	40,9753	19,8822	19,3135	40,9920	40,9968	27,3287	23,3083
15	33	0,703704	40,6789	40,9261	24,0853	31,3858	40,9997	40,9836	20,5597	20,0150	40,9712	40,9982	25,0888	24,1923
16	33	0,703704	40,6627	40,7687	25,8262	31,1710	40,9995	40,9838	22,0538	20,5990	40,9750	40,9986	22,5273	23,2513
17	33	0,703704	40,8886	40,6776	26,5523	27,7596	40,9919	40,9875	24,3316	21,0630	40,9631	40,9991	21,4920	23,7901
18	33	0,703704	40,9420	40,5388	25,5054	23,0466	40,9986	40,9905	26,8501	21,4334	40,9539	40,9994	21,4602	24,4530
19	33	0,703704	40,9351	40,4459	27,8114	25,1828	40,8869	40,9919	25,7137	21,5961	40,9542	40,9994	21,5951	24,2952
20	33	0,703704	40,7214	40,6382	27,7337	28,1527	40,9464	40,9924	22,9029	22,0448	40,9538	40,9993	22,1928	24,2852
21	33	0,703704	40,6647	40,8277	25,3755	28,2079	40,9641	40,9934	20,8525	22,4581	40,9509	40,9992	23,3616	24,7484
22	33	0,703704	40,6731	40,9413	23,9140	30,5637	40,9779	40,9933	18,9214	23,1025	40,9526	40,998	25,0445	24,0252

23	33	0,703704	40,4966	40,9674	22,7521	36,4622	40,9923	40,9920	16,9076	23,1805	40,9635	40,9998	27,9645	23,8816
24	33	0,703704	40,4352	40,9789	22,5945	38,5514	40,9934	40,9920	16,6580	23,2065	40,9591	40,9998	28,9377	23,9162
25	32	0,666667	36,0037	37,3507	34,1836	34,9051	35,7277	35,7053	34,4750	34,6509	34,5787	34,5081	35,5464	35,6446
26	32	0,666667	35,3324	35,7436	33,3692	34,5176	35,8475	34,9919	34,2944	34,1966	34,5814	34,3262	35,2246	35,4793
27	32	0,666667	34,3967	34,8097	33,6343	34,2905	35,2641	34,7420	35,2102	34,3035	35,0550	34,6731	34,9888	34,9570
28	32	0,666667	33,7995	34,3412	34,4870	33,7693	34,5157	34,0070	34,8564	34,6253	34,5852	34,3614	34,4900	34,3917
29	32	0,666667	34,8770	34,4238	35,1619	34,1439	34,7375	34,0776	34,0039	34,8064	34,9310	34,3140	33,8448	34,2541
30	32	0,666667	35,1006	35,5960	33,2599	34,0252	33,0500	34,1739	32,5143	34,0765	34,6433	34,0170	32,3972	33,7149
31	32	0,666667	34,2914	35,8627	32,9658	33,8736	33,7368	34,1208	32,6147	33,9906	34,5722	33,8228	32,2906	33,7016
32	32	0,666667	34,0960	35,4993	33,6154	33,6694	34,1717	34,5112	32,7145	33,7719	34,1357	33,6534	32,9017	33,7137
33	32	0,666667	34,4275	35,0009	34,3023	33,8457	34,2373	34,2569	33,0761	33,4344	33,6234	33,6409	33,6411	33,6323
