



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ ÜRETİM  
DEĞERLERİNİN BULANIK MANTIK  
YÖNTEMİ KULLANILARAK ANALİZ  
EDİLMESİ

Cansu ÇEKMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim  
Dalı

Haziran - 2024  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır

## TEZ KABUL VE ONAYI

Cansu ÇEKMEN tarafından hazırlanan “Güneş Enerji Santrali Üretim Değerlerinin Bulanık Mantık Yöntemi Kullanılarak Analiz Edilmesi” adlı tez çalışması 24/06/2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Doç. Dr. Mümtaz MUTLUER

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRTAŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Şerife Yurdagül KUMCU  
Enstitü Müdürü

\* Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sacid ENDİZ bu tez çalışmasının ikinci danışmanıdır.

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Cansu ÇEKMEN

Tarih: 24/06/2024

# ÖZET

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ ÜRETİM DEĞERLERİNİN BULANIK MANTIK YÖNTEMİ KULLANILARAK ANALİZ EDİLMESİ

Cansu ÇEKMEN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN  
Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sacid ENDİZ

2024, 135 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Mümtaz MUTLUER  
Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRTAŞ

Günümüzde, küresel nüfus artışı, enerji talebinde sürekli bir artışa neden olmaktadır. Bu durum, enerji kaynaklarına yönelik talebin ve bu kaynakların kullanımının artmasıyla sonuçlanmaktadır. Enerji talebinin artması, insanları daha etkin ve verimli enerji çözümleri aramaya yönlendirmektedir. Bununla birlikte, enerji kaynaklarının bulunması ve kullanımıyla ilgili yaşanan çeşitli zorluklar, araştırmacıları ve endüstri uzmanlarını daha sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönlendirmektedir. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik araştırma ve geliştirme çalışmaları, akademik dünyada ve endüstride büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında K-kat çaprazlama yöntemi ve MATLAB programı kullanılarak analiz yapılmıştır. MATLAB'daki bulanık mantık uygulamalarından biri olan ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) yöntemi kullanılarak güneş enerji santrali üretim değerlerinin tahmini gerçekleştirilmiştir. ANFIS yöntemi ve K-kat çaprazlama yöntemi kullanılarak elde edilen tahminlerin doğruluğu incelenmiştir. ANFIS uygulamasında kümelerin azaltılması veya artırılması durumunda tahminsel sonuçların nasıl değiştiği analiz edilmiş ve en doğru sonuca ulaşmak için en uygun kümelerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışma, güneş enerji santrali üretim değerlerini etkileyen faktörlerin sayısal durumuna göre tahmin değerlerinin belirlenmesine katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak, K-kat çaprazlama yöntemine göre ANFIS uygulamasında oluşturulan kümelerin artmasıyla güneş enerji santrali üretim değerlerinin gerçeğe olan uzaklığının arttığı gözlemlenmiştir. Tahminlerin doğruluğunu değerlendirmek için gerçek verilerle karşılaştırılmış ve elde edilen tahmin verileri ile gerçek veriler arasındaki ortalama mutlak yüzde hatası (%MAPE) belirlenmiştir. ANFIS uygulaması üzerinden yapılan bu tahminler, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanan bireylerin üretim için tahmini bir çerçeve oluşturarak, üretim miktarını öngörebilecekleri bir noktaya gelmesini sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bulanık Mantık, Güneş Enerji Santrali, MATLAB, ANFIS Uygulaması, K-kat Çaprazlama

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

# **ANALYSIS OF SOLAR POWER PLANT PRODUCTION VALUES USING FUZZY LOGIC METHOD**

**Cansu ÇEKMEN**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN ELECTRICAL AND  
ELECTRONIC ENGINEERING**

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Ali Osman ÖZKAN**

**Co-supervisor: Asst. Prof. Dr. Mustafa Sacid ENDİZ**

**2024, 135 Pages**

#### **Jury**

**Assoc. Prof. Dr. Mümtaz MUTLUER**

**Asst. Prof. Dr. Ali Osman ÖZKAN**

**Asst. Prof. Dr. Mehmet DEMİRTAŞ**

Today, global population growth leads to a continuous increase in energy demand. This results in increased demand for and utilization of energy resources. Increasing energy demand drives people to search for more effective and efficient energy solutions. However, various challenges related to the availability and utilization of energy resources are driving researchers and industry experts towards more sustainable and clean energy sources. In this context, research and development on renewable energy sources is of great importance in academia and industry.

In this thesis, the analysis was carried out using the K-fold crossover method and MATLAB program. The ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) method, which is one of the fuzzy logic applications in MATLAB, was used to estimate the solar power plant production values. The accuracy of the forecasts obtained by using ANFIS method and K-fold crossover method is analyzed. In the ANFIS application, it is analyzed how the predictive results change when the clusters are reduced or increased and it is aimed to determine the optimal clusters to reach the most accurate result. This study contributed to the determination of forecast values according to the numerical status of the factors affecting solar power plant production values.

As a result, it was observed that the distance of the solar power plant production values from reality increased with the increase in the clusters formed in the ANFIS application according to the K-fold crossover method. In order to evaluate the accuracy of the predictions, they were compared with the actual data and the mean absolute percentage error (%MAPE) between the predicted data and the actual data was determined. These forecasts made through the ANFIS application have enabled individuals utilizing renewable energy resources to reach a point where they can predict the amount of production by creating a predictive framework for production.

**Keywords:** Fuzzy Logic, Solar Power Plant, MATLAB, ANFIS Application, K-fold Cross-validation

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimde bilgi ve deneyimlerini esirgmeden rehberlik eden, çalışmamın her aşamasında bana tecrübelerini aktaran yüksek lisans danışmanlarım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ali Osman ÖZKAN'a ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sacid ENDİZ'e teşekkürü borç bilirim. Son olarak, varlıkları ile beni motive eden, sevgi ve desteklerini her an yanımda hissettiğim aileme şükranlarımı sunarım.

Cansu ÇEKMEN  
KONYA - 2024



# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÇİZELGELER LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Tezin Amacı ve Önemi .....	2
<b>2. KAYNAK TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ENERJİ KAVRAMI</b> .....	<b>10</b>
3.1. Enerji Kaynakları .....	13
3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları .....	13
3.1.1.1. Petrol .....	14
3.1.1.2. Kömür .....	15
3.1.1.3. Doğalgaz .....	16
3.1.1.4. Nükleer.....	16
3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları .....	18
3.1.2.1. Rüzgâr Enerjisi .....	18
3.1.2.2. Güneş Enerjisi.....	19
3.1.2.3. Hidroelektrik Enerjisi .....	20
3.1.2.4. Biyokütle Enerjisi .....	21
3.1.2.5. Dalga Enerjisi .....	22
3.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi.....	23
3.2.1. Fotovoltaik hücreler .....	24
3.2.2. İnvörtör.....	25
3.2.3. AC-DC Kablolar .....	26
3.2.4. Şarj kontrol cihazı.....	27
3.2.5. Çift yönlü sayaç .....	29
3.2.6. Akü.....	30
3.2.7. DC Sigorta .....	31
3.2.8. Transformatör .....	32
3.3. Güneş Enerji Panellerinin Verimini Etkileyen Faktörler.....	34
3.3.1. Işınım .....	34
3.3.2. Güneş Açısı.....	34
3.3.3. PV Hücre Tipi.....	34
3.3.4. Panel Sıcaklığı .....	36

3.3.5. Panel Kirliliği.....	36
3.3.6. Hava Kütlesi .....	36
3.3.7. Gölgeleme Durumu.....	36
3.3.8. Yansıtma birliği .....	36
3.3.9. Güneş Takip Sistemi .....	36
3.3.10. İnverter Kaybı .....	37
3.3.11. DC Kablo Kaybı .....	37
3.3.12. AC Kablo Kaybı .....	37
3.3.13. Akü Kaybı.....	37
3.3.14. Şarj Kontrol Cihazı Kaybı .....	37
3.4. Tahmin Yöntemleri.....	38
3.4.1. Nitel Tahmin Yöntemleri.....	38
3.4.2. Nicel Tahmin Yöntemleri .....	38
3.4.2.1. Regresyon Analizi.....	38
3.4.2.2. Zaman Serileri Analizi.....	39
3.4.2.3. Yapay Sinir Ağları .....	39
3.4.2.4. ANFIS Yöntemi .....	40
3.4.2.5. Bulanık Mantık Yöntemi .....	40
3.5. Ölçü Hataları.....	42
3.5.1. Korelasyon Yöntemi .....	42
3.5.2. Ortalama Mutlak Hata .....	43
3.5.3. Ortalama Mutlak Yüzde Hata .....	43
3.5.4. Karese Mutlak Hata .....	43
3.6. Makine Öğrenmesi.....	44
3.7. Tahmin Yapmada Kullanılan Programlar .....	45
3.8. MATLAB Programı.....	45
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>48</b>
4.1. MATLAB ve ANFIS Uygulaması.....	48
4.1.1. MATLAB’da Fuzzy.....	59
4.1.2. MATLAB’da ANFIS .....	60
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>112</b>
5.1. Sonuçlar .....	112
5.2. Öneriler .....	127
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>130</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1	Elektriğin Dönüşüm Aşaması	10
Şekil 3.2	Petrol rafinerisi	15
Şekil 3.3	Kömür madeni	15
Şekil 3.4	Doğalgaz enerji santrali	16
Şekil 3.5	Mersin Akkuyu nükleer enerji santrali	17
Şekil 3.6	Enerji kaynağına göre Dünya'nın birincil enerji tüketimi	18
Şekil 3.7	Rüzgâr türbini	19
Şekil 3.8	Fotovoltaik sistem	20
Şekil 3.9	Hidroelektrik enerji santrali	21
Şekil 3.10	Biyokütle enerjisine dönüşüm	22
Şekil 3.11	Dalga enerjisi	23
Şekil 3.12	Çatı GES	24
Şekil 3.13	1000 Volt invertör	26
Şekil 3.14	DC kablo	27
Şekil 3.15	AC kablo	27
Şekil 3.16	PWM tipi şarj kontrol cihazı	28
Şekil 3.17	MPPT tipi şarj kontrol cihazı	29
Şekil 3.18	Çift yönlü sayaç	29
Şekil 3.19	Lityum iyon akü	30
Şekil 3.20	Jel akü	31
Şekil 3.21	30 Amperlik DC sigorta	32
Şekil 3.22	Direk tipi trafo	33
Şekil 3.23	Bina tipi trafo	33
Şekil 3.24	GEPA	34
Şekil 3.25	Monokristal ve polikristal güneş paneli	35
Şekil 3.26	Çift yüzeyli güneş paneli	35
Şekil 3.27	Güneş takip sistemi	37
Şekil 3.28	Yapay sinir ağları modellenmesi	39
Şekil 3.29	Makine öğrenmesi tipleri	45
Şekil 3.30	MATLAB giriş arayüzü	46
Şekil 3.31	MATLAB current folder kısmı	46
Şekil 3.32	MATLAB workspace kısmı	47
Şekil 4.1	Minitab programı verilerin yüklenmesi	57
Şekil 4.2	Hava sıcaklığı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu	57
Şekil 4.3	Rüzgâr hızı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu	58
Şekil 4.4	Rüzgâr yönü ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu	58
Şekil 4.5	Global ışımaya ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu	58
Şekil 4.6	Panel sıcaklığı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu	59
Şekil 4.7	Fuzzy için sonuç veren menü	59
Şekil 4.8	ANFIS için MATLAB arayüz seçimi	60
Şekil 4.9	ANFIS için sugeno uygulanması	60
Şekil 4.10	Girdi ekleme ekranı	61
Şekil 4.11	Eğitim ve test verilerinin matrisleri	61

<b>Şekil 4.12</b>	Eğitim için oluşturulan matris	62
<b>Şekil 4.13</b>	Test için oluşturulan matris	62
<b>Şekil 4.14</b>	ANFIS' de veri yükleme arayüzünün açılması	63
<b>Şekil 4.15</b>	Eğitim verileri	63
<b>Şekil 4.16</b>	Girdilerin dörderli kümelere ayrılması	64
<b>Şekil 4.17</b>	Oluşturulan kurala göre hatasının gösterildiği ilk grafik	65
<b>Şekil 4.18</b>	Oluşturulan kurala göre hatanın gösterildiği ikinci grafik	65
<b>Şekil 4.19</b>	Oluşturulan kurala göre hatadaki son grafik	66
<b>Şekil 4.20</b>	Gerçek değerler ve kendi kurallarına göre bulduğu tahmin değerlerinin noktasal karşılığı	66
<b>Şekil 4.21</b>	Test verileri için oluşturulan modelin grafiği	67
<b>Şekil 4.22</b>	Bulunan kuralların modellenmesi	67
<b>Şekil 4.23</b>	3 boyutlu simülasyon gösterimi	68
<b>Şekil 4.24</b>	Eğitim için çıktı kodu	68
<b>Şekil 4.25</b>	K-kat çaprazlama	69
<b>Şekil 5.1</b>	Dörderli kümeler için grafik	112
<b>Şekil 5.2</b>	Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	112
<b>Şekil 5.3</b>	Üçerli kümeler için grafik	113
<b>Şekil 5.4</b>	Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	113
<b>Şekil 5.5</b>	Beşerli kümeler için grafik	114
<b>Şekil 5.6</b>	Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	114
<b>Şekil 5.7</b>	Dörderli kümeler için grafik	115
<b>Şekil 5.8</b>	Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	115
<b>Şekil 5.9</b>	Üçerli kümeler için grafik	116
<b>Şekil 5.10</b>	Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	116
<b>Şekil 5.11</b>	Beşerli kümeler için grafik	117
<b>Şekil 5.12</b>	Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	117
<b>Şekil 5.13</b>	Dörderli kümeler için grafik	118
<b>Şekil 5.14</b>	Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	118
<b>Şekil 5.15</b>	Üçerli kümeler için grafik	119
<b>Şekil 5.16</b>	Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	119
<b>Şekil 5.17</b>	Beşerli kümeler için grafik	120
<b>Şekil 5.18</b>	Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	120
<b>Şekil 5.19</b>	Dörderli kümeler için grafik	121
<b>Şekil 5.20</b>	Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	121
<b>Şekil 5.21</b>	Üçerli kümeler için grafik	122
<b>Şekil 5.22</b>	Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	122
<b>Şekil 5.23</b>	Beşerli kümeler için grafik	123
<b>Şekil 5.24</b>	Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	123
<b>Şekil 5.25</b>	Dörderli kümeler için grafik	124

<b>Şekil 5.26</b>	Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	124
<b>Şekil 5.27</b>	Üçerli kümeler için grafik	125
<b>Şekil 5.28</b>	Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	125
<b>Şekil 5.29</b>	Beşerli kümeler için grafik	126
<b>Şekil 5.30</b>	Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik	126



## ÇİZELGELER LİSTESİ

<b>Çizelge 4.1</b>	Çalışmada kullanılacak veriler	48
<b>Çizelge 4.2</b>	Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları	69
<b>Çizelge 4.3</b>	Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları	78
<b>Çizelge 4.4</b>	Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları	86
<b>Çizelge 4.5</b>	Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları	94
<b>Çizelge 4.6</b>	Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları	103
<b>Çizelge 5.1</b>	%MAPE sonuçları	115
<b>Çizelge 5.2</b>	%MAPE sonuçları	117
<b>Çizelge 5.3</b>	%MAPE sonuçları	120
<b>Çizelge 5.4</b>	%MAPE sonuçları	123
<b>Çizelge 5.5</b>	%MAPE sonuçları	126
<b>Çizelge 5.6</b>	Toplam %MAPE sonuçları	127
<b>Çizelge 5.7</b>	Ortalama %MAPE sonuçları	127

## KISALTMALAR

- ABS : (Antiblockier-system) Kilitlenmeyen Fren Sistemi
- AC : (Alternating current) Alternatif Akım
- ANFIS : (Adaptive neural fuzzy inference system) Uyarlanabilir Nöro Bulanık Çıkarım Sistemi
- AM : (Air mass) Hava Kütlesi
- ARİMA : (Autoregressive integrated moving average) Otoresif Entegre Hareketli Ortalama
- DC : (Direct Current) Doğru Akım
- IEA : (International Energy Agency) Uluslararası Enerji Ajansı
- MAE : (Mean Absolute Error) Ortalama Mutlak Hata
- MAPE : (Mean Absolute Percentage Error) Ortalama Mutlak Yüzde Hatası
- MATLAB : (Matrix Laboratory) Matris Laboratuvarı
- MPPT : (Maximum Power Point Tracking) Maksimum Güç Noktası Takibi
- OPEC : (Organization of Petroleum Exporting Countries) Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
- PV : (Photovoltaic) Fotovoltaik
- PWM : (Pulse Width Modulation) Darbe Genişlik Modülasyonu
- RMSE : (Root Mean Squared Error) Ortalama Kare Hatası
- WEF : (World Economy Form) Dünya Ekonomi Formu
- WEKA : (The Waikato Environment for Knowledge Analysis) Bilgi Analizi İçin Waikato Ortamı

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde artan nüfus, enerji ihtiyacının artmasına yol açarak insanları daha temiz ve verimli enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir. Bu artan enerji talebi, insanları araştırma yapmaya ve ihtiyaçlarını en etkili ve çevre dostu şekilde karşılamaya teşvik etmiştir. Enerji kaynaklarının bulunması için yapılan araştırmalar, çevresel savaşlar, rekabet ve temel enerji hammaddelerinin keşfi gibi faktörlerle insanları, daha temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarını bulma yolunda harekete geçirmiştir. Bu çaba, giderek azalan ve yenilenemeyen enerji kaynakları, doğanın tahribi, çevrenin kendini yenileme yeteneğinin zorlanması, yüksek maliyet, arz ve talep dengesizlikleri, devletler arasındaki eşitsiz yeraltı kaynaklarına sahip olma durumu ve bazı ülkelerin bu kaynaklara daha fazla erişim şansına sahip olması gibi bir dizi faktörden etkilenmiştir. Tüm bu sebepler, insanları kendini yenileyen ve birçok ülkenin faydalanabileceği yenilenebilir enerji fırsatlarını keşfetmeye itmiştir. Bu da insanların zihinlerine, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretme fikrini yerleştirmiştir. İnsanlar, bu kaynakları kullanarak doğayı daha az kirletmeyi ve enerji ihtiyaçlarını daha ekonomik bir şekilde karşılamayı hedeflemişlerdir. Bu durum, hem çevreyi koruma hem de ekonomik olarak daha sürdürülebilir bir gelecek inşa etme yolunda bir adım olarak görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları denildiğinde akla birçok farklı seçenek gelmektedir, ancak en önemli ve yaygın kullanılan güneş enerjisidir. Güneş enerjisinden faydalanarak, insanlar hem endüstrideki fabrikalarının elektrik ihtiyacını karşılayabilirler hem de evlerinde kullandıkları elektrikli ev aletleri gibi günlük gereksinimlerinin enerjisini sağlayabilirler. Ayrıca, çiftçiler bahçelerindeki dinamolarının elektriğini de güneş enerjisiyle üretebilirler. Güneş enerjisiyle elektrik üretmek, yalnızca güneş ışığının olduğu bölgelerde gerçekleşir ve bu bölgelerde hava sıcaklığından fazla etkilenmez. Bu durum, insanların herhangi bir zamanda güneş enerjisinden elektrik üretebilmesini sağlar. Güneş enerjisi santrali kurmak isteyenler için önemli olan veriler, güneş enerjisi potansiyelinin maksimum ve minimum olduğu değerlerdir. Bu veriler, güneş enerjisi santrali kurulacak yerin seçiminde ve ne kadar üretim yapılacağına dair tahminlerde rehberlik sağlar.

Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği, tüketicilerin kendi elektrik ihtiyaçlarını kendi üretim tesislerinden karşılamalarını hedefler. Aynı zamanda küçük ölçekli üretim tesislerinin arz güvenliğine katkı sağlaması, ülke ekonomisine kazandırılması ve küçük ölçekli üretim kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasını teşvik eder. Bu yönetmelik,

lisans alma ve şirket kurma zorunluluğu olmadan, elektrik enerjisi üretebilecek gerçek veya tüzel kişilere uygulanacak usul ve esasları belirler. Bu düzenleme, tüketicilere enerji üretme ve tüketme konusunda daha fazla kontrol ve esneklik sağlar. Böylece, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma ve enerji verimliliğini artırma imkânı sunar. Lisanssız elektrik üretimi, tüketicilerin kendi enerji ihtiyaçlarını karşılamının yanı sıra, fazla enerjiyi satma veya depolama imkânı da sunar. Bu da enerji piyasasında daha fazla rekabet ve çeşitlilik sağlar. Bu yönetmelik, sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik ederken, enerji arz güvenliğini artırmaya ve çevresel etkileri azaltmaya da yardımcı olur. Lisanssız elektrik üretimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş kitlelere ulaşmasını sağlayarak, enerji sektöründe dönüşümü hızlandırır ve yeşil ekonomiye geçişi destekler ([www.mevzuat.gov.tr](http://www.mevzuat.gov.tr)).

Yeni yönetmeliğe göre, "Yıllık tükettiğin enerji kadarını satabilirsin, kalan miktar Yenilenebilir Enerji Kanunu Destekleme Mekanizmasına (YEKDEM) bedelsiz gider" mantığı çerçevesinde, bir kişi veya kurumun yıllık enerji üretimini tahmin edip bunu tüketim miktarından çıkardığında, kalan miktarı YEKDEM'e bedelsiz olarak gönderebileceğini tahmin etmek mümkündür. Bu yaklaşım, enerji üreticilerinin fazla enerji üretmek yerine ihtiyaçları doğrultusunda tesis kurmalarına teşvik etmektedir. Bu düzenleme, enerji üreticilerinin sadece ihtiyaç duydukları enerji miktarını üretmelerini teşvik ederken, fazla enerjinin atılmasını önler. Böylece, enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması ve çevresel etkilerin azaltılması sağlanır. Ayrıca, YEKDEM 'in bedelsiz olarak kullanılması, enerji üreticilerine ekonomik olarak da destek sağlar. Bu yaklaşım, enerji sektöründe sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Enerji üreticileri, ihtiyaçları doğrultusunda tesislerini kurarak hem kendi enerji gereksinimlerini karşılayabilirler hem de fazla enerjiyi ekonomik ve çevresel açıdan değerlendirebilirler. Bu sayede, enerji sektörü daha sürdürülebilir ve rekabetçi hale gelirken, ülke genelinde enerji güvenliği ve çevresel koruma da artmış olur.

### **1.1. Tezin Amacı ve Önemi**

Fosil enerji kaynaklarının sınırlı ve tükenmekte olduğu dünyamızda her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep ve ihtiyaç zamanla daha da artmaktadır. Kişiler en fazla ve en çok enerji elde edilebilecek olan güneş enerjisinden yararlanmayı mantıklı bulup güneş enerji santrallerini kurmayı arttırırken devletin de bu kişilere desteği her geçen gün daha da artmıştır. Tarımsal sulama amaçlı destek kredileri, hibe destekleri, küçük yatırımcıyı destekleme çalışması, TKDK, YEKDEM gibi pek çok hibe, çalışma ve

kanunlar ile de yenilenebilir enerjide güneş enerji santralının yaygınlaşmasını sağlamaya çalışmışlardır. Bunların yanında küçük yatırımcıyı desteklemek amacıyla yeni yönetmelikte yapılan değişiklik ile beraber tükettiğin yıllık enerji miktar kadarının satılmaya izin verilmesiyle kişiler aslında ne kadar büyük santraller kurarlarsa kursunlar tüketim yoksa başvurdukları miktar ve kullandıkları malzemelerin boşa gitmemesi için ihtiyaçları kadar güneş enerji santrali kurmaya başlamış ve diğer kişilerin de böylelikle ihtiyaçları doğrultusunda santral kurmasına engel olmamaya başlamışlardır.

Bu amaçla bu tez çalışmasında; bir güneş enerji santralının meteoroloji istasyonundan belli zaman aralıkları ile alınan rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, hava sıcaklığı, ışıma değeri, panel sıcaklığı vb. bir yıllık değişken verileri kullanılarak diğer bir yılda ortalama ne kadar güneş enerjisi üretebileceği tahmin edilmiş ve bu değerlerle ortalama bir çıktı değeri (üretim değeri) alınmaya çalışılmıştır.

Tüm bunların yanı sıra üretim miktarlarının tahmin oranları kişilerin kurduğu santrallerin maliyetlerinin de kaç yıl sonra karşılayacağı ve kaç yıl sonra kâra geçecekleri hususunda da yol gösterici olabilir. Bu minvalde, kişilerin güneş enerji santrali kuracakları üretim tesisinin kaç senede kendini amorti edeceğini de belirlemesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK TARAMASI

Adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS) yapısı ve tahmin yöntemleriyle ilgili yapılmış bazı çalışmalar şunlardır:

Üçgöl ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi Batı kampüsünün elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak amacıyla teorik olarak heliostat aynalı güneş kulesi güç santrali modeli kurmuşlardır. Bu modelde 2 MW'lık elektrik üretimini baz alıp Nisan ayı güneş enerjisi verilerinin ortalama değerlerini de kullanarak hesaplamalar yapmışlardır. Teorik olarak hesaplanması oldukça karmaşık ve zaman alan değişkenlerin değerlerinin hesaplanmasında yapılan tahminlerde yapay sinir ağları metodu kullanmışlardır. Ve tahmin edilen değerler ile hesaplanan değerler karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda yapay sinir ağları metodunun, farklı basınç ve sıcaklıklardaki girdi değerlerine karşılık tahmin edilmesi istenen diğer değerlere ulaşılmasında oldukça başarılı bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir (Üçgöl İ., Selbaş R., Kızıllkan Ö., Senol R., n.d.).

Hocaoğlu ve Kurban (2003), yaptıkları çalışmada Eskişehir ilinin 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 ve 2003 yıllarına ait güneşlenme sürelerini veri olarak almışlardır. Bu süreleri eğri uydurma, doğru uydurma yöntemi ve oluşturdukları adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sistemi (ANFIS) yapısı ile tahmin etmeye çalışmışlardır. Tahmin sonuçlarını karşılaştırmışlar ve ANFIS uygulamasının diğer yöntemlerden daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir (Hocağlu ve Kurban, 2003).

Güler ve Ubeyli (2004), epilepsi hastalarında ANFIS ve bulanık mantık kullanarak bu hastalar üzerindeki kalp ritmi değışikliklerini gözlemlemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda yeni bir yaklaşımla epilepsi hastalarının kalp ritmi tahmininde ANFIS yöntemi kullanarak oluşabilecek ani durumlarda fikir sahibi olunabileceğini göstermişlerdir (Güler & Übeyli, 2004).

Avcı ve arkadaşları (2006), radar sinyallerinin hedefi tespitini ölçebilmek amacıyla ANFIS ve fourier dönüşüm tekniği kullanarak belli bir veri üzerinde bu yöntemleri uygulamışlardır. Bunu radar cihazının sinyalleri direk algılayabilmesi için geliştirmişlerdir (Avcı E., Turkoglu İ., 2006).

Özpınar (2007), yaptığı doktora çalışmasında, hidroelektrik santral, rüzgâr türbini ve güneşe enerji santrallerinden aldığı verileri yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemlerinden yararlanarak kısa dönemlik, orta dönemlik ve uzun dönemlik olarak ayırmış ve bu verilerden çok çabuk etkilenen bir modelleme gerçekleştirmiştir.

Gerçekleştirdiği bu tahmin modelleri Türkiye'nin farklı bölgelerinden ulaşılan gerçek veri değerleri ile karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucunun çok iyi olduğu tespit edilmiştir (Özpınar, 2007).

Deniz E. ve Atik K. (2007), yaptıkları çalışmada 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 ve 2004 yıllarına ait rüzgâr hızı, hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı, eğim açısı, nem miktarı, güneş ışınımı alımının gün uzunluğuna oranı ve aylık ortalama atmosfer dışı güneş ışınım şiddeti verileri almıştır. Bu verilerle tahmin yapmış ve tahminlerini de yapay sinir ağları ve regresyon analizi halinde gerçekleştirmiştir. Sonuçları karşılaştırmış ve sonuç olarak regresyon analiz yönteminin yapay sinir ağlarından daha iyi bir tahmin değeri sağlayacağı tespit edilmiştir (Deniz ve Atik, 2007).

Odyakmaz (2008), yaptığı doktora çalışmasında bölgesel çapta rüzgâr enerjisi planlaması yaparak santraller arasındaki talep gücünün kurulu güce oranı olan eş zamanlılık katsayısından yararlanmış ve şebekeye daha kararlı, nitelikli elektrik enerjisi sağlanmasını amaçlamıştır. Bu doğrultuda Yapay Sinir Ağları (YSA) metodundan faydalanmıştır. Meteoroloji istasyonlarından Marmara ve Kuzey Ege Kıyılarına ait bölgelerdeki rüzgâr ölçüm verilerini almış ve gerçekleştirdiği çeşitli istatistiksel çalışmalar sayesinde rüzgâr hızı ile ilgili yaptığı tahminlerle kendine ait yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Oluşturulan iki yeni nesil YSA tahmin modeli ile rüzgâr hızı ve yönü tahminleri hassas olarak yapılmıştır. Başarılı olduğu bulunan 2. nesil model, Marmara ve Kuzey Ege Kıyısında bulunan bazı bölgelerdeki istasyonlardan elde edilen ölçüm verileriyle sınanmış ve yeterli uyumun yakalandığı görülmüştür (Odyakmaz, 2008).

Ying ve Pan (2008), buldukları ülkenin belli bir kısmını seçip oraya ait elektriksel yoğunluk üzerine çalışma yapmışlardır. Elektriksel yoğunluk için tahminde bulunurken ANFIS ve yapay sinir ağları başta olmak üzere yine bunlara benzer birkaç tane daha tahmin yönteminden de yararlanarak gerçeğe en yakın sonucu araştırmışlardır. Ve gerçeğe en yakın sonucu ise ANFIS yönteminin verdiğini tespit etmişlerdir (Ying & Pan, 2008).

Azadeh ve arkadaşları (2009), buldukları ülkede elektrik tüketim miktarını araştırıp bunun üzerine tahminde bulunmuşlardır. ANFIS ve ARİMA'dan yararlanmışlardır. Kendi oluşturdukları karma yöntem ile yapay sinir ağları yöntemini kıyaslamışlar ve kendi oluşturdukları karma yöntemin daha başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Azadeh et al., 2009).

Wang ve arkadaşları (2009), çalışmalarında yarı dağılımlı bir kavramsal model olan hidrolojik tahmin için ANFIS uygulaması, yapay zekâ ve bir algoritmadan

yararlanmışlar ve bunlardan hangisinin daha iyi sonuç vereceğini gözlemlemişlerdir. Tüm bu tahmin yöntemlerinden en iyi sonucu ANFIS yöntemi vermiştir (Wang et al., 2009).

Boyacıoğlu ve Avcı (2010), çalışmalarında ANFIS yöntemi ile halka açık hisse senetlerinin üzerinde tahminde bulunmuşlardır. Oluşturdukları modelleme ile neredeyse %100'e çok yakın bir sonuç elde etmişlerdir (Boyacıoğlu & Avcı, 2010).

Demirel ve arkadaşları (2010), 1970-2007 yılları arası 18 senelik verileri alıp ANFIS'te sugeno tipi modellemeden faydalanarak elektrik enerjisinde tüketim miktarının tahmini ile ilgili model oluşturmuşlardır. Tahmin yöntemlerinden ANFIS ile ARİMA'dan yararlanmışlardır. Bu tahminin sonucunu TEİAŞ'a ait tahmin verileri ile karşılaştırıp akım taşıma kapasitesini gözlemlemiştir. ANFIS ile yapılan tahminin hem ekonomik hem de kolay olabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Demirel et al., 2010).

Eren (2010), yaptığı tez çalışmasında, yenilenebilir bir enerji kaynağı olan çöpten elektrik üretimini düşünerek İstanbul Kemerburgaz'da bulunan santrale ait 900 adet elektrik üretimine ait verileri alarak yapay sinir ağları ve regresyon analizi yöntemlerini kullanarak elektrik üretimi için tahminler gerçekleştirmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre tahmin sonuçları birbirlerine yakın olarak çıkmıştır. Daha iyi sonuç veren ise yapay sinir ağları yöntemi olmuştur (Eren, 2010).

Çakıroğlu ve arkadaşları (2011), farklı yapılardaki betonların dayanma miktarlarının tahminini ANFIS uygulayarak gerçekleştirmiştir. 78 adet veriden yararlanmak üzere içerisinde; 62 adet eğitim seti ve 16 adet de test verisinden oluşan seti parçacık sürü optimizasyonu ve ANFIS'ten yararlanarak dayanıma hangi yöntemin katkı sağlanabileceğini gözlemlemişlerdir. Bu yöntemlerden ANFIS yöntemi parçacık sürü optimizasyonuna göre daha iyi dayanım sonuçları vermiştir (Çakıroğlu vd., 2011).

Erkaymaz H. (2011) yaptığı çalışmada, yapay sinir ağları kullanarak en düşük hata ile hava sıcaklığı tahmininde bulunmayı amaçlamıştır. Geliştirilen sistem için Karabük ilinden alınan sıcaklık verileri eğitim verileri olarak kullanılmıştır. Ayrıca sistem için girişten çıkışa doğru ileri beslemeli yapay sinir ağlarının (YSA) MATLAB/SİMULİNK modellemesi yapılmıştır (Erkaymaz ve Yaşar, 2011).

Güneri ve arkadaşları (2011), ANFIS ve regresyon yöntemi kullanarak firmalardan en çok hangisinin seçildiği ve seçim problemleri hakkında tahminde bulunmuşlardır. Regresyon ve ANFIS yöntemleri kendi aralarında karşılaştırıldığı zaman ANFIS yönteminin regresyona göre daha iyi sonuç verdiği olgusuna ulaşmışlardır (Güneri et al., 2011).

Işık ve İnallı (2011), yaptıkları çalışmada Tunceli ilinde aylık güneş radyasyonu değerini tahmin ederken; ortalama rüzgâr hızını, ortalama hava basıncını, ortalama hava sıcaklığını, ortalama nispi nemi, ortalama buhar basıncını ve ortalama güneşlenme süresini meteorolojik verilerden alarak Yapay Sinir Ağları (YSA) metoduyla tahmin etmiştir. Çalışma sonucuna göre YSA metodunun güneş radyasyonu değerlerinin tahmin edilmesinde oldukça başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca bu metod; güneş radyasyonu ölçümü direkt olarak yapılamayan farklı yerleşim bölgelerinin güneş radyasyonunun tespit edilmesinde de rahatlıkla kullanılabilir (Işık ve İnallı, 2011).

Yeşilnacar (2011), hazırladığı tez çalışmasında Bilecik iline ait 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 ve 2009 yıllarına ait rüzgâr hızı, basınç, sıcaklık verilerini almıştır. Bu verileri yapay sinir ağları (YSA) metodundan da yararlanarak 2010 yılı için Bilecik iline ait tahminlerde bulunmuş ve bulunduğu tahmin değerlerini gerçek değerlerle karşılaştırmıştır. Ulaşılan sonuç itibariyle yapay sinir ağlarıyla oluşturulan (YSA) sonuçlar için gerçek ve tahmin değerleri arasında pek fazla fark olmadığını, farklı bölgelerin de basınç, sıcaklık ve rüzgâr hızlarında oluşabilecek değerlerin aynı şekilde tahmin edilebileceği sonucuna ulaşmıştır (Yeşilnacar, 2011).

Görgel ve arkadaşları (2013), meme kanseri ve memede oluşan tümörlerle ilgili bir araştırma yapmışlar ve bunları sınıflandırmaya çalışmışlardır. 78 memeden oluşan veri tabanında ANFIS, K-means ve bulanık çıkarma algoritmasını kullanarak gerçeğe en yakın sonucu hangisinin vereceğini gözlemlemişlerdir. K-means algoritması en kötü sonucu verirken bulanık çıkarma algoritması %93,75'lik bir sonuç vermiştir. ANFIS uygulaması da bulanık çıkarma algoritmasına çok yakın bir sonuç ortaya koymuştur. Teşhis için en mantıklı seçimin ANFIS ve bulanık çıkarma algoritmasının olduğu kanısına varmışlardır (Görgel et al., 2013).

Rasmana ve arkadaşları (2013), çalışmalarında eski yazıtları ele alıp onları onarabilmeyi hedeflemişlerdir. Bu düzenleme çalışması için ANFIS ile renkleri kümeleme ve bulanık kümeleme kullanarak ortalama hata oranlarını bulup karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak ANFIS yönteminin restorasyon çalışmasında daha çok işlerine yarayacağı kanısına varmışlardır (T. Rasmana et al., 2013).

Bagheri ve arkadaşları (2014), ticarete başarılı olabilmek için trendleri takip etmenin gerekliliğinden yola çıkarak finansal zaman serilerini öngörebilmek ve piyasadaki fiyatları tahmin edebilmek amacıyla ANFIS ve kuantum davranışlı parçacık sürü optimizasyonunu (QPSO) kullanmıştır. Bu yöntemleri harmanlayıp kullandıklarında

hem eğilim takibi hem de fiyatların öngörülmesi noktasında önemli bir oranda işe yarayacağı sonucuna varmışlardır (Bagheri et al., 2014).

Lu ve arkadaşları (2014), çalışmalarında örnekleme robotu geliştirmişlerdir. Titreşim frekansını ANFIS ve bulanık mantık yöntemleri kullanarak tahmin etmişlerdir. Simülasyon sonuçlarının çıktısına baktıklarında rezonans frekansı için yapılan çalışma ANFIS ile yapıldığında daha mantıklı sonuçlar ortaya koymuş olup bunu da yüzdelerle ifade etmişlerdir (Lu et al., 2014).

Özkan ve İnal (2014), tedarikçi seçiminde düşük fiyatla kullanılabilir ve ulaşılabilir olmanın önemini vurgulamışlar, tedarikçi seçiminde tedarikçilerin değerlendirilme durumlarından yola çıkarak en çok hangisinin tercih edildiğini araştırmışlardır. Bulanık mantık, ANFIS uygulaması, doğrusal regresyon analizi ve ortalama kare hata ile araştırmalarında en kesin ve güvenilir yöntemi bulmaya çalışmışlardır. Ortalama hatanın en az alındığı uygulama ANFIS uygulaması olmuştur. Ve ANFIS uygulamasının tedarikçi seçim ve değerlendirmesinde seçim yapmaya yönelik daha net ve güvenli bir sonuç vereceğini söylemişlerdir (Özkan & Inal, 2014).

Zhu ve Wu (2014), kısa vadeli izlemede arızayı hızlı bir biçimde önleyebilmek için kullanılan hızlı yapısal hasar tespit yöntemini tasarlanmıştır. Ve tespit belirlenirken hasarın ne olduğunu da hızlı bir biçimde belirleyebilmek amacıyla ANFIS uygulamasından yararlanmışlardır. ANFIS uygulamasının yapısal tepkinin tahmininde yüksek derecede doğruluk sağladığı ve hasar özelliklerini etkin bir biçimde sunduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak ANFIS ve aralık modelleme oldukça makuldür sonucuna varılmıştır (Zhu & Wu, 2014).

Çelik (2015) yaptığı tez çalışmasında, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 ve 2012 yılları arasındaki sıcaklıkla ilgili verileri almıştır. Bu verilerden önce günlük sonra haftalık daha sonra da aylık bazda tahminler yapmıştır. Bu tahminleri ANFIS ile gerçekleştirmiş olup üyelik fonksiyonu olarak da trimpten faydalanmıştır. Sonuç olarak ANFIS'in hava tahmininde gerçeğe yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Çelik, 2015).

Sharma ve arkadaşları (2015), çalışmalarını Güney Alabama'nın Mobile ilçesinde bulunan Chickasaw Creak havzasında gerçekleştirmişlerdir. Bu havzada veriye dayalı bir model yani ANFIS ile fiziksel tabanlı havza modeli geliştirmişlerdir. Geliştirilen model için oluşturulan simülasyonlar için istasyonların tahminde ihtiyacı karşılamadığı ve ANFIS ile oluşturulan çalışmada fiziksel tabanlı havza modelinin daha iyi sonuç verdiği kanaatine varılmıştır (Sharma et al., 2015).

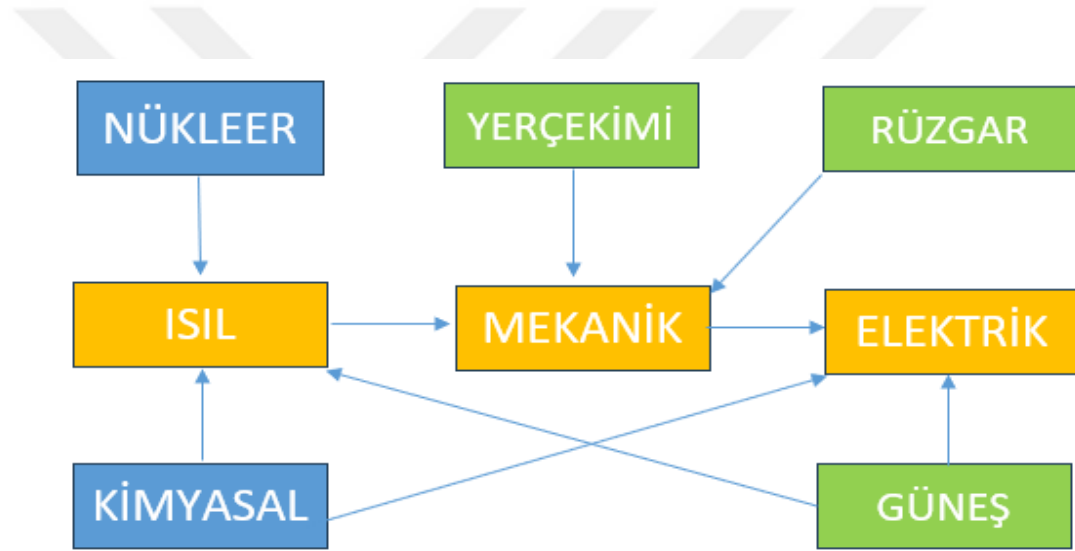
Güç (2016) yaptığı tez çalışmasında, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen Bilecik ili 2013 yılına ait saatlik ortalama rüzgâr şiddeti, hava basıncı, su buharı basıncı, nispi nem ve hava sıcaklığı ölçümlerinden 1794 adet olarak, saatlik ortalama hava sıcaklığı tahmini için ileri beslemeli geri yayımlı çok katmanlı YSA (Yapay Sinir Ağları) modeli kullanmıştır. Bilecik ili için 2013 yılına ait YSA modelinden elde edilen tahmini ortalama saatlik sıcaklık verisi, yine aynı yılın gerçek sıcaklık verileriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, YSA modelinin ortalama kare hatası (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) değerlerinin oldukça tatmin edici olduğu görülerek, YSA modelinin kullanılmasının daha sonraki yıllar için uygun olacağı sonucuna varılmıştır (Güç, 2016).

Urcan (2022) hazırladığı tez çalışmasında, Van meteoroloji 14. Bölge Müdürlüğü İstasyonundan Van ilinin 1991 yılı Ocak ayından 2020 Aralık ayına kadar olan günlük ortalama sıcaklıklarını veri seti olarak kullanıp Otoregresif entegre hareketli ortalama (ARİMA) modeli ile Python 3.7.4 üzerinde çalıştırarak yeni veriler oluşturmuştur. Gerçek ve tahmin sonuçları arasındaki farklar da göstermiştir ki ARİMA modeli gerçek değerlere çok yakın sonuçlar vermiştir (Urcan, 2022).

### 3. ENERJİ KAVRAMI

Teknolojik gelişmeler ve hızla nüfusun artması enerjiye olan talebi ve ihtiyacı her geçen gün arttırmaktadır. Toplumların refah seviyesinin yükselmesinde enerjinin önemi çok büyüktür. Fosil yakıtlardan elde edilen enerjinin hem kısıtlı olması hem de doğaya ve çevreye zarar vermesinden dolayı tercih edilmesi her geçen gün daha da azalmaktadır (Kaya ve ark., 2015).

