

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI**

AKILLI, OTONOM VE KORUMALI PRİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSMAİL KIYICI

DENİZLİ, ARALIK - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM
DALI**



AKILLI, OTONOM VE KORUMALI PRİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSMAİL KIYICI

DENİZLİ, ARALIK - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

İSMAİL KIYICI tarafından hazırlanan “AKILLI, OTONOM VE KORUMALI PRİZ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 09.01.2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy~~ çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Abdullah Tahsin TOLA
Pamukkale Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Fatih Onur HOCAOĞLU
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Serdar TEZ
Pamukkale Üniversitesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
16/01/2020 tarih ve 02/14... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

İsmail

İSMAİL KIYICI

ÖZET

AKILLI, OTONOM VE KORUMALI PRİZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSMAİL KIYICI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ABDULLAH TAHSİN TOLA)

DENİZLİ, ARALIK - 2019

Bu tez kapsamında tasarlanan priz ile elektrikli eşyalar elektronik kontrol kartları aracılığıyla uzaktan kablosuz haberleşme teknolojisi ile kontrol edilmektedir. Genel olarak uygulananın aksine tek bir cihaza yönelik kontrol yerine elektrikli cihazların güç girişine uygulanan bu priz ile neredeyse tüm elektrikli eşyalar kontrol edilebilmektedir. Şebekede oluşabilecek ani gerilim artışlarında devreyi keserek elektrikli eşyaları korur. Ayrıca elektronik koruma devresi sayesinde kullanıcıları elektrik çarpmalarına karşı korur. Bu priz kullanıcı faaliyetlerini öğrenerek otonom çalışır ve elektrikli eşyalar ile kullanıcı arasında bir asistan gibi davranır. Elektrikli eşyaların tamamen kapatılmaması sonucu oluşan bekleme konumu elektrik tüketimini azaltarak enerji tasarrufu sağlar. Ayrıca kullanıcıların enerji tüketimi farkındalığını artırır. Özellikle elektrik tüketiminin en yoğun olduğu yani puant zamanlarda enerji talebinin karşılanması için elektrik üretiminde kullanılan doğal gaz ve kömür gibi yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimi bu prizin sağlayacağı verimlilik ve tasarruf ile azalacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Nesnelerin İnterneti, Uzaktan Kontrol, Yapay Zekâ, Yapay Sinir Ağları, Enerji Tasarrufu, Akıllı Priz, Korumalı Priz, Akıllı Evler, Bekleme Konumu Güç Tüketimi, Elektronik Kaçak Akım Koruma Sistemi.

ABSTRACT

SMART, AUTONOMOUS AND PROTECTED PLUG
MSC THESIS
İSMAİL KIYICI
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING
(SUPERVISOR:PROF. DR. ABDULLAH TAHSİN TOLA)

DENİZLİ, DECEMBER 2019

With the plug designed in this thesis, electrical goods are controlled by remote wireless communication technology through electronic control cards. Contrary to general practice, almost all electrical goods can be controlled by this plug, which is applied to the power input of electrical devices instead of the control for a single device. This plug protects electrical goods by breaking the circuit in case of sudden voltage increases in the electricity grid. In addition, the electronic protection circuit protects users against electric shock. This plug works autonomously by learning the user's activities and acts as an assistant between the electrical goods and the user. This plug saves power by reducing the electricity consumption by the standby position caused by not completely closing electrical appliances. It also increases users' awareness of energy consumption. In particular, the consumption of non-renewable energy sources such as natural gas and coal used in electricity generation in order to meet the energy demand at peak times, which is the most intensive electricity consumption, will be reduced with the efficiency and saving that this plug will provide.

KEYWORDS: Internet of Things, Remote Control, Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks, Energy Saving, Smart Power Plug, Protected Power Plug, Smart Houses, Standby Power Consumption, Electronic Residual Current Protection System.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Taraması	1
1.2 Tezin Önemi	4
1.3 Tezin Tanıtımı	5
2. TEMEL KAVRAMLAR	6
2.1 Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti	6
2.2 Akıllı Ev Sistemleri	7
2.2.1 Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanıcı Tercihleri	8
2.3 Kablosuz Haberleşme ve Wi-Fi Teknolojisi	10
2.4 Elektriksel Koruma.....	10
2.5 Elektrikli Ev Aletlerinin Elektrik Tüketiminin İncelenmesi	12
3. YAPAY SİNİR AĞLARI ile TAHMİN	14
3.1 Tahmin Yöntemleri	14
3.2 Yapay Zekâ ile Tahmin	15
3.2.1 Yapay Zekâ Nedir	15
3.2.2 Yapay Zekâ Tarihçesi	17
3.2.3 Yapay Zekâ Türleri	18
3.3 Yapay Sinir Ağı.....	18
3.3.1 Yapay Sinir Hücresinde Toplama Fonksiyonları.....	21
3.3.2 Yapay Sinir Hücresinde Aktivasyon Fonksiyonları	22
4. DONANIM ve YAZILIM	23
4.1 Giriş.....	23
4.2 Kullanılan Yazılım Dillerinin Tanıtımı	23
4.3 Kesme ve Koruma Sistemlerinin Tasarımı.....	25
4.3.1 Kaçak Akım Koruma Devresinin Tasarımı	25
4.3.2 Enerji Tasarrufu	28
4.3.3 Aşırı Gerilim Koruma	30
4.3.4 Aşırı Akım Koruma	30
4.4 Uzaktan Kontrol İçin Donanımsal Tasarım.....	31
4.5 Uzaktan Kontrol İçin Yazılımsal Tasarım.....	33
4.6 Yapay Sinir Ağı ile Öğrenmenin Gerçekleştirilmesi.....	35
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	45
6. KAYNAKLAR	47
7. ÖZGEÇMİŞ	52

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Yapay zekâlı akıllı evlerde uygulama alanları.....	9
Şekil 2.2: Akıllı ev konulu çalışmaların karşılaştırılması	9
Şekil 3.1: Tahmin yöntemleri.....	15
Şekil 3.2: Nöronun bölümleri.....	21
Şekil 3.3: Yapay nöronun matematiksel modeli	21
Şekil 4.1: Kaçak akım koruma devresinin ilk hali	25
Şekil 4.2: Çözünürlük artırıcı entegre devre	25
Şekil 4.3: Hall etkisi tabanlı akım sensörü.....	26
Şekil 4.4: Akım bobini	27
Şekil 4.5: Koruma devresi.....	27
Şekil 4.6: Katı hal röle	28
Şekil 4.7: Elektromekanik röle.....	29
Şekil 4.8: Tutucu tip röle.....	29
Şekil 4.9: Tutucu tip rölenin çalışma süresi	29
Şekil 4.10: Metal oksit varistör	30
Şekil 4.11: Otomatik sigorta	30
Şekil 4.12: Arduino Uno kartı.....	31
Şekil 4.13: Devrenin son hali	32
Şekil 4.14: MATLAB üzerinde yapay sinir ağı	37
Şekil 4.15: MATLAB ile yapay sinir ağının eğitimi	37
Şekil 4.16: Weka yapay sinir ağı.....	38
Şekil 4.17: Python yapay sinir ağı sonucu	41
Şekil 4.18: Python ikinci yapay sinir ağı sonucu	42
Şekil 4.19: Örnek yapay sinir ağı.....	43
Şekil 5.1: Prizin katı modeli.....	45

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Sinir sistemindeki nöronun yapay sinir ağındaki karşılıkları	20
Tablo 3.2: Toplama fonksiyonları	21
Tablo 3.3: Aktivasyon fonksiyonları	22
Tablo 4.1: Arduino Uno'nun özellikleri	31
Tablo 4.2: Wemos kartının özellikleri	32
Tablo 4.3: Eğitim verisi	36
Tablo 4.4: Sigmoid fonksiyonun yazımı	39
Tablo 4.5: İlk katmanın ağırlıkları	41
Tablo 4.6: İkinci katmanın ağırlıkları	41
Tablo 5.1: Teknik özellik karşılaştırması	46

SEMBOL LİSTESİ

V	:	Volt
A	:	Amper
W	:	Watt
Hz	:	Hertz
Bps	:	Bits Per Second
DC	:	Direct Current
IoT	:	Internet of Things
I/O	:	Input / Output
IEEE	:	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
ABD	:	Amerika Birleşik Devletleri
EPDK	:	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
RTÜK	:	Radyo ve Televizyon Üst Kurulu
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration
ACHE	:	Adaptive Control of Home Environments
MATLAB	:	Matrix Laboratory
GSM	:	Global System for Mobile Communications
TCP	:	Transmission Control Protocol
IP	:	Internet Protocol
TSE	:	Türk Standardları Enstitüsü
MOV	:	Metal Oxide Varistor
CRT	:	Cathode Ray Tube
LED	:	Ligt Emitting Diod
LCD	:	Liquid Crystal Display
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
TDK	:	Türk Dil Kurumu
IDE	:	Integrated Development Environment
SSR	:	Solid State Relay
UART	:	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
RX	:	Receive X
TX	:	Transmit X
TTL	:	Time to Live
USB	:	Universal Serial Bus
RFID	:	Radio Frequency Identification
PIR	:	Passive Infrared
MEMS	:	Mikro Elektro-Mekanik Sistem

ÖNSÖZ

Tez süresince beni hep destekleyen ve kendimi birçok alanda geliştirmemi sağlayan annem, babam ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

Tez projem boyunca beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Abdullah Tahsin TOLA'ya teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinde değişmeyen insan davranışlarından en önemlilerinden birisi; kendini güvenli hissedeceği, sosyal ihtiyaçlarını tatmin edici ve nihayetinde talep edilen konforu sağlayan barınma mekânlarının tesisidir. Barınma mekânları ilk zamanlar bir mağara iken günümüzde modern teknolojik evlerdir. Bu gerçeğin yanında ilave edilebilecek, tamamlayıcı bir diğer vazgeçilmez ise insanoğlunun bilgi birikiminin, teknolojisinin, medeniyetinin ilerlemesi ile ihtiyaçları ve talepleri doğrultusunda evlerin modern gelişime ayak uydurmasıdır.

Son yarım yüzyıldır evlerde kullanılan elektrikli cihaz sayısının yüksek ivme ile artması; bu cihazların verimli ve güvenli bir şekilde kontrolünün yapılabilmesi problemini ortaya çıkarmıştır. Aynı zamanda bir gün içerisinde gerek evimizde gerekse işyerimizde kullandığımız hayatımızın ve yaşam tarzımızın merkezinde yer alan onlarca elektrikli cihazın kullanıcı profiline uygun düzenlenmesi ve denetlenmesi kişilerin hayat standardını artıracaktır.

Son tüketiciye yönelik gerek elektrikli ev aletlerinin gerekse elektronik cihazların çok hızlı gelişmesine karşın ev tüketiminde prizlerin ihtiyaca yönelik yerleşimi ve kontrolünün yeteri kadar yapılamaması eksik kalan gelişimlerden birisidir. Günümüz akıllı ev sistemlerinin kurulumunda inşaat gerekliliği, kurulum maliyetinin yüksek olması ve taşınma ya da güvenlik gerekçesiyle sökülme istendiğinde yine inşaat gerektirmesi akıllı prizi alternatif kılmaktadır.

1.1 Literatür Taraması

Yapılan araştırmalarda bekleme konumu enerji tüketimi bir ev veya iş yerinin enerji tüketiminin %3'ü ile %16'sı arasındadır ve bir hanenin bekleme konumu tüketimi yıllık en az 100kWh düzeyindedir (Almeida ve diğ. 2011) (Şahin 2012) (Gerber ve diğ. 2019). Dünya genelinde önlenebilir bekleme konumu gücü 2014 yılında yapılan bir araştırmaya göre 400TWh olarak hesaplanmıştır (Rozite 2014).

Poltio tarafından 2019 yılında 307 kişinin katılımıyla evham ve kaygıları tetikleyen günlük konular adlı anket çalışması yapılmıştır. Bu anketin sonuçlarına göre; evden çıkmadan önce elektrikli cihazların açık olup olmadığını kontrol edenlerin oranı %22, prizleri kontrol edenlerin oranının ise %11 olduğu görülmüştür. Ayrıca bu anketteki ev sakinlerinin %8'i evinde güvenlik sistemi olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak insanlar güvenlik sisteminden ziyade evlerindeki prize ve elektrikli eşyaların açık olup olmadığına daha fazla önem vermektedirler (WEB_1).

2002 ve 2006 yılları arasında Ankara'da gerçekleştirilen otopsiler sonucunda ölümlerin %0.75'i ile İstanbul'da gerçekleştirilen bir başka çalışmaya göre çocuk ölümlerinin %1.5'inin elektrik çarpması kaynaklı olduğu saptanmıştır (Cantürk ve diğ. 2008). "Evdeki elektrik kazalarında 9 yaşın altındaki çocukların dâhil olduğu ölümlerin oranı %40" olduğu tespit edilmiştir (WEB_2). Elektrik kazalarında ölüm nedeni başat olarak ventrikül fibrilasyonu yani kalp durması olarak bildirilmektedir (Aksoy 1997).

1995 yılında Chan ve arkadaşları yaşlılar ve engelliler için ev otomasyon sistemi geliştirmek için yapay sinir ağı kullanan ilk bilimsel çalışmayı yayınladılar. Bireylerin davranışlarına ait veriyi toplamak için odalara çeşitli sensörler yerleştirildi ve bu sensörlerden alınan veri ile yapay sinir ağı eğitilerek normal ve anormal davranışları sınıflandırması sağlandı (Chan ve diğ. 1995) (Begg ve Hassan 2006).

1998 yılında Colorado University'den Michael C. Mozer yapay sinir ağını içeren ilk geniş kapsamlı akıllı ev uygulaması araştırması olan *ACHE* adlı çalışmayı yayınlamıştır. Bu sistem birçok farklı sensörden gelen veriye göre iklimlendirme, aydınlatma ve video sistemlerinin kontrolünü kullanıcıya en uygun biçimde sağlamayı amaçlıyordu. Sistemde mevcut geri yayılım ağı yapay sinir ağı sayesinde kullanıcıların mevcut kullanım alışkanlıklarını öğrenerek tekrarlamaktaydı (Mozer 1998) (Begg ve Hassan 2006) (Alam ve diğ. 2012).

1999 yılından günümüze kadar devam eden Aware Home araştırması Georgia Institute of Technology University'de sürdürülmektedir. Araştırmanın odağında daha çok yaşlı bireylerin ve engellilerin hayatını kolaylaştırmak ve kendi kendilerine yetebilmelerini sağlamak vardır. Gerçek bir evden farksız üç katlı toplamda

470m²'lik bir disiplinler arası laboratuvardır. Mutfakta açık kalan gaz, banyoda açık unutulmuş su belirli bir saatte içilmesi gereken hapın unutulması gibi durumlarda sistem kullanıcıya ikaz etmektedir. Ev içerisinde her kullanıcının faaliyetini ayrı ayrı tanımlamak için *RFID* teknolojisini bu tanımlanan faaliyetleri öğrenmek için de makine öğrenmesi algoritması kullanılır (Kidd ve diğ. 1999).

2001 yılında yaşlı bireylerin sağlık durumlarını takip etmek için yapay sinir ağı kullanan sistem Gonçaves tarafından geliştirilmiştir. İlerleyen yaşlarda ortaya çıkan hafıza kaybı sorunları yaşlı bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Yapay sinir ağı yaşlı bireylerin gün boyu eylemlerini takip ederek öğrenmekte ve öğrenme gerçekleştiikten sonra gün içerisindeki faaliyetler tahmin ve takip edilir (Gonçaves 2001).