34	32	0,666667	34,6220	35,1395	34,5797	34,2394	34,7434	34,0435	34,3951	33,7713	33,9762	34,4172	34,4624	33,8582
35	32	0,666667	35,6215	36,2469	35,4030	35,5520	35,4153	35,5166	35,9856	34,2500	35,3862	35,0698	35,5040	35,0201
36	32	0,666667	34,6085	35,7186	35,8076	35,9039	36,0557	35,9137	35,0840	35,3032	35,0630	34,9539	35,9050	35,5280
37	32	0,666667	40,2116	40,8085	21,7586	32,6048	40,9999	40,8257	20,0160	24,7100	40,9102	40,9772	33,8044	33,2913
38	32	0,666667	40,1052	40,2806	23,7099	30,3531	40,9997	40,8503	20,8485	24,9988	40,9525	40,9774	30,0177	31,7381
39	32	0,666667	39,9265	40,4133	25,0836	29,5389	40,9995	40,8898	22,3444	25,9125	40,8602	40,9825	29,2769	32,0307
40	32	0,666667	39,8862	39,0999	30,0593	32,3884	40,9977	40,8719	26,6693	27,3125	40,7707	40,9876	25,1804	31,3264
41	32	0,666667	40,6744	37,6843	30,5200	30,4502	40,9932	40,8556	29,4120	27,3985	40,7273	40,9906	24,3929	30,3393
42	32	0,666667	40,8481	36,4581	28,5613	28,1328	40,9999	40,8627	30,7244	27,1224	40,7044	40,9921	25,1091	29,8733
43	32	0,666667	40,7798	36,4327	29,2775	29,6462	40,9944	40,8893	30,4591	26,7100	40,7050	40,9920	25,4967	30,2864
44	32	0,666667	40,1835	37,4808	29,3303	30,7239	40,9978	40,9119	29,2228	26,5858	40,7030	40,9914	26,4625	31,2115
45	32	0,666667	39,5009	39,5429	28,1287	28,5446	40,9991	40,9185	26,6863	27,2424	40,6964	40,9905	28,1537	31,8539
46	32	0,666667	39,1306	40,5843	26,8793	30,8256	40,9996	40,9156	21,3308	28,3695	40,7302	40,9881	30,5429	32,2986
47	32	0,666667	37,9260	40,7511	26,7008	36,0113	40,9998	40,9067	17,8436	29,4310	40,7585	40,9858	32,5701	32,8463
48	32	0,666667	37,0125	40,8469	26,5206	37,7756	40,9998	40,9004	16,9127	30,4304	40,7419	40,9841	33,5294	32,9675
49	14	0	14,8596	14,4497	22,2183	20,4367	14,0580	17,7584	24,6230	23,3648	19,8886	35,1005	24,2636	22,7130
50	14	0	15,3243	14,3857	22,9836	22,3586	14,0386	17,8365	25,1799	25,9838	20,4779	35,6121	24,9781	24,5674
51	14	0	14,9459	14,2391	25,5675	26,4374	14,0383	19,5454	26,9522	28,1482	21,0587	34,9815	26,7504	26,8531
52	14	0	15,4510	14,2260	28,0575	28,8994	14,0270	19,2645	26,8955	28,9669	22,1298	35,4593	27,9249	28,8081