Alternatif enerji kaynakları çeşitli olmakla birlikte bunlardan en önemlisi güneş enerjisidir. Fakat sadece güneşten değil diğer kaynaklardan da elektrik enerjisi elde edilebilir. Elektriğin üretilmesinde etkili olan kaynaklar Şekil 3.1’de gösterildiği gibidir (Çelebi, 2019).



Şekil 3.1 Elektriğin Dönüşüm Aşamaları

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesi süreci (füzyon) ile açığa çıkan ışıma enerjisidir. Güneş enerjisi temiz ve tükenmez bir enerji kaynağıdır. Fakat güneşten yayılan bu enerjinin çok azı dünyaya ulaşır. Atmosferdeki bu ışımamın bir kısmı emilirken bir kısmı ise geri yansır. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741 saat olup ortalama yıllık toplam ışınım değeri 1.527,46 kWh/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. 2022 yılında elektrik üretiminin %4.7’si güneşten elde edilmiştir (eie.gov.tr, 2022).

Diğer ülkelerle beraber ülkemizde, havayı kirleten fosil yakıtların kullanımını olabildiğince minimize edebilmek amacıyla bu derece önemli olan güneş enerjisinden

yararlanma hızını arttırmıştır. Yenilenebilir enerjiden faydalanabilmek amacıyla yapılan araştırma, geliştirme ve teşvik işlemleri her geçen gün hız kazanmıştır. Elektrik üretme şekilleri farklılık gösterse de genel anlamda yenilenebilir ya da fosil enerji kaynaklarından elektrik üretimi olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür.

Kömür, petrol ve doğal gaz ve karbon bazlı fosil yakıtlar yenilenemez enerji kaynakları sınıfında yer almaktadır. Bu kaynakların elektrik üretimindeki kullanımı dünyadaki enerji talebine paralel olarak artarak devam etmiş ve ülkelerin en önemli gündem maddelerinden bir tanesi olmuştur. 1973 yılında meydana gelen petrol krizi başta Amerika ve Avrupa olmak üzere dünya genelinde birçok ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi konusunda yüksek bütçeli araştırma ve geliştirme çalışmalarını başlatmıştır. Bu tarihten beri fosil yakıt kullanımı her ne kadar hızla devam etse de temiz ve sürdürülebilir olan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi de dünya genelinde büyük bir hızla yaygınlaşmıştır (YEGM, 2020).

2022 yılı elektrik üretimimizin %34,6'sı kömürden, %22,2'si doğal gazdan, %20,6'sı hidrolik enerjiden, %10,8'i rüzgârdan, %4,7'si güneşten, %3,3'ü jeotermal enerjiden ve %3,7'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir. 2022 yılı Aralık ayı sonu ile ülkemiz elektrik kurulu gücü 103.809 MW 'a ulaşmıştır. Yine kurulu güç şu şekilde paylaşılmıştır; %30,4'ü hidrolik enerji, %24,4'ü doğal gaz, %21'i kömür, %11'i rüzgâr, %9,1'i güneş, %1,6'sı jeotermal ve %2,5'i ise diğer kaynaklar şeklindedir. Elektrik üretimi için kurulan santral âdeti ise Aralık sonunda lisanssız elektrik üretim santralleri de dâhil olmak üzere 11.427'ye yükselirken 751 tane hidroelektrik santral (HES), 67 tane kömür, 358 tane rüzgâr, 63 tane jeotermal, 345 tane doğalgaz, 9.353 tane güneş, 490 tanesi ise diğer santrallerdir (enerji.gov.tr).

Enerji üretiminin son yıllardaki önemine de gelecek olursak; 27 Mayıs 2022'de Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) başkanı Fatih Birol Dünya Ekonomi Forumu'nda (WEF) tüm dünyanın ekonomik krizden geçtiğini ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla değer verileceğini söylemiştir.

22 Mayıs 2022'de Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC), Irak'a petrol üretimini günlük bazda 4,5 milyon varile çıkarma yetkisi vermiştir.

11 Mayıs 2022 itibariyle dünyada yenilenebilir enerji kapasitesi %6 oranında artış gösterdi ve bu enerjide güneş enerjisi kapasitesinin 2025 yılı bitimine kadar 2,3 TW 'a kadar çıkacağı düşünülüyor.

6 Mayıs 2022'de yapılan yabancı bir televizyon kanalı haberine göre AB'ye üye ülkelerden olan Avusturya, Belçika, Litvanya, Lüksemburg ve İspanya komisyon

başkanına yazdıkları yazıda Avrupa Birliği'nin 2030 senesine kadar güneş enerjisi kapasitesinin 1.000 GW 'ye artırılmasının gerekli olduğunu belirtirken güneş enerjisi için 70 milyon çatının da kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Araştırmalar, 2022).

Tüm bu alınan kararlar, yaşanan gelişmeler ve ülkelerin bürokratik durumlarından doğan sonuçlar karşısında ülkemizde, yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvik etmek amacıyla üretici olmak isteyip kendi elektriğini kendisi üretmek, kullanmak isteyen kişiler için ihtiyaç duyulan altyapıyı sağlamış ve yine üreticiler için bürokratik engelleri kaldırma çalışmaları yapmıştır. Buna en iyi örneği 2019 öncesi ve 2019 sonrası Lisanssız Elektrik Üretim yönetmeliği kapsamında güneş enerji santrali kurmak isteyen kişileri örnek gösterebiliriz. 2019 yılı öncesi teşvik amaçlı kişilere sözleşme güçlerinin belli bir miktarına kadar güneş enerji santrali kurma hakkı tanınmışken şimdilerde bu durum kişinin sözleşme gücü kadar başvuruda bulunması gerekliliğine dönüşmüştür. Yine aynı şekilde teşvik amaçlı Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kanunu (TKDK) kapsamında ülkemizde en fazla güneş enerjisi alan şehirlerde ve çiftçilik faaliyetlerini de geliştirmek amaçlı tarımla uğraşan, kendi elektriğini üretip kullanmak isteyen çiftçiye destek olmak amaçlı yapılmış devlet tarafından da desteklenen hibe programı olmuştur.

Aynı şekilde küçük yatırımcıyı destekleyebilmek amacıyla yönetmelikte yapılan değişikliklerle beraber yıllık tükettiği elektrik enerjisi kadarını satabilecek olan yatırımcı artık ihtiyacı olan elektrik enerjisi kadarı için lisanssız elektrik üretimi başvurusunda bulunmaya başlamıştır. Fazla olan enerji için ise YEKDEM 'e bedelsiz enerji gidişi olmuştur.

YEKDEM, yenilenebilir enerji destekleme mekanizması olarak geçmektedir. YEKDEM 'in asıl amacı yenilenebilir enerjiye olan talebi ve desteği arttırmaktır. YEKDEM direk olarak elektrik alışı ve satış fiyatlarını etkilemese de birim fiyatı etkileyen önemli bir etkidir. Perakende fiyatların direk artmasının nedeni desteğin de dolar üzerinden yapılmasıdır. Sürekli meydana gelen dolardaki artış ve düşüşlerden en fazla enerji sektörü etkilenmektedir (Gündüz, 2019).

İlerleyen teknoloji fosil yakıt ve nükleer enerji kullanımındaki artış ile beraber farklı çevre sorunlarını da yanında getirmiştir. Bunlar küresel ısınma, iklim değişikliği, atmosfer kirliliği ve sera etkisi gibi sorunlardır. Bunlara rağmen son zamanlarda dünyada artan çevre bilincinin etkisiyle, daha temiz, sürdürülebilir bir çevre anlayışı hakim olmaya başlamış ve çevresel sorunların çözümü için ülkelerin yenilenebilir enerji politikalarında önemli derecede değişimler meydana gelmiştir. Temiz ve zararsız olmasının yanında yerli kaynaklar oldukları için enerjide dışa bağımlılığın azalmasına ve istihdamın

artmasına katkıda bulunan yenilenebilir enerji kaynakları, iktisadi büyüme için önemli bir etken olmaya başlamıştır (Kılıç ve ark., 2016).

Tüm bunların sonucunda çok önemli miktarda yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeline sahip olan ülkemizde, bu potansiyelin değerlendirilmesi için yeterli şekilde alt yapı çalışmaları yapılmalı, yabancı teknolojiye ihtiyaç duyulan bu sektörde gerekli ekipmanların yerli üretimi için teşvik edilmeli, verimlilik arttırılıp finansal olarak diğer kaynaklarla rekabet edebilecek konuma getirilmeli ve AR-GE çalışmalarına daha çok önem verilmelidir (Kayışoğlu ve ark., 2019).

### **3.1. Enerji Kaynakları**

Bugün yataktan kalktığımız andan şu ana kadar hepimiz enerji kullanarak bir şeyler yaparız. İşe yetişirken, dolmuşa binerken, yemek hazırlarken, koşarken ve daha pek çok aktiviteyi gerçekleştirirken enerji kullanırız. Bir süpermarkete giderken araba kullanıyorsak araba benzin yakar. Çay demlerken ya da ocakta su ısıtırken doğalgazdan faydalanırız. Çay bardağımızı sıcak suyla yıkamak istediğimizde su ısıtıcısı kömür kaynaklı elektrik kullanır. Günlük hayatımızda sürekli olarak enerji kullanırız. Termodinamiğin birinci yasası enerji yoktan var edilemez ve var iken de yok edilemez der (Ateş, 2020).

Bakıldığında pek çok enerji kaynağı ve sınıflandırması olmasına rağmen genel anlamda enerji kaynaklarını kendini yenileyebilen yani yenilenebilir enerji kaynakları ya da kendini sürekli olarak oluşturamayan yani yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayırmak mümkündür.

#### **3.1.1. Fosil Enerji Kaynakları**

Sınırlı miktarda var olan ve kolaylıkla yerine konulamayacak enerji dönüşümleri içeren kaynaktır. Kendini yenileyemediği için bitebilir enerji anlamına gelir. Fosil enerjiyi kullanmak çevreye zarar verdiği gibi insan sağlığı açısından da olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu enerji kaynakları yer küreden elde edilir ve aralarında nükleer yakıt ve fosil yakıt bulunur. Fosil yakıtlar ise kömür, petrol ve doğalgaz olarak çeşitlendirilebilir. Fosil yakıtlar çok çok zaman önce yaşamış canlı organizmaların kalıntılarıdır. Milyonlarca yıl önce ölen hayvan ve bitkilerin üzeri toprak ile kaplanır. Kısmen ayrıştırılırlar ve yüksek ısı ve basınca maruz kalırlar. Bu ısı ve basıncı hayvan ve bitkilerin bedenlerindeki enerjiyi kimyasal olarak yeniden düzenlemeleri sonucunda kullandığımız fosil yakıtlarını elde ederiz. Oluşmaları çok uzun sürdüğü için elimizdeki yenilenemeyen

enerji kaynakları miktarı da sınırlıdır. Fosil yakıtların ömrünü bozuk bir döngü ya da tek yön bir bilet olarak düşünebiliriz. Biraz daha açıklamak gerekirse fosil yakıtlar ilk olarak keşfedilir sonra da çıkarılmaları gerekir. Fosil yakıtların çıkarılması için çevredeki doğal ortama zarar veren madencilik uygulamaları uygulanır. Fosil yakıtları bundan sonra da kullanılacakları yere götürmek gerekir. Fosil yakıtları kullanmak demek yakmak demektir. Bu yakma işlemi sonucunda da atmosfere sera gazları ve farklı kirletici maddeler salınır. Bazı fosil yakıtları kullanabilmemiz adına rafine etmemiz ya da işlemek için de enerji kullanmamız gerekir. Ham petrolün petrole ve jet yakıtına dönüştürülmesi örnek olarak gösterilebilir. Fosil yakıtları yaktığımızda bu enerjiyi ısı ve kül gibi daha az düzenli bir enerji formuna dönüştürmüş oluruz. Tüm fosil yakıtlar aynı değildir. Farklı organik malzemelerin farklı şekillerde ısınması, kompres edilmesi ortaya farklı fosil yakıtlar çıkarır (Orun, 2021).

### **3.1.1.1. Petrol**

Petrol kelimesi Latince kaya anlamına gelen petr ve yine Latince yağ anlamına gelen oleumdan gelmektedir. İnsanlar petrolü çok uzun zamanlar kullanmışlardır. İlk medeniyetler petrolü doğal kuyulardan fişkirirken bulmuşlardır. Yerden kendiliğinden çıkan petrole ham petrol adı verilir. Ham petrol rafine edilmemiş ya da işlenmemiştir. Günümüzde pek çok üründe bulunmaktadır. Benzin ve dizelde, ısınmak için kullandığımız gaz yağında, yol yapımında kullanılan asfaltta ek olarak plastik ve sentetik kumaşların imalatında da kullanılmaktadır (Dağlı ve Sevim, 2015). Şekil 3.2’de petrol rafinerisi gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Petrol rafinerisi (<https://www.star.com.tr/ekonomi/bolge-adeta-petrol-denizi-yeni-mujde-icin-geri-sayim-basladi-haber-1802849/>)

### 3.1.1.2. Kömür

Kömür en fazla elektrik üretmek için kullanılır. Bunun dışında ısıtma ve yemek pişirmek için de kömür kullanılır. Kömür katı, parlak, siyah ve yamalı bir kayadır. Ve çoğunlukla yosun gibi bitkilerin fosilleşmesi sonucunda oluşur. Kömür yakılması sonucu karbondioksit, sülfür dioksit, azot dioksit ve başka gazlar atmosfere salınır. Bir başka deyişle kömür fosil yakıtlar arasında en pis olanıdır (Arslan & Uzun, 2017). Şekil 3.3'de kömür madeni gösterilmektedir.



Şekil 3.3 Kömür madeni (<https://www.ntv.com.tr/ekonomi/ucuz-komur-sagliga-zararli,Jw22YWtrrkG18CpSNyT29g>)

### 3.1.1.3. Doğalgaz

En temiz şekilde yakılabilen fosil yakıt doğalgazdır. Doğalgazın yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ve diğer gaz oranları en azdır. Arabalarımız için petrol ve türevlerini kullanırken doğalgaz ise elektrik üretimi, evlerin ısıtılması ve yemek pişirebilmek için kullanılır. Fırın, ocak, su ısıtıcısı vb. eşyalar doğalgaz ile çalışır. Doğalgaz dediğimiz enerji kaynağı doğal bir şekilde ortaya çıkan bir gaz karışımıdır. Çoğunluğu metan, etan, propan ve bütandan oluşur. Doğalgazı göremesek de kokusunu alamasak da doğalgazı da yüzyıllardır buluyor ve kullanıyoruz. Bundan 2000 yıl önce Çin’de bambudan yapılmış boru hatları ile bu gazın tuzlu sudaki tuzu ayırtmak adına suyun kaynatılabilmesi için bir yerden bir yere taşındığını gösteren kanıtlar elde edilmiştir. Doğalgazın bir yerden bir yere taşınması bugün hala her ne kadar bambu olmasalar da boru hatları ile yapılmaktadır (Araştırmalar, 2022). Şekil 3.4’de doğalgaz enerji santrali gösterilmektedir.



Şekil 3.4 Doğalgaz enerji santrali (<https://www.tr724.com/reuterskaradenizde-tuna-1-kuyusunda-800-milyar-metrekup-dogalgaz-bulundu/>)

### 3.1.1.4. Nükleer

Yenilenemeyen bir diğer enerji kaynağı da nükleer yakıttır. Nükleer santraller fosil yakıt yakmazlar. Bunun yerine nükleer fisyon adı verilen bir işlem ile uranyum parçalanır. 1 kg uranyumdan 24 GWh ’lik enerji elde edilirken 1 kg kömürden sadece 8 kWh’lik enerji elde edilir. Nükleer fisyon ile çok fazla enerji üretilebilir. Bu sırada çok fazla ısı açığa çıkar ve bu ısı da elektrik üretimi için kullanılır. Nükleer enerji salınan tek

gaz su buharı olduğu ve atmosferdeki döngüsü diğer gazlara oranla çok daha hızlı olduğu için temiz bir enerji çeşidi olarak kabul edilir. Kötü tarafı ise kullanılan yakıtın son derece tehlikeli radyoaktif atıkları olması ve bu atıkların geri dönüşümünün tehlikeli ve oldukça pahalı olmasıdır (Ergün & Atay Polat, 2012). Şekil 3.5’de Mersin Akkuyu’da bulunan nükleer enerji santrali gösterilmiştir.



Şekil 3.5 Mersin Akkuyu nükleer enerji santrali (<https://www.bbc.com/turkce/articles/cmmeldey0qeo>)

Petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer yakıt bugün dünyanın enerji tüketiminin %85’ini oluşturur. Ancak insan nüfusunun ve enerji ihtiyacının artması sebebiyle bu enerji tüketiminin yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi son derece önemlidir. Şekil 3.6’da enerji kaynağına göre Dünya’nın birincil enerji tüketiminin yüzdeleri olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Enerji kaynağına göre Dünya'nın birincil enerji tüketimi

### 3.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Sürekli artan nüfus ve büyüyen şehirler, hız kesmeden artan hava kirliliği yenilenebilir enerjiye duyulan ihtiyacı katlayarak arttırmıştır. Dünyada enerji üretiminde kaynaklar çeşitlendikçe maliyetler düşmekte ve çevreye zarar azalmaktadır. Dünya genelinde enerjinin büyük bir bölümü yenilenemeyen enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu da hem doğal yaşamı bozmakta hem de geleceği yok etmektedir. Son yıllarda artan kullanımıyla yenilenebilir enerji ise birçok ülke tarafından kullanılmaktadır. Türkiye'deki kurulu güç sistemlerine bakıldığında termik, hidroelektrik, jeotermal, güneş, rüzgâr ve biyokütle enerjisi ön plana çıkmaktadır.

Yenilenebilir enerji adından da anlaşılacağı gibi süreklilik arz eden bir enerji kaynağıdır. Tükenmeyen, bitmeyen kendini tekrar tekrar yenileyen anlamına gelir. Diğer bir tabirle de yeşil enerji olarak geçer. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, dalga enerjisi ve biyokütle enerjisi olarak çeşitlendirilmektedir. Doğanın bize sunduğu bu sürekli ve temiz enerji kaynakları geleceğimizi kazanmak için bulunmaz bir nimettir. Fosil yakıtlar ise önceleri sadece sağlığımızı tehdit ederken gün geçtikçe azalan rezervler sebebiyle şimdilerde de cebimizi tehdit etmeye başlamıştır.

#### 3.1.2.1. Rüzgâr Enerjisi

Güneş ışınları yeryüzünde farklı sıcaklık, basınç ve nem oluşmasına neden olmaktadır. Bunlar da yeryüzünün eşit olmadan ısınmasına ve soğumasına sebep olmaktadır. Bir hava kütlesi mevcut durumdan daha fazla ısınırsa atmosferin yukarısına

doğru yükselir. Ve bu hava kütesinin yükselmesiyle boşalan yere aynı hacimdeki soğuk hava kütesi yerleşir. Bu hava kütelelerinin yer değiştirmesine rüzgâr adı verilmektedir. Rüzgâr enerjisi ise rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket enerjisine denilir. Rüzgâr enerjisinin kaynağı güneştir. Güneş enerjisinin %1 ya da %2'lik kısmı rüzgâr enerjisine dönüşür. Hava küteleleri değişik potansiyelli kinetik enerjiye sahiptir. Rüzgârın bu kinetik enerjisinden çeşitli boyuttaki pervanelerin döndürülmesiyle direk mekanik güç veya dönüştürölmüş güç yani elektrik enerjisi elde edilir. Rüzgâr türbini rüzgârdaki kinetik enerjiyi önce mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemdir (Solđun, 2019). Şekil 3.7'de rüzgâr türbini gösterilmiştir.



Şekil 3.7 Rüzgâr türbini (<https://www.dogadergisi.com/ruzgar-enerjisi/>)

### 3.1.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile yani hidrojen gazının helyuma dönüşmesi sonucu açığa çıkan ısınma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti yaklaşık olarak  $1370 \text{ Wm}^2$  değerlerindedir. Ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı  $0-1100 \text{ Wm}^2$  arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Dünya ile güneş arasındaki mesafe  $150.000000 \text{ km}$ 'dir. Dünyaya güneşten gelen enerji dünyada bir yılda kullanılan enerjinin  $20.000$  katıdır. Güneş ışınlarının tamamı yer yüzeyine ulaşmaz. %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Günümüz teknolojisi fotovoltaik hücreler sayesinde yarı iletken malzemelerle güneş ışınlarını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir. Dünyada çok yaygın kullanılan bu

sistem yaşamımızın büyük bir bölümünü kaplamaya başlamıştır. Güneş panelleri sayesinde üretilen enerji ilk başlarda tarım faaliyetlerinde kullanılırken şimdilerde hayatın her anlamına yayılmış durumdadır. Evlerimizde, iş yerlerimizde, arabalarımızda kısacası hayatın her alanında kullanılabilir. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmıştır. Bilim insanları tarafından yapılan çalışmalar sonucunda güneş enerji sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşüş gösterdiğinden dolayı çevresel olarak temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kendini tüm dünyaya kabul ettirmiştir (Kanat, 2019). Şekil 3.8'de PV sistem örneği verilmiştir.



Şekil 3.8 Fotovoltaik sistem

### 3.1.2.3. Hidroelektrik Enerjisi

Ülkemizde elektrik enerjisi üretmek amacıyla kurulan nehir tipi tesislere kısaca hidroelektrik santral denir. Hidroelektrik santraller suyun gücünü elektriğe dönüştürür. Akan suyun içindeki enerji miktarını suyun akış ve düşüş hızı tayin eder. Bir nehirde akan su büyük miktarda enerji taşır. Ya da su çok yüksek bir noktadan düşürüldüğünde de yine yüksek miktarda enerji elde edilir. Her iki yolla da kanal ya da borular içine alınan su türbinlere doğru akar. Elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler jeneratöre bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler. Birçok kişi barajların enerji tarafından kullanımını desteklerken birçok kişi de barajları çevre felaketi olarak görmektedirler. Dünyanın en büyük barajı Çin'de bulunan Üç Boğaz Barajıdır. Yapımında 40.000 kişi çalışmıştır. 22500 MW elektrik üretim potansiyeli

vardır. Diğer taraftan modern mühendisliğin zaferi olarak adlandırılan Hoover Barajı 1930'lu yıllardan günümüze dünyanın en büyük barajlarından birisi olma özelliğini devam ettirmektedir. Yapımında 20.000 kişi çalışmıştır. 2080 MW elektrik üretme potansiyeline sahiptir. Dünyanın en önemli barajlarından biri de ülkemizde bulunan Deriner Barajıdır. 249 m yükseklikle Türkiye'nin en büyük barajı dünyanın ise 6. barajı konumundadır. Ülkemizde üretilen hidroelektriğin %6'sını karşılar. Baraj ünitesinin kurulu gücü 670 MW 'dır (Ürker ve Çobanoğlu, 2012). Şekil 3.9'da hidroelektrik enerji santrali örneği verilmiştir.

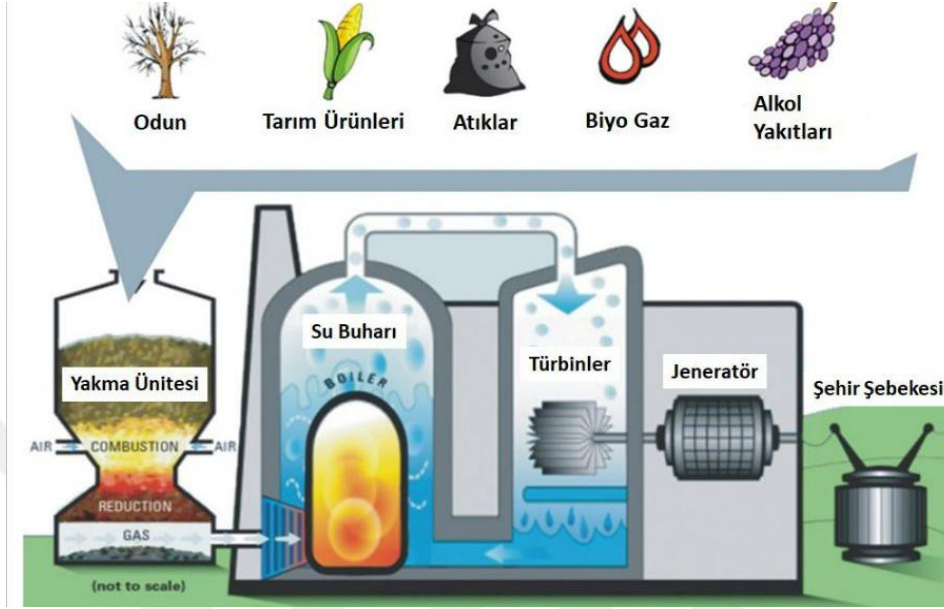


Şekil 3.9 Hidroelektrik enerji santrali (<https://www.elektrikde.com/hidroelektrik-santral-hes-nedir/>)

#### 3.1.2.4. Biyokütle Enerjisi

Organik atıkların yanı sıra bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat atıkları dahil olmak üzere tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklara biyokütle denir. Biyokütle enerjisi tükenmez bir kaynak olması, her yerde elde edilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyoekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeni ile uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Biyokütle kaynaklarının hayatımızın hemen hemen her alanında karşımıza çıktığını görebiliriz. Odun, ay çiçek ve soya gibi yağlı tohum bitkileri, buğday samanı, fındık kabuğu, tarımsal atıklar, çay atıkları, zeytin çekirdeği ve posası, kağıt atıklar, meyve sebze kabuğu gibi evsel organik atıklar, otlar, sap ve kök gibi diğer bitkisel atıklar, yosunlar, hayvan dışkıları, gübre ve sanayi atıklar, atık su arıtma tesisi çamurları vb. biyokütle için kaynak olabilir. Türkiye'nin biyokütle enerji değerinin %78'ini bitkisel

atıklar, %11'ini kentsel organik atıkla, %7'sini hayvansal atıklar ve %4'ünü orman atıkları oluşturmaktadır (Ürün & Soyu, 2016). Şekil 3.10'da biyokütle enerjisine dönüşüm gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Biyokütle enerjisine dönüşüm (<https://www.hmi.com.tr/19-biyokutle-enerji-uretim-santral-otomasyonu--blog-detay>)

### 3.1.2.5. Dalga Enerjisi

Yenilenebilir enerji yöntemlerinden en yaratıcı ve gelecek vaat eden seçeneklerden biri de dalga enerjisidir. Deniz seviyesinin sürekli değişmesinden dolayı meydana gelen hareketten yararlanarak barajlarda da kullanılan türbinlere benzer bir türünü döndürerek ortaya çıkan kinetik enerjiden elektrik enerjisi üretilmesi işlemidir (Çıkla, 2020). Şekil 3.11'de dalga enerjisinin dönüşümü gösterilmiştir.



Şekil 3.11 Dalga enerjisi (<https://www.surdurulebiliruretim.com/denizin-yenilenebilir-enerji-kaynagi-dalga/>)

### 3.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Güneş enerji sisteminin dayandığı temel şey güneşten dünyamıza ulaşan fotonların taşımış olduğu enerjinin elektrik ve ısı enerjisine dönüşmesine dayanır. Fotonların güneş piline çarpması ile elektronlar panel yüzeyine çekilerek çarpma sonucu güneş panelinin katmanlarında bir voltaj oluştururlar. Aslında panelin bu katmanları arasında bir devre oluşmuş olur. Bu sayede güç akışı başlar. Aynı şekilde bu sisteme fotovoltaik sistem de denilmektedir. Fotovoltaik kelimesinin anlamı güneş ışığını foton diye adlandırılan küçük parçacıkların oluşturmasından ve elektrik voltajı anlamına gelen volt kelimelerinin birleşmesinden almıştır (Kesenek, 2018). Şekil 3.12’de çatıya kurulmuş GES gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Çatı GES

### 3.2.1. Fotovoltaik hücreler

Güneş enerjisi dünya üzerinde bulunan en büyük enerji kaynağıdır ve fotovoltaik hücreler tarafından kullanılabilir hale getirilerek elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Fotovoltaik hücreler güneş ışığından elektrik enerjisi üretmeyi amaçlar. Bu hücreler çalışma prensibi olarak fotoelektrik etkiyi kullanırlar. Fotoelektrik etki bir metal veya doğal bir materyaldeki elektronların ışık enerjisi uygulandığı zaman hareket ettikleri ve elektrik akımı oluşturduğu bir sistemdir. Fotovoltaik hücreler kalın bir silisyum tabakasından meydana gelir ve bu tabaka p ve n tipi olmak üzere iki farklı silisyum çipinden oluşur. P tipi materyal elektronların daha çok olduğu anot, n tipi materyal ise elektronların daha az olduğu katot olarak isimlendirilir (Öztürk M. A., 2023).

Materyaller arasındaki sınır bölge diyot olarak adlandırılan iyonlarla yoğunlaşmıştır. Bu iyonlar fotoelektrik etki sonucu elektrik akımı üretir. Güneş ışığı fotovoltaik hücrenin üst katmanına düştüğü zaman ışık enerjisi elektronları harekete geçirir ve bir elektrik akımı oluşur. Bu elektrik akımı fotovoltaik hücrenin bağlı bulunduğu devrede toparlanır ve artık kullanılabilir bir enerji oluşturur. Fotovoltaik hücreler güneşten elektrik üretme amacı için çok verimli bir yol olmakla beraber çevreye zararlı hiçbir etkide bulunmazlar. Bu hücreler hem ülkemizde hem de dünya çapında kullanılmakla beraber evlerin, iş yerlerinin, fabrikaların ve diğer yerlerin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamaya yardım ederler. Fotovoltaik hücreler birbirlerine bağlı olmuş modüller şeklinde de bulunurlar. Bu modüllerin birleşmesi ile de paneller meydana gelir. Bu paneller evler, işletmeler, okullar ya da kamu binalarına yerleştirilerek güneş

enerjisini artık kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürürler. Üretilen elektrik enerjisi bir akümülatör tarafından depolanabilir ya da doğrudan kullanılabilir. Fotovoltaik hücre teknolojisi güneş enerjisinin temiz, uzun süreli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak yararlanılmasını sağlar. Bu teknolojinin amacı enerji üretiminin bağımsız olması, kirletici emisyonların olmaması ve ömrünün de uzun olmasıdır. Teknoloji ilerledikçe de fotovoltaik hücrelerin maliyeti düşmekteyken verimlilikleri de artmaya devam etmektedir. Güneş enerjisinden yararlanırken bu fotovoltaik hücrelerden yararlanılması doğal kaynakların sürdürülebilir olmasına katkıda bulunurken aynı zamanda dünya çapında da enerjiye olan bağımlılığın azalmasına da yardımcı olmuş olur (Öztürk, 2021).

### 3.2.2. İnvörtör

Girişine uygulanan Doğru akım (DC) gerilimi çıkış geriliminde Alternatif akım (AC) olarak veren elektriksiz ekipmandır. İnvörtörler üçe ayrılırlar. Bunlardan ilki kare dalga invörtörlerdir. İkincisi modifiye kare dalga invörtörler ve üçüncüsü ise tam sinüs invörtörlerdir. En fazla verim veren invörtör çeşidi tam sinüs invörtörlerdir. Günlük hayatta kullandığımız 220 Volt şebeke gerilimine göre çıkış verir ve bizde bu gerilime göre kullanacağımız eşyaları çalıştırabiliriz. Televizyon, bilgisayar, buzdolabı gibi cihazları çalıştırmak için tam sinüs invörtörlere ihtiyaç duyulur. Ve güç olarak da yüksek güçte olması önemlidir. Kare dalga ve modifiye kare dalga invörtörlerse çok zorlayıcı yerlerde kullanılmaktan ziyade daha basit işlerde kullanılırlar. Aydınlatma ya da araç içi ısıtıcılarının çalıştırılmasında sıklıkla görülürler. Eğer televizyon ya da buzdolabı gibi yerlerde bu tür invörtörler çalıştırılırsa çalıştırılmak istenen cihazlar zarar görürler. Bu tip invörtörlerin girişinden DC gerilim uygulandığında çıkışından 220 Volt alınır ve başka da herhangi bir bağlantısı olmazsa ve şebeke geriliminden beslenen bir gerilim değil ise bu tür sistemlere off-grid sistemler denilir. Yani şebeke geriliminden hiçbir şekilde bağlantısı olmaz girişinde akü vb. DC bir gerilim oluşturacak ekipman bulundurulup çıkışından da sürekli 220 Volt alınıyorsa başka bir bağlantıya ihtiyaç duyulmaksızın sistem bu şekilde çalışıyorsa bu sisteme off-grid sistem denir (Çelebi, 2019).

Elektrik olduğu sürece sistem şebekeden beslenir olmadığı zamanlarda da akü vb. ekipmanlarla invörtör yardımı ile sistemi beslerse bu sisteme on-grid sistem denir. Elektrik kesintilerinde invörtör kısmı devreye girer ve sistemi kendi kapasitesi kadar belli bir müddete kadar beslemeye yarar. Kısaca invörtörde şebekeye yapılacak bağlantı kısmı

varsa ve kesintilerde devreye girip çalışıyorsa bu sistemler on-grid sistemlerdir (Türkyılmaz, 2023). Şekil 3.13’de GES için invertör örneği verilmiştir.



Şekil 3.13 1000 Volt invertör invertör

### 3.2.3. AC-DC Kablolar

Güneş enerji santral sisteminde PV panel çıkışı, aküler arası bağlantı kabloları olarak DC kablolar, İvertör çıkışı AC gerilim için AC Kablolar kullanılır. Kabloların seçimi yapılırken, kablonun çalışma gerilim seviyesi ve akım taşıma kapasitesine dikkat edilir. Kısaca güneş panelleri ile aküler ve invertörler arasında kullanılan kablolar DC kablo iken, invertör çıkışı ile bağlanmış olduğu pano, OG hücre arasında kullanılan kablolar ise AC Kablolardır (Ayran, 2019). Şekil 3.14’de DC Kablo örneği verilmiştir.



Şekil 3.14 DC kablo

Şekil 3.15’de AC Kablo örneği gösterilmiştir.

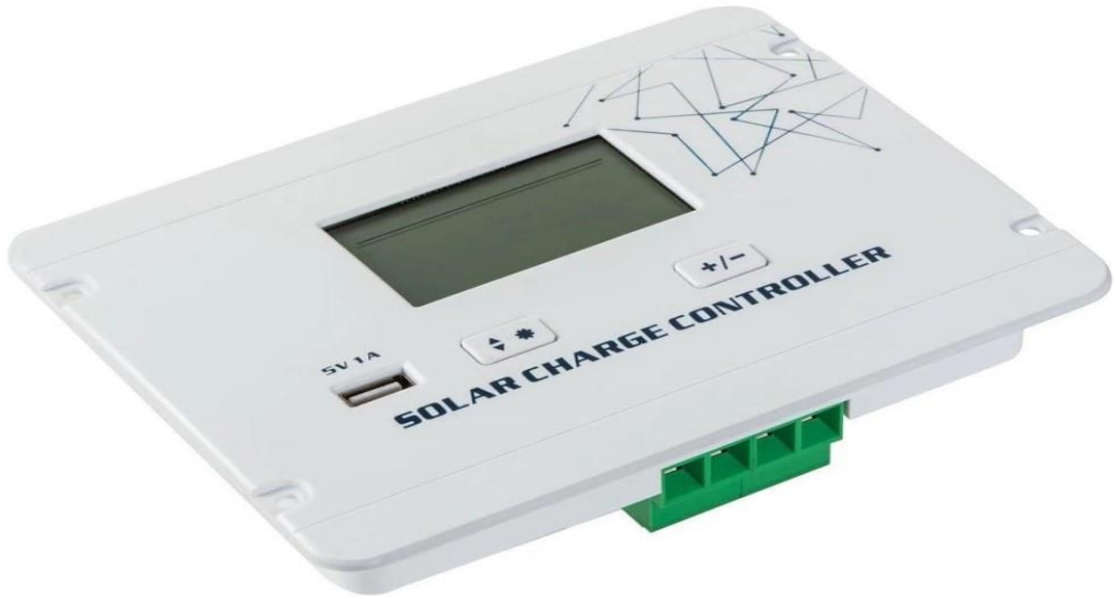


Şekil 3.15 AC Kablo

#### 3.2.4. Şarj kontrol cihazı

PV paneller ile akü gruplarını şarj eder. Hem de akülerden fotovoltaik panellere dönebilecek ters akımlara karşı da panellerin korunmasını sağlar. Fotovoltaik panellerin toplam gerilim değeri akü geriliminden büyük olduğu zaman aküler şarj olur. Fotovoltaik panellerin toplam gerilimi akü geriliminden düşük olduğu zaman ise akülerden fotovoltaik panellere doğru ters akım oluşur. Ve şarj kontrol cihazları da bunu engeller. Ayrıca aküler tam şarj olduğunda şarj kontrol ünitesi fotovoltaik panellerin enerji

beslemesini keserek akülerin aşırı şarj olmasını engeller. Fotovoltaik panellerde üretilen değişken gerilim ve akım değerlerini sabitleyerek aküleri şarj eder. Akülerin verimli kullanılmasını ve ömürlerinin uzun süreli olmasını sağlar. İki tip şarj kontrol cihazı vardır. Biri darbe genişlik modülasyonu (PWM) tipi diğeri ise maksimum güç noktası takip (MPPT) tipi şarj kontrol cihazlarıdır. PWM ( Darbe Genişlik Modülasyonu) tipler ucuz olanlardır. PWM tipi şarj kontrol cihazları akü grubu tam şarj olduğunda, PV panellerden akülere enerji aktarımını azaltır. Küçük off-grid santrallerde tercih edilirler. MPPT tip kontrol cihazları ise her şarttan akülere maksimum enerji aktarımı sağlar. MPPT tip şarj kontrol cihazlarının verimi ve maliyetleri de yüksektir. MPPT tip şarj kontrol cihazları akü grubunu PV panellerden gelen enerjiden uygun akım ve gerilim değerinde şarj eder. Off-grid sistemlerinde genellikle 5 kW güç üstü sistemlerde tercih edilir (Turan, 2019). Şekil 3.16’da PWM tipi şarj kontrol cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.16 PWM tipi şarj kontrol cihazı (<https://www.milenerjeticaret.com/twi-30-amper-karavan-tipi-solar-sarj-regulatoru-pwm>)

Şekil 3.17’de MPPT tipi şarj kontrol cihazı gösterilmiştir.



Şekil 3.17 MPPT tipi şarj kontrol cihazı (<https://enerjimar.com/mppt-sarj-kontrol-cihazı-nedir>)

### 3.2.5. Çift yönlü sayaç

Çift yönlü sayaç çift yönlü okuma yapar. Elektrik enerjisinin ne kadar üretildiği ve ne kadar tüketildiğinin ölçümünden sorumludur. Bu da mahsuplaşma işlemlerinde veriş ve çekiş değerinin hesaplanarak güneş enerji santrali faturasının çıkmasına yardımcı olur (Karataş, 2021). Şekil 3.18’de çift yönlü sayaç verilmiştir.



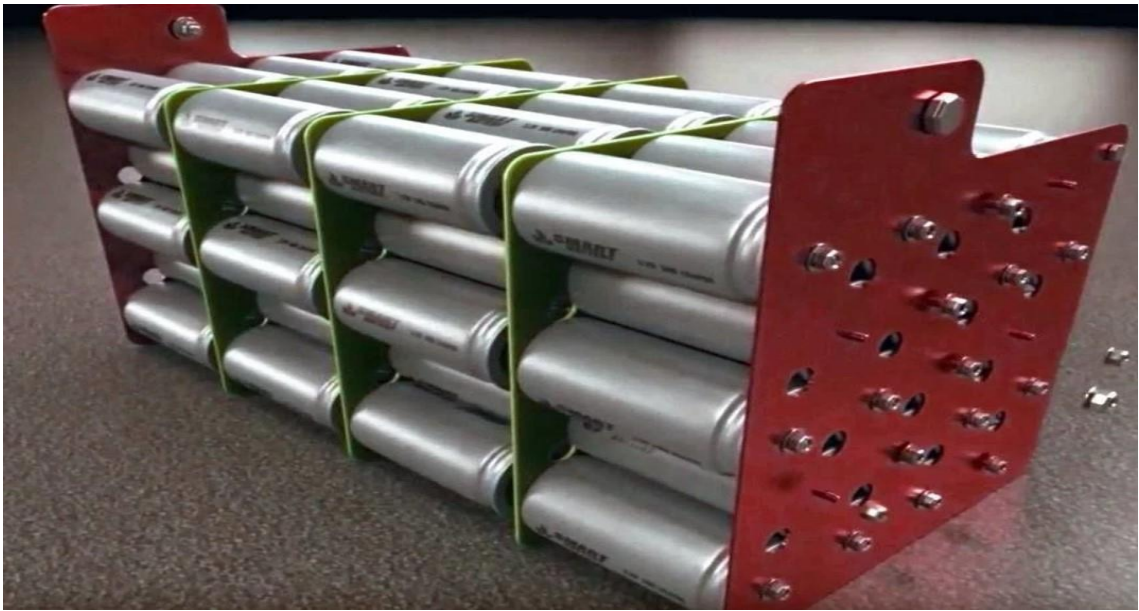
Şekil 3.18 Çift yönlü sayaç

### 3.2.6. Akü

Aküler normalde kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Şarj olurken elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüşür deşarj olurken ise kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşür. Off-grid güneş enerji santrallerinde en çok lityum iyon aküler ve jel aküler tercih edilir (Kutluca, 2020).

#### 3.2.6.1. Lityum İyon Akü

Verimliliği fazladır. Pahalıdır. Hızlı şarj olur ve sıcaklık artışından olumsuz etkilenirler. Şekil 3.19’da lityum iyon akü gösterilmiştir.



Şekil 3.19 Lityum iyon akü (<https://www.gezegensolar.com/blog/icerik/solar-sektorun-kurtaricisi-lityum-iyon-aku-nedir>)

#### 3.2.6.2. Jel Akü

Silikon jel teknolojisi ile üretilir. Verimliliği lityum iyon akülerden daha düşüktür. Maliyetleri uygun, şarj süresi uzun, sıcaklık artışı lityum iyon akülerde olduğu gibi jel aküleri de olumsuz etkiler. Şekil 3.20’de jel akü gösterilmiştir.



Şekil 3.20 Jel akü (<https://www.kampa.com.tr/urun/jelpower-12-volt-102-ah-solar-jel-aku>)

### 3.2.7. DC Sigorta

On-grid sistemlerde kesinlikle bulundurulması gerekir. On-grid sistemlerde güneş panelinin çıkışı invertöre bağlıyken off-grid sistemlerde şarj kontrol cihazına bağlıdır. Bunlardan önce aşırı bir akım oluşması durumunda invertör ve şarj kontrol cihazlarını korumak için DC sigortalar kullanılmalıdır. Güneş enerji santralının iki çıkışı vardır. Artı (+) ve eksi (-) olmak üzere. + ve - çıkışları invertörlerin veya şarj kontrol cihazlarının + ve - kısımlarına bağlanır. Bu + ve - çıkışları bağlanmadan önce her birinin gireceği klemense bir adet DC sigorta konulmalıdır. DC sigortayı seçerken de panellerin kısa devre akım değerlerinin göz önünde bulundurulması gerekir. Panel kısa devre akımında I<sub>sc</sub> değerinin 1,25-1,56 katı dikkate alınır. Seri bağlı fotovoltaik sistemlerde gerilim artar, akım değeri sabit kalır (Acar, 2022). Şekil 3.21’de 30 A’lik bir DC sigorta gösterilmiştir.



