



T.C.

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

**SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ELEKTRİK TÜKETİM
TAHMİNİ: YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANARAK
MODEL KURMA**

MUSTAFA AYDINLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Bilim Dalı

DANIŞMAN:

PROF. DR. AHMET ERGÜLEN

KONYA-2018

 KONYA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	---

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Mustafa AYDINLI
	Numarası	16811101024
	Ana Bilim / Bilim	İŞLETME / İŞLETME
	Programı	Yüksek Lisans
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN
	Tezin Adı	SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ: YAPAY SINIR AĞLARI KULLANARAK MODEL KURMA

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ: YAPAY SINIR AĞLARI KULLANARAK MODEL KURMA” başlıklı bu çalışma 25 / 6 / 2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Unvanı / Adı Soyadı

Tez Danışmanı: **Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN**
Necmettin Erbakan Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Prof. Dr. Erkut DÜZAKIN**
Çukurova Üniversitesi

Jüri Üyesi: **Dr. Öğr. Üyesi Ümran Münire KAHRAMAN**
Necmettin Erbakan Üniversitesi

İmza





Teslim Tarihi: 31.05.2018

Savunma Tarihi: 25.06.2018

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 171352001 nolu proje ile desteklenmiştir.



Sevgili Annem ve Babama,

 KONSA	T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü	 SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
--	---	---

Bilimsel Etik Sayfası

Öğrencinin	Adi Soyadı	Mustafa AYDINLI	
	Nomrası	1681101024	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme / İşletme	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans	X
		Doktora	
Tezin Adı	SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ: YAPAY SINIR AĞLARI KULLANARAK MODEL KURMA		

Bu tezin hazırlanmasında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Öğrencinin Adı Soyadı
İmzası
Mustafa AYDINLI

ÖZET**YÜKSEKLİSANS TEZİ****SOĞUTMA SİSTEMLERİNDE ELEKTRİK TÜKETİM TAHMİNİ: YAPAY
SİNİR AĞLARI KULLANARAK MODEL KURMA****Mustafa AYDINLI****Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı
İşletme Bilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****2018, xi +79 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****Prof. Dr. Erkut DÜZAKIN****Dr. Öğr. Üyesi Ümran Münire KAHRAMAN**

Soğuk depolama, bir ürünün daha sonra değerlendirebilmek için kalitesini koruyacak koşullar oluşturarak muhafaza altına alınmasıdır. Soğuk depolama ekonomik bir girişimdir ve üründen daha yüksek kazanç sağlamayı hedefler. Depolama, ürünün pazarlama süresini uzatarak, geç mevsimde azalan sunuya(arza) karşılık, yükselen fiyatlardan yararlanma imkanı sağlar.

Günümüzde soğutma üstün mühendislik teknolojileri ile desteklenerek büyük bir endüstri ve beraberinde çok karlı bir sektöre dönüşmüştür. Ülke ekonomilerini kökten etkileyebilecek bir rolü üstlenen modern soğuk hava depolarının elektrik tüketim koşulları, ne kadar verimli çalıştıkları konusunu gündeme getirmiştir. Soğutma gruplarının büyük güçte makinelerden oluşması nedeniyle bugünün enerji fiyatlarıyla, soğutma gruplarının ilk yatırım maliyetleri arasındaki ilişkiye kabaca baktığımızda; soğutma grubunun bir yılda tükettiği elektrik enerjisinin, yaklaşık olarak ilk alım fiyatının %20-30'larına denk geldiği görülmektedir.

Enerji verimliliği, Avrupa Birliği'nin "Avrupa 2020" stratejisinin en önemli akıllı, sürdürülebilir, kapsamlı büyüme ve etkin ekonomiye geçişi için anahtar öneme sahiptir. Avrupa Birliği 2020 yılı hedefleri arasında, enerji tüketiminden %20 tasarruf etmek de vardır. Bu hedef, komisyonun "Communication on Energy 2020" başlığında uzun vadeli enerji ve iklim değişikliği hedefleri için önemli bir adım olarak tanımlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda özellikle cihazlarda ve binalarda önemli adımlar atılmaktadır. Nesnelerin interneti kavramının, hayatımıza girmesi ile birlikte soğutma makinelerinde de yeni nesil akıllı kumanda teknolojileri ile enerji verimliliği konusunda önemli mesafe kat edilmiştir.

Bu çalışmada; öncelikle soğutma sistemleri ve yardımcı elemanları incelenmiştir. Böylelikle farklı mühendislik geçmişine sahip kişilerin ortak dilinin oluşturulması, tartışmaların, çalışmaların ve çözümlerin onun üzerinde yürütülmesi hedeflenmiştir. Sonrasında bir soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim verileri kullanılarak günlük toplam elektrik tüketimini tahmin eden bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli geliştirilmiştir. Tahmin modelinden elde edilen sonuçlar, mevcut tüketim verileri ile karşılaştırılarak sistemin enerji tasarrufu sağlaması ile ilgili ileri çalışma yöntemleri konusunda önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Tüketim Tahmini, Soğutma Sistemleri,
Model Kurma.

ABSTRACT**MBA THESIS****COOLING SYSTEM THE ELECTRICITY CONSUMPTION ESTIMATED:
USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS****Mustafa AYDINLI****THE GRADUATE SCHOOL OF SOCIAL SCIENCE OF NECMETTIN
ERBAKAN UNIVERSITY****THESIS ADVISOR****Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****2018, xi + 79 Page****Jury****Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN****Prof. Dr. Erkut DÜZAKIN****Dr. Ümran Münire KAHRAMAN**

Cold storage, later to be kept to evaluate a product by creating conditions that will protect the quality. Higher earnings from cold storage and the product is an initiative that aims to provide economic. By extending the duration of storage product marketing, the presentation was declining late in the season(to the earth) correspond, provides the opportunity to benefit from rising prices.

Nowadays, it's a big industry with superior engineering and refrigeration technologies with the support of a very profitable industry has become. A role that could fundamentally affect the economy of the country the electricity consumption of the conditions of modern cold storage, has raised the topic of how much productive work. Due to the formation of a cooling machine of great power with today's energy prices, cooling when we look at the relationship between initial investment costs of roughly; the cooling of the electrical energy it consumes in a year the first group purchase price is approximately 20-30% it is seen that it corresponds them.

For energy efficiency the European Union's "Europe 2020" strategy the most important of smart, sustainable and inclusive growth has a key importance for the transition to efficient economy. Among the targets the European Union 2020, 20% of

energy consumption to save. This target the Commission's Communication ' Energy 2020 ten” in the title long-term energy goals and climate change has been described as an important step. For this purpose, particular devices and has taken important steps in the building. The new generation of cooling machines of objects of the internet into our lives with intelligent control technologies and energy efficiency in a considerable distance has been covered.

In this study, first, cooling systems, and auxiliary elements were investigated. Thus, the creation of the common language of people who have different engineering backgrounds, debates, and studies to be conducted on targeted its solutions. Afterwards, a cold weather plant that predicts total daily electricity consumption the electricity consumption data using artificial neural networks (Ann) model has been developed. The results from the model prediction, the current consumption of the system by comparing it with data related to the energy savings made suggestions about the methods of advanced study.

Keywords: Artificial Neural Networks, Estimation of Consumption,
Cooling Systems, Model Design

ÖNSÖZ

İlim tercüme ile olmaz, tetkikle olur.
Atatürk

Bu çalışmada, öncelikle endüstriyel soğutma sistemlerini oluşturan mekanik bileşenlerin enerji tasarrufuna etkileri incelenerek detaylandırılmıştır. Sonrasında soğutma sistemlerinde kontrol teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte elde edilebilecek tasarruflar ile ilgili enerji verimliliğinin tahmin edilebileceği bir Yapay Sinir Ağları modeli geliştirilmiştir. Karar vericiler çeşitli senaryo veya gerçek değerleri bu model üzerinde deneyebilecek ve soğutma sistemlerinde enerji verimliliğini tahmin edebilecektir.

Çalışmam boyunca değerli fikirlerini paylaşarak çalışmama yön veren ve her konuda desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi İşletme Bölümü Sayısal Yöntemler Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ahmet ERGÜLEN'e, Cantek Group Yönetim Kurulu Başkanı Makine Mühendisi Can Hakan KARACA'ya, Yeğenim Havva KOÇ'a teşekkürü borç bilirim.

Bu günlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve öğrenim hayatım boyunca her türlü imkanı bana sunan annem Nazlı AYDINLI ve babam Durmuş Ali AYDINLI' ya göstermiş oldukları destekten dolayı teşekkür ederim.

Haziran, 2018

Mustafa AYDINLI

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
EKLER LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Tez Planı	1
1.3 Literatür Araştırması	2
2. SOĞUTMA SEKTÖRÜ	5
2.1 Tarihçe	5
2.2 Soğutma Çevrimi	6
2.3 Soğutma Sistemleri Temel Elemanları	7
2.3.1 Kompresörler	7
2.3.2 Kondenserler	8
2.3.3 Evaporatörler	8
2.4 Soğutma Sektörünün Nesnelerin İnterneti Tabanlı Ürünlere Geçişi	9
2.4.1 Nesnelerin İnterneti Kavramı	9
2.4.2 Nesnelerin İnterneti Katmanları	11
2.4.3 Uygulama Alanları	12
2.4.3.1 Akıllı Şehir Uygulamaları	12
2.4.3.2 Sağlık Hizmetleri	13
2.4.3.3 Askeri Uygulamalar	14
2.4.3.4 Tarım Uygulamaları	15
2.4.4 Kontrol Sistemleri ve Verimlilik	16
2.4.5 Kontrol Bileşenleri	17
2.5 Soğutmada Yeni Nesil Kontrol Metodları	17
2.5.1 Standart Kumandalar	18
2.5.2 Yeni Nesil Akıllı Kumandalar	18
2.5.3 İzleme, Servis ve Enerji Yönetimi	19
2.5.4 Akıllı Soğuk Depo Yönetimi	19
3. YÖNTEM	21
3.1 Yapay Zekanın Tanımı	21
3.1.1. Yapay Zekanın Tarihçesi	22
3.1.2. Zeka Testleri	23
3.1.3. Beyin İşleyişi	23
3.1.4. Yapay Zeka ile Doğal Zekanın Karşılaştırılması	24
3.2. Yapay Zekanın Temelleri	25
3.2.1. Uzman Sistemler	25
3.2.2. Robotik	25
3.2.3. Bilgisayar Görüsü	26
3.3. Yapay Sinir Ağları	26
3.4. Tarihsel Gelişim	27
3.5. Biyolojik Sinir Hücresi ve Öğrenme	29

3.6. Yapay Sinir Ağlarının Ana Öğeleri	31
3.7. Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Avantajları ve Dezavantajları	33
3.7.1. Yapay Sinir Ağlarının Avantajları	33
3.7.2. Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları	33
3.8. YSA Yazılımları.....	34
3.9. Ağ Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları Modelleri	34
3.9.1. İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları.....	34
3.9.2. Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları	35
3.10. Yapay Sinir Ağlarının Tasarımı	36
3.10.1. Yapay Sinir Ağları Ağ Yapısının Seçilmesi	36
3.10.2. Öğrenme Algoritmasının Seçilmesi	37
3.10.3. Ara Katman Sayısının Belirlenmesi	38
3.10.4. Nöron Sayısının Belirlenmesi	38
3.11. Yapay Sinir Ağlarının Uygulama Alanları	38
3.11.1. Sınıflandırma.....	39
3.11.2. Kümeleme	39
3.11.3. Örüntü Tanıma	39
3.11.4. Fonksiyon Yaklaşımı.....	39
3.11.5. Optimizasyon	40
3.12. Yapay Sinir Ağları Uygulamalarında MATLAB Kullanımı	40
3.12.1. MATLAB Yapay Sinir Ağları Fonksiyonları.....	40
3.12.2. Fonksiyonların Kullanımı	41
4. UYGULAMA.....	43
4.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	43
4.2. Çalışma Yöntemi	43
4.3. Tahmin Sürecinin Planlanması.....	44
4.4. Veri Setinin Hazırlanması	45
4.5. Uygulama Akış Şeması.....	48
4.5.1. Yapay Sinir Ağları Modeli ile Tüketim Tahmininin Yapılması.....	48
4.5.2. Model Tasarımı	49
4.5.2.1. Lineer Normalizasyon	50
4.5.2.2. Max - Min Normalizasyon	51
4.6. Veri Setinin Oluşturulması	52
4.7. MATLAB Uygulama Arayüzü	57
4.8. Model Tasarım Parametreleri	68
4.9. Tahmin Sonuçlarının Değerlendirilmesi	68
4.10. Uygulama Performansının Değerlendirmesi	70
SONUÇ VE ÖNERİLER	72
KAYNAKÇA	74
EKLER	76
ÖZGEÇMİŞ.....	79

KISALTMALAR

ANN	Artificial Neural Network
ARIMA	Auto-Regressive Integrated Moving Average
ÇKA	Çok Katmanlı Algılayıcı
LVQ	Learning Vector Quantisation
MAPE	Mean Absolute Percentage Error
MAE	Mean Absolute Error
MSE	Mean Squared Error
MLP	Multi Layer Perceptron
PSO	Particle Swarm Optimization
RBN	Radyal Based Network
XOR	eXclusive OR
YSA	Yapay Sinir Ağları
Ç.K.A.	Çok Katmanlı Algılayıcı
Ç.K.Y.S.A.	Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı
G.B.Y.S.A.	Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı
G.Y.Ö.A.	Geri Yayılım Öğrenme Algoritması
H.K.O.	Hata Kareler Ortalaması
Ğ.B.Y.S.A.	Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. YSA Yazılımları	35
Tablo 4.2. Ağ Türleri ve Başarılı Oldukları Alanlar	37
Tablo 5.1. Değişkenlerin Belirlenmesi	45
Tablo 5.2. Soğuk Oda Elektrik Tüketimi Dağılımları	46
Tablo 5.3. Girdi ve Çıktı Değişkenlerine ait Fonksiyonel Dağılımlar	49
Tablo 5.4. Soğutulan Mahaldeki Elektrik Tüketimleri (kWh)	53
Tablo 5.5. Tüm Mahaldeki Günlük Toplam ve Ortalama Elektrik Tüketimleri(kWh)	54
Tablo 5.6. Normalizasyon Verileri	55
Tablo 5.7. Maksimum ve Minimum Değerler.....	56
Tablo 5.8. Devrik Dönüşüm Verileri	56
Tablo 5.9. Model Tasarım Parametreleri	68
Tablo 5.10. Uygulama Sonuç Tablosu.....	69
Tablo 5.11. Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Karşılaştırması(kWh)	70
Tablo 5.12. Hata Kareleri Ortalaması.....	71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	İlkel Gıda Depoları	5
Şekil 2.2.	Soğutma Çevrimi.....	7
Şekil 2.3.	Kompresör Tipleri	8
Şekil 2.4.	Hava Soğutmalı Kondanser Tipleri	8
Şekil 2.5.	Evaporatör Tipleri	9
Şekil 2.6.	Nesnelerin İnterneti Kavramı	10
Şekil 2.7.	Nesnelerin İnterneti Katmanları	11
Şekil 2.8.	Akıllı Şehir Uygulamaları İçin Bazı IoT Uygulamaları	13
Şekil 2.9.	Sağlık Hizmetleri Uygulamaları İçin Bazı IoT Uygulamaları	14
Şekil 2.10.	Askeri Uygulamalar İçin Bazı IoT Uygulamaları	15
Şekil 2.11.	Tarım Alanında Bazı IoT Uygulamaları.....	16
Şekil 2.12.	Standart Tip Kontrolörler.....	18
Şekil 2.13.	Yeni Nesil Akıllı Kumandalar.....	18
Şekil 2.14.	Merkezi Sistemlerde Akıllı Kontrolör Uygulaması	20
Şekil 4.1.	Sinir Sisteminin Bölümleri.....	24
Şekil 4.2.	Bir Sinir Hücresinin Yapay Modeli.....	29
Şekil 4.3.	Yapay Nöron Modeli	30
Şekil 4.4.	Yapay Sinir Hücresi.....	31
Şekil 4.5.	İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı	35
Şekil 5.1.	Soğuk Oda Elektrik Tüketimi Dağılımları.....	47
Şekil 5.2.	YSA İle Elektrik Tüketim Tahmin Süreci Akış Şeması	48
Şekil 5.3.	INPUT Verilerinin Programa Yüklenmesi	58
Şekil 5.4.	TARGET Verilerinin Programa Yüklenmesi.....	58
Şekil 5.5.	Data Yönetim Arayüzü Üzerinden Giriş ve Hedef Değişkenlerinin Tanımlanması	59
Şekil 5.6.	NNTOOL Komutunun Kullanımı	59
Şekil 5.7.	Grafiksel Arayüz	60
Şekil 5.8.	Giriş ve Hedef Konfigürasyonlarının Tanımlanması	61
Şekil 5.9.	Giriş ve Hedef Değişkenlerinin Grafiksel Arayüz Katmanında Görüntülenmesi.....	61
Şekil 5.10.	Eğitim Seti Konfigürasyonu ve Özelliklerinin Belirlenmesi	62
Şekil 5.11.	Oluşturulan Yapay Sinir Ağı.....	63
Şekil 5.12.	Öğrenme Konfigürasyonlarının Belirlenmesi	63
Şekil 5.13.	Ağın Eğitimi.....	64
Şekil 5.14.	Eğitim Sürecinin Grafiksel Gösterimi ve Eğitim Performansı	65
Şekil 5.15.	Simülasyon İşlemi	66
Şekil 5.16.	Simülasyon Fonksiyonlarının Tanımlanması.....	66
Şekil 5.17.	Regresyon Sonuçları.....	67

EKLER LİSTESİ

EK.1: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Koridor alanı)	77
EK.2: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Deepfreeze-1)	77
EK.3: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Deepfreeze-2)	77
EK.4: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Fresh Odası)	78
EK.5: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -1)	78
EK.6: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -2)	78
EK.7: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -3)	79
EK.8: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -4)	79
EK.9: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -5)	79

1. GİRİŞ

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı; Soğutma sistemlerinde kontrol teknolojilerinin kullanımının, enerji verimliliğine etkisinin ortaya koyulmasıdır. Bu çalışmada, bir soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim verileri kullanılarak ilk aşamada günlük toplam elektrik tüketimini tahmin eden bir Yapay Sinir Ağları (YSA) modeli geliştirilmiştir. Sonrasında gerçek tüketim verileri ile karşılaştırılarak tahmin sonuçlarının gerçek değerlere etkileri incelenmiştir. Bu çalışma ile karar vericilerin çeşitli senaryoları bu model üzerinde deneyebilmelerine imkan verilerek ve yatırım öncesi veya mevcut tesis işletme giderlerine etki edecek şekilde kararlarını etkilemesi düşünülmektedir.

1.2 Tez Planı

Çalışmanın ikinci bölümünde öncelikle soğutma sistemleri ve yardımcı elemanlarına ilişkin genel bilgiler verilmiştir. Böylelikle farklı mühendislik geçmişine sahip kişilerin ortak dilinin oluşturulması, tartışmaların, çalışmaların ve çözümlerin onun üzerinde yürütülmesi sağlanacaktır. Sonrasında da soğutma çevriminin temel bileşenlerini oluşturan donanımsal yardımcı elemanları ile gerçekleştirilen tasarruf metotları incelenmiş ve soğutma sistemlerinde kullanılan nesnelerin interneti tabanlı yeni nesil kumandalara giriş yapılarak özellikle algoritma mantığı ile çalışan soğuk oda kontrol cihazının çalışma prensibine değinilmiştir. Bu aşamada soğutma sistemlerinde yeni nesil kontrol teknolojilerinin enerji verimliliğine etkisine vurgu yapılmıştır.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılacak yöntem hakkında bilgiler verilerek, YSA'nın tanımı yapılmıştır. Daha sonra, literatürde sıkça karşımıza çıkan YSA modelleri hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümü, uygulama bölümü olarak öncelikle YSA yardımıyla bir soğuk hava tesisine ait günlük toplam elektrik tüketim tahmini

uygulaması yapılmıştır. Uygulamada bir soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim verileri kullanılarak YSA modeli oluşturulmuş ve YSA modelinde girdi katmanında kullanılacak değişkenler ile ilgili soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim verileri, farklı tipteki soğuk oda kontrol cihazlarının ölçümünden ortaya çıkan verilerden oluşmuştur. YSA’da çıktı katmanında kullanılacak değişken ise test sonucunda elde edilen fark sonucu olmuştur. YSA yapısı kurulurken çeşitli katman ve nöron sayıları denenerek en uygun sonuçlara sahip yapı seçilmiştir. Bulunan yapı itim kümesinin içerisine dahil edilmemiş veri kümesi yardımıyla test edilmiştir. Test işlemi sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. En son bölümde ise söz konusu çalışma değerlendirilerek, ileride yapılabilecek çalışmalar hakkında öneriler sunulmuştur.

1.3 Literatür Araştırması

Literatür araştırmasında, özellikle yapay sinir ağları ile kısa ve orta vadeli elektrik tüketim tahmini çalışmaları üzerine yoğunlaşmış ve farklı modeller üzerinde yapılan yayınlar incelenmiştir.

(Karaca ve Karacan, 2016) Türkiye’de üretilen elektriğin makul fiyatlarla tüketiciye sunulabilmesi için ne kadar elektrik tüketileceğinin daha önceden tahmin edilmesi ile ilgili bir tahmin modeli üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada elektrik talep tahmini için Çoklu regresyon modeli yöntemine bağlı kalınarak, Visual C# Express program geliştirme ortamı kullanılmış ve Türkiye’nin kişi başı elektrik tüketimi ile yıllar arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak sonuçları ele almışlardır. Çalışmanın sonucunda, elektrik tüketimi / üretimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla miktarı arasında tek yönlü (gayri safi yurtiçi hasıla \rightarrow elektrik tüketim miktarı) ve güçlü bir ilişki bulunmuş ve ekonomik büyüme politikalarının Türkiye’deki elektrik enerjisi tüketimi, talep tahmini, üretim programlarını ve yatırımlarını doğrudan belirleyici faktörlerden birisi olması ile birlikte bu verinin başka ilişkili olabilecek veri setleriyle birlikte kullanılarak elde edilen sonuçların değerlendirilmesinin daha iyi bir talep tahmini tasarlanmasına yardımcı olacağı ortaya konulmuştur.

(Başoğlu ve Bulut, 2017) Türkiye’nin piyasa ve mevsimsel koşulları göz önüne alınarak, yapay sinir ağları ve uzman sistemlerin birlikte kullanıldığı, kısa vadeli elektrik talep tahminlerinde yüksek doğruluk derecesi sağlayan bir hibrit

sistem geliştirmişlerdir. EPSİM-NN adı verilen tahmin sisteminde, günlük ortalama saatlik talep miktarı ve 24 saatlik talep şekli iki farklı yapay sinir ağı kullanarak belirlemişlerdir. Bu ağlardan elde edilen sonuçları birleştirerek günlük talep tahmini elde etmişlerdir. Hesaplanan tahmin değerleri, yakın zaman talep trendlerinin kullanıldığı bir uzman sistemden geçirerek tahminlerdeki hatalar minimize etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda son 10 yılda geręekleşmiş veriler kullanılarak eğitilen sistem kısa dönem elektrik talep tahmini yapmıştır. Geręekleşen üretim değerleri ile karşılaştırıldığında, sistem tarafından hesaplanan tahminlerin yüksek doğruluk derecesine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

(Toker ve Korkmaz, 2005) Türkiye’de elektrik enerjisi piyasası katılımcılarını etkileyen Türkiye kısa süreli saatlik elektrik talebinin tahminlerini değerlendirmişlerdir. Tahmin modelinin oluşumunda verilerin temin edilmesinde tüketim verileri ile diğer veri setleri arasındaki korelasyonların araştırılmasının yapılması ile birlikte yüksek korelasyona sahip verileri kullanmışlardır. Tüm verilerin %80’i model oluşumunda, kalan %20’si ise modelin test edilmesi aşamasında kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda değerlik zaman ölçeklerinde tahmin işlemlerini tekrarlamışlardır. Tahmin sonucuna göre MAPE oranını %2 olarak sonuçlandırmışlardır.

(Yücel ve Namlı, 2017) Binaların enerji performansını belirleyen enerji sistemlerinin verimlilik seviyesini gösteren enerji sınıflarının yapay zeka tabanlı bir tahmin modeli üzerinde çalışmışlardır. Betonarme yapıda çeşitli niteliklerdeki 127 binanın mimari proje ve enerji kimlik belgeleriyle girdi ve çıktı niteliklerini belirleyerek özgün bir veri seti oluşturmuşlardır. Isıtma sınıfı modelinde çok katmanlı yapay sinir ağı(YSA) , Bayes sınıflandırıcı, k-en yakın sınırlandırıcısı ve C4.5 algoritması; soğutma sınıfında ise yalnızca YSA modeli kullanmışlardır. Isıtma sınıflandırma tahmin modelinde ise 127 veriden 117’sinin doğru sınıflandırılmasıyla en yüksek sınıflandırma değerleri olarak %92,126 ‘lık başarı oranını yakalamışlardır.

(Çırak ve Korcak, 2017) binalarda ısıtma için kullanılan kalorifer borularının yalıtımlı ve yalıtımsız durumları için iki ayrı yapay sinir ağı (YSA) modeli ve bina duvarlarının yalıtımlı ve yalıtımsız durumları için iki ayrı YSA modeli olmak üzere toplamda 4 ayrı model kullanmışlardır. Gizli katmanda sigmoid transfer fonksiyonu, çıkış katmanında ise doğrusal transfer fonksiyonu tercih etmişlerdir. Çalışma

sonucunda ağdan elde edilen sıcaklık değerleri gerçekte ölçölen sıcaklık değerleri ile mukayese edilmiş ve sonuçların birbirlerine çok yakın olduğunu gözlemlemişlerdir.



2. SOĞUTMA SEKTÖRÜ

2.1 Tarihçe

Bir maddenin veya ortamın sıcaklığını onu çevreleyen hacim sıcaklığının altına indirmek ve orada muhafaza etmek üzere ısının alınması işlemine soğutma denilebilir.