<b>53</b>	14	0	15,5413	14,1918	25,0186	25,4921	14,0418	18,4200	25,4596	27,5062	21,0542	35,0866	26,0672	27,1020
<b>54</b>	14	0	15,5452	14,1405	21,8703	21,9907	14,0562	17,9695	23,0034	25,4019	19,3160	35,3797	24,2340	24,1789
<b>55</b>	14	0	15,5876	14,1157	21,0044	20,7933	14,0733	17,8732	21,4943	24,4118	18,3475	35,1697	23,5917	22,5794
<b>56</b>	14	0	16,1236	14,1382	21,1914	20,1657	14,0758	17,1849	20,6921	23,7648	18,0911	35,2431	23,8020	22,2709
<b>57</b>	14	0	16,0366	14,1829	21,7391	20,4140	14,0743	16,9997	21,5304	23,9857	17,9696	34,9884	23,8727	22,3400
<b>58</b>	14	0	16,4789	14,3155	22,7417	21,2646	14,0705	16,9842	22,4049	24,4378	18,1009	35,3452	24,4969	22,9207
<b>59</b>	14	0	16,1018	14,4114	23,0216	21,3524	14,0685	17,6081	23,2772	24,7420	17,9036	35,1404	24,6028	22,5876
<b>60</b>	14	0	15,5430	14,4824	23,0375	21,6236	14,0687	17,8076	24,8423	25,0749	17,6984	34,7741	24,7603	22,2264
<b>61</b>	35	0,777778	39,3809	40,9015	33,2809	32,3719	38,7325	28,7243	36,3134	36,1082	35,9352	33,9402	35,6328	37,2623
<b>62</b>	35	0,777778	39,7923	40,6204	33,8409	33,6941	38,8254	29,0048	36,7674	36,3306	35,4127	33,6441	35,7810	37,3144
<b>63</b>	35	0,777778	39,5232	37,5787	34,3725	34,5778	38,4840	30,1227	37,0212	36,2711	35,2965	33,0653	36,2647	37,4412
<b>64</b>	35	0,777778	37,8699	37,0936	35,9630	34,6379	34,2754	32,3480	36,5760	36,0836	35,7502	32,0848	36,4136	37,0872
<b>65</b>	35	0,777778	36,5711	35,0637	37,0667	36,5562	29,9563	33,8555	35,9049	36,0818	36,6443	31,1115	36,3632	37,1629
<b>66</b>	35	0,777778	35,5865	30,2959	36,1639	37,0711	26,1260	33,6404	34,6962	35,2288	36,8406	28,9067	35,4867	36,3642
<b>67</b>	35	0,777778	34,5115	35,0015	36,6568	36,8548	24,8708	34,5369	35,4180	35,5533	36,2742	26,1075	35,9019	36,1020
<b>68</b>	35	0,777778	34,1226	34,8218	36,2755	36,1131	26,9892	32,8850	35,0542	35,4075	35,8991	26,9009	35,4950	35,8710
<b>69</b>	35	0,777778	36,2860	32,5192	34,4996	35,3736	28,7919	28,7460	34,8435	34,7748	35,4319	30,6026	35,1939	36,0702
<b>70</b>	35	0,777778	37,1835	35,3239	33,4097	35,6844	34,4182	29,4946	34,9978	35,0074	35,1373	32,9461	35,3621	36,3213
<b>71</b>	35	0,777778	36,4147	38,4127	33,9314	35,9330	38,7146	30,5511	35,3116	34,9288	35,6981	33,8596	35,7303	37,2705
<b>72</b>	35	0,777778	32,7327	39,7595	34,7190	34,7072	39,733	30,6310	35,3781	34,0940	36,5068	33,9815	35,8532	38,0236
<b>73</b>	41	1	40,3277	40,7875	39,9339	39,4155	40,5490	40,2791	40,2215	39,8962	40,1217	40,1831	40,0828	40,2001
<b>74</b>	41	1	40,3167	40,6053	39,9436	39,1962	40,5097	40,3153	40,2598	39,9598	40,2251	40,1709	40,2238	40,2952
<b>75</b>	41	1	40,4939	40,6467	40,1139	39,2465	40,2568	40,4375	40,1644	40,0011	40,3005	40,2043	40,2683	40,2959
<b>76</b>	41	1	40,3685	40,2648	39,9424	39,4003	40,0234	40,2585	40,1073	39,9669	40,3143	39,9444	40,0839	40,1454
<b>77</b>	41	1	40,4451	40,3345	39,6814	39,5484	40,0811	40,1478	40,1187	39,9504	40,3272	39,7153	39,7981	39,9738
<b>78</b>	41	1	40,3952	40,4455	39,4677	39,5693	40,0164	40,0930	39,9637	39,8092	40,2313	39,5088	39,5703	39,8601
<b>79</b>	41	1	40,1268	40,1657	39,2671	39,7069	39,9188	39,9903	39,7928	39,6438	40,0253	39,3282	39,3284	39,7363
<b>80</b>	41	1	40,1925	40,3783	39,5131	39,5969	40,0501	39,7543	39,8808	39,5970	39,9679	39,3469	39,3364	39,7092
<b>81</b>	41	1	40,4190	40,5546	39,8393	39,680	40,4866	39,9771	39,7323	39,8767	39,9642	39,5914	39,7222	39,8957
<b>82</b>	41	1	40,4191	40,6247	39,5553	39,7673	40,6290	40,0442	39,5831	39,9070	40,1023	39,7886	39,7718	39,9445