Şekil 3.21 30 Amperlik DC sigorta (<https://karavanmalzemeleri.com.tr/products/dc-sigorta>)

### 3.2.8. Transformatör

AC akımı belli oranlarda alçaltıp yükseltebilen elektriksel cihazdır. Uzun mesafelere iletilmek istenen enerji için transformatörlerden faydalanılır. Masaüstü bilgisayarların içindeki güç kaynaklarından, dizüstü bilgisayar, cep telefonu ve daha pek çok elektronik cihazın şarj aletlerinin içine, AC 'yi düşürme ve DC 'ye dönüştürme ihtiyacı olan güç kaynaklarının içinden çok daha büyük yapılarıdaki santrallerin çıkışındaki iletim istasyonlarında ve bazı dağıtım merkezlerinde olmak üzere pek çok yerde transformatörün kullanıldığını görülmektedir (Kahraman, 2022).

Elektromanyetik indüksiyonla prensibi ile çalışırlar. Elektrik santrallerinde üretilen gerilim 220 Volt olarak evlerimize gelinceye kadar transformatörler sayesinde önce yükseltme sonrasında da alçaltma ile ulaşır. Elektrik santrallerinde jeneratörler yardımıyla üretilmiş olan gerilim trafo ile yüksek gerilime dönüştürülür. Transfer istasyonları üzerinden direklerle bu yükseltilmiş olan gerilim şehir girişlerine kadar iletilir. Şehir girişlerinde yükseltilmiş olarak gelen gerilim yine transformatörler sayesinde düşürülür. 220 Volt AC olarak evimize gelir. Kısaca transformatör tellerle uzaklara kadar taşınırken tellerde ısınmadan dolayı oluşan kayıpları engelleyebilmek amacı ile kullanılarak evlerimize kadar kullanabileceğimiz şekliyle getirilmiş olur (Aktaş Pınar Atak, 2019). Şekil 3.22'de direk tipi transformatör görülmektedir.



Şekil 3.22 Direk tipi trafo

Şekil 3.23’de bina tipi transformatör görülmektedir.

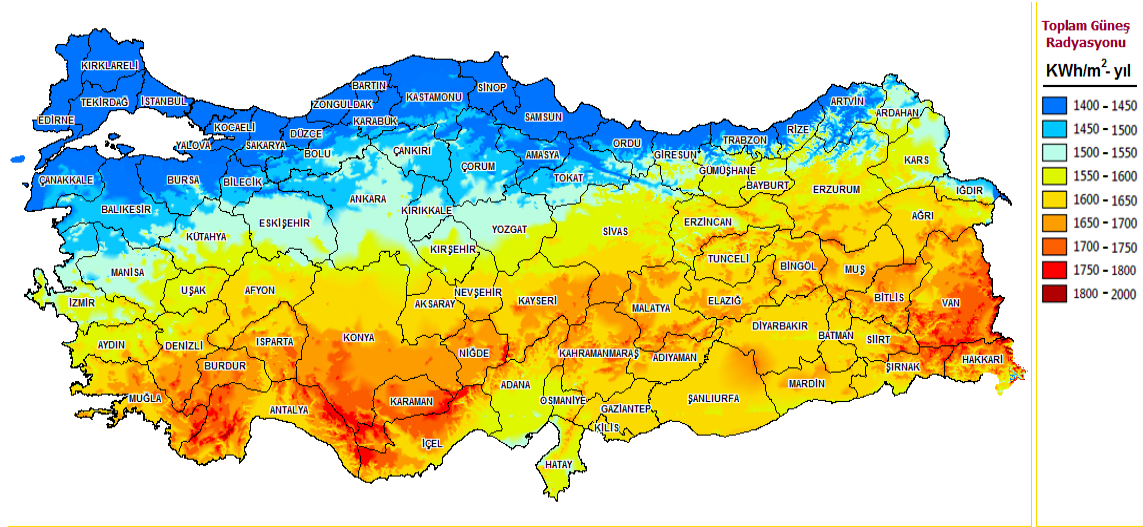


Şekil 3.23 Bina tipi trafo

### 3.3. Güneş Enerji Panellerinin Verimini Etkileyen Faktörler

#### 3.3.1. Işınım

Güneş ışınımının yeryüzüne düşme açısı her bölgede aynı değildir. Örneğin Konya'ya düşen güneş ışınım açısı ile Diyarbakır'a düşen güneş ışınım açısı bir değildir. Güneş enerji sistemleri tasarlanırken de bu güneş ışınım değerleri dikkate alınır. Şekil 3.24'de Türkiye'nin güneş enerji potansiyel atlası verilmiştir.



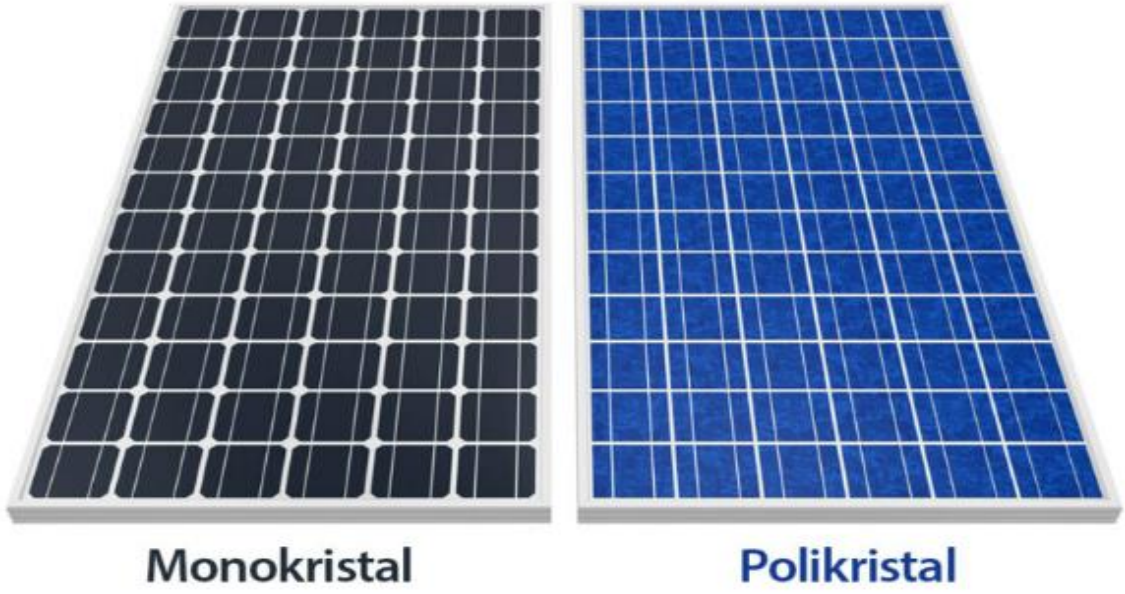
Şekil 3.24 GEPA (<https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>)

#### 3.3.2. Güneş Açısı

Güneş panellerinin yerleşim açısı ve yönü güneş ışığının düşme açısına etki eder. Güneye bakan tarafta bulunan panele düşen güneşin açısı ile kuzeye bakan tarafta bulunan panelin güneş açısı bir olmaz.

#### 3.3.3. PV Hücre Tipi

Panelin monokristal ya da polikristal olmasına göre değişkenlik gösterir. Monokristal hücrelerin verimi polikristal hücrelerin veriminden daha fazladır. Yeni çıkan paneller half-cut ya da çift yüzeyli olarak üretilmektedir. Bu panellerin verimi ise diğerlerine göre daha da yüksektir. Paneldeki hücrenin yapısı da verimi etkiler. Şekil 3.25'de monokristal ve polikristal güneş paneli gösterilmiştir.



Şekil 3.25 Monokristal ve polikristal güneş paneli (<https://www.aydinlatma.org/monokristal-ve-polikristal-gunes-panelleri-arasindaki-fark-nedir.html>)

Şekil 3.26’da çift yüzeyli güneş paneli gösterilmiştir.



Şekil 3.26 Çift yüzeyli güneş paneli (<https://www.indyturk.com/node/649181/ya%C5%9Fam/elektrik-%C3%BCretimini-muazzam-derecede-art%C4%B1ran-%C3%A7ift-tarafli%C4%B1-g%C3%BCne%C5%9F-paneli-icat-edildi>)

### 3.3.4. Panel Sıcaklığı

Panelin sıcaklığı arttıkça panelin verimliliği düşer. Sebebi sıcaklıkla alınan gücün düşmesi ve hücrelerde kayıp oluşturmasıdır.

### 3.3.5. Panel Kirliliği

Panel kirlendikçe ışığı daha az alır ve verim düşer. Bu yüzden paneller belli aralıklarla yıkanmalıdır. Kışın da karın yağması paneli kapatması ile gerilim üretimi azalır ve yeterince verimli olmaz.

### 3.3.6. Hava Kütlesi

Güneş ışınımı atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Fakat tamamı geçemez bir kısmı tutulurlar. Hava bulutlu olduğunda yani daha çok güneş ışınımı tutulduğu zaman panel verimi düşer. Hava kütlesi (AM), PV panellerin test raporlarında ifade edilir. AM 1.5 demek 1.5 atm basınçta demektir. Bulutlu havalarda güneş ışınımı yayılmış olarak yeryüzüne ulaşırken bulutsuz havada doğrudan yeryüzüne ulaşır (Demir, 2022).

### 3.3.7. Gölgeleme Durumu

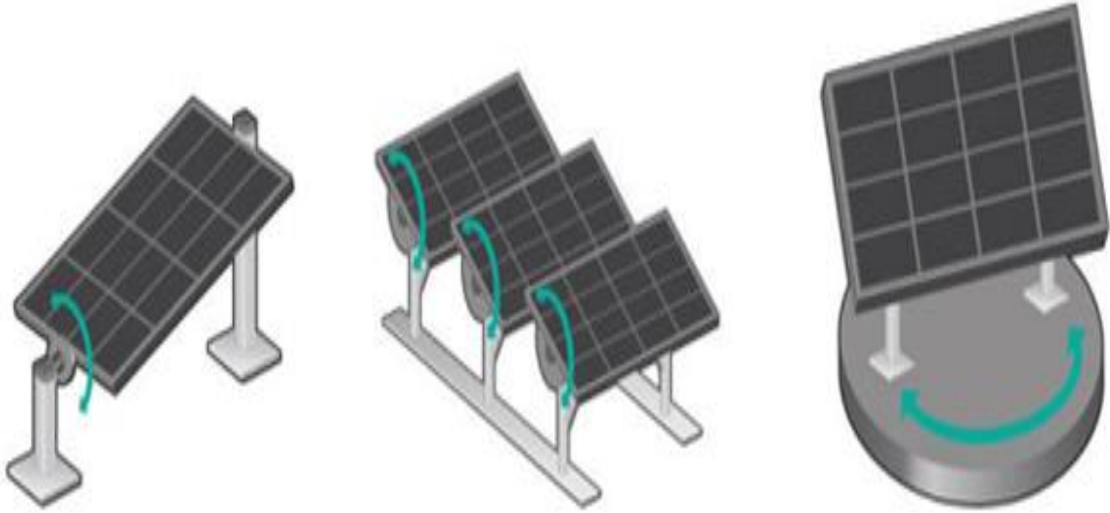
Araziye kurulan santrallerde önünde ağaç ya da benzeri bir şey yoksa gölge düşmez. Bazen otopark vb. yerlere güneş enerji santrali kurulduğu zaman yakınında bulunan yüksek binanın gölgesi santrale düştüğünde santral verimi azalır. Gölge düşen yerde az gerilim üretilir bunun için de bypass diyot kullanılır. Bypass diyot ne kadar fazla olursa gölgeleme olayından panel o kadar az etkilenir.

### 3.3.8. Yansıtma Bilirlik

Farklı yüzeyler güneş ışınlarını farklı seviyelerde yansıtırlar. Bulutların yansıtma bilirlik özelliği yüksek olduğu için güneş ışınlarını çokça yansıtırlarken deniz ve ormanların yansıtma bilirlik oranı düşük olduğundan güneş ışınlarını az yansıtırlar. Aynı şekilde koyu renkler ışığı emerken açık renkler ışığı yansıtırlar.

### 3.3.9. Güneş Takip Sistemi

Güneş enerji santrallerinin bulunduğu yerlere takip sistemlerinin kurulması verimi olumlu etkiler. Sebebi ayçiçeği gibi panellerin güneşi sürekli olarak takip etmesidir. Bu sistemler verimi arttırırken hem de maliyetli olurlar. Şekil 1.27’de güneş takip sisteminin çalışma şekli gösterilmiştir.



Şekil 3.27 Güneş takip sistemi (<https://nexten.com.tr/tr/ges-santrallerinde-gunes-takip-sistemi-solar-tracker-uygulamalari/>)

### 3.3.10. İnvertör Kaybı

İnvertör yardımı ile DC gerilim AC gerilime dönüştürülürken kayıplar oluşur. Bu kayıpları azaltabilmek amacıyla da kayıpları düşük olan invertörleri seçmek gerekir.

### 3.3.11. DC Kablo Kaybı

Paneller ile invertörler arası DC kablolardan kayıplar meydana gelir. Uygun kablo kesiti ile bu kayıplar minimize edilirler.

### 3.3.12. AC Kablo Kaybı

İnvertör ile elektrik dağıtım panosu arası AC kablolardan kayıplar meydana gelir. Uygun kablo kesiti ile bu kayıplar minimize edilirler.

### 3.3.13. Akü Kaybı

Off-grid sistemlerde kullanılan akülerde şarj ve deşarjlarda kayıplar oluşur. Bu kayıpları azaltabilmek amacıyla da kayıpları düşük olan aküleri seçmek gerekir.

### 3.3.14. Şarj Kontrol Cihazı Kaybı

Off-grid sistemlerde kullanılan şarj kontrol cihazları panellerden gelen DC gerilimle aküleri şarj ederken aynı zamanda da deşarjını kontrol etmeye yaramaktadır. Bu işlemi yaparken kayıplar oluşur ve bu kayıpların minimuma çekilmesi için MPPT tip şarj kontrol cihazlarının tercih edilmesi verim açısından daha doğru olacaktır.

### 3.4. Tahmin Yöntemleri

Tahmin kavramı olabilecek bir şeyi ya da bir durumu önceden öngörebilmeye çalışmak anlamına gelir. Her ne kadar çok ve farklı şekillerde tahminlerde bulunulursa bulunulsun önemli olan gerçek ve doğru olana en yakın tahminde bulunmaktır. Genel anlamda nitel ve nicel tahmin yöntemleri olmak üzere tahmin yöntemlerini ayrıştırabiliriz.

#### 3.4.1. Nitel Tahmin Yöntemleri

Kişilerin fikir ve tercihleri gibi daha çok kişiye özel etkilerden oluşan tahmin yöntemidir. Nitel tahmin görüş oluşturmaya dayanır. Görüş oluşturmanın dayanağı da uzman görüşü, pazar araştırması ve satıcı görüşüdür. Meydana gelen olay belirgin değilse ve veriler kısıtlıysa, farklı ürün, farklı teknoloji, önsezi ve tecrübe gerekiyorsa nitel tahmin yöntemlerinden yararlanır.

#### 3.4.2. Nicel Tahmin Yöntemleri

Geçmişte yaşanmış olayları, sonuçlarını ve nesnel olguları dayanak olarak alır. Genelde talep tahmin için kullanılır. Durum değişken değil durağandır, belli miktarda ürün, veri ya da teknoloji vardır. Matematiksel işlemlere ihtiyaç duyulduğunda, satış tahmini, tercihlerin ortalama tahmini gibi yerlerde kullanılır. Nicel tahmin yöntemlerinden en fazla kullanılanları regresyon analizi, yapay sinir ağları yöntemi, zaman serileridir (Çelik, 2015).

##### 3.4.2.1. Regresyon Analizi

Arasında sebep sonuç ilişkisi bulunan biri bağımsız diğeri bağımlı olan minimum iki tane ya da daha çok değişkenden oluşan bağımsız olanların değeri bilindiğinde bağımlının ne olabileceğinin tahmin edilmesi ile oluşan analizdir. Kısaca bağımlı değişkenin bağımsıza göre ne kadar değişebileceğine bakılıp, bağımlı olanın bağımsız olana göre tahmin edilmesidir (Cura, 2004). Matematiksel ifadesi denklem 3.1'de verilmiştir.

$$y = a + bx \quad (3.1)$$

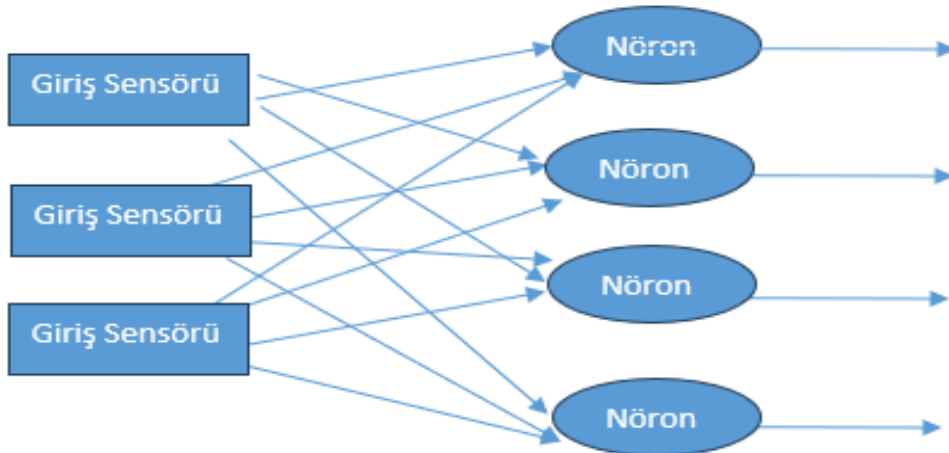
Y bağımlı çıktı sonuç değeri, x bağımsız faktör girdi değeri, a ve b değerleri farklı değişken katsayılarıdır.

### 3.4.2.2. Zaman Serileri Analizi

Değişkenlerin belli zamanlardan başka bir zaman dilimine ardışık biçimde gözlemlendiği ve gözlem sonuçlarının verildiği analizdir. Her seri bir zaman serisi olamaz. Zaman serisi olabilmesi için zamana bağlı ya da belli dönemlerde bir şeylerin olması gerekir. Çünkü zaman serisi analizi yapmak demek verilerin zamana bağlı değişimlerinin gözlemlenmesi demektir. Zaman ise saat, gün, ay ve yıl olabilir. Zaman serisi farklı verilerin bulunmasını, tahmin edebilmeyi, noksan verinin bulunmasını ve olan farklı ya da hatalı verinin düzeltilmesini sağlar (Sulan, 2022).

### 3.4.2.3. Yapay Sinir Ağları

Sinir ağı insanda ve hayvanda bulunur. İnsan gibi düşünen bir makine yapılabilir mi sorusundan yola çıkarak bunu modellemeyi akıllarına getiren bilim insanları sanal bir model oluşturmaya çalışmışlardır. Sinir hücreleri gelen bilgiyi iletirken, nöronlar karar vermeye yarar. Nöronlar üzerine gelen etkinin hepsini toplar ve bir tepki verir. Nörona sağdan soldan tüm bilgiler gelir ve bu gelen bilgilere göre nöron bir karar verir. Bu karara göre akson yani sinir hücresi üzerinden sinyali eşik değere göre iletir ya da iletmez. Eşik değerin altında bir tepki gelirse sinyal vermez eşik değerin üzerindeki tepkiler içinse gerekli tepki verilmiş olur (Kaya, 2018). Şekil 3.28’de basit bir yapay sinir ağları modellemesi gösterilmiştir.



Şekil 3.28 Yapay sinir ağları modellemesi

#### 3.4.2.4. ANFIS Yöntemi

Bu yönteme bulanık mantık ve yapay sinir ağlarının birleşimi de denilebilir. 1990'lı yılların başında bulunan yöntemle değişken fonksiyonların sonuçlarının bulunmasında yararlanılmıştır. Açılımı Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi olan ANFIS yöntemi nöro-bulanık düzen olarak da geçmektedir. Değiştirilip düzenlenebilir ağ düğümünden oluşan bu sistemde sugeno modeli değişken tanımlama yönteminden faydalanılır. Yapay sinir ağlarına yakın şekilde yapısı bulunur. Fakat ondan farkı ANFIS 'te bulunan hücre içlerindeki tahminler bulanık mantık ile yürütülmektedir. Genel anlamda çıkış ve giriş değerlerinin değiştirilebilir olması harmanlanmış bir öğrenme yöntemi sunar (Ata,2009).

Bu sistemde veri setinin benzerini oluştururken bulanık mantıktan yararlanılırken parametrelerin öğrenmesini sağlamak için de regresyon yönteminden faydalanılır. İki derecede öğrenme yapar. Öğrenme sürecinde regresyon yöntemlerinden en küçük kareler yöntemini kullanırken geri bildirimde bulunurken de karesel hata sonuçlarını girdi verilerine geri iletir. Bu geri bildirimler sürekli olarak yenilenir ve bu döngüde veriler daha uyumlu olsun diye eğitime tabi tutulmuş olurlar. ANFIS yöntemi bu hata oranlarını daha da düşürmek için farklı türde algoritmalarından da faydalanabilir. En iyi sonucu verecek algoritmayı bulmak için en küçük kareler yöntemi ve geri yayılım algoritmasını bir arada kullanır. ANFIS, eğitim setini daha basit eğitebilmek amacıyla bulunmuş ve bu amaçla kullanılan duruma göre değişkenlik gösterebilen sugeno yöntemidir (Şenocak, 2018).

#### 3.4.2.5. Bulanık Mantık Yöntemi

Bulanık mantık kavramı ilk olarak 1965 yılında California Üniversitesinden Azeri bilim adamı Prof. Lütfü Zadeh 'in konu ile ilgili makalelerini yayınlaması ile duyurulmuştur. İkili mantık sistemine zıt geliştirilmiş ve günlük hayatta kullandığımız değişkenlere üyelik derecesi vererek olayların gerçekleşme oranlarını belirleyen sistemdir. Klasik mantık sistemlerinden çok insan düşüncesine daha yakındır (İsen, 2017).

Matematiksel model ve ölçülen değerlerinin yanında insan düşüncelerini formüle eder. Bulanık mantığın güçlü yönlerinden biri de kelimelerle hesaplama sağlayabilmesidir. Sözel değişken kavramı bulanık mantıkta önemli bir rol oynar. Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran önemli özelliklerden birisi, üçüncünün olmazlığı ve çelişmezlik ilkelerinin bulanık mantık için geçerli olmamasıdır. Bulanık

mantıkta bir önerme aynı zamanda hem doğru hem yanlış olamaz denilemez. Bu durum doğruluğun çok değerli oluşundan ve ona yüklenen anlamlardan kaynaklanır (Turan E. , 2018).

Bulanık mantık, klasik ikili mantığın tamamen doğru ve tamamen yanlış doğruluk değerleri arasında yer alan "kısmen doğru" kavramını da kapsayacak şekilde genişletilmesi sonucunda ulaşılan bir üst kümedir. Çok net olmayan mantığa dayalı önermelerin, mantık süzgecinden geçirilerek incelenmesinin yapıldığı bir yöntem olarak da tanımlanabilmektedir. Bulanık mantığın bir başka tanımı her olayın farklı bir doğruluk derecesine sahip olduğu bir küme üyeliğidir. Burada birbiriyle ilişkili olayların oluşturduğu kümelerden bahsedilmektedir. Örnek olarak uzunluk kavramı oluşturan bir küme {çok uzun, uzun, orta, kısa, çok kısa} şeklinde verilebilmektedir (Erdal, 2008).

Bulanık mantık, belirsizliği ifade edebilmemizi sağlar. Doğal dil üzerine kuruludur. Esneklik sağlar. Lineer olmayan fonksiyonları da modelleyebilir. Otomatik kontrol sistemleri, bilgi sistemleri, uzman sistemler, görüntü işleme, optimizasyon, yönetim ve karar destek sistemleri, ekonomi ve finans, biyoloji ve tıp bilimi, çevre bilimi, mühendislik ve bilgisayar bilimleri, araştırma çalışmaları, veri madenciliği, psikoloji ve kontrol sistemleri uygulama alanlarıdır. Kullanım alanları; biyoloji ve tıp biliminde bulanık mantık tabanlı teşhis sistemleri, kanser araştırmaları, protez cihazlarının işlenmesi ve hareket düzensizliklerinin analizinde, yönetim ve karar desteklerinde fabrika yer seçimi, market satış stratejilerinin belirlenmesinde, ekonomi ve finans alanında kompleks satış sistemlerinin bulanık modellenmesinde, ticaret sistemlerinde, maliyet fayda analizlerinde, yatırım değerlendirmesinde, mühendislik ve bilgisayar bilimlerinde bulanık veri tabanı sistemlerinde, deprem tahminlerinde, nükleer işletmelerin otomasyonunun kontrolünde, psikoloji alanında insan davranış analizinde, suç işleme ve önleme sebeplerinin araştırılmasında, güvenilirlik ve kalite kontrolünde, bulanık mantık tabanlı hata tahmininde, üretim hattının izlenmesi ve denetiminde kullanılabilir. Asansörde yolcu trafiğini denetler böylece bekleme zamanını azaltır. Fotoğraf makinesinde ekranda birkaç obje olması durumunda en iyi fokusu ve aydınlatmayı belirler. Cihazın elle tutulması nedeniyle çekim sırasında oluşan sarsıntıları ortadan kaldırır. Çamaşır makinesinde çamaşır kirliliğini, ağırlığını, kumaş cinsini sezer ve motor gücünü uygun ayarlar. Su ısıtıcılarında ısıtmayı kullanılan suyun miktar ve sıcaklığına göre ayarlar. Metro sistemlerinde hızlanma ve yavaşlamayı ayarlayarak rahat bir yolculuk sağlanmasının yanı sıra durma konumunu da iyi ayarlar ve güçten tasarruf sağlar. Kilitlenmeyen fren sistemi (ABS) fren sistemlerinde tekerlerin kilitlenmeden

frenlenmesini sağlar. Televizyonlarda ekran kontrastını, parlaklığını ve rengini ayarlar. Bulanık sistemin öğelerini dörde ayırabiliriz (Özmen Cevdet, 2019).

Bunlar; Bilgi tabanı, kural tablosunun yer aldığı, verilerin saklandığı kısımdır. Bulanıklaştırma birimi kesin değerleri üyelik fonksiyonu yardımıyla bulanık değerlere dönüştürür. Çıkarım birimi girişler ve kurallardan sonuç çıkarır. Durulaştırma birimi bulanık sonuçları sayısal (kesin) değerlere dönüştür.

### 3.5. Ölçü Hataları

Yapılmış olan tahminler için gerçek değer ile tahmin edilmiş olan değer arasındaki farka ölçü hataları denir. Tahmin sonucu ve test verileri karşılaştırılır ve ölçü hataları elde edilir. Bunun için farklı yöntemler kullanılabilir.

#### 3.5.1. Korelasyon Yöntemi

İki ya da daha fazla değişken arasında bulunan ilişkiye ya da ilişkilere korelasyon denilir. Korelasyon analizi, iki değişken arasında doğrusal bir ilişki var mı yok mu bulunuyorsa da bu ilişkinin yönünü ve miktarı bulmak için kullanılır. Sürekli olarak yenilen bir gıdanın tüketim miktarı ile o gıdayı tüketenlerin kiloları arasında doğrusal bir ilişki bulunup bulunmadığı ve bunun ne derece olduğunu ortaya koymak için yapılan çalışmaya korelasyon çalışması denir. Buna göre o gıdanın tüketim miktarı ve kilolar birer değişken olmakla birlikte bu değişkenler arasındaki ilişki korelasyon olarak adlandırılır. Korelasyon analizinin kullanılmasındaki amaç değişkenler arasındaki değişim miktarının ne kadar olduğunu açıklamaktır. Bu sorulara da yanıt aranmış olur; değişkenler arasındaki ilişki doğrusal mı değil mi?, ilişki varsa biri artarken diğeri de artıyor mu yoksa azalıyor mu ya da biri azalırken diğeri artıyor mu yoksa ikisi de azalıyor mu?, ilişki varsa bunun etkisi nedir?, birinde gelişen değişme diğeri ne kadar etkiler? vb. Fakat korelasyona neden sonuç ilişkisi yoktur. Amaç değişkenler arasında ilişki var mı yoksa yok mudur incelemesinin yapılmasıdır. İlişki varsa da bunun miktarı ve yönüdür. Kişilerin kilo ve boyları arasında korelasyon yapılması durumunda ortaya çıkan sonuç sadece ilişki miktarını açıklar. Kilolarının sebebini boyları ya da boylarının sebebini kiloları olarak göstermek hata olur. Sadece boyu uzun kişilerin genelde kiloları da kısıllara göre fazla ya da kilosuz az olan kişilerin genelde boyları kısa gibi çıkarımlarda bulunabiliriz ancak sadece ilişki miktarını ya da artış ya da azalış yönünü açıklayabiliriz. Yani boyu uzun kişiler kilolu olur ya da tam tersi gibi bir sonuca varmak yanlış olacaktır.

Neden sonuç ilişkisi arandığında ise korelasyon yerine regresyon analizi yapmak daha doğru bir sonuca götürecektir (Jang ve ark., 2000).

### 3.5.2. Ortalama Mutlak Hata

Gerçek değerler ile tahmin değerlerinin arasındaki farkın mutlak değeri alındıktan sonra toplam mutlak değerlerin sonucunun değer adeti kaç taneyse ona bölünmesidir. Ortalama mutlak hatanın matematiksel ifadesi denklem 3.2’de verilmiştir.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - X| \quad (3.2)$$

$X_i$  gerçek değer,  $X$  tahmin değeri,  $n$  1’ den sonsuza kadar giden doğal sayıları temsil eder.

### 3.5.3. Ortalama Mutlak Yüzde Hata

Ortalama mutlak hatanın yüzde ile çarpılması ile elde edilir. Ortalama yüzde hatanın matematiksel ifadesi Denklem 3.3’de verilmiştir.

$$MAPE = 100 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - X| \quad (3.3)$$

$X_i$  gerçek değer,  $X$  tahmin değeri,  $n$  1’ den sonsuza kadar giden doğal sayıları temsil eder.

### 3.5.4. Karesel Mutlak Hata

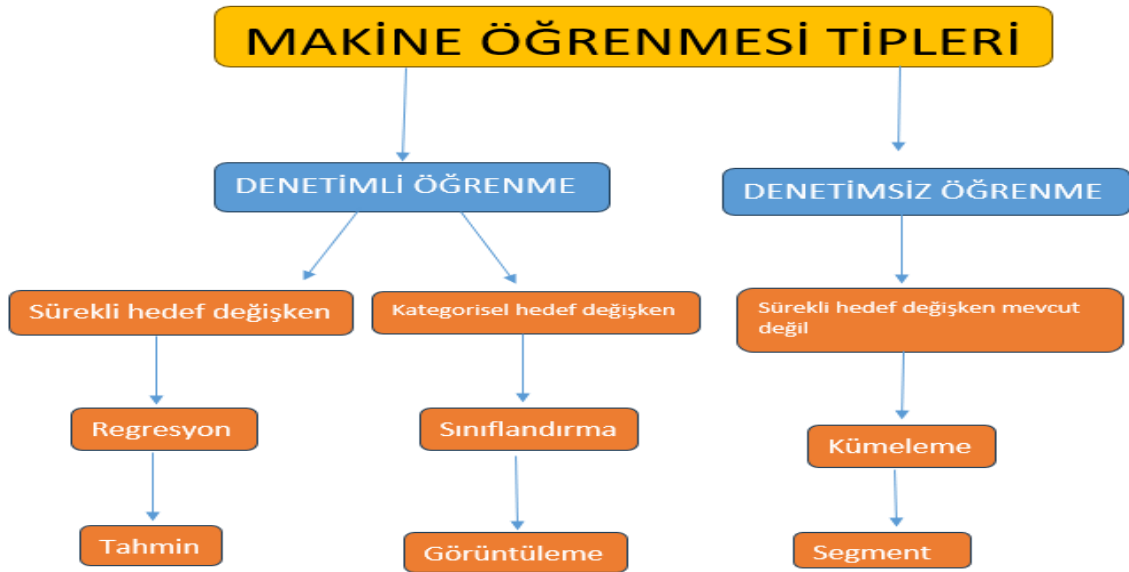
Gerçek ve tahmin değerleri arasındaki farkların her birinin kareleri toplanır ve ortalaması da alınır. Bulunan farkların toplamalarının ortalamalarına bölünüp karekökü alınarak bulunur. Karesel mutlak hatanın matematiksel ifadesi Denklem 3.4’de verilmiştir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X)^2}{n}} \quad (3.4)$$

$X_i$  gerçek değer,  $X$  tahmin değeri,  $n$  1' den sonsuza kadar giden doğal sayıları temsil eder.

### 3.6. Makine Öğrenmesi

Daha önce kullanılan yazılım ve teknikler programları kesin olarak tanımlanmış kural bazlı olarak çalıştırmıştır. Bu durumda her bir kural tanımlanmış ve program ona göre çalıştırılmıştır. Makine öğrenmesi yöntemi ise elimizde bulunan verilerden bu bilgilerin çıkartılması ve bu veriler içinde bizlerin fark etmeyeceği ilişki ve bağlantıların yakalanmasını sağlar. Ayrıca makine öğrenmesi modeli sürekli olarak kendini güncelleyerek çok daha verimli bir yaklaşım geliştirir. Makine öğrenmesinde yapılan çalışmalar yapay zekâ kavramının bir alt dalını oluşturur. Makine öğrenmesi kavramı sürekli olarak değişen ve kendini yenileyen bir kavramdır. Makine öğrenmesinde veri kendi içerisinde çeşitlilik sağlamaktadır. Bu yüzden modelin performansı genellikle bir olasılık fonksiyonu değeri ile veya hata oranı ile dönüş yapmaktadır. Makine öğrenmesindeki asıl amaç elde bulunan veriyi yüksek performanslı bir şekilde genelleyebilen bir model oluşturmaktır. Bunun için karar ağaçları, destek vektör makineleri, lineer regresyon ya da yapay sinir ağları gibi pek çok model kullanılır. En küçük hata ile parametre ve sistemin gelişmesini sağlamaktır. Bunun yanı sıra yüksek matematik, istatistik ve programlama bilgisine de ihtiyaç duyulabilir (Jang, 1993). Şekil 3.29'da makine öğrenmesi çeşitleri gösterilmiştir.



Şekil 3.29 Makine öğrenmesi tipleri

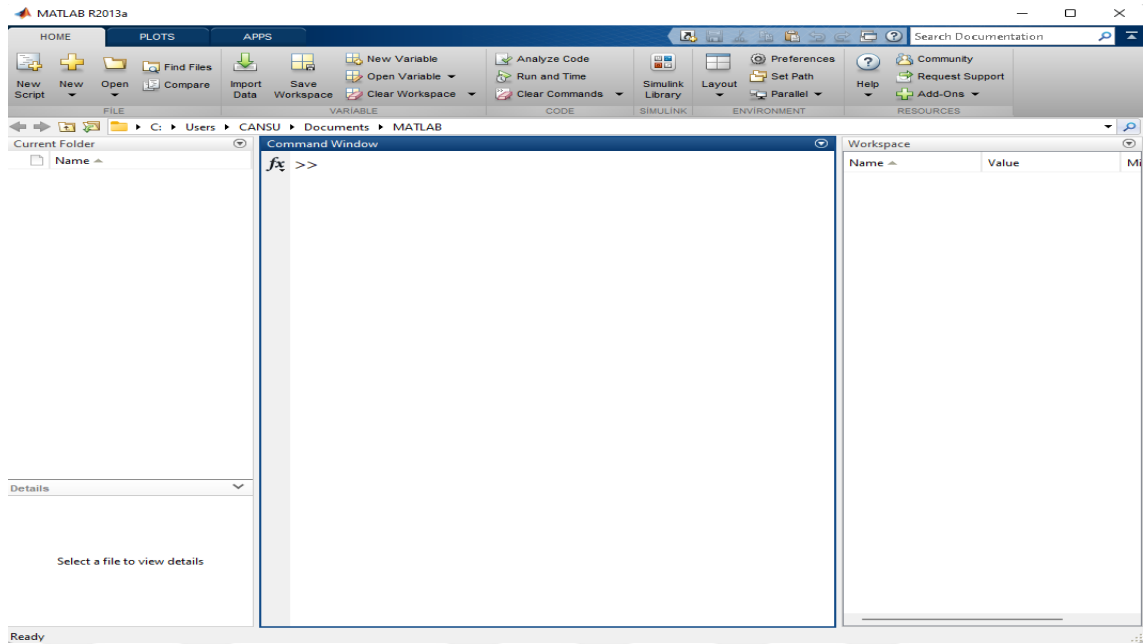
### 3.7. Tahmin Yapmada Kullanılan Programlar

Elimizde bulunan verilerin değerlendirilebilmesi ve bu veriler sonucunda tahmin verilerinin elde edilebilmesi için kullanılabilecek bazı programlar vardır. Bunlar; COLAB (Colaboratory), Google Cloud AutoML, KNIME (Konstanz Information Miner), TensorFlow, bilgi analizi için Waikato ortamı (WEKA) (Waikato Environment For Knowledge Analysis), Pytorch, RapidMiner, Azure Machine Learning Studio, Accord.NET ve MATLAB (Matrix Laboratory) gibi.

### 3.8. MATLAB Programı

Açılımı Matrix Laboratory'dir. Mühendislik, hesaplamalı bilimler, analiz, istatistik ve benzeri meslek dalları ile uğraşanların sıkça kullandığı bir dildir. Algoritma tasarımlarında, model oluşturmada, oluşturulan modelleri test etmede mühendis ve bilim insanları sıkça tercih ederler. İlk başlarda matematikte bulunan matris işlemlerinin ve lineer cebir işlemlerinin kolaylaştırılması için kullanılmıştır. Kullanıldıkça da yeni arayüzler ve farklı kütüphaneler eklenmiş olup bu zamana kadar gelmiştir (Karadağ Erhan, 2012).

İçerisine girildiği zaman genel anlamda dört bölümden oluşan MATLAB'ın giriş ana yüzü Şekil 3.30'da gösterilmiştir.



Şekil 3.30 MATLAB giriş arayüzü

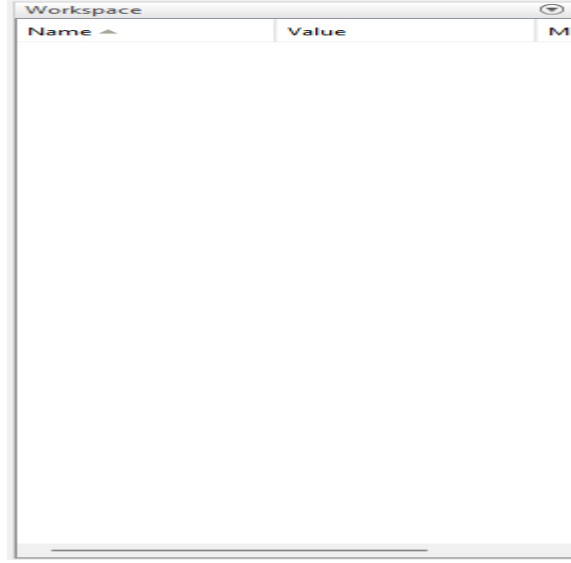
Current Folder kısmı projelerin projelendirildiği ve yapılan tüm çalışma dosyalarının bulunduğu kısımdır. Şekil 3.31’de Current Folder kısmı gösterilmiştir.



Şekil 3.31 MATLAB Current Folder kısmı

Henüz herhangi bir çalışma yapılmadığı için Current Folder kısmı boş gözükmektedir.

Workspace kısmı program içinde kullanılan değişkenlerin verdiği sonuçların hepsinin görüldüğü kısımdır. Şekil 3.32’de Workspace kısmı görülmektedir.



Şekil 3.32 MATLAB Workspace kısmı

MATLAB dilinin diğer dillerden en büyük farkı iki çeşit programlamanın yapılabilmesidir. İlki diğer diller gibi tüm programı yazıp derleyip çalıştırmayı sağlamakken diğeri de MATLAB'ın değişken bir arayüze sahip olmasından dolayı Command Window içerisine yazılan komutları MATLAB hemen derleyip çalıştırabilir.

MATLAB yüksek seviyeli programlama dillerinden biri olarak geçer. Genelde daha çok nümerik hesaplamalar, görselleştirmelerde ve programlama için hareketli bir ortam sağlar. Algoritma yazmak ve yazılan algoritmanın doğruluğunu tespit etmek için, kullanıcı arayüzlerinin geliştirilmesi ve diğer dillerle entegre edilebilir olması MATLAB'ın kullanımını arttırmıştır. İstatistik, veri analizi, dönüşüm, grafik çizdirmek, verilerin görselleştirilmesi, doğrusal (lineer) cebir, cebir denklemlerinin çözülmesi, lineer olmayan (nonlineer) denklemlerle işlemler, nümerik hesaplamalar vs. işlemlerde yardımcı olur. MATLAB ayrıca sinyal işleme, haberleşme, görüntü ve video işlemede, kontrol sistemlerinin stabilize edilmesinde, test-ölçüm işlemlerinde, analizlerde, hesaplamalı finansta ve biyolojide de MATLAB'dan yararlanır (Yıldız Fatih, 2017).