En basit ve eski soğutma şekli, soğuk yörelerde tabiatın meydana getirdiği buzları muhafaza edip bunları sıcak veya ısısı alınmak istenen yerlere koyarak soğutma sağlanmasıdır. Kışın meydana gelen Kar ve Buz'u muhafaza ederek sıcak mevsimlerde bunu soğutma maksatları için kullanma usulünün M.Ö. 1100 yıllarından beri uygulanmakta olduğu bilinmektedir. Bu uygulamanın bugün dahi yurdumuzun bazı yörelerinde geçerli bir soğutma şekli olduğu görülmektedir. Diğer yandan, eski Mısırlılardan beri geceleri açık gökyüzünü görecektarзда yerleştirilen seramik testilerde suyun soğutulabileceği bilinmektedir. Bu soğutma şekli, gökyüzünün gece karanlıktaki sıcaklığının mutlak sıfır (-273 C) seviyesinde olmasından ve ışıma (Radyasyon) yolu ile ısının gökyüzüne iletilmesinden yararlanılarak sağlanmaktadır. (Özko,2007:1)



(1)



(2)



(3)

1. Birinci dünya savaşı yıllarında gıdalar buz yüklü arabalar ile taşınıyordu.
2. ABD, Wisconsin eyaletinin en büyük şehri Milwaukee'de yer alan ilk endüstriyel soğuk hava deposu.
3. Güney Amerika'nın batı kıyısındaki And Dağlarında halen kullanılmakta olan ilkel depolar.

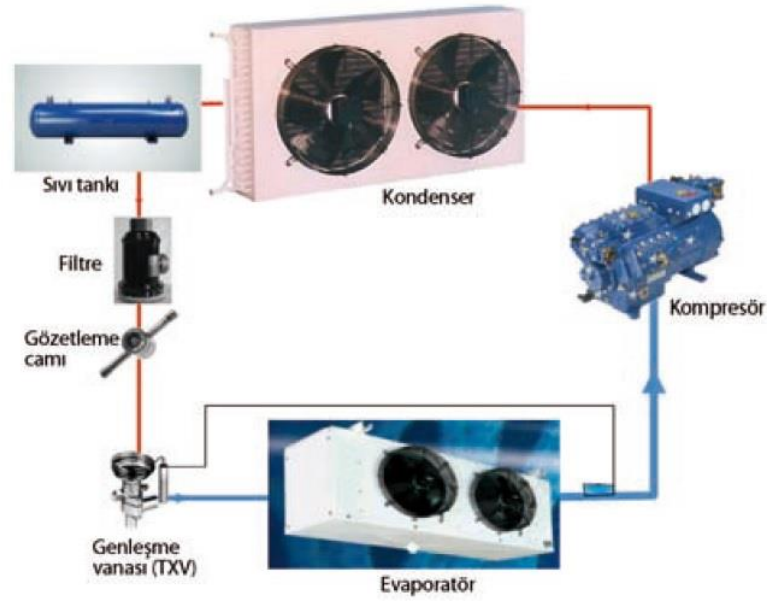
Şekil 2.1.: İlkel Gıda Depoları (Karaca,2015:37)

Günümüzde soğutma, mühendislik disiplini içerisinde önemli bir gelişim kaydetmiştir. Gıdaların muhafazası modern soğuk hava depolarında yapılmaktadır. Günümüzde gıda depolama teknolojileri birbirini izleyen süreçlerin otomatik kontrol sistemleri ile koordinasyonunun gerçekleştiği sistemler bütünü haline dönüşmüştür.

2.2 Soğutma Çevrimi

Soğutma işlemini gerçekleştiren cihazlara soğutma makineleri, çalıştıkları çevrimlere de soğutma çevrimi adı verilir. Bunlar buhar sıkıştırımlı, gaz akışkanlı, absorpsiyonlu ve termoelektrik olarak sıralanabilir. Bu çalışmada buhar sıkıştırımlı soğutma çevrimi ele alınacaktır.

Buhar sıkıştırımlı soğutma çevriminde dört ana eleman bulunur. Bunlar kompresör, kondenser, genişleme vanası ve evaporatördür. Soğutma çevrimi içinde kullanılan akışkana soğutucu akışkan ya da soğutkan adı verilir. Evaporatörden çıkan doymuş buhar, kompresör tarafından emilir ve kondenzasyon (yoğunlaşma) basıncına sıkıştırılır. Bu sırada sıcaklığı da yükselir. Kızgın buhar durumundaki soğutkan, kondensere girer ve evaporatörden alınan ısı ile sıkıştırma işlemi sırasında verilen işin toplamı kadar ısıyı dış ortama aktarır. Bunun sonucunda doymuş sıvı olur ve genişleme vanasına girer. Burada kesit daraltılması sonucu sürtünmenin artması ile evaporatör basıncına kadar basıncı düşürülür. Evaporatör girişinde çoğu sıvı olan sıvı-buhar karışımı dış ortamdan ısı alarak buharlaşır ve kompresör girişine ulaşır. (Devres,2013:14)



Şekil 2.2.: Soğutma Çevrimi (Devres,2013:14)

2.3 Soğutma Sistemleri Temel Elemanları

2.3.1 Kompresörler

Ev tipi klimalardan büyük ticari ve endüstriyel soğutma sistemlerine kadar çoğu soğutma uygulamalarında, buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemleri kullanılmaktadır. Buhar sıkıştırımlı mekanik soğutma sistemlerinin kalbi ise mekanik kompresörlerdir. Mekanik kompresörlerin iki temel fonksiyonu vardır;

- 1) Soğutma sisteminde akışkan dolaşımını sağlamak,
- 2) Evaporatörden alçak basınçta ve kızgın buhar halinde çıkan soğutucu akışkanı emerek yüksek basınçta kondenserde yoğuşmasını sağlamak için sıkıştırma işlemi yapmaktadır.

Soğutma kompresörleri buhar sıkıştırmaya göre tasarlanmıştır. Soğutma kompresörlerine akışkanın sıvı olarak gelmesi istenmez. Sıkıştırma işlemi esnasında kompresörlere sıvı yürümesinin önlenmesi için özel önlemler alınır. (İsa ve Onat,2012:40)



Yarı hermetik
pistonlu kompresör

Hermetik scroll
kompresör

Yarı hermetik
vidalı kompresör

Şekil 2.3.: Kompresör Tipleri (Devres,2013:15)

2.3.2 Kondenserler

Soğutucu akışkan kondenserde dış ortama ısı atarak yoğunlaşır. Böylelikle kompresörden gelen basıncı ve sıcaklığı yüksek gaz (kızgın buhar) kondenser içinde, sabit basınçta önce doymuş buhar, sonra doymuş sıvı haline getirilir. Bu işlem borunun iç tarafında gerçekleşirken, dış tarafında bulunan akışkan, ortaya çıkan yoğunlaşma gizli ısını alarak dışarıya taşır. Kondenserler uygulama alanlarına bağlı olarak farklı tiplerde tasarlanırlar. (Devres,2013:15)



Şekil 2.4: Hava Soğutmalı Kondenser Tipleri (Devres,2013:16)

2.3.3 Evaporatörler

Bir soğutma sisteminde evaporatör sıvı soğutkanın buharlaştığı ve bu sırada bulunduğu ortamdan ısıyı aldığı cihazdır. Diğer bir ifade ile evaporatör bir soğutucu'dur. (Özkoç,2007:153)



Şekil 2.5: Evaporatör Tipleri (Friterm, www.friterm.com)

2.4 Nesnelerin İnterneti

2.4.1 Nesnelerin İnterneti Kavramı

James Watt tarafından kömürle çalışan modern buhar motorunun icadıyla başlayan sanayi devrimini, elektriğin ve petrolün seri imalatta kullanılması takip etmiş, internetin yaygınlaşmasıyla ve nesnelerin internetiyle dördüncü sanayi devrimine ulaşmıştır. Nesnelerin interneti kavramı, 1999 yılında Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisinin P&G firması için sağladığı yararlarla ilgili bir sunumda Kevin Ashton tarafından ilk kez kullanılmıştır. Ancak tarihteki ilk nesnelerin interneti uygulaması, 1991 yılında Cambridge Üniversitesi'ndeki bir grup akademisyen tarafından kameralı bir sistem ile bir kahve makinesinin görüntülerinin internet üzerinden paylaşmasıdır. (Görkem ve Bozuklu,2016:48)

2.4.2 Nesnelerin İnterneti Katmanları

Şekil 2.7.'de nesnelerin interneti organizmasının katmanları gösterilmiştir. IoT alanında henüz standart bir mimari yoktur. Literatürde çok sayıda farklı IoT mimari çerçevesi de bulunmaktadır. IEEE P2423 gibi henüz üzerinde çalışılan bir standart vardır. Nesnelerin interneti çekirdeği doğal çevreyi ve sıcaklık, konum, ağırlık, ışık şiddeti, nabız sayısı, tansiyon, sertlik, karbondioksit oranı, nem, ph değeri, ses şiddeti vs. gibi fiziksel büyüklüklerin bulunduğu ortamı ifade eder. Çekirdek katmanında her türlü ölçülebilir büyüklük ham halinde bulunur. Cihaz katmanında bu ham veriler algılanarak analog ve sayısal sinyallere dönüştürülürler. Doğadan alınan bu verilerin işlenmesi için iletilmesi gerekmektedir ve insan-makine, makine-makine iletişimi için gerekli olan RFID, Zigbee, 802,5,4, NFC, Kızılötesi, Bluetooth, ModBus, M-Bus, GPRS ve GSM, Bacnet, LPWAN, elektrik hattı taşıyıcıları, Ethernet gibi kablosuz ve kablolu iletişim alt yapısı ve iletişim protokolleri iletişim katmanında yer alır. Daha sonra bu veriler ilgili iletişim protokolleriyle bilinç olarak adlandırılan veri işleme merkezine gönderilirler. Burada küçük çaptaki veri işleme işlemleri gömülü sistemler ile gerçekleşir. Daha büyük uygulamalarda ise bu veriler depolanmak üzere bulut bilişim sistemlerine iletilir. Burada depolanan veriler artan yığınlar halinde büyük veriyi oluştururlar. Verimliliğin artırılabilmesi için bu büyük miktardaki verinin analiz edilmesi gerekmektedir ve bu da makine öğrenimi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilir. Güvenlik, gizlilik, kimliklendirme, tanıma gibi işlemler bu katmanda gerçekleştirilir. (Görkem ve Bozuklu,2016:48)



Şekil 2.7.: Nesnelerin İnterneti Katmanları (Görkem ve Bozuklu,2016:48)

2.4.3 Uygulama Alanları

Bilişim sistemleri bilgiyi işlemek için kullanılan ve insanlar arasında bu bilgilerin değiş tokuşuna izin veren alt yapısını, telekomünikasyonu ve yazılımsal uygulamaları ifade ederler. Tam bir IoT uygulaması geliştirmek için bu uygulamaların birlikte çalışabilirliğini sağlamak hayatidir. Bu birlikteliğin sağlanması ile bir çok alanda IoT uygulamaları uygulanabilmektedir. Bu uygulamalar ile insan hayatına kolaylıklar sağlanabilmektedir. Buna göre;

1. Enerji tüketiminde opsiyonel kullanımının sağlanması,
2. Askeri alandaki uygulamalarda kolaylık sağlanması,
3. Yapılacak işin tek bir yerden değil de istenilen yerden istenildiği şekilde ve istenildiği zamanda yapılabilmesi kolaylığının sağlanması gibi IoT 'un sağladığı bazı kolaylıklar görülebilir. Nesnelerin interneti bir çok alanda kullanılabilir. Bu alanların belli başlıları şunlardır; (Gündüz ve Daş,2017:2)

2.4.3.1 Akıllı Şehir Uygulamaları

- Güvenlik
- Trafik Kontrol
- Hava, su kirliliği ölçümü
- Akıllı park
- Enerji verimliliği (akıllı aydınlatma)

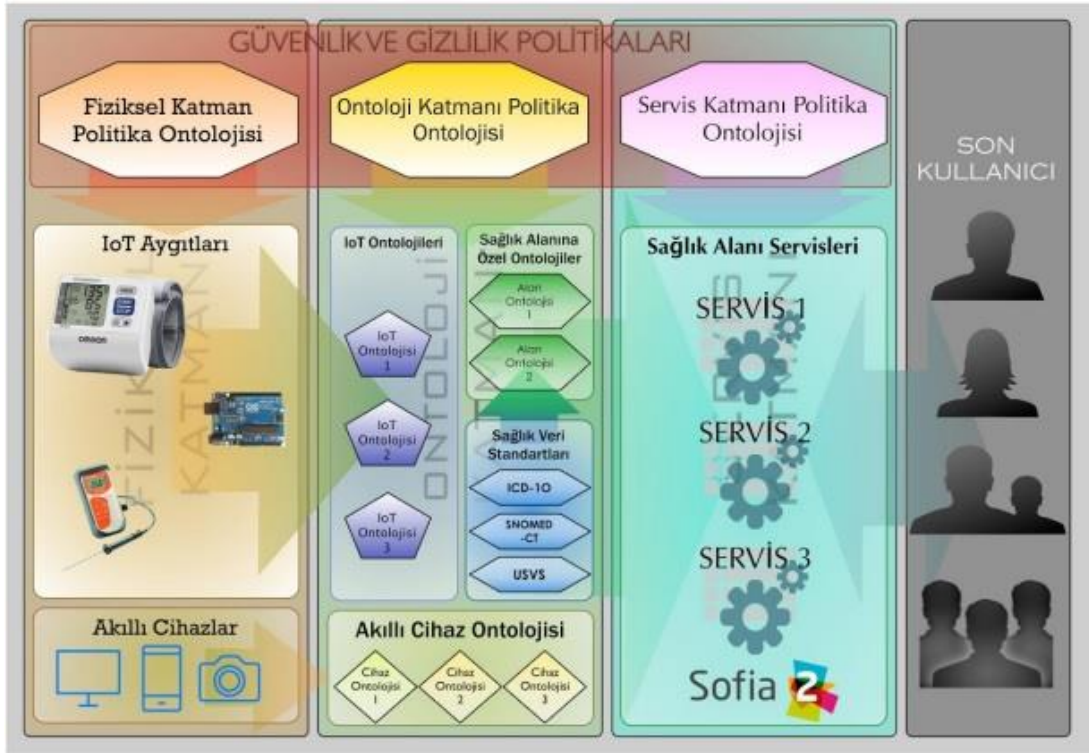


Şekil 2.8.: Akıllı Şehir Uygulamaları için Bazı IoT Uygulamaları
(Gündüz ve Daş,2017:232-246)

2.4.3.2 Sağlık Hizmetleri

Şekil 2.9'da sağlık hizmetleri alanı için IoT nesnelerin interneti tabanlı kullanımını destekleyen, güvenilir bir sağlık bilgi sistemi örneği verilmiştir.

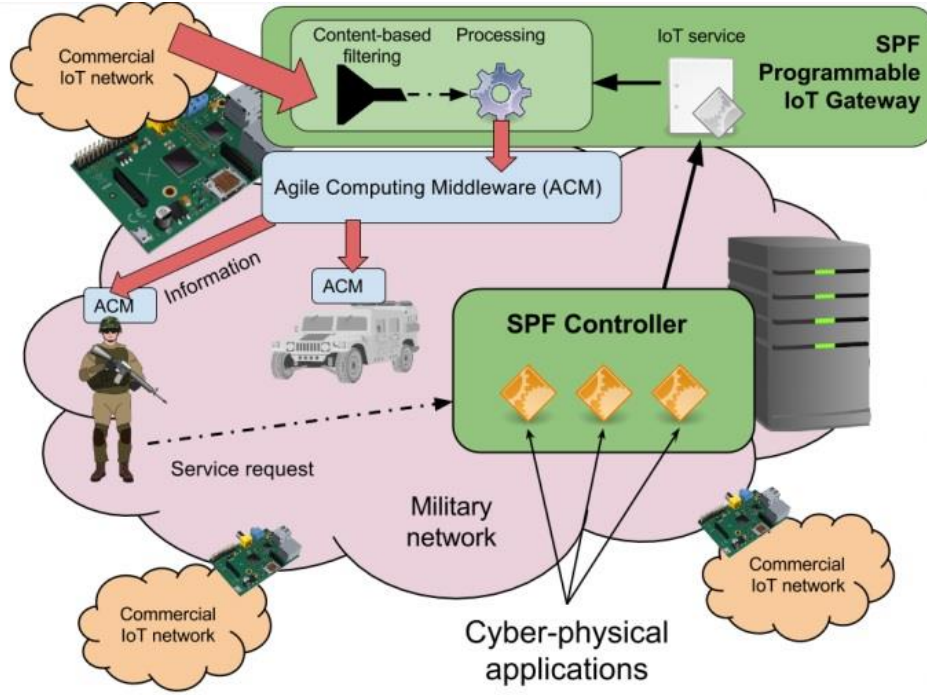
- Uzaktan hasta izleme,
- İlaç takibi,
- Hastane varlıklarının takibi.



Şekil 2.9.: Sağlık Hizmetleri Uygulamaları için IoT Uygulamaları
(Can ve diğerleri, 2016:1206)

2.4.3.3 Askeri Uygulamalar

- Sınır gözetleme
- Hedef tespiti
- Saldırı tespiti
- Lojistik takibi



Şekil 2.10.: Askeri Uygulamaları için Bazı IoT Uygulamaları

2.4.3.4 Tarım Uygulamaları

- Hayvanların takibi
- Hasat gelişiminin takibi

Hayvancılıkta bulunulan alana göre nesnelerin interneti uygulamaları önemli farklılıklar içermektedir. Örneğin; süt üretiminde hayvanların yaşam süresi yıllarla ifade edilmektedir. Bu durumda RFID çözümü uzun ömürlü olmalıdır. Ancak besi çiftliklerinde yaşam süresinin kısa oluşu, mali yükleri daha uygun çözümleri zorunlu kılmaktadır (Gündüz ve Akyüz, 2017: 232-246).

2.4.5 Kontrol Bileşenleri

- **Ayarlama:** üzerinde çalışılan sisteme bağlı olarak otomatik kontrol fonksiyonlarında zaman ve koşullara bağlı ayarlamalar yapılabilmektedir.
- **Koordinasyon:** Tüm sistemin aynı anda kontrol altına alınması ve koordinasyonunun sağlanması otomatik kontrolün işlevleri arasında yer alır.
- **Otomasyon:** Mekanik sistemin kontrolünde birbirini takip eden işlemler dizisinin en efektif şekilde kontrol altına alınması ile ilgili sistemlerin bütünüdür.
- **Uygunluk:** Sistemin uygunluğunu doğrulama ve proses sürecinde dikkatsizliğin kontrol altına alınması.
- **Koruma:** Destek kontrolüne yer verilerek iyi bir kontrolün yanı sıra enerji kullanımında da azalma sağlanabilir. Kontrol sistemleri özel olarak bu amaçla tasarlanmadılar ise, enerji sarfiyatını azaltmazlar.

2.5 Soğutmada Yeni Nesil Kontrol Metotları

Kontrol cihazları, soğuk oda uygulamalarında, sıcaklık ve nem kontrollerinin her ikisini birlikte olmak üzere ihtiyaç duyulabilecek tüm fonksiyonları kontrol edebilirler.(Megep,2013:10) Nesnelerin interneti kavramının hayatımıza girmesi ile birlikte soğutma makinelerinde yeni nesil akıllı kumanda teknolojileri büyük önem kazanmıştır. Çok fonksiyonlu bu akıllı soğuk oda kontrol cihazları soğutucu ile kompresörü Akıllı (Smart) bir algoritma ile kumanda ederek, sistemdeki enerji çevirimini en verimli şekilde gerçekleştirir. Bu sayede piyasada kullanılan standart kontrolörlere göre daha az enerji tüketerek sistemin sürekliliğini sağlamaktadır.

2.5.1 Standart Kumandalar

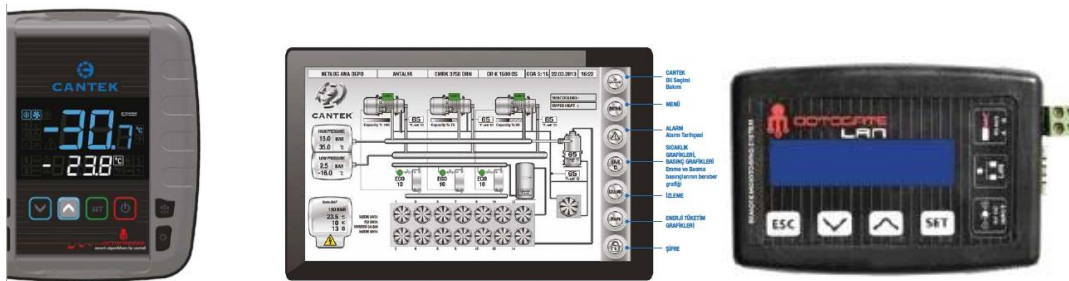
Standart kumandalar, soğuk odaları “set” edilen ısı derecesi ve salınım aralığı arasında tutarak, belirlenen aralıklarda “defrost” yaptırır. Ortamı soğutmak için çok çalışan kompresör, ısınarak geri dönen havanın evaporatör üzerine yapışması ile evaporatör üzerinde buzlanma oluşmasına sebep olur ve defrost yapılmak zorunda kalınır. Bu standart çalışma şekli soğuk odalar üzerinde fazladan kompresör çalışması, buzlanma ve tekrar ısıtma şeklinde bir döngü içerisinde verimsiz bir elektrik sarfiyatı oluşturur. Piyasada kullanılan standart kontrolörlere muadil ekonomik bir çözüm için geliştirilmiş soğuk oda kontrolünde kullanılan ürün aşağıdaki gibidir. (Cantek, 2018:10)



Şekil 2.12.: Standart Tip Kontrolörler (Cantek, 2018:10)

2.5.2 Yeni Nesil Akıllı Kumandalar

Her Soğuk Oda'nın kendine özgü bir soğuma ve ısınma karakteristiği vardır. (Kullanım, ürün sıcaklıkları, paketleme şekli vb. etmenler) Akıllı Kumanda bu karakteristiğe göre hesaplayarak soğutucu (evaporatör)'nun gereksiz yere soğutulmasını engelleyerek, kompresörün yine gereksiz yere çalışmasını önler. Soğutucu ile Kompresörü Akıllı (Smart) bir algoritma ile kumanda edilerek sistemdeki enerji çevirimini en verimli şekilde gerçekleştirir.



Şekil 2.13.: Nesnelerin İnterneti Tabanlı Soğutma Kontrolörü

(Cantek, 2018:10)

2.5.3 İzleme, Servis ve Enerji Yönetimi

İzlemenin Sisteme Kazandırdığı Faydalar;

- Soğuk odaların eş zamanlı (on-line) 7/24 gözlemlenmesi,
- Soğutma cihazlarının uzaktan parametrelerinin değiştirilmesi,
- Arıza tespiti ve kullanıcıların arızalar ile ilgili eş zamanlı uyarılması,
- Teknik destek, alarm ve uyarı, yönlendirme
- Kompresör, fan, defrost gibi soğutma mekanizmalarının günlük, haftalık, aylık çalışma ve gerçekleşme sürelerinin müşteriye ayrıntılı şekilde raporlama kabiliyeti,
- Geçmişe yönelik(günlük, haftalık, aylık veya herhangi bir zaman diliminde) ortalama sıcaklıkların raporlama kabiliyeti,
- Geçmişe yönelik(günlük, haftalık, aylık veya herhangi bir zaman diliminde) sıcaklık, çalışma süreleri, alarmların grafik analizi,
- Soğuk odaların verimliliğini ölçmek ve arttırmak,
- Depolanan ürünlerin ve sistemin güvenliğini anlık olarak gözlemlemek mümkündür.

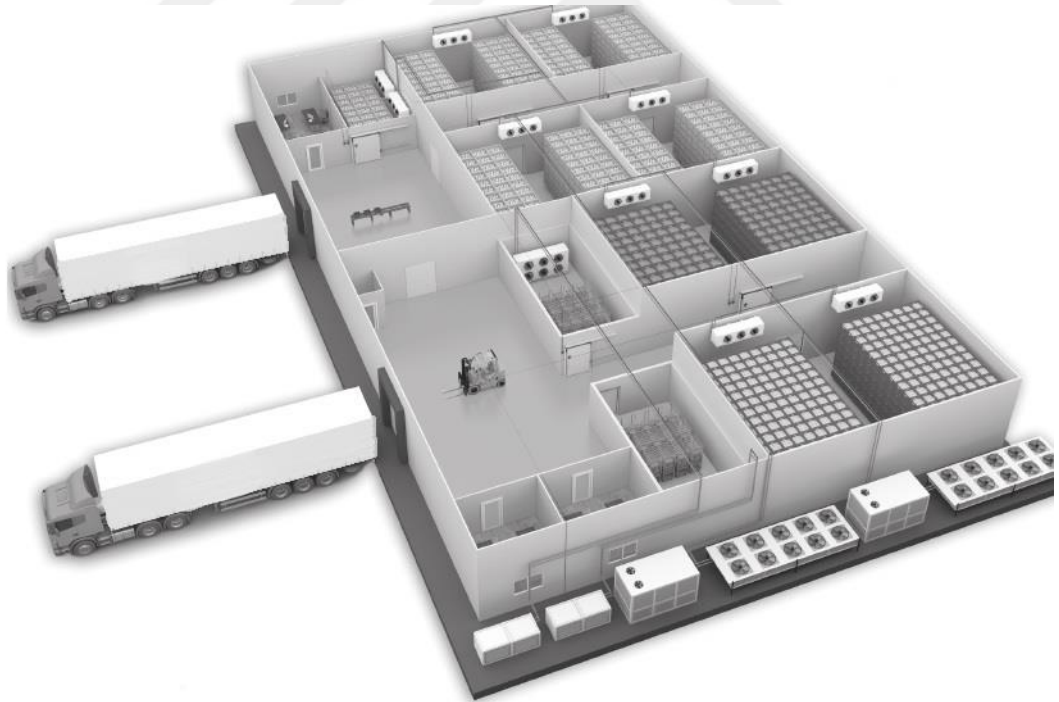
2.5.4 Akıllı Soğuk Depo Yönetimi

Soğuk depoların üç farklı durumu vardır:

- Yeni ürün konulmuş, ısı yükü çok olanlar,
- Soğutulmuş yükü olan, arada yeni sıcak yük eklenenler,
- Yeni ürün konulmayan, arada kapısı açılanlar.