2002 yılında Massachusetts Institute of Technology University'den Intille ve Larson öncülüğünde başlanan House_n araştırması gelecekte evleri değerli kılacak faktörün akıllı ev sisteminin çevreyi özerk kontrolünün değil, evde yaşayan bireylere bunu öğretmek olduğunu varsayarak PlaceLab adında insan merkezli bir canlı deney ortamı sunan ev inşa edildi. Projenin amacı insanların yapması gereken işlerin evler tarafından kendiliğinden yapılması değil kullanıcıya yardımcı olmaktır. Ev içerisinde yer alan sensörler insanların doğal kaynakları daha iyi nasıl koruyabilecekleri konusunda yardımcı olurken aynı zamanda bedensel ve zihinsel olarak sürecin içinde olmalarını sağlamaktadır (Intille 2002) (Aldrich 2003) (WEB_3).

2002 yılında Texas University'de MavHome projesi S.K. Das, D.J. Cook ve arkadaşları tarafından gerçekleştirildi. Projenin amacı ev sakinlerinin konforunu artırmak ve mevcut işletme maliyetini en aza indirmektir. MavHome, Markov modeliyle karar ağacı oluşturan bir yapay zekâ ile ev içerisinde sadece bir kişinin davranışını tahmin edebilmektedir (Das ve diğ. 2002).

Pigot ve arkadaşları 2003 yılında demans hastası yaşlı bireylerin hayatını kolaylaştırmak ve güvenliklerini sağlamak için bir akıllı ev sistemi geliştirdiler. Sistem öğrenme faaliyeti için yapay sinir ağı kullanılmaktadır. Sistem kullanıcıyı izleyerek günlük rutin faaliyetleri izler ve öğrenme aşamasından sonra birkaç aşamalı uyarı ve önleme gerçekleştirir. Belirli saatte yenmesi gereken yemeği hatırlatırken aynı zamanda örneğin herhangi yangına veya su basmasına sebebiyet verecek

durumda aktif olarak müdahil olup bunu önler. Ayrıca hasta yakınlarına hastalığın gelişim süreci hakkında bilgilendirme yapabilir ve olası beklenmedik durumlarda acil yardım çağırabilir (Pigot ve diğ. 2003).

2009 yılında Washington University’de Cook ve arkadaşları tarafından CASAS adlı bir akıllı ev sistemi geliştirildi. Küçük bir kutu içerisinde geliştirilen bu sistem bir akıllı evi oluşturacak gerekli elektronik cihazları bulundurmaktadır. Sistem, ev içerisindeki kullanıcının faaliyetlerini makine öğrenmesi yöntemi ile öğrenmektedir. Zaman içerisinde tercih değişimlerini algılayıp öğrendiği bilgileri değiştirebilmektedir. Ayrıca aynı araştırmacıların 2010 yılında yayınlanan *Home to Home Transfer Learning* adlı makalede bir başka ortamda öğrenilen verilerin yeni bir akıllı ev sistemine aktararak öğrenmenin daha hızlı olmasını sağlamayı amaçlamışlar, böylece uzun veri toplama sürecini azaltmayı hedeflenmiştir (Rashidi ve Cook 2009) (Rashidi ve Cook 2010).

2010 yılında Viyana Teknoloji University’den Wolfgang Kastner öncülüğünde gerçekleştirilen ThinkHome akıllı ev sistemi enerji verimliliği ve konforlu bir zeki kontrol özelliği sunmaktadır. Sahip olduğu yapay zekâ evdeki iklimlendirme, aydınlatma ve elektrikli eşyaların verimli bir şekilde kullanılmasını sağlıyor. Sistem çevresel faktörleri de dikkate alarak belirlenen hedefe otomatik ve en verimli yoldan ulaşmaya çalışır (Reinisch ve diğ. 2010).

2014 yılında NASA *Deep Space Habitat* kapsamında gerçekleştirilen Kablosuz Akıllı Priz sistemi uzay araçlarında kullanılan doğru akımı kablosuz olarak kontrol etmeyi amaçlamaktadır. 28V DC ve 120V DC için iki ayrı kablosuz kontrollü priz tasarımı gerçekleştirilmiş ve bunların tüketimi izlenebilmekle beraber uzaktan açıp kapatılması sağlanmaktadır (Morgan ve diğ. 2014).

1.2 Tezin Önemi

Akıllı ev sistemlerinin temel amaçları enerji verimliliği ve kontrol edilebilirliğidir. Günlük hayatta bilişim teknolojilerini çok fazla kullanmamıza rağmen akıllı ev olarak sınıflandırabileceğimiz konut sayısı Türkiye’de yaklaşık dört yüz bin olup tüm evlere oranı %2’nin altındadır (WEB_4). Günümüzde akıllı ev

sistemlerinin az tercih edilmesinin ana nedenleri; ilk kurulum maliyetinin yüksek olması ve kurulum işlemi esnasında ev içerisindeki elektrik tesisatının değişmesidir. Diğer bir neden de kullanıcıların kişisel bilgilerinin akıllı ev sistemleri tarafından sızdırılma ve takip edilme endişesidir. Bu durumlar kullanıcılar için olumsuzluk olarak yorumlanmaktadır. Kısacası normal bir evin akıllı eve dönüşümü hem maliyetli, hem de riskli olarak görülmektedir.

Bu çalışmadaki priz kullanıcı faaliyetlerini öğrenmek için yapay zekâ biliminin alt alanlarından olan yapay sinir ağları yöntemini kullanacaktır. İnsan beyninde öğrenme eylemi gerçekleştirilen ve tekrarlanan olaylar ile nöronlar arasındaki sinaps bağlantılarının güçlenmesi, zayıflaması veya başka nöronlar ile yeni bağlantılar oluşmasıyla meydana gelmektedir. Yapay sinir ağları da bunu taklit ederek girdi olarak sunulan verilerin zaman içinde ağırlıklarını değiştirerek öğrenme faaliyetini en az hatayla gerçekleştirmeye çalışır.

Elektrikli ev eşyaları kullanılmadığı zamanlarda fişten çekilmediğinde bekleme konumunda enerji tüketmeye devam etmektedir. İlk bakışta son kullanıcı için az gibi görünen bu kayıp enerji, toplu tüketim göz önüne alındığında, her evdeki elektrikli eşya sayısı, bekleme konumundaki her saat ve bir yıl göz önüne alınarak hesaplandığında yüksek bir enerji kaybı anlamına gelmektedir. Geliştirilen priz, elektrikli ev eşyalarının bekleme konumundaki enerji tüketimini azaltmayı hedeflemektedir. Ayrıca yangın, deprem, doğal gaz kaçağı ve diğer felaketlerde enerjinin kolay bir şekilde kesilmesini sağlayacaktır. Birçok kişinin evden çıkarken defalarca cihazları kapatıp kapatmadığını kontrol etmesinin önüne geçerek sadece maddi olarak değil psikolojik anlamda da bir rahatlama ve güven sağlayacaktır.

1.3 Tezin Tanıtımı

Tezin ilk bölümünde literatür araştırması yapılmıştır ve daha sonra tezin önemi ifade edilmiştir. İkinci bölümde tezi oluşturan ana kavramlar aktarılmıştır. Üçüncü bölümde ise yapay zekâ ve yapay sinir ağlarının gelişimi ve teknik detayları incelenmiştir. Dördüncü bölümde tez için gerçekleştirilen donanım ve yazılım tanıtılıp tezin gelişme aşamaları aktarılmıştır. Son bölüm olan beşinci bölümde ise tezin sonuçları vurgulanmış olup, üstün ve geliştirilebilir yönleri belirtilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

2.1 Endüstri 4.0 ve Nesnelerin İnterneti

Endüstri 4.0 tanımı ilk defa 2011 yılında Almanya'daki Hannover Fuarı'nda kullanıldı (Schwab 2016). Endüstri 4.0 Dördüncü Sanayi Devrimini ifade etmek için kullanılmaktadır. Birinci Sanayi Devrimi buhar gücü ile üretim mekanizmalarının üzerine kuruluydu. İkinci Sanayi Devrimi ise elektrik enerjisinin yaygınlaşması ile ortaya çıktı. Üçüncü Sanayi Devrimi ise dijital cihazların, bilgisayarların ve yazılımların etkisiyle gelişti.

“Ne var ki Dördüncü Sanayi Devrimi sadece akıllı ve bağlantılı makine ve sistemlerle ilgili değildir, kapsamı çok daha geniştir. Gen dizilemeden nanoteknolojilere, yenilenebilir enerjilerden kuantum bilgiişleme bir dizi alanda eşzamanlı ileri atılım dalgaları yaşanıyor. Dördüncü Sanayi Devrimini önceki devrimlerden farklı kılan işte bu teknolojilerin iç içe geçip kaynaşması ve fiziksel, dijital ve biyolojik alanlarda karşılıklı etkileşimidir” (Schwab 2016).

Endüstri 4.0'ı oluşturan alt başlıklardan olan Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisi ile internete bağlı cihazlar uzaktan kontrol edilebilecek ve mevcut durum bilgileri çeşitli sensörler yardımıyla alınabilecektir. Nesnelerin interneti isim olarak ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından kullanıldı fakat fiziksel olarak bir cihaz üzerinde ilk uygulaması 1980 yılında ABD Carnegie Melon University'de bir kola makinesinin uzaktan kontrolüdür (Madakam 2015).

2019 yılında Nesnelerin İnterneti yani eşyaların internet üzerinden kontrolü teknolojisi ile 26 milyarı aşkın cihaz internete ve birbirlerine bağlı halde bulunmaktadır (WEB_5). Türkiye'de 2018 yılında sanayide tüketilen elektrik 97TWh iken mesken ve ticarethanelerde harcanan elektrik enerjisinin toplamı 123TWh'dır (EPDK 2019). Bu veriler ışığında adı her ne kadar sanayi devrimi olarak anılsa da Endüstri 4.0'ı sadece sanayiye yönelik bir gelişme olarak düşünmek eksiktir.

2.2 Akıllı Ev Sistemleri

Elektrikli eşyaların uzaktan kontrolü, denetlenmesi, enerjinin verimli kullanılması, sağlık takibi ve güvenlik gibi sorunların otomatik olarak çözülmek istenmesi akıllı ev konseptinin oluşmasına neden olmuştur. Bu belirtilen ihtiyaçlara cevap verecek, bilişim teknolojilerinin ve elektronik kontrol kartlarının birlikteliği ile ortaya çıkan, esasen elektrik tesisat uygulamaları olarak adlandırılabilen akademik araştırma veya ticari amaçlı birçok akıllı ev uygulamaları ortaya çıkmıştır.

Akıllı evlerin ilk ortaya çıktığından günümüze kadar olan sürede yaygınlaşma hızındaki artışlar çeşitli teknolojik gelişmelere bağlıdır. İlkel akıllı evlerde sensörler ve eşyalar arasındaki haberleşme kablolu olarak yapılmaktaydı. Uzaktan kontrol ise ilk zamanlarda sabit telefon hatları üzerinden gerçekleştirilen telnet istemciler *TCP/IP* ile yapılmaktaydı. Cep telefonlarının gelişimi ile bu yöntem yerini *GSM*'e bıraktı daha sonra ise kablosuz ağ sensörlerinin ortaya çıkması ile akıllı evlerde kablosuz haberleşme teknolojisi kullanılmaya başlandı.

Akıllı ev olarak bilinen konutları teknik açıdan sınıflandırmak istediğimizde bunları zekâ seviyesi ve sahip olduğu teknolojiye göre üç gruba ayırabiliriz.

1.Zeki ürün içeren evler; bu tür evlerde evin tümü akıllı olmasa da herhangi akıllı güvenlik sistemleri, yangın detektörleri, akıllı termostat, akıllı panjur ve akıllı perde içerir. 2000 ve 2010 yılları arasında en yaygın akıllı ev türüdür.

2.Uzaktan kontrol edilebilen evler; bu evler bir numaralı grupta bulunan tüm özelliklere sahip olmasının yanı sıra uzaktan kablosuz ağlar yardımı ile kullanıcının isteğine göre kontrol edilebilmekte ayrıca belirli saatlerde istenilen eylemleri gerçekleştirmek üzere programlanabilmektedir. 2010 yılından günümüze kadar olan süreçte yaygın hale gelen konforlu bir akıllı ev sistemidir.

3.Akıllı ve öğrenen evler; günümüzde hala geliştirme düzeyinde olan daha çok akademik araştırma ve ticari prototiplerinin bulunduğu en yüksek zekâ seviyesine sahip akıllı evdir. Birinci ve ikinci grup evlerin yapabildiği her şeyi yapabilmekte bunlara ek olarak bu cihazların kontrolünü kullanıcı faaliyetlerini öğrenerek ve en verimli olacak şekilde otomatik yapmaktadır.

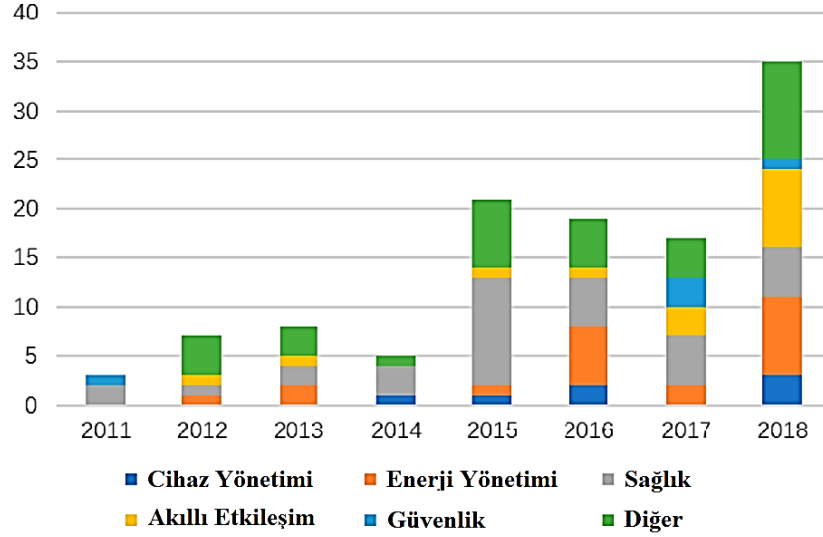
2.2.1 Akıllı Ev Sistemlerinde Kullanıcı Tercihleri

1994 yılında Sue ve Avner tarafından yayınlanan bir çalışmada elektrikli ev eşyalarını, zaman harcayan ve zaman kazandıran olarak iki gruba ayırmıştır. Bu çalışma kapsamında yapılan araştırmaya göre elektrikli süpürge, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi ve buzdolabı gibi ürünler zaman kazandıran ürünler grubuna girerken, televizyon, radyo, video sistemleri ise zaman harcayan ürünler kapsamındadır. Beklenenin aksine zaman kullanan ürünler halk arasında birkaç yıl gibi kısa sürede daha hızlı yayılırken, zaman kazandıran ürünlerin hane halkları tarafından benimsenmeleri neredeyse çeyrek asırlık bir süreç almıştır (Sue ve Avner 1994) (Aldrich 2003).