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

### 4.1. MATLAB ve ANFIS Uygulaması

Öngörülen tahminler; MATLAB kullanarak yapılmıştır. Tahminler yapılmadan önce elimizde bulunan beş adet değişken (hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, global ışıma, panel sıcaklığı) arasından çıktı (üretim) değerini en çok hangi üç faktörün etkilediği MİNİTAB programı kullanılarak tespit edilmiş ve bu üç faktör ile tahmin işlemleri üretim değeri için yapılmıştır. 365 günlük verinin ilk %80'lik kısmı (292 adet) eğitim verisi olarak kullanılırken kalan son %20'lik kısım (73 adet) test verisi olarak kullanılmıştır. Çalışma kullanılacak bir yıllık güneş enerji santrali verileri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılacak veriler

Periyot	Tarih	Hava Sıcaklığı C°	Global Işıma(w/m <sup>2</sup> )	Panel Sıcaklığı	Üretim (kWh)
1	1.01.2020	-2,00	190,72	4,45	1635
2	2.01.2020	-0,50	156,70	2,53	1387
3	3.01.2020	0,38	205,73	7,11	2281
4	4.01.2020	-0,40	289,90	9,81	3942
5	5.01.2020	0,55	186,78	5,57	2116
6	6.01.2020	-2,64	167,96	0,04	365
7	7.01.2020	-6,90	280,43	3,50	3663
8	8.01.2020	-10,20	195,65	0,00	101
9	9.01.2020	-8,71	314,72	13,48	4147
10	10.01.2020	3,71	188,15	7,21	2400
11	11.01.2020	3,36	214,13	10,74	2770
12	12.01.2020	0,04	242,05	1,65	2397
13	13.01.2020	-1,07	276,18	7,26	3030
14	14.01.2020	1,05	300,23	3,27	4086
15	15.01.2020	1,55	301,13	8,03	4660
16	16.01.2020	-1,22	315,48	6,33	4831
17	17.01.2020	-2,31	237,06	2,69	1375
18	18.01.2020	-5,44	214,06	0,12	2159
19	19.01.2020	-5,06	318,62	4,28	4782
20	20.01.2020	-1,37	118,95	0,00	107
21	21.01.2020	0,76	253,07	9,85	2680
22	22.01.2020	1,74	248,87	4,91	2644
23	23.01.2020	1,82	277,55	3,41	3996
24	24.01.2020	0,69	267,65	2,92	3670
25	25.01.2020	1,06	226,46	3,89	733
26	26.01.2020	4,89	240,68	12,28	3739

27	27.01.2020	0,26	160,51	2,86	168
28	28.01.2020	1,15	342,00	5,21	2134
29	29.01.2020	2,01	306,11	5,72	2586
30	30.01.2020	1,43	231,68	5,26	3328
31	31.01.2020	0,43	135,93	3,14	1217
32	1.02.2020	-0,91	363,13	0,74	3768
33	2.02.2020	1,79	350,23	6,14	4828
34	3.02.2020	6,21	353,34	8,47	5308
35	4.02.2020	9,17	218,18	16,36	2992
36	5.02.2020	3,20	224,31	9,64	2440
37	6.02.2020	0,48	102,55	4,43	112
38	7.02.2020	3,01	241,21	6,26	2603
39	8.02.2020	-5,93	139,44	0,28	733
40	9.02.2020	-0,48	129,24	1,08	1182
41	10.02.2020	-1,69	185,44	0,05	698
42	11.02.2020	-1,73	293,91	16,66	4711
43	12.02.2020	1,82	316,57	13,82	2915
44	13.02.2020	3,16	233,13	7,71	2825
45	14.02.2020	0,72	291,81	1,84	3691
46	15.02.2020	-2,56	250,80	1,16	2133
47	16.02.2020	-2,92	334,61	1,20	4292
48	17.02.2020	-0,26	396,09	3,14	6251
49	18.02.2020	2,82	389,74	5,42	6168
50	19.02.2020	4,01	237,43	10,16	3082
51	20.02.2020	2,62	110,34	4,96	1057
52	21.02.2020	3,77	221,40	10,88	2731
53	22.02.2020	5,49	304,45	14,34	4103
54	23.02.2020	2,28	164,60	3,81	1863
55	24.02.2020	2,52	262,04	5,18	3190
56	25.02.2020	1,95	249,19	4,64	2824
57	26.02.2020	0,98	260,70	4,16	3074
58	27.02.2020	1,43	208,38	7,33	2331
59	28.02.2020	3,26	406,18	11,36	5502
60	29.02.2020	4,77	208,64	7,63	2654
61	1.03.2020	0,77	439,65	2,68	6633
62	2.03.2020	3,88	434,17	4,98	6230
63	3.03.2020	6,45	236,70	9,10	3053
64	4.03.2020	7,48	287,59	10,23	3527
65	5.03.2020	8,70	353,43	15,33	4535
66	6.03.2020	8,37	265,21	11,91	3764
67	7.03.2020	1,95	476,07	3,15	6650
68	8.03.2020	2,68	455,67	14,12	4695
69	9.03.2020	4,11	255,48	9,84	2932
70	10.03.2020	6,74	431,07	21,03	5972
71	11.03.2020	7,26	323,23	14,47	4198

72	12.03.2020	7,20	257,95	8,21	3050
73	13.03.2020	10,62	355,46	16,95	4713
74	14.03.2020	5,75	302,43	10,64	3659
75	15.03.2020	4,52	229,57	5,87	2869
76	16.03.2020	-0,66	228,29	0,58	1991
77	17.03.2020	3,19	192,51	3,48	2341
78	18.03.2020	8,01	445,63	9,87	6266
79	19.03.2020	10,76	340,11	12,65	4182
80	20.03.2020	8,52	234,14	11,48	2903
81	21.03.2020	10,14	474,43	19,10	6620
82	22.03.2020	12,15	391,23	20,28	5066
83	23.03.2020	16,65	323,32	19,91	3527
84	24.03.2020	4,51	324,64	8,04	4232
85	25.03.2020	5,42	338,26	10,06	4166
86	26.03.2020	9,69	411,46	20,71	5438
87	27.03.2020	11,12	493,56	17,86	6714
88	28.03.2020	12,58	397,03	21,60	5102
89	29.03.2020	3,48	204,79	7,08	2472
90	30.03.2020	-3,94	203,41	0,10	1292
91	31.03.2020	-2,60	262,77	1,60	1918
92	1.04.2020	2,98	248,06	6,26	2881
93	2.04.2020	3,95	436,22	8,89	5809
94	3.04.2020	0,78	132,55	3,67	1396
95	4.04.2020	7,53	337,95	14,26	4430
96	5.04.2020	9,08	381,63	16,86	4853
97	6.04.2020	7,40	296,15	12,31	3743
98	7.04.2020	14,18	486,58	25,11	6408
99	8.04.2020	10,14	236,25	13,91	2872
100	9.04.2020	5,35	224,55	7,33	2745
101	10.04.2020	8,09	332,82	12,90	4314
102	11.04.2020	12,55	308,63	19,42	3741
103	12.04.2020	14,24	341,30	23,45	4255
104	13.04.2020	10,80	336,89	15,34	4350
105	14.04.2020	10,91	371,08	14,02	4756
106	15.04.2020	0,77	389,51	4,39	4901
107	16.04.2020	2,94	167,05	4,98	2361
108	17.04.2020	15,82	511,77	27,87	5985
109	18.04.2020	18,08	545,52	30,20	6971
110	19.04.2020	15,43	460,88	22,76	5737
111	20.04.2020	7,81	488,96	15,96	6221
112	21.04.2020	2,20	203,53	5,48	2444
113	22.04.2020	6,74	556,29	18,56	7387
114	23.04.2020	14,21	531,29	27,35	6435
115	24.04.2020	9,94	444,30	12,95	5664
116	25.04.2020	12,53	468,64	15,70	6194

117	26.04.2020	15,20	443,09	26,09	5623
118	27.04.2020	10,31	255,48	15,99	3042
119	28.04.2020	12,84	403,12	18,07	5028
120	29.04.2020	15,26	534,07	22,82	6424
121	30.04.2020	15,37	508,83	19,86	6390
122	1.05.2020	13,51	436,12	16,77	5735
123	2.05.2020	9,26	358,07	11,75	4327
124	3.05.2020	8,06	396,36	11,29	5198
125	4.05.2020	12,13	509,92	20,48	6325
126	5.05.2020	13,31	417,98	16,90	5168
127	6.05.2020	16,65	544,37	25,43	6877
128	7.05.2020	12,70	583,40	16,20	7339
129	8.05.2020	10,74	394,07	17,25	4767
130	9.05.2020	7,97	395,63	14,66	4722
131	10.05.2020	10,06	276,29	12,23	3526
132	11.05.2020	10,37	314,94	14,11	4411
133	12.05.2020	8,61	245,04	12,28	2585
134	13.05.2020	14,35	587,94	23,25	7276
135	14.05.2020	18,90	572,49	30,13	6849
136	15.05.2020	21,47	571,89	30,27	6971
137	16.05.2020	20,79	526,30	25,87	6365
138	17.05.2020	20,43	477,22	27,67	5750
139	18.05.2020	12,09	454,16	15,50	5374
140	19.05.2020	18,73	456,77	26,42	5488
141	20.05.2020	19,20	443,12	29,50	5015
142	21.05.2020	17,52	265,90	19,33	3530
143	22.05.2020	17,67	399,45	20,53	4798
144	23.05.2020	20,03	426,90	23,05	5575
145	24.05.2020	19,61	433,19	22,24	5416
146	25.05.2020	14,89	530,18	21,50	6200
147	26.05.2020	15,38	957,67	24,02	5049
148	27.05.2020	18,17	575,77	27,72	7013
149	28.05.2020	22,18	567,11	32,24	6537
150	29.05.2020	23,88	543,01	27,89	6344
151	30.05.2020	23,21	508,39	29,45	6136
152	31.05.2020	21,16	487,15	30,32	5997
153	1.06.2020	21,24	462,48	28,67	5335
154	2.06.2020	20,93	450,99	24,50	5569
155	3.06.2020	19,89	418,42	25,91	5009
156	4.06.2020	17,49	571,53	26,58	7141
157	5.06.2020	18,73	509,43	26,31	5947
158	6.06.2020	20,14	586,70	28,34	6936
159	7.06.2020	20,00	542,31	27,73	5505
160	8.06.2020	17,72	510,46	25,63	6023
161	9.06.2020	19,78	503,10	29,10	6151

162	10.06.2020	17,19	335,16	23,69	3991
163	11.06.2020	14,15	264,12	16,33	3020
164	12.06.2020	14,90	314,53	17,67	3721
165	13.06.2020	14,58	359,81	18,26	4741
166	14.06.2020	15,85	562,03	20,97	6744
167	15.06.2020	15,84	408,94	21,21	4770
168	16.06.2020	16,90	393,05	23,42	4699
169	17.06.2020	16,75	400,43	22,77	4913
170	18.06.2020	16,77	377,99	22,06	4604
171	19.06.2020	15,12	229,55	19,12	2373
172	20.06.2020	14,16	330,07	17,18	4173
173	21.06.2020	16,12	339,43	20,48	4228
174	22.06.2020	16,62	398,50	20,49	4925
175	23.06.2020	18,15	513,80	22,46	6297
176	24.06.2020	20,93	536,53	28,65	6160
177	25.06.2020	18,44	460,46	23,17	5189
178	26.06.2020	19,27	596,01	21,82	7252
179	27.06.2020	18,99	594,47	23,39	7160
180	28.06.2020	20,05	589,13	24,88	7119
181	29.06.2020	21,23	577,74	25,71	6790
182	30.06.2020	20,72	581,51	22,84	7107
183	1.07.2020	19,60	580,23	23,75	7146
184	2.07.2020	20,42	586,95	25,16	7062
185	3.07.2020	22,93	504,32	28,86	5891
186	4.07.2020	24,77	583,03	27,88	6850
187	5.07.2020	24,89	551,22	29,30	6527
188	6.07.2020	24,12	578,30	30,12	6856
189	7.07.2020	26,30	565,91	32,55	6477
190	8.07.2020	22,10	525,34	24,62	6216
191	9.07.2020	19,04	521,90	22,19	6291
192	10.07.2020	18,06	572,34	21,68	7091
193	11.07.2020	19,80	581,43	22,13	7090
194	12.07.2020	22,62	577,63	26,57	6921
195	13.07.2020	20,72	546,12	23,44	6560
196	14.07.2020	20,87	494,43	26,31	5886
197	15.07.2020	24,51	515,28	28,21	6190
198	16.07.2020	24,28	582,11	28,71	6865
199	17.07.2020	21,68	517,73	26,22	5935
200	18.07.2020	23,61	518,84	30,80	6233
201	19.07.2020	26,91	554,50	33,62	6643
202	20.07.2020	25,84	554,17	29,72	6497
203	21.07.2020	20,07	561,37	22,26	7021
204	22.07.2020	19,02	580,59	22,93	7187
205	23.07.2020	18,64	586,98	23,65	7117
206	24.07.2020	21,10	576,02	24,84	7044

207	25.07.2020	22,72	571,35	29,05	6867
208	26.07.2020	25,73	537,51	30,86	6317
209	27.07.2020	25,73	539,39	32,16	6401
210	28.07.2020	22,35	558,04	24,68	6877
211	29.07.2020	23,39	551,83	29,78	6377
212	30.07.2020	24,29	568,94	27,60	6804
213	31.07.2020	24,17	566,22	28,68	6735
214	1.08.2020	23,99	555,01	27,90	6417
215	2.08.2020	20,96	484,78	22,99	5277
216	3.08.2020	20,09	523,09	27,01	6517
217	4.08.2020	21,38	571,16	25,01	7036
218	5.08.2020	23,12	566,00	26,83	6885
219	6.08.2020	23,91	570,65	28,70	6953
220	7.08.2020	26,94	553,85	33,25	6579
221	8.08.2020	26,40	528,27	32,40	6405
222	9.08.2020	23,23	517,11	26,97	6329
223	10.08.2020	19,09	512,79	20,67	6742
224	11.08.2020	20,67	439,63	24,20	5350
225	12.08.2020	21,71	501,96	27,09	5403
226	13.08.2020	21,54	505,39	25,14	6237
227	14.08.2020	19,52	554,51	23,01	6722
228	15.08.2020	17,81	554,16	22,23	7060
229	16.08.2020	19,14	549,07	24,31	6931
230	17.08.2020	19,07	540,94	25,81	6871
231	18.08.2020	20,68	544,43	27,31	6708
232	19.08.2020	23,88	526,35	29,19	6422
233	20.08.2020	15,43	437,29	20,24	5443
234	21.08.2020	15,80	295,73	19,07	3620
235	22.08.2020	16,80	363,77	20,76	4519
236	23.08.2020	18,89	521,66	24,39	6709
237	24.08.2020	19,88	527,44	26,70	6898
238	25.08.2020	20,65	509,95	27,64	6717
239	26.08.2020	20,28	510,86	25,57	6693
240	27.08.2020	21,21	534,95	27,23	6866
241	28.08.2020	19,47	519,66	28,08	6620
242	29.08.2020	24,25	540,71	30,72	6756
243	30.08.2020	20,99	453,66	26,92	5733
244	31.08.2020	20,37	489,48	31,31	6301
245	1.09.2020	26,75	467,29	32,49	5969
246	2.09.2020	27,21	508,86	32,13	6320
247	3.09.2020	28,54	483,75	33,45	5965
248	4.09.2020	21,49	458,40	31,46	5854
249	5.09.2020	19,50	450,29	30,02	5647
250	6.09.2020	19,42	374,99	26,83	4652
251	7.09.2020	18,90	353,98	25,25	4643

252	8.09.2020	18,92	499,65	29,26	6564
253	9.09.2020	19,24	439,62	28,54	5632
254	10.09.2020	19,69	473,59	31,08	6413
255	11.09.2020	19,72	477,22	28,88	5840
256	12.09.2020	19,35	474,23	27,85	6150
257	13.09.2020	17,21	464,66	24,13	6386
258	14.09.2020	12,39	256,34	14,17	3140
259	15.09.2020	12,55	410,88	16,47	5255
260	16.09.2020	10,20	224,96	13,87	2634
261	17.09.2020	23,21	512,49	37,83	6157
262	18.09.2020	20,50	501,23	28,82	4101
263	19.09.2020	22,12	482,94	32,73	6550
264	20.09.2020	19,69	479,88	24,02	6604
265	21.09.2020	9,29	286,20	12,49	3488
266	22.09.2020	10,52	483,14	23,75	6800
267	23.09.2020	15,82	478,90	26,18	6623
268	24.09.2020	19,81	464,27	23,71	6478
269	25.09.2020	13,64	165,73	15,57	1908
270	26.09.2020	17,22	427,98	23,82	5352
271	27.09.2020	18,88	409,62	24,59	5717
272	28.09.2020	15,01	327,32	22,95	4307
273	29.09.2020	17,08	460,76	29,67	6496
274	30.09.2020	19,21	454,84	27,39	6431
275	1.10.2020	19,63	438,22	29,94	6233
276	2.10.2020	20,54	454,01	30,96	6238
277	3.10.2020	17,09	427,38	21,95	6125
278	4.10.2020	17,19	446,87	20,11	6305
279	5.10.2020	19,44	403,64	20,74	6118
280	6.10.2020	22,12	412,54	24,47	5854
281	7.10.2020	22,57	344,04	24,33	4657
282	8.10.2020	13,65	209,91	15,08	2078
283	9.10.2020	20,21	353,31	22,71	5311
284	10.10.2020	18,18	403,33	24,55	5905
285	11.10.2020	16,58	233,20	19,29	2567
286	12.10.2020	15,25	415,03	24,91	6201
287	13.10.2020	17,11	414,99	18,95	6181
288	14.10.2020	18,97	395,24	20,81	5302
289	15.10.2020	16,65	396,71	22,04	5945
290	16.10.2020	17,63	392,97	21,16	5828
291	17.10.2020	18,74	387,87	22,20	5740
292	18.10.2020	18,19	333,26	19,37	4846
293	19.10.2020	15,87	425,72	27,84	6305
294	20.10.2020	19,75	401,04	29,35	5911
295	21.10.2020	20,31	339,24	28,06	4568
296	22.10.2020	14,23	361,24	18,37	5470

297	23.10.2020	15,83	364,43	19,98	5323
298	24.10.2020	17,59	355,22	21,33	5383
299	25.10.2020	18,77	369,40	22,45	5431
300	26.10.2020	17,06	334,62	18,29	5533
301	27.10.2020	17,13	302,70	20,24	4180
302	28.10.2020	15,15	335,27	16,88	4947
303	29.10.2020	12,43	200,81	13,49	2712
304	30.10.2020	11,55	232,69	12,61	3007
305	31.10.2020	8,10	137,20	9,45	1403
306	1.11.2020	16,12	286,32	23,43	3882
307	2.11.2020	15,71	413,62	27,33	5896
308	3.11.2020	10,06	323,72	13,41	4698
309	4.11.2020	12,03	290,54	19,05	3838
310	5.11.2020	12,29	358,78	14,15	4746
311	6.11.2020	5,66	119,78	6,30	1430
312	7.11.2020	4,41	256,72	5,79	3242
313	8.11.2020	5,55	341,66	8,77	5630
314	9.11.2020	9,75	320,13	13,39	5176
315	10.11.2020	9,32	320,27	13,57	5261
316	11.11.2020	6,91	308,46	10,98	4460
317	12.11.2020	6,81	322,61	10,34	5324
318	13.11.2020	8,94	324,93	11,38	5316
319	14.11.2020	8,26	175,86	9,96	2167
320	15.11.2020	3,47	222,90	4,36	3225
321	16.11.2020	5,58	302,65	9,57	4973
322	17.11.2020	7,75	304,67	10,91	5009
323	18.11.2020	3,60	102,19	6,27	1049
324	19.11.2020	1,96	186,48	4,39	2260
325	20.11.2020	1,63	111,42	3,62	912
326	21.11.2020	2,73	148,22	5,46	1641
327	22.11.2020	2,13	165,78	4,55	1968
328	23.11.2020	3,31	299,06	6,88	5106
329	24.11.2020	8,22	283,78	9,42	4454
330	25.11.2020	0,42	263,30	2,38	3836
331	26.11.2020	-0,20	228,33	1,76	3173
332	27.11.2020	2,19	293,25	6,62	5033
333	28.11.2020	6,03	291,66	9,07	4895
334	29.11.2020	6,60	279,86	9,46	4548
335	30.11.2020	4,26	154,64	6,15	1952
336	1.12.2020	2,65	86,75	3,68	747
337	2.12.2020	6,05	249,01	8,17	3724
338	3.12.2020	5,78	137,23	10,10	1310
339	4.12.2020	5,94	246,03	8,84	3978
340	5.12.2020	6,60	267,65	10,20	4525
341	6.12.2020	6,09	271,10	9,26	4576

342	7.12.2020	5,76	215,30	6,13	3497
343	8.12.2020	4,27	110,39	4,85	939
344	9.12.2020	4,81	270,93	7,75	4555
345	10.12.2020	5,88	272,44	6,67	4695
346	11.12.2020	4,11	215,32	6,40	2785
347	12.12.2020	5,25	156,93	6,61	1682
348	13.12.2020	4,57	86,58	5,42	864
349	14.12.2020	3,43	49,93	3,67	409
350	15.12.2020	4,14	138,62	5,15	1474
351	16.12.2020	3,37	163,63	7,77	1811
352	17.12.2020	7,07	195,17	11,49	3025
353	18.12.2020	3,65	146,36	7,72	1470
354	19.12.2020	0,93	199,96	3,76	2589
355	20.12.2020	3,82	255,16	5,48	4626
356	21.12.2020	3,44	179,66	4,47	2298
357	22.12.2020	0,18	125,08	1,16	1117
358	23.12.2020	-1,94	185,17	0,76	2508
359	24.12.2020	1,76	274,83	14,79	4479
360	25.12.2020	5,05	259,63	5,97	4580
361	26.12.2020	5,17	228,56	5,57	3456
362	27.12.2020	5,25	240,03	8,21	3477
363	28.12.2020	4,50	159,02	5,37	1612
364	29.12.2020	5,27	224,97	6,05	3686
365	30.12.2020	6,49	250,90	7,78	3784

Bu verileri kullanmadan önce Minitab programından korelasyon analizi yapıp üretim değerini en az etkileyen faktörler tespit edilmiş ve tahmine dahil edilmemiştir. Minitab programında yapılan korelasyon analizi Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Minitab - Untitled

File Edit Data Calc Stat Graph Editor Tools Window Help Assistant

Session

Worksheet 1 \*\*\*

↓	C30	C31	C32	C33	C34	C35	C
	Hava Sıcaklığı C°	Rüzgar Hızı(m/ s)	Rüzgar Yönü °	Global Işıma(w/m^2)	Panel Sıcaklığı	Üretim (kWh)	
1	-2,0025	5,7342	182,278	190,722	4,4519	1635	
2	-0,4962	8,9114	146,696	156,696	2,5253	1387	
3	0,3846	3,7051	191,397	205,731	7,1103	2281	
4	-0,4037	3,7836	299,925	289,896	9,8113	3942	
5	0,5468	5,1139	188,165	186,785	5,5747	2116	
6	-2,6374	1,2014	186,295	167,957	0,0446	365	
7	-6,8987	3,4444	128,840	280,432	3,5000	3663	
8	-10,1975	8,7595	339,620	195,646	0,0000	101	
9	-8,7061	1,5000	195,512	314,720	13,4841	4147	
10	3,7125	4,0147	192,735	188,154	7,2132	2400	
11	3,3615	4,0519	162,993	214,133	10,7370	2770	
12	0,0412	3,8125	282,375	242,050	1,6538	2397	
13	-1,0650	1,8625	153,000	276,175	7,2600	3030	
14	1,0518	2,8272	175,556	300,235	3,2716	4086	

Current Worksheet: Worksheet 1

Şekil 4.1 Minitab programı verilerin yüklenmesi

İlk olarak hava sıcaklığı ve üretim arasındaki korelasyon değerine bakılmıştır. Şekil 4.2’de korelasyon değeri gösterilmiştir.

## Correlation: Hava Sıcaklığı C°; Üretim (kWh)

### Correlations

Pearson correlation	0,743
P-value	0,000

Şekil 4.2 Hava sıcaklığı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu

Şekil 4.3'de rüzgâr hızı ve üretim değeri arasındaki korelasyon değeri gösterilmiştir.

### Correlation: Rüzgâr Hızı(m/ s); Üretim (kWh)

#### Correlations

Pearson correlation	-0,063
P-value	0,231

Şekil 4.3 Rüzgâr hızı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu

Şekil 4.4'de rüzgâr yönü ve üretim değeri arasındaki korelasyon değeri gösterilmiştir.

### Correlation: Rüzgâr Yönü °; Üretim (kWh)

#### Correlations

Pearson correlation	0,030
P-value	0,567

Şekil 4.4 Rüzgâr yönü ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu

Şekil 4.5'de global ışıma ve üretim değeri arasındaki korelasyon değeri gösterilmiştir.

### Correlation: Global Işıma(w/m<sup>2</sup>); Üretim (kWh)

#### Correlations

Pearson correlation	0,923
P-value	0,000

Şekil 4.5 Global ışıma ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu

Şekil 4.6'da panel sıcaklığı ve üretim değeri arasındaki korelasyon değeri gösterilmiştir.

## Correlation: Panel Sıcaklığı; Üretim (kWh)

### Correlations

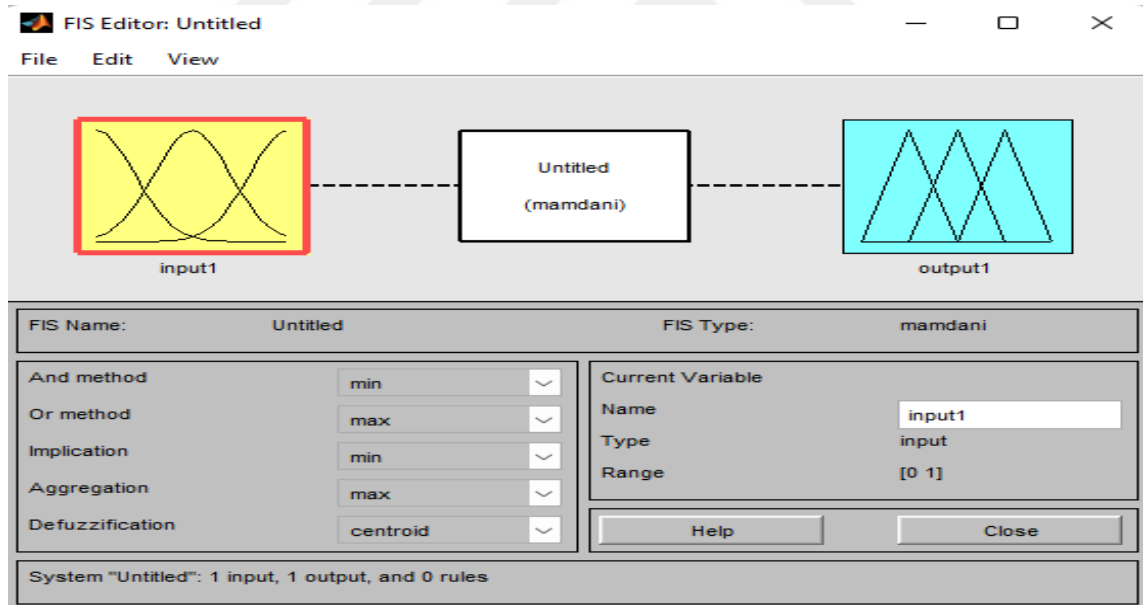
Pearson correlation	0,777
P-value	0,000

Şekil 4.6 Panel sıcaklığı ve üretim değeri arasındaki korelasyon ölçüm sonucu

Korelasyon sonuçlarından da anlaşılacağı üzere üretim değerini en az etkileyen etmen rüzgâr hızı ve rüzgâr yönüdür. Yapılacak olan tahminde rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü dahil edilmeyerek kalan etmenlerle üretim değerleri tahmin edilmiştir.

### 4.1.1. MATLAB'da Fuzzy

MATLAB programının arayüzü açıldığında bulanık anlamına gelen fuzzy kelimesi yazılır. Ve Şekil 4.7'de gösterilmiş olan ekran karşımıza çıkar.

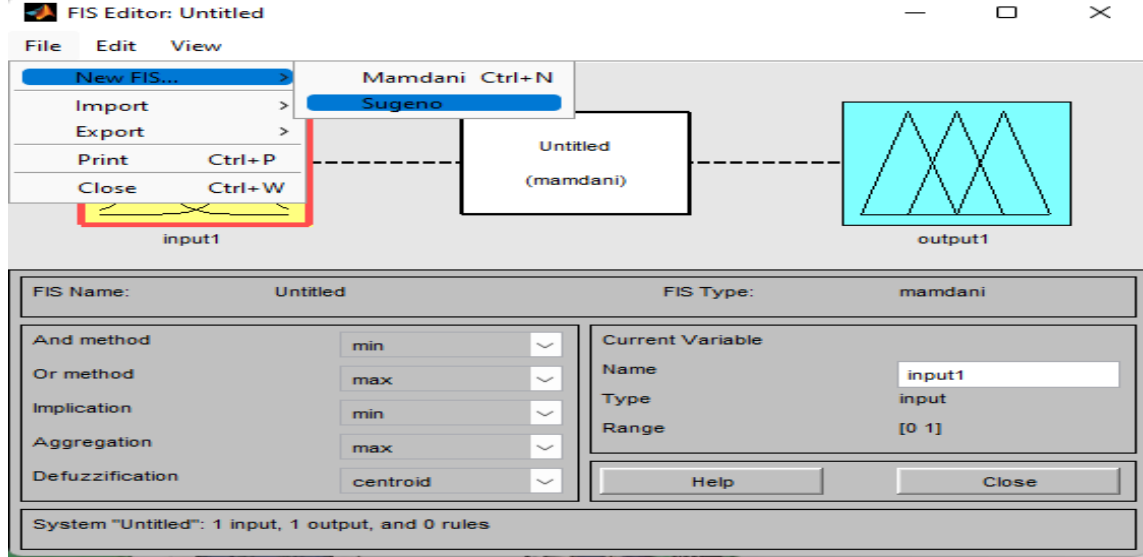


Şekil 4.7 Fuzzy için sonuç veren menü

Bu menü için bir girdi değeri input ve bir de çıktı değeri output bulunmaktadır. Ortada bulunan kısmın mamdani olması fuzzy yani bulanık mantık anlamına gelirken sugeno olması ANFIS uygulanacağı anlamına gelir.

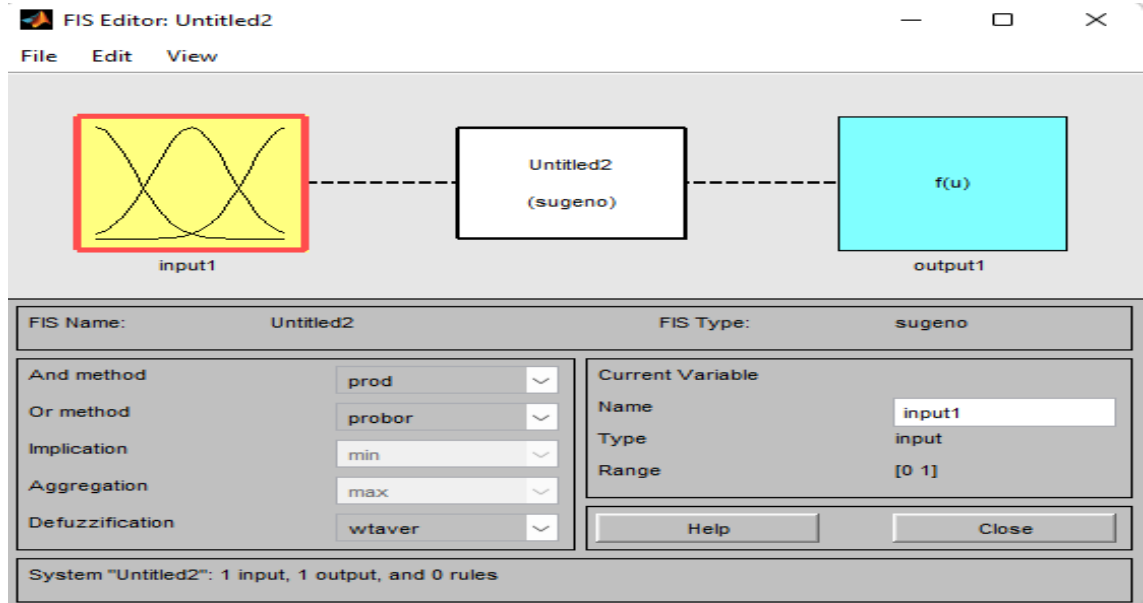
#### 4.1.2. MATLAB'da ANFIS

MATLAB programında ANFIS uygulayabilmek için Şekil 4.8'de gösterilmiş olan adımların takip edilmesi gerekir.



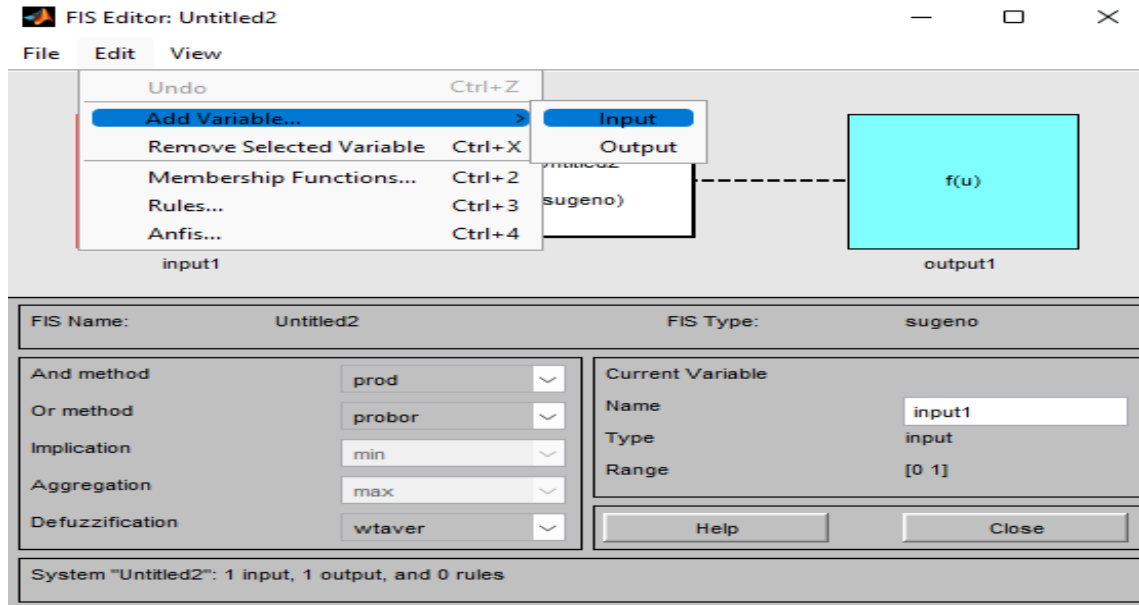
Şekil 4.8 ANFIS için MATLAB arayüz seçimi

Şekil 4.9'da ANFIS uygulayabilmek için sugeno seçildiği gösterilmiştir.



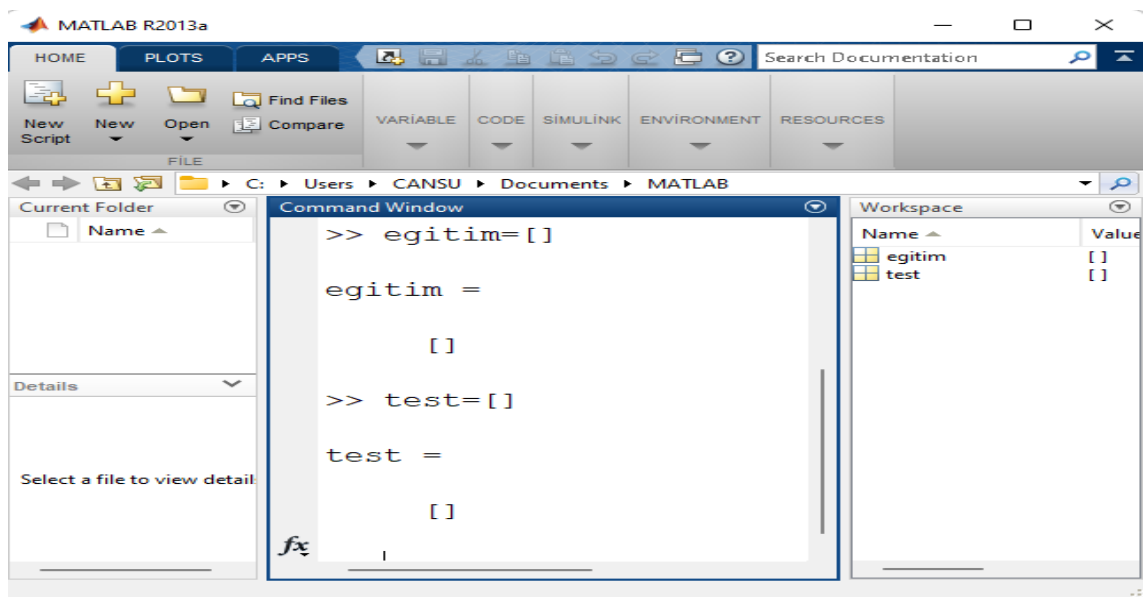
Şekil 4.9 ANFIS için sugeno uygulanması

Girdi sayısı hava sıcaklığı, global ışıma ve panel sıcaklığı gibi etmenlerden dolayı üçe çıkartılmıştır. Çıktı sayısı ise üretim değeri olduğu için bir olarak kalmıştır. Girdi eklemek için izlenmesi gereken adımlar Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Girdi ekleme ekranı

Girdi verilerini yükleyebilmek için bu verileri MATLAB'ın arayüzüne tanıtmak gerekir. Öncelikle MATLAB'da bir eğitim bir de test verileri için matris oluşturmak gerekir. Oluşturulmuş olan eğitim ve test matrisleri Şekil 4.11'de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Eğitim ve test verilerinin matrisleri

Bunun dışında iki tane daha matris oluşturulur. Yeni oluşturulacak matrisler çıktı sonuçlarını almak için kullanılmıştır. Toplamda dört adet matris açılır ve bu matrislerin içerisine veriler yüklenir. Eğitim matrisinin içerisine tüm girdi ve çıktılar atılır. Şekil 4.12’de ilk 3 sütunu girdi 1 sütunu çıktı olan bir matris oluşturulmuştur.

The screenshot shows the MATLAB workspace with a window titled 'Variables - eğitim'. The workspace contains a variable named 'egitim' with a value of '<292x4 double>'. The matrix data is displayed in a grid with 7 rows and 7 columns. The first three columns contain numerical values, and the fourth column contains values that are mostly empty, with a small box in the 5th row, 4th column. The workspace also shows other variables: 'egitimGirdi' with value '[]', 'test' with value '[]', and 'testGirdi' with value '[]'.

	1	2	3	4	5	6	7
1	-2.0025	190.7215	4.4519	1635			
2	-0.4962	156.6962	2.5253	1387			
3	0.3846	205.7308	7.1103	2281			
4	-0.4037	289.8955	9.8113	3942			
5	0.5468	186.7848	5.5747	2116			
6	-2.6374	167.9568	0.0446	365			
7	-6.8987	280.4321	3.5000	3663			

Şekil 4.12 Eğitim için oluşturulan matris

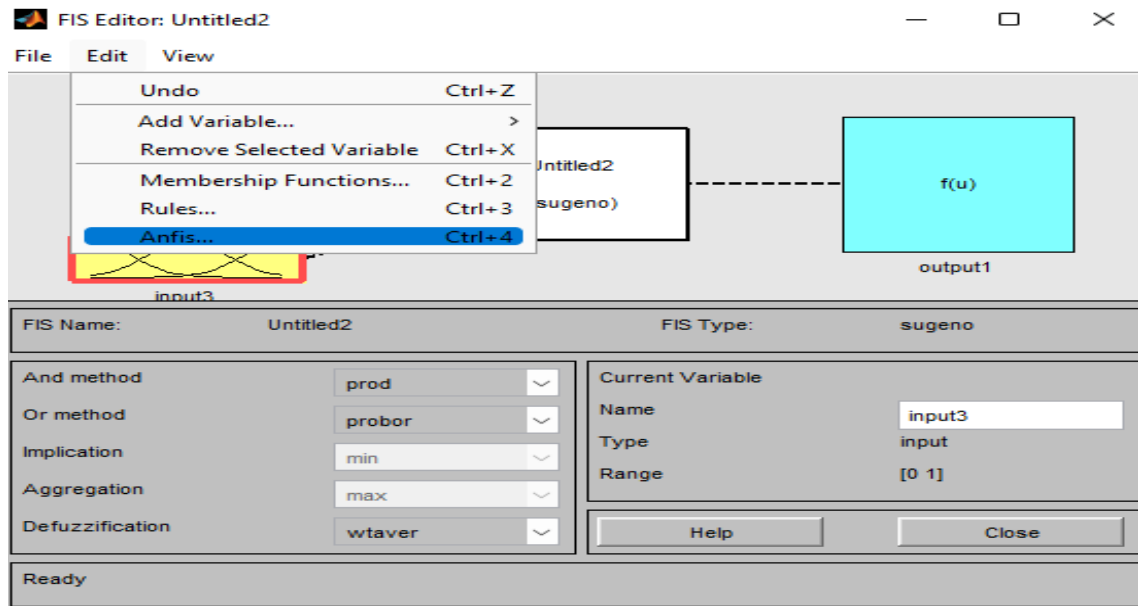
Aynı işlem Şekil 4.13’de test için yapılmıştır.

The screenshot shows the MATLAB workspace with a window titled 'Variables - test'. The workspace contains a variable named 'test' with a value of '<73x4 double>'. The matrix data is displayed in a grid with 7 rows and 7 columns. The first three columns contain numerical values, and the fourth column contains values that are mostly empty, with a small box in the 3rd row, 4th column. The workspace also shows other variables: 'egitim' with value '<292x4 double>', 'egitimGirdi' with value '[]', and 'testGirdi' with value '[]'.

	1	2	3	4	5	6	7
1	15.8728	425.7174	27.8402	6305			
2	19.7500	401.0435	29.3511	5911			
3	20.3146	339.2360	28.0640	4568			
4	14.2345	361.2414	18.3724	5470			
5	15.8279	364.4302	19.9756	5323			
6	17.5931	355.2184	21.3310	5383			
7	18.7659	369.4000	22.4506	5431			

Şekil 4.13 Test için oluşturulan matris

Matrislere verileri tanımladıktan sonra Şekil 4.14'de ANFIS'te veri yükleme arayüzü açılmıştır.



Şekil 4.14 ANFIS' de veri yükleme arayüzünün açılması

Açılan ekranda Şekil 4.15'de gösterildiği ilk olarak training yani eğitim ve workspace yani çalışma alanı işaretli kalacak şekilde bir seçim yapılmıştır. Load data kısmından veri girdikten sonra isim verilmiştir.



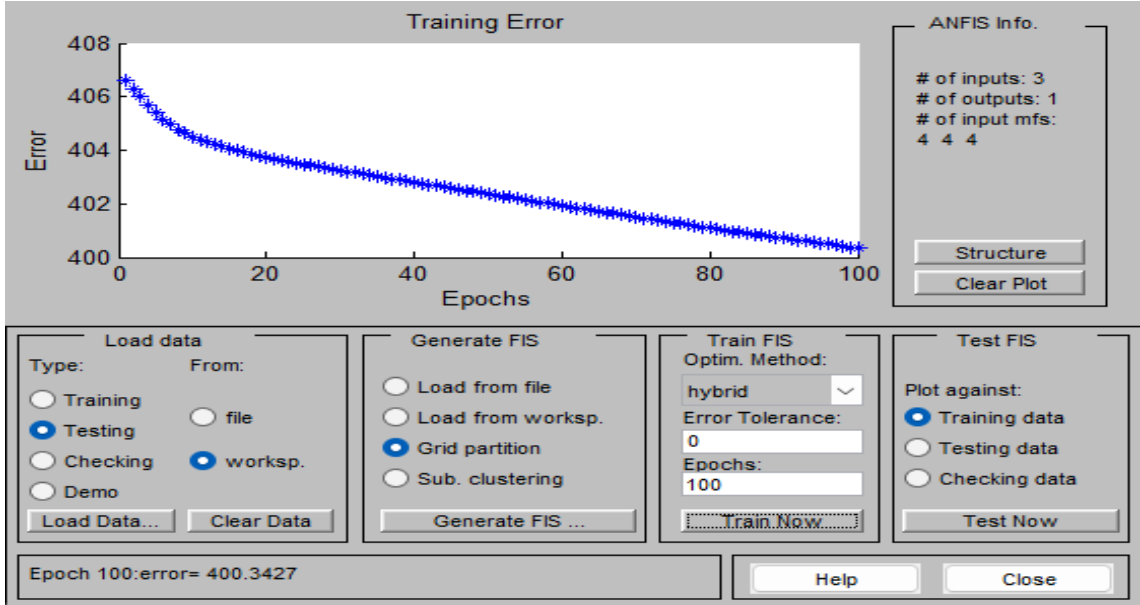
Şekil 4.15 Eğitim verileri

Aynı işlem testing kısmı için de seçilmiş olup veri yüklemesi yapılmıştır. Bu şekilde hem eğitim hem de test verileri girildikten sonra bilgisayar bu aşamada verileri kendi kendine yorumlamaya başlayacaktır. Birinci girdi böyle ise ikinci girdi böyle ise üçüncü de böyle olduğunda çıktı bu olur şeklinde. İşlemi yapabilmesini kolaylaştırmak amacıyla da kümelere bölme işlemi yapılmıştır. Bunun için de generate fis kısmından birinci, ikinci ve üçüncü girdilerin küme sayıları değiştirilmiştir. Şekil 4.16'da gösterildiği şekilde dörderli kümelere ayrılmıştır.