<b>83</b>	41	1	40,0854	40,4218	39,4046	39,6802	40,6195	40,1920	39,5932	39,7928	40,3854	39,9736	39,6933	39,8406
<b>84</b>	41	1	40,0576	40,4324	39,3279	39,9199	40,7372	40,4442	39,5467	39,9066	40,5944	40,2249	39,8643	39,8903
<b>85</b>	38	0,888889	39,6496	39,3804	38,9067	38,5977	38,6525	39,4267	39,0271	38,9909	38,8905	39,3286	39,2646	39,4414
<b>86</b>	38	0,888889	39,5649	38,3534	38,9592	38,3423	38,2154	39,1988	38,8560	38,9718	39,0529	39,4232	39,2411	39,4634
<b>87</b>	38	0,888889	39,2006	38,5745	39,0350	38,4351	37,6064	39,0954	38,7920	38,9112	39,2634	39,4038	39,1391	39,2745
<b>88</b>	38	0,888889	38,9626	38,3157	38,6660	38,6628	37,4943	38,7114	38,9990	38,9120	39,2090	39,2424	38,7376	38,9322
<b>89</b>	38	0,888889	38,0484	37,7517	38,0891	38,7868	37,2695	38,0502	38,6266	38,6497	38,8061	38,8830	38,0905	38,4398
<b>90</b>	38	0,888889	37,6982	38,2254	37,4439	38,7105	36,6055	37,9658	38,1216	38,1648	38,5146	38,6564	37,4746	38,1660
<b>91</b>	38	0,888889	38,1835	38,4065	36,9034	38,8895	37,2367	38,4952	37,7614	37,9026	38,5644	38,6626	37,3309	38,2264
<b>92</b>	38	0,888889	37,9989	38,7233	36,8627	38,6208	36,6905	37,8909	37,8369	37,5359	38,1928	38,4564	37,1516	38,1498
<b>93</b>	38	0,888889	39,3578	39,7775	38,6570	38,6321	38,2508	38,7580	39,0169	38,5516	38,7405	39,1342	38,3066	38,7198
<b>94</b>	38	0,888889	39,7600	40,0503	38,8523	38,7228	38,4851	38,7997	38,9204	38,7442	38,7525	39,2051	38,4886	38,9039
<b>95</b>	38	0,888889	39,5419	39,5135	38,6744	38,6813	38,5141	39,1033	38,6084	38,9211	39,1217	39,0842	38,6067	39,1161
<b>96</b>	38	0,888889	39,4648	39,4235	38,5417	39,0996	39,0699	39,7101	38,7503	39,0524	39,8790	39,5095	38,9252	39,2330
<b>97</b>	27	0,481481	31,8320	32,5956	31,7281	31,7068	31,5501	31,4766	31,9143	31,2993	29,2688	32,6523	29,2701	29,2894
<b>98</b>	27	0,481481	29,7602	33,8205	30,9231	30,5741	31,0428	30,5523	29,8921	30,5317	28,9146	32,4730	28,2532	28,4037
<b>99</b>	27	0,481481	28,7964	34,0474	30,2667	30,5372	29,5666	29,0640	27,7178	30,0219	28,9046	32,2244	27,9628	28,2187
<b>100</b>	27	0,481481	27,5068	32,9651	29,1192	30,0488	30,1370	27,1101	26,6706	29,5517	27,8802	32,0376	27,2111	27,5108
<b>101</b>	27	0,481481	27,3037	32,4468	28,2800	29,2268	30,0381	27,0256	26,3096	29,1577	27,0791	31,9115	26,7846	27,2851
<b>102</b>	27	0,481481	28,4169	33,6747	28,187	28,2743	30,0381	27,0256	27,0758	29,1577	27,0791	31,9115	26,7846	27,2851
<b>103</b>	27	0,481481	29,2395	32,8040	28,4647	28,1850	29,8233	27,3678	27,0758	29,0245	27,2862	31,6016	27,1337	27,9637
<b>104</b>	27	0,481481	29,8003	31,7798	28,6885	28,1598	29,5203	26,9257	27,1917	28,9235	26,8858	31,4265	27,8865	28,1314
<b>105</b>	27	0,481481	29,5963	29,0681	28,5804	29,1038	28,6544	27,1391	27,7735	29,2216	26,4027	31,3482	29,2824	28,3215
<b>106</b>	27	0,481481	30,4653	30,9304	29,3777	28,5175	29,6946	29,0588	27,2914	28,5420	26,9417	31,5490	29,0713	28,4101
<b>107</b>	27	0,481481	31,1644	33,3183	31,1622	28,8363	29,7042	31,9093	29,0184	28,7266	29,2192	32,3666	30,2257	29,1989
<b>108</b>	27	0,481481	30,8083	33,7222	32,2900	30,4349	30,7775	33,0310	31,6991	30,0016	31,2806	33,0102	32,3657	30,7685