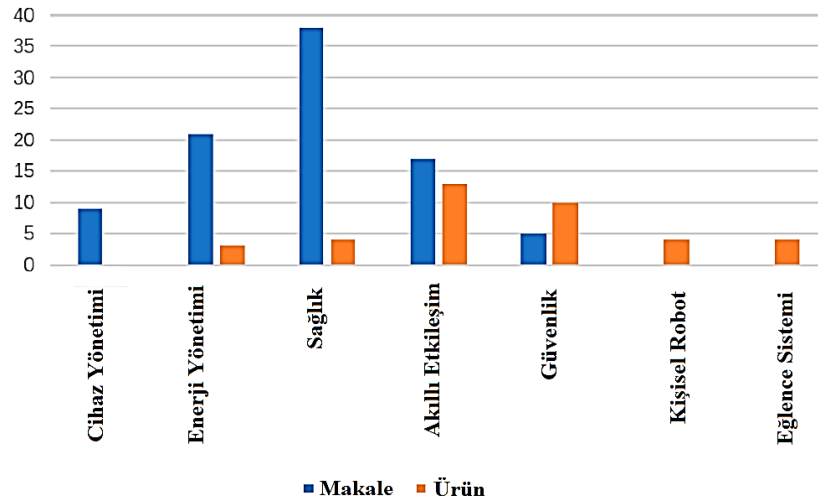
Bu çalışmayı günümüz verileriyle adapte edecek olursak akıllı cep telefonlarının, bilgisayarların ve akıllı ev sistemlerinin hangi gruba gireceğini belirlememiz gerekir. Yayılma hızları ve hane halkları tarafından kullanım amaçları göz önünde bulundurulursa akıllı ev sistemlerinin zaman kazandıran ürün grubuna girmesi yaygınlaşmasının çok uzun sürmesinin nedenlerindedir. Akıllı cep telefonları ve bilgisayarlar zaman kazandırma ve zaman harcama özelliklerinin her ikisini de barındırdıklarından beklenenden çok daha hızlı yayılmışlardır.

2017 yılında Zimmermann ve arkadaşları tarafından Almanya'da gerçekleştirilen 46 kişilik çoğunluğun orta yaş ve üzerinde olduğu bir ankette kullanıcıların akıllı evler için istek ve endişeleri soruldu. Ankette alınan cevaplara göre, akıllı evlere karşı büyük bir olumsuz düşünce hâkimdi. Kullanıcıların akıllı evlere olumlu bakmasına neden olabilecek ilk sebep yaşlı bireylere yardımcı olabilecek destekleyici sistemler (%91) iken, ikinci en büyük sebep ise enerji tasarrufuydu (%46). Kullanıcıların akıllı ev sistemlerini olumsuz karşılamasının en büyük nedenleri sorulduğunda ise kişisel bilgi güvenlikleriydi (%78). İkinci olumsuz sebep ise kullanıcıların beklentilerini karşılayamayacak yetersiz teknolojiydi (%65). Üçüncü olumsuz sebep de fiyatların oldukça yüksek olması (%33) ve yine aynı oranda kullanıcının cevabına göre kurulum sürecinin zorluğu idi. Ankette kullanıcılara kişisel kullanım verilerinin evden çıkmasını kabul edip etmeyecekleri sorulduğunda kullanıcıların %91'i kesinlikle kabul etmeyeceklerini belirtti (Zimmermann ve diğ. 2017).

Yapay zekâlı akıllı evler ile ilgili üretilen makale sayısı ve ortaya çıkan ticari ürün sayısı arasındaki ilişkiyi ve akıllı ev sistemlerinde eğilimleri bulma amacıyla Guo ve arkadaşları tarafından özel metot ile yapılan tarama sonucunda 116 çalışmaya ulaşılmıştır. Yayımlanan bu makaleye göre yapay zekâlı akıllı evlerde uygulama alanlarının mevcut durumu Şekil 2.1’de görülmektedir. Akıllı ev çalışmalarının sayı olarak karşılaştırılması Şekil 2.2’de gösterilmiştir (Guo ve diğ. 2019).



Şekil 2.1: Yapay zekâlı akıllı evlerde uygulama alanları (Guo ve diğ. 2019)



Şekil 2.2: Akıllı ev konulu çalışmaların karşılaştırılması (Guo ve diğ. 2019)

2.3 Kablosuz Haberleşme ve Wi-Fi Teknolojisi

Akıllı ev sistemlerinin olmazsa olmazlarından olan haberleşme teknolojisi ev içerisindeki sensör, aktüatör veya rölelerin durumunu değiştirmeye veya bunlardan gelen bilgiyi işlemciye aktarmayı sağlayan tek taraflı veya çift taraflı olabilen bilgi alışverişidir. Kablolu ve kablosuz olmak üzere iki ana çeşidi vardır. Günümüz teknolojisine uygunluğu ve tezin kapsamı dâhilinde olduğu için sadece kablosuz haberleşme teknolojilerine değinilecektir. Kablosuz ağın faydaları; kapsama alanının genişletilmesinin ve yeni cihaz eklenmesinin kolaylığı, inşaat gerektirmemesi ve mimari görünümüne zarar vermemesidir.

Wi-Fi, elektronik cihazların birbirine ve internete kablosuz olarak bağlanarak veri haberleşmesi yapmasını sağlayan WIFI Alliance tarafından geliştirilmiş ve *IEEE* tarafından 802.11 standardı ile tanımlanan haberleşme teknolojisidir. Haberleşme 2.4GHz veya 5GHz frekanslarında gerçekleştirilir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan *IEEE* 802.11n standardı 300Mbps veri iletim hızı sağlarken, altıncı nesil *Wi-Fi* olarak tanımlanan 802.11ax 10.53Gbit/s veri iletişim hızına sahip ve bir önceki versiyona göre ağ gecikme süresini azaltmakta ve aynı anda bağlanabilen kullanıcı sayısını ise dört katına çıkarmaktadır. Veri iletişim mesafesi yaygın olan versiyonlarda 10m ile 100m arasındadır fakat 802.11y gibi uzun mesafe iletişimi için özel geliştirilen versiyonda açık arazide 5km'ye kadar çıkabilmektedir.

2.4 Elektriksel Koruma

Günümüzde elektrik çarpmalarına ve aşırı akımlara karşı kullanılan koruyucu eleman, giriş panosunda yer alan sigorta ve kaçak akım rölesidir. Sigorta, hattan çekilen akım belirlenen sınır değerini üzerine çıktığında elektriği keserek beslenen cihazı, enerji iletim iletkenini ve binayı koruyan kesici elemandır. Kaçak akım rölesi temas veya elektriksel yalıtım hatası ile meydana gelen elektrik kaçağına karşı koruma sağlayan teknik olarak giden akım ile dönen akım arasındaki farkın belirlenen değeri (genellikle 30mA) aşması halinde hattı kesen koruyucu elemandır. Her iki harici güvenlik önlemi sadece cihazı korumak yerine tüm hattın güvenliğini sağlamaktadır. Bir cihazda meydana gelecek arıza sonucunda tüm hattın elektriği kesilmekte ayrıca diğer cihazların çalışması kesintiye uğramaktadır.

Elektrik sigortası, kullanım amacı ve koruyucu mekanizmasının özelliğine göre beş çeşittir. Bunlar; buşonlu sigorta, bıçaklı sigorta, otomatik sigorta, cam sigorta ve yüksek gerilim sigortasıdır. Buşonlu ve bıçaklı sigorta eriyen telli sigorta türündendir. Belirlenen değerin üzerinde akım geçtiğinde hızlıca koruyucu yapı içerisindeki tel eriyerek açma yapar. Buşonlu ve bıçaklı sigorta yüksek akımlı projelerde hızlı ve ucuz olduğu için kullanılmaktadır. Eriyen tip sigortalar sadece bir kez koruma sağlayabilir. Bu yüzden açma yaptıktan sonra koruma mekanizması yenisi ile değiştirilmelidir.

Cam sigortalar ise düşük güçlü elektronik aygıtları hızlı ve ucuz bir şekilde korumak için kullanılır. Belirlenen akımın üzerinde bir değerde cam silindir içindeki tel koparak açma yapar ve yuvadan çıkarılarak değiştirilmesi gerekir. Yüksek gerilim sigortaları; yüksek güçlü transformatör, motor ve kondansatör gibi cihazlarda doğal veya teknik nedenden dolayı oluşacak ani akım yükselmelerinde koruyucu yapı içindeki iletken tel eriyerek hattı keser.

Günümüzde otomatik sigortalar kullanım kolaylığı ve eriyen tip sigortaların aksine tekrar kurulabilir olmasından dolayı tercih edilmektedir. Otomatik sigorta korumayı termik ve manyetik alan etkisi ile gerçekleştirir. Termik etkili sigortalarda boyu değişen bimetal yapı mekanik mekanizma ile elektriği kesmekte ve koruma sağlamaktadır. Manyetik etkili sigortada ise fazla akım aktığında yapı içerisinde bulunan bobin yakınında bulunan ferromanyetik bir yapıyı harekete geçirir ve elektriği keserek korumayı sağlar. Otomatik sigortalar TSE'nin yayınladığı TS EN 60898-1 standardına göre üç çeşittir. Açma sürelerine göre seçilir ve kullanılırlar. Konutlarda aydınlatma linyeleri için B tipi, priz linyeleri için C tipi otomatik sigorta kullanılır. D tipi otomatik sigortalar ise genellikle sanayideki yüksek kalkış akımına sahip elektrik motorlarının korumasında kullanılır.

Kaçak akım koruma rölesi yaygın olarak 30mA ve 300mA değerlerinde kullanılmaktadır. 30mA ve altındaki değerli kaçak akım koruma röleleri canlıları çarpılmaya karşı korumak için kullanılır. 300mA değerli olan röle ise cihazlardaki veya iletim hatlarındaki yalıtım hatasından meydana gelebilecek yangın ve diğer tehlikelere karşı koruma amacıyla kullanılır. İlk kaçak akım koruma rölesi 1956 yılında Almanya'da üretilerek kullanılmaya başlanmıştır (Ürgüplü 2008). Kaçak akım koruma rölesi, faz ve nötr iletkenlerinin toroid bobin etrafına sarılması ve bu iki

iletkenden akan akımın belirlenen farkın üzerinde bir fark akımı olması durumunda bir gerilim indüklenir ve elektromekanik ayırıcıdaki bobini harekete geçirerek devreyi keser.

Cihazı ve ona bağlı elektrikli eşyaları şebeke gerilimin artışından korumak için metal oksit varistör kullanılır. Kısaca *MOV* olarak bilinen varistör belirlenen elektrik geriliminin üzerine çıkıldığında elektriksel direnci hızlıca azalarak güç girişlerini kısa devre konumuna getirip cihaza bağlı olan kesicinin devreyi açmasını sağlar ve böylece cihazı aşırı gerilimlerden korur.

2.5 Elektrikli Ev Aletlerinin Elektrik Tüketiminin İncelenmesi

Yapılan araştırmalarda cihazların sahiplik oranı ve bekleme konumu tüketimi göz önüne alındığında en çok bekleme tüketimine neden olan cihazlar *CRT* televizyon (tüplü), Plazma televizyon, eski *LED/LCD* televizyon, internet modemi, uydu alıcısı, masaüstü ve dizüstü bilgisayar, video ve ses sistemidir. Günümüzde fırın, bulaşık ve çamaşır makinesi gibi cihazlar kapama tuşu ile kapatıldığında tüketim yapmamaktadır. Üretim tarihi 2014'den daha yeni olan *LED* televizyonlar ise bekleme konumunda çok az tüketim gerçekleştirmektedirler. Ama televizyona ek olarak bağlı bulunma ve birlikte çalışma ihtimali yüksek ürünler olan uydu alıcısı, video ve ses sistemi ile birlikte saatler süren bekleme konumu tüketimi göz önüne alındığında yine oldukça yüksek bir tüketime neden olur.

RTÜK tarafından 2018 yılında gerçekleştirilen araştırmaya göre Türkiye'de günlük televizyon izleme süresi 3 saat 34 dakika (WEB_6). Hiç fişten çekilmeyen bir televizyon ve uydu alıcısı sistemi bu duruma göre günlük 20 saat bekleme konumu tüketimi yapmaktadır. İnternet modemlerinin gece tüm hane halkı uyuduktan sonra çalışması bekleme konumuna kıyasla daha büyük israftır. Bir modem çalışır durumda 10W ila 15W arasında enerji tüketmektedir.

Türkiye'de TÜİK verilerine göre 2018 yılında 23 milyonu aşkın hane bulunmaktadır (WEB_7). Türkiye'de hanelerde elektrik tüketimi 2018 yılında toplam 54.770GWh olarak gerçekleşti (EPDK 2019). Bu veriler eşliğinde Türkiye'de hane bazında bekleme konumu elektrik tüketimi toplam tüketimin %4'ünü oluşturduğu

takdirde en az 2200GWh olarak öngörebiliriz. Bu da 250MW kurulu güce sahip bir elektrik santralının üretimine eşdeğerdir. Bekleme konumu tüketimi birçok hanede temel aldığımız %4 oranının üzerinde gerçekleşmektedir. Hesaplamaya ticarethaneleri de eklememiz sonucunda Türkiye için toplam bekleme konumu tüketimi yaklaşık 5000GWh seviyesine ulaşacaktır.

Örneğin ABD’de 2010 yılında evlerde kullanılan yaklaşık 160 milyon televizyon ve eğlence sisteminin neden olduğu bekleme konumu güç kaybı 18TWh bu da altı adet 500MW kapasiteli santralin elektrik üretimine eşdeğerdir (Rozite 2014).

Bir diğer çarpıcı gerçek, dünyada haneler, ticarethaneler ve kamu binalarında toplam bekleme konumu elektrik tüketimi; Brezilya, Kanada, Fransa, Almanya’nın her birinin elektrik tüketimlerinin iki katı, İran, Endonezya, Meksika ve Türkiye’nin yine her birinin dört katı büyüklüğe sahiptir. Japonya ve Rusya’nın elektrik tüketimiyle de eşittir.

Türkiye’de ortalama olarak bir hane 2019 yılında aylık 200kWh elektrik tüketmektedir ve bu tüketim karşılığında 120 TL elektrik faturası ödemektedir. Ayrıca Türkiye’de ticarethane başına ortalama 800kWh elektrik tüketilmektedir. Tüm cihazları kullanımı bitince fişten çeken bir hanenin elektrik faturasına yansıyan bekleme konumu tüketimi 2019 yılı son çeyreğinde aylık 5 TL iken, elektrikli eşyaları kullanımda olmadığı halde fişten çekmeyen tüketicinin faturasına yansıyan tutar aylık 15 TL’dir.

3. YAPAY SİNİR AĞLARI ile TAHMİN

3.1 Tahmin Yöntemleri

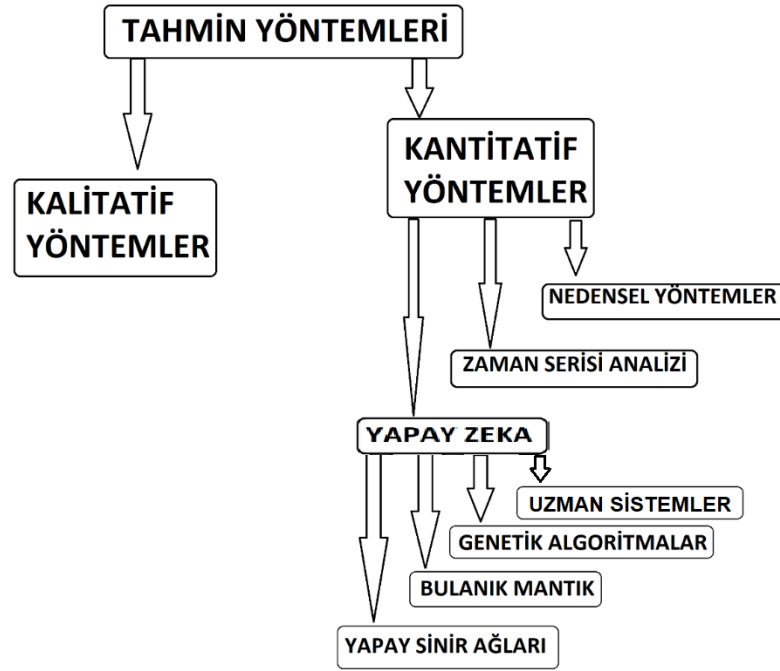
Tahmin kelime olarak Arapça kökenli olup TDK sözlüğünde; akla, sezgiye veya bazı verilere dayanarak olabilecek bir şeyi, bir olayı önceden kestirme olarak tanımlanmıştır. Tahmin, günlük hayatta olduğu kadar teknik alanlarda da kullanılan önemli bir süreçtir. Trafikte yaya halinde karşıdan karşıya geçerken sağ ve soldan gelen arabaların hızları ve aramızdaki mesafenin hızlıca beynimiz tarafından algılanıp tehlikenin olmadığı sinyali ile karşıya geçmemiz ya da beklememiz de bir tahmin sürecidir. Burada geçmişte öğrenilen ve tatbik edilen bilgiler ışığında anlık bir tahmin söz konusudur. Bir işletmenin alış ve satışlarını, bir doktorun hastalığın seyrini, bir finans kuruluşunun paritelerin durumunu, bir meteoroloji mühendisinin hava durumu tahmini aslında teknik olarak birbirlerine süreç olarak benzeyen birer tahmin örnekleridir. Yapılan tahminlerin eksiksiz ve kusursuz biçimde gerçekleşmesi hiçbir zaman beklenmez. Tahmin başarı oranı eldeki veri miktarına ve sonuca etki eden faktörlerin belirlenmesine bağlıdır.