The screenshot shows a dialog box for configuring a Fuzzy Inference System (FIS). It has two main sections: 'INPUT' and 'OUTPUT'.  
 In the 'INPUT' section:  
 - 'Number of MFs' is set to '4 4 4'.  
 - A note states: 'To assign a different number of MFs to each input, use spaces to separate these numbers.'  
 - 'MF Type' is a list box containing: 'trimf', 'trapmf', 'gbellmf', 'gaussmf', 'gauss2mf', 'pimf', 'dsigmf', and 'psigmf'.  
 In the 'OUTPUT' section:  
 - 'MF Type' is a list box containing: 'constant' and 'linear'.  
 At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

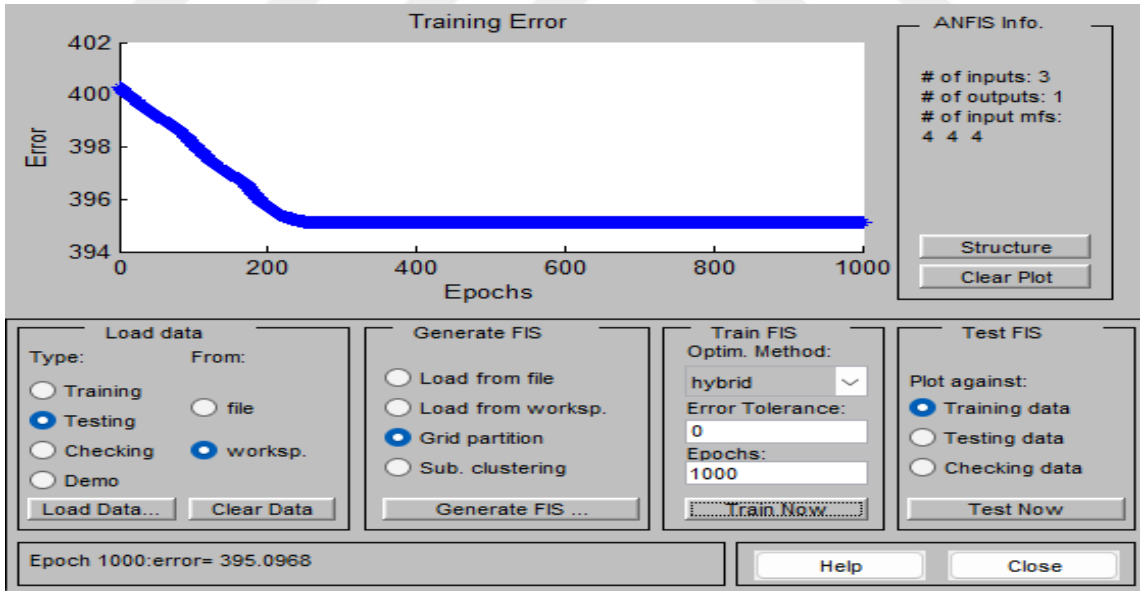
Şekil 4.16 Girdilerin dörderli kümelere ayrılması

Train FIS kısmında epochs sayısına 100 denilmiş ve 100 tane veriyi kullanıp buradan bir kural çıkartması, yorumlaması istenmiştir. Şekil 4.17'de bu 100 veri için yazdığı kurala göre oluşturmaya çalıştığı kuralın grafiksel hali verilmiştir.



Şekil 4.17 Oluşturulan kurala göre hatasının gösterildiği ilk grafik

Bu kural tekrarı arttırılmış olup 100 veri yerine 1000 veri kullanılmış ve sonuç gözlemlenmiştir. Ve ilk denemeye göre hata azalmış olup yine de tam anlamıyla yeterli olmamıştır. 1000 veriden kural çıkartma için ulaşılan sonuç Şekil 4.18’de verilmiştir.

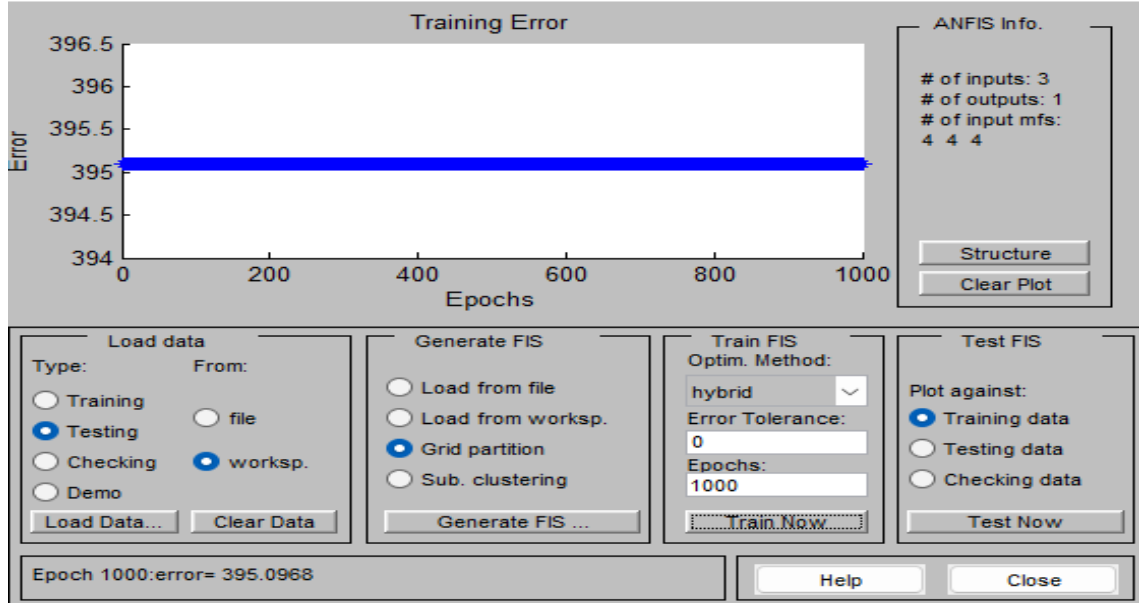


Şekil 4.18 Oluşturulan kurala göre hatanın gösterildiği ikinci grafik

Ulaşılan ikinci grafiğin de hata oranının fazla olmasında dolayı bu işlem birkaç kez daha tekrar edilmiştir. Bu işlem kısaca özetlenecek olursa birinci, ikinci ve üçüncü girdileri dörderli kümelerle ayırmış her küme arasında da birer küme koymuştur. Eğitim

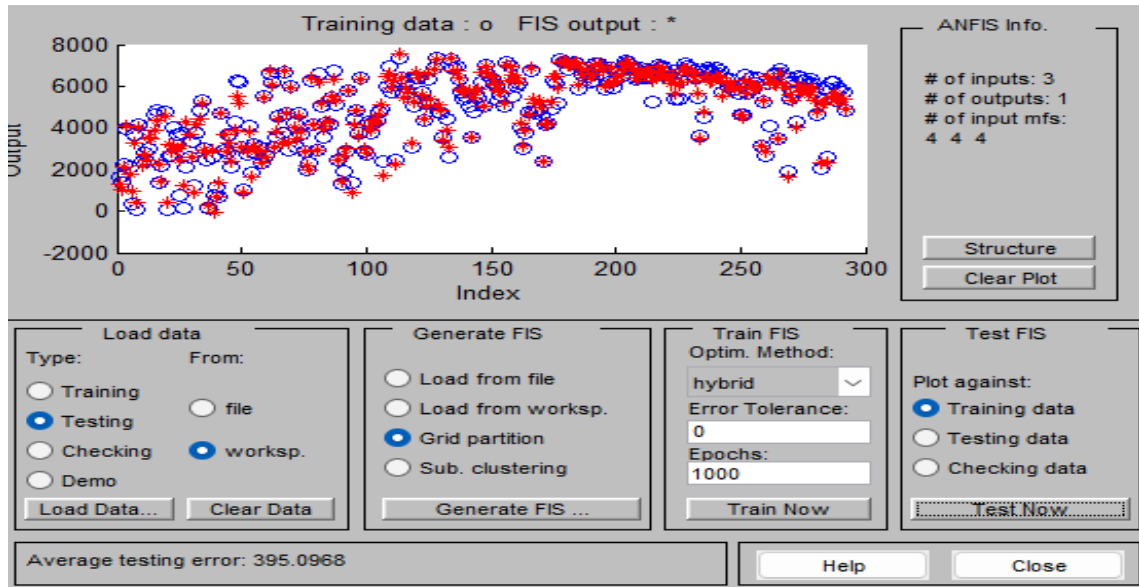
ve test olarak ayrılmasının sebebi ise bazen bilgisayarın eğitimdeki verileri ezberlemesi ve %100'e yakın bir sonuç vermesindedir.

Şekil 4.19'da eğitim hatası grafiğinin son hali verilmiştir.



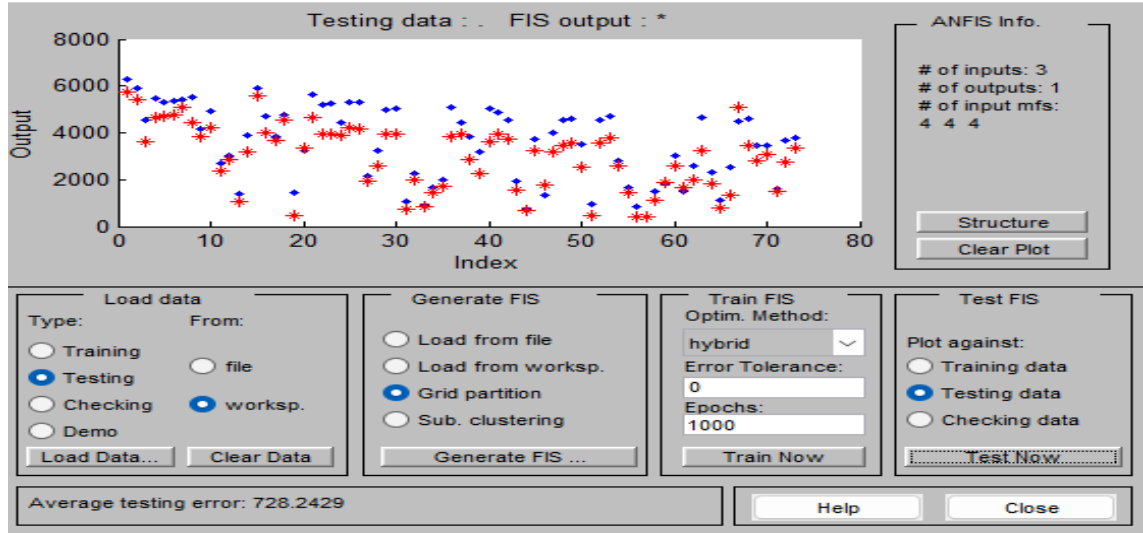
Şekil 4.19 Oluşturulan kurala göre hatadaki son grafik

Bu grafiğin sonucunda gerçek veriler ve kendi oluşturduğu kurala göre bulduğu veriler Şekil 4.20'de verilmiştir. Burada mavi ile çizdiği gerçek verilerken kırmızı ile çizdiği kendi kurallarına göre bulmuş olduğu noktalarıdır.



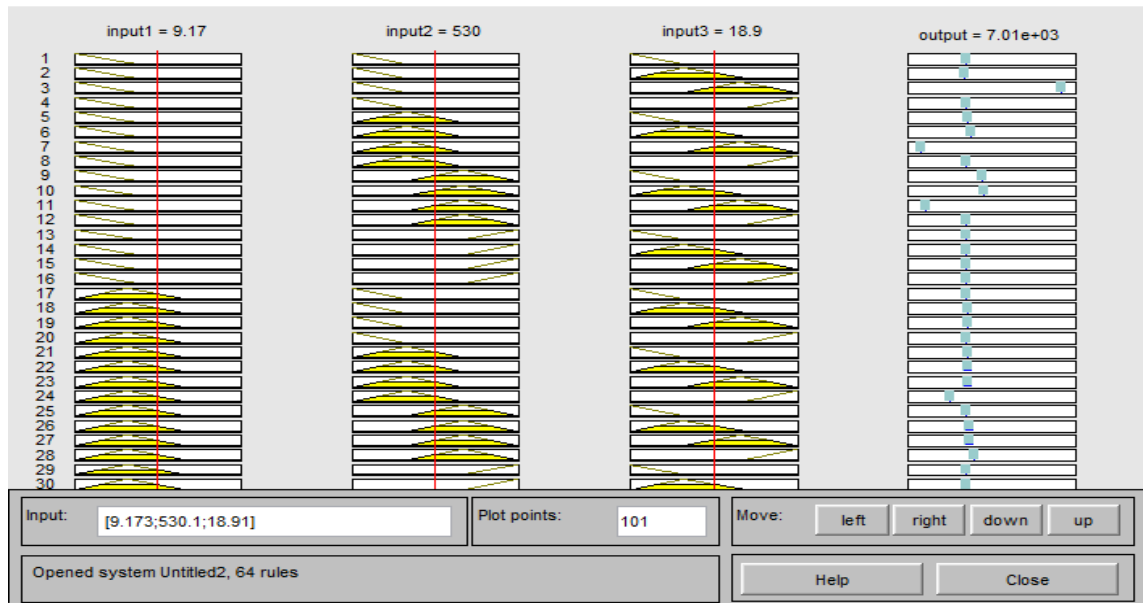
Şekil 4.20 Gerçek değerler ve kendi kurallarına göre bulduğu tahmin değerlerinin noktasal karşılığı

Test verisi için elde edilen sonucun grafiğine bakılacak olursa kırmızı ile gösterilen yeni bulunan verilerken nokta ile gösterilenler test için ayrılan verilerdir. Birçoğu yakın sonuç gösterirken bazı kısımlarda noktaların birbirinden uzak kaldığı ve hata alındığı görülmüştür. Test verilerinin sonuç grafiği Şekil 4.21’de gösterilmiştir.



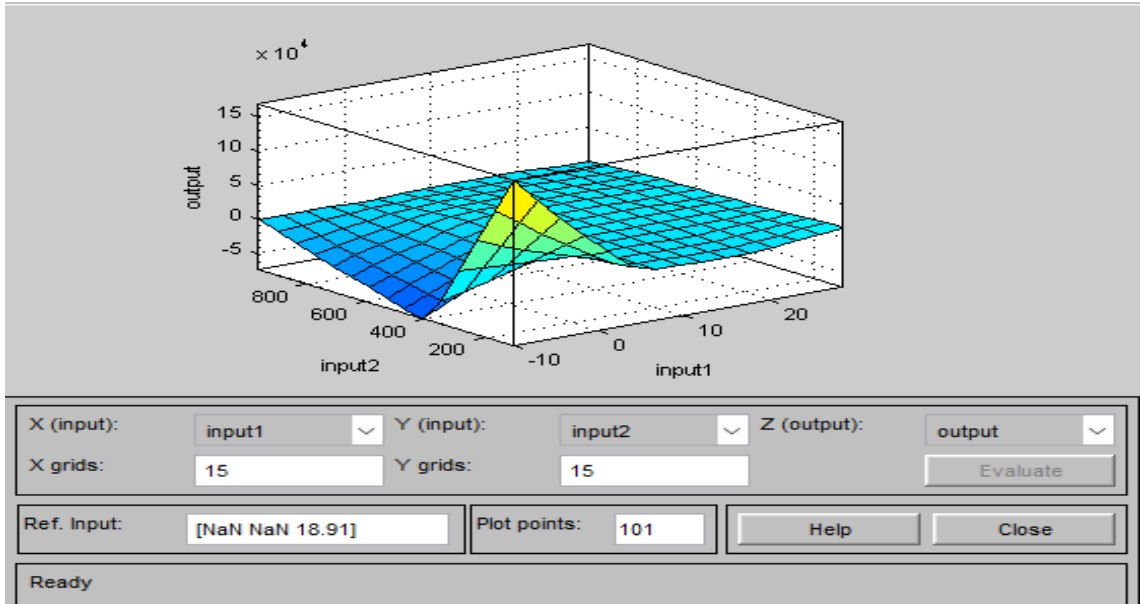
Şekil 4.21 Test verileri için oluşturulan modelin grafiği

Oluşturulan modelleri görebilmek için view>rules adımları takip edilmiştir. Ve tüm bu veri setinin tahmininden çıkan kuralların modellemesi Şekil 4.22’de gösterildiği gibi bulunmuştur.



Şekil 4.22 Bulunan kuralların modellemesi

Bu modellemede input kısmında girdi verilerinin değerini değiştirerek çıkan sonuç bulunabilir. Fakat tek tek bu verileri değiştirip çıktı değerini bulmaya çalışmak uzun ve zor bir yöntem olur. Bunun daha basit bir çözümü bulunmaktadır. Ayrıca bu modellemenin 3 boyutlu simülasyon örneği de view>surface kısmından görüntülenebilmektedir. Bu simülasyon Şekil 4.23’de verilmiştir.



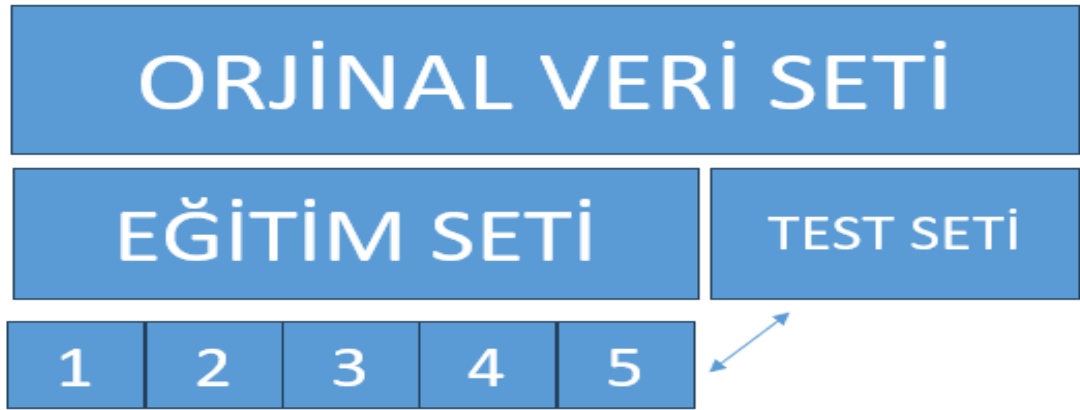
Şekil 4.23 3 boyutlu simülasyon gösterimi

Daha kısa olan yöntem için file>export>to workspace kısmından oluşturulan kurallara göre tahmin sonuçlarını elde edilebilir. Bu işlemleri yaptıktan sonra MATLAB’ın arayüzüne dönüp yeni bir kod yazılmalıdır. Bu kod sayesinde surface kısmında teker teker manuel olarak girilen değerlere gerek kalmadan tek hamlede çıktı olarak gösterilir. Öncelikle eğitimGirdi olarak oluşturulan matrisin içine gelindiğinde boş olan kısma sadece girdi verileri yüklenmelidir. Aynı işlem testGirdi olarak açılan matris için de uygulanmalıdır. Bu sefer de Excel’de sadece test için ayrılmış olan ilk üç sütun kopyalanıp yüklenmelidir. Tüm bu işlemler bitirildiğinde Şekil 4.24’de gösterilen şekilde bir kod yazılmalıdır.

```
fx>> ciktiEgitim=evalfis(egitimGirdi,Untitled444)
```

Şekil 4.24 Eğitim için çıktı kodu

Tüm bu işlemlerin yanında model doğrulama (k-Kat Çaprazlama, k-fold cross validation) yöntemi de kullanılarak Şekil 4.25’de gösterildiği gibi veri seti ayrılmaya çalışılmıştır. K-kat çaprazlama oluşturulan modeli eğittikten sonra başarısını değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Orijinal veri seti belirli parçalara ayrılır ve bir kısmı eğitim için kullanılırken bir kısmı da test için değerlendirilir. Model için farklı farklı veriler alınıp kendi aralarında eğitim ve test için kullanılarak bulunan hataların da ortalaması alındığında valide edilmiş yani doğrulanmış eğitim hataları bulunmuş olur. Eğitim seti ile eğitip test seti ile doğruluğu ölçüldüğünde çok fazla doğru sonuç vermemesinden dolayı validasyon işlemi yapılmıştır.



Şekil 4.25 K-kat çaprazlama

K-kat çaprazlama yöntemine göre son 73 adet veriyi test üstündeki 292 adet veriyi eğitime dahil ettiğimizde ulaşılan tahmin sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları

3 girdi değerini 4 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 3 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 5 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri
1331,54157	1756,190516	1460,383157
1042,733087	1004,441322	1051,640157
2090,55875	2431,325991	2066,325844
4102,734047	3721,99855	3765,526004
1744,890201	1968,720004	1763,140861
987,8951014	799,1669959	770,1236042
3289,416124	2948,769621	3637,359207
411,5775701	693,1859015	636,6984315

3987,36478	4165,711387	4152,500067
2205,830347	2234,772851	2148,473529
2758,147384	2850,630994	2817,724924
2467,490586	2558,588235	2378,032112
3554,282453	3396,838193	3297,888033
3490,859388	3704,166862	3476,299416
3866,792134	3828,365022	3842,45372
4385,430789	3911,577096	3973,016658
2259,190072	2340,457066	2080,541443
1417,92127	1484,544093	1106,124892
4550,583989	3757,214794	4791,333113
442,6867789	-31,56940355	188,6929686
3186,813418	3307,468988	3028,876953
2854,578242	2943,460695	2911,719451
3164,153409	3360,954819	3297,199725
2974,669415	3100,946224	2941,246595
2423,692661	2470,713911	2460,439576
3144,119271	3162,027687	3715,343578
1254,036314	1160,540787	1328,971294
4323,753282	4407,791228	4374,440492
3706,676197	3882,375387	3820,954674
2599,393649	2678,009263	2610,561464
896,3237452	780,9198336	1021,298451
4171,612005	4749,263659	4318,306513
4410,132271	4544,383423	4615,441563
5147,32829	4694,914294	4719,908276
2918,650578	2453,999393	2858,858623
2823,641285	2903,556323	2506,254585
297,9899644	437,0184453	466,2516783
2919,152573	2945,87667	2943,269469
-65,32341839	-84,15907094	440,7641296
693,8570828	386,7711683	674,9915741
1392,027556	1240,410679	1022,825268
4702,381125	4230,405168	4681,147508
3648,249899	4068,591116	3283,299259
2864,998528	2905,474502	2765,371929
3239,431169	3515,240809	3200,656915
2395,273787	2512,678104	1996,562406
3898,281996	4107,122961	4286,507006
5497,149032	5325,843164	5335,081024
5155,39701	5223,372813	5360,381621
3054,496404	3079,448367	2758,962915
882,2212286	778,1425818	1102,762095
2886,476702	2928,004563	2980,336745
3831,447566	3870,629301	3733,335793

1672,345923	1506,800106	1886,871834
3133,367944	3202,323041	3210,979555
2853,680858	2944,866813	2946,944101
2961,334294	3057,988506	2950,289441
2316,250969	2506,703583	2220,163486
5439,935191	5081,144781	5245,901314
2580,157144	2566,835827	2520,344014
6730,742352	6157,54189	6328,780819
6051,912077	5997,62622	6163,422401
3040,084257	3002,974348	2839,41408
3813,820283	3714,722819	3568,092305
4409,300125	4401,924976	4546,900329
3283,245103	3321,826229	3354,389636
6730,792313	6788,747303	7053,079292
4733,051343	5201,345538	4805,111274
3261,308398	3297,181703	3065,960729
5904,073173	5994,451142	5971,100493
4009,641045	4050,370494	3928,410778
3501,907043	3322,012316	3319,8618
4557,74066	4397,95521	4629,228714
3800,986472	3909,8437	3836,143799
2852,712181	2806,832275	2991,949269
2149,816793	2199,226452	1936,945603
2003,142238	2015,162161	2496,312241
6429,378187	6064,093324	6103,68519
4163,732544	4252,33411	4272,920161
2957,368377	2892,228782	2891,717535
6229,212467	6165,655175	6240,064551
5205,998642	5046,706852	5109,696069
3962,779559	4177,535595	3997,386058
4273,550564	4235,537195	4268,05572
4290,597118	4399,292398	4444,771121
5518,575816	5425,652995	5411,557087
6363,911258	6613,499634	6461,315603
5314,059743	5166,147017	5185,149844
2436,000696	2464,547382	2391,583339
1401,615519	1392,905902	1109,361249
2652,460252	2758,035073	2268,454248
3020,384879	3048,406346	3042,106833
5823,044292	5715,370989	6129,818113
918,9459353	831,4829354	1046,79588
4138,066591	4253,826746	4169,317282
4849,160669	4727,385326	4995,158435
3578,600636	3771,0983	3762,145384
6324,841239	6322,317158	6214,862653

2972,596072	2795,860076	2850,111677
2800,284164	2797,376915	2846,484691
3992,70583	4251,4083	4203,433723
3913,273226	3710,749919	3836,520152
4359,295634	4476,441641	4543,47773
4244,987139	4154,858253	4319,545499
4618,310623	4657,830577	4719,899384
5131,803379	5186,760128	5279,124003
1704,780765	1702,226013	1962,510683
6441,617224	6463,114034	6354,117761
6592,412301	6591,720968	6974,547412
5907,342738	6027,688899	5970,483009
6274,582494	6148,455434	6022,159006
2283,087887	2287,232617	2304,071483
7543,761565	7378,718504	7383,724578
6428,164424	6730,959613	6610,562961
5446,500315	5710,439147	5805,61781
5935,311355	6010,345515	5907,855992
5731,879124	5781,289963	5747,04531
3255,326228	2951,397599	3213,174489
5268,797312	5188,796002	5194,842274
6683,968765	6944,365584	6832,473716
6370,597651	6760,605356	6688,882618
5605,312936	5578,579946	5502,038789
4404,787729	4593,10864	4618,538702
5017,077135	5249,926202	5224,106016
6626,814883	6876,226914	6657,661216
5407,158284	5334,174971	5288,07899
6781,731502	6763,766341	6857,353286
7265,49205	7335,033004	7338,322319
5087,201055	4989,589748	5142,447721
4812,905857	5027,181041	4990,129436
3383,145424	3424,734494	3378,808195
3915,899298	3882,017506	4011,978931
3070,000873	3019,175969	3105,996511
7377,682911	6630,110943	7249,02804
6762,114774	6758,476621	6808,808199
6734,628158	6745,784338	6771,963339
6397,310622	6386,789924	6369,280124
5889,187369	5981,54458	5738,873193
5758,106455	5825,713218	5751,852969
5726,688102	5851,377695	5762,323976
5802,655137	5715,235987	5477,567084
3543,438959	3477,863131	3526,239089
5476,976614	5215,117003	5256,914845

5710,708159	5525,61557	5710,678968
5855,048282	5591,929995	5813,984104
6655,969856	6999,643128	6888,209135
5048,992875	5278,852663	5048,981673
6941,189492	6816,428315	7025,895231
6634,818044	6607,631156	6634,715947
6440,673332	6438,839159	6503,2756
6134,373913	6140,327197	5966,265241
6078,53232	6047,600056	5936,487514
5756,116121	5836,901213	5326,452491
5709,091823	5728,049643	5722,353286
5210,229006	5467,280272	5296,825354
6991,251347	6796,692099	7151,497375
6294,443192	6362,608461	6293,988098
6970,554899	6935,843555	6945,405499
6568,953755	6584,314808	6543,19527
6375,023187	6443,903747	6398,125347
6225,538659	6219,037074	6071,032603
4200,396851	4511,520592	4513,775866
3118,547303	3166,193835	3146,229474
3883,457102	3883,287074	3847,385291
4651,376139	4553,800562	4518,400527
6897,922465	6820,561102	6800,286575
5358,009346	5336,077515	5294,295189
5207,871991	5170,330709	5166,649006
5280,702073	5248,361027	5227,644309
4970,498782	4962,786102	4911,743923
2363,042412	2636,012029	2372,185811
4165,834102	4080,399377	4085,785679
4248,083646	4388,883038	4299,531696
5252,891215	5191,69857	5114,408317
6462,898738	6524,771819	6544,653809
6471,701958	6485,816975	6472,241871
5941,480789	5912,880475	5958,510458
7173,810534	7126,796219	7321,219664
7203,319269	7047,854476	7222,934825
7148,994341	7084,06786	7135,193877
6992,046292	7013,638942	6971,971615
7037,153411	7141,03446	7152,14939
7057,684727	6997,14928	7076,875346
7119,419796	7085,510477	7103,32453
6082,315921	6107,865325	5897,443116
6891,851433	7148,210956	6910,425553
6512,726079	6527,557444	6598,872136
6781,919992	6817,513638	6804,075361

6638,755659	6473,437845	6584,649472
6430,005756	6253,992801	6259,437422
6562,736831	6538,963895	6559,246065
6998,137678	6879,067131	7033,743167
7050,302034	7063,93506	7163,352244
6913,58818	7044,127552	6929,744115
6726,231661	6665,208882	6631,929218
5989,052174	6108,498695	5998,482516
6103,979711	6075,245219	6057,419473
6861,718814	7013,908271	6849,062116
6226,799227	6247,39875	6220,744717
6263,055779	6249,03327	6151,053776
6562,265022	6432,001063	6546,627735
6528,513788	6539,579496	6610,202466
6889,355216	6873,748679	6902,45995
7066,876994	6969,932837	7105,60634
7145,572125	6960,912294	7132,395988
6980,499822	7021,244376	6988,131005
6758,476868	6809,364972	6772,414533
6382,323797	6364,650695	6450,927257
6427,437278	6433,929084	6427,43846
6760,255966	6789,139791	6714,396165
6547,877179	6560,051079	6579,440978
6737,973624	6892,027612	6775,001906
6690,815768	6776,90704	6721,681596
6576,791087	6633,864002	6625,409915
6240,058809	6014,000355	6115,087831
6369,604652	6400,629389	6353,039402
6919,069363	6963,629147	6915,308692
6748,021268	6858,584315	6771,671544
6742,976006	6837,792044	6759,018949
6553,079483	6444,353681	6554,195077
6337,782428	6388,498461	6434,989908
6141,226023	6136,379619	6130,453879
6557,904266	6459,439793	6533,846283
5649,175841	5635,431634	5673,780256
6048,373937	6126,300767	5995,899915
6180,860945	6151,670116	6120,02184
6824,770794	6794,998346	6820,026277
6836,489149	6822,830345	6913,567489
6757,916965	6734,868665	6737,891197
6642,353871	6649,727669	6608,582632
6571,845293	6587,637134	6560,697955
6280,06478	6233,141706	6344,440973
5647,827089	5725,231305	5673,488742

3482,783765	3674,188876	3541,679682
4738,27804	4752,511759	4639,180767
6482,135524	6511,570389	6484,286736
6426,672801	6456,254472	6416,583165
6211,225409	6251,495788	6150,376509
6261,212777	6290,680426	6245,490296
6447,820182	6464,45544	6450,949341
6371,004645	6388,902445	6306,179851
6434,78452	6428,55788	6416,315161
5539,808548	5761,075922	5442,711945
6175,059202	6080,04258	6208,23814
5844,31683	5869,870435	5777,04716
6148,407239	6202,075647	6215,339252
6009,129259	6067,719283	6091,991632
5929,906784	5818,592666	6275,474403
5878,372756	5772,734294	5835,648719
4658,990983	5078,564325	4794,548826
4474,888507	4831,796811	4799,332916
6242,953062	6212,69676	6084,94757
5686,862675	5681,957778	5394,454961
6095,358019	5960,774962	6314,708206
6000,758715	6000,130174	5751,475032
5942,858129	5989,4062	5809,358861
5933,355293	5997,69657	6000,306145
3118,36727	3072,627673	3032,295438
5298,90499	5228,958041	5215,254648
2833,446821	2639,169625	2677,063279
6460,80652	6420,953964	6235,971147
6166,630731	6180,851876	6000,374611
6143,950509	6023,68867	6461,679775
6074,234553	6047,896699	6063,797816
3504,925051	3571,114515	3580,340873
6578,514092	6746,809255	6213,161795
6117,959991	6169,620055	6108,308808
5954,283386	5892,253514	5944,355025
1662,791506	1849,645407	1713,863696
5564,000802	5580,599228	5586,290752
5313,91185	5376,319477	5389,524486
4040,207402	4285,891585	4347,60599
6090,059929	5899,32163	6462,436021
5735,663976	5818,86151	5642,030368
5773,820983	5669,408555	5681,938304
5913,133089	5791,650257	6200,757365
5592,105215	5569,057276	5542,610617
5827,384934	5809,870288	5788,573916

5834,428135	5280,55674	5716,796738
5302,872913	5391,065468	5385,043551
4765,088514	4895,84391	4939,275931
2347,935522	2475,784992	2322,734186
5092,247029	4827,955971	5258,40229
5269,051371	5310,675459	5333,400963
2347,674176	2894,714418	2574,287843
5453,356355	5450,830763	5444,924091
5543,843065	5393,419599	5292,19605
5675,035632	5186,435165	5519,788239
5235,349065	5192,874138	5152,301191
5373,104769	5145,675736	5172,289876
5393,751041	5120,395706	5321,374085
4883,306972	4397,78702	4698,750626
5738,828615	5586,797691	5606,448441
5408,641113	5349,025114	4790,035373
3628,474471	4802,370476	3903,600864
4678,391663	4573,880571	4563,434763
4712,048893	4696,84725	4628,259087
4781,606246	4695,876814	4702,528866
5107,396657	4926,058196	5136,302855
4422,836715	4306,115881	4009,309744
3821,972359	3968,445197	3708,209138
4237,307134	4161,430441	4081,980966
2357,555329	2385,460134	2159,873416
2834,15877	2806,428938	2649,954051
1075,382716	1512,220658	1300,130046
3183,782535	3849,049948	2822,9653
5587,61206	5458,803094	5485,385564
3982,735695	4034,171622	4119,586148
3674,161345	3372,880032	3509,45525
4527,226891	4442,753713	4453,299302
444,4985169	1181,80952	1656,876048
3332,436992	3219,372413	3348,340468
4670,763252	4492,375239	4526,764573
3934,084559	3994,376765	4085,146592
3938,666367	4002,657615	4115,772253
3899,904147	3988,242554	3889,243287
4232,717245	4206,144214	4123,053482
4142,316522	4163,334277	4118,132879
1926,666495	2086,190183	1832,010598
2584,594798	2587,839203	2862,558808
3949,612769	3928,461371	3859,613408
3931,524543	3939,630519	3830,768479
750,5431117	863,1380488	998,1917045

1989,473051	1904,743863	2068,698877
864,7507758	534,8234102	1008,561799
1465,850647	1444,585722	1597,764014
1722,946675	1592,702081	1804,82575
3844,134051	3834,438455	3832,764109
3965,450536	3676,890229	3525,518584
2858,896978	2991,807586	2794,577678
2243,502808	2292,955811	2134,950037
3605,525975	3708,12534	3671,793181
3920,630312	3787,618216	3706,481519
3738,923179	3618,983175	3477,298999
1547,576493	1664,544163	1889,946821
675,3424484	465,4194533	1198,647428
3263,729254	3177,575587	3144,160921
1786,365132	1667,015328	1087,142627
3193,424671	3137,679984	3008,196885
3473,230727	3435,984886	3265,810756
3579,98954	3494,615392	3360,303284
2526,976584	2640,924749	2942,103426
483,2300875	861,6990922	1555,036098
3559,989653	3473,522962	3454,397903
3807,12665	3521,541795	3630,181723
2598,800507	2596,628999	2688,261056
1444,851172	1755,740243	2006,35345
382,3859877	794,4634997	1405,551459
385,4724317	532,5576586	1447,752491
1106,124618	1329,429282	1823,710429
1872,336897	1929,890956	1654,807137
2587,508715	2402,342245	2649,965373
1633,730405	1678,826908	1418,967557
1998,350232	2003,436362	2053,303367
3219,00868	3162,529153	3274,129606
1838,500767	1890,96662	2293,776806
762,1261311	387,6351483	867,6568259
1340,304654	1273,368196	1063,224576
5075,354157	3804,113887	4617,444208
3462,427076	3292,816975	3445,512864
2818,26331	2810,048371	3102,876706
3087,546138	3041,410177	2963,315744
1484,678974	1684,589703	2128,835477
2757,664719	2770,047964	3010,797827
3334,305853	3211,002766	3247,664161

K-kat çaprazlama yöntemine göre son 73 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 219 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde ulaşılan tahmin sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

**Çizelge 4.3** Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları

3 girdi değerini 4 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 3 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 5 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri
1373,884784	1827,663174	1631,598247
1153,135725	1234,158461	1179,274934
2067,418757	2480,663377	2114,807676
4020,009996	3666,03601	3848,132272
1774,322763	2097,307958	1844,507615
1104,463144	930,7163907	943,2463382
3397,576214	2727,707038	3304,064105
464,0765405	567,2524082	630,3524589
4126,627918	3705,492717	4149,954355
2378,300356	2448,496285	2198,333504
2583,625795	2895,594424	2813,199048
2530,046478	2757,480227	2524,92571
3552,513793	3379,074611	3211,636156
3455,386932	3914,392684	3794,253603
3743,624054	3945,699384	3810,643431
4397,19272	3909,586283	4440,334622
2303,553959	2421,442153	2150,166663
1442,342225	1444,753076	1329,641192
4683,51713	3560,515787	5311,011873
632,75113	182,6252034	421,1677572
3033,885211	3278,56794	3035,4447
3001,401848	3158,280081	3117,382273
3446,138823	3623,645082	3679,976572
2988,137173	3311,510818	3151,06576
2454,834274	2686,571763	2626,026001
3188,833837	3260,373663	3376,388434
1368,324744	1411,593614	1437,740944
4172,877873	4575,026754	4433,847318
3879,043071	4094,52742	4069,578338
2654,628536	2862,936292	2742,858907
1030,618969	1035,339123	1114,136431
4258,064686	4808,041269	4299,144029
4459,656408	4739,399392	4675,458813
5783,066193	5136,454286	5149,220372

3136,571637	2501,863215	2720,025035
2777,03865	3001,883214	2784,773348
431,9255389	634,9352772	554,5251146
3189,585442	3184,75443	3186,629799
67,95207143	-10,71253921	330,5210946
869,0106546	633,1557214	795,8368327
1504,052509	1393,91575	1233,823372
4725,055641	4709,388967	4704,387805
4005,883688	4035,495645	3892,562211
3011,006666	3092,69609	2922,361933
3254,503973	3727,062433	3550,331979
2421,327839	2566,715102	2145,007306
3842,801901	4037,927307	3996,404991
5937,651412	5386,127461	5654,510817
5415,991775	5516,656447	5499,570537
3020,386413	3216,114036	3159,433403
1102,424712	1015,407111	956,4839497
2706,551847	2999,94383	2962,15855
4037,026287	3982,987591	3951,53866
1938,688959	1789,596879	1948,201814
3431,858269	3455,284893	3525,071937
3077,393892	3180,734448	3192,013107
2946,438203	3252,173614	3126,475538
2315,451461	2601,398206	2240,887242
4763,700087	5306,416965	5041,873528
2843,050991	2837,049385	2682,549747
6547,921687	6285,742672	6112,341955
6523,977062	6403,321972	6366,372769
3419,297434	3342,437422	3405,742035
4266,491678	4117,92014	4436,913687
4584,952394	4668,375947	4577,864181
3516,603443	3688,712408	3901,522504
6723,065435	7023,547278	6714,144791
5267,041227	5463,10655	4560,326792
3343,355936	3470,55767	3474,19184
5672,170501	5966,785634	5972,785332
4243,91299	4268,094177	4199,165036
4154,896137	3765,489708	4014,537104
4615,401043	4533,505423	4523,25534
4185,649877	4194,300564	4327,669319
3364,783436	3143,931925	3327,759263
2231,475619	2373,115565	2027,750105
2540,000047	2352,944697	2661,632104
6229,901363	6653,532639	6177,835471
4725,937225	4481,121158	4459,746595

3125,712788	3247,326158	3382,282189
6173,047811	6368,322847	6347,993328
4939,760001	5062,926483	5049,315719
4313,687858	4251,760366	4397,126138
4832,403009	4554,194941	4616,228065
4865,276107	4716,051081	4755,535488
5231,682107	5436,852415	5407,814057
6335,812579	6507,394435	6498,060896
4952,667401	5159,76916	5107,608656
2636,48281	2680,75827	2503,79101
1457,677258	1431,98424	1303,435607
2672,950689	2795,898502	2368,247132
3292,019658	3287,960403	3304,279628
5568,504196	6049,7112	6010,26831
1054,126205	1071,741133	1123,567456
4414,158883	4504,375186	4413,80082
4861,994488	4918,498188	4827,229526
3931,227718	4082,127086	4204,886699
6125,514392	6501,682643	6244,73326
3136,097029	3070,493915	3058,772235
3267,25176	3126,119962	3147,578042
4442,381552	4604,262736	4587,843961
3796,373847	3897,0245	3950,111422
4474,219968	4376,302758	4229,940705
4498,098181	4342,753893	4329,755882
4998,156627	4819,209363	4790,191866
5425,152089	5328,062721	5365,59408
2021,182911	1964,900487	1988,937985
6381,217405	6675,160595	5987,055121
6529,664427	6518,737978	6523,284183
5688,678581	5945,130314	5760,674449
6126,843102	6422,860839	6129,562768
2470,273708	2500,735283	2424,937705
7601,058748	7377,336672	7384,464945
6563,673427	6652,282018	6448,303671
5587,624598	6070,405589	5870,36942
6007,546195	5848,602293	5945,119409
5815,125676	5832,567149	5681,686657
3399,650413	3177,969593	3039,07947
5222,561199	5182,161843	5247,434146
6545,637541	6475,990617	6595,787647
6287,880472	6374,641999	6303,119766
5668,902315	5551,42465	5632,909137
5004,962701	5101,49898	5082,931088
5340,387845	5732,835843	5513,609503

6602,241712	6660,110498	6560,856868
5462,616755	5338,397131	5438,719751
6613,611842	6511,738559	6743,299946
7230,194484	7293,67654	7331,859743
5078,44527	5086,418671	5074,340127
5015,983392	5302,693255	5113,846231
3720,91788	3736,975201	3866,882315
4245,0654	4132,603541	4125,492397
3239,313645	3352,386492	3495,129286
7231,853426	6237,98785	7252,637461
6725,535904	6558,510749	6894,206364
6748,639495	6675,882871	6810,104954
6348,267321	6307,056077	6222,372079
5832,995258	5873,598771	5703,966329
5842,26485	5708,619637	5784,007337
5721,131619	5774,984577	5435,77345
5659,833511	5678,661546	5622,544403
3615,941764	3699,595221	3535,077537
5312,497884	5079,754684	5095,586273
5235,416109	5322,373025	5537,109228
5296,778116	5380,429905	5629,587842
6517,074131	6450,957594	6433,175195
5048,992465	5561,008041	5048,989078
6824,513668	6601,032554	6972,004531
6662,83019	6548,791271	6707,335811
6442,26199	6439,435064	6439,104858
5988,926249	5902,577809	6046,145275
5874,233661	5965,730806	5887,45625
5616,152968	5695,724441	5649,909664
5506,60626	5516,323136	5425,755143
5232,536435	5309,038745	4991,47014
6825,243682	6569,869642	6948,070399
6230,073406	6320,909228	5979,283173
6928,707646	6809,475371	7071,14422
6506,56608	6487,115149	6460,158555
6267,86324	6402,659907	5990,164573
6129,090923	6244,234276	5927,445451
4280,790899	4398,603064	4159,09345
3145,074793	3471,801384	3137,13853
4094,525628	4102,008393	4371,029024
4793,887404	4626,511894	4789,801129
6809,700241	6478,881644	6549,036851
5162,025227	5240,087432	5184,876743
4950,178148	5067,26961	4829,061277
4964,235661	5145,795984	4963,657688

4695,199837	4875,979362	4771,240907
2174,507254	3081,814696	2370,820662
4345,352564	4264,452426	4500,993305
4427,122642	4414,928578	4480,471517
5220,485417	5088,555912	5101,287904
6271,997538	6281,11244	6066,404823
6413,688138	6406,072171	6376,717716
5658,574161	5739,502225	5535,894586
7087,33452	7180,389973	7460,120553
7184,569085	7015,78462	7335,872398
7066,32151	7038,65814	7177,221208
6917,913145	6989,773137	6961,086574
7037,975619	7157,190232	7176,385171
7005,330472	6940,910484	7088,699112
7034,080175	7046,567801	7121,113926
5968,020345	5863,567772	5981,011419
6970,23357	7264,321065	6903,347727
6509,611695	6525,977271	6516,201374
6870,780241	6916,162509	6802,586179
6686,634202	6581,669519	6563,919544
6328,760554	6226,943853	6104,279589
6353,704401	6298,085121	6077,752108
6857,367374	6753,668724	6994,255446
7021,229295	7064,908568	7185,682445
6901,457652	7067,158308	6919,285284
6610,674833	6593,591675	6447,767896
5992,636773	5941,814563	5809,051087
6050,951845	5873,684624	6111,312356
6942,176585	7120,590905	6879,488644
6224,21326	6139,298451	6102,014651
6069,438452	6020,842593	6190,362845
6466,4135	6300,618076	6463,599014
6536,162188	6563,090333	6528,132114
6818,565702	6811,693519	6769,313725
7041,630704	6907,240316	7117,38219
7091,049818	6879,425201	7193,434522
6920,040717	7003,245973	6963,993165
6780,417585	6808,952784	6788,631995
6254,47248	6175,773505	6373,588054
6251,727489	6158,966078	6392,46941
6707,705757	6814,870486	6657,917977
6524,894054	6514,017468	6540,140411
6781,85899	6962,412775	6752,986952
6729,183589	6826,556675	6701,774133
6595,915214	6662,150162	6583,743691