Bu üç farklı durumda da sistemin enerji tüketimi, defrost ihtiyacı, kompresör ve evaporatör çalışma saatleri birbirinden çok farklıdır. Sektörde yaygın olarak kullanılan standart algoritmali eski tip kontrolörler, sadece belirlenmiş aralıklarla defrost yapar ve değişikliklere standart şekilde tepki verirler. Eğer odanın soğumaya ihtiyacı varsa direkt olarak soğutma kompresörünü çalıştırırlar. Her gün belirlenmiş aralıklarda defrost yaparlar, soğuk depo içindeki ürünün durumunu analiz edemezler, üretilmiş enerjiyi doğru kullanamazlar. Akıllı algoritma ile çalışan kontrolörler,

soğuk depolardaki değişiklikleri algılayarak yönetmek üzere geliştirilmiştir. Sistem ısı yükü çok olan depoları hızlı soğutur, arada yeni sıcak yüklenen depolarda yarı dinamik evaporatör yönetimi ile yeni yükü karşılar. Ayrıca sıcak ürün konulmayan soğuk depolarda olağanüstü enerji tasarrufu sağlar. Akıllı algoritma ile çalışan kontrolörler sadece gerektiği zaman defrost yaparak, ürünlerin soğuk depoda buldukları süre içerisinde kilo kaybetmelerini ve ciltlerinin bozulmasını engeller. Akıllı soğuk depo yönetim mantığı; sadece kapıları, yükleri, nemi ve ısıyı değil, iç ve dış ünitelerdeki tüm bağlantıları da denetleyerek sistemi bir bütün olarak yönetir. Ayrıca arızaları azaltan ve tüm verileri izlenebilir bir şekilde modern iletişim platformlarına iletebilen akıllı kontrolörler soğuk depo yönetimini görsel bir şölen haline getirmektedir. Şekil 2.14'te akıllı kontrolör ile yönetilen bir soğuk hava tesisinde kontrolörler, merkezi soğutma sistemi ile senkron çalışma kabiliyetine sahiptir. İçerdiği akıllı algoritmalar sayesinde merkezi sistemden çekeceği enerji miktarını en doğru şekilde organize etmektedir (Cantek, 2018:10).



Şekil 2.14.: Merkezi sistemlerde Akıllı Kontrolör Uygulaması

4. YÖNTEM

4.1 Yapay Zekanın Tanımı

Yapay Zeka; insan zekasını modelleyebilmek adına insan gibi akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme yapabilme, geçmiş deneyimleriyle öğrenebilme gibi yetileri bir bilgisayara ya da makineye kazandırabilmektir. Yapay zekayı tam olarak aktarabilmek adına öncelikle modellenmesi yapılan zekadan bahsedilmelidir. (Yılmaz, 2017:1)

Nispeten yeni olan bu kavramın farklı tanımları verilmektedir. Bu tanımlardan bazıları ile tanışalım:

Slage'ye göre yapay zeka; sezgisel programlama temelinde olan bir yaklaşımdır

“Yapay zeka; insanların yaptıklarını bilgisayarlara yaptırabilme çalışmasıdır”

Genesereth ve Nilsson'a göre yapay zeka, akıllı davranış üzerine bir çalışmadır. Ana hedefi, doğadaki varlıkların akıllı davranışlarını yapay olarak üretmeyi amaçlayan bir kuramın oluşturulmasıdır.

Tesler'e göre ise yapay zeka; şu ana kadar yapılamayanlardır.

Axe göre ise yapay zeka; akıllı programları hedefleyen bir bilimdir. Bu programlar aşağıdakileri yapabilmelidir:

1. İnsanın düşünmesini taklit ederek karmaşık problemleri çözebilmek.
2. Yorumlarını açıklayabilmek, yani bir durum karşısında kişiye yanıt verebilmek.
3. Öğrenerek uzmanlığını geliştirmek ve eski bilgilerini yenilerle uyumlu biçimde kullanarak bilgi tabanını geliştirmek.

Görüldüğü gibi, verilen her tanım kendi içinde doğru olmasına rağmen, farklılıklar da içermektedir. Ayrıca (şu ana kadar yapılamayanlar) veya (bir akıl teorisinin) daha ayrıntılı açıklanması bizi, yeni kavramların hiyerarşik olarak tanımlanmasına götürmektedir. (Nabiyev, 2010:25)

Bu araştırmanın daha derinden anlaşılabilmesi için zekanın kendisinin ne olduğunu anlamak gerekmektedir. Genel olarak zeka, anlama ve öğrenme yeteneği olarak kabul edilir. Zeka, içgüdüsel ya da otomatik olarak bir şeyler yapmak yerine düşünme ve anlama yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Zeka, problem çözme ve

karar verme için öğrenme ve anlama yeteneği olarak da ifade edilebilir. (Baykal ve Beyan, 2004:272)

4.1.1 Yapay Zekanın Tarihçesi

Yapay zeka mantığı çok eski tarihlere dayanmaktadır. Bu düşüncedeki amaç cansız nesnelere hayat verip akıllı ve zeki nesnelere haline getirmektir. Örneğin Antik Yunanlılar döneminde robotlar ile ilgili düşünceler olduğu görülmektedir. Antik Yunan'da rüzgara hükmettiği söylenen Daedalus, yapay insan oluşturmaya çalışması ile bu düşünceye bir örnektir. Modern yapay zeka ise filozofların insan düşünce sistematliğini tanımlamayı amaçlamasıyla tarihte görülmeye başlamıştır.

Yapay zeka için 1884 yılı oldukça önemlidir. Bu tarihte Charles Babbage, zeki davranışlar gösterecek bir mekanik makine üzerinde çalışma yapmıştır. Fakat bu çalışmaların insan kadar zeki davranışlar sergileyebilecek duruma gelemeyeceği konusunda hemfikir olunmuştur. Bu amaç uğruna çalışmalar devam edildiğinde 1950 yılında Shannon, bilgisayarların satranç oynayabileceği fikrini ortaya atmıştır. Yapay zeka konusunda çalışmalar 1960'lı yılların başlarına kadar yavaş şekilde sürmüştür.

Yapay zekanın resmi olarak tarihte ortaya çıkışı ise 1956 yılına dayanmaktadır. 1956'da Dartmouth College'da yapılan bir konferansta Yapay Zeka terimi ilk defa ortaya atılmıştır. "Yapay Zeka'da Fırtınalı Ara" kitabında Marvin Minsky "Bir nesil içerisinde yapay zeka modelleme problemi çözülmüş olacaktır" fikrini belirtmiştir. İlk yapay zeka uygulamaları bu dönemde ortaya konmuştur. Bu uygulamalar mantık teoremleri uygulaması ve satranç oyunu programıdır. (Yılmaz, 2017:13)

Yapay zeka uygulamalarında en dinamik dönemlerden birisi de bilgisayarların üretimi ile ortaya çıkmıştır. Bilgisayarın üretilmeye başlanması ile birlikte bu bilgisayarların zeka temelli modellenerek tasarlanması fikri düşünülmeye başlamıştır. Bilgisayarlar üzerinde farklı zeka testleri yapılarak makinelerin zekası ölçülmeye çalışılmıştır. Testi geçebilen makinelerin zekası geçerli sayılmaktaydı.

Yapay zeka kavramı 1980'li yıllarda artan uygulamalar ile beraber büyük projelerin oluşturulmasında da kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen dönemlerde bilgisayarların problem çözümündeki kabiliyeti de gelişme kaydetmiştir. Bu dönemin

başlangıcı ile birlikte paket programlar ve çeşitli yazılımların gündeme gelmesi ile insanların ihtiyaçlarına geleneksel yöntemlerin ötesinde cevap bulmayı deneyimlemeye başlamışlardır.

4.1.2 Zeka Testleri

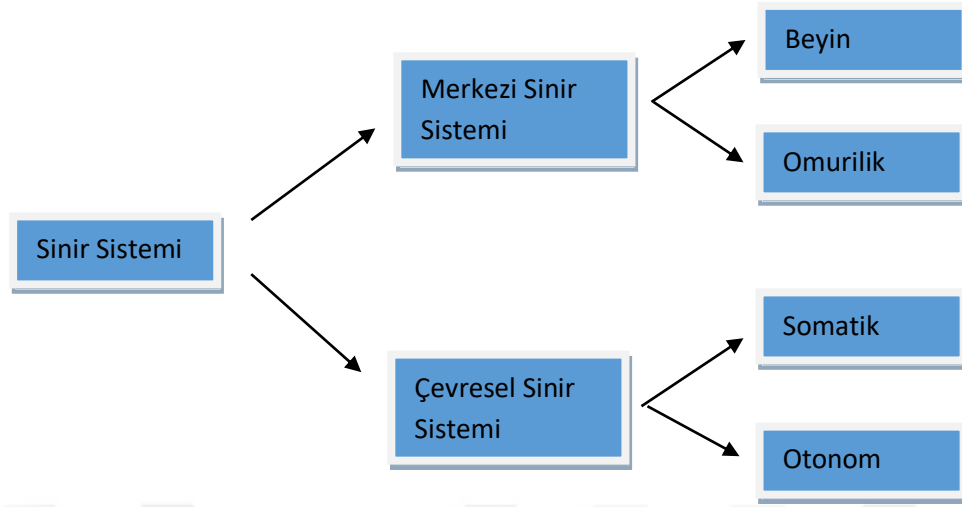
Yaşa göre değişen zeka testleri, incelenen kişinin kavrama ve yaratıcılık yeteneklerini belirlemeye yarar. Bunlar özellikle küçük çocukların zeka düzeyini saptamak açısından önem taşır, çünkü eğitimin yoğunluk ve zorluk derecesinin belirlenmesine olanak verir. Zeka testleri, bireysel ve grup testleri olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Bireysel testlere örnek olarak Stanford-Binet, Wechsler, Ayzenk, Ketil, Burdon, Amtgauer, Spilberger, Raven, Szondy, Lusher, MMPI testlerini; grup testlerine ise II. Dünya savaşında Amerikan ordusuna asker seçimi sırasında kullanılan “ordu-alfa” ve “ordu-beta” testlerini vb. göstermek mümkündür. Türkiye’de ise sistemli test ve ölçme – değerlendirme çalışmalarının başlangıcı olarak, 1915 yılında Binet-Simon zeka testinin Türkçe’ye çevrilmesinden söz edilebilir. (Nabiyev, 2010:32)

4.1.3 Beyin İşleyişi

Yapay zeka konusundaki çalışmaların sonucu, insan beyninin işlevlerinin araştırılması ve bu işlevlerin taklidi ile sıkı bir ilişki içerisindedir. İnsan beyni karmaşık bir yapıdadır. Beyin, kendi kendini laboratuvarında incelediği gibi, kendini yok edecek intihar kararını da verebilir.

Beynin çalışması üç bölüme ayrılabilir;

- Bilgi girişi
- Sentezleme / Karşılaştırma
- Çıkış ve aksiyon (Nabiyev, 2010:35)



Şekil 4.1.: Sinir Sisteminin Bölümleri (Nabiyev, 2010:36)

Merkezi sinir sistemi, beyin ve omurilik içerisindeki tüm nöronları içerisine almaktadır. Sinir sistemi bu merkezden insan davranış ve işlevlerinin tamamını koordine eder. Çevresel sinir sistemi ise, beyin ve omuriliği, duyu organları, kaslar gibi vücudun diğer birimleri ile ilişkilendirme görevini üstlenir.

Beyin işlevlerinin en önemli özelliklerinden biri, bilgileri geri dönüşümlü olarak kayıt altına alarak işlemesidir (Nabiyev, 2010:36).

4.1.4 Yapay Zeka ile Doğal Zekanın Karşılaştırılması

Yapay zeka ile doğal zekayı karşılaştırmak gerekirse aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

Doğal zeka için zaman içerisinde bilginin unutulabilmesi mümkündür. Yapay zeka mantığında ise bilgi sistem içerisinde depolandığından dolayı, bilgiler makinenin deposundan silinmediği müddetçe bilgilerin unutulması mümkün değildir. Bundan ötürü bilgi, yapay zeka için kalıcıdır.

Yapay zeka için bilginin aktarımı doğal zekaya göre oldukça kolaydır. Bilginin doğal zekalar arasında aktarım yapılması istenirse bunun için belli bir zaman gerekmektedir. Bu zamanın sonunda dahi bilgilerin tamamının diğer doğal zekaya

geçiş i mümkün değildir. Yapay zeka yönteminde ise makineler arasında aktarım kopyalama ile oldukça kolaydır.

Dolayısıyla doğal zekanın en kuvvetli yanlarından biri kazanmış olduğu tecrübelerini karşılaştığı durumlara adapte edip kullanabilmesidir. Yapay zeka, doğal zekanın bu avantajını bazı semboller ile modelleyerek benzetim yapmaya çalışmaktadır. (Yılmaz, 2017:7)

4.2 Yapay Zekanın Temelleri

4.2.1 Uzman Sistemler

Uzman sistemler, mutlak veriyi sayısal hale dönüştürerek bilgisayar ortamına aktarılan ve problemlerin çözümünde kullanılan yazılımlardır. Çözüm için sisteme aktarılan uzman bilgisi kullanılır.

Günlük işler ile ilgili uzman görüşüne sahip insanlar karşılaştıkları problemleri doğru biçimde detaylandırarak çözerler. Çözüme karşılık ortaya koyulan alternatiflerin getiri ve güvenilirliklerini sorgularlar. Bilgiye ulaşmak ve onu elde etmek oldukça güçtür ve bir o kadar da önemlidir. Bu nedenle üst düzey ve ayrıntılı bilgiye sahip uzman sayısı azdır. Uzman sistemlerin amacı, sahip olduğu bilgiyi daha efektif kullanmaktır. Asıl amaç uzman bilgisine sahip olan insanları çevrimdışı bırakmak değil aksine gerçek hayatta uzmanların bulunmadığı ve sınırlı kaldığı bölgelerde, ilgili problemin çözümünde görevi olan bölümlerin etkinliklerini artırmaktır (Yılmaz, 2017:8).

4.2.2 Robotik

Robotik sistemler, elektronik, makine, uçak, uzay, bilgisayar mühendisliklerinin birlikte çalışması ile ortaya çıkmış bir bilim dalıdır. Robotlar mekanik aksanları itibariyle, yazılım sistemleri aracılığıyla koordine edilen makinelerdir.

Robot teknolojisi, günümüzdeki ileri teknolojiler ile birlikte bir çok konuda yardımına ihtiyaç duyulan ve robot adı verilen donanımsal ve yazılımsal uygulamaları içerisinde barındırmaktadır.

Algısal ve duyuşal sistemlerin Yapay Zeka ile kurgulanması ile Robotik bilim dalı ortaya çıkmaktadır. Algısal ve duyuşal özellikleri barındırmayan robot sistemleri yapay zeka dışında kalmaktadır. Akıllı robotları diğer robotlardan ayıran en temel işlev davranışsal tepkinin otomatik değil önceden kazanılmış deneyimler sonucu ortaya çıkmasıdır (Yılmaz, 2017:9).

4.2.3 Bilgisayar Görüşü

Bilgisayar görüşü fiziksel etkileşim olmaksızın, optik araçlar vasıtası ile cisimleri algılama ve bu algılarla bilgi toplama ve süreçleri yönetme kavramıdır. Optik tanıma ise bilginin zekaya sahip bir makine yolu ile alınarak bu bilginin başka bir faaliyet için kullanılması anlamına gelir.

Yapay zeka kavramı genellikle bilgisayar bilimleri ile akla gelse de; birçok farklı bilim dalı ile de yakından ilgilidir. Bu bilim dallarına başlıca olarak matematik, biyoloji, psikoloji, felsefe, kontrol teorisi örnek verilebilir. Bu alanlardaki gelişmeler yapay zeka konusundaki gelişmeleri tetikleyeceği gibi; aynı şekilde yapay zeka konusundaki gelişmeler de bu bilim dallarını etkileyecektir.

Bazı disiplinler Yapay zeka'yı ilgilendirerek, bazı konularda kesişmektedir. Bundan dolayı yapay zekayı bilim dallarına göre sınıflandırmak zor bir durumdur. Yapay zeka bilim ve teknoloji üzerine yoğunluğu olan bir alan olmakla birlikte temel uygulama alanları Uzman Sistemler, Robotik, Makine Öğrenmesi, Doğal-Dil İşleme, Bilgisayar Görüşü, Bilgisayar Yardımlı Eğitim olarak adlandırılabilir. (Yılmaz, 2017:10)

4.3 Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları (YSA), biyolojik sinir sistemlerindeki benzer şekilde çalışan bir bilgi işleme sistemi olarak tanımlanabilir. YSA, sınıflandırma, örüntü tanıma, tahmin, optimizasyon vb. birçok alanda başarı ile kullanılmaktadır. YSA, deneme yolu ile öğrenme ve genelleştirme yapabilmektedir. Haykin (1994) YSA'yı şöyle tanımlamaktadır:

“Yapay sinir ağı; deneyime dayalı bilgiyi depolamaya ve bu bilgiyi kullanıma sunmaya yönelik doğal bir eğilim içinde olan yoğun paralel dağıtılmış bir işlemcidir. YSA iki açıdan insan beynine benzemektedir: Bilgi ağ tarafından bir öğrenme süreci vasıtasıyla elde edilmektedir ve sinir hücreleri arasında snaptik ağırlık olarak adlandırılan bağlar bilgiyi depolamakta kullanılmaktadır.”

YSA, birbirleri ile bağlantılı yapay sinir hücrelerinden oluşan bir sistemdir. Biyolojik sinir hücresinin işleyişinin matematiksel olarak modellenmesi amacı ile geliştirilen yapay sinir hücreleri (YSH) aşağıdaki varsayımları temel almaktadır:

- I. Bilgi işleme süreci nöron olarak adlandırılan basit elemanlardan meydana gelir.
- II. Sinyaller nöronlar arasındaki bağlantılar ile iletilirler.
- III. Nöronlar arasındaki her bağlantı bir ağırlık değerine sahiptir.
- IV. Her bir nöronun net çıktısı, net girdisinin bir aktivasyon fonksiyonundan geçirilmesi ile elde edilir. (Hamzaçebi,2011:11)

4.4 Tarihsel Gelişim

Sinir ağları konusunda ilk çalışmalar, 19. YY’ın sonları ile 20. YY’ın başlarında meydana gelmiştir. İlk çalışma; Hermann von Helmholtz, Ernst Mach ve Ivan Pavlov gibi bilim insanları tarafından geliştirilen disiplinler arası (fizik,psikoloji ve nöropsikoloji) bir çalışmadır. Bu çalışma; öğrenme, sezme ve şartlanmanın genel teorisini vurgulamaktadır. YSH konusunda ilk çalışmalar 1940’lı yıllarda başlamıştır. 1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts, YSH’nin aritmetik ya da mantıksal bir fonksiyon için hesaplama yapabildiğini göstermiştir. McCulloch ve Pitts tarafından geliştirilen bu ilk model değişikliğe uğrayarak daha sonraki çalışmalarda genişçe kullanılmıştır. YSA ile ilgili çalışmalar kronolojik sırada aşağıda gösterilmiştir. (Hamzaçebi,2011:14)

- | | |
|------|--|
| 1938 | Rashevsky, sinirsel alan teorisi olarak da bilinen nörodinamik çalışmalarını başlattı. Bu çalışmalar sinir ağlarında ki aktivasyon ve yayılımın diferansiyel eşitlikler ile gösterimini kapsamaktadır. |
| 1943 | McCulloch ve Pitts, biyolojik sinir hücresinin ilk yapay modelini gösterdi. |

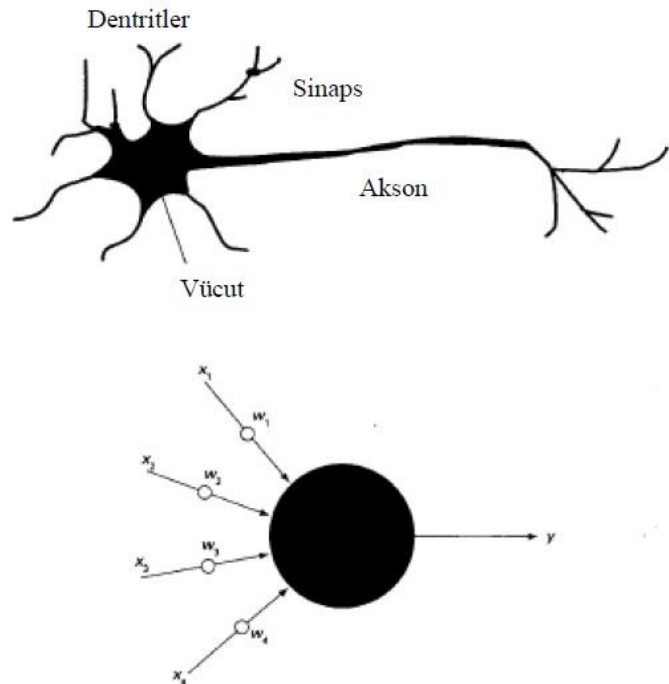
- 1943 Landahl, McCulloch ve Pitts, birçok aritmetiksel ve mantıksal işlemin, McCulloch ve Pitts nöron modelini kullanan metotlar ile gerçekleştirilebileceğini ileri sürdü.
- 1948 Wiener'in, kontrol, iletişim ve istatistiksel sinyal işleme kavramlarını tanıtan kitabı Sibernetik yayınlandı.
- 1949 Hebb, "Davranış Organizasyonu" isimli kitabını yazdı.
- 1954 Minsky, "Sinirsel-Analog Destekleyici Sistemler Teorisi ve Beyin-Model Problemlere Uygulanması" başlıklı doktora tezini yazdı.
- 1954 Gabor, gözlenen sinyal ile geçmiş bilgiye dayalı üretilen sinyal arasındaki hataların kareleri ortalamalarını minimize edecek ağırlıkların belirlenmesinde dik iniş (gradient descent) algoritmasını kullanan öğrenme süzgecini icat etti.
- 1956 Rochester, Holland, Habit ve Duda, Hebb'in öğrenme varsayımlarına dayalı sinir teorisini test eden ilk bilgisayar simülasyonunu gerçekleştirdi.
- 1958 Rosenblatt, McCulloch ve Pitts nöron modeli için bir öğrenme metodu geliştirerek algılayıcıyı (perceptron) icat etti.
- 1960 Widrow ve Hoff, hata kareleri ortalamalarını minimize etmek üzere eğitilen basit bir ağ olan ADALINE'ı tanıttı.
- 1962 Rosenblatt, çok katmanlı ağların eğitimi için geri-yayılım hareket planını önerdi. Ancak bu öneri türevlenemeyen fonksiyonlar kullandığı için başarısız oldu.
- 1967 Amari, kredi tayin problemlerinin çözümünde çok katmanlı ağlarda ağırlıklar için için bir öğrenme kuralı belirlenmesinde bir matematiksel çözüm elde etti. Ancak bu buluşun önemi uzun bir süre fark edilemedi.
- 1969 Minsky ve Papert yayınladıkları kitapta basit algılayıcı modelinin sınırlarını gösterdi. Bu kitaptan sonra YSA konusundaki çalışmalar yavaşladı. (Hamzaçebi,2011:15)

Günümüzde tüm dünyada yapay sinir ağları ile ilgili birçok araştırma ve çalışma yapılmaktadır. Araştırmaların odaklandığı başlıca konulardan biri yapay sinir ağlarının öğrenme işlevinin uzun sürmesidir. Geliştirilmesi düşünülen yeni algoritmalaradaki amaç daha hızlı, daha verimli bir öğrenme algoritması ortaya

koymaktadır. Gelişen teknolojiler ile beraber sürücüsüz otomobiller, kendi kendini adapte eden akıllı evler gibi çalışmalar ortaya konmuştur. Bu gibi ileri teknolojiye ihtiyaç duyan çalışmalarda kontrol ve tahmin edilebilen sanal zeka yerine karşısına daha önce çıkmayan durumlara dahi çözüm üretebilen bir model çok daha başarılı olacaktır. Bunun sebebi gerçek bir yapay zeka için akıl yürütme, çevresine adapte olma yeteneğine sahip olmasıdır. Makinelerin yapısal temelinin biyolojik ve çevresel sinyallere dayanmasını mümkün kılan YSA ise bu çalışmalarda kullanılacak öncelikli yöntemlerden biridir. (Yılmaz, 2017:71)

4.5 Biyolojik Sinir Hücresi ve Öğrenme

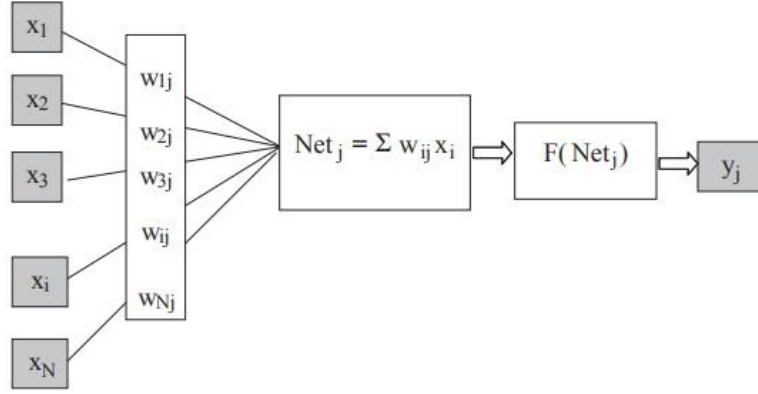
Her ne kadar günümüzde yapay sinir ağları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar daha çok ikinci istek adına yoğunlaşmış olsa da konunun asıl çıkış noktası insan beyninin işleyişinin anlaşılması ile ilgili olarak yapılan araştırmalardır.