Tanımda da bahsedildiği üzere tahmin istenilen sonuca göre sezgi ya da veriye dayanır. Tahmin, nitel (kalitatif) ve nicel (kantitatif) yöntem olmak üzere iki farklı biçimde gerçekleştirilir. Nitel tahmin yöntemleri sezgisel olup önyargı içerebilir ve tümevarımı amaçlamaktadır. Uzman görüşü alınması, delphi tekniği, anket yöntemi, senaryo yazımı ve pazar araştırması nitel tahmin yöntemlerine örnek olarak gösterilebilir.

Nicel tahmin yöntemleri ise geçmişteki tercihlerin ve sonuçların gelecekte de benzeri olarak devam edeceğini öngörüp verilerin matematiksel olarak değerlendirildiği, tümdengelimci amaçlayan objektif tahmin yöntemidir. Bazı kaynaklarda nicel yöntemler zaman serisine dayalı yöntemler ve sebep sonuç ilişkisine dayalı yöntemler olmak üzere iki ana başlıkta incelense de günümüzde teknolojik ilerleme ile yapay zekâ alt başlıktan üçüncü ana başlık haline gelmiştir. Yapay zekâ ile tahmin bir sonraki başlıkta incelenecektir.

3.2 Yapay Zekâ ile Tahmin

Günümüzde adından sıkça bahsedilen yapay zekâ teknolojisi ilerleyen yıllarda günlük hayatımızda da etkili olacaktır. Yapay zekânın arkasında yatan gerçek ise geçmiş veya şu andaki veriler ile uzak veya yakın gelecekte oluşabilecek durumları tahmin etmesidir. Yapay zekâ ile tahmin; yapay sinir ağları, bulanık mantık ve genetik algoritmalar olmak üzere üç farklı yöntem ile yapılabilmektedir. Kantitatif tahmin yöntemleri başlıkları ile görsel olarak Şekil 3.1’de sınıflandırılmıştır.



Şekil 3.1: Tahmin yöntemleri

3.2.1 Yapay Zekâ Nedir

Yapay zekâ biliminin ulaşacağı en uç nokta insan gibi düşünen ve hareket eden makineler geliştirmektir. Yapay zekâ tanımının daha iyi anlaşılması için öncelikle zekânın ne olduğunu tanımlamalıyız. Zekâ dilimize Arapçadan gelmiştir ve sözlük anlamına bakacak olursak; insanın düşünme, akıl yürütme, objektif gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamı olarak TDK tarafından tanımlanmıştır. İngilizce ve Fransızca da zekâ “*intelligence*” kelimesine karşılık gelir ve bu kelime Latince kökenli olup “anlamak” anlamına gelmektedir. Yapay zekâ

alanının kurucu bilim insanlarından olan Nils J. Nilsson'a göre zekâ; "bir varlığın kendi ortamında doğru düzgün ve olan biteni öngörerek işlev görmesini sağlayan niteliktir" (Nilsson 2010). Shane Legg ve Marcus Hutter tarafından kaleme alınan "A Collection of Definitions of Intelligence" adlı makalede farklı bilim dallarından olmak üzere bu zamana kadar yapılmış tam 71 adet farklı zekâ tanımı bulunmaktadır. 1994 yılında Wall Street Journal tarafından yayınlanan editörlüğünü Linda Gottfredson'ın yaptığı 54 bilim insanı tarafından yapılan zekâ tanımı; "diğer şeylerin yanı sıra, akıl yürütme, planlama, problem çözme, soyut düşünme, karmaşık fikirleri anlama, hızlı öğrenme ve deneyimlerden öğrenme becerisini içeren çok genel bir zihinsel yetenektir" (Gottfredson 1994).

Halk arasında akıl ve zekânın aynı anlama geldiği varsayılsa da birbirlerinden farklıdır. Zekâ; salt beyin gücü ile anlama ve karar verme iken akıl ise duygu, tecrübe ve menfaat doğrultusunda hareket etmektir. Bu tanımlara ek olarak bilinç ise zekâ ve aklın sahipliğinin yani maddenin kendisinin farkına varmasıdır.

Prof. Dr. Çetin Elmas yapay zekâyı "en kısa ve en anlaşılır biçimde, canlılara ait zekânın yazılım veya donanımlar ile taklit edilmesidir" şeklinde tanımlamıştır (Elmas 2016). Nils J. Nilsson'a göre yapay zekâ, "makinelere zekâ kazandırmaya adanmış etkinliktir" (Nilsson 2010). Russell ve Norvig tarafından yapay zekâ, "insanlar tarafından yapıldığında zekâ gerektiren işlevleri yerine getiren makineler geliştirme sanatı" olarak tanımlanmıştır (Russell ve Norvig 2010). Dr. Atınc Yılmaz'a göre yapay zekânın amacı, "makinelere daha yararlı ve daha akıllı duruma getirmek doğal zekâ gerektiren durumlara cevap verebilecek sistem oluşturmaktır" (Yılmaz 2017).

"Bir işi bilgisayarda gerçekleyebilmek için algoritmasını bilmek gerekir. Algoritma, girdiyi çıktıya çevirmek için uygulanacak komutlar dizisidir. Ancak bazı işler için bilinen bir algoritma yoktur. Yapay öğrenme, bilgisayarların örnek veri ya da geçmiş deneyimi kullanarak bir ölçüte göre başarımlarını artıracak biçimde programlanmasıdır. Yapay öğrenme yalnızca bir veri tabanı uygulaması değil, yapay zekânın da bir parçasıdır. Değişen bir ortamdaki etmenin zeki olarak nitelendirilebilmesi için deneyimlerinden öğrenebilmesi gerekir." (Alpaydın 2012). Tüm bu bilgiler ışığında yapay zekâyı daha iyi tanımlayabilir ve amacını daha iyi anlayabiliriz.

3.2.2 Yapay Zekâ Tarihçesi

Yapay zekâ, medyanın etkisi ile günümüzde çok yeni bir bilim dalı gibi görünse de teorik çalışmalar yaklaşık bir asırdır devam etmekte, ilk uygulamalı çalışmalar ise yarım asırdan önce hayata geçirilmiştir.

Turing 1950 yılında yayınladığı “*Computing Machinery and Intelligence*” adlı makalesinde “*Can machines think?*” (Makineler düşünebilir mi?) sorusunu dikkatleri çekmek için sormuştur (Turing 1950). Turing’e göre yeterince karmaşık bir makine dizayn edildiğinde bu makine insan zekâsını taklit edebilirdi. Bunu yapmak için orta yaşlardaki bir insanın sahip olduğu zekâyı değil bir yeni doğan bebek zekâsını taklit edebilecek bir makine yapmayı önermiştir. Böylece tıpkı bebekler gibi bu makine de zamanla öğrenerek yetişkin zekâsına sahip olacaktır. Ayrıca bu makalede makineden çıkan bir düşünce ile bir insandan çıkan düşünceyi ayırt etmeyi sağlayacak *Imitation Game* adlı bir oyun önermiştir ve bu sonraki zamanlarda Turing Testi olarak anılacaktır. Bu testi geçebilen yapay zekâ yazılımı bu makaleden 64 sene sonra 2014 yılında Rusya’da geliştirildi.

Bu araştırma alanına yapay zekâ isminin verilmesi ve akademik temellerinin atılarak yeni bir bilim dalı olarak ortaya çıkmasını 1955, 1956 ve 1958 yıllarında yapılan bilimsel toplantılara borçluyuz. 1956 yılında Dartmouth Koleji’nde “Yapay Zekâ Yaz Araştırması” toplantısında John McCarthy’nin önerisiyle bu bilim alanına yapay zekâ adı verildi. Ayrıca bu toplantıda sunulan Logic Theorist programı insan beyninin sorun çözme becerisini taklit etmektedir ve bu program ilk yapay zekâ programı olarak bilinir. Yapay zekâyı işlevsel bir biçimde programlamak için 1957 yılında John McCarthy günümüzde bile kullanılan ve birçok programın temel yazılım dili olan *LISP*’i geliştirdi. 1958 yılında İngiltere’de “*Mechanization of Thought Processes*” adlı toplantı düzenlendi (Nilsson 2010).

1959 yılında John McCarthy ve Marvin Minsky tarafından yapay zekâ araştırmalarına özel ilk laboratuvar *MIT*’de kuruldu. Yapay zekâ hakkında kapsamlı olarak ele alınan ilk kitap “*Computers and Thought*”, E. Feigenbaum ve J. Feldman tarafından 1963 yılında yayınlandı. Bu kitap Turing’in de dâhil olduğu bu alanın en önemli yirmi makalesini içermekteydi. Uluslararası olarak düzenlenen ilk yapay zekâ konferansı 1969 yılında Washington’da gerçekleştirildi.

3.2.3 Yapay Zekâ Türleri

Günümüzde birçok yapay zekâ türü ve teknolojisi vardır fakat en başat kullanılanları şu şekildedir;

Uzman sistemler: Bir uzmanın problemleri çözdüğü gibi, problemlere çözümler üreten sistemlerdir. Uzmanların belli bir konudaki bilgi ve deneyimlerinin dijital ortama aktarılması amaçlanmaktadır (Öztemel 2016). “Temelde insan düşüncelerini gerçekleştirmek amacıyla bilgisayar tarafından işlenen bir yazılımdır” (Elmas 2016).

Bulanık mantık: “Bulanık küme teorisine dayanan bir matematiksel disiplindir” (Elmas 2016). Belirsiz bilgileri işleyebilme ve kesin rakamlar ile ifade edilemeyen durumlarda karar vermeyi kolaylaştıran bir teknolojidir (Öztemel 2016).

Genetik algoritmalar: “Geleneksel yöntemler ile çözümü zor veya imkânsız olan problemlerin çözümünde kullanılır. Bu yöntem ile problem sanal olarak evrimden geçirilerek çözülür” (Elmas 2016). Geleneksel optimizasyon teknolojisi ile çözülemeyen problemleri çözmek için geliştirilmiştir (Öztemel 2016).

Yapay sinir ağları: Beyin sinir hücrelerinin öğrenme yöntemini taklit ederek geçmiş vakaları ve olaylar arasındaki bağıntıları belirli matematiksel işlemlerden geçirerek bir sonuca varır. Yapay sinir ağları bir sonraki konuda daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

3.3 Yapay Sinir Ağı

Yapay sinir ağları öğrenbilme becerisine sahiptir. Bunu tıpkı insan beyinde yer alan nöronların öğrenme biçimini taklit ederek gerçekleştirir. İnsan beyinde öğrenme eylemi gerçekleştirilen ve tekrarlanan olaylar sonrasında nöronlar arasındaki sinaps bağlantılarının güçlenmesi, zayıflaması veya başka nöronlar ile yeni bağlantılar oluşmasıyla meydana gelmektedir. Yapay sinir ağları da bunu taklit ederek girdi olarak sunulan verilerin zaman içerisinde nöronlar arasındaki bağlantı ağırlıklarını değiştirerek öğrenme faaliyetini en az hatayla gerçekleştirmeye çalışır.

İlk kez, yapay sinir hücrelerini kullanarak bir ağ oluşturma fikri mantıkçi Walter Pitts ve sinir bilimci Warren McCulloch tarafından 1943 yılında önerildi. Bu ağ tüm matematiksel ve mantıksal işlemleri yapabilen bir Turing makinesi gibi işlemekteydi. Bu ağın hesaplamasının da ötesinde uygun şekilde oluşturulduğunda öğrenebileceğini Pitts ve McCulloch çalışmalarında belirtmiştir (Russell ve Norvig 2010).

1949 yılında Donald Hebb'in "*Organization of Behavior*" kitabında yayınlanan yönteme göre yapay sinir hücreleri arasındaki bağlantıların kuvvetinin ve sayısının değiştirilmesiyle öğrenebileceğini söylemekteydi. 1957 yılında Frank Rosentblatt tarafından geliştirilen tek katmanlı ve tek çıkışa sahip *Perceptron* adında bir yapay sinir ağı oluşturulmuştur.

1965 yılında Nils J. Nilsson tarafından ilk yapay sinir ağı kitabı olan "*Learning Machines*" adlı kitap yayınlandı. Bu kitapta örüntü tanınmanın ve o yıllarda bilinen yapay öğrenme yöntemlerinin matematiksel temelleri, ispatları ve uygulamaları vardı.

John Hopfield 1982 yılında yayınladığı "*Neural Networks and Physical Systems With Emergent Collective Computational Abilities*" makalesinde yapay sinir ağlarının paralel çalışan entegre devreler halinde fiziksel olarak uygulanması ile özel problemleri hesaplama yeteneği olan yeni ağların ortaya çıkacağını, bu ağların nasıl çalışacağını ve yeteneklerini bildirdi.

Teuvo Kohonen tarafından 1982 yılında yayınlanan "*Self Organized Formation of Topologically Correct Feature Maps*" makalesi ile *Self Organizing Map* yapay sinir ağının danışmansız yani kendi kendine nasıl öğreneceğini ve bu ağların nasıl çalışacağını tanıttı.

IEEE tarafından ilk yapay sinir ağları konulu uluslararası konferans 1987 yılında ABD'nin San Diego şehrinde düzenlendi.

"Beynin yapısal bileşeni olarak nöron fikrini ortaya koyan Santiago Ramón y Cajal, 1911 yılında öncü çalışması sayesinde beyni anlamaya yönelik çalışmalar daha kolay hale gelmiştir. İnsan beyin korteksinde 10 milyar nöron olduğu tahmin edilmektedir. Bu nöronlar 10 trilyon sinaps ve bağlantıya sahiptir. Bir yapay sinir

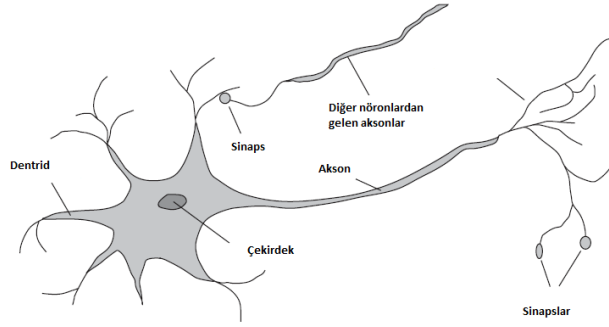
ağı, deneysel bilginin depolanması ve kullanıma uygun hale getirilmesi için doğal bir eğitime sahip olan basit işlem birimlerinden oluşan, büyük ölçüde paralel dağıtılmış bir işlemcidir. Bir nöronun aksonu çok uzun ve incedir. Yüksek elektriksel direnç ve çok büyük kapasitansa sahip bir iletim hattı olarak modellenebilir” (Haykin 2009).