5896,232204	5753,685307	5563,115545
6320,076788	6323,275014	6185,302811
6859,583198	6949,646873	6877,030902
6757,510509	6888,64175	6750,070502
6786,252784	6890,342996	6758,442538
6460,284097	6313,673104	6464,086971
6032,832747	5916,930498	6315,761521
6154,402179	6013,249796	6105,670498
6140,919218	6152,773872	5845,088384
5385,242946	5428,813648	5399,823096
6031,919088	5931,981681	5905,288617
6102,743877	5948,520818	5884,715874
6730,409586	6667,73907	6647,84968
6757,045541	6582,661675	6715,060102
6647,634597	6575,99215	6566,08317
6538,08586	6498,375518	6445,713499
6523,752314	6504,79945	6484,300008
6196,239566	6119,627602	6250,872192
5540,390925	5572,830553	5560,123574
3797,456383	3910,109372	4135,4301
4861,044809	4704,06519	4729,211703
6351,272736	6343,718392	6138,755997
6373,316412	6370,266361	6246,142436
6159,169853	6165,394106	6008,877979
6196,272018	6159,648832	5995,371569
6413,226455	6391,778947	6349,842929
6299,493182	6359,414852	6142,708857
6343,174065	6295,799848	6411,147567
5541,519118	5594,326826	5449,688268
5962,697168	6108,622653	5924,351772
4916,693497	5315,274568	5857,400406
5669,106429	5468,606717	6190,747104
5132,869764	5259,649954	6039,758764
5533,363515	5708,936778	5815,473584
5700,010717	5749,714524	5701,25231
4878,345521	4903,059698	4722,019708
4603,481821	4663,525967	4239,142724
6151,836289	6321,35854	5897,987586
5592,10317	5614,30437	5500,991212
5893,32977	6012,951415	5861,451598
5894,237034	5978,921303	5762,77704
5879,861291	5951,162143	5687,332076
5777,131881	5907,242837	5562,974752
3317,712957	3304,071915	3121,130493
5377,529996	5239,936289	5307,026134

2970,750956	2917,151903	2892,208771
5943,228141	6021,550775	6171,183196
6070,363239	6126,419332	5921,296033
5707,938051	5887,142993	5972,048869
5869,005734	5856,028888	5628,74357
3849,72252	3939,345789	4121,628646
6227,947248	6729,164513	6716,433869
6076,680839	6281,039136	5904,851996
5685,340301	5691,657769	5549,695731
1458,499469	2356,067874	-614,7108309
5362,915586	5472,586903	5170,570027
5146,279037	5228,636123	4971,944116
4113,484526	4216,926803	4094,040941
6040,457628	6054,117419	5932,586034
5697,968287	5746,701023	5501,053001
5577,26195	5610,708409	5636,382042
5616,225819	5733,375417	5776,941311
5288,95621	5426,533322	5288,559092
5716,729289	5586,142686	5582,110591
5424,632957	5086,933881	5956,794021
5010,130795	5157,186353	5287,71944
3904,223884	4667,023175	5206,468116
2319,515582	2838,180534	1427,57209
4356,535108	4663,520308	5693,144234
5113,952745	5179,105801	4860,385006
2697,319181	3269,740344	2146,38155
5433,432454	5410,856582	5114,720116
5670,289366	5226,258993	5358,375775
5309,284948	5019,690295	5719,002313
4917,747956	5092,443547	4976,424891
5100,986896	5022,486437	4984,527078
4774,149423	4972,480612	5277,651614
5100,196873	4407,645699	5280,092374
5809,353607	5602,158864	6164,528822
5208,518274	5205,768396	5364,927316
4562,363441	4583,556571	4676,353911
4780,717077	4641,492425	4781,556516
4897,43328	4698,726447	4776,24423
4684,635543	4624,468879	4607,036855
4544,508091	4792,611276	5143,759597
5226,955435	4388,719037	4693,002741
3787,866924	4048,016065	4195,919236
4738,364085	4351,486648	4632,981574
2421,804143	2687,590874	2550,263351
3027,154558	3065,334155	3241,562897

1512,666692	1841,018969	1278,412955
3755,829525	3751,777514	3590,466401
5687,81466	5428,192115	6021,447632
4394,046771	4326,179436	4328,600455
3588,120584	3623,116304	3671,374462
4973,640258	4477,127901	4502,759977
1183,25487	1488,919563	1219,901228
3875,368707	3567,097487	3836,692019
5285,269012	4868,223153	4936,596421
4330,370153	4311,231566	4328,200308
4307,709319	4346,189854	4362,243547
4340,836503	4337,248264	4481,882262
4764,834651	4587,839941	4710,825801
4686,414018	4702,006349	4789,411845
2261,18056	2430,152287	2211,300259
3104,208637	2915,265374	3155,808511
4397,019161	4245,111024	4423,800625
4395,326003	4343,444295	4542,216157
917,5893709	1068,993473	702,5332332
2196,606652	2149,886301	2182,340185
1040,956767	807,3013125	983,8097155
1692,917983	1671,12376	1561,995777
1929,29246	1837,820706	1861,251711
4169,73327	4095,321119	4179,545018
4557,859545	4173,360491	4644,577711
2889,731048	3194,582368	2982,544696
2314,080581	2487,355177	2252,312508
3732,905613	3903,283808	3874,380161
4397,87081	4145,171213	4418,307599
4189,971541	3989,190987	4336,989215
1867,312287	1934,064211	1791,191709
726,9230848	511,0084628	746,2428927
3757,748166	3537,684176	3637,342266
1482,045836	1834,199949	1391,70649
3566,504262	3461,163281	3538,730062
3798,133988	3765,595857	4014,088666
3984,629759	3831,916612	4104,951793
3296,652602	3033,697068	3242,708322
1026,852992	1163,000978	1195,847181
3988,475498	3785,160247	3956,336532
4489,265494	3945,491627	4363,594389
2964,342097	2882,026364	2899,535737
1951,392253	2058,004156	1870,799635
535,6961562	832,8918233	662,3635311
-47,41474954	-13,04966685	232,6784065

1580,91401	1626,982272	1646,935602
1924,861414	2083,867461	1607,007991
2479,603999	2651,005999	2648,884006
1656,093239	1839,389912	1301,494592
2062,055942	2224,987336	2188,286414
3704,959383	3483,409149	3703,432775
2312,516034	2200,633411	2372,664537
953,7118082	655,5236207	951,0933234
1442,357764	1423,242013	1265,208445
4106,793133	3633,421902	3784,123567
4096,988873	3677,193237	4018,002669
3529,003489	3196,541722	3489,439986
3437,94312	3341,327884	3314,451105
1995,300492	2000,487441	2048,994816
3416,303602	3142,801925	3359,73786
3954,409475	3617,139767	3823,15241

K-kat çaprazlama yöntemine göre son 146 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 146 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde ulaşılan tahmin sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

**Çizelge 4.4** Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları

3 girdi değerini 4 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 3 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 5 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri
1531,306759	1700,773407	1370,568673
1270,952555	1182,216754	1627,653452
2020,182313	2316,398457	2108,096128
3994,28361	3732,341175	3687,13054
1822,411519	1954,08531	1884,224145
1075,163585	963,913221	955,8207758
3262,837621	2812,361427	3742,817712
389,9420768	830,0171548	347,217531
4060,422847	4290,231422	4148,323945
2374,761416	2372,885511	2158,823779
2687,495695	2721,017033	2948,092989
2533,881738	2628,328998	2509,00668
3403,479392	3326,92097	3292,084142
3500,576884	3830,067266	3712,146534
3944,561273	4012,592783	3892,682748
4482,755585	3882,937682	4004,106966
2107,923582	2281,663349	2133,53716

1342,772565	1575,226881	1298,277853
4851,731208	3579,475527	4922,849579
501,8615322	291,3777462	122,077778
2908,646274	3218,097299	2912,740044
2986,299494	3116,457368	3121,551759
3474,421051	3593,389877	3679,52378
3002,073864	3211,552615	3101,057838
2428,688328	2611,350028	2622,268198
3093,278959	3151,259077	3752,721381
1411,192716	1361,41385	1460,00566
4348,841821	4527,56424	4432,53722
4050,765962	4133,954027	4159,804582
2594,808753	2790,643893	2748,302382
1100,306587	991,3366353	1039,14774
4335,166418	4773,394094	4043,619753
4775,237455	4712,598219	4741,388499
6058,247839	5311,547439	5504,642547
2980,396594	2273,385128	2702,941865
2876,343379	2897,716212	2611,102167
722,6156566	513,1010172	403,2596589
3205,234488	3195,968742	3198,720116
260,677156	359,3354949	633,3208769
827,0004485	650,0284336	1042,538192
1464,266046	1345,316876	1429,204533
4688,24578	4259,850174	4707,142722
3707,102612	4357,314398	3071,761843
3068,086251	3065,767619	2942,181461
3284,679698	3589,777127	3410,917816
2399,387313	2391,351478	2155,653263
4222,298298	3860,716642	3959,378209
5365,045932	5434,286238	6307,398098
5748,514643	5398,868304	5642,521231
3124,676555	3167,815791	3020,113649
1008,123302	905,921174	947,6722049
2826,575363	2857,224905	3091,591464
3804,545373	4084,686169	3790,3667
1832,792912	1761,969124	1873,05203
3447,558486	3472,044596	3553,46069
3061,818577	3151,875437	3196,382084
2949,978039	3178,077078	3103,982412
2246,667291	2461,037595	2275,698761
5178,755253	5105,823016	5119,589848
2801,824701	2866,984147	2657,243898
6640,83099	6373,696021	6150,885646
6266,044357	6071,197351	6538,052896

3366,078789	3434,220756	3251,006173
4285,589726	4249,961744	4302,079755
4522,048754	4635,022089	4608,773543
3481,528179	3651,60608	3687,687646
6639,731498	6909,715351	6648,766429
4700,338005	4912,965801	4720,471002
3424,438567	3500,104375	3308,457691
5671,154892	5624,450467	5971,906523
4094,359248	4348,172879	4115,702798
4090,542217	3917,607668	4043,661976
4596,317715	4605,681487	4670,348136
4207,264687	4457,82496	4266,563186
3236,332977	3282,4259	3309,187123
2246,678033	2239,1599	2033,850389
2509,109063	2408,778868	2544,963144
6254,338212	6087,290211	5961,231658
4454,767956	4523,267845	4612,244605
3160,227629	3133,575752	3075,044576
6246,717341	6180,501533	6004,957405
5227,15265	5152,307995	5136,191675
4393,065173	4603,203523	4633,849198
4955,263887	4793,326858	4982,983232
4911,84772	4935,372074	4899,784085
5443,60208	5366,276101	5321,326559
6380,031083	6430,026476	6625,321668
5368,433988	5302,710704	5277,005663
2650,832456	2631,625325	2482,902589
1411,371561	1485,762811	1323,012153
2669,407007	2612,041831	2398,633244
3313,167959	3308,216792	3324,204089
5788,280138	5722,219632	5838,353928
1098,018121	1003,421384	1033,279644
4300,970579	4557,892341	4370,007282
4922,027164	4875,368808	4791,178119
3829,454403	4168,686172	4143,390961
6447,579647	6320,379265	6507,621123
3065,940858	2928,396563	2892,043114
3153,247596	3274,541664	3129,331583
4286,939468	4652,668293	4601,792248
3891,097647	4059,128372	4016,270173
4448,167031	4841,762053	4377,022657
4361,866318	4415,196078	4535,774191
4838,123848	4788,483304	4840,961182
5139,586632	5283,167394	5118,55278
1982,67521	1919,966565	1924,518539

6474,208245	6499,344121	6448,499793
6622,309194	6715,322538	6960,748361
6117,077869	6049,964014	6285,889039
6288,634694	6401,456218	6231,977287
2394,277006	2431,761221	2405,397045
7599,063607	7333,77314	7384,45885
6426,499026	6700,185749	6397,077321
5623,580144	5652,060151	5497,677544
5991,091789	5858,894635	5927,289221
5720,133109	5909,576934	6212,36259
3182,332166	3026,977661	3128,079285
5410,730997	5302,969535	5265,717456
6634,603672	6792,818452	6705,459136
6377,015738	6566,583599	6629,864411
5735,631889	5710,817169	5575,835006
4781,346452	4982,77831	5014,011504
5613,68798	5506,293787	5259,742247
6653,843411	6623,709404	6590,885069
5570,846067	5499,630202	5379,756179
6685,4605	6809,409793	6705,398644
7095,312412	7275,047083	7378,169484
5171,130318	5121,739713	5010,527145
5069,733478	5243,391558	5005,754733
3654,459134	3763,651704	3778,394968
4086,520792	4234,572354	4387,015807
3235,689441	3242,460671	3300,789529
7230,717591	7354,848303	6876,386097
6801,980493	6939,738145	6679,329728
6840,247652	6925,985836	6976,11786
6514,70356	6558,02612	6540,810828
6046,401681	6111,251681	5767,16099
5843,99108	5690,892524	5644,535419
5938,059949	5976,795399	5840,147517
5905,450062	5822,67996	5758,616973
3634,944973	3435,919138	3397,009988
5735,285892	5446,08286	5596,04844
5842,264161	5734,578881	5867,793338
6010,194729	5796,721027	5996,596387
6620,497576	6786,235477	6742,494904
3744	3744	3744
6888,442485	7014,943642	7129,32147
6725,886951	6877,225359	6228,297503
6665,001112	6634,695551	6846,884439
6275,686893	6311,419701	5997,667295
6160,722022	6147,775062	5953,866133

5895,740442	5945,348306	5168,887162
5816,454343	5919,682523	5913,930183
5446,437952	5624,116614	5422,144706
6870,840753	7012,001543	6959,162492
6387,156861	6443,919643	6461,664109
7019,042675	7078,627678	7602,241785
6648,950626	6694,57088	6829,533555
6422,477561	6479,067232	6498,802254
6315,728449	6337,252655	6200,784428
4490,743869	4856,638246	4605,822928
3396,187006	3272,103443	3174,115219
4122,611403	4348,170761	4370,286779
4810,152175	4866,142288	4986,0138
6742,412428	7106,844971	7020,355824
5741,868556	5498,847497	5595,930485
5481,995623	5397,09641	5360,713329
5625,703989	5456,983911	5478,429707
5256,418658	5224,733959	5211,134548
2701,938946	2549,526897	2239,944972
4343,602289	4493,121441	4500,953096
4570,807474	4757,048192	4746,547171
5622,570599	5399,859078	5520,755695
6585,4438	6538,315568	6624,077839
6580,619688	6619,421129	6755,098677
6128,346936	6034,513372	6142,505417
7301,095899	7191,571138	7122,044805
7207,580821	7179,644788	7278,900501
7218,727451	7124,101278	7197,040739
7102,067786	6997,823833	7109,651171
7334,785317	7061,240769	6742,164536
7172,031664	7083,591757	7096,958696
7214,545939	7102,387816	7182,927352
6236,476379	6286,38419	5871,733739
7181,114938	6990,054942	7958,908675
6722,99233	6700,437315	7209,822752
6961,131764	6981,32808	7563,482078
6730,66856	6887,840565	6708,354584
6621,764607	6534,247239	6418,820575
6723,65959	6598,160543	6696,5369
7052,83575	7104,179634	7092,182318
7288,402068	7105,658033	6926,276979
7112,621975	6965,389832	7262,571124
6941,764664	6754,292059	6644,735783
6169,666592	6272,14306	6113,215201
6318,748717	6364,327943	6084,224905

7096,421147	6999,848009	8231,117093
6403,553047	6461,867258	6367,614025
6370,979903	6392,042911	6241,20029
6584,759953	6767,00638	6424,664377
6747,610207	6722,615667	7263,085059
7133,743735	6918,090514	6766,089412
7166,346992	7119,409124	7191,337173
7160,302566	7179,19393	7272,102784
7155,499674	6990,199774	6954,313521
6917,887597	6914,500855	7673,164812
6528,391663	6554,535965	6604,856159
6515,297718	6577,444674	6478,95649
7018,517575	6802,635745	6637,121722
6702,789524	6724,172045	7002,779088
7003,296736	6864,194673	7442,469772
6912,032054	6849,707327	7700,046625
6810,828024	6743,246576	7160,047425
6403,168734	6231,793711	6366,795605
6481,643214	6531,280767	6538,234527
7099,466078	6939,707216	6907,710246
6973,528349	6854,020076	7130,206618
6956,018204	6894,675423	7812,47886
6596,116859	6754,094501	6510,451098
6407,044205	6441,379345	6378,009249
6365,792254	6418,393072	6238,571051
6767,146436	6532,234697	6667,041
5760,088791	5828,211329	5853,187964
6229,586053	6312,328783	6081,650904
6309,707171	6369,913802	6277,271965
6977,699472	6867,638238	6874,365702
6876,66192	6930,397379	6939,771889
6827,722051	6813,091901	6904,894954
6667,600219	6722,552895	6826,086322
6680,177027	6705,926737	6839,685569
6451,594224	6473,477514	6446,595187
5883,651965	5778,117006	5940,860278
3830,36701	4005,680797	3981,269946
5055,785075	5055,775335	5092,971635
6567,89396	6572,325648	6649,549079
6527,601349	6576,955103	6612,290023
6345,046496	6397,583639	6281,468262
6358,776162	6436,130693	6405,435962
6587,360619	6613,192389	6668,684457
6454,832721	6500,312571	6506,21536
6568,94719	6604,719096	6622,484548

5752,327983	5901,405976	5423,376273
6223,293955	6176,984292	6223,947857
5859,220235	5702,226243	5737,644304
6216,058902	6197,076447	6120,858255
5993,866638	5808,077352	6155,75486
5964,600204	5851,059524	6022,17353
5957,707148	5870,783403	5920,982687
4847,875864	5238,208001	4983,05095
4692,757924	5063,789429	4913,460813
6316,618294	6323,186057	6253,584061
5836,203764	5798,83742	5435,042329
6139,147519	6058,091092	6246,183742
6111,131432	6113,012388	5775,108361
6082,275488	6106,013236	5885,697962
6127,275791	6077,944976	6211,507145
3369,797194	3260,237308	3195,35094
5465,186207	5339,211995	5243,853472
2938,842249	2745,894803	2676,903923
6343,739714	6261,891244	6440,523607
6277,27619	6309,219888	6076,744425
6154,490838	6043,875686	6348,594483
6215,61441	6191,008113	6238,802016
3755,87511	3944,353722	4034,881839
6600,067355	6323,545892	6598,08922
6289,153072	6223,39476	6390,111985
6101,525922	6055,354188	6141,300993
1787,221271	1563,91795	1908,571983
5864,632093	5733,861371	5805,629523
5542,855698	5564,534253	5506,459178
4229,920206	4691,481992	4275,31199
6158,322504	6037,009356	6496,997868
5916,531411	5943,01616	5692,618039
5859,717278	5760,989237	6082,352236
5960,853288	5855,30043	5991,786121
5920,148929	5717,18175	5857,696776
6118,613495	5906,439881	6150,354797
5934,175352	5543,712358	5775,606767
5301,988955	5586,325467	5510,768566
4767,954634	5020,320275	4808,9547
2609,138961	2431,573207	2343,551229
5017,807413	5099,476282	5078,606072
5524,246503	5508,632373	5450,088725
2935,827674	2665,372986	2486,341808
5866,020578	5629,91863	5673,9723
5926,996549	5578,743629	5802,211172

5760,444895	5451,083555	5597,216325
5572,264627	5407,445137	5449,854341
5591,817794	5385,728882	5486,889378
5489,584606	5372,206658	5431,129361
4824,791094	4821,197535	4916,121767
6016,894388	5767,145218	5825,093454
5428,526869	5434,680862	5760,331731
4587,234336	4881,2076	4489,998298
4818,486934	4863,127148	4971,202418
4960,98515	4990,478473	5061,604659
4971,149412	5017,923823	5024,020048
5193,33706	5202,921681	5217,990694
4712,289041	4751,292011	4900,124808
4114,173369	4254,567706	4283,385353
4463,038547	4622,857185	4522,784945
2551,686168	2511,264597	2425,890675
3157,84473	3061,670177	2954,756884
1506,913483	1572,557021	1399,554457
3532,906491	3878,974462	3926,718789
5956,648364	5659,123633	5620,156254
4212,660597	4396,077997	4574,798369
3594,606644	3675,433674	3576,439188
4719,70108	4582,438975	4611,317391
1366,669746	1499,088521	1453,169939
3841,917415	3744,623835	3887,691041
5447,886475	5106,345553	5222,715455
4159,092501	4383,655644	4599,980337
4143,194801	4396,455654	4596,04944
4318,537697	4548,297533	4413,703724
4791,995102	4831,128804	4860,414405
4559,224666	4738,425335	4867,447046
2200,690794	2228,876367	1919,157728
3049,380659	2986,521706	3118,673211
4462,532762	4544,929374	4537,320173
4367,831864	4486,781731	4446,977945
910,0389113	890,2814175	861,6434918
2091,821307	2091,334576	2145,227258
900,7711634	761,4148556	856,0871736
1624,144606	1569,07567	1541,880001
1811,801786	1769,812307	1809,670578
4236,9374	4229,941008	4349,670802
4587,819777	4267,435627	4525,485479
2901,739261	3073,67146	2927,749338
2287,758074	2366,122648	2259,558584
3875,698002	3950,88917	3950,590289

4464,97969	4450,921806	4455,87468
4226,444697	4191,486782	4194,755744
1881,471338	1895,89533	1794,218417
649,0695396	489,1549498	682,9802226
3703,676206	3756,529096	3656,595657
1388,858373	1505,585989	1328,033553
3542,399685	3632,660345	3450,2788
3823,386315	3886,97416	3794,301616
4014,514591	4051,325021	3961,19879
3103,083096	3297,326956	3170,999243
1180,458778	1157,0025	1285,646006
4024,755106	3977,236483	4004,633248
4491,510371	4339,074598	4463,090614
2918,946641	2929,732199	2862,704721
1977,58359	2080,858552	1895,461668
757,0395024	766,4278553	907,0479055
120,0068405	-25,70247812	304,6441608
1642,0698	1623,803864	1652,593031
1900,896301	1904,174714	1659,537713
2386,205575	2422,385387	2611,871338
1618,135734	1636,871917	1414,06868
2042,824667	2147,259199	2208,40597
3693,829901	3600,391303	3744,518351
2302,92291	2226,519634	2251,293445
837,6243469	677,8386652	876,5654828
1436,305509	1356,112896	1370,934015
4508,310036	3716,266229	4396,588618
4046,337367	3939,536038	4085,041956
3307,054259	3433,01482	3461,932419
3403,790259	3470,995661	3328,589918
2022,138897	2044,627268	1993,072571
3227,651595	3359,352311	3323,784228
3867,051554	3830,904846	3848,365237

K-kat çaprazlama yöntemine göre son 219 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 73 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde ulaşılan tahmin sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

**Çizelge 4.5** Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları

3 girdi değerini 4 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 3 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 5 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri
1422,013808	1893,652554	1695,38187

1154,676038	1258,558669	1172,753108
2059,123942	2436,178778	2063,49327
3985,945293	3683,177374	3850,700289
1753,923796	2080,071069	1789,989306
1110,224376	925,9347684	971,9858147
3410,21147	3037,250738	3322,750129
637,6877139	947,1862045	656,5286885
4082,993824	3805,301634	4151,246207
2391,23024	2393,6358	2235,223437
2646,577796	3014,817414	2890,611321
2590,033126	2732,509462	2562,779436
3509,501044	3372,397163	3209,975346
3551,762858	3907,392268	3843,381377
3958,178739	3997,371588	3872,561278
4346,650659	3923,565017	4506,620766
2380,450033	2486,216976	2247,76422
1615,669385	1693,300052	1444,819335
4558,207906	3743,222309	5305,310055
556,8404791	79,28911093	442,8055334
3092,331183	3289,241013	2934,254967
3049,393751	3151,300226	3146,687005
3497,155402	3609,977889	3723,263208
3052,398492	3304,382914	3190,727967
2479,231984	2678,97178	2629,055544
3066,818211	3531,946314	3680,953757
1354,599547	1421,239995	1416,153341
4359,186792	4601,357595	4470,119131
4051,750576	4123,878653	4121,421728
2681,495	2852,491145	2748,415931
990,8090812	1043,788674	1067,581529
4041,372206	4817,322571	4401,545825
4729,917831	4800,823647	4718,903329
5954,163358	5484,230666	5828,723963
2973,71778	2377,389931	2922,518694
2853,823142	3020,342749	2600,624557
346,9291783	631,5401132	443,0235662
3242,666521	3180,815078	3224,103767
32,86832908	282,8611631	199,5420497
843,2602413	572,07209	803,4356556
1540,593947	1339,59653	1304,061283
4716,717221	4458,158405	4703,007584
4091,130297	4160,600158	3847,579105
3078,021827	3090,345103	2962,833353
3334,188549	3705,691042	3596,733331
2569,249544	2609,081954	2283,221739

4124,580476	4102,452622	3878,804403
6236,755219	5367,260965	5734,887017
5377,265042	5607,814687	5552,653824
3126,725915	3316,122013	3031,850141
1114,605475	923,7043597	885,7771875
2787,237485	3142,62022	3064,56192
4053,450446	4202,902654	4036,272513
1930,286106	1736,953677	1920,522441
3487,219221	3454,657637	3572,411026
3120,121704	3170,728945	3223,22508
3008,793182	3250,535227	3162,565871
2299,889054	2555,957399	2202,444944
4981,585313	5451,364085	5452,362996
2867,579063	2826,654102	2770,627138
6450,439324	6280,443774	6241,495941
6319,819927	6553,142777	6369,908758
3485,663802	3478,530811	3373,23418
4455,217019	4448,533353	4420,211222
4704,701636	4831,663156	4740,024764
3695,949406	4001,593238	3877,589092
6923,24514	7054,317382	6660,297208
5051,074504	4868,491289	4469,026057
3478,804765	3578,477447	3342,567089
5686,096407	5963,433887	5970,925663
4330,49622	4475,437731	4376,743877
4205,90988	3947,719788	4107,742336
4685,075978	4604,155636	4454,403176
4440,22435	4458,057653	4463,318127
3377,526995	3131,647034	3387,492323
2309,272188	2327,46417	2079,617859
2566,134932	2285,53058	2676,047021
6266,883323	7414,460858	8757,106499
4918,747061	5546,239723	5145,8957
3204,591136	3502,309973	3388,823716
6188,164453	6920,166926	4867,611807
5057,924189	5378,923013	4673,100009
4480,313791	4373,522974	4572,48846
4987,612418	4734,990702	4893,538133
5160,64099	5017,333773	5250,635915
5288,595394	5707,344075	4688,411653
6223,78227	7592,75006	5735,760998
5142,100437	5505,711207	4951,97305
2665,111224	2645,190388	2535,66575
1566,399797	1561,719237	1385,221969
2816,834478	2849,616019	2509,021354

3350,127279	3290,075435	3346,211934
5574,038977	6439,766523	6754,858785
992,1075489	1066,257357	1051,509207
4560,851245	4733,509066	4656,933965
4872,552473	4815,769975	4630,892315
4124,205527	4403,320711	4330,21873
6550,210429	6789,61869	6992,447828
3044,354471	3107,359526	3094,181773
3293,706212	3147,618961	3242,376789
4625,115804	4977,819911	5000,253112
3982,031704	3681,839195	3852,84083
4379,373617	4623,926346	4363,465826
4578,248751	4756,271998	4535,051428
5030,50226	5874,966615	5511,180036
6151,974987	5341,340848	5413,055145
2044,683003	1899,750139	1974,297381
6506,637834	6680,016943	7298,263765
6335,234616	6525,644896	6587,305753
5946,821916	6379,710153	6131,385758
5859,54284	6098,338835	5805,303456
2467,300641	2468,970057	2413,211179
7583,683167	4452,008574	3682,719472
6952,547979	6750,129994	7936,466619
5246,044463	7425,704219	7616,374638
5738,117	6314,755936	6831,989275
5899,223191	6076,136679	6184,001598
3374,447047	2815,644514	3204,74859
5259,467838	5604,781194	4955,23914
6784,935347	6894,048488	6874,297813
6314,279992	7135,634179	6318,154286
5567,291563	6214,38919	5917,656183
5487,0411	5816,013732	6059,483242
5601,098217	6310,460464	6880,414234
6747,778578	7619,566527	6039,412472
5412,207225	5878,750587	5570,417321
6969,291814	6713,561723	7061,979661
6695,325168	5957,676606	6211,486255
5079,246025	5440,870437	4854,031376
5004,423379	5502,782081	5421,685213
3890,724627	4269,601282	3751,394854
4306,143866	4654,651999	4363,932068
3246,706807	3619,835608	3544,688941
7763,829248	6535,824077	7225,780012
6415,267221	6615,653456	6684,812935
6514,821886	6672,24195	6693,087638

6438,373021	6400,87809	6362,63889
5942,45276	6002,969914	5789,357134
5604,558411	6727,452562	6622,445693
5791,210441	5963,136624	5806,205648
6006,293467	5806,619966	5956,956086
3432,362429	3743,38793	3810,460721
5658,969379	5415,140091	5527,521304
5750,203818	5585,68604	5700,527309
5919,108012	5666,423505	5844,222033
6713,050849	6996,279624	6624,010714
5048,993138	5202,480784	5048,981846
6855,556571	6709,986051	6976,116136
6370,438405	6535,173666	6553,847596
6409,697296	6469,750876	6430,597083
6112,635673	6089,24149	6050,409853
6101,339808	6080,921718	6010,407219
5828,501936	5838,497913	5584,092155
5706,541622	5709,069061	5693,11741
5200,296781	5538,596353	5406,223799
7066,790748	6713,06354	7132,316336
6365,782166	6454,87074	6302,664203
6820,581459	6842,740623	6988,771766
6540,878297	6555,195704	6513,114824
6477,813975	6584,788496	6555,854098
6221,410522	6291,499623	6033,834467
4432,212846	4685,395426	4641,967798
3359,59565	2889,5868	3128,679363
4215,58754	4050,788116	4151,579046
4945,525184	4802,31099	4685,788119
6870,327534	6826,839706	6760,711832
5395,212251	5607,934091	5405,848711
5244,953715	5374,93612	5313,530599
5354,761887	5466,066515	5400,125619
5182,955776	5169,080406	5143,48841
2484,07787	2669,472061	2397,407357
4500,801198	4248,520416	4294,350286
4650,873506	4575,692204	4649,701898
5444,592753	5429,357772	5373,987338
6502,620675	6614,014138	6655,783562
6409,330491	6467,265023	6389,117636
5989,396542	6041,26335	6083,87427
7114,669936	7217,221929	7250,273945
7253,758693	7081,089968	7191,052341
7252,078435	7077,395372	7137,189965
7054,008719	7001,002887	6991,482821

7012,877573	7180,529529	7147,635546
7110,205875	7011,60163	7077,187696
7221,618848	7074,764891	7113,366288
6071,254499	6029,7496	5989,876196
6849,145035	7148,780546	6985,248881
6480,5012	6553,298674	6525,216287
6699,891109	6825,034003	6793,258819
6722,797168	6552,154422	6632,414936
6431,77653	6275,722841	6243,522077
6578,46161	6557,392811	6726,410396
6972,721936	6920,385917	7062,508726
7010,411324	7124,117467	7150,792832
6910,108503	7032,488201	6960,649552
6735,643202	6676,951302	6690,148285
6024,315397	6068,413849	5981,328082
6083,629296	6006,833642	6050,303555
6803,411585	7017,097199	6913,148816
6244,574223	6224,707162	6173,598087
6217,965779	6235,209783	6191,665837
6705,802314	6441,968457	6567,676131
6524,506746	6582,353615	6556,487391
6864,182107	6905,587091	6950,48352
7089,46568	7001,901502	7100,659471
7221,43857	6975,867874	7126,076413
7036,890868	7022,256521	7003,201192
6655,148847	6783,249288	6763,455707
6381,691305	6357,475756	6388,316826
6440,207965	6389,095258	6424,351994
6764,514603	6812,203043	6730,721541
6469,239615	6549,941255	6522,546856
6699,257729	6904,067017	6793,636538
6639,304756	6786,987306	6719,540637
6539,647676	6654,96981	6594,016727
6254,007402	5918,474228	6012,174085
6396,785977	6416,931284	6329,581561
6970,440216	6965,273215	6932,058021
6731,837418	6862,344661	6781,272257
6682,4947	6839,870346	6773,376783
6686,721999	6454,197709	6564,276011
6371,890764	6311,95026	6362,222828
6138,810043	6089,271815	6063,307603
6551,039632	6487,357095	6787,074936
5651,8114	5645,816167	5655,096388
6068,559561	6044,507767	5967,912114
6192,754313	6050,963638	6026,115827

6844,546653	6799,168078	6883,035789
6856,862666	6818,875595	6929,66372
6836,216487	6716,669976	6793,775572
6737,380297	6620,954541	6635,594793
6564,555019	6567,635671	6536,029162
6245,992442	6247,322301	6241,495321
5663,231319	6073,152607	5629,01918
3777,212612	3862,86007	4203,974309
5170,529657	4960,335692	5011,207249
6551,804588	6537,685791	6561,294007
6467,936327	6468,194655	6404,964716
6224,703876	6262,553386	6122,942972
6307,793957	6290,199598	6244,698687
6448,482426	6460,103991	6406,723488
6360,736359	6427,314363	6258,964907
6383,219032	6413,831506	6403,755569
5593,450823	5758,31477	5539,278542
6189,761796	6162,516554	6126,97523
5777,411974	5783,396253	5859,512312
6164,06579	6124,296978	6219,341081
5953,02547	6036,457527	6064,743225
6050,356335	5850,714149	6227,371262
6065,973939	5856,183818	6099,203476
4931,521566	5179,543396	4991,763112
4530,835193	4972,385576	4918,530881
6248,255687	6329,749744	6033,289987
5853,356153	5771,301383	5568,213873
6195,794703	6054,183468	6245,4577
6070,03262	6071,540896	5870,616306
6016,028318	6070,490012	5838,527599
5988,214552	6209,907424	6162,759855
3343,043321	3096,543197	3047,648413
5320,042819	5652,93121	5528,66052
2858,734569	2882,506463	2942,737416
6351,096719	6516,559322	6304,363975
6170,66954	6211,421408	6004,676904
6166,772768	6085,116035	6260,000353
6103,909555	6072,649443	6127,132988
3964,06241	4359,804661	4156,34515
6935,770995	7095,274524	6984,097105
6271,686526	6466,499041	6667,465686
5980,399078	5922,264744	5991,753855
1679,873451	1820,93964	1729,492275
5599,259861	5782,739757	5731,803781
5298,641347	5500,487564	5486,411692

4207,719358	4425,052896	4267,259878
6287,822114	6080,495998	6495,200502
5827,34136	5907,495169	5711,302353
6000,403405	5744,209426	6060,36936
6075,999581	5845,845533	6233,614144
5689,388213	5790,485328	5741,740775
5949,313116	6043,791765	5982,628983
5986,503432	5405,777831	5682,266546
5280,199318	5374,832565	5313,97741
4566,519072	5001,894661	4909,289391
2469,083246	2333,737656	2401,296129
5252,272673	4987,267907	5149,951346
5252,449962	5463,964709	5428,292784
2564,918794	3093,076657	2550,417281
5443,929552	5720,056175	5628,595749
5774,355301	5632,089716	5640,793332
5838,615575	5339,491538	5571,744758
5349,584244	5415,32173	5351,893444
5530,913101	5342,248384	5429,349456
5491,327408	5277,094242	5413,333729
5209,96446	4646,977697	4940,078939
6041,623464	5808,365254	5888,121011
5718,100137	5413,408296	5675,704247
4570,980613	4874,288503	4353,139024
4924,98208	4814,614872	4644,210475
5001,67294	4922,433105	4888,527624
5199,374582	4890,648376	5007,308687
5293,970128	5092,923159	5211,184218
5023,926242	4565,883248	4712,712725
4103,468629	4157,827449	4408,937871
4662,512925	4420,316273	4422,124259
2381,704764	2510,064909	2606,01816
3001,084978	3312,553467	2985,430425
1439,44365	1810,138018	1413,314366
3354,615609	3972,352159	3865,160412
5858,820751	5680,747714	5685,804067
4485,178942	4973,626509	4716,164863
3744,172241	3229,23666	3652,759969
5022,945941	4684,933813	5123,687421
1193,237388	1327,658878	1376,011222
3888,945933	3583,696573	3895,78202
5486,405237	5168,421596	5429,20779
4419,097959	4870,839489	4687,369729
4399,415002	4787,258619	4698,217681
4623,960032	4671,258595	4721,119579

5035,212497	4947,400778	5140,51953
5048,912314	5201,180519	5342,460598
2237,703146	2522,830085	2156,369017
3115,327477	2875,28699	3189,541115
4593,111072	4492,416241	4575,844877
4661,455363	4722,179251	4773,620866
894,3444094	923,9112378	693,4840101
2151,310521	2115,666476	2156,759813
934,4149591	762,6032395	899,5513085
1703,193684	1595,711928	1521,920408
1876,893063	1791,491585	1820,089381
4275,304267	4163,985218	4267,806459
4686,668383	4542,911448	4586,879035
2953,914321	3181,841771	3021,935749
2367,419887	2469,204099	2286,489373
3895,042179	3939,939419	3937,43674
4542,862601	4381,861046	4475,358053
4331,274779	4244,004379	4245,808875
1872,841727	1837,241689	1839,568072
793,0705881	410,6722129	679,2381749
3814,523426	3649,00178	3731,188051
1381,835515	1814,450339	1228,251597
3642,279189	3584,990781	3537,068104
3952,279192	4008,473276	3872,462756
4108,727852	4034,505559	4014,202659
3296,625199	3017,660458	3341,560883
1075,103145	1015,810432	1218,697397
4069,021746	3879,226903	4017,242881
4500,713745	4040,065792	4425,864402
2988,105764	2858,545224	2950,859422
1952,092268	1960,071377	1988,098584
571,7536065	651,167276	712,5186327
69,37916343	168,8594095	178,6185108
1608,160928	1512,372813	1673,417025
1908,565684	1989,848889	1619,16849
2400,470138	2833,627292	2862,027388
1621,692079	1723,401614	1328,074949
2060,497045	2217,606249	2169,058163
3724,906345	3486,688332	3756,31442
2338,423006	2131,606762	2383,648773
925,5408627	569,6747552	956,0777514
1487,377667	1414,100463	1332,934391
4180,326319	4080,994985	3853,303729
4100,113066	3711,083492	4083,118596
3524,344143	3181,096361	3562,636957

3496,668772	3408,377741	3404,416132
2015,334483	1901,318072	2099,781033
3420,314036	3134,398718	3439,298019
3993,356871	3734,56831	3917,850255

K-kat çaprazlama yöntemine göre son 292 adet veriyi eğitim ilk 73 adet veriyi test olarak dahil ettiğimizde ulaşılan tahmin sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6** Girdi verilerinin farklı sayılarda kümelere ayrıldığında verdiği tahmin sonuçları

3 girdi değerini 4 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 5 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri	3 girdi değerini 3 erli kümelere ayırınca tahmin değerleri
1715,928144	2015,215878	2037,657118
1690,090872	1704,890512	1410,865751
2196,984064	2593,177777	2683,360784
3536,445143	8685,415346	4108,563272
2011,188472	2203,413142	2287,197138
1778,180346	1625,786748	1005,904575
1981,078164	2488,453742	3374,064921
1598,896081	1516,106473	1336,482691
4097,837423	19412,48323	4717,545293
2409,130338	2424,810636	2572,685174
2527,550851	2902,279443	3006,561196
2889,501429	2746,725421	2948,338661
3086,636704	4013,129113	3757,35353
4042,843487	2791,074543	4135,942058
4060,519248	7322,579804	4263,088589
3602,817702	9622,274754	4345,442277
2139,951782	2399,677811	2659,132118
1579,77348	1555,653757	1712,387531
2389,371825	3544,191054	4133,303886
1589,392182	1488,944472	287,6066292
2980,217879	3911,426145	3564,56595
3333,917943	3418,599308	3368,682327
3938,918447	3745,217537	3818,15433
3421,996797	3354,806731	3531,591265
2849,586376	2885,803962	2899,544476
3014,414911	3266,962687	3366,588727
1789,255963	1809,760094	1609,728814
4736,729316	6532,625996	4871,306749
4377,495622	5285,209205	4334,382643
2944,07572	3097,757978	3075,178392
1430,042218	1464,437897	1227,342176

3658,379542	-16931,69523	5039,608635
5078,63352	8403,06711	5036,556383
5824,199353	7177,16064	5160,34724
2382,088844	2536,105543	2603,224286
2792,162207	3178,415634	3143,959301
788,6775056	806,6544983	780,9557282
3383,295518	3470,889688	3356,011686
1613,626135	1387,754887	224,7818558
1533,273169	1512,533469	766,4778475
1993,890372	1842,485871	1511,997064
8475,325698	8343,793773	4536,154672
4497,552882	8348,210402	4549,883105
3128,552311	3350,012367	3253,800507
3801,151978	1781,113119	3922,441321
2113,133976	2199,218234	2750,004396
2340,252055	-13727,00372	4327,327475
4396,086177	-3532,66511	5705,851377
5662,434364	6479,643863	5723,70248
3083,761677	3439,859148	3347,563103
959,6712856	985,3575748	1183,480447
2693,884697	3032,383827	3111,731263
4195,634435	3959,294053	4221,854829
2015,477959	2011,072421	1984,335865
3750,526804	3769,542725	3645,125426
3408,882169	3430,058516	3382,712602
3365,630061	3450,477605	3482,332482
2407,386889	2718,18875	2785,944568
5268,087551	11122,87225	5830,453755
2936,390757	2909,040855	2937,201192
5040,995925	-6979,061024	6527,209827
6245,392257	4631,838881	6490,181298
3545,95972	3589,68491	3377,789505
4348,593581	4330,761962	4099,692988
4664,720853	4538,127238	4747,778668
3516,977018	3771,320999	3658,140404
5719,124189	-1745,749131	7184,229818
5937,912811	15111,20771	6454,300394
3458,05074	3889,56109	3619,393995
5878,015078	6446,542805	6115,452444
4235,339055	4192,618735	4412,501932
4228,275552	4278,495455	3752,737449
4681,064027	4441,867035	4559,013237
4302,208725	4350,319828	4305,784469
3499,778245	3326,262096	3262,472405
2551,133042	2356,266636	2533,401387