Şekil 4.2.: Bir sinir hücresinin yapay modeli (Akkurt, 2005:3)

Şekil 4.2 'de görüldüğü gibi biyolojik bir nöron yapısı gereği temel olarak dendrit, akson ve sinapslardan oluşmaktadır. Dendrit, kendisine gelen bildirimleri alan nöron girişi olarak adlandırılmaktadır. Aksonlar ise diğer birimlere bilgiyi

transfer işlevi ile yükümlüdür. Aksonlar nöron çıkışları olarak ta adlandırılmaktadır. Dendrit ile akson arasındaki bağlantı ise sinapslar tarafından gerçekleştirilir.



Şekil 4.3.: Yapay nöron modeli

Şekil 3’de verilen çok katmanlı bir ağ için, herhangi bir birimin giriş değeri kendisine diğer katmanlardan gelen (bir saklı katman veya bir giriş katmanından) değerlerin bir ağırlıklı toplamı olarak ;

$$v_j = \sum_i^N x_i w_{ij}$$

şeklinde ifade edilir. Birimin çıkışı ise bu ağırlıklı toplamın, doğrusal olmayan bir fonksiyondan geçirilmesiyle;

$$y_j = f(v_i)$$

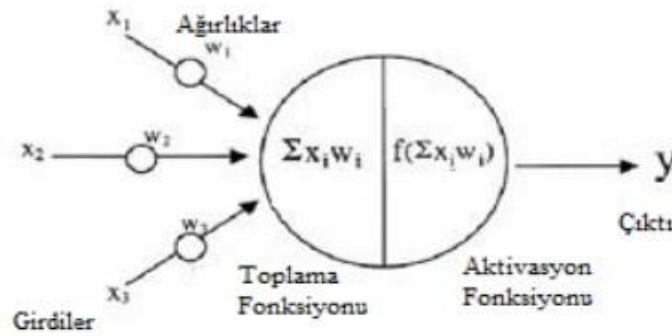
hesaplanır. Fonksiyonun uygulanması ile birimin çıkışı;

$$y_j = \frac{1}{1 + e^{-(\sum_i^N x_i w_{ij})}}$$

olarak hesaplanır.

4.6 Yapay Sinir Ağlarının Ana Öğeleri

Yapay sinir ağları, biyolojik sinir hücrelerinin bir benzetimi olduğundan ötürü sinir hücrelerine (proses elemanları) sahiptir. Proses elemanları beş temel elemandan meydana gelmektedir. (Yılmaz,2017:71) (Şekil 4.4)



Şekil 4.4.: Yapay Sinir Hücresi (Yılmaz,2017:72)

- Girdiler
- Ağırlıklar
- Toplama Fonksiyonu
- Aktivasyon Fonksiyonu
- Çıktılar

Şekilde girişler X_i sembolü ile gösterilmiştir. Girdi değerlerinin her biri W_i ile çarpılır. Daha sonra elde edilen bilgiye eşik değeri eklenir. Daha sonra sonucun alınması için aktivasyon fonksiyonu uygulanır ve y çıktı değeri elde edilir. Sinirsel ağların yapısı bu mantığa dayanarak meydana getirilmektedir. Modellenen YSA'nın öğrenme kabiliyeti mimari içerisindeki ağırlıkların en uygun şekilde güncellenip ayarlanmasına bağlıdır. Bu işlemde öğrenme algoritması ile farklılaşabilmektedir. (Yılmaz,2017:72)

Girdiler: Girdiler, dış dünyadan veya herhangi bir hücreden nöron girişlerine gelen verilerden oluşur.

Ağırlıklar: Nörona gelen bilginin problem için önemini ve nöron üzerindeki etkisini ağırlıklar göstermektedir. YSA'ya gelen verilen girdiler üzerinden çekirdeğe iletilmeden önce sahip olduğu bağlantıların ağırlıkları ile çarpılarak çekirdeğe iletilir. Bu durum sayesinde girdinin hesaplaması yapılacak çıktı için etkisi ayarlanabilmektedir. Dolayısıyla problem için oluşturulan modelde girdilerin etkisini belirleyen katsayılar ağırlık olarak tanımlanmaktadır. Bir ağırlığın değerinin büyük olması, ağırlığa ait girişin önemli olmasını; küçük olması ise önemli olamaması anlamına gelmektedir. Ağırlık değerinin sıfır olması durumunda ise nöron üzerindeki etkinin sıfırlanması durumu oluşmaktadır. Bu durum oluştuğunda nöron üzerindeki bilginin bir sonraki katmana bir etkisi bulunmamaktadır. (Yılmaz,2017:72)

Toplama Fonksiyonu: Yapay sinir hücresi girişlerine gelen tüm girdilerin kendi ağırlıklarıyla çarpıp toplayarak ilgili hücrenin net girdisini hesaplayan bir fonksiyon türüdür.

Aktivasyon Fonksiyonu: Toplama fonksiyonu tarafından hücreye iletilen net bilgiyi proses sürecinden geçirerek hücrenin bu girdiye karşılık ortaya koyacağı çıktıyı belirleyen fonksiyon türüdür.

Doğrusal olarak tanımlanmayan problemlerin çözümünde YSA başarılı sonuçlar üretebilmektedir. Bu durum aktivasyon sınıfında yer alan fonksiyonlar sayesinde sağlanmaktadır. Geri beslemeli ağlar ile geriye dönük hesaplama aşamasında aktivasyon komutlarının türev alınmak zorunda olduğu için hesap yapma maliyetinin yükselmemesi adına ilgili fonksiyonun türevi kolay hesaplanabilen aktivasyon fonksiyonu tercih edilmektedir.

4.7 Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Avantajları ve Dezavantajları

4.7.1 Yapay Sinir Ağlarının Avantajları

Yapay sinir ağları öğrenme işlemini gerçekleştirebilmekte ve öğrenme işlemi gerçekleştirildikten sonra belirsizlikler altında öğrendikleri olaylar ile ilgili ilişkiler kurarak karar verebilmektedirler.

Yapay sinir ağlarındaki paralel yapı bilginin kolay anlaşılmasını ve işlenmesini sağlar. Yapay sinir ağları eksik bilgiler ile de çalışabilmektedir. Ağ hücrelerin bir bölümü bozulsa bile çalışmaya devam edebilir. Bozulan hücrelerin durumuna göre ağın performansı düşebilir fakat hangi hücrenin önemli olduğuna ağ kendi karar verebilmektedir.

YSA, yeni örneklere çabuk uyum sağlayabilir. Ağ yeni verilerle tekrar tekrar eğitilip kullanılabilir. Bu sayede sisteme uygun yeni çözümler üretilebilir. YSA matematiksel modele ihtiyaç duymaz, probleme çözüm üretmeden önce belirli bir varsayımda bulunmaz.(Yetkin, 2014:18)

4.7.2 Yapay Sinir Ağlarının Dezavantajları

YSA sistemi içinde ne olduğu bilinemez. Bu nedenle bazı durumlarda ağların verdiği sonuçları değerlendirmek zor olabilir. YSA'lar eğitilmek için zamana ihtiyaç duyarlar. Bundan dolayı zaman ve para maliyeti vardır. Ağın çalışmasında iterasyon sayısı arttıkça çözüm süresi de artar. Bu da zamandan kayıptır. YSA içerisindeki ağ parametrelerinin belirlenmesinde belirli bir kural bulunmamaktadır. Parametrelerin belirlenmesi kullanıcının tecrübesine bağlıdır. YSA yalnızca nümerik bilgilerle çalışır. Bu nedenle problemlerin nümerik olarak tanımlanması gerekmektedir. (Yetkin, 2014:19)

4.8 YSA Yazılımları

Yapay sinir ağları ile yapılan uygulamalar için geliştirilmiş birçok paket program mevcuttur. Aşağıda bulunan Tablo 4.1’de bu paket programlardan bazılarına yer verilmiştir. Bu programlar arasından MATLAB: Neural Network Toolbox, bu bölümde incelenmiştir.

Tablo 4.1.: YSA yazılımları

ÜCRETSİZ YAZILIMLAR	ÜCRETLİ YAZILIMLAR
NeuraShell	STATISTICA: Neural Network
PDP++Software	NeuroForeCaster/GENETICA
Fann Tool	NeuraSolutions
MUME	BrainMaker
NNSYSID	Braincel
SNNS	NeuroLab
DartNet	MATLAB:Neural Network Toolbox

(Yetkin, 2014:20)

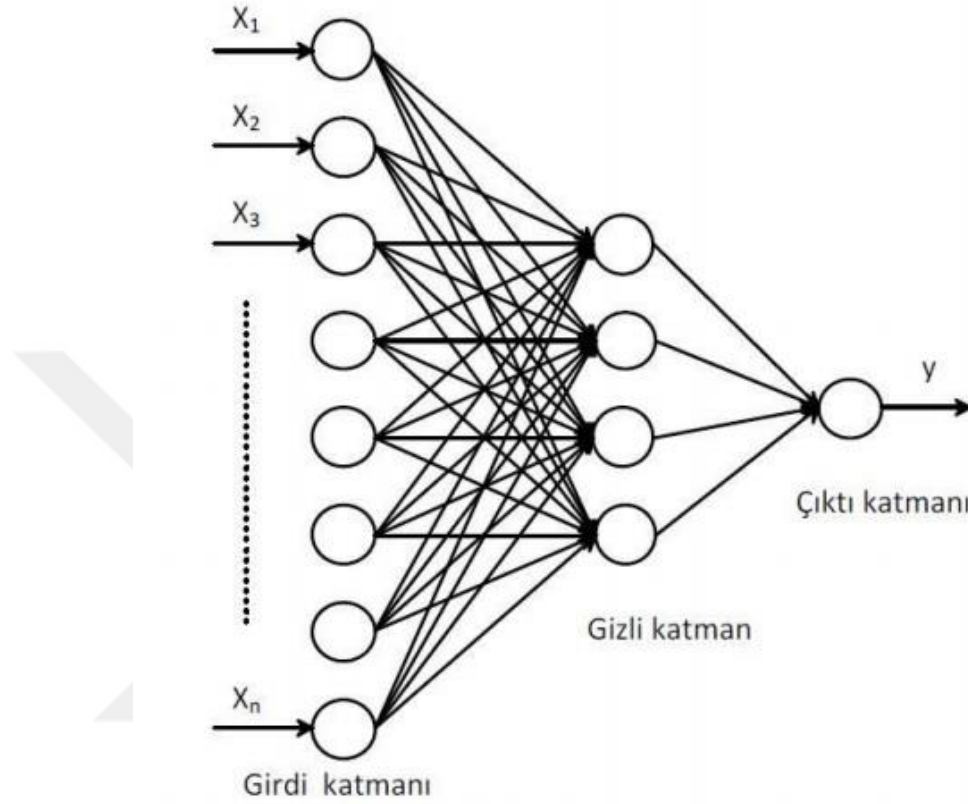
4.9 Ağ Yapılarına Göre Yapay Sinir Ağları Modelleri

Yapay sinir ağlarında, hücre elemanları ile bu elemanların bağlantılarını değişik biçimlerde birbirine bağlanabilmektedir. Bağlantının cinsine ve nöronların durumlarındaki ayrıma göre yapay sinir ağları farklı şekilde adlandırılmaktadır. YSA mimarileri, bağlantılarının yönlerine göre veya ağın işaretlerinin akış yönüne göre farklılaşırlar. Akış yönüne göre ağ mimarileri incelendiğinde ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlardan söz edilmektedir. (Yılmaz, 2017:78)

4.9.1 İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

İleri beslemeli yapay sinir ağlarında işlemler giriş katmanından çıkış katmanına doğru iletilir. Şekil 4.5’de Giriş katmanı dışarıdan aldığı bilgileri hiçbir

değişikliğe uğratmadan ara(gizli) katmandaki hücrelere verir. Veriler bu katmanlarda işlenir ve çıktı katmanına gönderilir. Ara katmanlardaki her bir çıkış değeri bir sonraki katman için giriş değeri olarak adlandırılır. (Yetkin, 2014:15)



Şekil 4.5.: İleri beslemeli yapay sinir ağı (Yetkin, 2014:16)

4.9.2 Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağları

Geri beslemeli YSA'larda minimum bir hücrenin çıkışını kendi girişine veya başka bir nörona giriş olarak verilir. Geri beslemeli ağlarda bilgi alışverişi bir katmandaki hücrelerin kendi aralarında olabileceği gibi katmanlar arasındaki hücreler arasında da olabilmektedir.

Geri beslemeli ağ bu yapısı ile dinamik bir davranış özelliği göstererek doğrusal olmayan problemleri çözmeye etkin olarak kullanılabilir. Geri beslemeli YSA'lar sayısal filtre tasarımlarında sıkça kullanılırlar. Geri beslemeli YSA'lar ileri beslemeli YSA'lara göre daha yavaş çalışırlar. En çok bilinen geri beslemeli ağ

tipleri; Hopfield ağı, hücresel yapay sinir ağı (HYSA), Grossberg ağı, Adaptive Resonance Theory-1 (ART1) ve ART2 ağlarıdır. (Yetkin, 2014:16)

4.10 Yapay Sinir Ağlarının Tasarımı

YSA uygulamasının başarısı, izlenecek olan stratejiler ve elde edilen deneyimlerin sonuçlarına göre değişkenlik gösterir. Uygulamanın başarıya ulaşabilmesi için probleme uygun metodolojiyi belirlemek çok önemlidir. Yapay sinir ağının tasarlanması sürecinde ağın yapısına ve işleyişine ilişkin şu kararların alınması gerekir.

- Probleme uygun ağ mimarisinin seçilmesi ve yapısal yeterliliklerinin belirlenmesi (katman sayısı, katman içerisindeki nöron sayısı v.s)
- Nöron içerisindeki fonksiyonların karakteristik özelliklerinin tanımlanması
- Öğrenme algoritmasının belirlenmesi ve parametrelerin tanımlanması
- Programa tanımlanacak eğitim ve test veri setlerinin oluşturulması

Bu süreçlerin doğru planlanamaması ve izlenecek stratejinin yanlış belirlenmesi durumunda, ilgili problem için oluşturulan yapay sinir ağının sistem karmaşıklığı artacaktır.

4.10.1 Yapay Sinir Ağları Ağ Yapısının Seçilmesi

YSA'nın tasarımı sürecinde ağ yapısı uygulama problemine bağlı olarak seçilmelidir. Hangi problem için hangi ağ yapısının daha uygun olduğunun bilinmesi önemlidir. Kullanım amacı ve o alanda başarılı olan ağ türleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.(Sevinçtekin, 2014:26)

Tablo 4.2.: Ağ türleri ve başarılı oldukları alanlar

Kullanım Amacı	Ağ Türü	Ağın Kullanımı
Tahmin	<ul style="list-style-type: none"> • ÇKA 	Ağın girdilerinden bir çıktı değerinin tahmin edilmesi
Sınıflandırma	<ul style="list-style-type: none"> • LVQ • ART • Counterpropagation • Olasılıklı Sinir Ağları 	Girdilerin hangi sınıfa ait olduklarının belirlenmesi
Veri İlişkilendirme	<ul style="list-style-type: none"> • Hopfield • Boltzman Machine • Bidirectional Memory 	Girdilerdeki hatalı bilgilerin bulunması ve eksiklerin tamamlanması

(Sevinçtekin, 2014:27)

Probleme uygun ağ yapısının tasarlanması, büyük ölçüde ilgili ağda kullanılması planlanan öğrenme algoritmasının seçimine bağlıdır. Tasarlanan ağda kullanılacak öğrenme algoritmasına karar verildiğinde, bu algoritmanın gerektirdiği mimari uygulamaya uygun seçilmiş olacaktır. Örneğin geri yayılım algoritması ileri beslemeli ağ mimarisi gerektirir.

4.10.2 Öğrenme Algoritmasının Seçilmesi

YSA yapısının seçiminden sonra uygulama başarısını belirleyen en önemli faktör öğrenme algoritmasıdır. Genellikle ağ yapısı öğrenme algoritması seçiminde belirleyicidir. Bu nedenle seçilen ağ yapısı üzerinde kullanılacak öğrenme algoritmasının seçimi ağ yapısına bağlıdır. Yapay sinir ağlarının geliştirilmesinde kullanılacak çok sayıda öğrenme algoritması bulunmaktadır. Bunlar içinde bazı algoritmaların belli tip uygulamalar için daha uygun olduğu bilinmektedir. (Sevinçtekin, 2014:27)

4.10.3 Ara Katman Sayısının Belirlenmesi

YSA'nın tasarımı sürecinde tasarımcının yapması gereken diğer işlem, ağdaki katman sayısına karar vermektir. Nöronların aynı doğrultu üzerinde bir araya gelmeleri ile katmanlar oluşmaktadır. Çoğu problem için 2 veya 3 katmanlı bir ağ tahmin edici sonuçlar üretebilmektedir. Katmanların değişik şekilde birbirleriyle bağlanmaları değişik ağ yapılarını oluşturur. Girdi ve çıktı katmanlarının sayısı, problemin yapısına göre değişir. Katman sayısını belirlemenin en iyi yolu, birkaç deneme yaparak en uygun yapıya karar vermektir. (Sevinçtekin, 2014:27)

4.10.4 Nöron Sayısının Belirlenmesi

Ağın yapısal özelliklerinden birisi her bir katmandaki nöron sayısıdır. Neden sonuç ilişkisine dayalı tahmin problemlerinde girdi nöron sayısı, değişken sayısına eşittir. Dolayısıyla girdi nöron sayısını belirlemek kolaydır. Ancak zaman serisi tahmin problemlerinde girdi nöron sayısı gecikme sayısı ile ilişkilidir ve bu sayıyı belirlemek için önerilen belirli bir yol bulunmamaktadır.

Gizli nöron sayısı, girdi ile çıktı nöronları arasındaki doğrusal olmayan ilişkinin kurulmasını ve ağ ağırlıklarının belirlenmesini sağlar. Genellikle tek gizli katman kullanılması önerilir. Katmandaki nöron sayısının tespitinde deneme-yanılma yöntemi kullanılır. Bunun için, başlangıçtaki nöron sayısını istenilen performansa ulaşmaya kadar artırmak veya tersi şekilde istenen performansın altına inmeden azaltmak gerekir. Bir katmanda kullanılacak nöron sayısı olabildiğince az olmalıdır. Nöron sayısının az olması yapay sinir ağının "genelleme" yeteneğini artırırken, gereğinden fazla olması ağın verileri ezberlemesine neden olur. Ancak gereğinden az nöron kullanılması verilerdeki örüntünün ağ tarafından öğrenilememesi gibi bir sorun yaratabilir. (Sevinçtekin, 2014:28)

4.11 Yapay Sinir Ağlarının Uygulama Alanları

YSA'ların uygulama alanları oldukça geniştir. YSA'lar sadece bir mühendislik tekniği değildir. Fen bilimleri, matematik, tıp, işletme, finans, istatistik

vb. birçok alanda YSA yardımı ile çözülmüş oldukça fazla problem vardır. Literatürde binlerce makale YSA'ların farklı disiplinlerde kullanılmasına yönelik teorik ve uygulama çalışmalarını konu edinmiştir. Başlıca uygulama alanları aşağıdaki gibidir. (Hamzaçebi, 2011:23)

4.11.1 Sınıflandırma

Sınıflandırma, herhangi bir nesnenin birden fazla sınıf içerisinde hangi sınıfa ait olduğunu belirleme işlemidir. YSA'lar; el yazısı ya da baskı yazı karakterlerinin ayırıt edilmesi, kredi verme işlemlerinde müşterinin riskli ya da risksiz gibi tanımlanması vb. birçok işlemde kullanılmıştır ve kullanılmaya devam etmektedir.

4.11.2 Kümeleme

Kümeleme birbirleri ile benzerlik gösteren nesnelerin bir gruba toplanması işlemidir. Kümelemenin sınıflandırmadan farkı, sınıflandırma işleminde sınıfların tanımını önceden bilinmektedir. Kümelemede ise eldeki veriye göre gruplamalar yapılmaktadır. İşlem öncesinde gruplar hakkında herhangi bir bilgi mevcut değildir.

4.11.3 Örüntü tanıma

Bozuk ya da eksik örüntülerin YSA'ya tanıtılmış örüntülerle karşılaştırılarak bozuk örüntünün doğrusunun elde edilmesi sağlanır. Benzer şekilde yüz tanıma ya da retina tanıma gibi işlemler sonucunda kimlik doğrulaması amacı ile de kullanılabilir.

4.11.4 Fonksiyon Yaklaşımı

Birçok hesaplama modeli, belirli girdilere karşılık belli çıktılarını aldığı uygun fonksiyonlarla ifade edilebilirler. Ancak bazı durumlarda girdi ve çıktı vektörleri bilinse bile aralarındaki ilişki bilinmeyebilir. Fonksiyon yaklaşımı, aynı girdi vektörüne karşılık yaklaşık olarak aynı çıktıyı üretecek işlevin tanımlanmasıdır. (Hamzaçebi, 2011:24)

4.11.5 Optimizasyon

Birçok bilimsel ya da işletme ve endüstri problemleri, belirli kısıtlar altında bir amacın optimize edilmeye çalışıldığı problemler şeklinde ifade edilebilir. YSA bu tür problemlerin çözümünde de kullanılışlıdır. Örneğin gezgin satıcı problemi Hopfield ağı ile modellenilebilir ve çözülebilir. (Hamzaçebi, 2011:25)

4.12 Yapay Sinir Ağları Uygulamalarında MATLAB Kullanımı

Matlab, bilimsel hesaplamalar için oluşturulmuş; verilerin grafik gösterimi, nümerik/sayısal hesaplama ve programlamayı temel olarak barındıran bir yazılımdır. Matlab'in kullanım alanları çok geniş olmakla birlikte genel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir:

- Matematik ve hesaplama işlemleri
- Algoritma geliştirme
- Modelleme, simülasyon (benzetim) işlemleri
- Veri analizi
- Mühendislik alanı için grafikler
- Uygulama geliştirme

Matrix Laboratory (*Matrix Laboratuvarı*) kelimelerinin baş harfleri alınarak isimlendirilen Matlab, geliştirilen yerleşik kütüphanesi ve uygulama ve programlama özellikleri ile yüksek verimli araştırma, geliştirme ve analiz aracı olarak yaygın bir kullanım alanı bulunmuştur. Ayrıca işaret işleme, kontrol, bulanık mantık, yapay sinir ağı, genetik algoritmalar gibi birçok alanda **Toolbox** adı verilen hazır araçlar ile modellemeyi kolaylaştırılmıştır. (Yılmaz, 2017:190)

4.12.1 MATLAB Yapay Sinir Ağları Fonksiyonları

Yapay sinir ağları Matlab yazılımı üzerinde iki farklı şekilde kullanım sağlamaktadır. Komut satırı üzerinden programlama ile sistem modellenilebilirken; daha kolay modelleyebilmek adına Matlab içerisinde hazır hadle bulunun GUI

(grafiksel kullanıcı arabirimi) ile de aynı durum gerçekleşebilmektedir. Grafiksel kullanıcı arabirimi (GUI) aracı ile bir çok farklı sinirsel ağ mimarisinin modellenmesine imkan vermektedir. (Yılmaz, 2017:190)

Komut satırında yapay sinir ağı oluşturulması için gerekli fonksiyonlar şu şekildedir;

- **NEWFF:** Yeni bir geri beslemeli sinir ağı oluşturur.
- **TRAIN:** Sinir ağının sonuç üretmesi için simüle eder.
- **INIT:** Sinir ağını sıfırlar.
- **GENSIM:** Sinir ağını simülinke aktarır.

4.12.2 Fonksiyonların Kullanımı

NEWFF Kullanımı: $net=newff(PR,[s1,s2...sn],\{TF1,TF2,...TFn\},BTF)$

PR: Girişler içindeki maksimum değerler.

$S_i=i$. Katmandaki nöron sayısı.

$TF_i=i$. Katmandaki nöronların transfer fonksiyonları (tansig).

BTF: Eğitim fonksiyonu cinsi (trainlm).

TRAIN Kullanımı: $[net,tr]=train(NET,P,T)$

net= Eğitimi yapılmış ağ.

tr= Eğitim kaydı.

NET= Eğitimi yapılacak olan ağ.

P= Eğitim örnekleri.

T= Eğitimdeki hedefler.

SIM Kullanımı: $y=sim(net,P)$

y= Simülasyon çıkışı.

net= Simüle edilecek ağ.

P= Test girişleri.

N= 50;

P= linspace (0,360,N);

```
T= sin(P*pi/180);
X= P/360;
net= newf (minmax(x),[5 1], {'tansig','purelin'});
net.trainParam.epochs=50;
net=train (net. x, T);
test= sim(net, [0:2:360]*pi/180));
plot(0:2:360,testi'r:')
hold on
plot(0:2:360, sin([0:2:360]*pi/180));
title('Sinüs ve Yapay Sinir Ağlarının Grafiği');
grid on;
xlabel ('Açı Derece');
ylabel('YSA'da Sinüs+/Sinus-');
figure(3);
plot(0:2:360, abs(test-sin([0:2:360]*pi/180)));
title('Hata');
(Yılmaz, 2017:191-192)
```

5. UYGULAMA

5.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Enerji verimliliği; elde edilen enerjinin, bu enerjinin elde edilmesi için kullanılan enerjiye bölünmesi ile elde edilen değerdir. Basit ifade ile bir koyup birden fazla alma sanatıdır. Birden fazla alma ne kadar yüksek ise sistemin enerji verimliliği o kadar fazla demektir. İklimlendirme, soğutma ve ısıtma cihazlarının enerji verimliliğinin hesaplanmasında bu mantık kullanılmaktadır. Bu yüzden soğutma sistemlerinde enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar popülaritesini korumaktadır. Enerji verimliliği tahmini, soğuk hava tesislerinin elektrik tüketimi konusunda nerede olduklarının belirlenmesine imkan sağlamak ve kullanılan teknoloji seçimi itibarıyla ne şekilde daha iyi sonuç alınabileceğine ilişkin bilgiler vermektedir.