“Biyolojik sistemlerde öğrenme, nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların ayarlanması ile olur. Yani insanlar doğumlarından itibaren yaşayarak öğrenme süreci içerisine girerler. Bu süreç içinde beyin sürekli bir gelişme göstermektedir. Yaşayıp tecrübe ettikçe sinaptik bağlantılar ayarlanır ve hatta yeni bağlantılar oluşur. Bu sayede öğrenme gerçekleşir” (Yurtoğlu 2005).

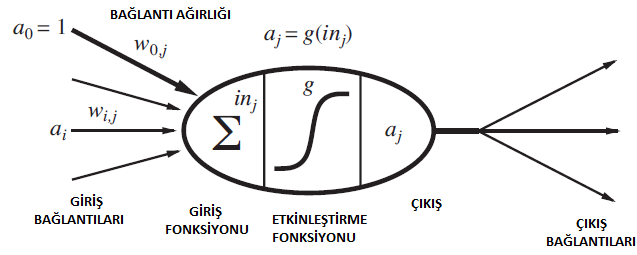
“Yapay sinir ağının ağırlıkları başlangıçta rastgele olarak atanır. Örnekler gösterildikçe bu ağırlık değerlerini değiştirirler. Amaç ağa gösterilen örnekler için doğru çıktılar üretecek ağırlık değerlerini bulmaktır. Örnekler ağa defalarca gösterilerek en doğru ağırlık değerleri bulunmaya çalışılır. Bu işleme ağın eğitilmesi denir. Ağın doğru ağırlık değerlerine ulaşması örneklerin temsil ettiği olay hakkında genellemeler yapabilme yeteneğine ağın öğrenmesi denir. Öğrenme aşamasından sonra ağın öğrenip öğrenmediğini ölçmek için yapılan denemelere ise ağın test edilmesi denir. Test etmek için ağın öğrenmesinde kullanılan örnekler sırasıyla veya karışık olarak ağa tekrar gösterilir” (Öztemel 2016). Canlıların sinir sistemindeki nöronun bölümlerinin yapay sinir ağındaki karşılıkları Tablo 3.1’de ifade edilmiştir. Canlı sinir sistemi nöronunun temsili resmi ve bölümlerinin isimleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Yapay sinir ağı nöronunun matematiksel modeli ve katmanların isimleri Şekil 3.3’de açıklanmıştır.

Tablo 3.1: Sinir sistemindeki nöronun yapay sinir ağındaki karşılıkları

Sinir Sistemi Nöronu	Yapay Sinir Ağı
Dentrit	Giriş (Toplama) Fonksiyonu
Hücre gövdesi	Aktivasyon (Transfer) Fonksiyonu
Akson	Çıkış
Sinaps	Bağlantı ağırlığı



Şekil 3.2: Nöronun bölümleri (Russell ve Norvig 2010)



Şekil 3.3: Yapay nöronun matematiksel modeli (Russell ve Norvig 2010)

3.3.1 Yapay Sinir Hücresinde Toplama Fonksiyonları

Toplama fonksiyonu, yapay sinir hücresine gelen net girdiyi hesaplar. En uygun toplama fonksiyonunu belirlemek için bulunmuş bir formül yoktur. Tasarımcı hangi fonksiyonu seçeceğini deneme yanılma yöntemi ile belirler (Elmas 2016). Yapay sinir ağlarında kullanılan toplama fonksiyonlarının adları ve denklemleri Tablo 3.2’de ifade edilmiştir.

Tablo 3.2: Toplama fonksiyonları (Öztemel 2016)

Toplam	$NET = \sum_i^n G_i A_i$
Çarpım	$NET = \prod_i G_i \cdot A_i$
Maksimum	$NET = \text{Max}(G_i A_i), i=1 \dots N$
Minimum	$NET = \text{Min}(G_i A_i), i=1 \dots N$
Çoğunluk	$NET = \sum_i \text{sgn}(G_i A_i)$
Kümülatif toplam	$NET = NET(\text{eski}) + \sum(G_i A_i)$

3.3.2 Yapay Sinir Hücresinde Aktivasyon Fonksiyonları

Aktivasyon fonksiyonu, toplama fonksiyonunda hesaplanan net girdiyi işleyerek buna karşılık çıktı üretir. Bu fonksiyon gerektiğinde toplama fonksiyonun sonucunun değişebilmesi için kullanılır. Hangi fonksiyonun tercih edileceğine dair herhangi bir kısıtlama yoktur tasarımcı uygun olan fonksiyonu tercih eder (Elmas 2016) (Öztemel 2016). Yapay sinir ağlarında giriş verilerinin ilgili toplama fonksiyonu ile toplandıktan sonra nöron çıkışının değerini bulmaya yarayan aktivasyon fonksiyonları adları ve denklemleri Tablo 3.3’de ifade edilmiştir.

Tablo 3.3: Aktivasyon fonksiyonları (Öztemel 2016)

Doğrusal fonksiyon	$F(\text{NET}) = A * \text{NET}$
Basamak fonksiyon	$F(\text{NET}) = \begin{cases} 1, & \text{Net} > \text{Eşik Değeri} \\ 0, & \text{Net} \leq \text{Eşik Değeri} \end{cases}$
Sinüs fonksiyonu	$F(\text{NET}) = \text{Sin}(\text{NET})$
Sigmoid fonksiyon	$F(\text{NET}) = \frac{1}{1 + e^{-\text{NET}}}$
Eşik değer fonksiyonu	$F(\text{NET}) = \begin{cases} 0, & \text{NET} \leq 0 \\ \text{NET}, & 0 < \text{NET} < 1 \\ 1, & \text{NET} \geq 1 \end{cases}$
Tanjant hiperbolik fonksiyon	$F(\text{NET}) = \frac{e^{\text{NET}} + e^{-\text{NET}}}{e^{\text{NET}} - e^{-\text{NET}}}$

4. DONANIM ve YAZILIM

4.1 Giriş

Bu bölümde, tez projesinde geliştirilen prizın elektriksel devrelerinde kullanılan elektronik elemanlar ve onların kontrolünü sağlayan yazılımlar tanıtılacaktır.

4.2 Kullanılan Yazılım Dillerinin Tanıtımı

Arduino benzeri mikro denetleyicileri programlamak için en kolay ve en kararlı yöntem Arduino *IDE* yazılım geliştirme ortamını kullanmaktır. C++ dilinde komut yapıları olan *if*, *else*, *for*, *switch-case*, *while*, *do-while* gibi komutlar ve matematiksel işlem komutları, karşılaştırma komutları da bu yazılım ortamında da aynı işleve sahiptir.

Arduino *IDE* yazılım ortamına dair bilinmesi gereken diğer temel komutlar *setup()*, *loop()*, *#define*, *#include*, *digital I/O*, *analog I/O* ve *Serial.print*'dir.

setup() : Bu fonksiyon ilk enerji verildiğinde çalışır. Değişkenler, pin modları, seri iletişim ve kütüphaneler için kullanılır.

loop() : Bu döngü fonksiyonudur. *setup()* fonksiyonundan sonra çalışır ve program kodları bu fonksiyonun içine yazılır.

#define : Bu komut ile eşdeğer ifadeler atanır.

#include : Bu komut ile daha önce tanımlı olan kütüphaneler yüklenir.

Digital I/O komutlarının *pinMode()*, *digitalWrite()* ve *digitalRead()* olmak üzere üç temel fonksiyonu bulunmaktadır.

pinMode() : Pinler hem giriş hem çıkış olarak kullanılabilir. Bu komut ile hangi pinin çıkış hangi pinin giriş olacağı belirlenir.

digitalWrite() : *pinMode()* ile çıkış pininin 5V veya 0V olması ayarlanır.

digitalRead() : *pinMode()* ile giriş olarak ayarlanan pinin okunmasını sağlar.

Analog I/O komutlarının *analogReference()*, *analogRead()* ve *analogWrite()* olmak üzere üç temel fonksiyonu bulunmaktadır.

analogReference() : Bu komut ile analog girişlerin gerilimi belirlenir.

analogRead() : Bu komut istenilen pinin analog değerini okur.

analogWrite() : Bu komut ile istenilen analog pinden çıkış alınır.

Serial.print() : Tırnak içerisindeki ifadeyi seri monitöre gönderir. *Serial.println()* ise ifadeyi seri monitöre gönderip imleci alt satıra geçirir (WEB_8).

Yapay sinir ağının eğitilmesinde ve ağırlıkların oluşturulmasında Python yazılım dilini kullanılmıştır. Python'un yaygın olarak kullanılan C benzeri dillere göre avantajları; birçok farklı yazılım platformunda çalışması, kod yazımında söz dizimi önemli değildir ve derleme gerekmez. Python ve C yazılım dilleri ile ekrana basit bir "Hello World" yazdırma işlemi aşağıda örneklendirilmiştir.

C dili için :

```
#include <stdio.h>
main() {
    printf("Hello World\n"); }
```

Python 2 için :

```
print "Hello World"
```

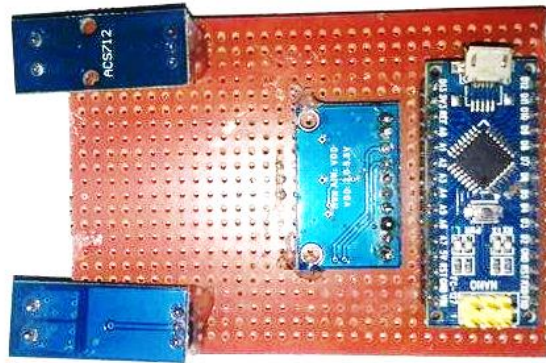
Python yazılım dilinin yaygın olarak Python 2 ve Python 3 olmak üzere iki versiyonu vardır. Python 3, Python 2'ye göre daha gelişmiş, hızlı ve güçlüdür. Fakat yapay sinir ağının kodlanmasında çok büyük bir etki oluşturmayacağı ve daha yaygın olmasından dolayı Python 2 kullanılmıştır.

4.3 Kesme ve Koruma Sistemlerinin Tasarımı

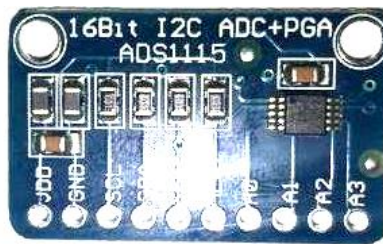
4.3.1 Kaçak Akım Koruma Devresinin Tasarımı

Kaçak akım koruma devresi kararlı hale gelene kadar birçok farklı devre elemanı ve algoritma test edildi. Bu bölümde, yapılan testler arasında en başarılı olan iki versiyonda kullanılan elektronik donanım ve yazılım hakkında bilgi verilecektir.

İlk versiyonda akan akımı tespit etmek için Allegro Microsystems'in ACS712 hall etkisi tabanlı lineer akım sensörü kullanıldı. Bu tespit edilen akımın yüksek çözünürlükte analog ölçümü ve gelen giden akımlar arasındaki farkı alabilmek için diferansiyel alma kabiliyeti bulunan Texas Instruments'in ADS1115 entegresi kullanıldı. Tüm bu verilerin işlenmesi ve çeşitli algoritmik işlemlerin gerçekleştirilmesi için üzerinde Atmel Atmega328 mikroişlemci bulunan Arduino Nano kullanıldı. Koruma devresinin bu ilk versiyonu için yapılan denemelerde 50mA fark akımını 0.1 saniye mertebesinde algıladığı ölçülmüştür. Kaçak akım koruma için tasarlanan ilk devrenin görseli Şekil 4.1'de görülmektedir. Bu devrede kullanılan çözünürlük artırıcı entegre devrenin görseli Şekil 4.2'de ve hall etkisi tabanlı akım sensörünün görseli Şekil 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.1: Kaçak akım koruma devresinin ilk hali



Şekil 4.2: Çözünürlük artırıcı entegre devre



Şekil 4.3: Hall etkisi tabanlı akım sensörü

Bu denemede ölçülen kaçak akımın bilgisayar veya akıllı telefon ekranından anlık izlenmesini sağlayan yazılım aşağıdaki gibidir.

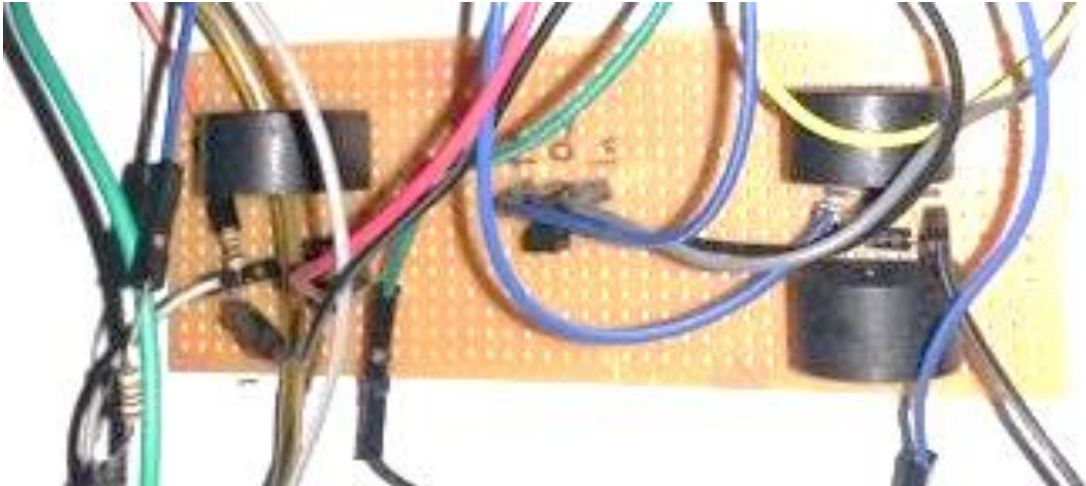
```
const int analogIn1Pin = A0;
const int analogIn2Pin = A1;
int sensor1Value = 0;
int sensor2Value = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600); }
void loop() {
  sensor1Value = analogRead(analogIn1Pin);
  sensor2Value = analogRead(analogIn2Pin);
  Serial.print("sensor1 = ");
  Serial.println(sensor1Value);
  Serial.print("sensor2 = ");
  Serial.println(sensor2Value);
  Serial.print("Fark = ");
  Serial.println(sensor2Value-sensor1Value); }
```

Fakat hall etkisi sensörünün çevresindeki elektriksel ve manyetik değişimlerden çok etkilendiğinden test esnasında bazı ölçümlerde kaçak akımları doğru şiddette ve sürede tespit edememiştir. Bu sebeple kaçak akımın tespitinde hızı ve doğruluğu artırmak için bir diğer deneme devresinde Şekil 4.4’de görülen ZMCT103C akım bobini kullanılmıştır.



Şekil 4.4: Akım bobini

Akım bobini sensörleri, içerisinde akan akımı önceden belirlenmiş katsayılar doğrultusunda azaltarak bir çıkış oluşturur. Hazır bir sensör kullanmak yerine akım bobinini kullanıldı. Devrede iki akım bobini sarım yönleri dikkate alınarak ters kutuplu olarak bağlandı. Her iki bobinin ortasındaki boşluktan uygun kalınlıktaki kablo üzerinden hat akımı geçmektedir. Biri gelen akımı, diğeri de giden akımı ölçmektedir. İki akan akım arasında bir fark yani kaçak akım olduğunda bobinler üzerinde analog diferansiyel alma işlemi yapıp mikroişlemcinin analog girişine yansıtılmaktadır. Bu kaçak akım koruma devresi 0.1 saniyede 1mA kaçak akımı algılayıp kesebilmektedir. Günümüzde en yaygın kullanılan kaçak akım rölesinin değeri 30mA'dir daha hassas versiyonun da ise bu değer 10mA'dir. Kaçak akım koruması ve enerji tasarrufu sağlayan devre Şekil 4.5'de görülmektedir.