2702,22437	2581,643681	2536,418907
6233,066027	6273,010565	6492,205564
4647,199312	4621,980095	4681,182225
3146,816201	3222,117603	3216,841947
6135,446245	6240,992763	6302,994841
5080,232662	4831,919563	4902,066492
4329,922907	4299,218238	4252,414961
5076,181363	4386,861988	4702,021674
5021,941474	4524,71616	4860,94591
5279,017414	5530,506796	5477,453476
6302,826966	6335,343338	6641,02507
5151,694618	4997,75084	5078,04292
2703,068529	2763,963876	2818,822397
1588,714582	1532,110223	1494,439258
2186,147939	2374,616864	3012,501635
3506,472896	3605,552257	3462,972692
5809,105489	5812,688519	6367,240674
1348,483868	1390,96651	1257,60494
4475,597612	4389,947895	4630,584964
4924,103272	4864,789735	5052,532981
3959,068946	4121,602702	4118,53186
6368,130122	6345,414038	6488,557171
2996,91761	3026,646258	3006,195467
3381,062542	3365,289371	3209,697235
4480,382812	4438,005335	4615,197455
3831,469766	3630,354539	3518,176999
4408,110061	4568,395677	4463,525443
4484,36908	4325,796881	4397,016442
4978,83925	4884,448904	5034,576018
4900,873157	4902,411956	5643,136056
2060,059819	2049,592096	2135,394584
6136,62174	6508,516879	6613,989023
6572,923364	7053,23526	6551,782432
5967,246801	5950,294521	6010,830435
6127,740708	6440,856008	6757,49497
2585,099169	2654,612853	2681,21548
7386,199646	7386,364528	7385,370612
6365,344514	6784,327797	6600,071271
5598,270704	5771,118436	6257,307288
5945,117948	6033,963877	6386,861727
5773,962461	5871,171283	5926,953256
3064,936391	3121,32257	3108,43161
5276,543951	4929,538569	5129,498463
6821,831742	6664,29622	6499,02857
6455,770848	6447,584054	6489,994526

5648,804582	5776,796621	5777,539818
4953,510815	4823,807469	5049,617987
5416,067274	5093,063479	5664,758801
6620,962918	6406,93532	6643,348576
5457,395836	5244,1282	5474,125158
6857,234801	6737,630997	6538,624454
7131,893931	7338,951335	7337,943314
5119,339429	4967,495566	5133,065102
5098,147879	5098,995627	5448,150822
3660,785364	3922,563224	3762,83521
4203,153132	4160,256078	4182,821906
3221,83178	3346,316834	3325,695222
7591,932547	7038,507407	6223,711299
6724,937709	6774,31013	6609,808755
6711,90274	6787,162238	6691,466485
6399,338194	6341,896189	6419,417207
5865,434728	5695,306021	6032,319118
5789,383064	5866,270421	6177,012136
5749,194453	5786,884968	5916,934146
5842,988142	5779,609635	5830,957895
3324,012784	3462,315411	3605,89675
5355,755839	5345,103353	5217,403568
5727,528529	5693,308555	5550,994021
5852,963333	5796,236339	5593,810563
6762,356515	6603,613254	6487,903604
5048,9895	5048,982508	5581,415456
6946,537104	6985,365963	6651,817997
6591,348149	6674,100129	6559,942077
6434,534268	6447,486582	6567,451156
6114,056872	6077,368946	6163,815951
6088,432523	5909,565288	6137,157858
5734,198425	5494,835111	5875,516776
5731,959381	5692,96948	5732,439536
5250,687368	5428,539939	5518,352626
7040,560912	6957,951782	6615,674557
6308,729155	6267,613453	6388,077564
6975,913188	7111,168977	6828,540904
6575,096193	6492,642348	6556,639837
6397,357128	6385,12042	6445,273768
6230,115617	6037,59407	6348,026877
4520,419341	4651,885361	4620,194739
3258,792692	3114,156082	2969,359571
4137,891787	4141,862709	4106,663785
4870,022482	4850,890333	4821,72624
7025,054167	6870,797131	6478,724272

5393,948958	5312,460494	5289,593462
5237,939706	5249,462238	5221,840976
5315,668776	5312,384764	5275,412116
5094,150219	5045,173341	4995,097542
2527,276518	2360,37792	2458,973052
4405,572782	4349,953078	4261,860722
4585,134369	4464,74821	4405,355226
5314,629102	5234,153594	5159,131873
6435,019845	6565,204716	6371,855878
6468,069935	6327,503676	6499,186213
5941,103504	5996,064644	5886,701012
7148,210303	7219,132123	7186,729105
7164,90151	7203,386775	7029,13629
7118,399221	7171,234648	7057,75564
6982,80567	7025,823277	7016,179362
7021,730757	7150,118976	7191,261468
7029,311304	7087,698103	6971,712197
7094,093569	7155,568598	7065,531359
6055,068706	6002,555734	6122,652557
6941,889826	6935,009827	7203,306976
6508,910589	6562,596576	6622,702316
6778,992779	6800,597185	6859,517256
6619,595337	6620,776562	6546,353635
6435,186928	6223,752614	6370,888488
6541,151245	6661,514114	6395,773281
6964,101252	7017,802454	6776,191892
7028,698916	7125,708202	7095,304692
6953,943302	6977,199351	7076,736868
6719,446884	6730,646035	6678,755128
5979,442403	5921,256774	6111,982469
6060,732831	6145,269347	6149,190631
6889,237315	6872,453888	7060,502039
6219,915152	6135,690949	6292,176573
6254,919479	6217,35388	6265,419736
6548,204935	6534,148717	6362,961525
6526,014075	6585,968217	6645,31814
6873,165967	6978,641952	6871,29119
7035,574074	7090,13628	6933,966309
7104,385907	7130,806907	6901,003888
6968,052217	7030,370228	7037,497756
6762,980011	6786,421349	6817,091814
6371,425656	6449,925212	6378,626725
6419,629262	6447,706083	6352,973691
6763,063058	6731,342417	6888,888529
6540,100005	6550,618874	6594,713634

6769,817442	6779,883732	6979,25281
6703,715584	6715,882697	6846,481575
6585,493458	6599,741291	6739,160785
6250,228913	6068,048234	5945,255106
6369,615393	6278,022794	6418,657343
6910,888382	6954,891982	6991,532214
6782,895076	6783,376397	6929,179752
6758,52247	6766,237268	6891,431818
6541,031841	6536,030979	6385,868483
6337,070263	6387,495333	6229,123457
6100,087517	6050,953694	6221,191347
6525,272209	6709,90644	6274,026833
5675,152825	5661,558581	5651,687039
6010,773777	5897,775381	6132,934838
6187,953763	5999,626658	6120,201209
6804,819501	6882,468386	6729,032104
6799,420345	6869,965556	6625,246431
6738,39048	6777,026795	6636,388471
6635,11177	6626,130042	6560,205804
6580,813546	6512,411589	6582,633466
6261,418487	6303,32174	6326,75778
5695,412464	5588,48991	5609,924898
3790,12139	3793,952449	3747,019473
4972,4894	4843,261538	4780,811253
6476,154658	6515,84028	6424,099027
6431,437186	6373,859619	6456,343909
6199,609758	5995,983003	6296,422415
6269,971747	6231,797349	6281,374181
6447,759296	6370,593971	6496,037459
6374,001036	6194,921705	6433,261735
6423,439383	6444,469257	6443,927599
5466,443827	5503,222796	5786,431102
6200,459496	6104,76838	6238,684858
5870,501967	5883,600259	5621,076581
6149,673341	6310,924861	6003,328449
6051,015658	6054,199548	5696,481776
5974,948539	6214,528629	5867,050499
5921,388077	5991,994523	5892,424467
4763,504665	5040,897934	5149,787539
4756,467656	4897,8912	4934,371455
6256,60203	6387,957316	6383,750997
5703,867221	5519,691169	5776,778756
6136,44614	6455,560306	6126,61896
6009,219262	5819,393827	6106,326322
5941,762656	5783,652455	6077,631523

5969,060163	6006,236254	6012,542605
3257,837941	3339,789735	3179,720792
5366,64056	5193,227529	5398,594353
2826,253778	2841,432109	2834,220525
6498,294466	6196,369223	6376,325582
6162,942171	5792,184051	6269,741344
6186,835268	6235,478827	6091,431497
6086,016317	6130,876263	6013,446329
3814,216589	4005,245237	3911,602825
6465,169691	6811,328976	6795,875245
6193,285721	6197,511434	6310,681915
5968,316074	6005,903925	5870,10341
1568,452155	1671,61696	1574,281984
5598,410762	5628,582244	5613,567825
5375,971879	5433,061486	5434,842279
4215,901941	4402,736828	4299,929859
6366,638807	6337,774039	6137,529292
5725,031876	5677,247879	5896,128979
5819,790277	5875,903844	5768,365278
5959,951195	6202,920666	5879,448766
5601,417532	5622,758501	5548,222653
5799,415914	5869,421618	5704,132449
5798,598372	5544,748731	5329,272074
5322,862752	5273,267452	5437,31263
4665,403963	4859,823969	5020,022713
2380,042384	2384,648659	2326,258464
5201,721966	4998,156256	4983,784812
5342,532324	5375,004492	5376,411474
2667,064369	2601,866706	2861,002661
5426,686022	5521,740718	5536,977793
5501,354377	6523,498164	6480,94783
5620,755905	5407,541867	5240,851412
5281,371147	5250,402283	5201,961315
5287,218208	5265,636524	5167,092792
5380,092283	5274,921208	5189,618729
4826,08708	4802,866471	4805,955921
6345,18043	5712,718051	5774,056947
5448,797957	5463,221997	5404,063665
4561,528024	4604,860188	4826,463274
4865,162409	4706,01331	4671,610945
4941,254895	4710,827723	4659,348279
4926,828547	4831,468151	4778,300827
5200,855944	5075,723246	5027,32875
4593,439271	5064,710727	5136,580149
3970,476225	4126,573523	4112,574794

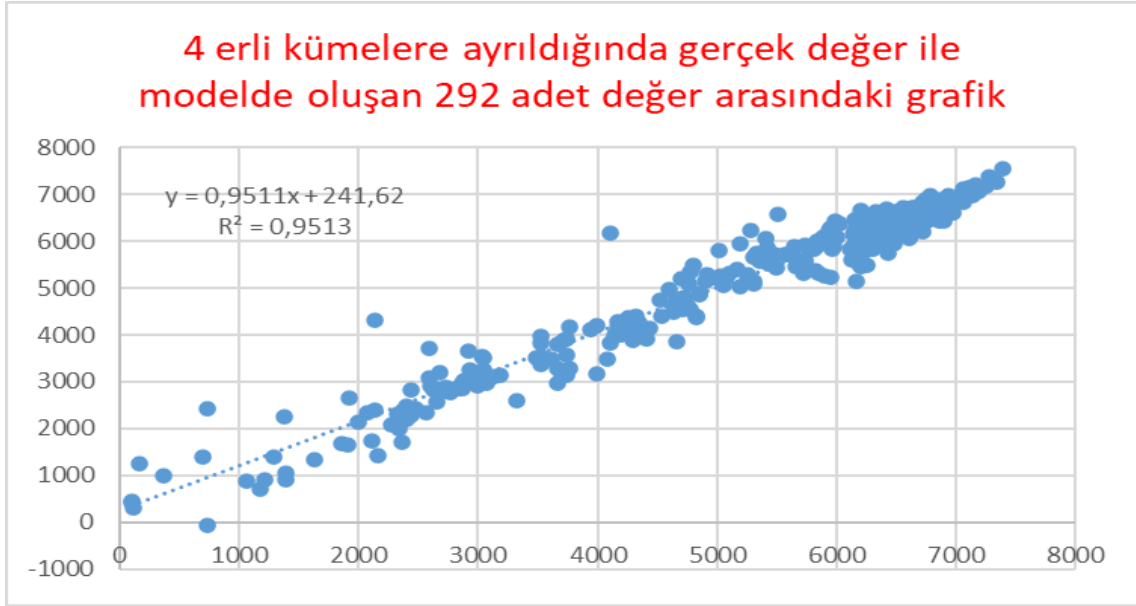
4552,776391	4929,588904	4928,565852
2404,92971	2469,669268	2392,412094
2953,25543	3089,462937	3018,402294
1336,823906	1405,82839	1889,732987
3521,348142	4052,58709	3953,033834
5902,86218	5594,731888	5625,168381
4381,54105	4335,677786	4386,38417
3488,706168	3372,527692	3242,220081
4906,544443	4747,18378	4789,060238
1319,275182	1284,864272	1628,792123
4045,32643	3861,066899	3682,820087
5425,278969	5611,412382	4959,90031
4322,742073	4289,498983	4343,083863
4312,139663	4265,758825	4345,198594
4388,497454	4367,246783	4375,615711
4796,009846	4511,989934	4617,863673
4716,842425	4516,812151	4581,006396
2183,897982	2135,871813	2440,460617
3291,629024	3135,307245	3074,287819
4527,825457	4627,763366	4344,078272
4456,553939	4362,805112	4317,024305
789,0243251	722,5170124	1197,738977
2318,714504	2332,511635	2339,13983
1048,770308	1114,85304	1003,972401
1642,314431	1650,320483	1829,723563
1962,193548	1981,97627	2020,652876
4490,51452	4867,566516	4284,371179
4694,04569	4710,884632	4093,28996
3277,280775	3167,195428	3405,694983
2649,315018	2560,019157	2677,029092
4136,157746	5142,97293	4144,868882
4499,675645	4770,870246	4201,06271
4276,498082	4502,401852	4015,3368
1902,053571	1818,425433	2069,152795
605,1583199	745,1137143	728,9188999
3867,691208	3940,48549	3586,725748
1597,993858	1209,024387	1850,813905
3683,808507	3794,273988	3517,834261
3904,477747	4083,172058	3801,436749
4093,141146	4326,282213	3885,222065
3403,085893	3357,723566	3114,89334
1050,672808	1077,761059	1351,986239
4144,346279	4258,904945	3893,483456
4573,305393	4563,385804	3986,470752
3078,959419	3032,835975	3012,356504

2046,817687	1964,558896	2172,394129
550,1549117	559,0112894	1014,680121
-153,2333871	134,4970216	231,4249043
1617,010205	1584,338477	1793,47014
1849,124434	1854,890276	2186,935105
2622,743874	2446,35056	2661,599926
1565,122742	1501,05104	1931,117569
2409,475341	2447,415567	2431,185578
3912,253189	3796,067311	3623,131307
2412,357146	2346,762609	2373,042532
1483,298908	1504,421149	812,0007899
1906,299208	1824,441243	1538,968972
4478,327155	4478,940064	3992,940926
4228,720008	4090,942009	3763,338928
3643,161303	3510,530393	3293,614059
3556,547584	3637,877425	3426,071641
2069,060113	1960,138646	2151,216471
3528,965625	3438,415776	3235,774612
4046,617656	4092,956746	3643,037862

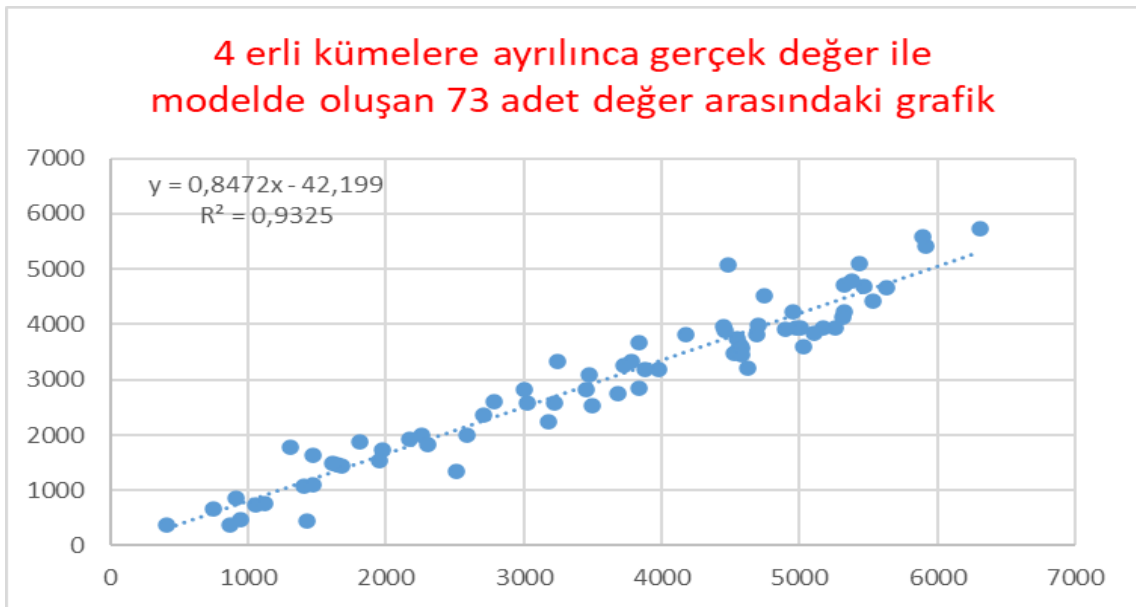
## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

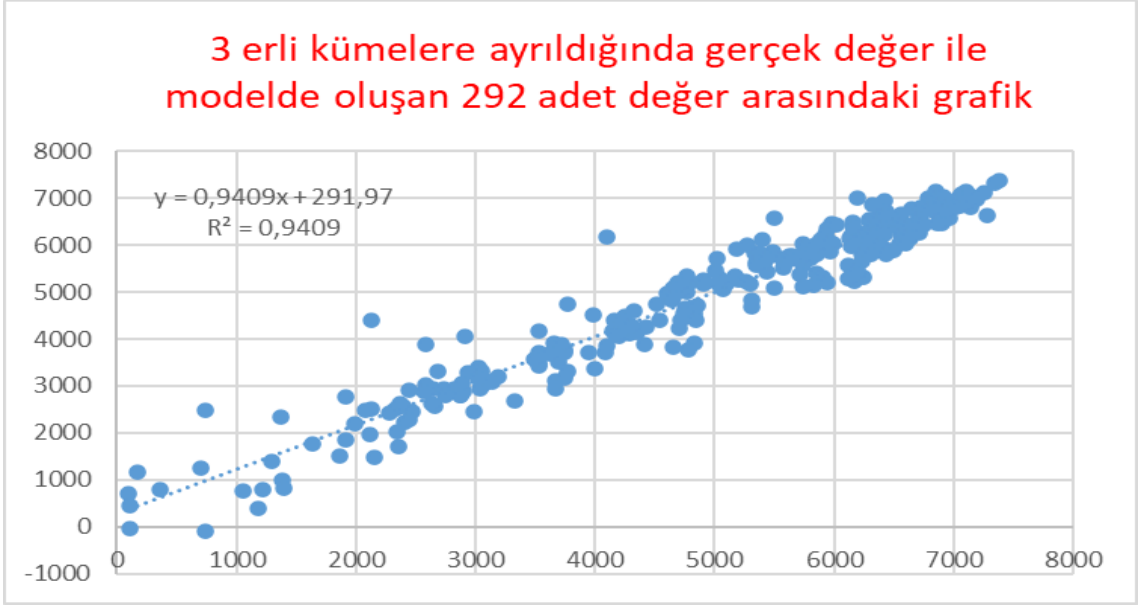
K-kat çaprazlama yöntemine göre son 73 adet veriyi test verisi ilk 292 veriyi eğitim olarak ayırdığımızda gerçek ve modelde oluşturulan veriler arasındaki grafiksel gösterim Şekil 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 ve 5.6 'da gösterilmiştir.



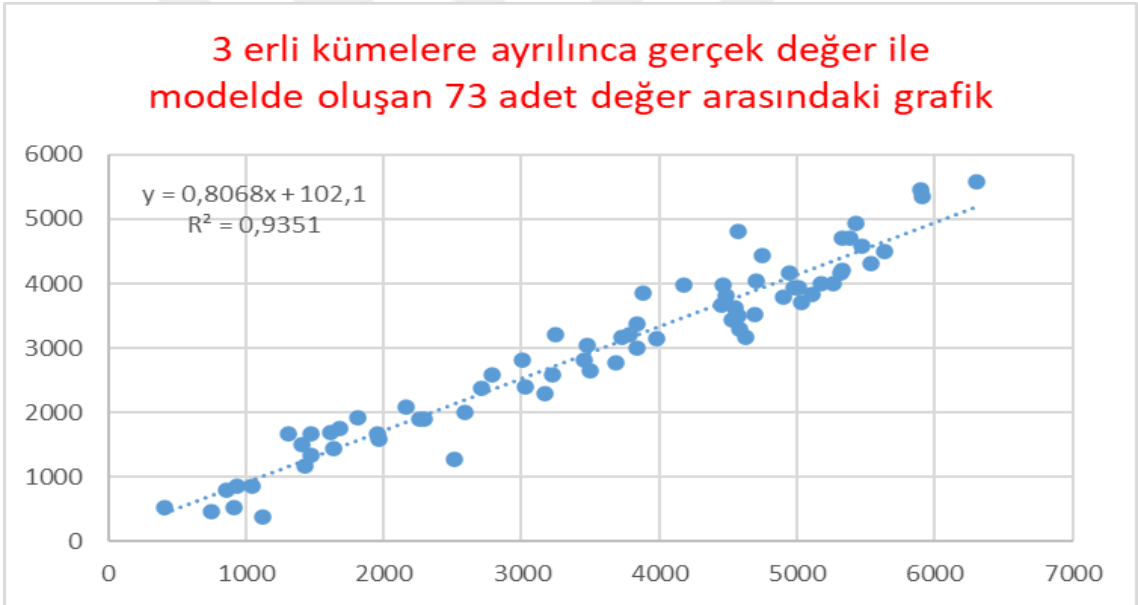
Şekil 5.1 Dörderli kümeler için grafik



Şekil 5.2 Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

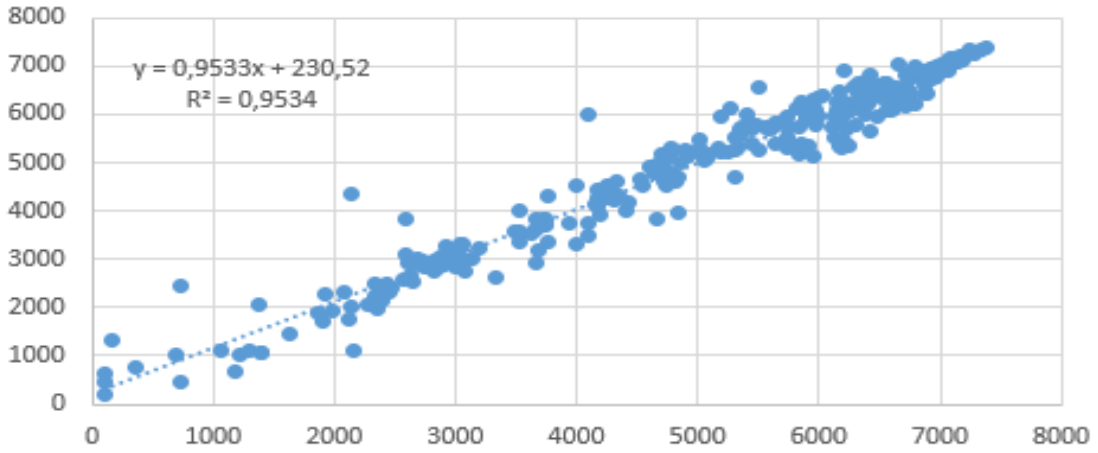


**Şekil 5.3** Üçerli kümeler için grafik



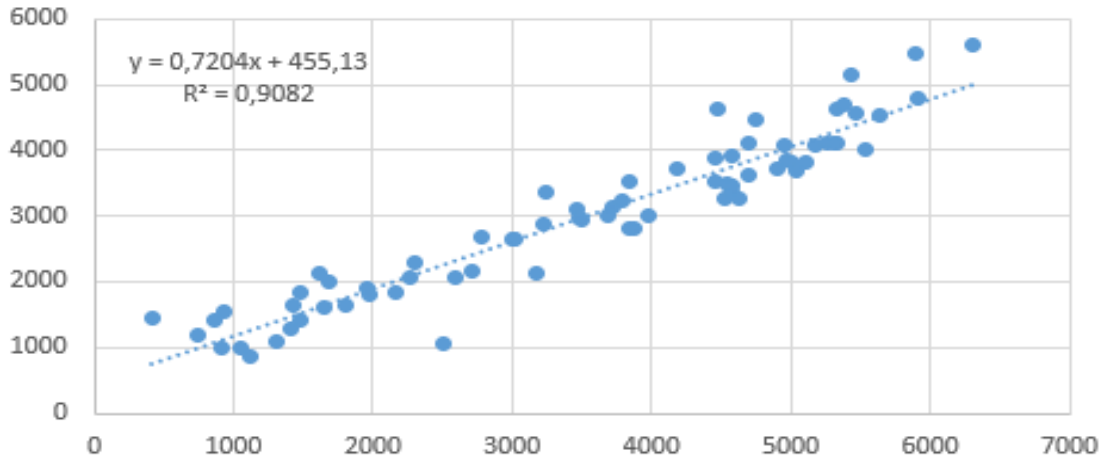
**Şekil 5.4** Üçerli kümelere gerçek değer ve test değerleri için grafik

**5 erli kümeler ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.5 Beşerli kümeler için grafik

**5 erli kümeler ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.6 Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

MAPE değerinin matematiksel ifadesi Denklem 5.1’de verilmiştir.

$$MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{(100)|Gerçek\ değer\ i - Tahmin\ değer\ i|}{Gerçek\ değer\ i} \quad (5.1)$$

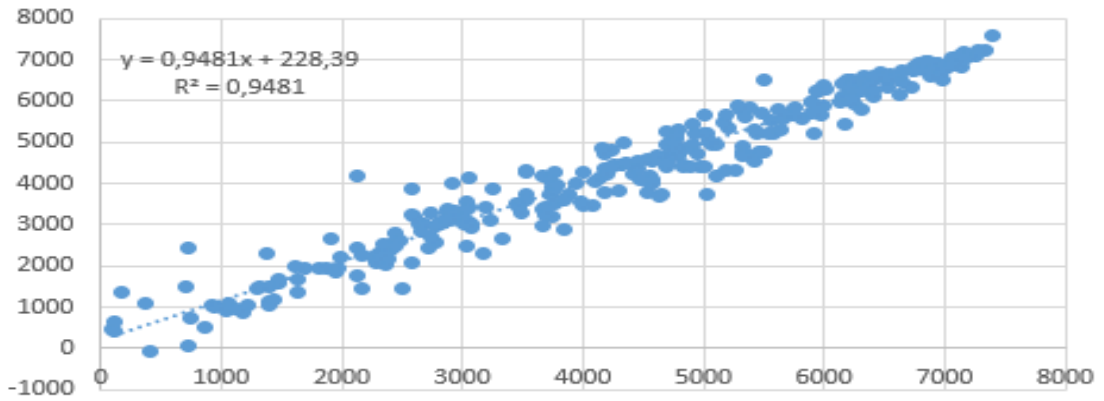
Yukarıdaki denklem uygulandığında bulunan sonuçlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
%MAPE SONUÇLARI	14,79415775	15,32920489	14,50620432

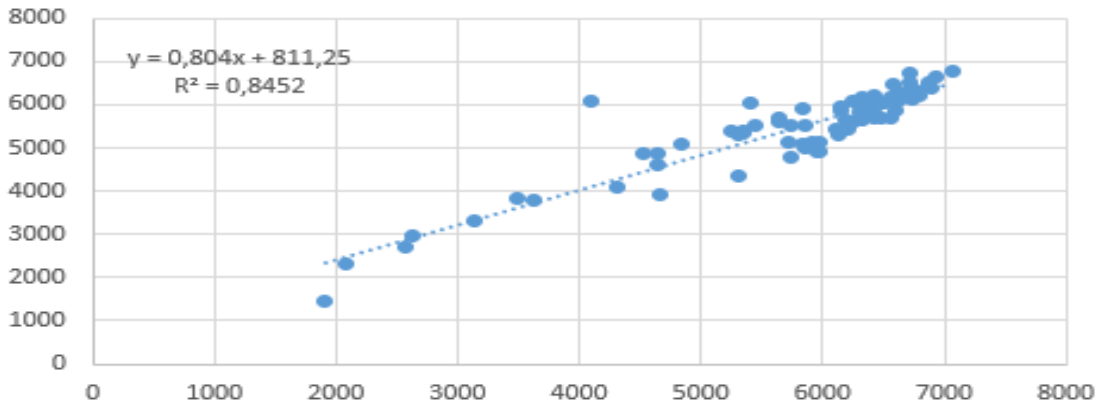
K-kat çaprazlama yöntemine göre son 73 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 219 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde elde edilen grafikler de Şekil 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11 ve 5.12 'de gösterilmiştir.

**4 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



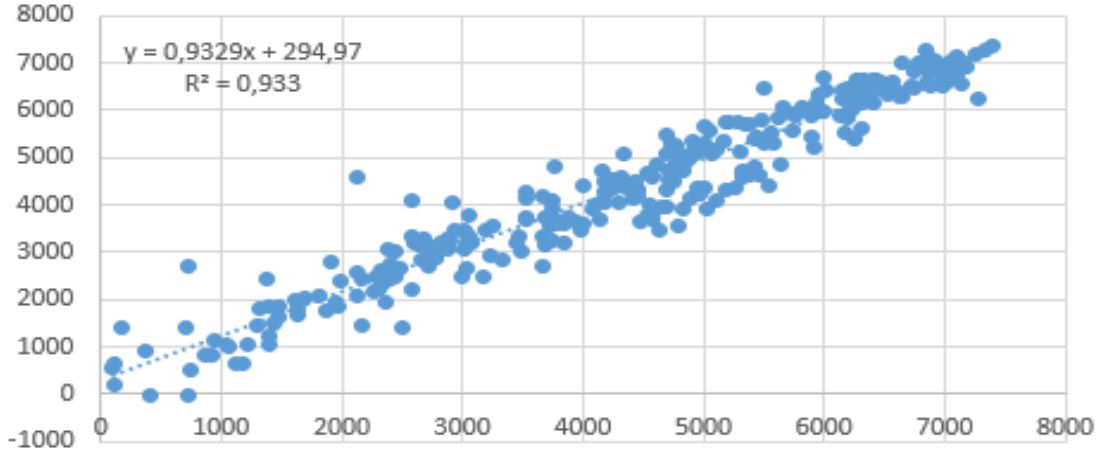
Şekil 5.7 Dörderli kümeler için grafik

**4 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



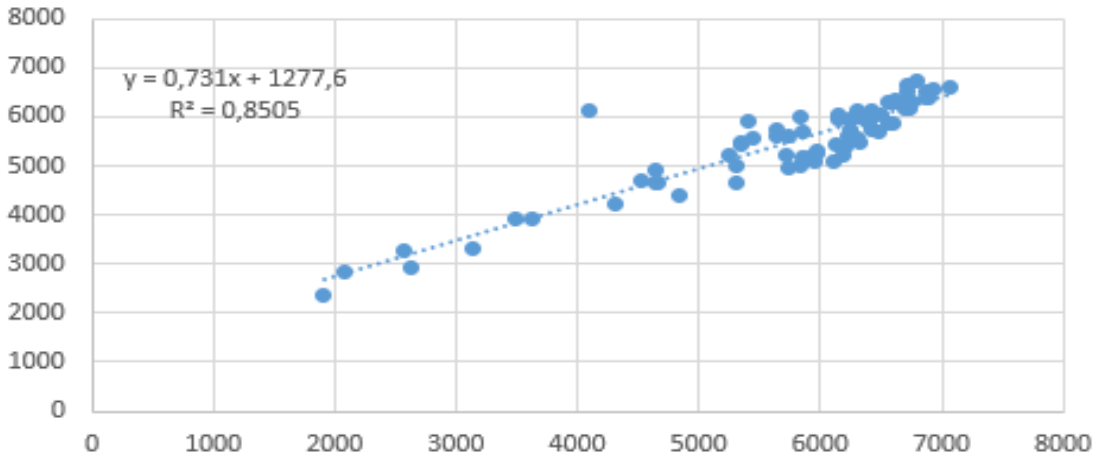
Şekil 5.8 Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**3 erli kümeler ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



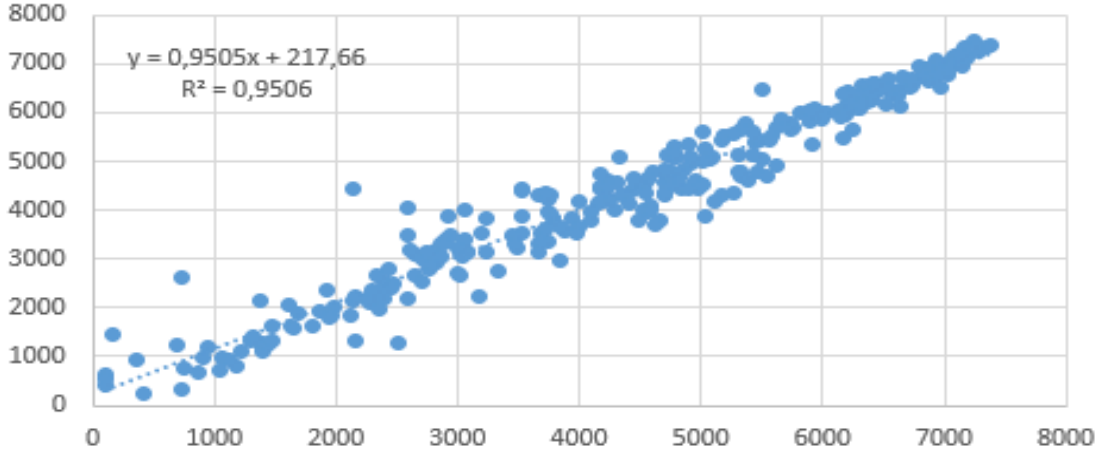
**Şekil 5.9** Üçerli kümeler için grafik

**3 erli kümeler ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



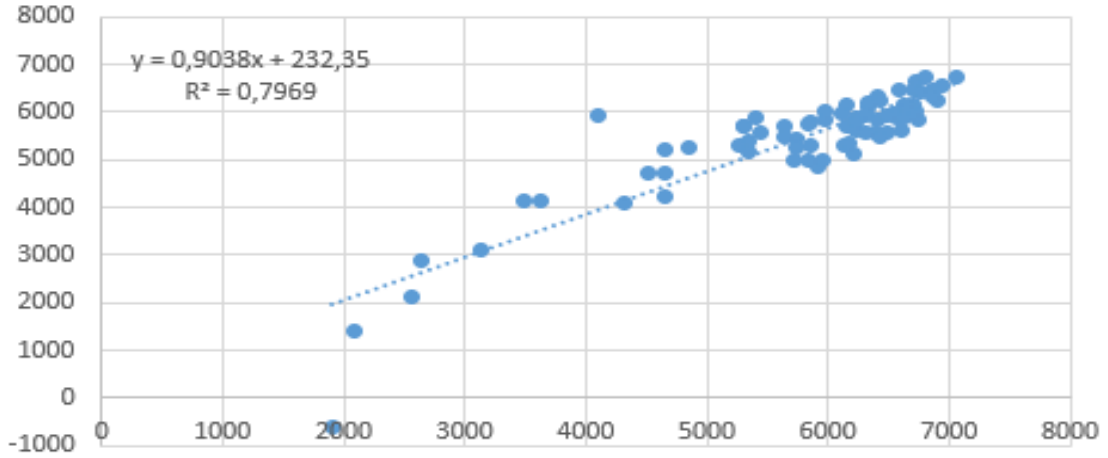
**Şekil 5.10** Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**5 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.11 Beşerli kümeler için grafik

**5 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.12 Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

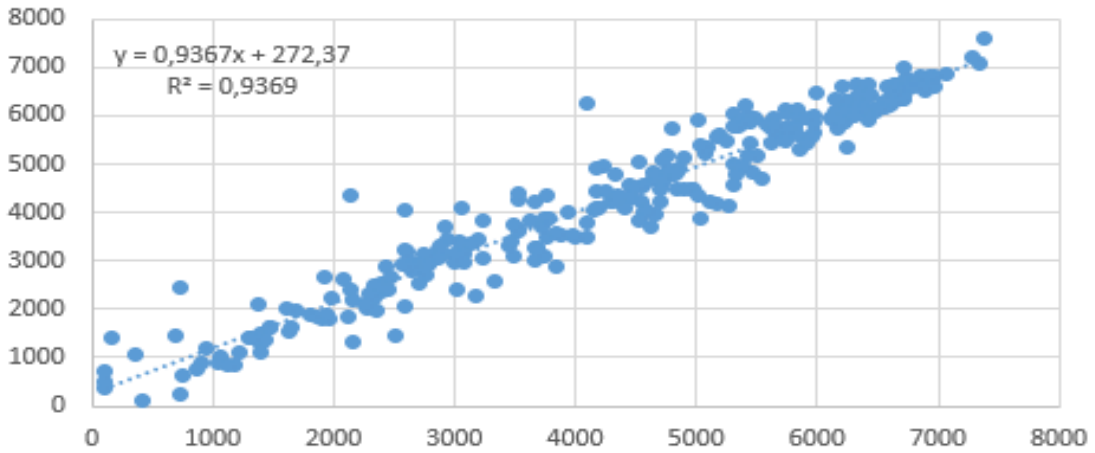
MAPE sonuçları Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
%MAPE SONUÇLARI	15,29278849	16,05117381	15,1157578

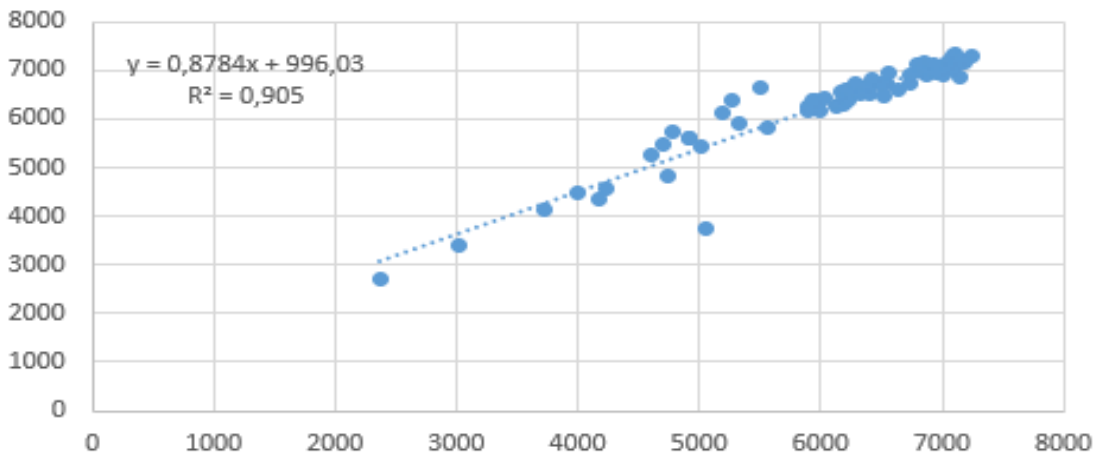
K-kat çaprazlama yöntemine göre son 146 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 146 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde elde edilen grafikler de Şekil 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17 ve 5.18 'de gösterilmiştir.

### 4 erli kümeler ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik



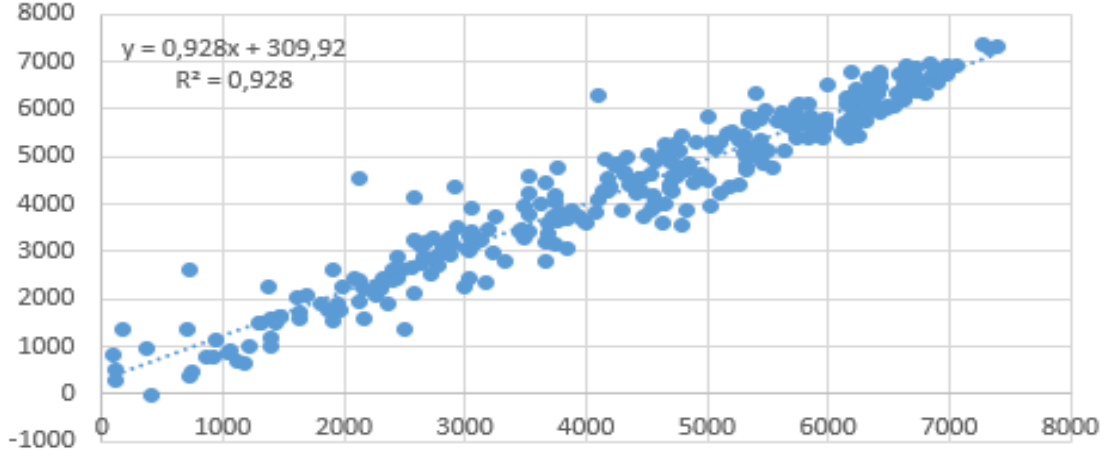
Şekil 5.13 Dörderli kümeler için grafik

### 4 erli kümeler ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik



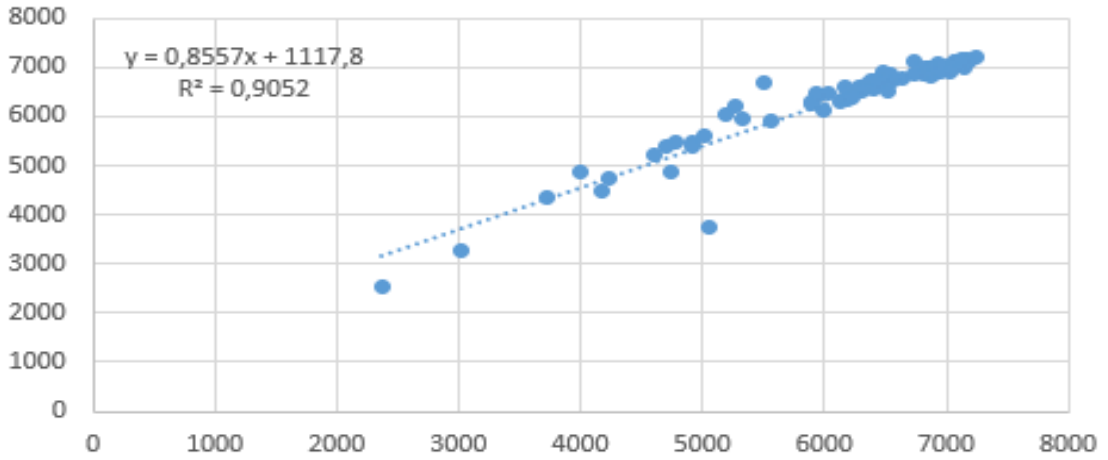
Şekil 5.14 Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**3 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



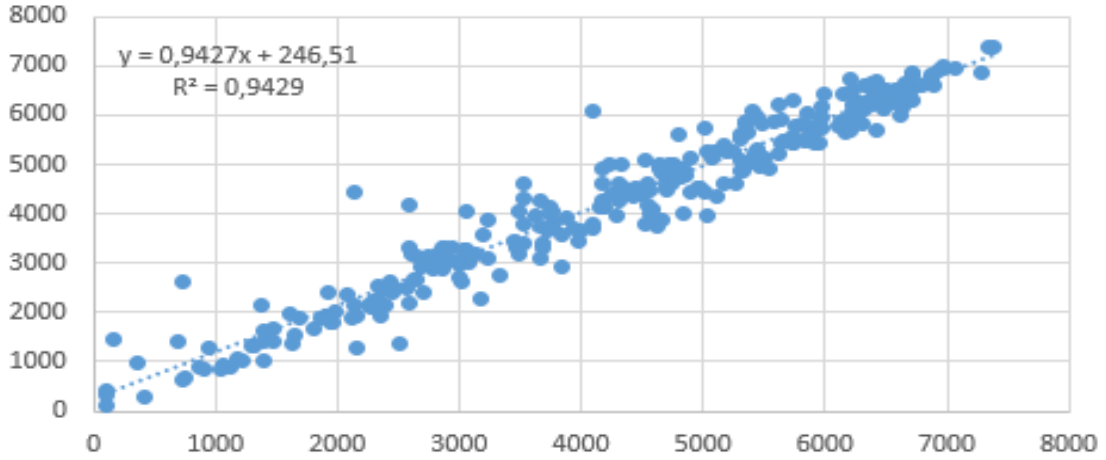
Şekil 5.15 Üçerli kümeler için grafik

**3 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



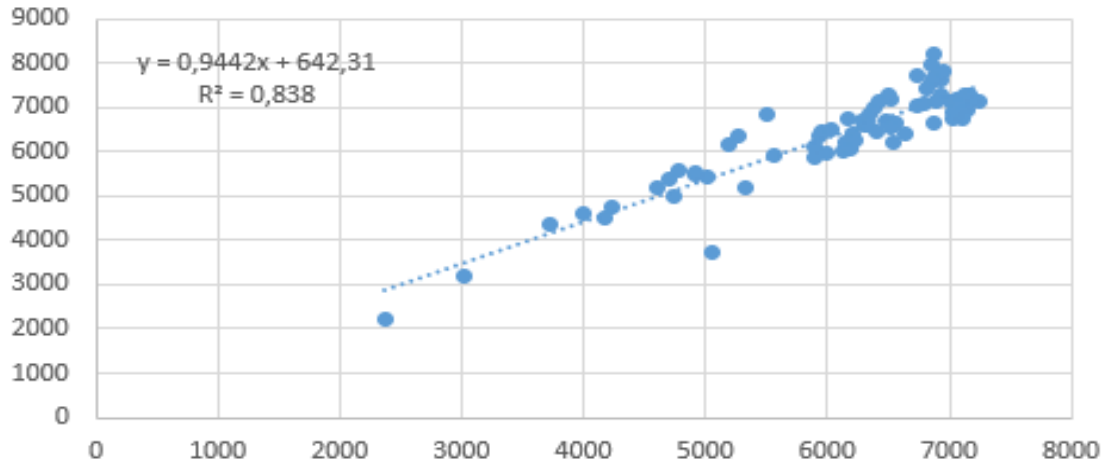
Şekil 5.16 Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**5 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



**Şekil 5.17** Beşerli kümeler için grafik

**5 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



**Şekil 5.18** Beşerli kümelere gerçek değer ve test değerleri için grafik

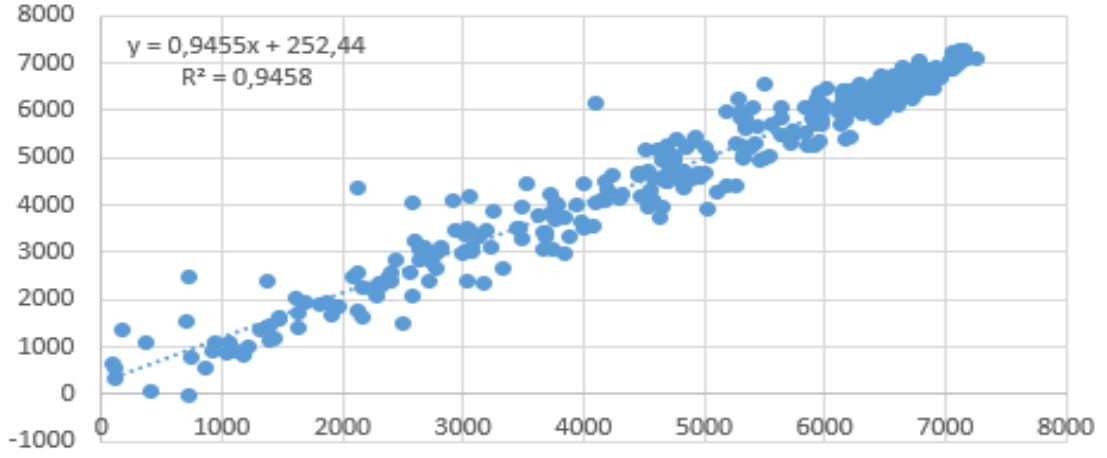
MAPE sonuçları Çizelge 5.3'de verilmiştir.