5.2 Çalışma Yöntemi

Bu çalışmada YSA kullanılarak bir soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim tahmini uygulaması yapılmıştır. Uygulamada verileri kullanılacak soğuk hava tesisine ait, elektrik tüketim verileri kullanılarak YSA modeli oluşturulmuştur. YSA modelinde girdi katmanında kullanılacak değişkenler ilgili soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim verileri, farklı tipteki soğuk oda kontrol cihazlarının ölçümünden oluşan verilerden oluşmuştur. YSA'da çıktı katmanında kullanılacak değişken ise test sonucunda elde edilen fark sonucu olmuştur. YSA yapısı kurulurken çeşitli katman ve nöron sayıları denenerak en uygun sonuçlara sahip yapı seçilerek, bulunan yapı itim kümesinin içerisine dahil edilmemiş veri kümesi yardımıyla test edilmiştir. Test işlemi sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. Son bölümde ise söz konusu çalışma değerlendirilerek, ileride yapılabilecek çalışmalar hakkında öneriler sunulmuştur.

5.3 Tahmin Sürecinin Planlanması

Uygulama kısmında en iyi sonuç alınabilen tahmin yöntemlerinden olan YSA ile Antalya ilinde faaliyet sürdüren bir soğuk hava tesisine ait elektrik tüketim tahmini yapılmıştır. Tahmin süreçlerinin doğru ilerleyebilmesi ve sağlıklı sonuçların alınması açısından iyi bir şekilde planlanmaları gerekmektedir. Bunun yanında, YSA kendi çalışma prensiplerine dayalı bir sistematığe sahiptir. Dolayısıyla tahmin süreci ile YSA çalışma sistemi entegre edilerek YSA tabanlı bir tahmin süreci elde edilebilir. Buna örnek olarak Şekil 5.2 'de görülen ve uygulamada kullanılan YSA ile elektrik tüketim tahmini süreci akış şeması verilebilir.

Akış şemasında görülen YSA ile elektrik tüketim tahmini süreci günlük, haftalık, aylık ve yıllık vb. tüm analiz dönemleri için uygulanabilir bir yapıdadır. Akış şemasındaki YSA elektrik tüketim tahmini süreci; girdi ve çıktı faktörlerinin belirlenmesi, bu faktörlere ait elektrik tüketim verilerinin toplanması, YSA'nın tasarımı, eğitimi ve genelleştirme aşamasından sonra sonuçların elde edilmesi ve son olarak da elde edilen tahminlerin performansının değerlendirilmesi ve buna bağlı stratejilerin oluşturulması aşamalarından oluşmaktadır.

YSA ile Antalya ilinde bulunan soğuk hava tesisine ait elektrik tüketimi tahmini uygulamasında da belirtilen akış şemasındaki adımlar izlenmiştir. Öncelikle literatür incelemesi ve soğutma sektörü uygulamaları incelemesi sonucunda elektrik tüketim tahminine etki eden faktörler (bağımsız değişkenler) belirlenmiş ve bu değişkenlere ait veriler toplanarak, veri seti oluşturulmuştur. Sonrasında girdi ve çıktı değişkenlerine ait veriler normalizasyon işlemine tabi tutulmuş, YSA mimarisinin tasarım aşamasına geçilerek gizli katmanlar ile her katmandaki düğüm sayısına karar verilmiştir. Bir sonraki aşamada, YSA mimarisinin eğitim ve test işlemleri yapılmıştır. Son aşamada ise YSA modelinin tahmin gücünü (performansını) tespit etmek amacıyla hata analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilerek strateji geliştirilmiştir.

5.4 Veri Setinin Hazırlanması

Soğuk hava deposu sistemlerinde, enerji tüketimini etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amacıyla sektörde gerçekleştirilen uygulamalar ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, elektrik tüketim tahminini ve buna bağlı olarak elde edilecek tasarruf tahminini etkileyen faktörlerin arasında Kompresör, Kondanser, Evaporatör ve Defrost çalışma sürelerinin etkinliği ve tahmin sürecine etkisi Tablo 5.1’de düzenlenmiştir.

Tablo 5.1.: Değişkenlerin Belirlenmesi

Değişken Tanımı	Birimi	Niteliği	Türü
Soğuk Oda Elektrik Tüketimleri Dağılımı	%	Dağılımlar	Değişken
Kompresör Çalışma Süresi ve Güç Tüketimleri	Kw/h	Soğutma Sistemi	Değişken
Kondanser Çalışma Süresi ve Güç Tüketimleri	Kw/h	Soğutma Sistemi	Değişken
Evaporatör Çalışma Süresi ve Güç Tüketimleri	Kw/h	Soğutma Sistemi	Değişken
Defrost Çalışma Süresi ve Güç Tüketimleri	Kw/h	Soğutma Sistemi	Değişken
Soğutulan Mahaldeki Elektrik Tüketim Verileri (Powermeter Ölçüm /Akıllı Kontrolör)	kWh	Tüketim Test Verileri	Girdi
Elektrik Fiyatı	TL/kW	Sosyo-Ekonomik	Değişken
Soğutulan Mahaldeki Elektrik Tüketim Verileri(Powermeter Ölçüm /Standart Kontrolör)	kWh	Tüketim Test Verileri	Girdi
Elektrik Tüketimi	kWh	Günlük Tüketim	Değişken

Tablo 5.1 'de belirtilen değişkenlerden elektrik tüketimi bağımlı, diğerleri ise bağımsız değişkenlerdir. Değişkenlere ait bilgiler kompresör seçim programları, teknik dönüşüm tabloları, powermeter ile yapılmış elektrik tüketim ölçümler sonucu elde edilmiştir. Bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişken olan elektrik tüketimlerini etkileyip etkilemediğini anlamak için YSA ile bir ön analiz yapılmış ve sonuç olarak bu değişkenlerin tümünün etkilendiği görülmüştür. Bu değişkenlerden; elektrik tüketimleri dağılımı, kompresör çalışma süresi ve güç tüketimleri, kondenser çalışma süresi ve güç tüketimleri, evaporatör çalışma süresi ve güç tüketimleri, defrost çalışma süresi ve güç tüketimleri dikkate alınarak tüketim tahmini yapılacak mahaldeki soğutma makinelerinin seçimleri gerçekleştirilmiştir. Bunun dışında kalan soğutulan alanda powermeter kullanılarak ölçümü yapılan elektrik tüketim verilerinin tümünün elektrik tüketim hesaplamalarında kullanılması uygun görülmüştür.

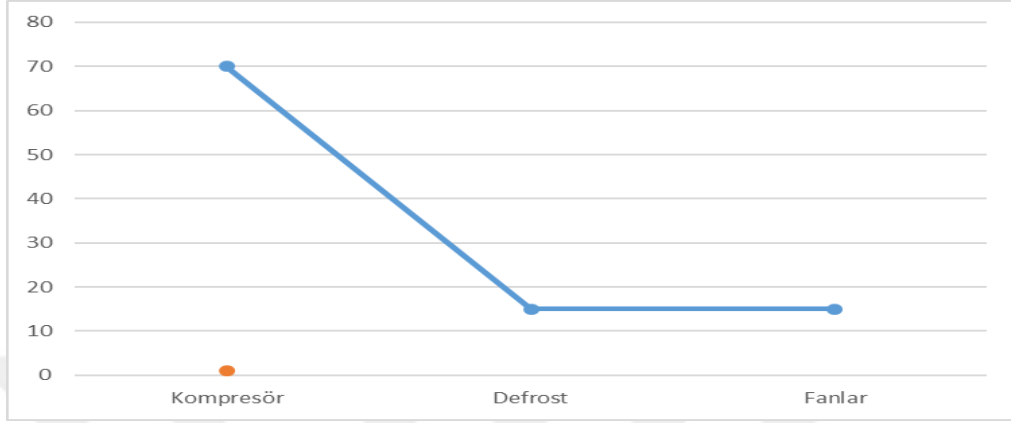
5.4.1 Soğuk Oda Elektrik Tüketimi Dağılımları

Tablo 5.2 'de görüldüğü gibi bir soğuk odada, toplam elektrik tüketimlerinin %70'i kompresörde, %15'i defrost işleminde, %15'i de evaporatör ve kondenser fanları tarafından yapılmaktadır. Bu değerler ortalama değerler olduğundan oransal değerler arasında küçük farklar olsa da ağırlıklı olarak tüketim dağılımları olarak kabul edilen değerler olarak görülmektedir.

Tablo 5.2.: Soğuk Oda Elektrik Tüketimi Dağılımları

Değişken Tanımı	Birimi	Niteliği	Elektrik Harcamalarına Etkisi (%)
Kompresör	kWh	Soğutma Sistemi	70
Defrost İşlemi	kWh	Soğutma Sistemi	15
Fanlar	kWh	Soğutma Sistemi	15

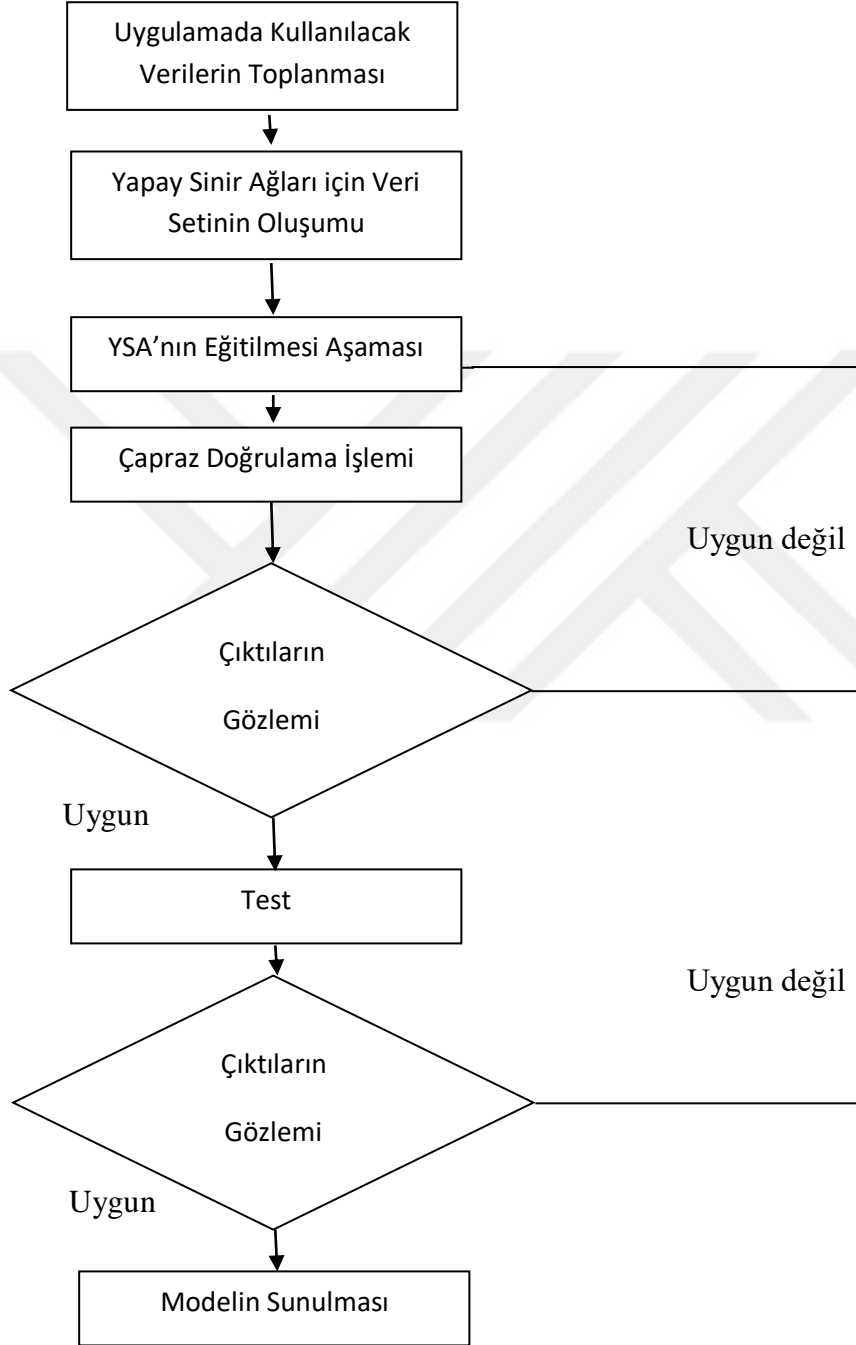
Şekil 5.1.'de soğuk oda elektrik tüketimi dağılımlarının değişimi grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 5.1. : Soğuk Oda Elektrik Tüketimi Dağılımı

5.5 Uygulama Akış Şeması

5.5.1 Yapay Sinir Ağları Modeli ile Tüketim Tahminin Yapılması



Şekil 5.2.: YSA ile elektrik tüketim tahmini süreci akış şeması

5.5.2 Model Tasarımı

Bu kısımda veri setinin hazırlanmasında sunulan girdi (bağımsız) ve çıktı (bağımlı) değişkenlerine ait veriler kullanılarak en uygun YSA modelinin tasarımı yapılmaya çalışılmıştır. Modelde, çıktı değişkeni olarak toplam günlük enerji tüketimi(ET), girdi değişkenleri olarak; Koridor (K), Deepfreeze-1 (DF1), Deepfreeze-2(DF2), Fresh Room(FR), Soğuk Depo-1(SD1), Soğuk Depo-2(SD2), Soğuk Depo-3(SD3), Soğuk Depo-4(SD4), Soğuk Depo-5(SD5) alınmıştır. Modeldeki girdi ve çıktı değişkenlerine ait fonksiyonel ilişki aşağıdaki eşitlikte verilmiştir.

Tablo 5.3.: Girdi ve çıktı değişkenlerine ait fonksiyonel dağılımlar

Değişken Tanımı	Niteliği	Türü
K	Koridor	Girdi
DF1	Deepfreeze -1	Girdi
DF2	Deepfreeze -2	Girdi
FR	Fresh Oda	Girdi
SD1	Soğuk Depo -1	Girdi
SD2	Soğuk Depo -2	Girdi
SD3	Soğuk Depo -3	Girdi
SD4	Soğuk Depo -4	Girdi
SD5	Soğuk Depo -5	Girdi
ET	Enerji Tüketimi / Gün	Çıktı

$$ET = f(K, DF1, DF2, FR, SD1, SD2, SD3, SD4, SD5)$$

Veri yapısı eşitlik 4.1’de görüldüğü gibi dokuz girdi ve bir çıktı değişkeninden her bir değişkene ait (34 günlük) veri bulunmaktadır.

$$\text{ÖF} = (\text{CR}_{\max} - \text{CR}_{\min}) - (\text{X}_{\max} - \text{X}_{\min})$$

$$\text{X}_n = \text{CR}_{\min} + (\text{X} - \text{X}_{\min}) * \text{ÖF}$$

X = Girdi Seti Değeri

X_{\min} = Minimum Girdi Seti Değeri

X_{\max} = Maksimum Girdi Seti Değeri

CR_{\min} = En Küçük Ölçekleme Değeri

CR_{\max} = En Büyük Ölçekleme Değeri

ÖF = Ölçek Faktörü

X_n = Normalize Edilmiş Değer

Yazılımda verilerin işlenmesinde doğrusal (lineer) ve max-min normalizasyon yöntemleri kullanılmıştır. (Arı ve Berberler, 2017:64)

5.5.2.1 Lineer Normalizasyon

Bir veri setindeki verilerin en büyük değere bölünerek normalleştirilmesi işlemidir. Bu işlem sonucunda veriler (0,1) aralığında yer almaktadır.

Matematiksel olarak ifade edilmek istenirse x_1, x_2, \dots, x_n , n adet veriyi gösterebilir. X_{\max} ($\max = 1, 2, \dots, n$) veri setindeki en büyük değer, $X_{normalj}$; X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 'nin normalize edilmiş hali olsun. O halde,

$$X_{normal i} = \frac{X_i}{X_{\max}}$$

olarak tanımlanmaktadır. (Arı ve Berberler, 2017:64)

5.5.2.2 Max – Min Normalizasyon

Bu yöntemde, bir grup verinin içerisindeki en büyük ve en küçük değerler ele alınır. Diğer bütün veriler, bu değerlere göre normalleştirilir. Buradaki amaç en küçük değeri 0 ve en büyük değeri 1 olacak şekilde normalleştirmek ve diğer bütün verileri bu 0- 1 aralığına yaymaktır.

Matematiksel olarak ifade edilmek istenirse;

x_1, x_2, \dots, x_n , n adet veriyi gösterebilir. X_{max} ($\max = 1, 2, \dots, n$) veri setindeki en büyük değer, X_{min} ($\min = 1, 2, \dots, n$) veri setindeki en küçük değer, $X_{normalj}$; X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 'nin normalize edilmiş hali ise aşağıdaki denklemle hesaplanmaktadır.

$$X_{normal i} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

(Arı ve Berberler, 2017:64)

Girdi ve çıktı değişkenlerine ait verilerin paket programa alınması, analiz edilmesi, veri setlerine ayrılması ve normalizasyon işlemleriyle YSA mimarisi tasarımı öncesi hazırlıklar tamamlanmıştır. YSA mimarisi tasarım süreci; ağı öğrenme algoritması, gizli katman sayısı ve aktivasyon fonksiyonlarının belirlenmesi adımlarından oluşmaktadır.

Ağın girdi katmanında, ağa sunulan dokuz bağımsız değişkene ait dokuz adet girdi işlemci elemanı, çıktı katmanında ise bağımlı değişkene ait bir adet çıktı işlemci elemanı bulunmaktadır. Ağdaki ara katmandaki gizli işlemci eleman sayısının tespiti, ağın öğrenmesi ve ağ hatalarının sayısı bakımından oldukça önemlidir. Eğer bir ağ gizli katmanda çok az işlemciye sahipse, önemli sayıda hata üreterek veri setindeki gizli bağılıkları yalnızca kaba bir şekilde ortaya çıkarabilir. Aksine bir ağ gizli katmanda çok fazla işlemciye sahipse daha büyük ağ hatalarına yol açan ilişkileri bulmak yerine tüm verilerin ezberlenmesi eğilimi içine girebilir. (Akdağ, 2014: 150) Dolayısıyla ağ tasarımı yapılırken problem ve veri seti için en iyi çözümler bulunmalıdır. Gizli katmandaki işlemci eleman sayısını bulmak için girdi sayısının yarısı ile denemelere başlanmalı ve artırarak en iyi ağ yapısına ulaşıncaya kadar denemelere devam edilmelidir. Uygulamalarda maksimum gizli işlemci sayısının girdi sayısının dört katını aştığı nadiren görülmüştür. Ayrıca her bir ağ en az üç, en

fazla on kez yeniden eğitilmeli ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak karar verilmelidir.

5.6 Veri Setinin Oluşturulması

Yapay sinir ağları ile yapılacak tahmin modelinde en önemli aşama veri setinin oluşturulmasıdır. Sonuca etki edecek uygun değişkenler belirlenip yeteri sayıda değişken tanımlanırsa veri setinin modele uygunluğu sağlanmış olur. Bu uygulamada veri setini oluşturan girdiler, soğutulan mahaldeki elektrik tüketim verileridir. Çıktımız ise elektrik tüketim sonuçlarıdır. Elektrik tüketimine etki eden faktörler ise mevcut elektrik tüketimleri, soğutulan mahaldeki tüketimlere bağlı olarak soğuk oda özelliklerinin ve kullanımlarının farklılıkları, bu odalarda çalışan makinelerin kapasiteleri gibi değişkenler tanımlanmıştır. Uygulamamızda 9 farklı değişken için bir olay incelenmiştir.

- **Soğutulan Mahaldeki Elektrik Tüketim Verileri (kWh)**
- **Tüm Mahaldeki Günlük ve Ortalama Elektrik Tüketim Verileri (kWh)**
- **Normalizasyon Verileri**
- **Maksimum ve Minimum Değerler Tablosu**
- **Devrik Dönüşüm Verileri**

Tablo 5.4.: Soğutulan Mahaldeki Elektrik Tüketimleri (kWh)

SOĞUTULAN MAHALDEKİ ELEKTRİK TÜKETİMİ (kWh)											
Gün	Tarih	Koridor	DF-1	DF-2	FO	SD-1	SD-2	SD-3	SD-4	SD-5	TGET
1	1.1.2018	69,46	151,22	124,12	84,22	33,09	37,75	182,21	11,76	48,82	742,64
2	2.1.2018	65,31	151,58	134,17	99,24	50,14	38,39	254,78	30,82	46,82	871,27
3	3.1.2018	68,45	148,95	132,53	86,04	115,67	100,9	118,36	28,87	47,28	847,05
4	4.1.2018	40,92	149,91	91,36	54,26	167,53	29,8	49,24	49,41	74,18	700
5	5.1.2018	66,76	147,59	106,63	77,47	90,9	120,2	32,02	57,83	67,28	766,68
6	6.1.2018	67,09	150,41	132,69	65,47	76,06	117,98	9,14	35,67	97,36	751,85
7	7.1.2018	56,4	150,47	128,7	69,53	39,49	117,65	9,13	35,63	92,39	699,38
8	8.1.2018	49,34	150,86	132,07	65,22	36,98	123,7	32,06	69,94	46,59	706,76
9	9.1.2018	47,68	149,02	119,15	65,48	121,32	93,23	48,94	44,43	86,61	775,86
10	10.1.2018	52,72	148,52	119,69	69	84,91	136,7	39,32	51,3	28,62	730,78
11	11.1.2018	43,37	147,09	117,84	46,8	75,88	160,2	6,48	35,71	0	633,37
12	12.1.2018	70	146,07	108,45	61,8	18,83	189,33	6,45	35,54	0	636,45
13	13.1.2018	54,34	145,73	112,45	73,63	66,53	104,51	6,41	35,39	91,12	690,11
14	14.1.2018	69,81	146,77	124,94	81,08	35,46	182,27	6,22	35,06	77,33	758,93
15	15.1.2018	69,39	146,24	148,92	64,05	76,18	137,24	6,39	35,19	97,18	780,27
16	16.1.2018	68,63	146,58	137,49	65,52	120,07	43,66	4,43	35,28	110,01	731,66
17	17.1.2018	67,83	147,16	137,67	72,58	120,27	103,77	15,24	37,74	31,85	734,11
18	18.1.2018	41,41	145,43	126,19	46,57	36,05	189,19	6,42	2,69	31,65	625,6
19	19.1.2018	66,91	146,05	124,81	58,68	73,3	213,77	6,39	2,69	31,55	724,15
20	20.1.2018	51,02	144,44	136,95	50,56	55,18	190,86	4,37	2,69	42,33	678,4
21	21.1.2018	62,96	145,22	131,73	58,47	114,42	168,63	5,46	2,7	48,17	737,76
22	22.1.2018	64,7	146,35	146,81	64,01	104,27	57,87	21,65	68,92	118,48	793,07
23	23.1.2018	64,04	146,48	140,91	61,68	35,37	203,1	19,53	16,55	48,67	736,33
24	24.1.2018	73,53	148,33	159,1	43,25	34,69	232,6	9,1	2,66	48,43	751,69
25	25.1.2018	47,72	144,97	147,91	22,76	35,26	172,34	13,66	34,59	125,11	744,32
26	26.1.2018	73,84	147,66	134,91	109,31	103,22	63,27	157,5	55,6	187,52	1052,8
27	27.1.2018	62,29	147,5	138,78	129,64	19,07	15,05	210,58	25,3	217,72	965,93
28	28.1.2018	77,41	148,42	145,97	121,4	24,03	72,13	128,69	20,62	179,41	918,09
29	29.1.2018	67,62	148,25	165,25	128,65	19,12	9,55	231,45	11,58	121,83	903,31
30	30.1.2018	77,91	149,14	149,01	134,43	21,16	33,68	131,74	21,34	219,03	937,45
31	31.1.2018	76,92	149,9	172,08	116,45	42,4	62,02	254,34	11,84	93,04	978
32	1.2.2018	55,75	146,99	147,95	92,75	34,76	88,66	152,98	11,57	143,84	875,25
33	2.2.2018	70,7	146,88	141,75	130,21	35,51	54,81	261,76	11,63	71,97	924,25
34	3.2.2018	66,25	147,2	141,94	128,11	27,3	32,87	239,83	11,64	52,84	847,97

Tablo 5.5.: Tüm Mahaldeki Günlük Toplam ve Ortalama Elektrik Tüketimleri (kWh)

TÜM MAHALDEKİ GÜNLÜK TOPLAM VE ORTALAMA ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMLERİ (kWh)										
	Koridor	DF-1	DF-2	FO	SD-1	SD-2	SD-3	SD-4	SD-5	TGET
Toplam Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh)	2128,5	5023,4	4560,9	2698,3	2144,4	3697,7	2682,3	980,18	2825	26752
Ortalama Günlük Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh)	62,602	147,75	134,14	79,362	63,071	108,76	78,89	28,829	83,089	786,81

Tahmin sürecinde kullanılan veri seti içeriğinde yer alan soğutulan mahaldeki elektrik tüketim tablosu Tablo 5.4: 'de verilmiştir. Bu aşamada soğutulan mahaldeki Koridor, Deepfreeze-1, Deepfreeze-2, Fresh Oda, Soğuk Depo-1, Soğuk Depo-2, Soğuk Depo-3, Soğuk Depo-4, Soğuk Depo-5 numaralı soğuk odaların elektrik tüketimleri, tahmin için tasarlanan ağ içerisinde girdi verilerini oluşturmaktadır. Soğutulan mahaldeki günlük toplam ve ortalama elektrik tüketim verileri Tablo 5.5'de verilmiştir. Tahmin aşaması tamamlandığında ortalama veriler üzerinden tasarruf değerlendirmesi ve tahmin sonuçları karşılaştırılacaktır.