Şekil 4.5: Koruma devresi

4.3.2 Enerji Tasarrufu

Devrede bulunan iki bobin anlık elektriksel koruma işlemini gerçekleştirirken, üçüncü bobin ise enerji tasarrufu sağlamak için akan akımı takip etmektedir. Elektrikli cihaz bir dakika boyunca 10W'dan daha az bir enerji tüketecek olursa priz, şebeke akımını röle aracılığıyla kesmekte ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu şekilde bekleme konumu elektrik tüketiminin önüne geçmektedir.

Devrenin elektrik şebekesiyle bağlantısını kontrol eden röle elamanı için farklı denemeler yapılmıştır. İlk denemede Şekil 4.6'da görülen FOTEK SSR-25 DA katı hal röle (SSR) kullanıldı. Bu rölenin herhangi bir hareketli parçası olmayıp şebeke elektriğini anahtarlama işlemini elektronik olarak gerçekleştirmektedir. Elektronik bir eleman olmasından dolayı katı hal röle üzerinde gerilim düşümü olmakta ve anahtarlama işlemi esnasında üzerinden yüksek akım geçmesi durumunda, yüksek akım çarpanının etkisi ile anahtarlama için harcanan güç de artmaktadır. Ayrıca çıkışta sızıntı akımı bulunmakta ve anahtarlama süresince ısınmakta, soğutma işlemi için geniş bir yüzeye ihtiyaç duymaktadır. Ek olarak hacminin ve ağırlığının oldukça fazla olması nedeniyle nihai devrede kullanılması tercih edilmemiştir.



Şekil 4.6: Katı hal röle

İkinci denemede birçok akıllı ev ve akıllı priz uygulamasında da kullanılan Şekil 4.7'de görülen SONGLE markalı 5V DC kontrollü elektromekanik röle tercih edilmiştir. Rölenin açık ve kapalı konumdayken enerji tüketimi ölçülmüştür. Röle orijinal halinde 500mW ortalama güç tüketirken beslemesine seri olarak eklenen direnç ile üzerine düşen gerilim azaltılmış ve akan akım sınırlandırılmıştır. Böylece tükettiği güç 300mW'a kadar düşürülmüştür.

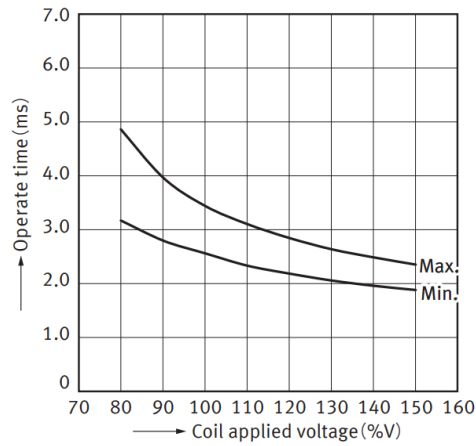


Şekil 4.7: Elektromekanik röle

Son denemede, bir önceki denemede kullanılan elektromekanik röleye kıyasla daha verimli olan Şekil 4.8’de görülen Panasonic ADW1203T tutucu tip röle kullanılmıştır. Bu röleler sadece açma ve kapama tetikleme anında elektrik tüketirler. Bunu içerisindeki kalıcı mıknatıs özelliği ile gerçekleştirmektedir. Güç tüketim süresi Şekil 4.9’da görülmektedir. Bu rölenin güç tüketimi sadece tetikleme anında gerçekleşir ve her tetikleme için harcanan toplam güç 0.25mW’dır. Deneme yapılan diğer rölelere göre en verimli anahtarlama metodu bu eleman ile gerçekleştirilmiştir. Bu rölenin çalışma süresi göz önünde bulundurulursa diğer elektromekanik röleye kıyasla enerji verimliliği %99.9 gibi yüksek bir oranla en üst seviyededir. Bu röle ile bir yıl için sağlanan toplam elektrik enerjisi tasarrufu 3000W düzeyindedir.



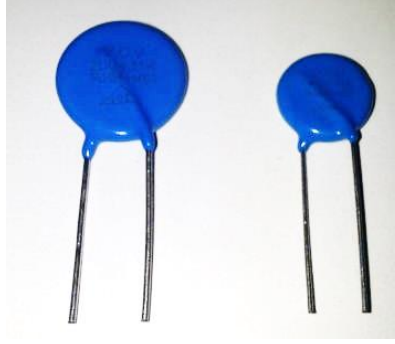
Şekil 4.8: Tutucu tip röle



Şekil 4.9: Tutucu tip rölenin çalışma süresi (WEB_9)

4.3.3 Aşırı Gerilim Koruma

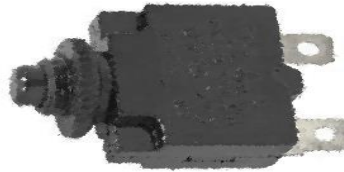
Metal oksit varistör, tasarlanan prizın ani gerilim yükselmelerine karşı korunmasını sağlamaktadır. Normal şebeke geriliminde direnci çok yüksektir ancak çalışma geriliminden daha yüksek bir gerilim uygulandığında iki ucu elektriksel olarak kısa devre olur. Şebekenin uçlarına paralel olarak bağlanır. Ani gerilim yükselmesinde nanosaniye mertebesinde cevap vererek direnci düşer ve akımın üstünden akmasını sağlar. Bu esnada şebekeyi koruyan sigorta devreyi açarak prize bağlı olan cihazı korur. Bu cihazda şebeke gerilimi göz önünde bulundurularak Şekil 4.10’da görülen 300V’luk varistör tercih edildi.



Şekil 4.10: Metal oksit varistör

4.3.4 Aşırı Akım Koruma

Otomatik sigorta, priz uçları kısa devre olduğunda ya da varistörün yüksek gerilimler karşısında kısa devre olması sonucu devreyi açar. Sigorta attıktan sonra tekrar kurularak priz kullanılabilir. Prizin kullanılacağı alanlar göz önünde bulundurularak ve Elektrik Mühendisleri Odası’nın yayınladığı Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği’ne uygun olarak Şekil 4.11’de görülen ST-101E 10A sigorta tercih edilmiştir (WEB_10).



Şekil 4.11: Otomatik sigorta

4.4 Uzaktan Kontrol İçin Donanımsal Tasarım

Kontrol kartı ve rölenin beslemesi için projede bekleme konumu güç tüketimi oldukça düşük ve yüksek enerji çevrim oranına sahip besleme katı kullanıldı. Girişine uygulanan 220V alternatif akımı 5V doğru akıma çevirmektedir.

Projede algoritmik ve matematiksel işlemlerin yapılması için Şekil 4.12’de görülen Arduino Uno kartı kullanıldı. Arduino Uno, Atmega328 mikrodenetleyicisini kullanan bir mikroişlemci kartıdır. Bu kart üzerinde 14 dijital *I/O* pini ve 6 analog *I/O* pini bulunmaktadır. Çeşitli özelliklerde sinyal üretmek için 16MHz kristal osilatöre sahiptir. Bilgisayar ile bağlantı kurabilmek için bir adet *USB* bağlantısı ve harici güç beslemesi için bir güç girişi vardır. Üzerinde bulunan *reset* tuşu ile yüklenen program yeniden başlatılabilir. Seri iletişim için *RX* ve *TX* pinleri barındırır. Bu seri iletişim yollarını kullanarak *Wi-Fi* ve *bluetooth* ile kablosuz haberleşme yapabilir. Karta gerekli olan güç *USB* üzerinden 5V ile güç girişi üzerinden pil veya adaptör ile 6V-20V uygulanabilir (WEB_11). Arduino Uno kartının teknik özellikleri Tablo 4.1’de aktarılmıştır.

Tablo 4.1: Arduino Uno’nun özellikleri (WEB_11)

Mikrodenetleyici	ATmega328
Çalışma gerilimi	6V-20V
Dijital <i>I/O</i> Pin / PWM Pin / Analog Pin	14 / 6 / 6
Her pin için maksimum akım	20mA
Hafıza : Flash / SRAM / EEPROM	32KB / 2KB / 1KB
Osilatör	16MHz
Boyut ve ağırlık	68.6 mm * 53.4 mm *3mm , 25 g



Şekil 4.12: Arduino Uno kartı

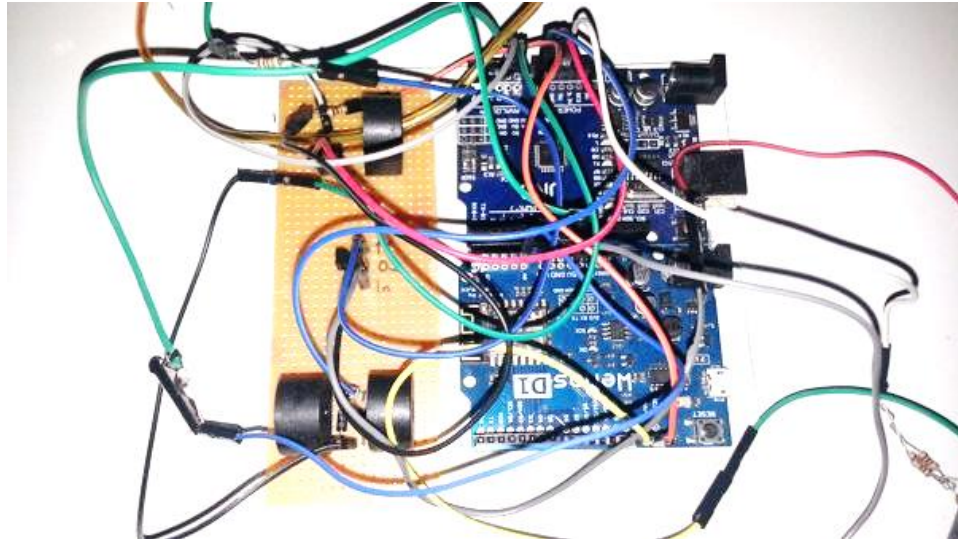
İnternet üzerinden haberleşmeyi sağlamak için Arduino Uno tabanlı üzerinde ESP8266 haberleşme kartı bulunan Wemos kartı kullanıldı. ESP8266, Espressif firmasının ürettiği, *TTL* ile kablosuz internete bağlanabilen bir modüldür.

Modül, IEEE 802.11 haberleşme standartlarına uygundur. Tek başına bir kontrol kartı olmasına yetecek 80MHz'lik işlemci ve 4MB'lık hafızaya sahiptir. Mikro denetleyici ile hem de *UART* desteği sayesinde bağımsız olarak kodlanabilmektedir. Mikro denetleyici ile iletişimi *RX* ve *TX* pinlerinden sağlamaktadır. Mikro denetleyici bu modül sayesinde internete bağlanabilmekte ve uzaktan kontrol edilebilir hale gelmektedir. Modül üzerindeki anten ile 400m, harici anten ile 4km'ye kadar haberleşebilir (WEB_12). Wemos kartının teknik özellikleri Tablo 4.2'de aktarılmıştır.

Tablo 4.2: Wemos kartının özellikleri (WEB_12)

Haberleşme Protokolü	<i>IEEE 802.11 b/g/n</i>
Çalışma gerilimi	5V
Haberleşme Frekansı	2.4GHz
İşlemci	80MHz (32 Bit)
Çıkış Gücü	+ 19dBm (802.11 b)
Standby güç tüketimi	< 1.0mW
Uyanma süresi	< 2ms
Hafıza	4MB
Boyutları	68.6mm*53.4mm*3mm, 30gr
Ek özellikler	<i>Wi-Fi Direct, Dahili TCP/IP protokol, UART</i>

Prizin kontrol, koruma, tasarruf ve otonomluk sağlayan elektronik elemanlarının birleştirilmiş hali Şekil 4.13'deki gibidir.



Şekil 4.13: Devrenin son hali

4.5 Uzaktan Kontrol İçin Yazılımsal Tasarım

Priz uzaktan kontrol için *Wi-Fi* haberleşmesi kullanılmaktadır. Bu haberleşme ESP8266 kartı aracılığıyla olmaktadır. Bu karta *USB* aracılığıyla yüklenen kodlar aşağıdaki gibidir. Akıllı telefon üzerinde html tabanlı bir kontrol ara yüzü bulunmaktadır. Bu kontrol panelinden aç ve kapa emriyle cihaz internet bağlantısının bulunduğu her yerden kontrol edilebilir. Bu kartın kodlanmasında yaygın olarak kullanılan yazılımdan farklı olarak yapılan optimizasyon ile kartın güç tüketimi yaklaşık %80 azaltılarak önemli ölçüde enerji tasarrufu ve enerji verimliliği sağlanmıştır.

```
#include <ESP8266WiFi.h>
const char* ssid      = "XXXXXX";
const char* password = "XXXXXX";
WiFiServer server(80);
const int analogInPin = A0;
int sensorValue = 0;
String header;
String output4State = "kapandı";
const int output4 = 4;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(output4, OUTPUT);
  digitalWrite(output4, LOW);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { }
  server.begin(); }
void loop(){
  sensorValue = analogRead(analogInPin);
  int average = 0;
  for (int i=0; i < 1000; i++) {
    average = average + analogRead(A0); }
  average = average/1000;
  if (average > 10)
  { digitalWrite(4, LOW); }
  else {
    WiFiClient client = server.available();
```

```

if (client) {
String currentLine = "";
while (client.connected()) {
if (client.available()) {
char c = client.read();
Serial.write(c);
header += c;
if (c == '\n') {
if (currentLine.length() == 0) {
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-type:text/html");
client.println("Connection: close");
client.println();
if (header.indexOf("GET /4/1") >= 0) {
output4State = "acildi";
digitalWrite(output4, HIGH); }
else if (header.indexOf("GET /4/0") >= 0) {
output4State = "kapandi";
digitalWrite(output4, LOW); }
client.println("<!DOCTYPE html><html>");
client.println("<head><meta                name=\"viewport\"
content=\"width=device-width, initial-scale=1\">");
client.println("<link rel=\"icon\" href=\"data:,\">");
client.println("<style>html { font-family: Helvetica;
display: inline-block; margin: 0px auto; text-align:
center;}");
client.println(".button { background-color: #0cd0f5;
border: none; color: white; padding: 16px 40px;");
client.println("text-decoration: none; font-size: 30px;
margin: 2px; cursor: pointer;}");
client.println(".button                {background-color:
#77878A;}</style></head>");
client.println("<body><h1>iSMaIL KIYICI </h1>");
client.println("<body><h2>Uzaktan Kontrol </h2>");
client.println("<p>priz  " + output4State + "</p>");
if (output4State=="kapandi") {
client.println("<p><a href=\"/4/1\"><button
class=\"button\">AC</button></a></p>"); }
else {
client.println("<p><a href=\"/4/0\"><button

```

```
class=\"button button1\">KAPAT</button></a></p>\" ); }  
client.println("</body></html>");  
client.println();  
break;  
} else {  
currentLine = "";  
} } else if (c != '\\r') {  
currentLine += c;  
} } }  
header = "";  
client.stop();  
} } }
```

4.6 Yapay Sinir Ağı ile Öğrenmenin Gerçekleştirilmesi

Prizin otonom özelliğini test etmek amacıyla bir senaryo varsayılmıştır. Bu senaryoya göre kullanıcı normal mesai saatlerine göre çalışan biri ve her akşam iş çıkışı eve geldiğinde bir cihazının açık olmasını istemektedir. Burada açılması istenen cihaz lamba, çay makinesi, klima veya televizyon olabilir. Simülasyon sonucunda bir lambanın açılması ile klimanın açılması arasında tek fark tükettikleri elektriksel enerjidir. Bu yüzden deneyler de enerji tasarrufu amacıyla lamba tercih edildi.

Kullanım senaryosu parametrelerini şu başlıklar oluşturmakta; kullanıcının işten eve ortalama varış süresi, yağış olup olmadığı, işten eve gittiği yol güzergâhında trafik kazası veya yol çalışması olup olmadığı, ayın belli günlerinde olan alışkanlıkları ve özel bir gün olup olmadığıdır.

Bu senaryoda bazı değerler olup olmama durumuna göre sadece 0 ve 1 değerini alırken, işten eve varış süresi gerçek değerler olarak alınmıştır. Bu gerçek verileri daha kolay işlemek için ölçeklendirme işlemine tabi tutacağız. Böylece ileriki süreçte yapay sinir ağını eğitirken veri girişi daha kolay ve elde edilen sonuçlar daha anlamlı olacaktır.

Bir aylık süre için veri seti oluşturulduktan sonra yapay sinir ağı eğitilmiştir. Yapay sinir ağları günümüzde birçok farklı program üzerinden oluşturulabilmektedir.

Kullanım amacı ve işlenen verinin büyüklüğüne göre farklı programlar tercih edilebilir. Tablo 4.3’de otuz günlük veri seti bulunmaktadır. Tablonun en solundaki değerler sağındaki verilerin aldığı değere göre değişmektedir.

Tablo 4.3: Eğitim verisi

A(dk)	B	C	D	E	F
30	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
34	1	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
46	0	0	0	1	0
31	0	0	0	0	0
39	0	1	1	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
34	1	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0
35	1	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
32	0	1	0	0	0
32	0	0	1	0	0
250	0	0	0	0	1
31	0	0	0	0	0
41	1	1	0	0	0
28	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
37	0	0	1	0	0
90	0	0	0	1	0
31	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
35	0	1	0	0	0
190	0	0	0	0	1
55	1	0	0	1	0
29	0	0	0	0	0

A: kullanıcının işten eve ortalama varış süresini,

B: yağış olup olmadığını,

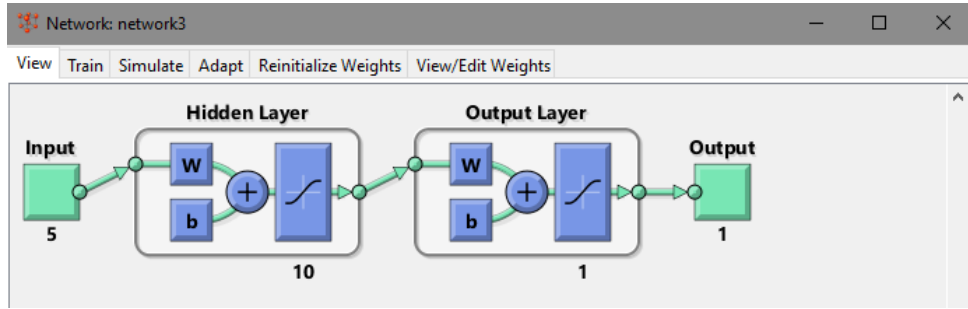
C: işten eve gittiği yol güzergâhında trafik kazası olup olmadığını,

D: işten eve gittiği yol güzergâhında yol çalışması olup olmadığını,

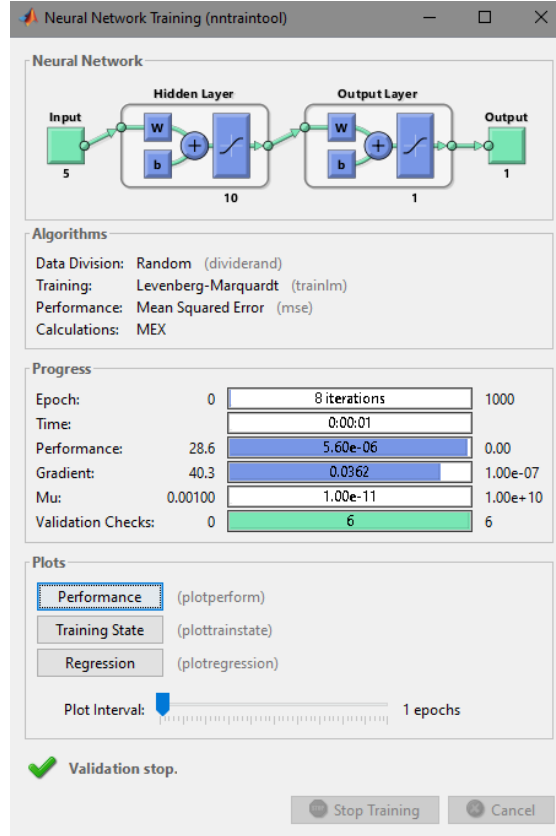
E: ayın belli günlerinde olan alışkanlıklarını,

F: kullanıcı için özel bir gün olup olmadığını temsil eder.

Yapay sinir ağının öğrenme eylemi sonucu ortaya çıkan ağırlıkların tespiti için üç farklı yöntem kullanıldı. Bu yöntemlerden ilki birçok mühendislik probleminin çözümünde kullanılan MATLAB programı aracılığıyla geliştirildi. MATLAB programında yapay sinir ağı için kod yazılabildiği gibi görsel tasarım kısmı da kullanılabilir. MATLAB ara yüzünde *nntool* ile yapay sinir ağı modülü açılmaktadır. Daha sonra gerekli algoritma, nöron sayısı ve hata fonksiyonu seçilip yapay sinir ağı eğitilmektedir. MATLAB üzerinde oluşturulan yapay sinir ağının görüntüsü Şekil 4.14'de ve ağın eğitimi Şekil 4.15'de görülmektedir.

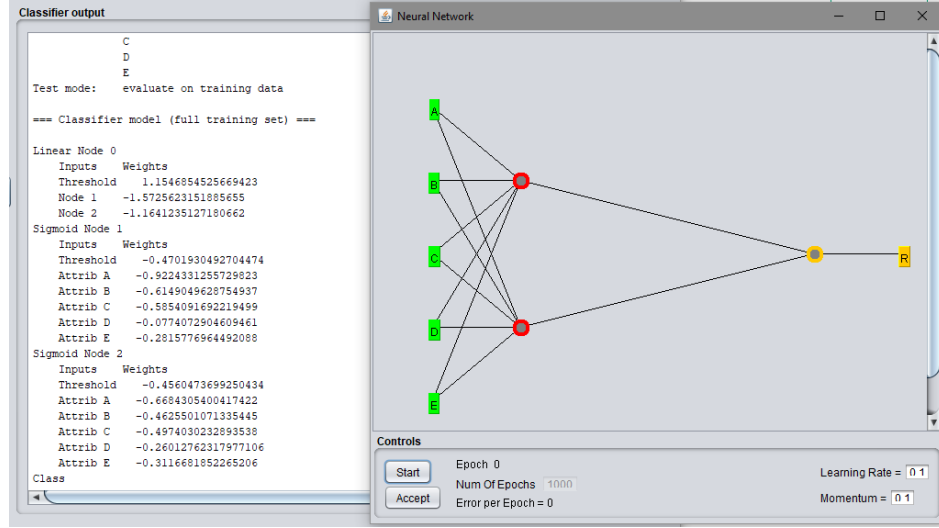


Şekil 4.14: MATLAB üzerinde yapay sinir ağı



Şekil 4.15: MATLAB ile yapay sinir ağının eğitimi

Diğer yapay sinir ağı eğitme yöntemi ise Waikato University tarafından geliştirilen Weka adlı programdır. MATLAB'a göre oldukça az boyutlu olan bu program ile yapay sinir ağı ve diğer makine öğrenmesi yöntemleri çalıştırılabilmektedir. Weka programının ara yüzü, elde edilen ağın görüntüsü ve ağırlık değerleri Şekil 4.16'daki gibidir.



Şekil 4.16: Weka yapay sinir ağı

Yapay sinir ağı oluşturmak için kullanılan son yöntem ise nesne yönelimli bir yazılım dili olan *Python*'dur. Kodlama mantığı diğer yazılım dillerine benzemektedir. Girintiler ile yazıldığından kodlama daha hızlı olmakta ve diğer dillerdeki bir takım yazım ayrıntılarının öğrenilmesine ihtiyaç duyulmaz. Python program olarak bilgisayara indirilerek kullanılabilir buna ek olarak internet siteleri üzerinden çevrimiçi derleme seçeneği de mevcuttur. Böylece program yüklemeye gerek kalmadan çalışabilir.

Python diliyle yapay sinir ağı için yazılmış kod ve çevrimiçi ortamda çalıştırma sonrasında elde edilen sonuç aşağıdaki gibidir. Çalışma sistemini örneklemek için eğitim verisindeki ilk 5 satır kullanıldı. Sonrasında, ağı eğitim setinde olmayan örnekler girilerek öğrenim başarısı teyit edildi. Aktivasyon fonksiyonu için sigmoid fonksiyon tercih edildi. Eğitim algoritması olarak *Backpropagation* kullanıldı. Sigmoid fonksiyon 0 ile 1 arasında değer üretebildiği için veriler 1/100 oranında ölçeklendirildi. Sigmoid fonksiyonunun matematiksel ve yazılımsal gösterimi Tablo 4.4'de açıklanmıştır.

Tablo 4.4: Sigmoid fonksiyonun yazımı

Sigmoid fonksiyonun matematiksel gösterimi	$F(\text{NET}) = \frac{1}{1+e^{-\text{NET}}}$
Sigmoid fonksiyonun Python ile yazılımı	<pre>def sigmoid(self, s): return 1 / (1 + np.exp(-s))</pre>

```
import numpy as np  
X = np.array([[0, 0, 0, 0, 0],  
             [0, 0, 0, 0, 0],  
             [1, 0, 0, 0, 0],  
             [0, 0, 0, 0, 0],  
             [0, 0, 0, 1, 0]], dtype=float)  
y = np.array([[30], [29], [34], [31], [46]], dtype=float)  
xPredicted = np.array([[0, 0, 0, 1, 0]], dtype=float)  
y = y/100
```

```
class Neural_Network(object):  
    def __init__(self):  
        self.inputSize = 5  
        self.outputSize = 1  
        self.hiddenSize = 3  
  
        self.W1 = np.random.randn(  
            self.inputSize,  
            self.hiddenSize)  
        self.W2 = np.random.randn(  
            self.hiddenSize,  
            self.outputSize)  
  
    def forward(self, X):  
        self.z = np.dot(  
            X,  
            self.W1)  
        self.z2 = self.sigmoid(self.z)  
        self.z3 = np.dot(  
            self.z2, self.W2  
        )  
        o = self.sigmoid(self.z3)  
        return o  
  
    def sigmoid(self, s):  
        return 1 / (1 + np.exp(-s))  
    def sigmoidPrime(self, s):  
        return s * (1 - s)  
  
    def backward(self, X, y, o):
```

```

        self.o_error = y - o
        self.o_delta = self.o_error * self.sigmoidPrime(o)
        self.z2_error = self.o_delta.dot(
            self.W2.T
        )
        self.z2_delta = self.z2_error * self.sigmoidPrime(
            self.z2)
        self.W1 += X.T.dot(
            self.z2_delta)
        self.W2 += self.z2.T.dot(
            self.o_delta)

    def train(self, X, y):
        o = self.forward(X)
        self.backward(X, y, o)

    def saveWeights(self):
        np.savetxt("w1.txt", self.W1, fmt="%s")
        np.savetxt("w2.txt", self.W2, fmt="%s")

    def predict(self):
        print "Egitilmis agirliklara dayali tahmin edilen veriler:"
        print "Giris: \n" + str(xPredicted)
        print "Tahmin: \n" + str(self.forward(xPredicted))

NN = Neural_Network()
for i in xrange(3000):
    print " #" + str(i) + "\n"
    print "Giris: \n" + str(X)
    print "Gercek cikis: \n" + str(y)
    print "Tahmin edilen cikis: \n" + str(NN.forward(X))
    print "Hata: \n" + str(np.mean(
        np.square(y - NN.forward(X))))
    print "\n"
    NN.train(X, y)

NN.saveWeights()
NN.predict()

```

Bu ağın eğitimi sonrasında elde edilen tahmin sonucu ve hata miktarı Şekil 4.17'de görülmektedir. Kodlamada $y = y/100$ tanımlaması yapıldığı için çıkan sonuçlar da 1/100 oranındadır. Yapay sinir ağının tahmin ettiği sonuç 0.46 istenilen sonuç ise 0.46. Sadece beş örnek ve üç bin tekrar ile elde edilen doğruluk payı %100'dür.

#2999

Giris:

[[0. 0. 0. 0. 0.]

[0. 0. 0. 0. 0.]

[1. 0. 0. 0. 0.]

[0. 0. 0. 0. 0.]

[0. 0. 0. 1. 0.]]

Gercek cikis:

[[0.3]

[0.29]

[0.34]

[0.31]

[0.46]]

Tahmin edilen cikis:

[[0.3]

[0.3]

[0.34]

[0.3]

[0.46]]

Hata:

4.000000000000007e-05

Egitilmis agirliklara dayali tahmin edilen veriler:

Giris:

[0. 0. 0. 1. 0.]

Tahmin:

[0.46]

Şekil 4.17: Python yapay sinir ağı sonucu

Yapay sinir ağının ilk katman için ağırlıkları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5: İlk katmanın ağırlıkları

-0.015057825753791675	0.7925498351264852	-0.6002263385239174
-0.10964058700871127	1.2012082930450891	1.2825080658460908
-0.002326032517584722	-0.3379419997885389	0.9528840211022745
-1.7443530518235668	0.24752790436289848	-2.2518261100941386
-0.7750628093115265	-0.05211251793983732	-1.793449773124935

Yapay sinir ağının ikinci katman için ağırlıklarının transpoze edilmiş hali Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.6: İkinci katmanın ağırlıkları

-0.708869251570848	0.09093488118838317	1.0735788747259034
--------------------	---------------------	--------------------

Ağın tahmin yeteneğini tespit etmek için verileri değiştirerek ve tahmin etmesi için bir önceki örneklerden farklı olarak eğitim setinde olmayan veriler girilmiştir.

```
X = np.array((
[0, 1, 1, 0, 0],
[0, 0, 0, 0, 0],
[1, 0, 0, 0, 0],
[0, 1, 0, 0, 0],
[0, 0, 0, 1, 0]), dtype=float)

y = np.array([[39], [29], [34], [32], [46]], dtype=float)
xPredicted = np.array([0, 1, 0, 1, 0]), dtype=float)
```

Bu işlem sonucunda elde edilen tahmin sonucu ve hatanın miktarı Şekil 4.18'deki gibidir. Gerçek değer 0.49 iken ağın tahmin sonucu 0.48605682'dir. Ulaşılan doğruluk payı % 99.19'dur.

```
#2999

Giris:
[[0. 1. 1. 0. 0.]
 [0. 0. 0. 0. 0.]
 [1. 0. 0. 0. 0.]
 [0. 1. 0. 0. 0.]
 [0. 0. 0. 1. 0.]]
Gerçek cikis:
[[0.39]
 [0.29]
 [0.34]
 [0.32]
 [0.46]]
Tahmin edilen cikis:
[[0.38825523]
 [0.31030374]
 [0.3324315 ]
 [0.31696228]
 [0.44277028]]
Hata:
2.09815402588378774e-06

Egitilmis agirliklara dayali tahmin edilen veriler:
Giris:
[0. 1. 0. 1. 0.]
Tahmin:
[0.48605682]
```

Şekil 4.18: Python ikinci yapay sinir ağı sonucu

Kontrol kartında yapay sinir ağıının çalışmasının nasıl olduğu, hesaplamının nasıl yapıldığı ve tahmin sonucunun nasıl ortaya çıktığı aşağıda örneklendirilmiştir. Yukarıdaki yapay sinir ağı kodunda tanımlanan gizli katmanda üç nöron bulunmaktadır fakat aşağıdaki örnekte anlaşılabilir olması ve işlem basitliği için gizli katmanda bir nöron bulunan bir ağıın ağırlıkları ile hesaplama yapılacaktır. Şekil 4.19'da gösterilen örnek yapay sinir ağıının hesaplama adımları aşağıdaki gibidir.

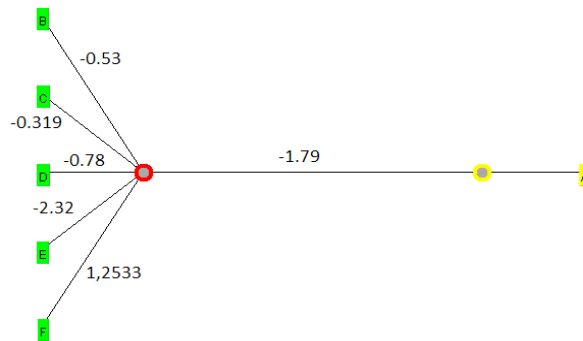
- İlk katman ağırlıkları: [-0.53 , -0.319 , -0.78 , -2.32 , 1.2533]
- İkinci katman ağırlığı: [-1.79]
- İlk katman için aktivasyon fonksiyonu: $F(X)=1/(1+e^{(-X)})$
- İkinci katman için aktivasyon fonksiyonu: $F(Y)=1/(1+e^{(-Y)})$
- Ağı giriş verisi: [0 , 0 , 0 , 1 , 0]
- Gerçek çıkış: [46]
- Ölçek: 1/100

İlk katman çıkışının hesaplanması:

- $[(-0.53 \times 0) + (-0.319 \times 0) + (-0.78 \times 0) + (-2.32 \times 1) + (1.2533 \times 0)] =$
- $X = -2.32$
- $F(X) = 1/(1+e^{(-X)}) = 0.08948$
- $Y = 0.08948 \times (-1.79) = -0.16$

İkinci katman çıkışının hesaplanması:

- $F(Y) = 1/(1+e^{(-Y)}) = 0.46$
- Veri ölçeklemesi 1/100 olduğu için sonuç: $0.46 \times 100 = 46$ 'dır.



Şekil 4.19: Örnek yapay sinir ağı

Mikroişlemci kartında, yapay sinir ağının matematiksel işlemlerinin yapılmasını sağlayan yazılım aşağıdaki gibidir.

```
const double sensorVal2 = digitalRead(2)*-0.53;
const double sensorVal3 = digitalRead(3)*-0.319;
const double sensorVal4 = digitalRead(4)*-0.78;
const double sensorVal5 = digitalRead(5)*-2.32;
const double sensorVal6 = digitalRead(6)*1.253;
const double X = sensorVal2 + sensorVal3 + sensorVal4 +
sensorVal5 + sensorVal6 ;
const double Z = 1.0/(1.0 + exp(-X)) ;
const double Y = Z * -1.79 ;
const double N = 1.0/(1.0 + exp(-Y));
```

Öğrenme işlemi sonrasında oluşturulan ağırlıklar mikroişlemci kartına kaydedildi. Mikroişlemci kartının 5 adet dijital girişi yapay sinir ağının girişi olarak davranır. Bu girişlerin değerini, kullanıcı uzaktan kontrol ara yüz ekranından mevcut duruma göre 1 veya 0 olarak girer. Yapay sinir ağı, dijital girişlere uygulanan 1 veya 0 verisini ağırlıklar ile çarpar ve sonrasında toplama işlemini gerçekleştirir. Bu toplama işleminin sonucu aktivasyon fonksiyonu olan sigmoid fonksiyon ile çıkışı hesaplar. Tahmin edilen çıkış verisi prizın açılacağı veya kapanacağı zamanı ifade eder. Priz uzaktan *Wi-Fi* aracılığıyla kontrol edilebildiği gibi faaliyetleri öğrenen bu yapay sinir ağı yöntemi ile otonom olarak kontrol edilebilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, giriş bölümünde belirtilen sorunların çözümü olarak, uzaktan kontrol edilebilir, güvenli, montajı kolay, ucuz, kullanıcı dostu, günümüz bilişim teknolojisi gerçeklerine ve güncellemeye uygun akıllı priz geliştirilmiştir. Bu çalışmadaki priz sayesinde normal evlerin akıllı evlere dönüşümü hem hızlı, hem ucuz, hem de nitelikli olabilecektir. Bu tasarlanan prizin koruma özelliği sayesinde kullanıcıların elektrik çarpmaları hassas (1mA) ve hızlıca (0.1s) önlenmektedir. Priz yapay sinir ağları yöntemini kullanarak faaliyetleri öğrenebilmektedir. En ucuz enerji tasarruf edilen enerji olduğu gerçeğinden ilham alınarak tasarlanan bu priz, elektrikli ev eşyalarının bekleme konumundaki enerji tüketimini azaltarak enerji verimliliği sağlamaktadır. Sadece sanayiye değil evlerimizi de ilgilendiren Dördüncü Teknoloji Devrimi ile evimizdeki eşyalar her daim internete bağlı olacaktır. Bu tez kapsamında gerçekleştirilen priz hanelerin Endüstri 4.0 uyumuna katkı sunacaktır. Ayrıca prizlerden toplanacak veriler ile *Big Data* analizleri yaparak enerji üretimi ve tüketimi planlaması daha gerçekçi şekilde yapılabilecektir.

Prizin elektronik donanımı, 7 cm ayrıt uzunluğuna sahip bir küp içerisine yerleştirilerek sıva üstü prizlerde kullanılabilir hale getirilmiştir. Şekil 5.1’de bu projede tasarlanan prizin katı modeli gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Prizin katı modeli

Bu projede tasarlanan priz ile yaygın olarak kullanılan diğer beş ticari akıllı prizin teknik özellikleri Tablo 5.1’de karşılaştırılmıştır. Ortalama güç ölçümü cihazın açık ve kapalı konumda gerçekleştirdiği elektrik tüketiminin ortalamasıdır. Ölçümler ProsKit marka MT-1232 ölçü aleti ve Tchibo marka enerji tüketimi ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

Tablo 5.1: Teknik özellik karşılaştırması (WEB_13, WEB_14, WEB_15, WEB_16, WEB_17)

Özellik	Projede Tasarlanan Priz	TP-Link HS110 Priz	Fibaro Akıllı Priz	Sonoff Akıllı Priz	Shelly Akıllı Priz	Samsung Akıllı Priz
Otonom çalışma	var	yok	yok	yok	yok	yok
Çarpılmaya karşı koruma	var	yok	yok	yok	yok	yok
Enerji tasarrufu	var	yok	yok	yok	yok	yok
Ortalama güç tüketimi (W)	0.4	1	0.8	0.8	0.8	N/A

Tezin geliştirilebilir özellikleri:

PIR sensörü yani hareket sensörü prize eklenerek kullanılan ortamda hareket algılanarak çeşitli kullanım senaryoları oluşturulabilir.

Infrared led alıcı verici eklenerek birçok uzaktan kumandalı cihaz için bir evrensel kumanda oluşturulabilir. Bu sayede hem kullanım alanında hem de uzaktan akıllı cihazlar ile televizyonda istenilen kanal açılabilir, ses artırılıp azaltılabilir ya da klima için sıcaklık ayarlanabilecektir.

Bu çalışmadaki priz, anahtarlama ve akım ölçümü için kullanılan elektronik elemanlar yerine gelişmekte olan *MEMS* tabanlı elemanlar ile daha hızlı, daha dayanıklı ve daha düşük enerji tüketimi ile çalışacaktır. Örneğin *Menlo Micro* tarafından geliştirilen *MEMS* tabanlı dijital mikro anahtar 200V DC ve 10A elektriksel gücü anahtarlamaaktadır. İlerleyen yıllarda gelişen *MEMS* teknolojisi ile bu prizin gelişmiş sürümü üretilebilir.

6. KAYNAKLAR

Aksoy, M. E., “Elektrik Akımlarının Neden Olduğu Yaralanmalar”, *Adli Tıp Bülteni*, 2(1), 25-34, (1997).

Alam, M. R., Reaz, M. B. I. and Ali, M. A. M., "A Review of Smart Homes Past, Present, and Future", *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Part C, vol 42, no 6, 1190-1203, (2012).

Aldrich, F. K., *Smart Homes: Past, Present and Future*, (eds: R. Harper) Inside the Smart Home, Springer, London, (2003).

Almeida, A., Fonseca, P., Schlomann, B. and Feilberg, N., “Characterization of the Household Electricity Consumption in The EU, Potential Energy Savings and Specific Policy Recommendations”, *Energy and Buildings*, 43, 1884-1894, (2011).

Alpaydın, E., *Yapay Öğrenme*, 3. Baskı, İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, (2012).

Begg, R. and Hassan, R., “Artificial Neural Networks in Smart Homes”, (eds: Augusto J.C., Nugent C.D.) *Designing Smart Homes, Lecture Notes in Computer Science*, vol 4008, Springer, Berlin, Heidelberg, (2006).

Cantürk, N., Alkurt, H. ve Cantürk, G., “Ankara’da 2002-2006 Yılları Arasında Otopsi Yapılmış Elektrik Akımına Bağlı Ölüm Olgularının Değerlendirilmesi”, *Adli Tıp Dergisi*, 22(2), 1-7, (2008).

Chan, M., Hariton, C., Ringear, P. and Campo, E., “Smart House Automation System for the Elderly and the Disabled”, *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 2, 1586-1589, (1995).

Das, S. K., Cook, D. J., Bhattacharya, A., Heierman, E.O. and Lin, T., “The Role of Prediction Algorithms in the MavHome Smart Home Architecture”, *IEEE Wireless Commun.*, 9, 77-84, (2002).

Elmas, Ç., *Yapay Zeka Uygulamaları*, 3. Baskı, İstanbul: Seçkin Yayıncılık, (2016).

EPDK., “Elektrik Piyasası 2018 Yılı Piyasa Gelişim Raporu”, *T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu*, Ankara, (2019).

Gerber, D., Meier, A., Liou, R. and Hosbach, R., “Emerging Zero-Standby Solutions for Miscellaneous Electric Loads and the Internet of Things”, *Electronics*, 8, 570, (2019).

Gonçaves, D., “Ubiquitous Computing and AI Towards An Inclusive Society”, 37-40, (2001).

Gottfredson, L. S., “Mainstream Science on Intelligence”, *Wall Street Journal*, (13.12.1994).

Guo, X., Zhenjiang, S., Yajing, Z. and Teng, W., “Review on the Application of Artificial Intelligence in Smart Homes”, *Smart Cities*, 2(3), 402-420, (2019).

Haykin, S. S., *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd Edition, New Jersey: Pearson Education, (2009).

Intille, S. S., “Designing a Home of the Future,” *IEEE Pervasive Comput.*, 1, 2, 80-86, (2002).

Kidd, C. D., Abowd, G. D., Atkeson, C. G., Essa, I. A., MacIntyre, B., Mynatt, E. and Starner, T. E., “The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research”, *Cooperative Buildings: Integrating Information, Organization and Architecture, Proceedings of CoBuild'98*, 190-197, Springer, (1999).

Madakam, S., Ramaswamy, R. and Tripathi, S., “Internet of Things (IoT): A Literature Review”, *Journal of Computer and Communications*, 3, 164-173. (2015).

Morgan, J., Porter, J., Rojdev, K., Carrejo, D. and Colozza, A., “Deep Space Habitat Wireless Smart Plug”, *2014 IEEE Aerospace Conference*, (2014).

Mozer, M. C.,”The Neural Network House: An Environment that adapts to its Inhabitants”, *Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence*, 110-114, (1998).

Nilsson, N. J., *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*, Cambridge: Cambridge University Press, (2010).

Öztemel, E., *Yapay Sinir Ağları*, 1. Baskı, İstanbul: Papatya Yayıncılık, (2016).

Pigot, H., Lefebvre, B., Meunier, J., Kerherve, B., Mayers, A. and Giroux, S., “The Role of Intelligent Habitats in Upholding Elders in Residence”, *Proceedings of the 5th International Conference on Simulations in Biomedicine*, (2003).

Rashidi, P. and Cook, D. J., “Activity Recognition Based on Home to Home Transfer Learning”, *AAAI Workshops*, North America, (2010).

Rashidi, P. and Cook, D. J., “Keeping The Intelligent Environment Resident in the Loop”, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, 39, 5, (2009).

Reinisch, C., Kofler, M. J., Iglesias, F. and Kastner, W., “ThinkHome Energy Efficiency in Future Smart Homes”, *EURASIP Journal on Embedded Systems*, 1-18, (2010).

Rozite V., “More Data, Less Energy: Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices”, *International Energy Agency*, (2014).

Russell, S. and Norvig, P., *Artificial Intelligence A Modern Approach*, 3rd Edition, New Jersey: Pearson Education, (2010).

Schwab, K., *Dördüncü Sanayi Devrimi*, 1. Baskı, İstanbul: Optimist Yayıncılık, (2016).

Sue, B. and Avner O., “The Economic History Review”, *New Series*, 47, 4, 725-748, (1994).

Şahin, M., Konutlardaki Elektrikli Cihazların Bekleme Konumunda Elektrik Tüketiminin ve Buna Bağlı CO₂ Emisyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2012).

Turing, A. M., “Computing Machinery and Intelligence”, *Mind*, 49, 433-460, (1950).

Ürgüplü, Z., *Elektrobank*, 2. Baskı, Ankara: Bizim Büro Basımevi, (2008).

Yılmaz, A., *Yapay Zeka*, 3. Baskı. İstanbul: Kodlab Yayıncılık, (2017).

Yurtoğlu, H., “Yapay Sinir Ağları Metodolojisi ile Öngörü Modellemesi: Bazı Makroekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği”, *DPT Uzmanlık Tezleri*, (2005).

Zimmermann, G., Ableitner, T. and Strobbe, C., “User Needs and Wishes in Smart Homes: What Can Artificial Intelligence Contribute?”, *ISPAN-FCST-ISCC*, Exeter, 1, 449-453, (2017).

WEB_1, <https://digitalage.com.tr/evde-daha-fazla-elektronik-daha-fazla-evham-mi-demek-arastirma> (01.11.2019).

WEB_2, <https://se.com/tr/tr/home/renovation/safety.jsp> (01.11.2019).

WEB_3, http://web.mit.edu/cron/group/house_n (01.11.2019).

WEB_4, <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/2-7-milyon-ev-akillanacak-40876696> (01.11.2019).

WEB_5, <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide> (01.11.2019).

- WEB_6, <https://www.rtuk.gov.tr/assets/Icerik> (01.11.2019).
- WEB_7, <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do> (01.11.2019).
- WEB_8, <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (01.11.2019).
- WEB_9, https://panasonic-electric-works.com/cps/rde/xbcr/pew_eu_en/ds_dw_hl_en.pdf (01.11.2019).
- WEB_10, http://emo.org.tr/mevzuat/mevzuat_detay.php?kod=65
(01.11.2019).
- WEB_11, <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
(01.11.2019).
- WEB_12, <https://wiki.wemos.cc/products:d1:d1> (01.11.2019).
- WEB_13, <https://tp-link.com/tr/home-networking/smart-plug/hs110>
(01.11.2019).
- WEB_14, <https://fibarocom.com.tr/fbr/fibarocom-akilliPriz.php> (01.11.2019).
- WEB_15, <https://sonoff.tech/product/wifi-smart-plugs/s20>
(01.11.2019).
- WEB_16, <https://shelly.cloud/shelly-plug> (01.11.2019).
- WEB_17, <https://samsung.com/us/smart-home/smartthings/outlets/smartthings-wifi-smart-plug-gp-wou019bbawu>
(01.11.2019).

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail KIYICI

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli / 07.07.1992

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : ismailkiyici92@gmail.com

İletişim Adresi : Karaman Mah. 1482 Sok. 26/20
Merkezefendi / Denizli