**Çizelge 5.3** %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
%MAPE SONUÇLARI	15,05954331	15,95245735	12,79131364

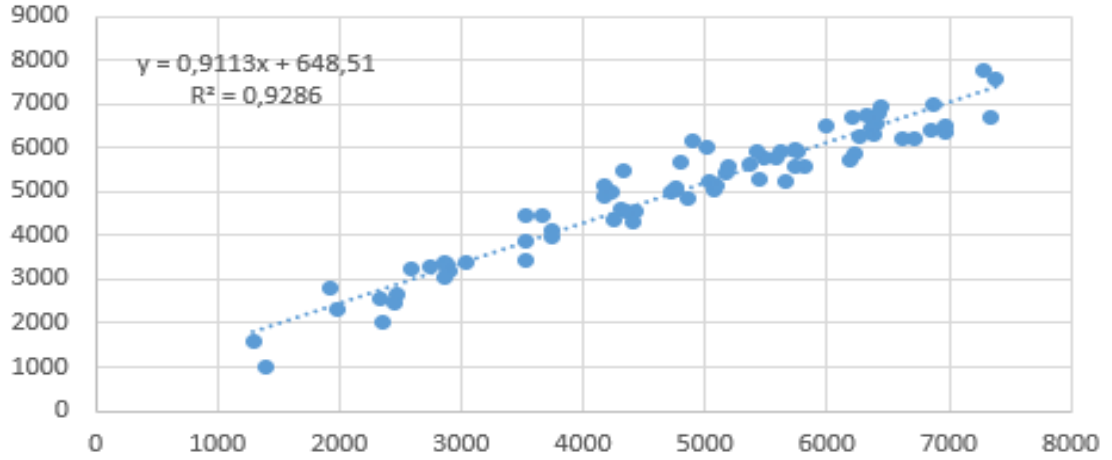
K-kat çaprazlama yöntemine göre son 219 adet veriyi eğitim bir üstündeki 73 adet veriyi test kalan ilk 73 adet veriyi de eğitime dahil ettiğimizde elde edilen grafikler de Şekil 5.19, 5.20, 5.21, 5.22, 5.23 ve 5.24 'de gösterilmiştir.

**4 erli kümeler ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



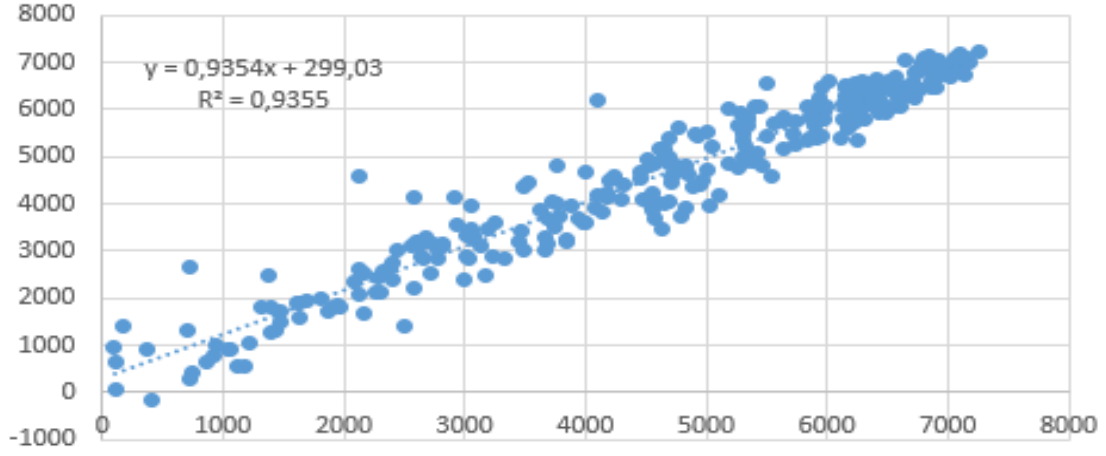
Şekil 5.19 Dörderli kümeler için grafik

**4 erli kümeler ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



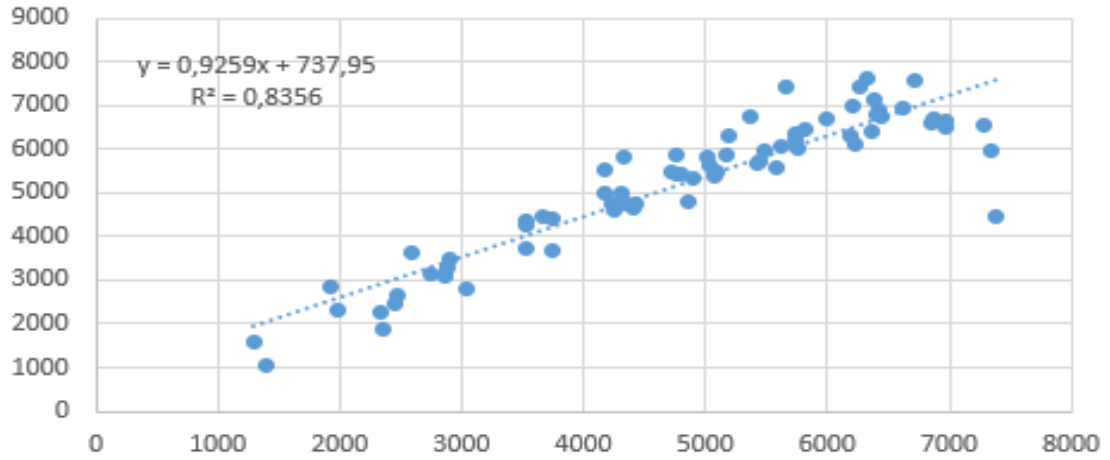
Şekil 5.20 Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**3 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



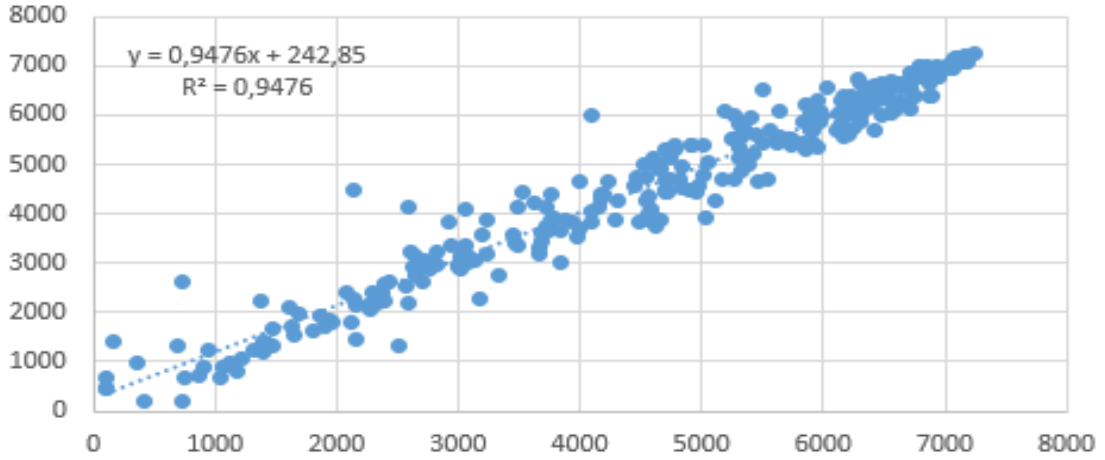
Şekil 5.21 Üçerli kümeler için grafik

**3 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



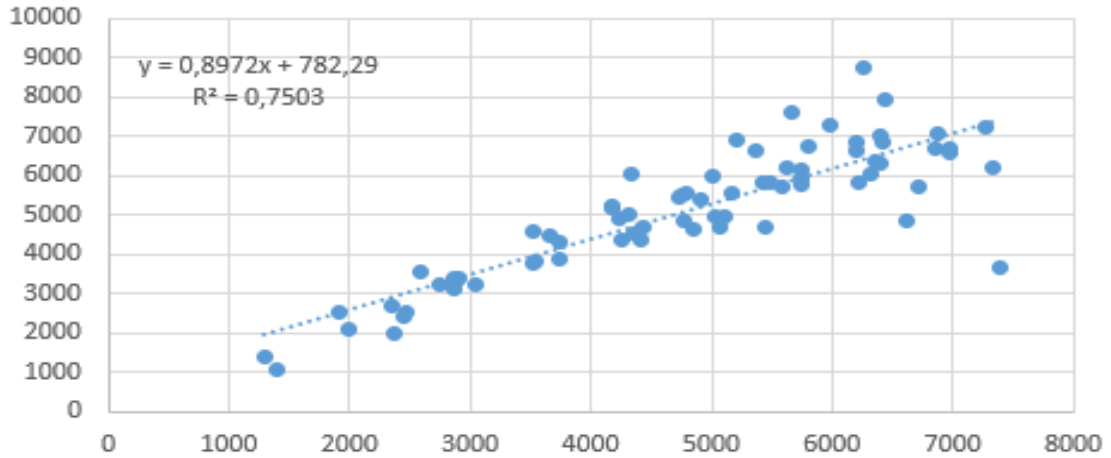
Şekil 5.22 Üçerli kümelere gerçek değer ve test değerleri için grafik

**5 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.23 Beşerli kümeler için grafik

**5 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.24 Beşerli kümelere gerçek değer ve test değerleri için grafik

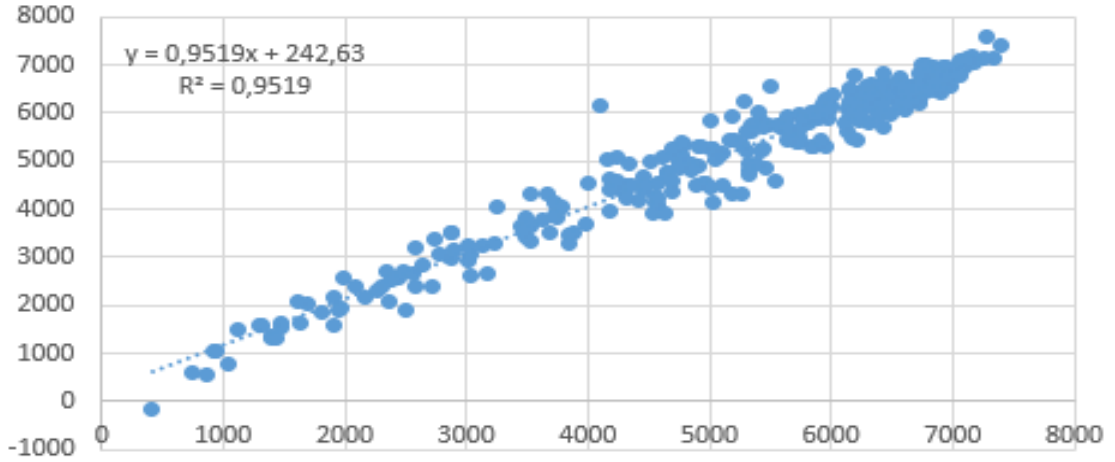
MAPE sonuçları Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4 %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
%MAPE SONUÇLARI	15,32818864	17,34375702	15,6064694

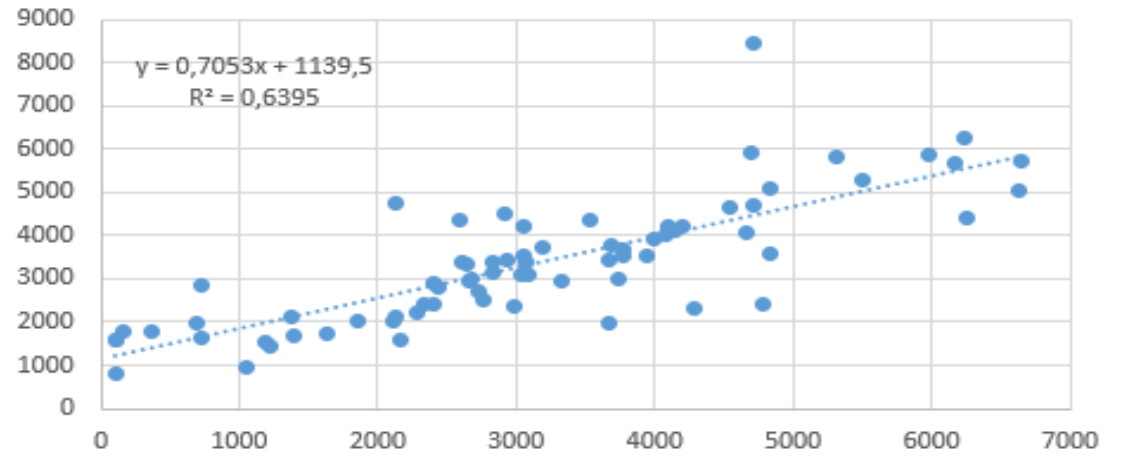
K-kat çaprazlama yöntemine göre son 292 adet veriyi eğitim ilk 73 adet veriyi test olarak dahil ettiğimizde elde edilen grafikler de Şekil 5.25, 5.26, 5.27, 5.28, 5.29 ve 5.30'da gösterilmiştir.

### 4 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik



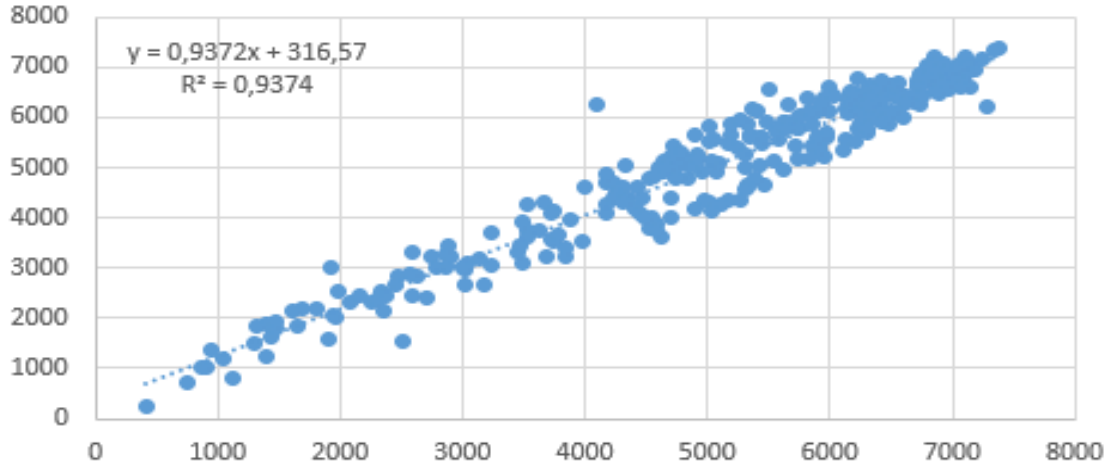
Şekil 5.25 Dörderli kümeler için grafik

### 4 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik



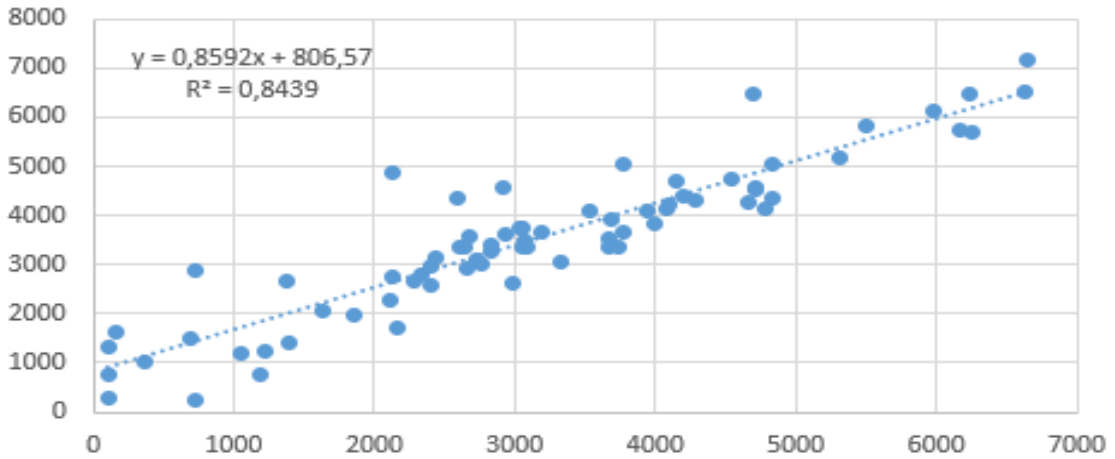
Şekil 5.26 Dörderli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**3 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



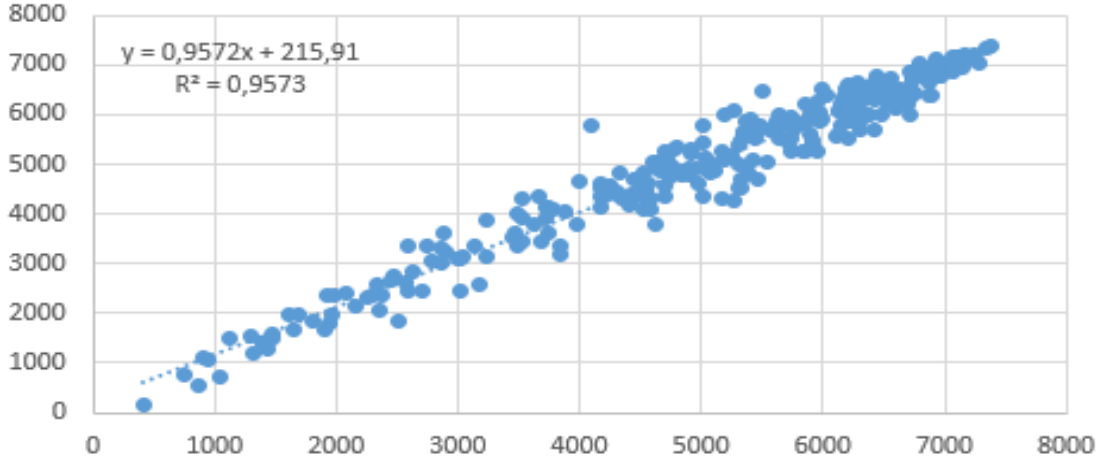
Şekil 5.27 Üçerli kümeler için grafik

**3 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



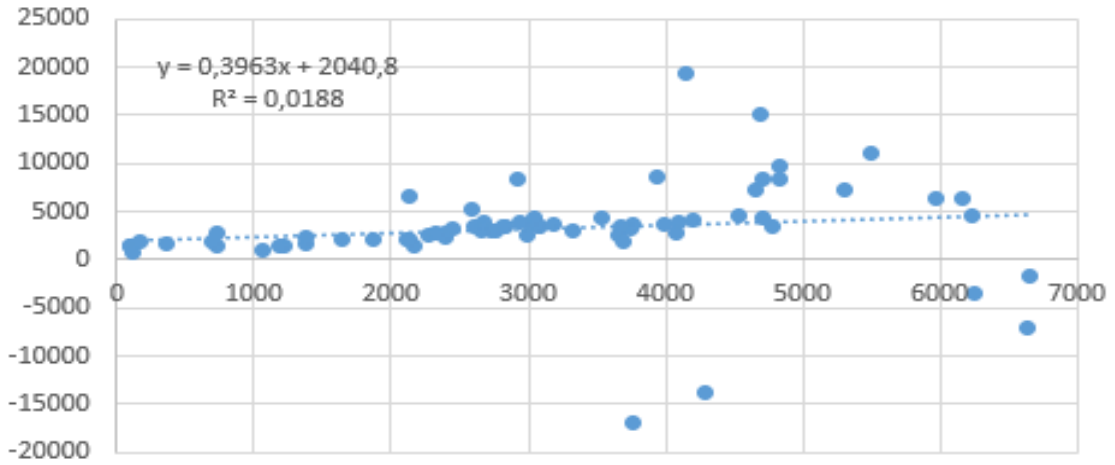
Şekil 5.28 Üçerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

**5 erli kümelere ayrıldığında gerçek değer ile modelde oluşan 292 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.29 Beşerli kümeler için grafik

**5 erli kümelere ayrılınca gerçek değer ile modelde oluşan 73 adet değer arasındaki grafik**



Şekil 5.30 Beşerli kümelerde gerçek değer ve test değerleri için grafik

MAPE sonuçları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5 %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
%MAPE SONUÇLARI	23,74880233	19,14376203	30,25824403

K-kat çaprazlama yöntemine göre elde edilen toplam %MAPE sonuçları Çizelge 5.6’da verilmiştir.

**Çizelge 5.6** Toplam %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
TOPLAM %MAPE SONUÇLARI	83,93348052	83,82035511	88,56798918

Ortalama %MAPE sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

**Çizelge 5.7** Ortalama %MAPE sonuçları

	4 ERLİ KÜMELERDE	3 ERLİ KÜMELERDE	5 ERLİ KÜMELERDE
ORTALAMA %MAPE SONUÇLARI	16,7866961	16,76407102	17,71359784

Çizelge 5.7’deki sonuçlar dikkate alındığında; K-kat çaprazlama yöntemine göre Matlab programında uygulanmış olan üçerli, dörderli ve beşerli kümelerden yapılan tahmin sonuçlarında ortalama mutlak hata yüzdesinin önce üçerli sonra dörderli en son olarak da beşerli kümelerde daha az olduğu görülmektedir.

## 5.2. Öneriler

Araştırmamızda, bir yıllık güneş enerji santrali verilerinin Matlab ANFIS uygulamasında ne kadar doğru sonuçlar sağlayacağını belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, güneş enerji santralini en az etkileyen faktörün ne olduğunu belirlemek için MİNİTAB programından yararlanılmış ve bu faktör, tahmin analizine dahil edilmemiştir. Bu faktörün belirlenmesinde korelasyon yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın ilk aşamasında, verilerin tamamı eğitim ve test için ayrılmadan önce, K-kat çaprazlama olmaksızın doğrudan Matlab'a yüklenmiş ve ANFIS ile çıktı verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Küme sayısı arttıkça hata oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak, bu sonuçlar, makinenin doğrudan veriye erişerek öğrenmesi ve tahmin etmesi nedeniyle gerçek verilere oldukça yakın sonuçlar verdiği düşüncesine yol açmıştır. Eğer K-kat çaprazlama yöntemi kullanılmadan doğrudan Matlab programından tahmin yapılacak olsaydı, eğitim ve test için ayrılmış olan veri seti yerine tüm verilerin doğrudan yüklenmesi gerekecekti ve bu şekilde gerçeğe daha yakın sonuçlara ulaşılabilecekti. Ancak, amacımız K-kat çaprazlamada olduğu gibi az veriyle en doğru

sonuca ulaşmak olduğundan, veri setinin bir kısmı test için ayrılarak K-kat çaprazlama yönteminden faydalanılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında, K-kat çaprazlamadan faydalanabilmek için eğitim ve test verileri olarak tüm veriler ayrılmıştır. Bu ayırım sırasında, farklı kombinasyonlar oluşturularak K-kat çaprazlama için çeşitli varyasyonlar denenmiştir. İlk olarak, verilerin ilk 292'si eğitim için ayrılırken kalan 73 veri test için ayrılmıştır. Ardından, ilk 219 veri eğitim ve sonraki 73 veri test olarak ayrılmış, kalan 73 veri ise eğitim için kullanılmıştır. Bu işlem, ilk 146 veri eğitim, sonraki 73 veri test ve kalan 146 veri tekrar eğitim için ayrılarak devam etmiştir. Son olarak, ilk 73 veri eğitim olarak belirlenirken sonraki 73 veri test için ayrılmış ve kalan 219 veri eğitim amacıyla kullanılmıştır. Bu varyasyonlar arasında üç, dört ve beşerli kümeler oluşturulmuş ve tahmin sonuçları incelenmiştir. Bulgulara göre, küme sayısı arttıkça hata oranının azaldığı, ancak küme sayısını daha da artırmanın hata oranının artmasına neden olduğu gözlemlenmiştir.

K-kat çaprazlama yönteminde belirli değerlerde kısımlara ayırma işlemi yapıldığı için ve her tahmin denemesinde belirli bir kısmın eğitim ve test için kullanılması gerektiğinden, daha fazla kümeleme çapraz denetimde başarısız oldu. Küme sayısını azaltarak veya artırarak tahmin değerinin gerçeğe daha yakın olmasını sağlamak mümkün olabilir. Elde edilen verilere göre, en yakın sonucun kaç küme sayısına ayrıldığında elde edildiği belirlenebilir. Bunun yanı sıra, küme sayısını artırmak daha yakın sonuçlar elde etmek için bir çözüm olabilir, ancak belirli bir noktadan sonra hata oranının yeniden artmaya başlayacağı unutulmamalıdır. İkinci çalışmada, eğitim için kullanılan örneklerin genel hava, panel sıcaklık ortalaması ve ışıma ortalamalarının, tahmin edilmeye çalışılan son 73 test verisindeki değerlerden daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu bakımdan, eğitim verileri yaz aylarına ağırlık veriyorsa, test verilerinde kış aylarında üretimi tahmin etmede başarısız olmuştur.

Bu analizin yanı sıra, üçüncü bir çalışma yapılmış ve bu çalışmada 292 adet eğitim verisi ve 73 adet test verisi seçilmiştir. Test verileri arasından seçilen 73 veri her aydan ortalama 6 adet olacak şekilde alınmıştır. Kalan 292 adet ise eğitimde kullanılmıştır. Bu yöntemle yapılan tahminlerde, kümeleme sayısı arttıkça hata oranlarının azaldığı gözlemlenmiştir. Üçlü kümeleme için %16.178, dördü kümeleme için %15.34 ve beşli kümeleme için %15.02 gibi yüzde hata oranları elde edilmiştir. Sonuç olarak, hangi mevsim veya ay olursa olsun, tahmin edilecek aya yakın değerlerden faydalanarak, bireyler K-kat çaprazlamayla o ay için uygun panel ve hava sıcaklığı ile ışıma değerlerini

kullanarak Matlab ANFIS ile kümeleme sayısını artırarak üretim santrali tahmin sonuçlarına ulaşabilirler.

Bu tahminler, güneş enerji santrali kurmayı planlayan yatırımcılar için değerli bir araç olabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, değişken faktörlere bağlı hava durumu verileriyle güneş enerji santralinin ne kadar üretim yapabileceği öngörülebilir hale gelir. Bu analizler, yatırımcılara güneş enerji santrali kurulumu için uygun bölgelerin seçimi konusunda ve hava durumu gibi faktörlerin üretim değerini ne ölçüde etkileyeceği hakkında fikir verir. Bu sayede, santralin ne kadar sürede kendini amorti edebileceği veya yıllık tüketim miktarının ne kadarını karşılayabileceği konusunda bilgi sahibi olunabilir. Bu tahminler, yatırımcılara daha bilinçli kararlar almalarına yardımcı olabilir ve güneş enerjisi sektöründeki yatırımların etkinliğini arttırabilir.

Bu araştırma, güneş enerji santrali üretim değerlerinin tahmininde kullanılan etkili ve uygulanabilir bir yöntemi ortaya koymaktadır. Ayrıca, yukarıda önerilen stratejilerden yararlanarak, sadece güneş enerji santrali üretim verileri değil, aynı zamanda diğer tahmin gerektiren durumlarda da ANFIS uygulamasından faydalanılabilir ve çeşitli yöntemlerde uyarlanabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Acar, M. (2022). Edirne İli Güneş Enerji Potansiyelinin Araştırılması Ve Örnek Bir Güneş Enerji Santrali Analizi.
- Aktaş Pınar Atak. (2019). Design Optimization Of Transformer Placement In Electric Power Distribution. May, 100.
- Araştırmalar, T. E. (2022). *Aylık Enerji Bülteni*. 1–7.
- Arslan, F., & Uzun, A. (2017). *Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sosyal Kabul Boyutu*. 95–116.
- Ata, R. (2009). *An adaptive neuro-fuzzy inference system approach for prediction of power factor in wind turbines*. *Istanbul University - Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 9(1), 9.
- Ateş, S. (2020). *Entropi Temelli Topsis, Aras Ve Moosra Yöntemleri İle Güneş Enerji Santrali Kuruluş Yeri Seçimi*.
- Avcı E., Turkoglu İ., P. M. (2006). *The Performance Analysis of*. 97, 105.
- Ayran, Z. A. (2019). *Kütahya İli Güneş Enerji Potansiyelinin Araştırılması Ve Örnek Bir Güneş Enerji Santralinin Ekonomik Analizi*.
- Azadeh, A., Saberi, M., Gitiforouz, A., & Saberi, Z. (2009). *A hybrid simulation-adaptive network based fuzzy inference system for improvement of electricity consumption estimation*. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11108–11117.
- Bagheri, A., Mohammadi Peyhani, H., & Akbari, M. (2014). *Financial forecasting using ANFIS networks with Quantum-behaved Particle Swarm Optimization*. *Expert Systems with Applications*, 41(14), 6235–6250.
- Boyacioglu, M. A., & Avcı, D. (2010). *An adaptive network-based fuzzy inference system (ANFIS) for the prediction of stock market return: The case of the Istanbul stock exchange*. *Expert Systems with Applications*, 37(12), 7908–7912.
- Cura, T. (2004). *Karar Verme Aracı Olarak Yapay Sinir Ağları ve Yapay Sinir Ağları ile Portföy Optimizasyonu* (p. 312).
- Çakıroğlu vd. (2011). *Çelik Lif Katkılı Betonların Tahribatsız Deney Yöntemleriyle Elde Edilen Basınç Dayanımının Anfis Metoduyla Tahmini*. 3(3), 14–22.
- Çelebi, Ö. (2019). *Endüstriyel Çatı Uygulamalı Bir Güneş Enerji Santralinin Teorik Ve Gerçek Zamanlı Enerji Üretim Değerlerinin İncelenmesi Ve Ekonomik Analizi*.
- Çelik. (2015). *Anfis Yöntemi İle Hava Sıcaklık Tahmininin Modellenmesi*. *Ekp*, 13(3), 121.

- Çıkla, R. (2020). *Samsun İlinde Kurulu Şebekeye Bağlı Bir Güneş Enerji Santralinin Performansına Gölgeleme Etkisinin İncelenmesi*.
- Dağlı ve Sevim. (2015). *Petrol Fiyatlarının İşletme Yatırımları Üzerine Etkisi : Türkiye Petrokimya İşletmeleri Örneği*. 14.
- Demir, B. K. (2022). *Fotovoltaik Güç Sistemlerinde Performansı Etkileyen Parametrelerin İncelenmesi: Bayburt Güneş Enerji Santrali Örneği*.
- Demirel, Ö., Kakili, A., & Tektaş, M. (2010). *ANFIS Ve Arma Modelleri İle Elektrik Enerjisi Yük Tahmini*. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(3), 0.
- Deniz ve Atik. (2007). *Güneş Işınım Şiddeti Tahminlerinde Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analiz Yöntemleri Kullanımının İncelenmesi*. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 27(2), 15–20.
- Erdal, C. (2008). *Bulanık Mantık Ve Förmaların Başarı Kriterlerinin Tanımlanarak Bulanık Mantık İle Ölçülmesinin Bir Uygulaması*.
- Eren. (2010). *Evsel atıklardan elde edilen elektrik enerjisinin yapay sinir ağları kullanılarak tahmini*.
- Ergün, S., & Atay Polat, M. (2012). *Nükleer Enerji ve Türkiye'ye Yansımaları*. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 34–58.
- Erkaymaz ve Yaşar. (2011). *Yapay Sinir Ağı İle Hava Sıcaklığı Tahmini*. *September*, 22–24.
- Görgel, P., Sertbas, A., & Turusbekova, A. (2013). *Classification of breast masses using ANFIS-based fuzzy algorithms: A comparative study*. *Istanbul University - Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 13(1), 1605–1611.
- Güç. (2016). *Bilecik İli İçin Güneş Enerjisi Analizi Ve Yapay Sinir Ağları İle Hava Sıcaklığı Tahmini*.
- Güler, İ., & Übeyl, D. (2004). *Çok katmanlı perseptron sinir ağları ile diyabet hastalığının teşhisi*. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 8.
- Gündüz, M. S. (2019). *Bir Fotovoltaik Güneş Enerjisi Santralinin Tekno-Ekonomik Analizi; Kütahya-Simav Örneği*.
- Güneri, A. F., Ertay, T., & Yücel, A. (2011). *An approach based on ANFIS input selection and modeling for supplier selection problem*. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14907–14917.

<https://enerji.gov.tr/>

<https://enerjimar.com/mppt-sarj-kontrol-cihaz-nedir>

<https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>

<https://karavanmalzemeleri.com.tr/products/dc-sigorta>

<https://www.aydinlatma.org/monokristal-ve-polikristal-gunes-panelleri-arasindaki-fark-nedir.html>

<https://www.bbc.com/turkce/articles/cmmeldey0qeo>

<https://www.dogadergisi.com/ruzgar-enerjisi/>

<https://www.elektrikde.com/hidroelektrik-santral-hes-nedir/>

<https://www.gezegensolar.com/blog/icerik/solar-sektorun-kurtaricisi-lityum-iyon-aku-nedir>

<https://www.milenerjieticaret.com/twi-30-amper-karavan-tipi-solar-sarj-regulatoru-pwm>

<https://www.hmi.com.tr/19-biyokutle-enerji-uretim-santral-otomasyonu--blog-detay>

<https://www.kampa.com.tr/urun/jelpower-12-volt-102-ah-solar-jel-aku>

<https://www.ntv.com.tr/ekonomi/ucuz-komur-sagliga-zararli,Jw22YWtrrkG18CpSNyT29g>

<https://www.star.com.tr/ekonomi/bolge-adeta-petrol-denizi-yeni-mujde-icin-geri-sayim-basladi-haber-1802849/>

<https://www.surdurulebiliruretim.com/denizin-yenilenebilir-enerji-kaynagi-dalga/>

(<https://www.tr724.com/reuterskaradenizde-tuna-1-kuyusunda-800-milyar-metrekup-dogalgaz-bulundu/>)

Hocağlu ve Kurban. (2003). *Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Mantık Çıkarım Sistemi İle Eskişehir Bölgesi İçin Güneşlenme Süreleri Tahmini*. 4.

Işık ve İnallı. (2011). *Tunceli İli İçin Güneş Işınımının Yapay Sinir Ağları İle Tahmini*. July, 1–7.

İsen. (2017). *ANFIS Ve Bulanık C-Ortalamlar Yöntemleri Tabanlı Çok Kriterli Envanter Sınıflandırma Modeli*.

Jang, J. R. (1993). *ANFIS : Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System*. 21(3).

Jang ve ark. (2000). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing* (p. 640).

Kahraman, A. B. (2022). *Ankara İlinde Çatı Tipi Bir Güneş Enerji Santralinin Tasarımı, Simülasyonu Ve Ekonomik Analizi*.

- Kanat, H. (2019). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Yatırımlarını Etkileyen Faktörler: Konya Güneş Enerjisi Yatırımları Analizi. Selçuk Üniversitesi SosyaBilimlerEnstitüsü İşletme AnBilim Dali, 1(1), 93.*
- Karadağ Erhan. (2012). *Matlab Portföy En İyileştirme Aracı Ve Örnek Uygulamaların Matlab Platformundan Bağımsız (Standalone) Halde Hazırlanması. August, 127.*
- Karataş, Y. (2021). *Mikro İklim Verilerinin Yüzer Güneş Enerji Santrali Üretimine Etkisinin İncelenmesi.*
- Kaya ve ark. (2015). *Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. Mühendis ve Makina, 56(668), 36-47.*
- Kaya, M. (2018). *Eksik Akarsu Verilerinin ANFIS İle Tamamlanması.*
- Kayıoğlu ve ark. (2019). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları. 15(2), 61-65.*
- Kesenek, M. (2018). *Güneş Enerji Santralının Ulusal Şebekeye Entegrasyon Etkilerinin İncelenmesi.*
- Kılıç ve ark. (2016). *Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerjinin İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi: 28 OECD Ülkesi Üzerine Ampirik Bir Çalışma. 1-12.*
- Kutluca, M. (2020). *Şebekeden Bağımsız Mikro Güneş Enerji Santralının Tasarımı Ve Analizi.*
- Lu, W., Ling, Y., Song, A., Ding, W., Zhao, X., & Zeng, H. (2014). *Vibration Frequency Adaptive Control of the Flexible Sampling Robot based on ANFIS. International Journal of Control and Automation, 7(3), 37-52.*
- Odyakmaz. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Santrallerde Enerji Üretimi Ve Denetimi.*
- Orun, A. F. (2021). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler Ve Yenilenebilir Enerjinin Ekonomik Etkileri .*
- Özkan, G., & Inal, M. (2014). *Comparison of neural network application for fuzzy and ANFIS approaches for multi-criteria decision making problems. Applied Soft Computing Journal, 24, 232-238.*
- Özmen Cevdet. (2019). *Lisansüstü Programlara Öğrenci Alımlarında Bulanık Mantık Yaklaşımı (p. 27).*
- Özpınar. (2007). *Yenilenebilir Enerji Santrallerinde Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Enerji Üretiminin Modellenmesi Ve Planlanması. YÖK Tez Merkezi.*
- Öztürk, H. (2021). *Bir Güneş Enerji Santralının Üretim İle Simülasyon Değerlerinin Karşılaştırılması Ve Kayıp Analizi: Beştepe Enerji Örneği.*

- Öztürk, M. A. (2023). *Güneş Enerji Santrali Enerji Üretimi Ve Maliyet Analizi*.
- Sharma, S., Srivastava, P., Fang, X., & Kalin, L. (2015). *Performance comparison of Adoptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) with Loading Simulation Program C++ (LSPC) model for streamflow simulation in El Niño Southern Oscillation (ENSO)-affected watershed. Expert Systems with Applications, 42(4), 2213–2223.*
- Solğun. (2019). *Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Güneş Enerji Santrali Kurulabilecek Alanların Belirlenmesi: Adıyaman Besni Örneği. Progress in Retinal and Eye Research, 561(3), S2–S3.*
- Sulan, F. (2022). *Şebeke Bağlantılı Güneş Enerji Santralinin Güç Verimliliğinin Performans Analizi Ve Tahmini*.
- Şenocak, F. (2018). *Elektrik Piyasa Takas Fiyatı Ağırlıklı Ortalamasının Anfis Ve Yapay Sinir Ağları İle Tahmini*.
- T. Rasmana, S., K. Suprpto, Y., & E. Purnama, K. (2013). *Color Clustering in the Metal Inscription Images Using ANFIS Filter. Telkomnika, 11(3), 529–536.*
- Turan, A. (2019). *Maksimum Güç Noktası İzleme Sistemine Sahip 500 Kw Gücünde Şebeke Bağlantılı Bir Güneş Enerji Santralinde Kısmi Gölgeleştirmenin Üretim Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*.
- Turan, E. (2018). *Yüksek Gerilim İzolatörlerinde Yüzeysel Kaçak Akımların Anfis İle Hesaplanması*.
- Türkyılmaz, A. (2023). *Çatı Uygulamalı Bir Güneş Enerji Santralinin Farklı Yazılımlarda Optimizasyon Çalışması: Bursa Örneği*.
- Urcan. (2022). *Van İline Ait İleriye Dönük Sıcaklık Tahmini. 8.5.2017, 2003–2005.*
- Üçgül İ., Selbaş R., Kızılkın Ö., Senol R., K. H. (n.d.). *Elektrik Enerjisi Üretiminde Güneş Kulesi Sisteminin Yapay Sinir Ağlarıyla Modellenmesi. 12.*
- Ürker ve Çobanoğlu. (2012). *Türkiye’de Hidroelektrik Santraller’in durumu ( HES ’ ler ) ve çevre politikaları bağlamında değerlendirilmesi Okan Ürker Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı Doktora Programı Gazi Üniversitesi ,. 25.*
- Ürün, E., & Soyu, E. (2016). *Türkiye’nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir değerlendirme. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı, 31–45.*
- Wang, W. C., Chau, K. W., Cheng, C. T., & Qiu, L. (2009). *A comparison of performance of several artificial intelligence methods for forecasting monthly discharge time series. Journal of Hydrology, 374(3–4), 294–306.*

Wei Lu, Y. L.-G.-M.-L. (2005). *Vibration Frequency Adaptive Control of the Flexible Sampling Robot Based On ANFIS. International Journal of Control and Automation.*

[www.mevzuat.gov.tr](http://www.mevzuat.gov.tr)

Yeşilnacar. (2011). *Bilecik İlinin Yapay Sinir Ağları İle Rüzgâr Hızı Basınç Ve Sıcaklık Tahmini.*

Ying, L. C., & Pan, M. C. (2008). *Using adaptive network based fuzzy inference system to forecast regional electricity loads. Energy Conversion and Management, 49(2), 205–211.*

Yıldız Fatih. (2017). *Matlab Programının Doğrusal Olmayan Deprem Analizleri İçin Paralel Programlamaya Uygunluğunun Araştırılması. Universitas Nusantara PGRI Kediri, 01, 143.*

Zhu, F., & Wu, Y. (2014). *A rapid structural damage detection method using integrated ANFIS and interval modeling technique. Applied Soft Computing, 25, 473–484.*