Tablo 5.6.: Normalizasyon Verileri

Tarihler	NORMALİZASYON VERİLERİ									
	Koridor	DF-1	DF-2	FO	SD-1	SD-2	SD-3	SD-4	SD-5	TGET
1.1.2018	0,771559881	0,949579832	0,405847374	0,550371631	0,095897781	0,126429052	0,690935934	0,135255648	0,222891841	0,273957212
2.1.2018	0,659367397	1	0,530351833	0,684875078	0,210558171	0,129298364	0,972881619	0,418549346	0,213760672	0,575043303
3.1.2018	0,744255204	0,631652661	0,510034688	0,566669652	0,651244116	0,409549428	0,442868798	0,389565993	0,215860841	0,518351201
4.1.2018	0	0,766106443	0	0,282081132	1	0,090786819	0,174326897	0,694857313	0,338675067	0,17414915
5.1.2018	0,69856718	0,441176471	0,189172448	0,489925674	0,484667115	0,496077113	0,107424531	0,820005945	0,307172533	0,330227986
6.1.2018	0,70748851	0,836134454	0,512016848	0,382466195	0,384868863	0,486124187	0,018532189	0,490636147	0,444505319	0,295515191
7.1.2018	0,418491484	0,844537815	0,46258672	0,418823319	0,138937458	0,484644698	0,018493337	0,490041617	0,421814363	0,172697907
8.1.2018	0,227629089	0,899159664	0,504335976	0,380227456	0,122057835	0,511768662	0,107579937	1	0,212710588	0,18997238
9.1.2018	0,182752095	0,641456583	0,344276511	0,382555745	0,689240081	0,37516252	0,17316135	0,620838288	0,395425284	0,351715744
10.1.2018	0,319005137	0,571428571	0,350966303	0,414077192	0,444384667	0,570051558	0,135786161	0,72294887	0,130667032	0,246196339
11.1.2018	0,066234117	0,371148459	0,328047572	0,215277156	0,383658373	0,675409101	0,008197677	0,491230678	0	0,018187351
12.1.2018	0,786158421	0,228291317	0,211719524	0,349601504	0	0,806007622	0,008081122	0,488703924	0	0,025396751
13.1.2018	0,362800757	0,180672269	0,261273538	0,455538641	0,320780094	0,42573414	0,007925716	0,486474435	0,416016071	0,150999485
14.1.2018	0,781021898	0,326330532	0,416005946	0,522253067	0,111835911	0,774355526	0,007187536	0,48156956	0,353056659	0,312087449
15.1.2018	0,769667478	0,25210084	0,71308226	0,369750157	0,385675857	0,57247254	0,007848013	0,483501784	0,443683514	0,362038294
16.1.2018	0,749121384	0,299719888	0,571481665	0,382913943	0,680833894	0,152925353	0,000233109	0,484839477	0,502259964	0,248256168
17.1.2018	0,727493917	0,380952381	0,573711596	0,446135936	0,682178884	0,422416499	0,042231633	0,521403092	0,14541387	0,253990918
18.1.2018	0,013246823	0,138655462	0,431491576	0,213217516	0,115803631	0,80537996	0,007964567	0,000445898	0,144500753	0
19.1.2018	0,70262233	0,225490196	0,414395441	0,32166204	0,366308003	0,915579466	0,007848013	0,000445898	0,144044195	0,230677403
20.1.2018	0,273046769	0	0,564791873	0,248947793	0,244451917	0,81286707	0	0,000445898	0,193261197	0,12358972
21.1.2018	0,595836713	0,109243697	0,500123885	0,319781499	0,642837929	0,713203318	0,004234819	0,00059453	0,219924211	0,262534526
22.1.2018	0,642876453	0,267507003	0,686942517	0,369391958	0,574579691	0,216633042	0,067135475	0,984839477	0,540930466	0,391999438
23.1.2018	0,625033793	0,285714286	0,613850347	0,34852691	0,111230666	0,867742659	0,058898947	0,206450654	0,222207004	0,259187304
24.1.2018	0,881589619	0,544817927	0,839197225	0,18348706	0,1066577	1	0,018376782	0	0,221111263	0,295140677
25.1.2018	0,183833469	0,074229692	0,700569871	0	0,110490921	0,72983636	0,036093088	0,474583829	0,571200292	0,277889612
26.1.2018	0,889970262	0,450980392	0,539519326	0,775051491	0,567518494	0,24084286	0,594933758	0,78686088	0,856138429	1
27.1.2018	0,577723709	0,428571429	0,587462834	0,957105758	0,001613988	0,024658148	0,801157776	0,336504162	0,994019084	0,796615327
28.1.2018	0,986482833	0,557422969	0,676536174	0,883316916	0,034969738	0,280564896	0,483002448	0,266944114	0,819111537	0,684635551
29.1.2018	0,721816707	0,533613445	0,915386521	0,948240351	0,001950235	0	0,882240957	0,132580262	0,556225175	0,650039792
30.1.2018	1	0,658263305	0,714197225	1	0,015669132	0,108182022	0,49485217	0,27764566	1	0,729951781
31.1.2018	0,97323601	0,764705882	1	0,838989881	0,158507061	0,235238736	0,971172151	0,136444709	0,424781993	0,82486775
1.2.2018	0,400919167	0,357142857	0,701065411	0,62675741	0,107128447	0,35467384	0,577372858	0,132431629	0,656713692	0,584359346
2.2.2018	0,805082455	0,341736695	0,62425669	0,962210083	0,112172159	0,202914145	1	0,133323424	0,328585125	0,699054351
3.2.2018	0,68477967	0,386554622	0,626610505	0,943404674	0,056960323	0,104550549	0,914798555	0,133472057	0,241245491	0,520504658

Tablo 5.7.: Maksimum ve Minimum Değer

	Koridor	DF-1	DF-2	FO	SD-1	SD-2	SD-3	SD-4	SD-5	TGET
MİN	40,92	144,44	91,36	22,76	18,83	9,55	4,37	2,66	0	625,6
MAK	77,91	151,58	172,08	134,43	167,53	232,6	261,76	69,94	219,03	1052,82
MAK-MİN	36,99	7,14	80,72	111,67	148,7	223,05	257,39	67,28	219,03	427,22
1/MAK-MİN	0,0270343	0,140056	0,0123885	0,008955	0,0067249	0,0044833	0,0038852	0,0148633	0,0045656	0,0023407

Tablo 5.8.: Devrik Dönüşüm Verileri

MAHAL	DEVRIK DÖNÜŞÜM İŞLEMİ											
Koridor	0,771559881	0,6593674	0,7442552	0	0,6985672	0,7074885	0,4184915	0,2276291	0,1827521	0,3190051	0,0662341	0,7861584
DF-1	0,949579832	1	0,6316527	0,7661064	0,4411765	0,8361345	0,8445378	0,8991597	0,6414566	0,5714286	0,3711485	0,2282913
DF-2	0,405847374	0,5303518	0,5100347	0	0,1891724	0,5120168	0,4625867	0,504336	0,3442765	0,3509663	0,3280476	0,2117195
FO	0,550371631	0,6848751	0,5666697	0,2820811	0,4899257	0,3824662	0,4188233	0,3802275	0,3825557	0,4140772	0,2152772	0,3496015
SD-1	0,095897781	0,2105582	0,6512441	1	0,4846671	0,3848689	0,1389375	0,1220578	0,6892401	0,4443847	0,3836584	0
SD-2	0,126429052	0,1292984	0,4095494	0,0907868	0,4960771	0,4861242	0,4846447	0,5117687	0,3751625	0,5700516	0,6754091	0,8060076
SD-3	0,690935934	0,9728816	0,4428688	0,1743269	0,1074245	0,0185322	0,0184933	0,1075799	0,1731614	0,1357862	0,0081977	0,0080811
SD-4	0,135255648	0,4185493	0,389566	0,6948573	0,8200059	0,4906361	0,4900416	1	0,6208383	0,7229489	0,4912307	0,4887039
SD-5	0,222891841	0,2137607	0,2158608	0,3386751	0,3071725	0,4445053	0,4218144	0,2127106	0,3954253	0,130667	0	0
TGET	0,273957212	0,5750433	0,5183512	0,1741492	0,330228	0,2955152	0,1726979	0,1899724	0,3517157	0,2461963	0,0181874	0,0253968

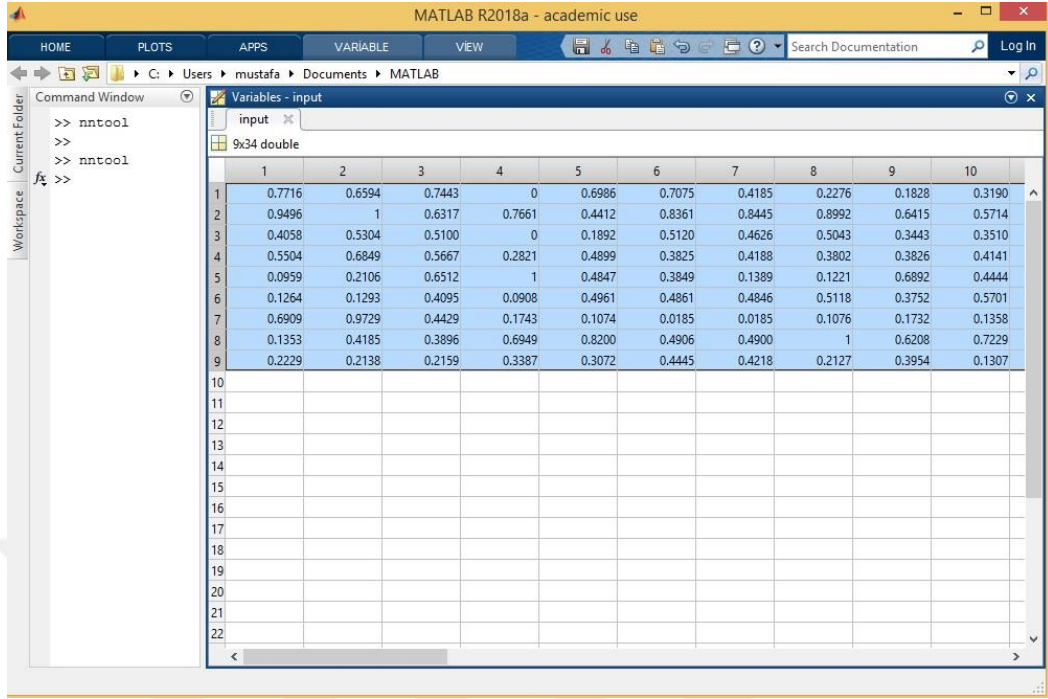
Tablo 5.8 'de devrik dönüşüm işlemi uygulanmıştır. Yapay sinir ağlarında, normalize edilmeyen veri seti ile tasarlanan ağı eğitmek, ağı eğitme süresi ve verimliliği düşürecek için bu tahmin çalışmasında oluşturulan veri seti Tablo 5.6 'de ki gibi normalize edilmiştir. Normalleştirme işlemlerinde birden fazla formül kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları uygulamalarında kullanılan normalizasyon çeşitleri: Min kuralı, Max kuralı, Medyan, Sigmoid, Z-Score gibi yöntemler sıralanabilir. Bu çalışmada Min-Max metodu uygulanmış ve veri seti değerleri 0 ile 1 arasında normalize edilmiştir.

Normalizasyon Formülü:

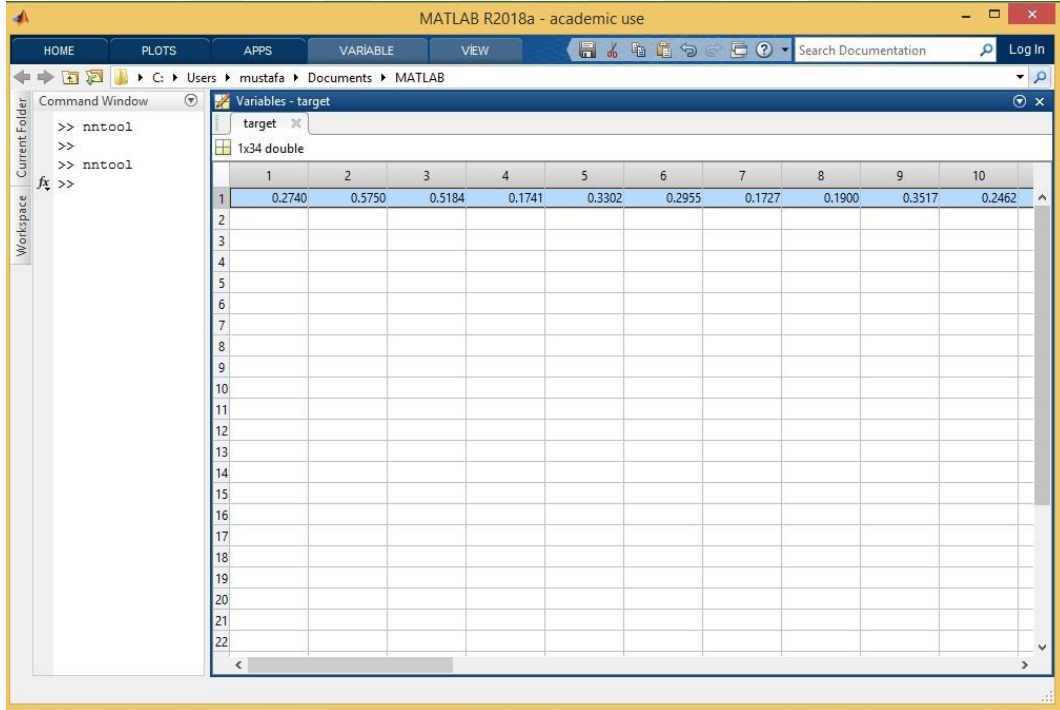
$$X_{normal\ i} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

5.7 Matlab Uygulama Arayüzü

INPUT verilerini oluşturan, soğutulan mahaldeki Koridor, DF-1, DF-2, FO, SD-1, SD-2, SD-3, SD-4, SD-5 verilerinin normalize değerleri hesaplanarak MATLAB programı workspace sayfasında input ve target verileri olarak oluşturulur. Şekil 5.3.'de input verilerinin programa yüklenmiş hali görülmektedir.

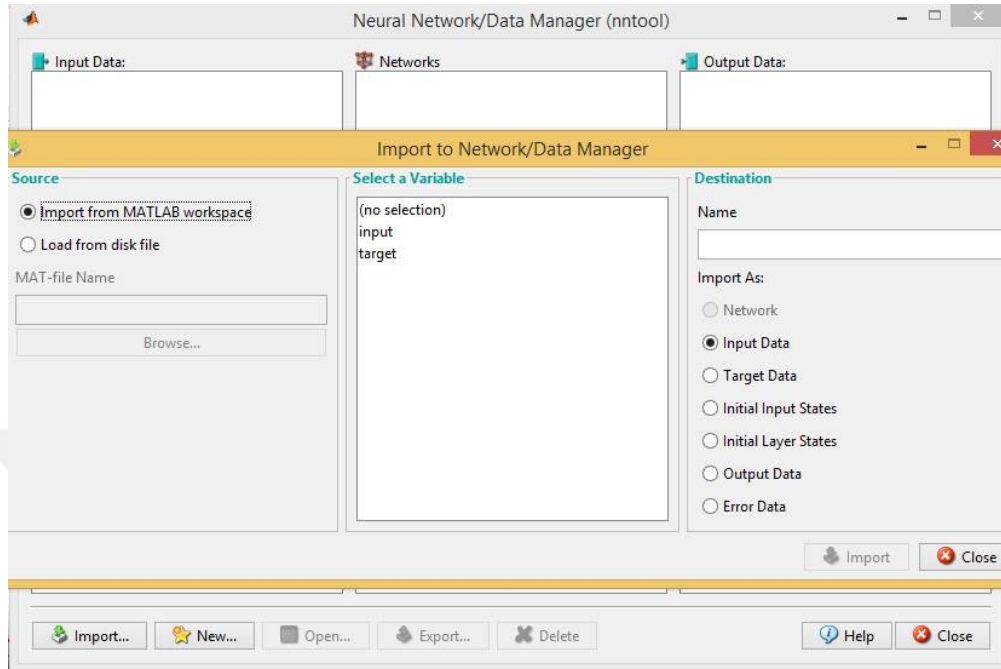


Şekil 5.3.: İntput verilerinin programa yüklenmesi



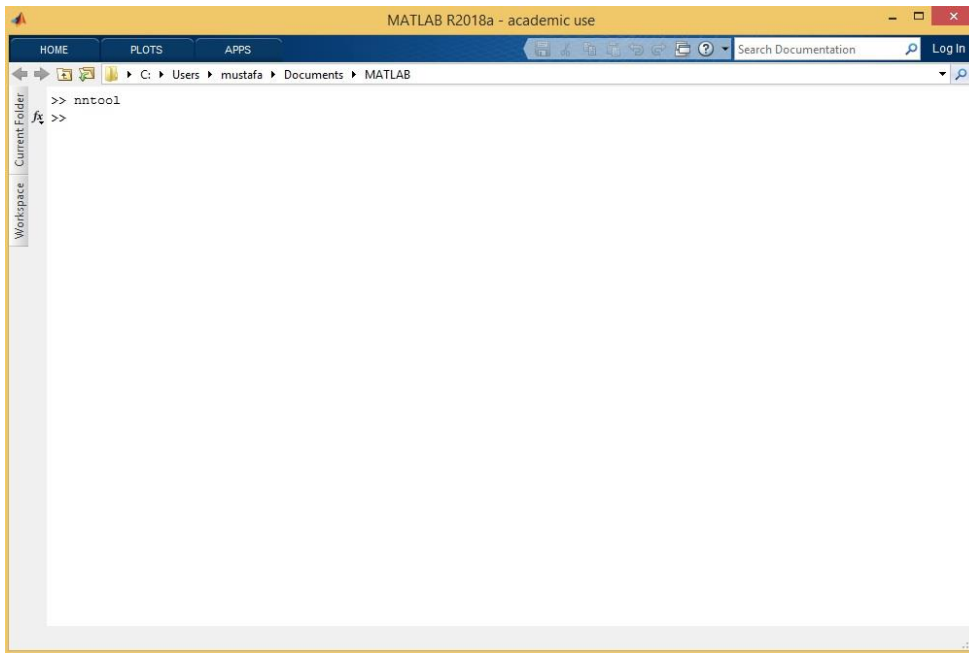
Şekil 5.4.: Target verilerinin programa yüklenmesi

Toolbox ekranında import tıklanarak workspace ekranındaki tanımladığımız input ve target değerleri buraya gelir.

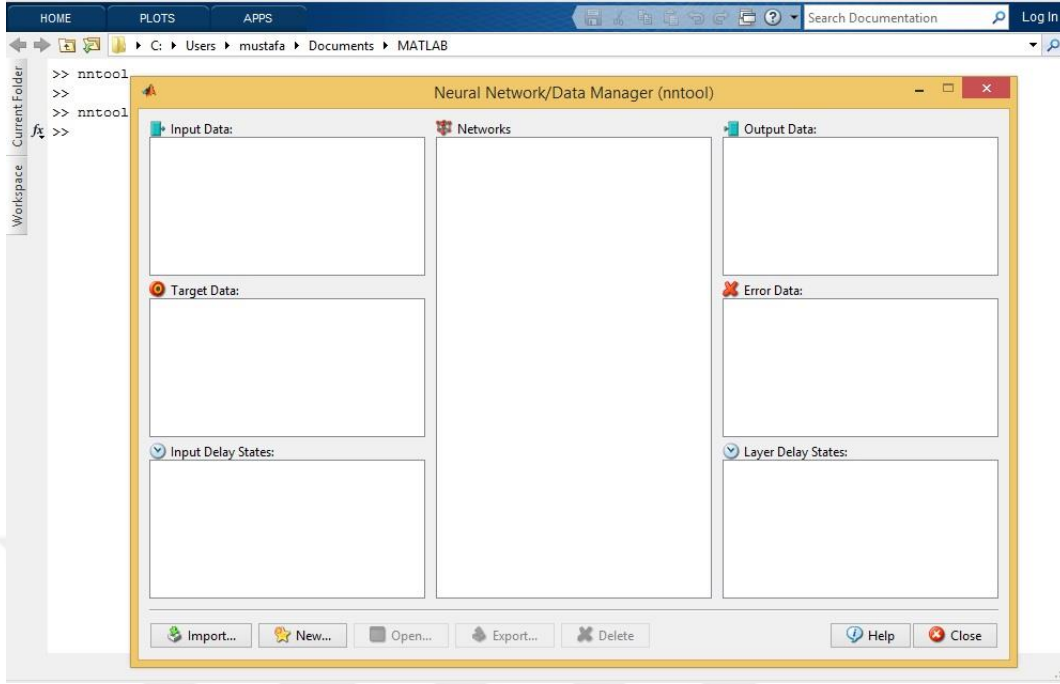


Şekil 5.5.: Data yönetim arayüzü üzerinden giriş ve hedef değişkenlerinin tanımlanması

Nntool komutu girildiğinde yapay sinir ağlarına ait grafiksel arayüz açılacaktır.



Şekil 5.6.: Nntool komutu kullanımı



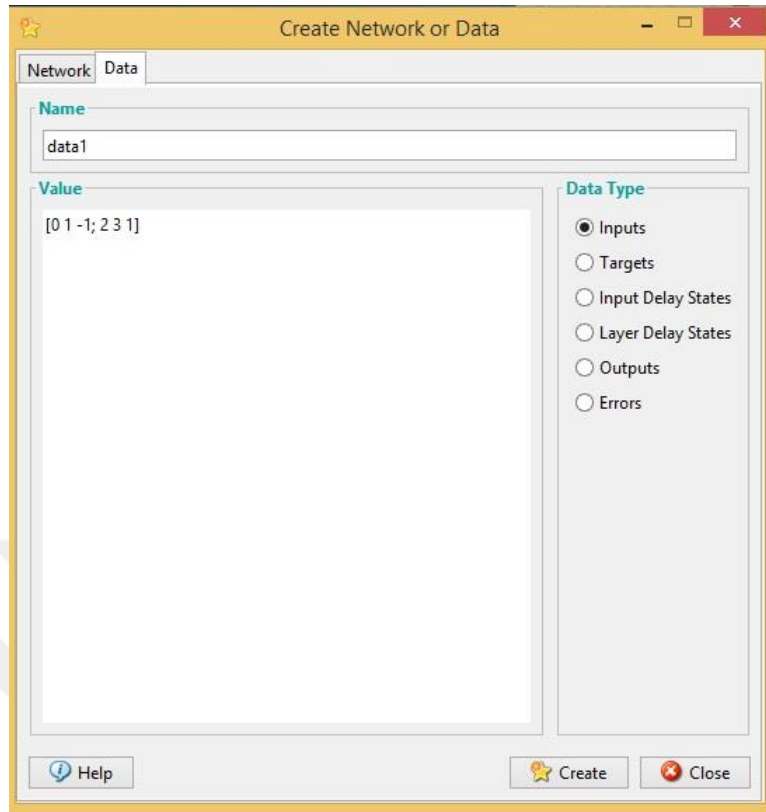
Şekil 5.7.: Grafiksel arayüz

Yapay sinir ağının tasarımında öncelikli aşama tahmin edilecek verilerin programa girilmesi ile başlamaktadır. Bu yüzden yukarıdaki MATLAB yapay sinir ağları grafiksel arayüz penceresindeki New Data (yeni veri) seçeneği seçilmiştir.

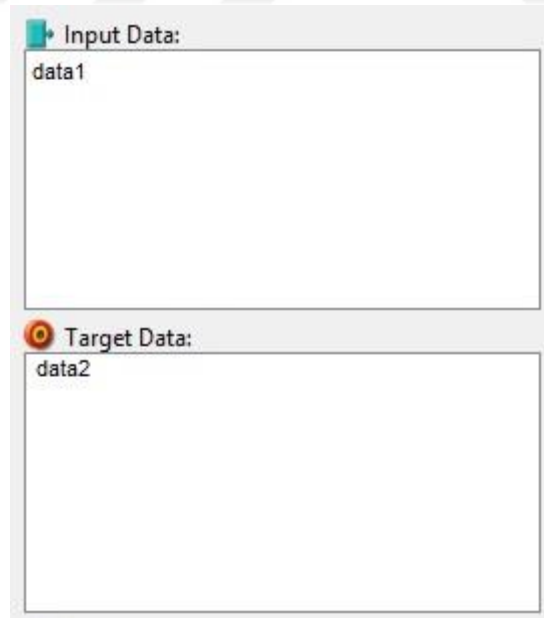
Yeni veri yaratma (Create New Data) penceresinde değer (Value) kısmına veriler girilmiştir sonrasında isim (Name) bölümüne seçilen verilerin ismi girilmiştir. Bunun yanında bu verilerin giriş ve hedef verileri olarak seçimi her iki durum içinde ayrı ayrı belirtilerek işlem yapılmıştır. Ardından oluştur (Create) tuşuna basılarak işlem yapılmıştır. Giriş verileri=inputs, çıkış (hedef) verileri ise targets olarak seçim yapılmıştır. Bu şekilde yapay sinir ağlarının kullanacağı eğitim seti arayüz üzerinde tanımlanarak işlem yapılmıştır.

Ağın oluşturulması için yapay sinir ağları arayüz içerisinde yer alan yeni ağ (New Network) seçeneği seçilerek modellenecek ağ için gerekli tercihlerin tamamlanması koşulunu sağlaması şartıyla tercih yapılmıştır.