## Çıkış Gücünün Sınama Sonuçları

city	Given Nom AC(Kwac)		Tested Nom AC(Kwac)											
	Organized		15				12				10			
	Nom AC(Kwac)	Nom AC(Kwac)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
RUSSIA,Moscow	19	0,916667	19,9223	19,997	19,963	19,523	19,992	19,981	19,981	19,966	19,999	19,997	19,997	19,983
AFGHANISTAN,Kabul*	10	0,166667	14,477	18,200	19,982	19,305	14,250	19,873	18,630	18,162	19,526	18,592	19,054	19,936
QATAR,Doha	9	0,083333	9,0073	9,7966	10,254	9,1961	10,031	11,741	9,5250	9,4301	10,555	10,628	10,251	10,142
ISRAEL,Tel Aviv	16,8	0,733333	19,8527	19,982	19,759	16,708	19,928	19,912	19,982	19,573	19,991	19,978	19,980	19,871
USA,Chicago	10,8	0,233333	15,225	8,0343	8,3330	9,0362	8,1831	9,1949	8,7893	9,5831	8,0215	8,2048	9,3544	8,5611
ALASKA, Kodiak	10	0,166667	8,7889	13,031	11,881	9,6791	12,646	16,846	10,885	9,1230	13,370	15,064	11,199	14,684
DENMARK,Copenhagen	8	0	8,2503	8,2929	8,7494	8,3135	8,6761	9,9378	8,8217	8,6895	8,3555	9,2239	8,7208	8,8649
Nouakchott	20	1	19,978	19,997	19,994	19,857	19,984	19,991	19,996	19,937	19,997	19,998	19,990	19,997
KHARTUM	9	0,083333	8,7453	9,5964	9,6419	9,6984	10,733	12,747	9,8471	9,6904	10,129	10,396	10,551	10,072
CAIRO	20	1	19,983	19,998	19,994	19,902	19,983	19,994	19,995	19,954	19,998	19,998	19,992	19,996
TCHAD	9	0,083333	8,71480	9,4112	9,4154	8,8720	10,697	11,385	9,4205	9,4185	10,335	9,0644	10,065	9,2840
MALASYA	10	0,166667	13,828	13,911	16,415	9,5523	18,369	15,723	11,788	12,743	17,985	17,646	17,547	14,033
THAILAND	9	0,083333	8,6834	9,3554	9,7994	8,7536	10,159	11,906	9,4466	9,2085	10,091	9,9967	9,6474	9,8894
MOLDOVA	8	0	8,25692	8,2552	8,8268	8,3258	8,6144	9,9000	8,7340	8,7863	8,3542	8,9013	8,8269	8,8209
BELGERAD	8	0	8,25301	8,2411	8,8533	8,3370	8,6002	9,9232	8,6596	8,8280	8,3594	8,7468	8,8717	8,7917

## ÖZ GEÇMİŞ

2002 yılında Sudan’da Alzaeim Alazhari Üniversitesi Elektri Mühendisliğinden mezun olan Alkhansa Osman Mohammed Abdalla, 2007 yılında Sudan Hartum Üniversitesi’nde Elektrik Enerjisi Yüksek Lisans eğitiminden mezun olmuştur, 2010 yılında Sudan Bilim Akademisi’nde Elektrik Mühendisliği, Endüstri Teknolojisinde Elektrik Enerjisi Üretimi ve Arz Yüksek Lisans eğitiminden mezun olmuştur . 2012-2014 yılları arasında Sudan Türk Mesleki ve Teknik Eğiticilerin Eğitim Merkezi Elektrik Bölümünde öğretmen olarak çalışmıştır. 2009-2013 ılları arasında Afrika Uluslararası Üniversitesi Mühendislik Fakültesi ,Güç elektroniği ve Elektromanyetik Laboratuvarı,Dış Öğretim elemanı olarak çalışmıştır, 2009-2012 yılları arasında Güney Hartum Mesleki Eğitim Merkezi Elektrik Bölümünde öğretmen olarak çalışmıştır. 2020 yılından itibaren Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Elektrik Enerji Bölümünde Öğretim Görevlisi olarak çalışan Alkhansa Osman Mohammed Abdalla, iyi derecede Arapça, İngilizce ve Türkçe bilmektedir.

### İletişim Bilgiler

ORCID ID : 0000-0002-0991-0436

### Yayınlanmış Çalışmalar

1. Alkhansa Osman Mohammed ABDALLA (18-19 Eylül 2020). “Determination of Optimum Seasonal Tilt Angles of Photovoltaic Panels in Sudan Using Artificial Neural Networks” , 4. Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi, İzmir – Türkiye (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) ( s 57 ).
2. Alkhansa Osman Mohammed ABDALLA (18-19 Eylül 2020). “Mathematical Model for Solar Photovoltaic Cells (Sunpower-SBR-310i-WH-D) Using Matlab® / Simulink Software” , 4. Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi, İzmir – Türkiye (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) ( s 58 ).
3. Alkhansa osman mohammed ABDALLA (03-04 Mayıs 2019). “Design Optimization of Electrical Distribution Transformer Using Modified Brute Force Search Algorithm” , 3. Uluslararası Öğrenciler Fen Bilimleri Kongresi , İzmir – Türkiye (Özet Bildiri/Sözlü Sunum) (s 55).

### Kazanılan Ödüller, Teşvikler ve Burslar

1. 2014 -2019: Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı (YTB) burslu DOKTORA, 19 Mayıs Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü , Samsun,Türkiye.