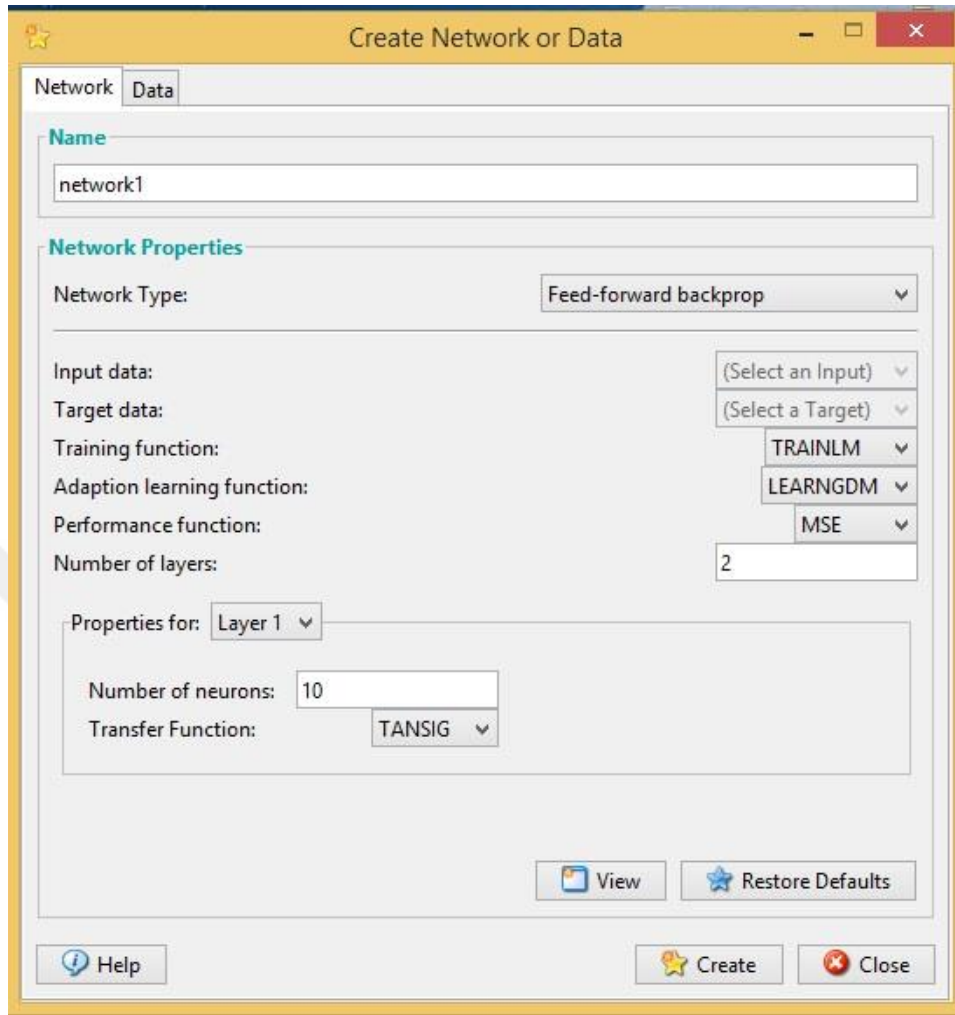
Arayüz de input rangers kısmında girilecek olan değer, modele dahil edilen verilerin her bir değişkende ki alabileceği en küçük ve en büyük değeri ifade etmektedir. Bu değer otomatik olarak seçilmesi için get from input seçeneği seçilmiştir. Ağ gerekli yerlerin tayini ile birlikte oluşturması için create (oluştur) tuşuna basılarak işlem yapılmıştır.



Şekil 5.8.: Giriş ve hedef konfigürasyonlarının tanımlanması



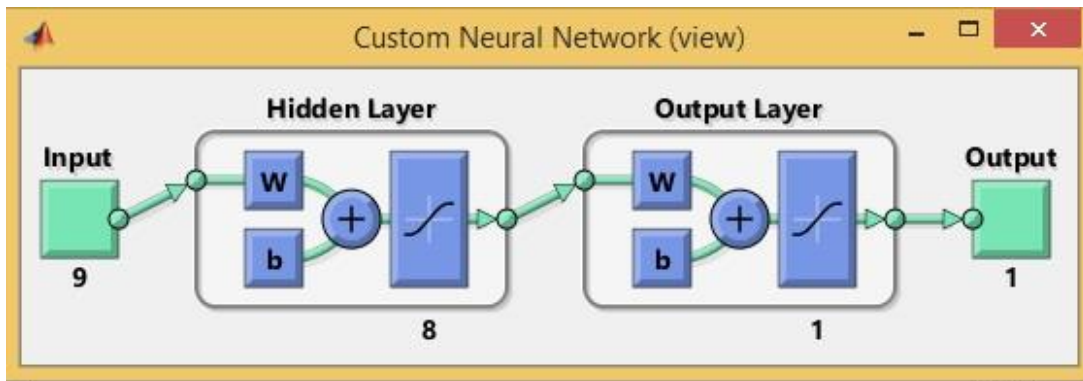
Şekil 5.9.: Giriş ve hedef değişkenlerinin grafiksel arayüz katmanında görüntülenmesi



Şekil 5.10.: Eğitim seti konfigürasyonu ve özelliklerinin belirlenmesi

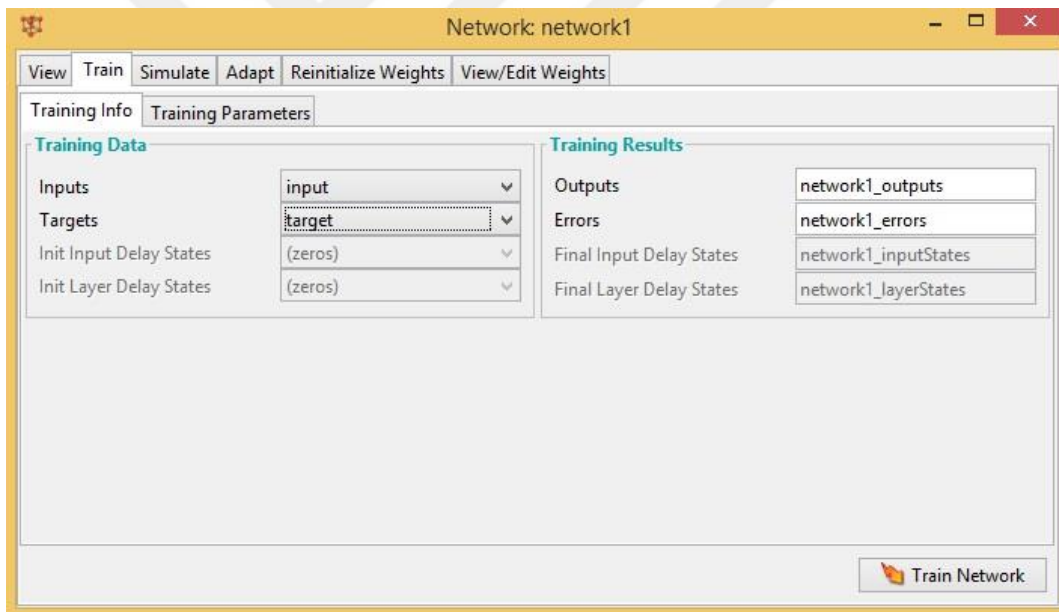
Bu çalışmada İleri beslemeli geri yayılım komutu belirlenmiştir. İntput target verileri tanımladıktan sonra eğitim fonksiyonu tanımlanır. Bu aşamada daha çok tercih edilen TRAINGDM fonksiyonu tercih edilmiştir. Öğrenme fonksiyonu LEARNGDM seçilmiştir. Performans değerlendirme yapabilmek için MSE fonksiyonu kullanılmıştır. Katman sayısı 1 olarak alınmıştır. Gizli nöron sayısı 8 alınmıştır. Eğitim fonksiyonu olarak TANSİG tercih edilmiştir.

Model sonucu ilgili ağ ismi ile yapay sinir ağları arayüzünde network alanına atayacaktır. Oluşturulan ağın ismi seçilerek yine arayüzdeki view seçeneği tıklanırsa oluşturulmuş ağ görüntüsü ekrana gelmektedir.



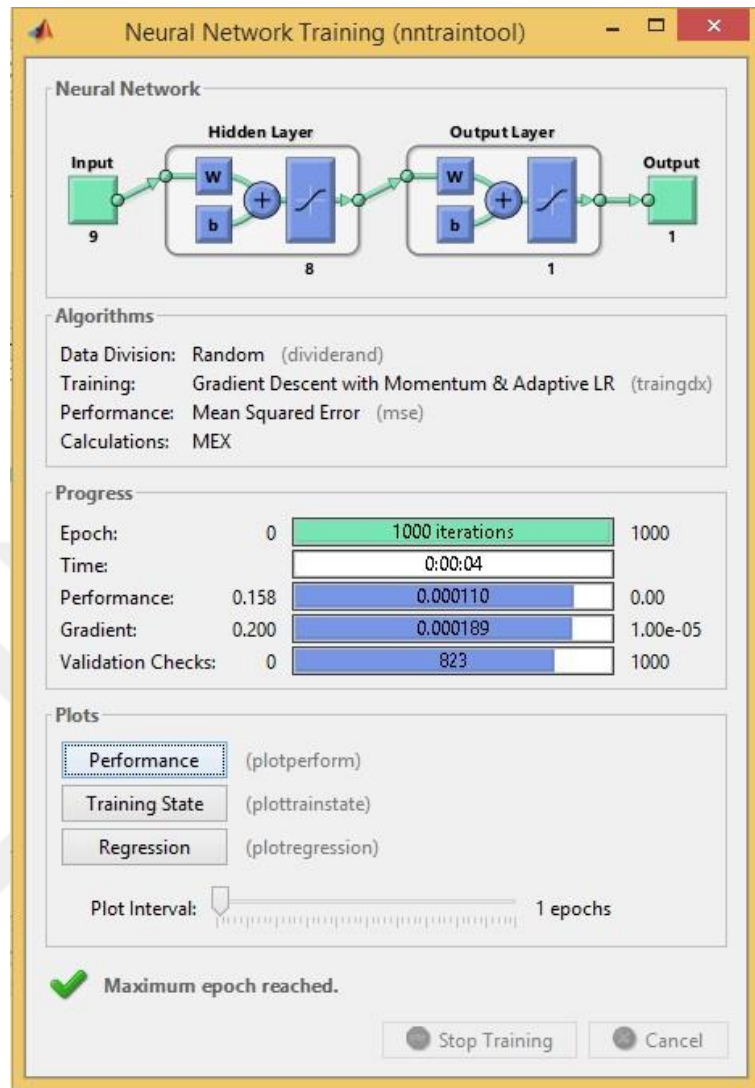
Şekil 5.11.: Oluşturulan Yapay Sinir Ağı

Yapay sinir ağı üzerinde ilgili çalışmanın ismi seçildikten sonra arayüz üzerindeki Initialize kısmı seçilir. Bu arayüz üzerinde konfigürasyonların belirlenmesi için ağı eğitilmesi, adapte edilmesi, ağırlıkların belirlenmesi ve ağı simülasyonu için seçimler yapılır.



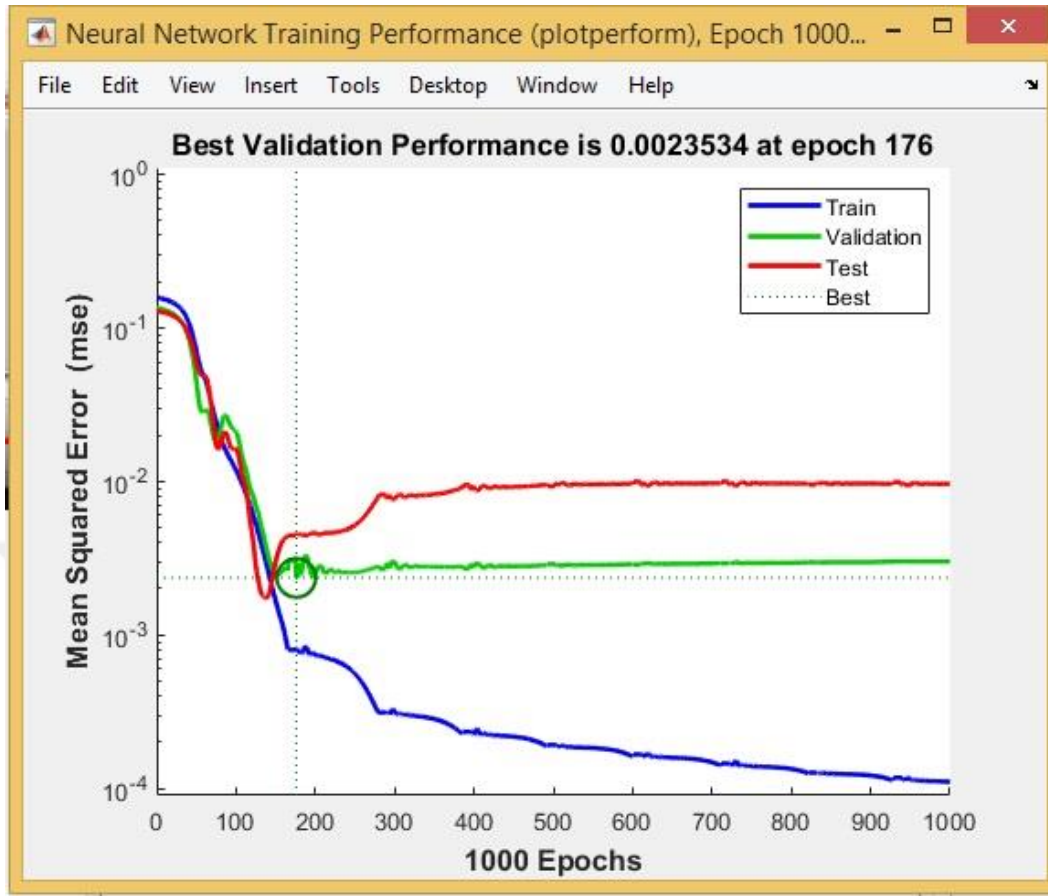
Şekil 5.12.: Öğrenme konfigürasyonlarının belirlenmesi

Ağı eğitilmesi için Train tercihi seçilir. Train seçeneği seçildiğinde ağı eğitim süreci aşağıdaki gibi görüntülenecektir. Görüntülenen pencere üzerinde giriş ve hedef veriler seçilir. Çıktı ve hata test göstergeleri için arayüzün sağ tarafında görüntülenmektedir. Seçimler tamamlandıktan sonra Train Network (Ağı Eğit) tuşuna tıklanır ve ağı eğitimi başlatılmış olur.



Şekil 5.13.: Ağın Eğitimi

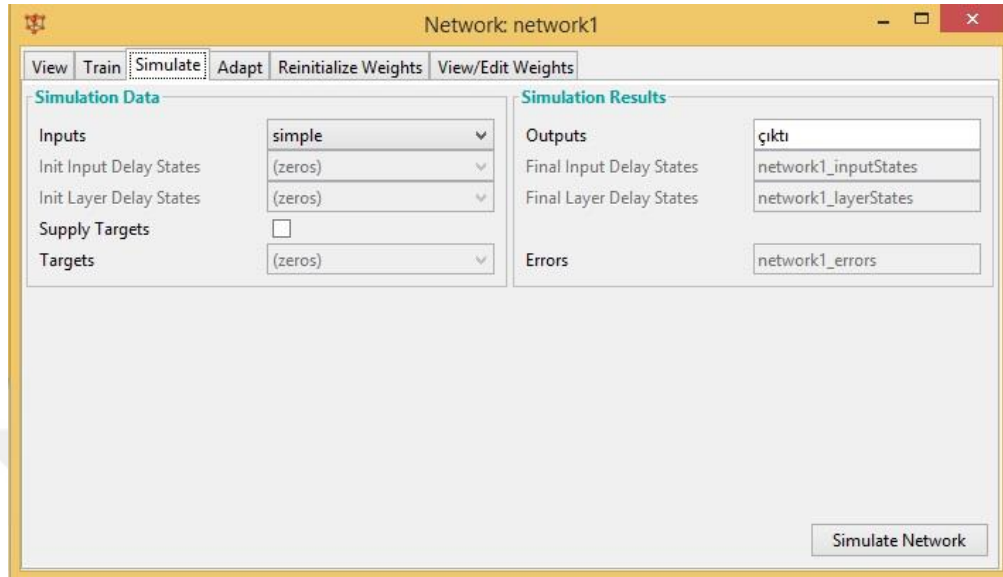
Eğitim süreci tamamlandığında, ağırlıklar ve tüm parametrelerin değerlerine Weights bölümü üzerinden ulaşılabilmektedir.



Şekil 5.14: Eğitim sürecinin grafiksel gösterimi ve eğitim Performansı

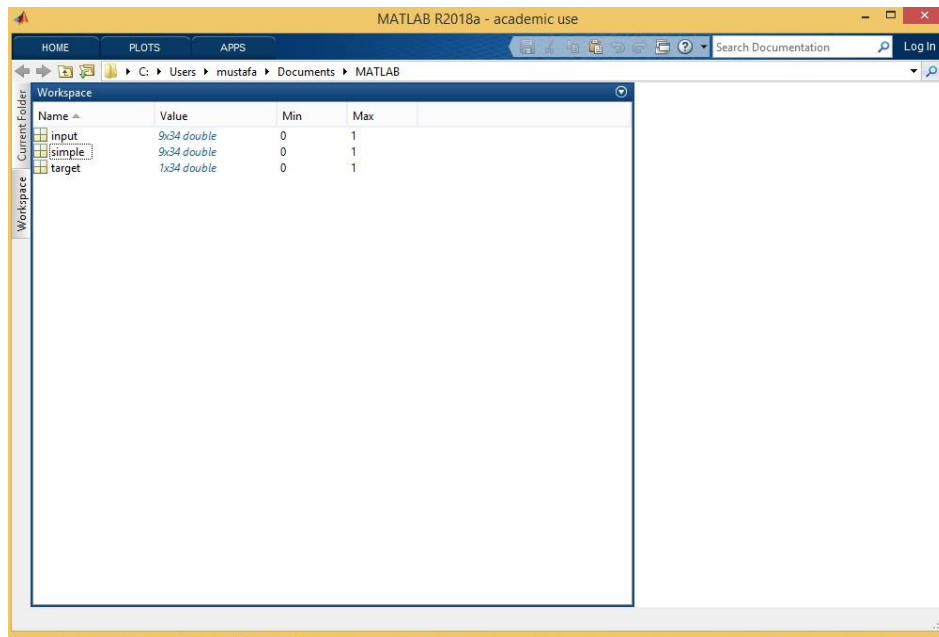
Eğitim setinin ağı sunulması ile birlikte artık test seti ağı sunulabilir hale gelmiştir. Ağı test setindeki değerleri eğitim süreci sonrasında sunabilmek için Simulate işlemi yapılmıştır. Simulate işleminde girişlere ait çıkışlar, eğitim sürecinde belirlenen konfigürasyonlar üzerinden hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen değerler üzerinden fark bulunarak ağın performansı ortaya konulmuştur.

Tahmin aşamasında seçtiğimiz modelin ne kadar iyi sonuç verdiğini test etmek için simulator işlemi kullanılmıştır.

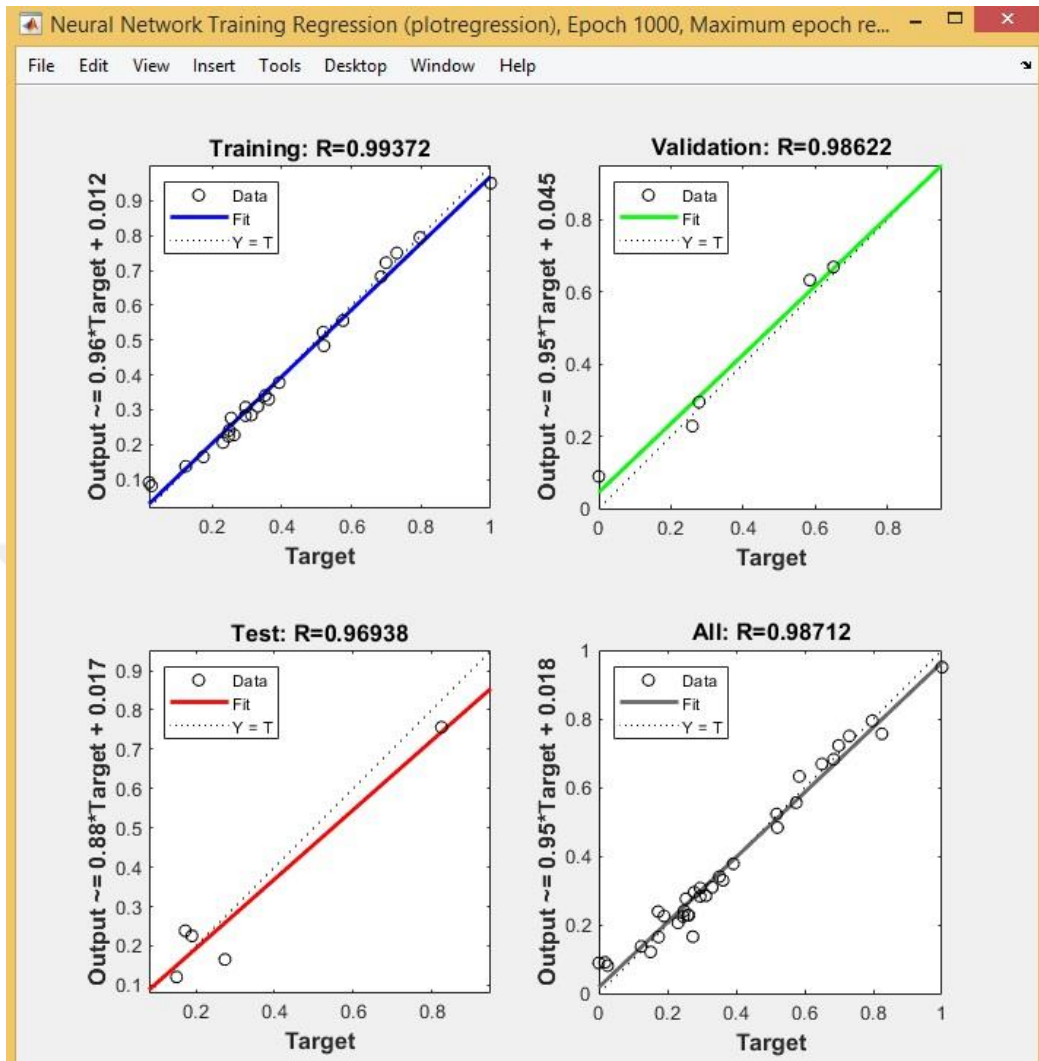


Şekil 5.15.: Simülasyon İşlemi

Simulate aşamasında traspoze işlemi yapılmış girdi verileri simülasyon aşamasında kullanılmıştır. Bu işleme başlamadan önce workspace sayfasında sample tanımlanır.



Şekil 5.16.: Simülasyon fonksiyonunun tanımlanması



Şekil 5.17.: Regresyon sonuçları

Regresyon tekniği, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için en çok kullanılan teknikler arasında yer almaktadır. (Tolon ve Tosunoğlu, 2018:253) Yapay sinir ağları ile yaptığımız çalışmada, oluşturulan yapay sinir ağı modelinde ileri beslemeli geri yayılım algoritması yöntemine dayalı model tasarlanmıştır. Eğitim süreci fonksiyon sınıfında TRAINGDX kullanılmıştır. Öğrenme fonksiyonu LEARNGDM özelliği kullanılmıştır. Kurulan tahmin modeli ile gerçek değerler arasındaki ilişki regresyon sonuçları üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmada tahmin verilerinin gerçek değerlere en yakın sonuç elde edilmiştir.

5.8 Model Tasarım Parametreleri

Oluşturulan yapay sinir ağı modelinde ileri beslemeli geri yayılım algoritması tercih edilmiştir. Eğitim fonksiyonu olarak TRAINGDX fonksiyonu tercih edilmiştir. Öğrenme fonksiyonu LEARNGDM, Performans değerlendirme yapabilmek için MSE fonksiyonu kullanılmıştır. Katman sayısı 2 ,Gizli nöron sayısı 10 olarak alınmıştır. Eğitim fonksiyonu olarak TANSİG tercih edilmiştir. Tablo 3.1’de modele ait tasarım parametreleri belirtilmiştir.

Tablo 5.9: Model Tasarım Parametreleri

Network Type	Feed –forward backprop
Training Function	TRAINLM
Adaption Learning Function	LEARNGDM
Performance Function	MSE
Number of layers	2
Number of neurons	10
Transfer Function	TANSIG

5.9 Tahmin Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Aşağıda yer alan Tablo 5.9 ‘da uygulama sonuç tablosuna yer verilmiştir. İçeriğinde programdan elde edilen çıktı verileri yer almaktadır.

Tablo 5.10.: Uygulama Sonuç Tablosu

TAHMİN VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ									
Koridor	DF-1	DF-2	FO	SD-1	SD-2	SD-3	SD-4	SD-5	TAHMİN
0,771559881	0,949579832	0,405847374	0,550371631	0,095897781	0,126429052	0,690935934	0,135255648	0,222891841	0,16527
0,659367397	1	0,530351833	0,684875078	0,210558171	0,129298364	0,972881619	0,418549346	0,213760672	0,55573
0,744255204	0,631652661	0,510034688	0,566669652	0,651244116	0,409549428	0,442868798	0,389565993	0,215860841	0,52264
0	0,766106443	0	0,282081132	1	0,090786819	0,174326897	0,694857313	0,338675067	0,16441
0,69856718	0,441176471	0,189172448	0,489925674	0,484667115	0,496077113	0,107424531	0,820005945	0,307172533	0,30915
0,70748851	0,836134454	0,512016848	0,382466195	0,384868863	0,486124187	0,018532189	0,490636147	0,444505319	0,30689
0,418491484	0,844537815	0,46258672	0,418823319	0,138937458	0,484644698	0,018493337	0,490041617	0,421814363	0,23842
0,227629089	0,899159664	0,504335976	0,380227456	0,122057835	0,511768662	0,107579937	1	0,212710588	0,22551
0,182752095	0,641456583	0,344276511	0,382555745	0,689240081	0,37516252	0,17316135	0,620838288	0,395425284	0,3406
0,319005137	0,571428571	0,350966303	0,414077192	0,444384667	0,570051558	0,135786161	0,72294887	0,130667032	0,22364
0,066234117	0,371148459	0,328047572	0,215277156	0,383658373	0,675409101	0,008197677	0,491230678	0	0,090558
0,786158421	0,228291317	0,211719524	0,349601504	0	0,806007622	0,008081122	0,488703924	0	0,080838
0,362800757	0,180672269	0,261273538	0,455538641	0,320780094	0,42573414	0,007925716	0,486474435	0,416016071	0,12071
0,781021898	0,326330532	0,416005946	0,522253067	0,111835911	0,774355526	0,007187536	0,48156956	0,353056659	0,28449
0,769667478	0,25210084	0,71308226	0,369750157	0,385675857	0,57247254	0,007848013	0,483501784	0,443683514	0,32965
0,749121384	0,299719888	0,571481665	0,382913943	0,680833894	0,152925353	0,000233109	0,484839477	0,502259964	0,2405
0,727493917	0,380952381	0,573711596	0,446135936	0,682178884	0,422416499	0,042231633	0,521403092	0,14541387	0,27591
0,013246823	0,138655462	0,431491576	0,213217516	0,115803631	0,80537996	0,007964567	0,000445898	0,144500753	0,0887
0,70262233	0,225490196	0,414395441	0,32166204	0,366308003	0,915579466	0,007848013	0,000445898	0,144044195	0,20557
0,273046769	0	0,564791873	0,248947793	0,244451917	0,81286707	0	0,000445898	0,193261197	0,1372
0,595836713	0,109243697	0,500123885	0,319781499	0,642837929	0,713203318	0,004234819	0,00059453	0,219924211	0,22728
0,642876453	0,267507003	0,686942517	0,369391958	0,574579691	0,216633042	0,067135475	0,984839477	0,540930466	0,37768
0,625033793	0,285714286	0,613850347	0,34852691	0,111230666	0,867742659	0,058898947	0,206450654	0,222207004	0,22803
0,881589619	0,544817927	0,839197225	0,18348706	0,1066577	1	0,018376782	0	0,221111263	0,28283
0,183833469	0,074229692	0,700569871	0	0,110490921	0,72983636	0,036093088	0,474583829	0,571200292	0,2947
0,889970262	0,450980392	0,539519326	0,775051491	0,567518494	0,24084286	0,594933758	0,78686088	0,856138429	0,95045
0,577723709	0,428571429	0,587462834	0,957105758	0,001613988	0,024658148	0,801157776	0,336504162	0,994019084	0,79433
0,986482833	0,557422969	0,676536174	0,883316916	0,034969738	0,280564896	0,483002448	0,266944114	0,819111537	0,68117
0,721816707	0,533613445	0,915386521	0,948240351	0,001950235	0	0,882240957	0,132580262	0,556225175	0,66864
1	0,658263305	0,714197225	1	0,015669132	0,108182022	0,49485217	0,27764566	1	0,74987
0,97323601	0,764705882	1	0,838989881	0,158507061	0,235238736	0,971172151	0,136444709	0,424781993	0,75614
0,400919167	0,357142857	0,701065411	0,62675741	0,107128447	0,35467384	0,577372858	0,132431629	0,656713692	0,63232
0,805082455	0,341736695	0,62425669	0,962210083	0,112172159	0,202914145	1	0,133323424	0,328585125	0,72209
0,68477967	0,386554622	0,626610505	0,943404674	0,056960323	0,104550549	0,914798555	0,133472057	0,241245491	0,48331

Tablo 5.11.: Günlük Ortalama Elektrik Enerjisi Tüketimi Karşılaştırması (kWh)

GÜNLÜK ORTALAMA ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ KARŞILAŞTIRILMASI(kWh)			
Tüm Mahallerin Gerçekleşen TGET	Gerçekleşen TGET Ortalaması	Tüm Mahallerin Tahmin Edilen TGET	Tahmin Edilen TGET Ortalaması
26.758,11 kWh	787 kWh	26.601,8 kWh	782,40 kWh

5.10 Uygulama Performansının Değerlendirilmesi

Tahmin aşamasının tasarımı sürecinde belirtildiği gibi, belirlenen en uygun YSA modeli ile analiz süreci ve sonraki aşamasını oluşturan enerji tüketimi tahmini elde edilmiştir. Bununla birlikte YSA modeli ile üretilen tahminlerin performanslarının test edilmesi, elde edilen tahminlerin güvenilirliği ve doğruluğu açısından büyük önem kazanmaktadır. Bu nedenle, bu kısımda tahminlerin doğruluğu, verimliliği ve güvenilirliği analiz edilmiştir. Birinci aşamada, elde edilen tahminler ile gerçekleşen değerler arasındaki fark(sapma) aşağıda bulunan eşitlik 4.3'teki gibi hesaplanmıştır.

$$e(t) = x(t) - f(t)$$

Tahminlerin performans değerlendirilmesi ile ilgili literatürde birçok ölçüt kullanılmaktadır. Yapılan uygulamada, tahmin çalışmalarında en çok kullanılan ölçütlerden Verimlilik katsayısı (E), Hata Kareleri Ortalaması (Mean Squared Error-MSE), Hata Kareleri Ortalaması Kökü(Root Mean Squared Error-RMSE), Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percent Error-MAPE), Korelasyon Katsayısı (CORR) ve Determinasyon Katsayısı (r²) kullanılmıştır.(Recep Akdağ, 2014: 162)

Tahminlerin performans ölçümünde Verimlilik Katsayısı (E), bir modelin tahmin gücünü değerlendirmede kullanılmaktadır. Hesaplanan E değeri 1 ise tahminlenen değerlerin gerçekleşen (gözlenen) değerlere mükemmel derecede uyum gösterdiğine, E değeri 0 ise model tahminlerinin, gerçekleşen (gözlenen) değerlerin ortalaması kadar doğrulukta olduğuna işaret etmektedir. (Akdağ, 2014: 162)

Tahmin doğruluğunun ölçümünde tahminin hata yüzdesine dayanan bir istatistik ise Ortalama Mutlak Yüzde Hata (Mean Absolute Percent Error-MAPE)'dir. MAPE istatistiğinin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir. (Akdağ, 2014: 162) Uygulama sonucu elde edilen hata kareleri ortalaması sonuçları Tablo 5.11'de verilmiştir.

Tablo 5.12.: Hata Kareleri Ortalaması

TARİH	GERÇEKLEŞEN TGT	TAHMİN TGT	MSE	TOPLAM MSE
1.1.2018	0,273957212	0,16527	0,01181291	0,001597985
2.1.2018	0,575043303	0,55573	0,000373004	
3.1.2018	0,518351201	0,52264	1,83938E-05	
4.1.2018	0,17414915	0,16441	9,4851E-05	
5.1.2018	0,330227986	0,30915	0,000444281	
6.1.2018	0,295515191	0,30689	0,000129386	
7.1.2018	0,172697907	0,23842	0,004319394	
8.1.2018	0,18997238	0,22521	0,00124169	
9.1.2018	0,351715744	0,34061	0,00012356	
10.1.2018	0,246196339	0,23364	0,000508788	
11.1.2018	0,018187351	0,09055	0,005237511	
12.1.2018	0,25396751	0,080838	0,003073732	
13.1.2018	0,150999485	0,12071	0,000917453	
14.1.2018	0,312087449	0,28449	0,000761619	
15.1.2018	0,362038294	0,32965	0,001049002	
16.1.2018	0,248256168	0,2405	6,01581E-05	
17.1.2018	0,253990918	0,27591	0,000480446	
18.1.2018	0	0,0887	0,00786769	
19.1.2018	0,230677403	0,22557	0,000630382	
20.1.2018	0,12358972	0,1272	0,00018524	
21.1.2018	0,262534526	0,25728	0,001242882	
22.1.2018	0,391999438	0,37768	0,000205046	
23.1.2018	0,259187304	0,22803	0,000970778	
24.1.2018	0,295140677	0,28283	0,000151553	
25.1.2018	0,277889612	0,2947	0,000282589	
26.1.2018	1	0,95045	0,002455203	
27.1.2018	0,796615327	0,79433	5,22272E-06	
28.1.2018	0,684635551	0,68177	8,21138E-06	
29.1.2018	0,650039792	0,668864	0,000345968	
30.1.2018	0,729951781	0,74987	0,000396735	
31.1.2018	0,82436775	0,75614	0,004723504	
1.2.2018	0,584359346	0,63232	0,002300224	
2.2.2018	0,699054351	0,72209	0,000530641	
3.2.2018	0,520504658	0,51331	0,001383443	

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Yapay Sinir Ağları kullanılarak soğutma sistemlerinde enerji verimliliğinin belirlenmesinde elektrik tüketimi tahmini yapılmıştır. Tahminleme yapılırken kullanılacak veri setinden yola çıkılarak oluşturulan Yapay Sinir Ağları modülünün girdi setinden arınan bilgileri çıktı setine dönüştürecek ağ tasarımı yapılmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda tasarlanan ağ, kendisine sunulan girdilere karşılık beklenen çıktıları üretecek hale gelmesi sağlanmıştır. Bu işlem yapılırken birden fazla örnekleme üzerinde durulmuş ve örneklemlerin her biri ağa sunularak elde edilen sonuçlar gözlemlenmiştir. Yapay Sinir Ağlarında ağın eğitilmesi sırasında birden fazla örnekleme üzerinde bu işlemin tekrarlanması işlem elemanlarına ait bağlantıların ağırlık değerlerinin güncellenmesine imkan tanımaktadır. Bu işlem için tasarlanan ağ, tahminleme için optimum (en iyi) ağırlık değerlerini bulduğunda eğitim setindeki örneklerinin bulunduğu uygulama için genelleme yapabilme yeteneği kazandığı gözlemlenmiştir. Bu aşamada veri setinden oluşturulan girdi ve çıktı vektörlerinin tasarımı mevcut verilerden yararlanılarak doğru çıktıyı üretecek şekilde sonuç ürettiği gözlemlenmiştir. Çalışma esnasında tasarlanan ağın adaptif öğrenme yapabilme yeteneği gözlemlenerek ağın örneklerden belirli bilgileri çıkartarak bilinmeyen örneklere yorum yapabilme yeteneği gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar doğrultusunda tasarlanan ağın eğitimi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama da ağa gösterilen veriler için ağın üreteceği çıkış belirlenmiştir. İkinci aşama da ise ağın bağlantılarının sahip olduğu ağırlıklar güncellenmiştir. Sonuç olarak ağın eğitiminin tamamlanmasından sonra performans ölçümü için test edilmesi sağlanmıştır. Test için ağa daha önce görmediği örnekler verilerek ve bu örneklere çözüm üretme kabiliyeti gözlemlenmiştir. Bu aşamada oluşturulan test işleminin gerçeğe yakın sonuç ürettiği de gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada söz konusu soğuk hava tesisinde bulunan 9 adet soğutucunun bağlı olduğu akıllı soğuk oda kontrol cihazının ilgili tarih aralıklarındaki günlük ortalama değerlerinden faydalanılarak toplam günlük elektrik tüketimi (TGET) tahmin edilmiştir. Gerçekleştirilen tahmin sonuçları değerlendirildiğinde; **26.758,11 kWh** olarak soğutuculardan ölçülen günlük gerçek tüketim değerine karşılık **26.601,8 kWh** tahmin sonucu elde edilmiştir. Gerçek değer ile tahmin sonucu karşılaştırıldığında **%99,42** oranında benzerlik sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama sonucunda hesaplanan hata kareleri ortalaması **0,001597985** olarak belirlenmiştir.

Söz konusu soğuk hava tesisinin toplam günlük elektrik tüketiminin belirlenmesinde matematiksel modelleme ve sayısal çözüm önerilerinin önemli olduğu görülmektedir. Bu işlem sektörde kullanılan standart ve akıllı soğutma kontrolör üniteleri üzerinde ayrı ayrı tekrarlandığında sistemin verimliliği de analitik verilerle ortaya koyulabilecektir. Ayrıca soğuk hava tesisine ait sistemin elektrik tüketimine etki edecek bütün unsurlar dikkate alınarak soğutma süresi, soğutulacak ürün miktarı, soğutma güçleri, kapı açık kalma süreleri v.s. değişkenler üzerinde farklı senaryolar denenerek yapay sinir ağları ile sistemin elektrik tasarrufunu etkileyecek daha geniş bir tahmin modeli geliştirilebilir veya C programlama tabanlı ileri tahmin uygulamaları üzerinde çalışılabilir. Girdi sayıları artırılarak daha büyük kapasitelerdeki soğuk hava tesislerinin elektrik tüketimlerini yıllık olarak tahmin edecek algoritmalar geliştirilebilir.



KAYNAKÇA

Akkurt, A. (2005). “*Yapay Sinir Ağları ve Türkiye Elektrik Tüketimi Tahmin Modeli*”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Arı, A, Berberler, E, M. (2017). “*Yapay Sinir Ağları İle Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü için Arayüz Tasarımı*”, Acta Infologica, 2017, 1,2.

Baykal, N., Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.

Başoğlu, B., Bulut, M. (2017). “*Kısa Dönem Elektrik Talep Tahminleri için Yapay Sinir Ağları ve Uzman Sistemler Tabanlı Hibrit Sistem Geliştirilmesi*”, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32:2.575-583.

Can, Ö ve diğerleri.(2016). “*Nesnelerin İnterneti ve Güvenli Bir Sağlık Bilgi Modeli Önerisi*”, 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science,1201-1209.

Cantek Group. (2018) Octopush Technology. Antalya.

Cantek Group.(2017) Octosenter İzleme, Servis ve Enerji Yönetimi. Antalya. www.cantekgroup.com , (17.5.2018)

Çırak, B., Korcak, S. (2017). “*Isı Transferinde Isı Kayıplarının Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile İncelenmesi*”, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7,2,.185-197.

Devres, O. (2013). *Gıda Güvenliği ve Soğuk Zincir*. İstanbul: Nuromat Matbaacılık.

Ercan, T., Kutay, M. (2016). “*Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları*”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2016, 16,600.

Friterm, www.friterm.com, (17.5.2018)

Görkem, L., Bozuklu, M. (2016). “*Nesnelerin İnterneti: Yapılan Çalışmalar ve Ülkemizdeki Mevcut Durum*”, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 2016, 13,48.

Gündüz, Z, M., Daş, R. (2017). “*Endüstride Nesnelerin İnterneti (IoT) Uygulamaları*”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2017,2.

Gündüz, A, K., Akyüz, T, E. (2017). “*Nesnelerin İnterneti ve Hayvancılık Alanındaki Uygulamalar*”, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 2017,232-246.

Hamzaçebi, C. (2011). *Yapay Sinir Ağları Tahmin Amaçlı Kullanımı MATLAB ve Neurosolutions Uygulamalı*. Bursa: Ekin Yayınevi.

Haykin, S. (1994). “*Neural Networks: A Comprehensive Foundation*”, Usa : Prentice Hall.

İsa, K., Onat, A. (2012). *İklimlendirme ve Soğutma Sistemlerinde Enerji Verimliliği*. İstanbul: Altan Basım.

Karaca, C., Karacan, H. (2016). “*Çoklu Regresyon Metoduyla Elektrik Tüketim Talebini Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi*”, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 2016, 183-195.

Karaca, H.C. (2015). *Üretmek Yetmiyor - Elma*. İstanbul: Metro Matbaacılık.

Milli Eğitim Bakanlığı, Megep (2015). *Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme Soğuk Oda Panellerinin Montajı*. Ankara.

Nabiyev, V. (2010). *Yapay Zeka : İnsan – Bilgisayar Etkileşimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Özkoç, N. (2007). *Uygulamalı Soğutma Tekniği*. Ankara: Özkan Matbaacılık.

Sevinçtekin, E. (2014). “*İmalat Sektöründe Yapay Sinir Ağları Uygulaması*”, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

Toker, C,A., Korkmaz, O. (2005). “*Türkiye Kısa Süreli Elektrik Talebinin Saatlik Olarak Tahmin Edilmesi*”, İstanbul: Aplus Enerji.

Tolon, M, Tosunoğlu, G,N. (2008). “*Tüketici Tahmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması*”, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 247-259.

Yücel, M., Namlı, E. (2017). “*Yapay Zeka Modelleri ile Betonarme Yapılara ait Enerji Performans Sınıflarının Tahmini* ”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 22,3,.325-345.

Yılmaz, A. (2017). *Yapay Zeka*. İstanbul: İnkilap Kitabevi.

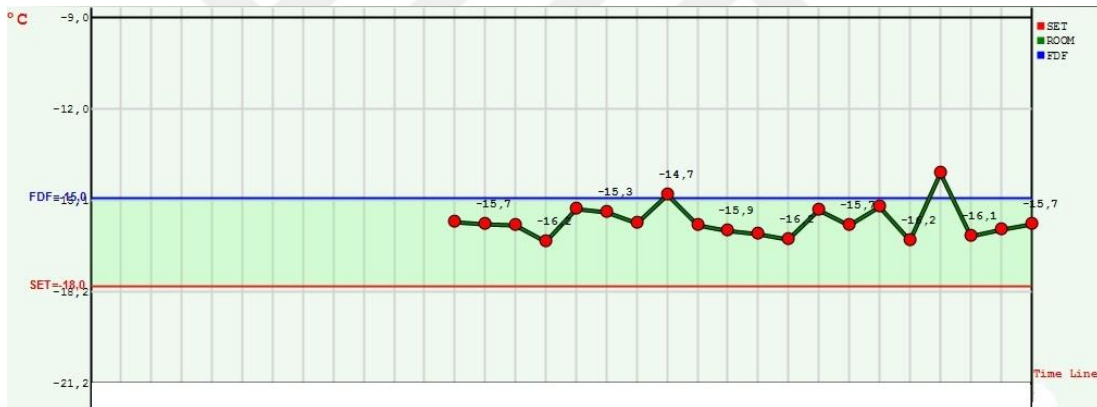
Yetkin, M. (2014). “*Tanker Şamandıra Bağlama Sistemlerinin Yapay Sinir Ağları Tekniğiyle Optimizasyonu*”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

EKLER

EK .1: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Koridor alanı)

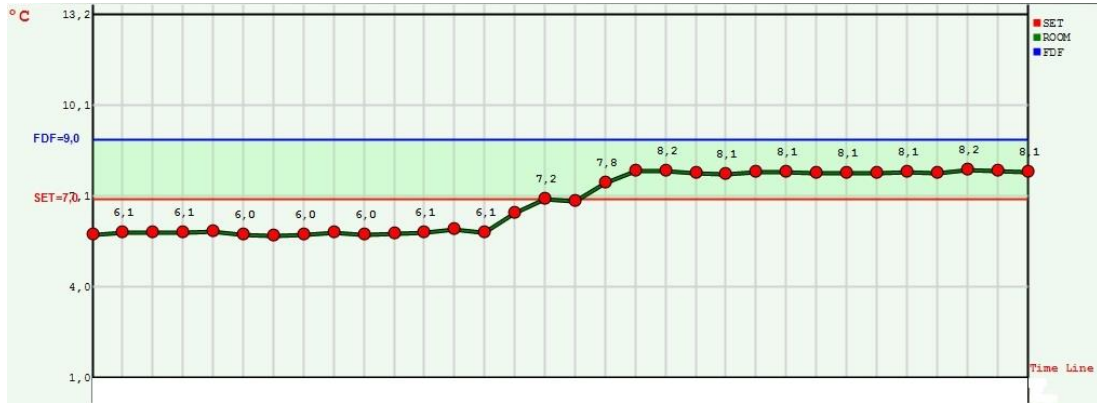
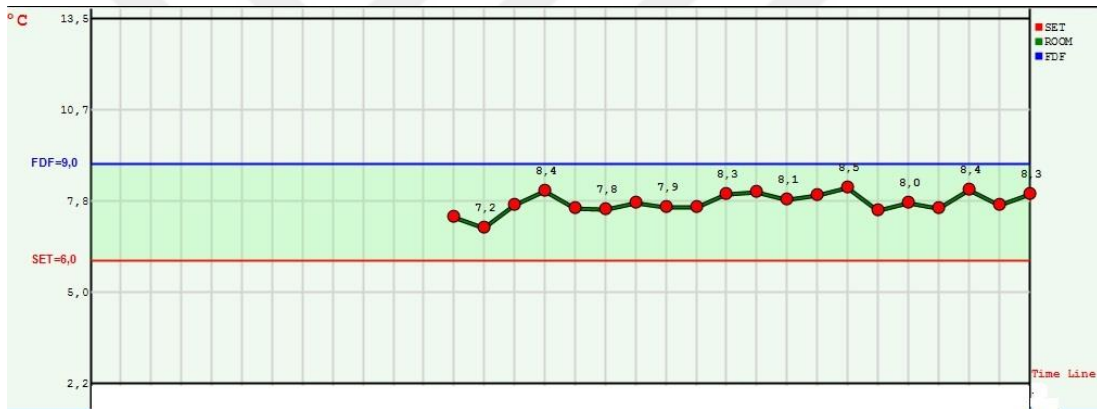


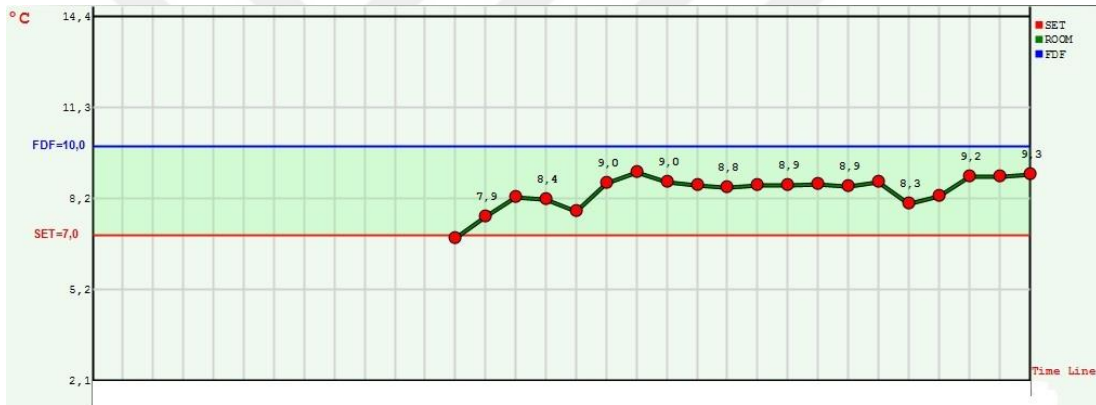
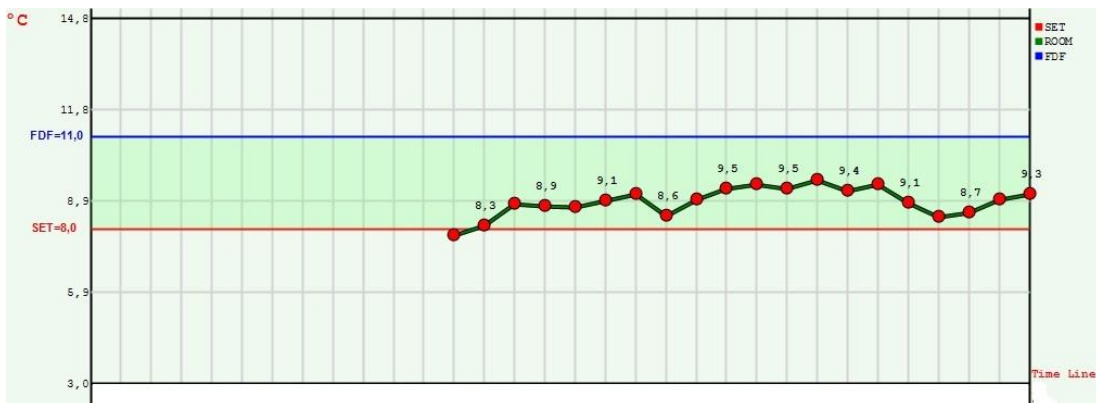
EK .2: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Deepfreeze - 1)



EK .3: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Deepfreeze - 2)



EK .4: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Fresh Odası)**EK .5:** Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -1)**EK .6:** Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -2)

EK .7: Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -3)**EK .8:** Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -4)**EK .9:** Aylık Ortalama Oda Sıcaklık Grafiği (Soğuk Oda -5)

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Ad-Soyad : Mustafa AYDINLI
Doğum Tarihi ve Yeri : Ermenek – 01.03.1990
E-posta : maydinli42@hotmail.com
info@mustafaaydinli.com.tr
Web Sitesi : www.mustafaaydinli.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : Anadolu Üniversitesi, Eskişehir
- **Yüksek Lisans** : Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya
- **Doktora** : -

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2010-2012 yılları arasında Cantek Soğutma Makineleri A.Ş. 'de **AR-GE** üzerine çalıştı
- 2012-2013 yılları arasında GM Yazılım'da **Yazılım Geliştirme Uzmanı** olarak çalıştı
- 2013-2015 yılları arasında Metro Group Türkiye'de **IT Tasarım Uzmanı** olarak çalıştı
- 2015- Cantek Proje Tasarım Müh.İnş.Taah.End.Soğ.San.veTic.A.Ş. Soğuk Hava Tesisleri Projelendirme ve Satış- Taahhüt Ekibinde **Yurtiçi Satış Müdürü** olarak çalışmaktadır.

SİVİL TOPLUM KURULUŞLARI DENEYİMLERİ:

- 2012-2014 yılları arasında Toplum Gönüllüleri Vakfı (TOG)'da **Yönetim Kurulu Üyesi (Asıl üye)** olarak görev yaptı,
- 2015-2017 yılları arasında Samsung Türkiye "**Mobil Uygulama Geliştirme Eğitmeni**" olarak çalıştı,
- 2018 – Kapadokya Engelli Yetenekler Derneği (KEYDER) Genel Koordinatör

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler:

Ergülen A., Kazan, H., Aydın M., "Analysis Of The Effect Of Smart Control Technologies On Energy Efficiency with Artificial Neural Networks in Cooling Systems" (**Eurasian Academy of Sciences, Eurasian Econometrics, Statistics and Emprical Economics Journal**), Volume: 1, S:1-12, (2017)

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında (Proceedings) Basılan Bildiriler:

Ergülen A., Kazan, H., Aydın M., "Soğutma Sistemlerinde Akıllı Kontrol Teknolojilerinin Enerji Verimliliğine Etkisinin Yapay Sinir Ağları İle Analizi" **Uluslararası Küresel Rekabet ve Yenilik Yönetim Konferansı 9-11 Kasım 2017, İstanbul Üniversitesi.**

DİĞER YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER: