

**T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Türkiye'deki Resmi Dairelerde Talep Tarafı Yönetimi ve Yapay Zeka  
Uygulamaları**

**Ayşegül AKSAKAL**

**Temmuz 2017**

**Elektrik Elektronik Anabilim Dalında Ayşegül AKSAKAL tarafından hazırlanan TÜRKİYE'DEKİ RESMİ DAİRELERDE TALEP TARAFI YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI** adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof./Dr. Nihat İNANÇ  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Ertuğrul ÇAM

*Jüri Üyeleri*

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Murat LÜY

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Ertuğrul ÇAM

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet GÜÇYETMEZ

03 / 07 / 2017

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### TÜRKİYE'DEKİ RESMİ DAİRELERDE TALEP TARAFI YÖNETİMİ VE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI

AKSAKAL, Ayşegül

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ertuğrul Çam

Temmuz 2017, 87 Sayfa

Günümüzde elektrik enerjisiyle çalışan cihazların hayatımızın her alanına girmesi ile elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç artmıştır. Teknolojide yaşanan gelişmeler de bu ihtiyacı arttıran bir diğer sebeptir.

Yapılan araştırmalar ve bilimsel çalışmalar sonucunda bu yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin tamamına yakınının tükeneceği düşünülmektedir. Bu nedenle son yirmi yıl içerisinde enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda çok sayıda araştırma ve çalışma yapılmıştır. Bunun sonucunda enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasının önemi daha da artmıştır.

Bu çalışmaların bir diğer nedeni ise enerji fiyatlarında belirli nedenlerle oluşan istikrarsızlıkların tüketiciyi etkilemesidir. Bu amaçlarla son yıllarda tüketicinin kontrol edildiği ve yönlendirildiği Talep Tarafı Yönetimi (TTY) önemli hale gelmiştir.

Bu çalışmada, bu amaçlar doğrultusunda, ülkemizdeki resmi dairelere TTY'nin uygulanmasına bir örnek olması açısından, Milli Eğitim Bakanlığı'na (MEB) bağlı bir okul ve Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde (KÜMF) bir pilot talep

tarafı yönetimi uygulaması yapılmış ve hem uygulama alanlarına hem de ÷lkeye TTY'nin katkıları tartışılmıştır.

Çalışma esnasında Matlab yazılımında Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı gibi yöntemler ile maddeler oluşturularak sonuçların iyileştirilmesi sağlanmıştır.

Buna göre İncekaralar İlköğretim Okulu'nda (İİO) %33,19 ve KÜMF'nde %21,15 kadar enerji tasarrufu sağlanmıştır. Bunun maddi karşılığı olduğu ve bu şekilde birçok kurumun olduğu düşün÷ldüğünde, tezde TTY uygulamalarının önemi de ortaya çıkmış olmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Talep Tarafı Yönetimi, Yük Kontrolleri, Enerji Tasarrufu  
Bulanık Mantık, Yapay Sinir Ağları, Resmi Daireler

## ABSTRACT

### DEMAND SIDE MANAGEMENT AT THE PUBLIC INSTITUTIONS FOR TURKEY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE SOLUTIONS

AKSAKAL, Ayşegül  
Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Electric-Electronics, Master Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Ertuğrul Çam

July 2017, 87 pages

Nowadays, the necessity of electric energy has increased with the introduction of devices that work with electricity energy in every area of our lives. Developments in technology are another reason to increase this need.

As a result of researches and scientific studies, it is thought that in the second half of this century, it will come to an end closely to the reserves of fossil fuels such as oil and natural gas. For this reason, numerous researches and studies have been carried out on energy efficiency and saving in the last twenty years. As a result, the prospect of efficient use of energy is further increased.

Another reason for these studies is that the instability caused by certain reasons in energy prices affects the consumer. For these purposes, the Demand Side Management (DSM), in which the consumer is controlled and directed in recent years, has become important.

In this study, a pilot demand side management application was made at a school affiliated to the Ministry of National Education (MEB) and Kırıkkale University Faculty of Engineering (KÜMF) in order to be an example of the implementation of DSM in the official offices of our country in the direction of these objectives and both DSM's contributions have been discussed.

During the study, Matlab software has been used to improve the results by using methods such as Fuzzy Logic and Artificial Neural Network.

Accordingly, 33.19% energy savings were achieved in İncekaralar Elementary School (İİO) and 21.15% in KÜMF. Though it was considered to be material and many institutions in this way, the prominence of TTY applications in the thesis was also revealed.

**Key Words:** Demand Side Management, Load Control, Energy Saving, Fuzzy Logic, Neural Networks, Public Institutions



## TEŞEKKÜR

Başta, t¼m ¼đrenim hayatım boyunca en b¼y¼k maddi ve manevi desteğini g¼rd¼đ¼m canım anneme ve babama; bu tezin hazırlanmasında, konu seğiminde, kaynak tespitinde ve diğer t¼m konularda yardımını esirgemeyen değerli hocam, Sayın **Prof. Dr. Ertuğrul AM** ' a ;

T¼m katkılarından dolayı teŐekk¼r ederim.

Saygılarımla...

AyŐeg¼l AKSAKAL

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	V
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	VI
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	IX
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	X
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	XII
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Tezin Literatürdeki Yeri.....	3
<b>2. ENERJİ KAYNAKLARI</b> .....	5
2.1. Fosil Yakıtlı Enerji Kaynakları .....	5
2.2. Talep Tarafı Yönetiminin Fosil Yakıt Kullanımındaki Önemi.....	6
2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve TTY.....	7
2.3.1. Güneş Enerjisi .....	8
2.3.2. Rüzgar Enerjisi.....	10
2.3.3. Jeotermal Enerji .....	11
2.3.4. Hidrolik Enerji .....	12
2.3.5. Biyokütle Enerjisi .....	12
2.3.6. Dalga Enerjisi.....	13
2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Talep Tarafı Yönetimdeki Önemi .....	13
<b>3. TALEP TARAFAI YÖNETİMİ</b> .....	15
3.1. Talep Tarafı Yönetimin Tanımı .....	15
3.2. Talep Tarafı Yönetimin Faydaları.....	16
3.3. Talep Tarafı Yönetim Stratejileri .....	18
3.3.1. Puant Talebi Azaltma.....	19
3.3.2. Düşük Talep Zamanları.....	19
3.3.3. Yük Kaydırma - Doldurma .....	20
3.3.4. Talep Tasarrufu .....	20
3.3.5. Stratejik Talep Büyümesi.....	20
3.3.6. Esnek Yük Şekillendirme.....	20



3.4. Gelişmiş Ülkelerde Talep Tarafı Yönetim Uygulamaları.....	21
3.5. TTY Algoritması ve Talep Tahminin Matematiksel Modellenmesi.....	21
3.6. Talep Tarafı Yönetiminde Kullanılan Tarife Stratejileri .....	23
3.6.1. Sabit Tarife.....	24
3.6.2. Blok Tarife .....	24
3.6.3. Basamak Tarife .....	24
3.6.4. Kullanım Zamanı Tarifesi.....	25
3.6.5. Ölçsüz Tarife.....	25
3.6.6. Yük Faktörü Tarifesi.....	25
<b>4. BULANIK MANTIK ve YAPAY SİNİR AĞLARI .....</b>	<b>27</b>
4.1. Bulanık Mantık .....	27
4.1.1. Bulanık Küme ve Üyelik Fonksiyonları .....	28
4.1.2. Bulanık Mantık Avantaj ve Dezavantajları.....	31
4.2. Yapay Sinir Ağları .....	32
4.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapısı.....	32
4.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları .....	36
4.3. TTY’de Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı Uygulamaları.....	37
<b>5. PİLOT ÇALIŞMA BÖLGELERİ .....</b>	<b>38</b>
5.1. Pilot Çalışma Bölgeleri .....	38
5.2. Pilot Bölgeler İçin Yük Şemalarının Belirlenmesi .....	39
5.2.1. İncekaralar İlköğretim Okulu.....	43
5.2.1.1. Yıllık Yük Eğrisi.....	44
5.2.1.2. Dönemlik Yük Eğrileri .....	45
5.2.1.3. Aylık Yük Eğrileri .....	48
5.2.1.4. Günlük Yük Eğrileri.....	58
5.2.2. Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi .....	60
5.2.2.1. Yıllık Yük Eğrisi.....	61
5.2.2.2. Dönemlik Yük Eğrileri.....	62
5.2.2.3. Haftalık Ortalama Yük Miktarı.....	63
5.3. Pilot Bölge Uygulamaları.....	64
5.3.1. Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Uygulaması .....	64
5.3.2. İncekaralar İlköğretim Okulu Uygulaması.....	75
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>79</b>

<b>KAYNAKLAR</b> .....	81
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	87



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Matlab Üyelik Fonksiyon Kodları .....	31
4.2. Biyolojik Sinir Sistemi ve Yapay Sinir Ağları Arasındaki Benzerlikler .....	35
5.1. Lamba Türlerine Göre Güç, Birim Fiyat ve Ömür Süreleri.....	40
5.2. İİO'nun Aylara Göre Maksimum-Minimum Enerji Tüketim Miktarları.....	45
5.3. İİO'nun Dönemlere Göre Maksimum-Minimum Enerji Tüketim Miktarları	46
5.4. Yapay Sinir Ağ Modelleri.....	68
5.5. KÜMF Günlere Göre Saatlik Ortalama Yük Miktarları .....	70
5.6. KÜMF Günlere Göre Toplam Yük Miktarları.....	71
5.7. KÜMF Günlere Göre TTY Metotları.....	72
5.8. Salı ve Cuma Günleri için KÜMF TTY Metotları.....	73
5.9. Aylara Göre İİO için TTY Metotları.....	75
5.10. İİO için Önerilen Akademik Takvim .....	76
5.11. Aylara Göre İİO'nda Kullanılabilir Tarifeler.....	77

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Türlerine Göre Fosil Yakıt Rezervlerinin Kalan Ömürleri .....	5
2.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Değişimi .....	6
2.3. 2017 Yılı Nisan Ayı Sonu İtibari İle Kurulu Gücün MW Olarak Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı .....	8
2.4. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) .....	9
2.5. Güneş Enerjisi Üretim Aşamaları .....	9
2.6. Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) .....	11
3.1. Enerji Alanında Bilinçlenme .....	15
3.2. Enerji Verilerinin Yönetimi .....	17
3.3. Talep Tarafı Yönetim Stratejileri .....	19
3.4. Talep Tarafı Yönetim Algoritma Örneği .....	22
4.1. Bulanık Mantık Sistem Çalışma Diyagramı .....	28
4.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonu .....	29
4.3. Yamuk Üyelik Fonksiyonu .....	30
4.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu .....	30
4.5. Biyolojik Sinir Hücresi .....	33
4.6. Yapay Sinir Ağ Modeli .....	34
4.7. Yapay Sinir Hücresi Modeli .....	35
5.1. Yük Belirleme Şeması .....	39
5.2. Farklı Lamba Türleri İçin Güç Faktörleri .....	42
5.3. Farklı Lamba Türleri İçin Tüketilen Güç Miktarları .....	43
5.4. 2015-2016 Yılları İçin Aylara Göre İİO Toplam Tüketim Miktarı .....	44
5.5. Birinci Dönem İİO Toplam Tüketim Miktarı .....	46
5.6. İİO Ara Tatil Toplam Tüketim Miktarı .....	47
5.7. İİO İkinci Dönem Toplam Tüketim Miktarı .....	47
5.8. İİO Yaz Tatili Toplam Tüketim Miktarı .....	48
5.9. İİO 2015 Temmuz Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	49
5.10. İİO 2015 Ağustos Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	49
5.11. İİO 2015 Eylül Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	50

5.12.	İİO 2015 Ekim Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	50
5.13.	İİO 2015 Kasım Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	51
5.14.	İİO 2015 Aralık Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	52
5.15.	İİO 2016 Ocak Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	52
5.16.	İİO 2016 Şubat Toplam Tüketim Miktarı .....	53
5.17.	İİO 2016 Mart Toplam Tüketim Miktarı .....	53
5.18.	İİO 2016 Nisan Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	54
5.19.	İİO 2016 Mayıs Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	55
5.20.	İİO 2016 Haziran Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	55
5.21.	İİO 2016 Temmuz Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	56
5.22.	İİO 2016 Ağustos Ayı Toplam Tüketim Miktarı .....	56
5.23.	İİO 2016 Eylül Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	57
5.24.	İİO 2016 Ekim Ayı Toplam Tüketim Miktarı.....	57
5.25.	İİO 2015 Aralık Ayı Hafta İçi Toplam Tüketim Miktarı.....	58
5.26.	İİO 2015 Aralık Ayı Hafta Sonu Toplam Tüketim Miktarı.....	59
5.27.	İİO 2016 Nisan Ayı Hafta İçi Toplam Tüketim Miktarı.....	59
5.28.	İİO 2016 Nisan Ayı Hafta Sonu Toplam Tüketim Miktarı.....	60
5.29.	2016 Yılı İçin Aylara Göre KÜMF Toplam Tüketim Miktarı.....	61
5.30.	KÜMF 2016 Eylül ve Ekim Ayları Tüketim Miktarı. ....	62
5.31.	KÜMF 2016 Haziran-Temmuz-Ağustos Ayları Tüketim Miktarı.....	62
5.32.	KÜMF Güz Dönemi Toplam Yük .....	65
5.33.	Toplam Kapasite .....	66
5.34.	Toplam Kapasite Kullanım Oranı .....	66
5.35.	Toplam Yük Miktarı .....	66
5.36.	Bulanık Mantık Çıkışı.....	67
5.37.	Sistem Blok Şeması .....	67
5.38.	Güz Dönemi Bulanık ve Yapay Sinir Ağları Çıkışları.....	69
5.39.	Bahar Dönemi Bulanık ve Yapay Sinir Ağları Çıkışları.....	69
5.40.	KÜMF için Sürdürülen Ders Programı Enerji Tüketimi ve Önerilen Ders Programı Enerji Tüketimi Karşılaştırması.....	74
5.41.	İİO için Sürdürülen Akademik Takvimi Enerji Tüketimi ve Önerilen .... Akademik Takvim Enerji Tüketimi Karşılaştırması. ....	78

## SİMGELER DİZİNİ

P	Güç
\$	Dolar

## KISALTMALAR DİZİNİ

AC	Alternatif Akım
DC	Doğrusal Akım
DSM	Demand Side Management
GEPA	Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
İİO	İncekaralar İlköğretim Okulu
KÜMF	Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
MAPE	Mutlak Ortalama Hata Oranı
MAX	Maksimum
MİN	Minimum
REPA	Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
TTY	Talep Tarafı Yönetimi
YEGM	Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YÖK	Yüksek Öğretim Kurumu

## 1. GİRİŞ

Enerji, dünyayı, ekonomik, politik ve sosyal yönlerden etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Gelişmekte olan teknolojiye paralel olarak tüketicilerin kullanımına sunulan cihazlarda, elektrik enerjisi yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi sistemleri dört ana süreçten oluşmaktadır. Bunlar; üretim, iletim, dağıtım ve tüketimdir.

Geçmişteki geleneksel yaklaşımlardan bugünkü enerji üretim ve tüketim alışkanlıklarına kadar olan pek çok değişimin tetikleyicisi olan 1973 Petrol Krizi, dolaylı olarak talep tarafı kontrolü fikrinin de ortaya çıkmasına sebep olmuştur. 21. yüzyılın ikinci yarısında petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların rezervlerinin tamamına yakınının tükeneceği şeklinde birçok senaryo bulunmaktadır [1]. Bu durumda ilk olarak, üretilecek enerjinin fosil yakıtlardan karşılanması yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması gerekliliği düşünölmeye başlanmıştır. Ayrıca tüketicinin davranışlarının kontrol altına alınması ya da yönlendirilmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar da önerilmiştir.

Talep Tarafı Yönetimi, (TTY), kavramı ilk olarak bu yıllarda ortaya çıkmış ve ilk örnekleri konutlarda uygulanmıştır [2]. Yöntemin puant talebi azaltma, düşük talep zamanlarını doldurma, yük kaydırma, talep tasarrufu, stratejik talep büyümesi ve esnek yük şekillendirme olmak üzere çeşitli uygulama çeşitleri bulunmaktadır.

TTY, yük araştırması, yük eğrisi üzerinde kararlılık çalışması tipinin tespiti ve son kullanıcıya önerilecek teknolojilerin tespiti şeklinde 3 aşamalı işlemlerden oluşmaktadır [3]. Görüldüğü üzere, sürecin ilk aşaması detaylı yük eğrisi analizinin gerçekleştirilmesini kapsamaktadır [4]. Bu amaçla, kullanılacak temel fonksiyonlar, yük modeli, tüketici modeli, üretici ve tüketici arasındaki ilişki ve gelecekte gerçekleşmesi beklenen üretim maliyetleri ile ilgili bilgilerdir [5]. Böylece giderilmesi gereken şebeke kararsızlığı ile ilgili de yorum yapılabilecektir. İşlem sırasında, tek bir tüketicinin yük yönetimini yapmak yerine tek seferde birden çok tüketici grubu için yük yönetimi yapılabilmesi de, TTY'nin bir diğer avantajıdır [6].

Buna uygun olmak üzere, çeşitli tarifeler ve uzaktan okuma ve kontrol yapılabilen akıllı sayaçlar da sisteme entegre edilmiştir [7]. Böylece sanayi yüklerinin olduğu bölgelerde TTY'nin daha hızlı yaygınlaşmasının da önü açılmıştır.

Yukarıdakilere ek olarak, tüketimin hangi saatlerde yapıldığı da önemlidir. Buna uygun olarak değişken elektrik fiyatlarına göre çizelgeler hazırlanmaktadır. Günümüzde iyi formüle edilmiş matematiksel yazılım modelleri, üretim ile birlikte sanayiye de enerji yönetimi planlaması fırsatı sunmuştur. Böylece sürekli, tasarruflu ve verimli sistemler oluşturulabilmiştir [8]. Hazırlanacak TTY programlarının ulusal olması, ülkenin elektrik üretim-tüketim yapısına uygun olması gerekir [9]. Böylece ülkenin özel durumlarına da uyum daha kolay sağlanabilecektir.

Literatürde TTY sistemlerinin kullanıldığı birçok çalışma mevcut olmasına rağmen bu tez çalışmasının amacı; TTY stratejilerinden Türkiye'de kamu binaları için doğru uygulamaları önermektir. Bu sayede Türkiye yıllık yük eğrisindeki dalgalanmanın ortaya çıkardığı dezavantajlar minimuma indirilecektir. Bu tezde Talep Tarafı Yönetim Stratejilerinden yük kaydırma, vadi doldurma, puant yükü azaltma stratejileri ele alınarak yeni uygulamalar öngörülmüştür.

Tezin ikinci bölümünde, enerji kaynaklarına değinilmiş, fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları tanımlanmış, TTY sistemindeki önemine yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, TTY için kullanılan stratejiler ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Ayrıca gelişmiş ülkelerde uygulanan TTY stratejileri ve tarife yöntemleri ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, günümüzde yaygın olarak problem çözümlerinde kullanılan Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Ayrıca TTY için Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları öneminden ve uygulamalarından bahsedilmiştir.



Beşinci bölümde, TTY uygulaması için pilot bölgeler belirlenmiştir. Bu pilot bölgelerin günlük, aylık, dönemlik, yıllık yük eğrileri kendi içlerinde karşılaştırmalı incelenmiş ve elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçlara uygun olarak Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları modelleri kurularak çalışma sonuçları elde edilmiştir.

Son bölümde ise, elde edilen sonuçlara göre değerlendirme yapılmış ve ileride yapılacak çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

### **1.1. Tezin Literatürdeki Yeri**

Son yıllarda enerji tasarrufu ve enerji verimliliği gerektiren uygulamalara olan isteğin artması, talep tarafı yönetim ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. Enerjinin elde edildiği kaynaklarının en başında gelen fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olması, enerjinin tasarruflu kullanılmasının yanı sıra enerjinin verimliliğini arttıracak önlemler almayı gerektirmektedir. Bu gereksinimden dolayı, enerjinin kullanıcı tarafından oluşturulan talep miktarını kontrol edebilme ve bunu karşılamayı sağlayan, TTY tekniği kullanılmaktadır.

TTY üzerine birçok tez ve makale çalışmaları literatürde bulunmaktadır. 2009 yılında B. Olgun tarafından yapılan tez çalışmasında, ülkemizin turizm bölgelerinde elektrik tüketimi ve talep tarafı yönetiminin planlanması konusu incelenmiştir [10]. 2009 yılında S. Olgun, tedarik zinciri yönetiminde, talep tahmin yöntemleri ve yapay sinir ağları tabanlı bir talep tahmini modelinin uygulaması üzerine çalışmıştır [11]. 2010 yılında H. Güral çalışmasında, güç sistemleri planlaması için enerji talep tahmin konusunu incelemiştir [12]. 2011 yılında A. A. Başaran, elektrik sektörü performanslarının talep yönlü analizini yaparken [13], 2013 yılında M. A. Zehir, akıllı şebekelerin termostat kontrollü yükleri için talep tarafı yönetim sisteminin tasarımını yapmıştır [14]. 2015 yılında B. B. Alagöz tarafından yapılan değişken üretim ve değişken talep koşullarında akıllı şebekelerde enerji dengeleme konusu incelemeye alınmıştır [15]. Yine aynı yıl, Z. Bektaş tarafından Bayesyen oyun yaklaşımı ile elektrik enerjisinden talep tarafı yönetimi çalışmasında üç tüketici tesise uygulama örneği yapılmıştır [16].

Bu çalışmalarda yer verilen TTY aktiviteleri, TTY'nin çeşitlerinden olan, tüketimi azaltmak ve yük kaydırma işlemleri kullanılarak yapılmıştır. Bunların yanında fosil yakıt kullanımını azaltmak amacıyla, TTY metotlarının uygulama kısmı içerisinde yer alan, yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı iletim ve dağıtım şebekelerindeki verimliliği artırılmasının yanında, şebekelerde ekipmanların etkin kullanılmasını da sağlar. Böylece, dağıtık üretim sistemlerinin yönetilmesi ve TTY uygulamaların basitleşir, kayıp güç miktarları da azaltılmış olur [17].

Bütün literatür incelendiğinde, resmi daireler ve/veya eğitim sektörü ile ilgili, ülkemizde ve hatta yurt dışı araştırmalarında bu duruma özgü çalışmalara rastlanmamıştır. Bu amaçla MEB'e bağlı İİO ile KÜMF pilot olarak seçilerek incelenmiştir. Bilindiği gibi ülkemizde 2 dönem olan eğitim, dünyanın çeşitli ülkelerinde 3 dönem olabilmektedir. Bu iki durumdan hangisinin TTY açısından ülkemize uygun olduğunu anlayabilmek ve ülkemizin yük eğrisine etkisini incelemek amacıyla bu çalışma yapılmaktadır. Çalışmada verilerin analizlerinde yardımcı olması amacıyla Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları metotları da Matlab yazılımı sayesinde uygulanmıştır. Böylece TTY'nin resmi daireler üzerindeki etkisi ve yararları incelenmiştir. Sonuçlar TTY' nin olumlu etkileri olduğunu göstermektedir.

## 2. ENERJİ KAYNAKLARI

### 2.1. Fosil Yakıtlı Enerji Kaynakları

Fosil yakıtlı enerji kaynakları ölen canlı organizmaların oksijensiz ortamda milyonlarca yıl çözünmesi sonucu oluşmuş olan kömür, petrol, doğalgaz ve bunların işlenmesiyle elde edilen maddelerden oluşmaktadır. Tükenebilir enerji kaynakları olarak da adlandırılan fosil yakıtlar yüksek oranda karbon içerirler.

Dünyadaki fosil enerji kaynakları, kömür, petrol ve doğalgazdır. Yeryüzünde fosil kaynaklar maddenin katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. İnsanoğlu enerji gereksinimini karşılayabilmek için kolay ulaşılabilen ve kolay dönüştürülebilen kaynaklara yönelmiştir [18]. Bu nedenden dolayı fosil kökenli enerji kaynakları her zaman tercih sebebi olmuştur [19].

Dünya'da elektrik üretiminin yaklaşık olarak %40'ı kömür kullanılarak karşılanmaktadır [20]. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) internet sitesinden alınan Şekil 2.1'de, dünya fosil yakıt rezervlerinin kalan ömürleri gösterilmiştir.



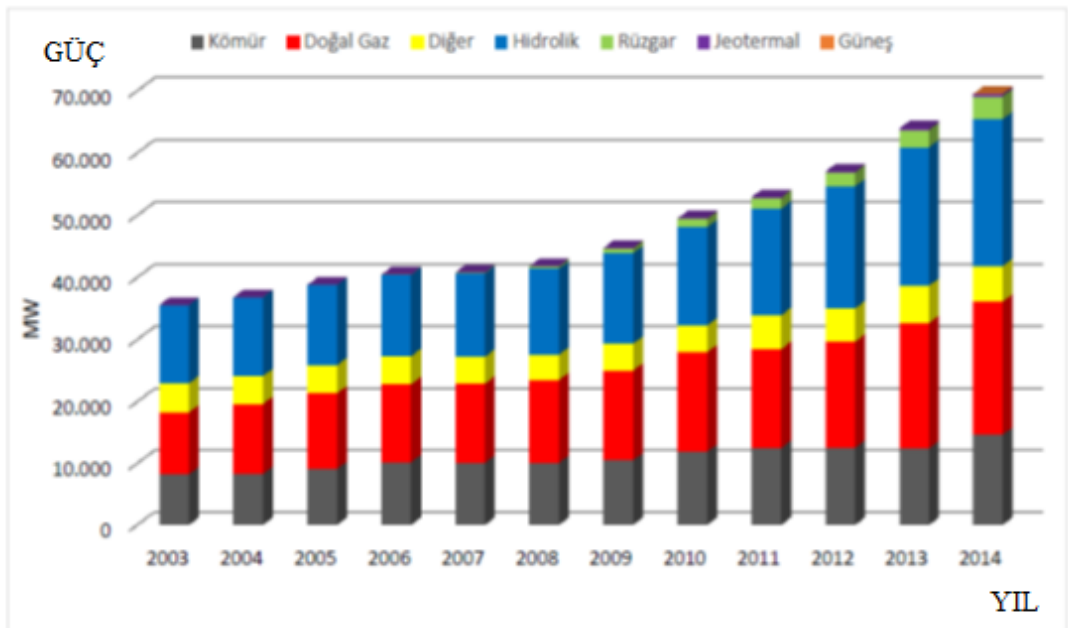
Şekil 2.1. Türlerine Göre Fosil Yakıt Rezervlerinin Kalan Ömürleri [21].

Şekil 2.1'den anlaşılacağı üzere, fosil yakıtlar sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Aynı zamanda fosil kaynakların tekrarlı kullanımı söz konusu değildir.

Fosil yakıt miktarının hızla azalması ve fosil yakıt kullanımı sırasında çevreye verdikleri zarar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale gelmektedir [22].

## 2.2. Talep Tarafı Yönetiminin Fosil Yakıt Kullanımındaki Önemi

Dünyada ve Türkiye’de fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geleceğine yönelik incelemeler yapıldığında, fosil yakıt kaynaklarının nüfus ve ihtiyaç duyulan enerji miktarının artmasıyla, hızla tükendiği görülmektedir [23]. Artan enerji ihtiyacının tükenmekte olan kaynaklar yerine alternatif enerji kaynaklarından kullanılması uygundur [24]. Fosil yakıt kullanım grafiği düzeltilmek istendiği durumda, rezerv durumuna müdahale edilemediğinden, TTY ile yapılabilecek araştırmalar üzerine yoğunlaşmıştır. Burada yapılacak çalışmalar tüketici enerji kullanım grafiğini dengelemeyi ve /veya azaltmayı amaçlamaktadır [18].



Şekil 2.2. Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücünün Değişimi [20].

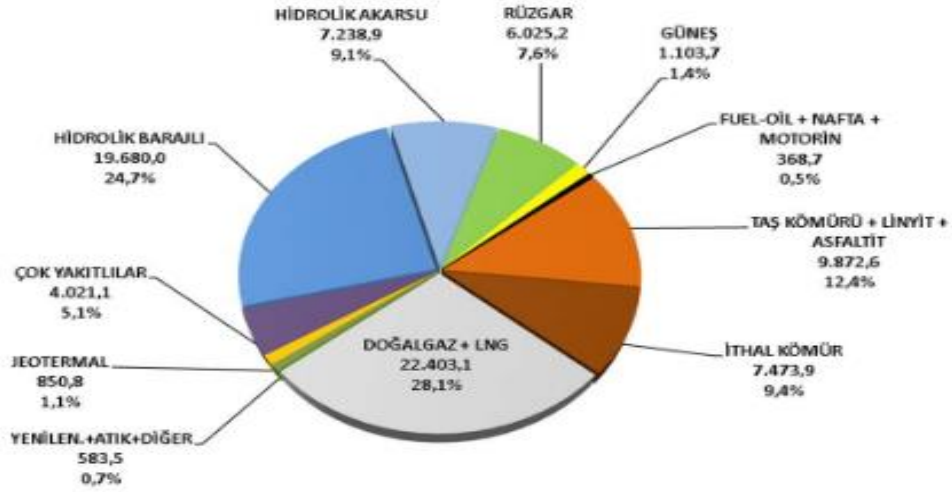
Şekil 2.2’de Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün değişimi gösterilmektedir. Şekil 2.2’den de anlaşılacağı üzere gelişen teknolojiye paralel olarak Türkiye’de elektrik enerjisi kurulu gücü artmaktadır.

Fosil yakıtlara bağımlılık ekonomiye yük oluşturup, atmosferde de sera gazı birikmesine yol açmaktadır. Böylece oluşacak iklim değişikliği hem insanlık, hem de gezegenimiz için geri dönülmez zararlar oluşturabilir [18]. Bunun tek yolu fosil yakıtların enerji üretimindeki payını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektir [25]. Ayrıca tüketicinin alışkanlıklarının değiştirilmesi amaçlı kullanılan TTY metotları da, fosil yakıtların kullanımının azaltmada etkili olacaktır.

### **2.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve TTY**

Yenilenebilir enerji, kullanıldıktan belli bir süre sonra kendini aynı miktarda tamamlayan enerjidir diyebiliriz [26]. Temiz enerji kaynakları ve yeşil enerji olarak da tanımlanan yenilenebilir enerji kaynakları dünya hayatının devamı için büyük önem taşımaktadır [27]. Enerji üretiminde kullanılan fosil yakıtların sınırlı olması ve yakın bir zamanda tükenecek olması, kullanılması sırasında ortaya çıkacak çevre sorunlarının artması, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasına olanak sağlamıştır.

1970’li yıllarda yaşanan ekonomik ve siyasi gelişmeler fosil yakıtlar rezervlerine bağlı kalmamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına önem verilmesine neden olmuştur.



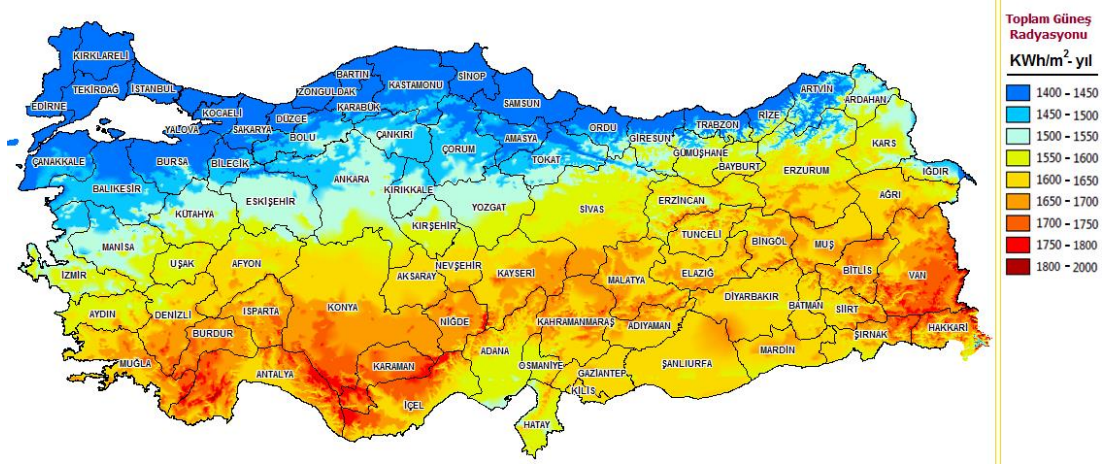
**Şekil 2.3.** 2017 Yılı Nisan Ayı Sonu İtibari İle Kurulu Gücün MW Olarak Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı [28].

Şekil 2.3'te 2017 Yılı Nisan Ayı Sonu itibari ile kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımı verilmiştir. Şekil 2.3'ten anlaşıldığı üzere birincil enerji kaynakları içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları da yer almaktadır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları yoğun olmasına rağmen kullanım oranı oldukça düşüktür.

Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi olarak sayılabilir. Bu kaynaklar, kullanıldıkça tükenmeyen ve belli bir süre içerisinde kendini yenileyen kaynaklardır [29]. Yenilenebilir enerji kaynakları aşağıda sırasıyla incelenecektir.

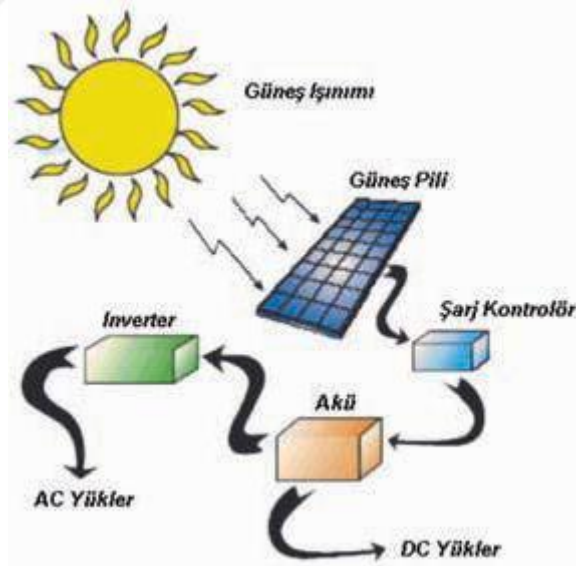
### 2.3.1. Güneş Enerjisi

Başlıca yenilenebilir enerji kaynağı güneş enerjisidir. Güneşin enerjisi, hidrojenin helyuma dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjinin ışıyım biçiminde uzaya yayılmasıdır. Güneş, dünyadaki tüm enerji kaynaklarına temel oluşturan, sonsuz bir enerji kaynağıdır.



**Şekil 2.4.** Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA).

Şekil 2.4'te Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası görülmektedir. Şekil 2.4'ten anlaşıldığı üzere doğu ve güney kesimlerinde, güneş enerjisi yoğunluğunun arttığı görülmektedir.



**Şekil 2.5.** Güneş Enerjisi Üretim Aşamaları [18].

Şekil 2.5'te güneş enerjisi üretim aşamaları gösterilmiştir. Günümüzde güneş enerjisinin kullanılmasında izlenen yollar; direkt elektrik enerjisine dönüştürme ve ısı enerjisine dönüştürmedir. Güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştürmede “toplaçlar” doğrudan elektriğe dönüştürmede de “güneş hücreleri-güneş pilleri” kullanılmaktadır [18].

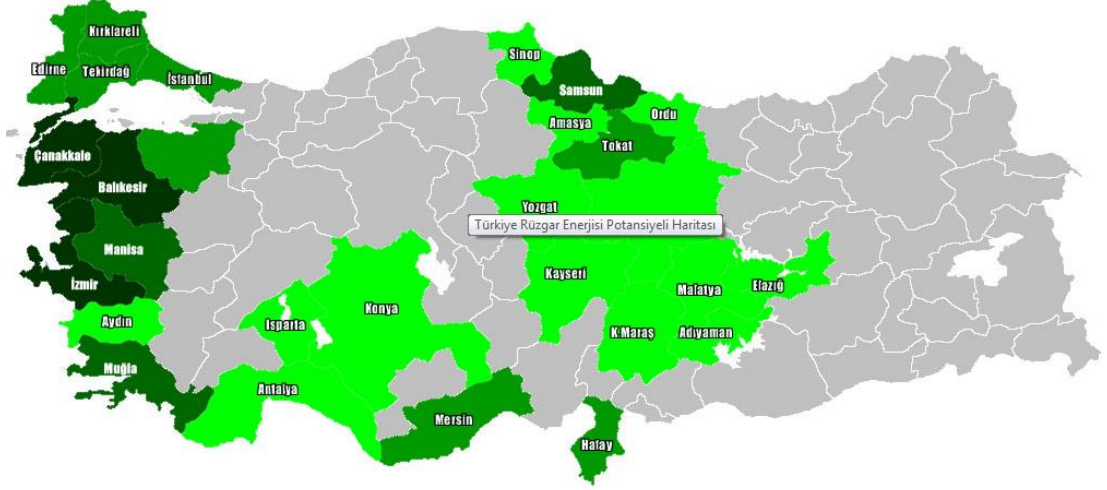
Güneş enerjisi; temiz, oluşabilecek ekonomik sorunlardan etkilenmeyen, basit çalışma prensipli, işletme masrafı az, tükenmeyen bir enerji kaynağıdır. Dolayısıyla TTY ile hedeflenen fiyat indirimi ve emisyon azaltılması için uygundur. Ayrıca yük kaydırma gibi metotlar ile de rahatlıkla entegre edilebilir.

### **2.3.2. Rüzgar Enerjisi**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgar enerjisi, güneşin dünya üzerindeki farklı bölgeleri (kara, deniz vb.) farklı değerlerde ısıtması sonucu oluşur. Aynı zamanda hareket halindeki havanın sahip olduğu enerji olarak da ifade edilmektedir [28]. Küresel ekonominin elektrik enerjisi tüketimindeki hızlı artışının karşılanabilmesinde rüzgâr enerjisi önemli bir paya sahiptir [30].

Rüzgâr enerjisi potansiyelinin ölçümü ve yararlanma biçimlerine yönelik birçok araştırma yapılmıştır [30]. Rüzgâr enerjisinden iki temel biçimde yararlanılmaktadır. Birincisi rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesidir. Bu metodun kullanıldığı yerlere örnek olarak su pompalanması ile çeşitli ürünlerin kesim, biçim ve öğütme gibi işlemleri örnek verilebilir [28]. İkinci yöntem ise rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretmektir.





Şekil 2.6. Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA).

Şekil 2.6’da Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası verilmektedir. Türkiye’nin batı bölgeleri, rüzgar enerjisi potansiyeli en yüksek bölgeleridir.

Rüzgar enerjisinin çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynağı oluşu, hammaddenin dışı bağımlı olmayışı, tükenme ve zamanla fiyat artma riskinin olmayışı, birçok enerji üreticisini bu alana yönlendirmiştir [31]. Günümüzde düşen fiyatlar nedeniyle tüketiciler kendi sistemlerini kurarak gerektiğinde enerjilerini rüzgardan alıp TTY uygulamaları yapmaktadırlar.

### 2.3.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, kayalarda birikmiş olan sıcak suyun yeryüzüne çıkışından elde edilen enerjidir. Yoğun olarak aktif kırık fay hatları ve volkanik arazilerde bulunur. Jeotermal enerji yenilenebilir, verimi çok yüksek, tükenmeyen ve zamanla maliyeti artmayan bir enerji türüdür.

Fosil yakıtların tüketimi sonucu oluşan sera etkisi ve asit yağmurları gibi zararlı etkiler, jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak azaltılmıştır.

Elektrik üreten diğer santraller gibi jeotermal enerji santralleri de ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürürler [18]. Ülkemizde genellikle ısıtma sisteminde kullanılan bu kaynak, ısı enerjisinin toplam olarak il ya da ilçelerde yoğun kullanılması ile TTY'ye katkı oluşturabilmektedir.

#### **2.3.4. Hidrolik Enerji**

Fosil yakıtların kullanımı sera etkisine, emisyon ve çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım payının artması, fosil yakıtların kullanımından dolayı oluşan olumsuz etkileri azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan hidrolik enerjinin kaynağı sudur. Doğadaki suyun enerjiye dönüşümünden elde edilir. İlk aşamada akarsu yataklarında kinetik ve potansiyel enerjiye sahip olan su, uygun yataklarda toplanmaktadır. Gerekli görüldüğünde hazır duran bu su belirli bir düşü ve debi sağlanarak su türbinlerinden geçirilerek elektrik enerjisine dönüştürülür. Elde edilen enerji ihtiyaç duyulan bölgelere hatlar aracılığıyla aktarılır [32]. Rezervli sistemleri uygun ve fiyatın yüksek olduğu zamanlarda kullanarak TTY'ye katkı sağlanabilir.

#### **2.3.5. Biyokütle Enerjisi**

Biyokütle enerjisi, biyolojik kaynaklı maddelerden elde edilen enerji kaynağıdır. Kaynağı bitkisel ve hayvansal tüm kalıntılar olarak kabul edilmektedir. Bu kaynaklar fiziksel ve kimyasal süreçlerden geçirilerek biyoyakıt çeşitleri elde edilmektedir [33].

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi, çevreye duyarlı bir kaynak olmakla beraber sürdürülebilir, kaynağını sadece doğadan alan bir enerji kaynağıdır [34]. Bu kaynaklar başta ısıtma amaçlı olmak üzere birçok amaçla kullanılmaktadır. Sistemin çalışma prensibi genel olarak organik malzemenin yakılması sonucu ortaya çıkan ısıdan buhar elde edilip türbinin döndürülmesi ve jeneratörden elektrik elde edilmesi şeklindedir.

Kentsel atıklardan ortaya çıkan metan gazının değerlendirilerek elektrik enerjisi elde edilmesinde çöp termik santralleri kullanılır. Böylelikle kentsel atıkların depolama sorunu çözülmüş olmakla birlikte yeni bir enerji kaynağı da elde edilmiş olur [18]. Son yıllarda önemli miktarda teşvik verilmiş ve üretilen biyokütle enerjisi miktarı da artmıştır. 24 saat üretim yapılabildiğinden dolayı biyokütle enerjisi TTY için uygundur.

### **2.3.6. Dalga Enerjisi**

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan dalga enerjisi, göller ve denizlerden elde edilmektedir [35]. Güneşten gelen ışınlar kara ve denizleri ısıtır; ısınan bu yüzeyler arasında sıcaklık farkı oluşur. Deniz yüzeyinde rüzgar esmesi nedeniyle dalganın gücü artar. Bu artan dalga kuvvetinin kullanılması durumunda özellikle denizlere kıyısı bulunan ülkelerin enerji ihtiyacına önemli katkılar sağlayacağı beklenmektedir. Elektrik üretimi potansiyelini dalganın potansiyeli belirlemektedir [36]. Tesisin deniz üzerine kurulmasından dolayı tarım arazileri kullanılmamaktadır. Ayrıca sürekli ve ucuz bir enerji çeşidi olmakla beraber gürültü problemi de olmaktadır [37]. Ülkemizde kullanılmayan bu yöntem, çok fazla güç üretilmediğinden TTY ile ilişkilendirilememektedir.

## **2.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Talep Tarafı Yönetimdeki Önemi**

Günümüzde gelişen teknoloji ve artan nüfus miktarıyla doğru orantılı olarak artan enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıtların kullanımı yetersiz kalmaktadır. Bunun başlıca nedenleri fosil yakıtların rezervlerinin sınırlı olması yanı sıra, işletme maliyetlerinin ve emisyonların da yüksek olmasıdır. Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucu çevreye duyarlı, süreklilik gösteren, sera gazı emisyonuna ve asit yağmurlarına neden olmayan, zamanla birim fiyat artışları ile karşılaşılmayan, uzun ömürlü düşük kurulum maliyetli yenilenebilir enerji kaynakları tesislerinin kurulumu

ve işletimi artmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarının başında güneş, rüzgar, jeotermal, hidrojen, biyokütle ve dalga enerjisi gelmektedir [38,39]. Bu tez çalışmasında ele alınan konu, TTY stratejilerinin yenilenebilir enerji kaynakları ile bir sentez oluşturabileceğini öngörmüştür.

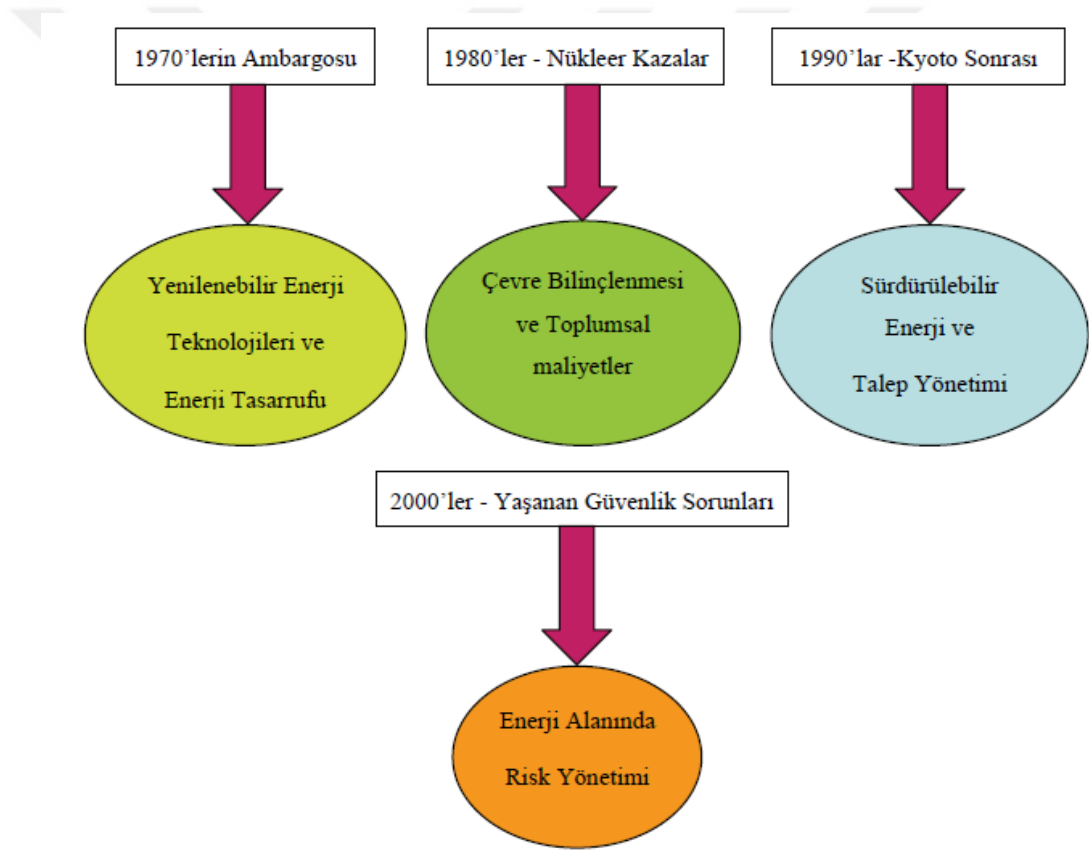
Bunun nedeni, TTY metotlarının devamı olarak görülen, enerjinin tükenebilen enerji kaynakları yerine tükenmeyen kendini yenileyen enerji kaynaklarından üretimi, tüketici kullanım alışkanlıklarını değiştirmeye uygun olmaları olarak sıralanabilir. Böylece, TTY' ye çok uygun olan, Dağıtık Üretim Sistemleri kurularak katkı sağlanabilir.



### 3. TALEP TARAFI YÖNETİMİ

#### 3.1. Talep Tarafı Yönetiminin Tanımı

Gelişmekte olan teknolojiyle birlikte enerji temini ve enerji bedeli gibi kavramların önemi artmıştır. Bu süreçten sonra enerjiye kesintisiz nasıl ulaşılabileceği ve ihtiyaç duyulan enerjinin nasıl tasarruflu ve verimli kullanılması gerektiği konuları üzerinde de çalışmalar yapılmıştır [2].



Şekil 3.1. Enerji Alanında Bilinçlenme [2].

Şekil 3.1’de Enerji Alanında Bilinçlenme haritası verilmiştir. Bu bilinçlenmenin aşamalarını, 1970’lerin ambargosu, 1980’lerin Nükleer Kazası, 1990’lar Kyoto Protokolü ve 2000’lerin Yaşanan Güvenlik Sorunları oluşturmaktadır [40]. Gelişmekte olan sanayi ve buna paralel artan enerji ihtiyacını karşılamak adına, kurulacak yeni tesisler çevreye zarar vermekle beraber büyük bir maddi külfet oluşturmaktadır.

Ayrıca fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olup tükenecek olması, oluşacak çevre kirliliği ve sera gazı emisyonu da oluşacak diğer risklerin arasındadır [41]. Talep tarafı yönetimi bu riskleri en aza indirmek adına atılmış bir fikirdir. Bunu uygulamanın en iyi yolu ise yenilikleri takip edip oluşan değişimlere anında cevap verebilmekle mümkündür. TTY üç ana birimden oluşur. Bunlar; tüketici, dağıtıcı ve üreticidir. TTY stratejilerinin verimli olabilmesi için üç birimin de koordineli çalışması gerekmektedir. Bunun için alınacak önlemler;

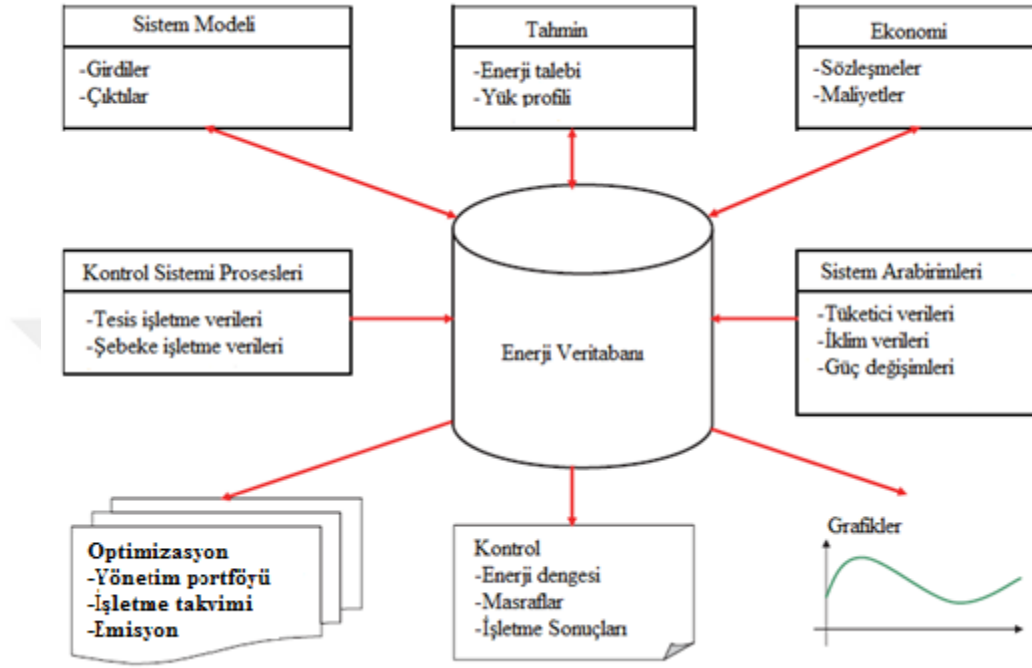
- Elektrik üretimi devlet tekelinden çıkarılmalı,
- Üretim, dağıtım ve tüketim bölümleri çok üreticili bir yapıya geçilmeli,
- Ulusal iletim şebekelerine erişimler güvence altına alınmalı,
- Elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı arttırılmalı,
- Talep tarafı stratejileri belirlenip bunlar kullanılmalıdır [2].

Bütün bu süreçlerin yapılması ve tüketimini kontrol altına alınması için yapılması gereken tüm işlemlere TTY denilmektedir.

### **3.2. Talep Tarafı Yönetiminin Faydaları**

TTY stratejilerinin faydalarının belirlenebilmesi için enerji üretim, dağıtım ve kullanıcı tarafları bir bütün olarak incelenip karar verilmelidir. Talep tarafı yönetim stratejileri ilk olarak 1970’lerde ortaya çıkmıştır. Ancak TTY stratejilerinde asıl gelişme 2000’li yıllarda ortaya çıkmıştır [40]. Çünkü, sistem üzerinde gelişecek herhangi bir değişiklik, diğer kesimleri etkilemektedir. Tüketici tarafından bakıldığında en önemli faktörlerden biri elektriğin fiyatıdır.

TTY stratejileri sonucunda üretilmiş fiyatlandırma politikaları, tüketici tarafından kabul görmektedir. Bu fiyatlandırmanın oluşması için gerekli olan veriler Şekil 3.2’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Enerji Verilerinin Yönetimi [42].

Şekil 3.2’deki veriler sonucunda, TTY aşağıda verilen geleneksel stratejilere ve faydalara ulaşmayı hedefler:

- Elektrik enerjisine ödenecek bedeli azaltarak standart hale getirmek,
- Enerji kaynak çeşitliliğini ve kalitesini arttırmak,
- İletim ve dağıtım hatları için bakım maliyetini azaltmak,
- Yeni tesis kurulması için gerekli olan tesis kurulum maliyetlerini minimuma indirmek,
- Teknolojik gelişmelerden dolayı oluşacak anlık gelişmelere anlık cevap verebilmek,

- Sistemdeki fosil yakıtların payını azaltarak yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi sağlamak,
- Çevrede oluşacak olumsuzlukları minimuma indirmek, sera gazı etkisini azaltmak,
- Asit yağmurlarının oluşum etkisini azaltarak kullanıcıya daha ucuz ve kaliteli enerjiyi sağlamaktır [43].

### 3.3. Talep Tarafı Yönetim Stratejileri

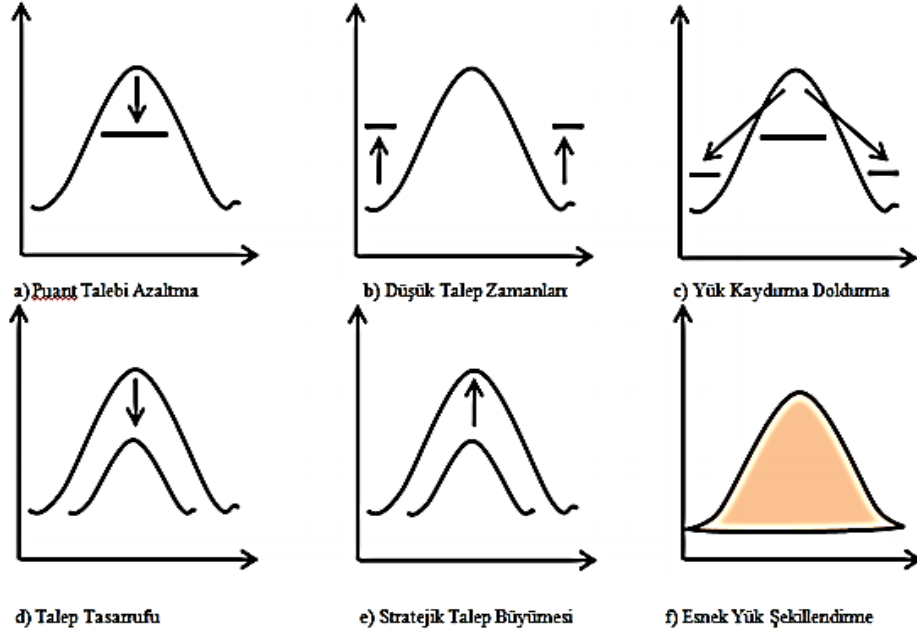
Bölüm 3.2’de bahsedilen faydaların sağlanabilmesi için TTY de birçok metot uygulanmaktadır. TTY:

- Puant talebi azaltma,
- Düşük talep zamanlarını doldurma,
- Stratejik talep tasarrufu,
- Stratejik talep büyümesi,
- Yük öteleme,
- Esnek yük şekillendirme gibi alt metotlardan oluşmaktadır [44].

Bu yöntemlerden; puant talebini azaltma, düşük talep zamanlarını doldurma ve yük kaydırma ile yeni yatırımlardan kaçınmak veya ötelemek mümkündür. Talep tasarrufu, stratejik talep büyümesi ve esnek yük şekillendirme yöntemleri ise, sistematik olarak zirve vadi yapısını değiştirmenin yanı sıra, yeni elektrik tüketim yolları ve alışkanlıkları ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır [9, 45].

Şekil 3.3’te, TTY stratejilerinin grafikleri verilmiştir. TTY stratejilerinde asıl amaç yük eğrisindeki tepe değeri azaltmak olduğundan, yukarıda yapılan tüm çalışmalar tepe değerini minimuma çekmeyi hedefler.





**Şekil 3.3.** Talep Tarafı Yönetim Stratejileri [9].

Aşağıda, Şekil 3.3’te verilen TTY stratejileri tek tek açıklanmaktadır.

### 3.3.1. Puant Talebi Azaltma

Zirve traşlama olarak da adlandırılan bu yöntem direkt olarak yükün düşürülmesini hedefler. Ayrıca görüldüğü üzere yük grafiğinde enerji kullanım miktarının en fazla olduğu saat aralığında, belli yükler sistemden çıkarılarak dalgalanmaları minimuma indirme amaçlanmaktadır [2,9,45,46].

### 3.3.2. Düşük Talep Zamanları

Düşük talep zamanlarının artırılmasında asıl amaç, zirve dışı yüklerin artırılarak yük grafiğindeki dalgalanmanın azaltılmasıdır. Şekil 3.3’te görüldüğü üzere, düşük talep zamanlarına ek yükler oluşturularak zirve yük değerine yaklaşılmakta ve dalgalanma minimuma indirilmektedir [2,9,45,46].

### **3.3.3. Yük Kaydırma - Doldurma**

TTY stratejilerinden olan yük kaydırma yönteminde de amaç, yük grafiğinde oluşan dalgalanmayı minimuma indirmektir. Bunun için izlenen yol, Şekil 3.3'te görüldüğü üzere, zirve yük zamanında bulunan bazı yüklerin zirve-dışı zamana aktarılmasıdır [2,9,45,46].

### **3.3.4. Talep Tasarrufu**

Şekil 3.3'te görüldüğü üzere talep tasarrufunda yapılan işlem, puant talebi azaltmaya benzemekle beraber önemli bir farklılık içermektedir. Bu metodu puant talebi azaltmadan ayıran en önemli fark, puant talebi azaltmada sadece zirve yükü zamandaki belli yükler azaltılırken, talep tasarrufunda uygulanan yöntem tüm yük grafiğini değer olarak aşağıya çekmektir [2,9,45,46].

### **3.3.5. Stratejik Talep Büyümesi**

Şekil 3.3'te görüldüğü üzere, stratejik talep büyümesinde yapılan işlem düşük talep zamanlarını arttırmaya benzemekle beraber, önemli bir farklılık içermektedir. Bu metodu düşük talep zamanlarını arttırmadan ayıran en önemli fark düşük talep zamanlarını arttırmada sadece zirve dışı yükü zamanındaki belli yükler arttırılırken, stratejik talep büyümede uygulanan yöntem tüm yük grafiğini değer olarak yukarı çekmektir [2,9,45,46].

### **3.3.6. Esnek Yük Şekillendirme**

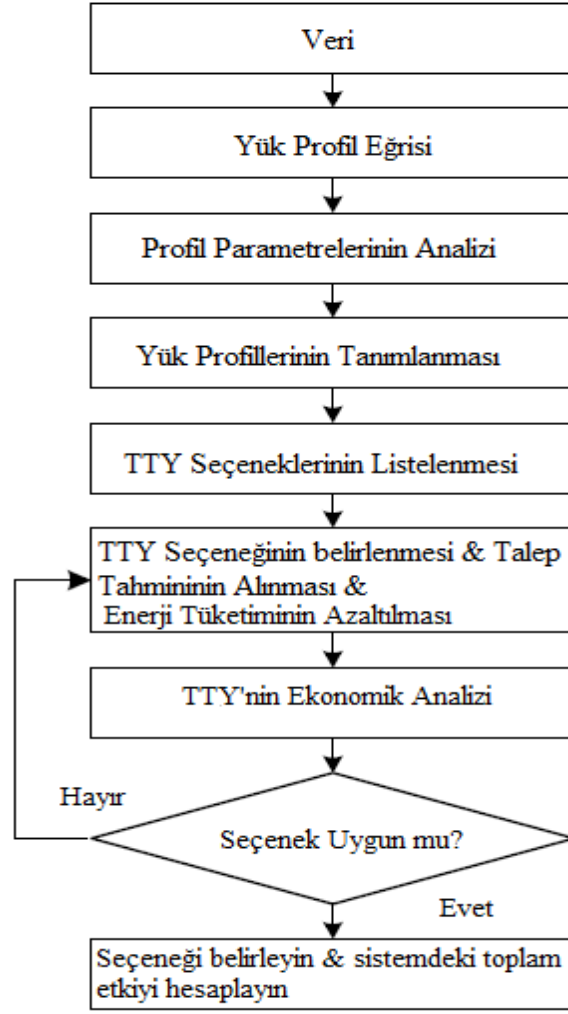
Şekil 3.3'te görüldüğü üzere esnek yük şekillendirmede amaçlanan, tüketiciyi sistemin içine esnek bir yapı sahibi olarak dahil edebilmektir. Örneğin tarife uygulamaları ile tüketicinin belli zaman diliminde sisteme girişini belli zaman dilimlerinde de sistemden ayrılışını öngörmektedir [2, 9,45, 46].

### **3.4. Gelişmiş Ülkelerde Talep Tarafı Yönetim Uygulamaları**

Dünyanın birçok ülkesinde özellikle de gelişmiş ülkelerde, TTY uygulamalarına rastlanılmaktadır. TTY stratejilerinin uygulanmasına öncülük eden ülke Amerika Birleşik Devletleridir. Bu ülkeyi Danimarka, Almanya ve Japonya takip etmiştir. Bu ülkelerin kullandıkları yöntem farklı olsa da amaç hep aynıdır ve enerjinin tasarruflu ve verimli kullanılmasını sağlamaktır. Bunu gerçekleştirirken çevreye zarar vermeden, maliyetleri azaltarak, yük grafiğindeki dalgalanmaları engellemeye çalışmışlardır. Danimarka'da talep yönlü yönetim stratejilerinin temelini oluşturan yöntem, tarife uygulaması ve bu uygulamalara yönelik kampanyalar hazırlanmasıdır. Örneğin bu kampanyalardan biri, kompakt floresan lambaların kullanımının teşvik edilmesidir. Kampanya sonucunda ülkede yaklaşık beş milyon adet kompakt floresan lamba satılmıştır [47]. Ancak her ülkede talep yönlü yönetim stratejileri farklılık göstermektedir. Bunun nedeni ülkelerin elektrik enerjisi tüketim karakterlerinin farklılık göstermesidir. Temelde bütün ülkelerde yük grafiğindeki dalgalanmanın minimuma indirilebilmesi, enerjinin tasarruflu kullanımı ve verimliliği esas alınmaktadır. Gelişmiş diğer ülkeler incelendiğinde, yapılan çalışmalara örnek olarak; enerji verimliliği yüksek olan el aletleri ve ekipman kullanımını teşvik ya da tarife uygulamaları örnek olarak verilebilir. Bu sonuca ulaşabilmede sistemdeki üç birimin koordinasyonlu çalışması ve kampanyaların yasalarla desteklenmesi önem taşımaktadır [48].

### **3.5. TTY Algoritması ve Talep Tahmininin Matematiksel Modellenmesi**

TTY uygulamalarının etkin bir şekilde yapıldığı Amerika Birleşik Devletleri, Danimarka, Almanya ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler incelendiğinde, belirli algoritmalar öne çıkmaktadır. Bu algoritmalar genel kabul görenlerden birisi Şekil 3.4'te verilmiştir.



**Şekil 3.4.** Talep Tarafı Yönetim Algoritma Örneği [49].

Ancak TTY algoritmasına geçilmeden önce enerjinin yönetiminde kullanılan talep tahmin matematiksel modelleri incelenmelidir. Bu matematiksel modeller:

- Referans yönetimi,
- Zaman serisi analizi,
- Regresyon yöntemi,
- Yapay sinir ağları olarak sayılabilir [42].

Bu çalışmada Şekil 3.4'te ki algoritmaya uygun olarak pilot bölgeler olan KÜMF ve İİO veri olarak kullanılmıştır.

Bu okul ve üniversitenin yıllık yük eğrileri elde edilmiştir. Bu çalışmaya uygun olan aydınlatma ve ısınma giderlerini etkileyen faktörler parametre olarak belirlenmiştir. Ancak bunlardan ısınma faktörleri ihmal edilmiştir. Yük profillerinin analizi yapılmış ve TTY stratejilerine uygun olan yöntemler belirlenmiştir. Bu stratejilerin ekonomiklik analizi yapılmış, uygunluk durumuna göre sistemdeki toplam tasarruf ve verimlilikler hesaplanmıştır.

### **3.6. Talep Tarafı Yönetiminde Kullanılan Tarife Stratejileri**

Talep tarafı yönetiminin temelde iki amacı vardır. Bunlardan birincisi yük eğrisinde oluşan dalgalanmaları önlemek ve belli bir değerde sabitlemektir. İkincisi ise oluşan dalgalanma sonucunda artan maliyetlerin önüne geçmektir. Bunları sağlayabilmek için yük tarafı kontrolü gerekmektedir. Yük tarafının kontrolü, tüketici yük karakteristiklerinin belirlenip elde edilen verilere uygun olarak gruplandırma stratejilerine gidilmesi ve tüketici alışkanlıklarının değiştirilmesi ile yapılmaktadır. Örneğin 1990'lı yıllarda ABD'de PG&E adındaki dağıtım şirketi, TTY'de uyguladıkları bir paket olarak serbest tüketicilerin talebin düşük olduğu zaman dilimlerine kaydardıkları yıllık 300 \$ nakit teşvik vermiştir [50].

PG&E dağıtım şirketinin uyguladığı sistemde, ilk yapılması gereken, tüketicilerin sınıflandırılması ve tüketim alışkanlıklarının gerekli değişikliklerle kontrol altında tutulmasını sağlamaktır. Aynı abone grubu içerisinde bulunan müşterilerin tüketim karakteristikleri benzerlik göstermektedir. Ancak tepe yaptığı zamanlar farklılık göstermektedir. Sektörlere göre bakıldığında, tüketimin tarım sektörünün tepe yaptığı saatler, sabah erken saatler iken, endüstri sektörü için gün ortasında, ticaret sektörü için öğleden sonra, mesken tüketimi içinse akşam saatleridir. Bundan da anlaşılacağı üzere, farklı abone grupları için tüketim eğrilerinin birbirinden çok farklı olduğu görülmektedir.

Tepe değerinin kontrol altında tutulması için yapılan iki yol bulunmaktadır. Birincisi aynı grup içerisindeki dağıtımı dengelemek, ikincisi ise farklı abone grupları arasında kullanım kapasitesinin kaydırılmasıdır.

Sistem işletmecisi her zaman, talebin tepe noktasını sistemdeki kapasite ile karşılamak zorundadır. Bu nedenle taleplerin düzgün dağılmadığı sistemler için TTY yöntemlerinin kullanılarak tarife yapılarının oluşturulması mümkündür. Bu tarifeler enerji bedeli, talep bedeli, abone bedeli ve sayaç bedeli olmak üzere dört ana bileşenden oluşur. Ancak tarifelerde kendi arasında altıya ayrılır bunlar; sabit tarife, blok tarife, basamak tarife, kullanım zamanı tarifesi, ölçümsüz tarife ve yük faktörü tarifesidir [51]. Sırasıyla tarifeler açıklanacaktır.

### **3.6.1. Sabit Tarife**

Tüketilen enerji miktarının birim başına düşen enerji maliyeti ile çarpılarak elde edilen sonuca uygun olarak faturanın hesaplanmasıdır. Bu fatura tipine sabit denmesinin asıl sebebi her durumda enerjinin birim başına düşen maliyetin sabit olmasıdır [51].

### **3.6.2. Blok Tarife**

İki çeşidi olan bu tarife, artan ve azalan blok tarife olarak açıklanabilir. Artan blok tarife, tüketilen ya da talep edilen enerji miktarı arttıkça enerji birim maliyetinin arttığı, azalan blok tarife ise, talep edilen miktar arttıkça enerjinin birim maliyeti azaldığı tarifedir [51].

### **3.6.3. Basamak Tarife**

Toplam tüketilen enerji ne olursa olsun bütün tüketim belli bir seviyeyi geçtiği zaman, birim enerji bedeli tekrar hesaplanır. Bu tarifenin blok tarifeden farkı tüketimin belli eşik değerinden sonra verilen birim fiyat tüm birimlere yansıtılır [51].

### **3.6.4. Kullanım Zamanı Tarifesi**

Birim fiyat, tüketilen zaman dilimine göre değişiklik gösterir. Puant zaman da tüketilen enerjinin birim maliyeti ile talebin az olduğu dönemdeki enerji birim maliyeti farklıdır [51].

### **3.6.5. Ölçüsüz Tarife**

Abonenin kurulu gücüne göre ölçüm yapmaksızın faturaya yansıtılmasıdır. Genellikle sabit kapasite kullanan sokak lambası gibi tüketim gruplarına uygulanır. [51].

### **3.6.6. Yük Faktörü Tarifesi**

Maliyetleri en iyi yansıtan tarife biçimidir. Yük karakteristiğinin zaman ve maksimum kapasiteye göre tasarlandığı tarifedir [51].

Sistem işletmecileri, talep tarafını yönetmek için faturalarda esneklik sağlayabilmek amacı ile birkaç yöntem kullanırlar. Bunlar; tasarruf ve teşvik programlarıdır. Bu programların yönetimi; doğrudan yük kontrolü ve dolaylı yük kontrolü ile mümkündür [52].

Doğrudan yük kontrolü programlarında abonenin talebinin anlık olarak kontrol edilmesi ve belli bir değeri aşmış ise gerekli sinyal ile abonenin yük atmasını sağlar. Dolaylı yük kontrolü programlarında abonenin talebini kendisinin ayarlamasını sağlayan yöntemdir. Bu sayede abonenin yük atmasına müdahale edilmez, abone kendi isteği ile yük atımına gidebilir.

TTY bu kontrolleri yaparken gruplandırma yapmaktadır. Bu gruplardan ilki meskenlerdir. Meskenlerde kullanım zamanlı tarife, fiyat teklifi ve geri ödeme programı ve doğrudan yük kontrolü uygulanır. Doğrudan yük kontrolleri daha çok su ısıtıcıları, mesken klimaları, havuz su pompaları, depolama özellikli ısıtma cihazları üzerinde uygulanır.

İkinci grup ise ticarethaneler ve endüstri programlarıdır. İkinci grupta kesilebilir enerji, kısılabılır yük, gerçek zamanlı fiyatlandırma, fiyat teklifi ve geri ödeme uygulanmaktadır. Bu uygulamalarda amaç enerji tasarrufu yapmak ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamaktır. Yapılan uygulamalar sonucunda yük eğrisindeki dalgalanmalarda azalma sağlanır.





## 4. BULANIK MANTIK ve YAPAY SİNİR AĞLARI

### 4.1. Bulanık Mantık

Bulanık Mantık kavramı, “Fuzzy Sets” adıyla, 1965 yılında L.A. Zadeh tarafından ortaya konulmuştur [53]. Bulanık mantık yaklaşımının kolaylığı nedeniyle günümüzde bu metodun kullanımını artmaktadır. Klasik mantık kavramının temelinde doğru – yanlış ikilemi yani üçüncünün olmazlığı ilkesi bulunmaktadır. Bu sistem, Klasik Mantık, İkili Mantık ya da Siyah Beyaz Mantığı olarak adlandırılmaktadır. İkili mantık ilkesine göre, 0 değeri yanlış ve 1 değeri ise doğruyu ifade etmektedir. Klasik mantık kavramının temelindeki üçüncünün olmazlığı ilkesi gereği, bilgisayarda veriler 0 ve 1’ler üzerine kuruludur. Ancak bulanık mantık kavramının temelinde dereceli birliktelik ilkesi vardır. Bulanık mantıkta; 0 ile 1 dışında bir değer vardır. Bu değer gerçek dünyanın belirsizliklerini içermektedir.

Gerçek dünyada olaylar ve kavramlar subjektif olduğundan farklılık gösterir. Bundan dolayı bazı problemlerin çözümünde bulanık mantık modeli kullanılmaktadır.

Bulanık mantık tekniğinin genel özellikleri:

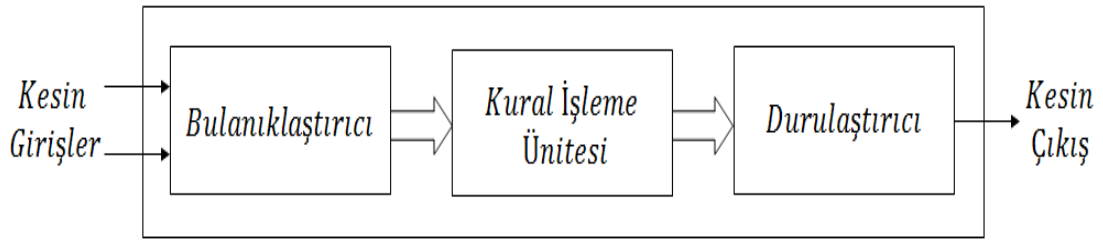
- Kavramlar  $[0,1]$  aralığında ifade edilmektedir,
- Girdiler belirli ifadelerle gruplandırılmalıdır,
- Kesin kavramlar dışında belirsizlikler de kullanılmalıdır.

Matematiksel modellenışı zor olan sistemlerde bulanık mantık yöntemlerinin kullanılması uygundur. Bu özelliği aynı zamanda subjektif veya sözel olan bilgilerin algoritmalar aracılığıyla bilgisayar sistemine uyumlu hale getirilmesinde de kullanılmaktadır. Günümüzde otomatik kontrol sistemleri, robotik, otomasyon, bilgi depolama, görüntü işleme, izleme sistemleri, uzman sistemler, sayısal işaret işleme, sınıflandırma, filtreleme ve eğri uydurma gibi, pek çok alanda, bulanık mantık kullanılmaktadır [54].

Herhangi bir problem karşısında bu sistemin kullanılması için, bulanık küme ve üyelik fonksiyonu kavramlarının iyi anlaşılması gerekir [55].

İlk olarak bulanık küme kavramı tanımlanacak olursa; Klasik Mantık yaklaşımında olduğu gibi ikili sınıflandırma yerine kademeli sınıflandırma yapma olarak söylenebilir. Örneğin, ikili sınıflandırmada kullanılan az-çok kavramları, kademeli olarak çok az-az-normal-yoğun-çok yoğun olarak ara değerlere ayrılarak kümelenir. Bu kümeler bulanık mantık kümeleri olarak adlandırılır.

İkinci kavram olarak üyelik fonksiyonlarına bakılacak olursa; bir kümeyle ait olma derecesi 1, ait olmama derecesi 0 olarak kabul edilmesi gerekirken; 0 – 1 aralığındaki farklı değişkenler üyelik dereceleri olarak kabul edilmektedir. Bu derecelerin bulunduğu küme, üyelik fonksiyonu olarak ifade edilmektedir [55].



**Şekil 4.1.** Bulanık Mantık Sistem Çalışma Diyagramı [56].

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere sisteme verilen girdiler üyelik fonksiyonlarını kullanarak bulanıklaştırılır. Daha sonra kural işleme ünitesinde yer alan kural tabanında elenerek belli veri dizileri elde edilir ve kesin bir sonuç elde edilmek için durulaştırma işlemine tabi tutulurlar.

#### 4.1.1 Bulanık Küme ve Üyelik Fonksiyonları

Üyelik fonksiyonları ve bu fonksiyonların oluşturduğu kümeler bulanık küme içerisindeki bilgileri temsil etmektedirler [57].

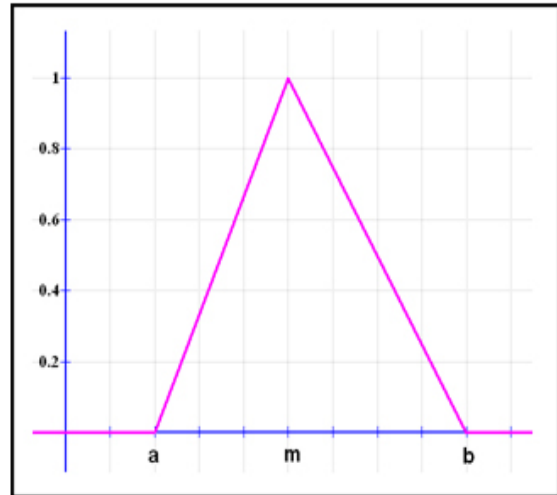
[0,1] aralığında bulunan değerlerin ve üyelik fonksiyon değerlerinin, A ile temsil edilen küme ile ne kadar tutarlı olduğunu anlayabilmek için birçok üyelik fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu üyelik fonksiyon tipleri yamuk, üçgen, trapezoidal, gaussian eğrisi, çan eğrisi ve sigmoid olarak sayılabilir.

Bulanık kümelerde üyelik derecesi her bir X değerine karşılık gerçek sayı ile ifade edilir. Genel gösterimi şu şekilde yapılmaktadır;

$$\mu_A : X \rightarrow \in [0,1] \quad (4.1)$$

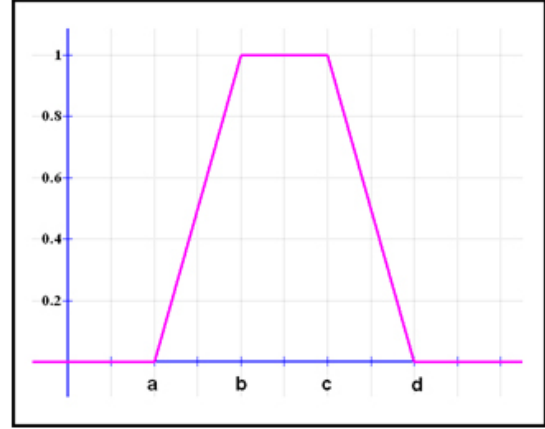
Üyelik fonksiyonlarından bazıları Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te formülleri ile verilmiştir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m}, & m < x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$



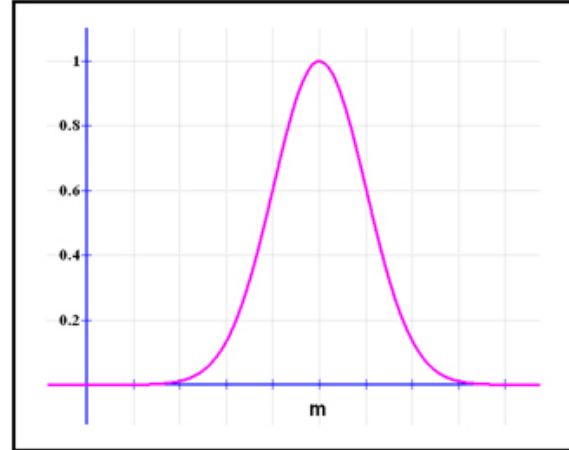
Şekil 4.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonu [58].

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & (x < a) \text{ or } (x > d) \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \end{cases}$$



Şekil 4.3. Yamuk Üyelik Fonksiyonu [58].

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-m)^2}{2k^2}}$$



Şekil 4.4. Gaussian Üyelik Fonksiyonu [58].

Bulanık mantık üyelik fonksiyonlarının Matlab isim kodlamaları da Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Matlab Üyelik Fonksiyon Kodları.

<b>MATLAB KODU</b>	<b>ÜYELİK FONKSİYONU</b>
Trimf	Üçgen Üyelik Fonksiyonu
Trapmf	Yamuk Üyelik Fonksiyonu
Gbellmf	Çan Üyelik Fonksiyonu
Gaussmf	Gauss Üyelik Fonksiyonu
Pimf	$\pi$ Üyelik Fonksiyonu
Dsigmf	Sigmoidal Üyelik Fonksiyonu

#### **4.1.2. Bulanık Mantık Avantaj ve Dezavantajları**

Günümüzde birçok problemin çözümünde, Klasik Mantık Modeline oranla, Bulanık Mantık Modellemeleri kullanılmaktadır.

Bulanık mantık ile modellemenin avantajları aşağıdaki gibi sayılabilir [59]:

- Belirsiz, zamanla değişen, karmaşık, iyi modellenememiş sistemlere basit çözümler getirir,
- Klasik Mantıkta uygulanan karmaşık matematiksel modellere oranla, daha küçük yazılımlar kullanılarak daha hızlı sonuç elde edilir,
- Kullanıcı giriş ve deneyimlerinden yararlanılabilmemesine olanak sağlar,
- Sözel değişken kullanımına uygunluğu model güvenilirliğini artırır,
- Doğrusal olmayan problem çözümlerinde başarılıdır.

Ancak bulanık mantığın çeşitli dezavantajları da bulunmaktadır [59]:

- Sistem çıkış değerleri, kullanıcı deneyiminin oranına bağlıdır,
- Üyelik fonksiyonlarının seçimi, deneme yanılma yoluyla bulunur,
- Uygun üyelik fonksiyonun elde edilmesi zaman alabilir,
- Model kurma işleminde deneme yanılma yöntemi kullanıldığından, zaman alır ve maliyet artar.

## **4.2.Yapay Sinir Ağları**

Yapay sinir ağları (YSA), ilk olarak 1943 yılında McCulloch ve Pitts tarafından yapılan sinir hücrelerinden oluşan ağlarla yapılan hesap ile ortaya çıkmıştır. Yapay sinir ağları, insan beyninin işleyiş sistemini model almaktadır. Yapay sinir ağlarının ilk uygulamaları, biyoloji ve psikoloji alanındadır. Ancak günümüzde yapılan çalışmalar ile birçok alanda farklı uygulamalar ile problemlere çeşitli çözüm önerileri sunmaktadır. Yapay sinir ağları çalışma prensibi iki aşamadan oluşur. Bunlardan ilki eğitim, ikincisi uygulamadır. Yapay sinir ağlarının diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik eğitilebilir olmasıdır. Bu eğitim geçmiş veriler kullanılarak, yeni girdilerin ve çıktılarının arasındaki bağlantının doğruluğunun anlaşılmasıdır.

Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma şekline benzer olarak öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, belirleme, optimizasyon gibi süreçleri gerçekleştirmektedir [60].

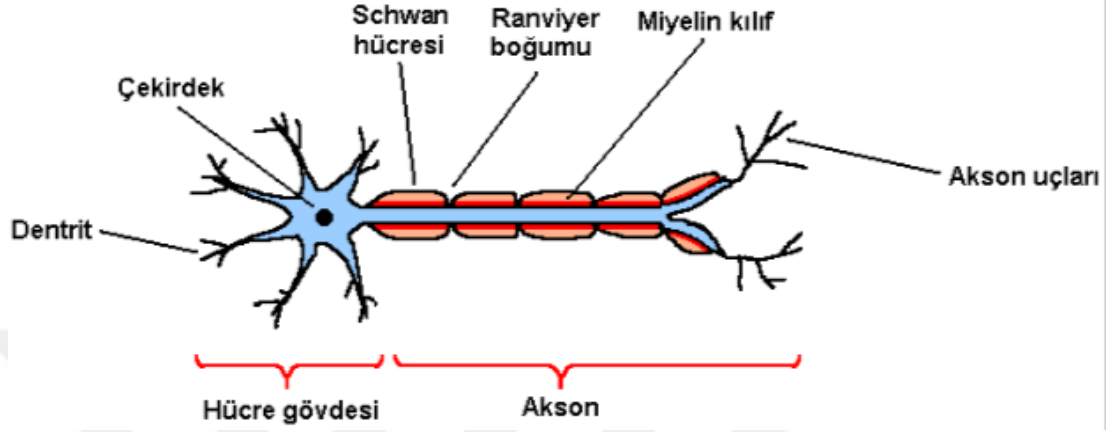
Yapay sinir ağlarının yaygın uygulama alanları; öngörü, sınıflandırma, veri birleştirilmesi, veri kavramlaştırılması, veri süzülmesi, resim veya görüntü işleme, finansal ve ekonomik öngörü, satış öngörüsü, denetim, el yazısı, parmak izi tanıma, petrol ve gaz arama, konuşma tanımlama, kalite kontrol, iletişim kanallarındaki trafik yoğunluğunun kontrolü, radar ve sonar sinyallerinin sınıflandırılması, ürün tasarımı, protez tasarımı, ulusal ve uluslararası farklı konuda, işletme, finans ve ekonomidir [61-63].

### **4.2.1. Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapısı**

Yapay sinir ağları, insan beyninin özelliklerine benzer şekilde yeni bilgiler üretebilme amacıyla kullanılan bilgisayar sistemleridir [60].

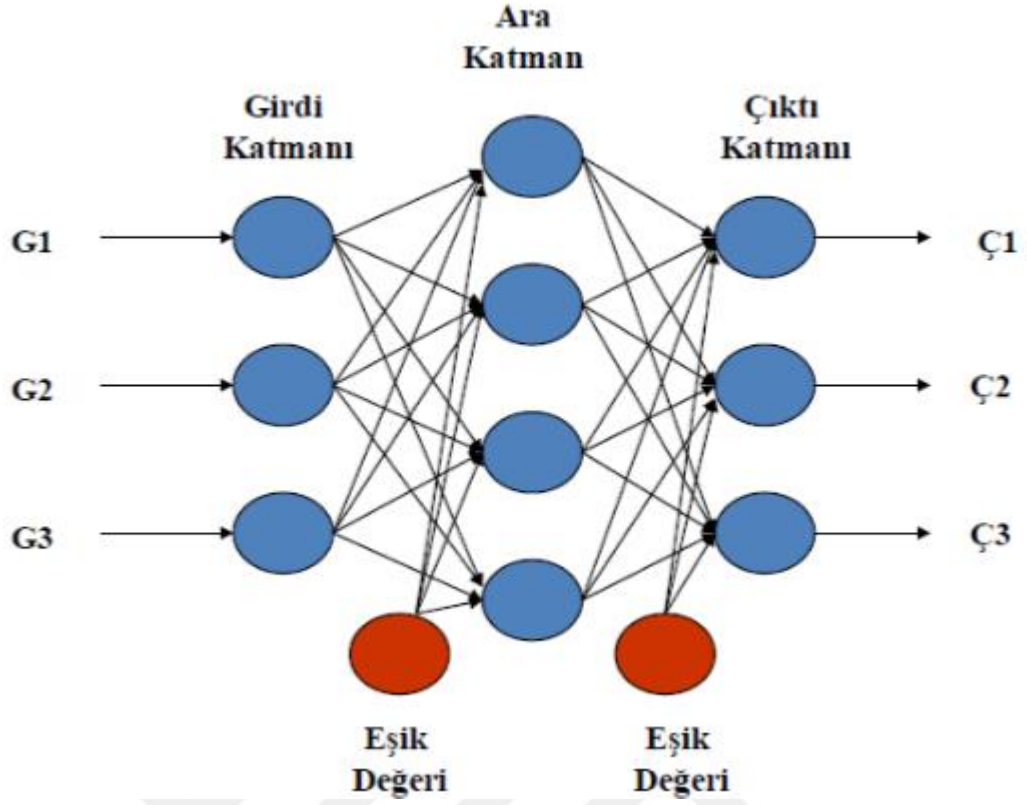
Aynı işlemlerin benzer şekilde yapabilmesi yapay sinir ağları modelleri üzerinde çalışma yapılırken, insan beyni ve biyolojik anlamda bir sinir hücresi referans olarak alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bir yapay sinir ağını daha iyi anlamak için biyolojik sinir sistemini, sinir hücrelerinin yapısını ve çalışmalarını en iyi şekilde incelemek ve anlamak gerekmektedir.

Sağlıklı bir insan beyni  $10^{11}$  sinir hücresinden ve  $10^{15}$  sinapstan oluşmaktadır. Biyolojik olarak sinir hücresine sinaps adı verilir. Şekil 4.5'te biyolojik bir sinir hücresi gösterilmektedir.



**Şekil 4.5.** Biyolojik Sinir Hücresi.

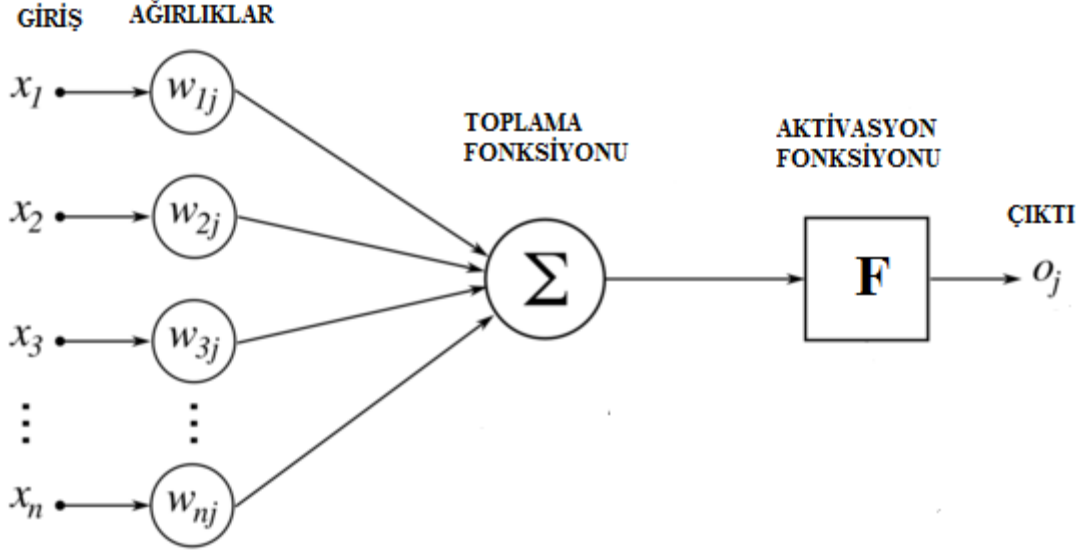
Şekil 4. 5'te görüldüğü üzere nöron; dendrit, soma (çekirdek), akson ve sinapsiden (bağlantı) oluşur. Nöronların diğer nöronlarla yaptığı bağlantıya sinaps adı verilir. Sinaps bir nöronun aksonu ile diğer nöronun hücre gövdesi arasında gerçekleşir. Çalışma prensipleri incelendiğinde dışarıdan gelen uyarılar girdi olarak alınır ve sinapslar yardımıyla diğer bir sinir hücresine iletilirler. Çekirdek bilgileri toplayan merkez olarak çalışırken aksonlar her gelen yeni sinyali ön işleme tabi tutarlar. Ön işlem sinapslara gelen toplam sinyallerin belli bir eşik değerine göre değiştirilmesi durumudur ki, bu durumda öğrenme işleminin gerçekleştiği düşünülür. Bu yaklaşımdan yola çıkılarak yapay sinir ağları oluşturulmuştur [62]. Şekil 4.6'da örnek bir yapay sinir ağı modeli verilmiştir.



**Şekil 4.6.** Yapay Sinir Ağ Modeli.

Şekil 4.6'da yapay sinir ağ modeli gösterilmiştir. Örnek model de üç girişli (G1, G2, G3) giriş katmanı, ara katman, eşik değerleri ve üç çıkışlı (Ç1, Ç2, Ç3) çıkış katmanı kullanılmıştır. Diğer bir örnek olarak Şekil 4.7'deki yapay sinir hücre modeli verilmiştir.





**Şekil 4.7.** Yapay Sinir Hücresi Modeli [55].

Şekil 4.7’den anlaşıldığı üzere yapay sinir hücre modeli girdiler, ağırlıklar (eşik değerler), toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıktıdan oluşmaktadır. Bu sistemin oluşumunda biyolojik sinir hücre yapısı çalışma prensipleri temel alınmıştır. Çizelge 4.2’de biyolojik bir sinir sistemi ile yapay sinir ağları arasındaki benzerlikler verilmiştir.

**Çizelge 4.2.** Biyolojik Sinir Sistemi ve Yapay Sinir Ağları Arasındaki Benzerlikler [55].

<b>BİYOLOJİK SİNİR SİSTEMİ</b>	<b>YAPAY SİNİR AĞLARI</b>
Sinir sistemi	Sinirsel Hesaplama Sistemi
Nöron	İşlem Elemanları
Akson	Eleman Çatısı
Dendit	Toplama Fonksiyonu
Hücre Gövdesi	Aktivasyon (Transfer) Fonksiyonu
Sinaps	Ağırlıklar

#### 4.2.2. Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları

Günümüzde yapay sinir ağları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun en önemli nedeni olarak geleneksel öngörü tekniklerinden farklı ve daha modern olduğu gerçeği pek çok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir. Geleneksel öngörü tekniklerinde problem çözümü için kullanılan yol bir öngörü tekniği seçmek ve buna uygun model oluşturmaktır. Ancak yapay sinir ağları modellerinde problem çözümü için kullanılan yol sinir ağı tasarımı; ağ kurulumu, nöron sayısının belirlenme, ölçme ve aktivasyon fonksiyonlarının belirlenmesinin yanı sıra ağı eğitilmesinden oluşur. Yapay sinir ağlarının avantajları olarak:

- Matematik olarak modellenmesi zor veya karmaşık olan problemlerin çözümünde kullanılması,
- Veriler ve örneklerle sonuca ulaşmada ek bilgilere ihtiyaç olmaması,
- Ağların otomatik olarak örneklerden öğrenmesi,
- Doğrusal olmayan problemlerin çözümünde geleneksel yöntemlere göre çok daha başarılı olmaları,
- Maliyeti diğer yöntemlere oranla daha düşük olması,
- Geleneksel yöntemlerden daha hızlı olması,
- Yeni verilerin oluşumu veya sistemde yapılacak değişiklik durumunda ağı tekrar eğitilebilmesi,
- Öğrenme yetisine sahip olmaları dolayısıyla, farklı öğrenme algoritmalarıyla çalışabilmeleri,
- Gerçek zamanlı problemler için kullanıma uygun olmaları sayılabilir.

Dezavantajlar olarak ise:

- Kural seti kurulması ve buna uygun modelin doğruluğunun kullanıcı tecrübesine bağlı olması,
- Problem hakkında ağdan elde edilen sonucun nasıl oluştuğunun bilinmesi ve bu nedenle ağı davranışlarının açıklanmasının mümkün olmaması,
- Sayısal olmayan problemlerin tanıtılmasında zorluklar yaşanması,
- Eğitimin uzun sürebilmesi,

- Optimum çözümün garanti olmaması ve elde edilen sonucun sadece iyi sonuçlardan biri olması olarak sayılabilir.

### 4.3. Talep Tarafı Yönetiminde Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları

Önceki bölümler de bulanık mantık ve yapay sinir ağları hakkında bilgi verilmiştir. Ancak bulanık mantık ile yapay sinir ağlarının birlikte kullanılması yeni bir yapıyı meydana getirmiştir. Oluşan yeni yapı yapay zeka tekniği adını almıştır. Yapay zeka tekniği, bulanık mantıktan gelen kullanıcı tecrübesi, sözel veri girişi, karar verebilme yeteneği ile yapay sinir ağlarından gelen öğrenme yeteneğini birleştirmiştir. Bu sayede, kullanıcı tecrübelerinin sisteme aktarımı ile doğrusal olmayan, karmaşık problemlere çözüm getirebilmekte ve model kurma yeteneği artmaktadır. Kurulan modellerde ortaya çıkacak hatalar ihmal edilebilmektedir. Bu nedenlerden dolayı mühendislik, işletme, ekonomi, vb. alanlarda kullanılmaktadır.

Beyan ve Baykal'a (2004b) göre, bulanık mantık ve yapay sinir ağlarının birlikte kullanılmasında beş farklı yapı ortaya çıkmaktadır [63]. Bunlar;

- Bulanıklığı sinir ağı çatısına sokmak,
- Bulanık mantık biçimselliği ile sinir ağı tasarlamak,
- Sinir hücrelerinin temel özelliklerini değiştirme,
- Bir ağın kararsızlığı ya da hatası olarak bulanıklık ölçümünün kullanımı,
- Her bir sinir hücrelerini bulanık yapmaktır [61].

Ortaya konulan yapılar, günümüzde geleneksel metotlarla çözümü zor veya bulunamayan konulara çözüm oluşturur. Bu konulardan biri de talep tahminidir. TTY metotlarının kullanılabilmesi için talep tahminlerinin sağlıklı yapılması gerekmektedir. İstatistiksel metotlar ile talep tahminleri yapılabilmektedir. Ancak sadece bu metotlar kullanılarak problem çözme, zaman ve maliyet açısından verimli değildir.

Yapay sinir ağlarının genel yapısında girdi katmanı, talep miktarını etkileyen faktörler iken çıktı katmanı, talep miktarıdır. Aradaki katmanlar ise modele uygun fonksiyonların işlem yaptığı katmanlardır [61].

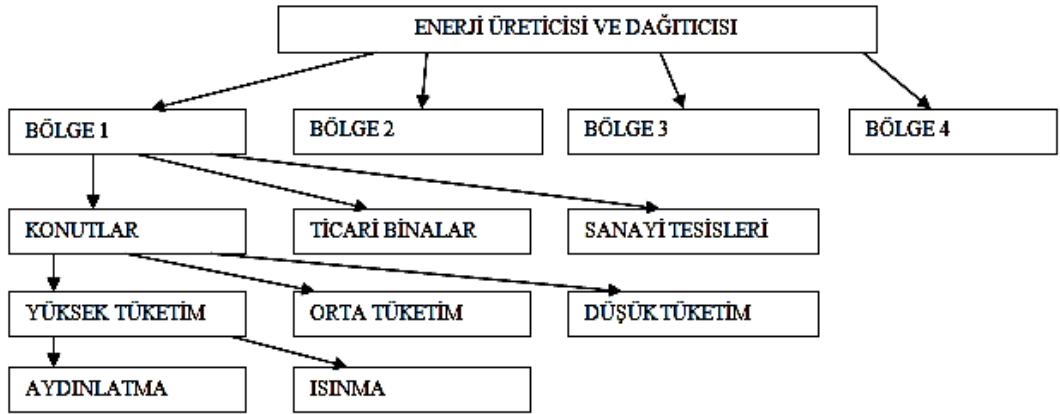
## 5. PİLOT BÖLGE ÇALIŞMASI

### 5.1. Pilot Çalışma Bölgeleri

Yapılan literatür taramalarında, resmi daireler ve/veya eğitim sektörü ile ilgili, ülkemizde yapılmış bir TTY çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, eğitim veren resmi kurumlar TTY açısından incelenmiştir. MEB'e bağlı, İİO ile KÜMF' ye ait aktif-reaktif güç verileri, toplam tüketim verileri, TTY çalışmasının yapılabilmesi için elde edilmiştir. Bu amaçla, bir enerji analizörü, RS485 haberleşme protokolünü kullanabilen haberleşme cihazları ve modem ile alınan verilerin kayıt altına alındığı ve yorumlanabildiği bir yazılım ve sunucu, materyal olarak kullanılmıştır. Bilindiği gibi ülkemizde, 2 dönem olan eğitim, dünyanın çeşitli ülkelerinde 3 dönem olabilmektedir. Bu iki durumdan hangisinin TTY açısından ülkemize uygun olduğunu anlayabilmek ve ülkemizin yük eğrisine etkisini incelemek amacıyla, bu çalışma yapılmaktadır. Bu tezde verilen TTY aktiviteleri, tüketimi azaltmak ve yük kaydırma işlemleri gibi alt TTY yöntemleri kullanılarak yapılmıştır.

Bilindiği üzere enerjinin arz tarafındaki kontrolü, kullanıcıların enerji tüketim alışkanlıklarının kontrol edilmesi ile mümkündür. Kullanıcıların enerji tüketim alışkanlıkları ve şebeke kullanıcılarının enerji talebine cevap verebilmesi için yapılan tüm uygulamalar, TTY başlığı altında toplanmaktadır. Çalışmalarda önceki bölümlerde açıklanan birçok metot uygulanmaktadır [52,51].

Bu tezde, TTY yöntemlerinden iki temel metot ele alınmıştır. İlki yük azaltma ve ikincisi de yük kaydırmadır. Bu yöntemler ile puant talebi azaltma ve yükün uygun zamana kaydırılması sağlanır. Bu amaçla İİO ile KÜMF' ye ait aylık ve yıllık yük grafik verileri elde edilip yukarıda bahsedilen yöntemler uygulanmıştır. Elde edilen yük eğrileri binanın enerji arzını belirlemiştir. TTY metotları ile bu enerjinin arz-talep dengesinin sağlanması amaçlanmaktadır. Yük eğrilerinden elde edilen veriler, yükün puant yaptığı dönemleri belirlemede kullanılmıştır. Buna uygun olarak yük belirleme şeması Şekil 5.1'de verilmiştir.



**Şekil 5.1.** Yük Belirleme Şeması.

Şekil 5.1’de ki şema hazırlanırken üretici ve tüketici tarafından bakılarak sınıflama yapılmıştır. Daha sonra sınıflandırılan bu bölgeler, kendi içerisinde, konutlar, ticari binalar ve sanayi tesisleri olmak üzere üç ana bölüme ayrılır.

Bunlardan her biri yüksek tüketim, orta tüketim ve düşük tüketim olarak alt sınıflara ayrılır. Tüketim birimleri ise en alt basamak olarak ısınma ve aydınlatma şeklinde incelenebilir.

## 5.2. Pilot Bölgeler İçin Yük Şemalarının Belirlenmesi

Çalışma adımlarından ilki binalarda kullanılan enerji tüketim sistemlerinin belirlenmesidir. Pilot yerler için tüketim sistemleri; aydınlatma sistemi ve ısınma sistemi olarak belirlenmiştir. Ancak ısı yüklerinin incelenmesi, Makine Mühendisliği Bölümünün ilgi sahasında olduğundan, bu çalışmada incelenmemiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında, aydınlatma sistemini oluşturan ekipmanlar belirlenmiştir. Aydınlatmayı oluşturan ve enerji tüketiminde etkin en önemli ekipman lambalardır. Bir sonraki adımda lamba tipleri karşılaştırılarak eşit kullanım süresi için ekonomik olanlar belirlenmiştir.

Lamba tiplerine göre harcadıkları güç miktarları, birim fiyatları ve ömürleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

**Çizelge 5.1.** Lamba Türlerine Göre Güç, Birim Fiyat ve Ömür Süreleri.

Lamba türü	Güç (Watt)	Birim Fiyat (TL)	Ömür (h)
Akkor Telli Lamba	100	0.75	750
Floresan Lamba	23	5	10000
Led Lamba	10	10	50000

Çizelge 5.1’e göre, ömür uzunluğu en uzun lamba led lambadır. Bu nedenle led lamba ömür süresi içerisinde, diğer lamba türlerinden kaç adet kullanılacağı aşağıdaki Eşitlik 5.1’den hesaplanabilir.

$$\text{lamba sayısı} = 50000/\text{ömür} \quad (5.1)$$

Eşitlik 5.1’den aynı süre için; 66.66 adet akkor lambaya, 5 adet floresan lambaya, 1 adet led lambaya ihtiyaç duyulacağı hesaplanmıştır. Her lamba türü için 50000 saatte harcadığı enerji miktarları aşağıdaki Eşitlik 5.2’den hesaplanabilir.

$$\text{enerji} = \text{güç} * \text{zaman} \quad (5.2)$$

Eşitlik 5.2’ye göre 50000 saat akkor telli lamba için 5000 kWh, floresan lamba 1150 kWh, led lamba ise 500 kWh tüketmektedir. Eşitlik 5.3’ten Tasarruf Oranı, (TO), hesaplanırsa;

$$TO = \left( \frac{E(\text{Akkor}) - E(\text{Led})}{E(\text{Akkor})} \right) * 100 \quad (5.3)$$

Led lamba ile akkor telli lamba arasındaki tasarruf oranı %90 olarak hesaplanabilir. 50000 saatlik çalışma süresi için hesaplanan enerji miktarının, lamba türlerine göre maliyetleri, Eşitlik 5.4 ile hesaplanabilir.

$$M \text{ (Tüketilecek enerji maliyeti)} = A \text{ (Tüketilecek enerji miktarı)} * (\text{Güncel elektrik bedeli}) \quad (5.4)$$

Yukarıdaki eşitlikte güncel elektrik bedeli 0.40 TL olarak alınmıştır. Bu eşitliğe göre, tüketilecek enerji maliyetleri akkor lamba için 2000 TL, floresan lamba için 460 TL ve led lamba için 200 TL olarak hesaplanmıştır.

Bir sonraki adımda enerji tüketim maliyetine ek olarak sistemin donanım maliyetleri de hesaplanmalıdır. Daha önceki adımlarda 50000 saatlik bir çalışma süresi için kullanılacak lamba türlerinin adetleri hesaplanmıştır. Buna göre donanım maliyetleri eşitlik 5.5'te hesaplanabilir.

$$DM(\text{Donanım maliyeti}) = A(\text{Adet}) * (\text{Lamba Fiyatı}) \quad (5.5)$$

Kullanılacak lambaların türlerine göre donanım maliyetleri, akkor telli lamba için 50 krş, floresan lamba için 25 TL, led lamba için 10 TL olarak hesaplanır. Son olarak lamba türlerine göre toplam maliyetler, akkor telli lamba için 2050 TL, floresan lamba için 485 TL, led lamba için ise 210 TL olarak bulunur. İşlemler sonucunda pilot bölgelerin; sınıflar, yönetim, yemekhane, teknoloji odası, koridor ve ıslak zeminler için 50000 saatlik işletme süresinde kullanılan aydınlatma armatürleri sayısına göre toplam tasarruf bedeli bulunmuştur. Ayrıca tüketicilere uygun olan TTY yöntemlerinden birinin seçimi için gerekli olan bazı matematiksel hesaplamalar bulunmaktadır. Bunlardan biri maliyet hesaplamaları iken, diğer bir önemli olanı tüketimlerde etkili olan güç faktörü eşitlik 5.6'da verilmiştir [49].

$$\text{Güç Faktörü (PF)} = \cos(\theta_v - \theta_i) \quad (5.6)$$

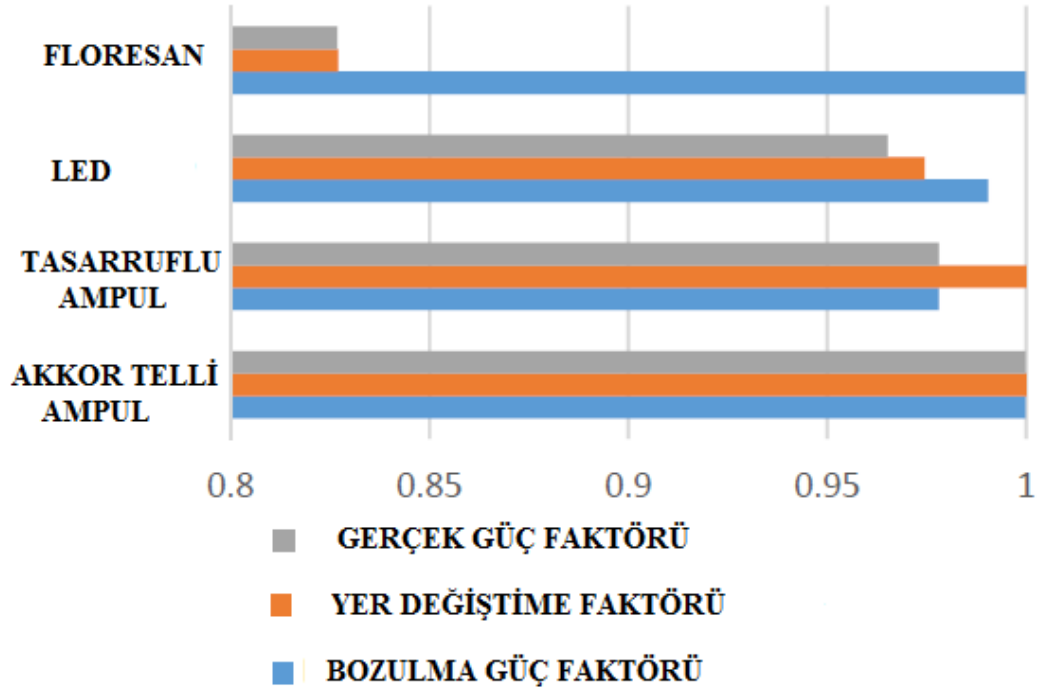
Ancak eşitlik 5.6'da verilen güç faktörü, yalnızca doğrusal lineer denklemler için çalışmaktadır. Doğrusal olmayan lineer denklemlerde güç faktörü ise, harmonik bozulmalara uğramaktadır ve bu bozulmalar aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Bozulma Güç Faktörü (dPF)} = \frac{1}{\sqrt{1+(THDi)^2}} \quad (5.7)$$

$$\text{Yerdeğiştirme Güç Faktörü (DPF)} = \frac{W}{VA} = \cos(\theta_V - \theta_i) \quad (5.8)$$

$$\text{Gerçek Güç Faktörü} = BPF * DPF \quad (5.9)$$

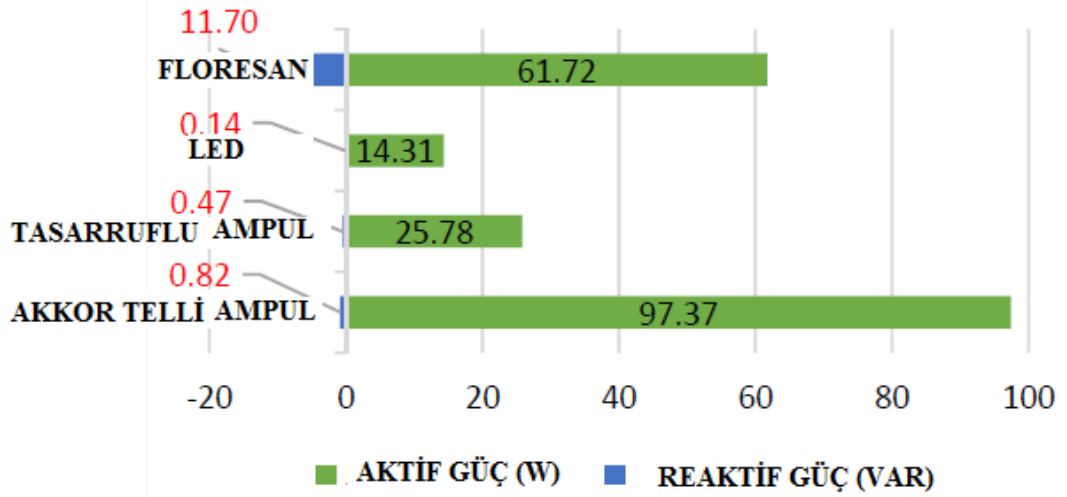
Yukarıdaki eşitliklerde verilen güç faktörü hesaplarından elde edilen sonuçlar, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3'te vermiştir.



**Şekil 5.2.** Farklı Lamba Türleri İçin Güç Faktörleri [49].

Şekil 5.2'de görüldüğü üzere, floresan, led, tasarruflu ampul ve akkor telli ampul arasında gerçek güç faktörü, yer değiştirme güç faktörü ve bozulma güç faktörü arasındaki fark görülmektedir.





**Şekil 5.3.** Farklı Lamba Türleri İçin Tüketilen Güç Miktarları [49].

Şekil 5.3'te görüldüğü üzere, dört ayrı lamba türüne göre aktif güçler ve reaktif güçler hesaplanmıştır. Seçilecek lambanın türüne göre, talep tarafı yöntemlerinden, puant talebi azaltma ve talep tasarrufu sağlanmaktadır. Aydınlatma ile ilgili hesaplardan sonra, yük eğrilerinin düzeltilmesi gereklidir. Bu amaçla TTY yöntemleri 2 ayrı pilot bölgeye uygulanmıştır. Aşağıda sırasıyla açıklanacaktır.

### 5.2.1. İncekaralar İlköğretim Okulu

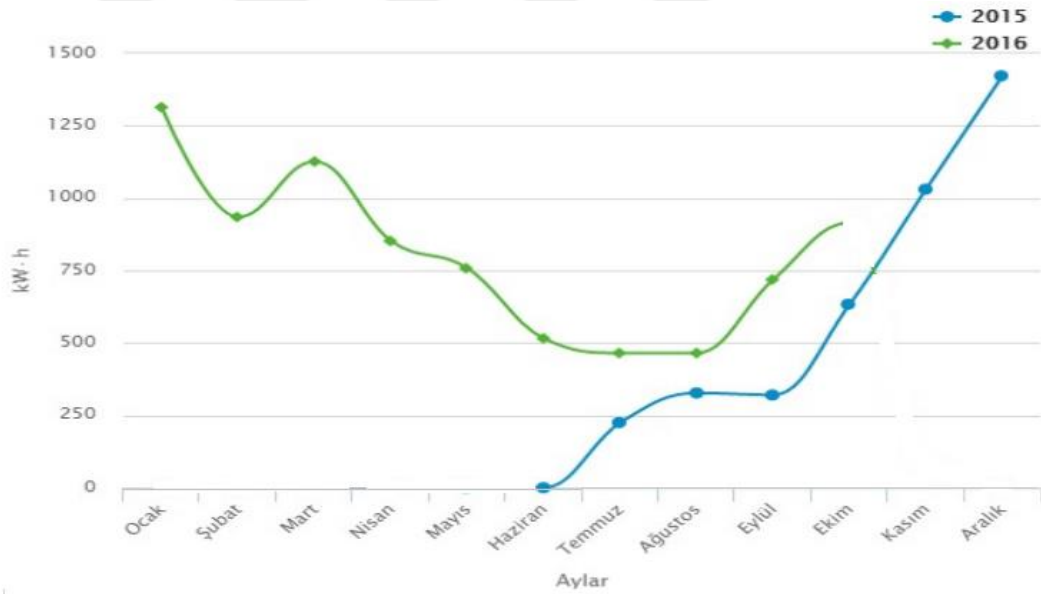
MEB'de uygulanacak talep tarafı yönetim stratejileriyle, aydınlatma ve ısınma giderlerinin azaltılması için, armatür değişimi ve mantolama uygulamalarının yanı sıra, elde edilen yük eğrilerine uygun yeni stratejiler geliştirilmelidir. Bu amaçla, TTY metotlarından olan yük kaydırma çalışmasının yapıldığı, yeni bir akademik takvim önerilmektedir. Yani tüketici alışkanlığı değiştirilmeye çalışılmaktadır.

TTY metotlarının uygulanması için pilot bölge olarak belirlenen İİÖ, MEB akademik takvimine göre eğitim öğretim dönemlerini düzenlemektedir.

Dönemler, MEB tarafından, 1.Dönem, Ara tatil, 2.Dönem ve Yaz tatili olmak üzere dört dönem şeklinde belirlenmiştir. Bu dönemlere ait yük eğrileri, kurulan izleme sistemi ile elde edilmiştir. İzlemenin başlaması 02/07/2015 tarihi itibari ile olup, 14/11/2016 tarihine kadar olan veriler tez çalışması içerisinde kullanılmış ve bu veriler üzerinden önerilerde bulunulmuştur. Bu amaçla, öncelikle, kuruma ait yıllık, dönemlik, aylık ve günlük yük eğrileri çıkarılıp incelenmiştir.

### 5.2.1.1. Yıllık Yük Eğrisi

Pilot kurum olarak seçilen MEB'e bağlı İİO, izleme sistemine 02/07/2015 tarihi itibariyle dahil olmuştur. Aşağıda, Şekil 5.4'te, kuruma ait yıllık yük eğrisi verilmiştir.



Şekil 5.4. 2015-2016 Yılları İçin Aylara Göre İİO Toplam Tüketim Miktarı.

Okulun aylara göre tüketim miktarı incelendiğinde, maksimum 1480 kWh ve minimum 240 kWh enerji tüketildiği görülmektedir. Tüm aylara ait veriler, aşağıda Çizelge 5.2'de, maksimum ve minimum değerler olarak verilmiştir.

**Çizelge 5.2. İİO'nun Aylara Göre Maksimum-Minimum Enerji Tüketim Miktarları.**

<b>Aylar</b>	<b>Max Enerji Tüketimi (kWh)</b>	<b>Min Enerji Tüketimi (kWh)</b>
<b>Temmuz 2015</b>	19.04	2.04
<b>Ağustos 2015</b>	18.159	2.45
<b>Eylül 2015</b>	16.178	5.945
<b>Ekim 2015</b>	44.874	8.24
<b>Kasım 2015</b>	62.774	10.895
<b>Aralık 2015</b>	78.84	19.95
<b>Ocak 2016</b>	67.457	16.595
<b>Şubat 2016</b>	52.52	11.56
<b>Mart 2016</b>	65.950	3.425
<b>Nisan 2016</b>	84.973	8.958
<b>Mayıs 2016</b>	40.924	8.124
<b>Haziran 2016</b>	27.24	12.654
<b>Temmuz 2016</b>	15.0	15.0
<b>Ağustos 2016</b>	15.0	15.0
<b>Eylül 2016</b>	27.65	12.654
<b>Ekim 2016</b>	42.824	27.534

Görüldüğü gibi enerji tüketiminin en fazla olduğu ay Nisan ve en az olduğu ay Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Bu durumun oluşmasında en önemli faktör MEB akademik takvimidir. MEB takviminde, Temmuz ve Ağustos ayları yaz tatili dönemindedir. Ancak Nisan ayı MEB akademik takvime göre eğitimin olduğu 2. dönemdir.

#### **5.2.1.2. Dönemlik Yük Eğrileri**

MEB'de şuan uygulanan 2 dönemlik eğitim sisteminde, TTY stratejileri uygulaması için, 2015-2016 Eğitim Öğretim yılı akademik takvimine bağlı grafikler elde edilmiştir. 1. Dönem; Ekim-Şubat ayları arasını, Ara Dönem; Şubat ayını, 2. Dönem; Mart-Temmuz ayları arasını, Yaz tatili ise Temmuz-Ekim ayları arasını kapsamaktadır. Buna göre elde edilen maksimum ve minimum değerler Çizelge 5.3'te verilmiştir.

**Çizelge 5.3.** İİO'nun Dönemlere Göre Maksimum-Minimum Enerji Tüketim Miktarları.

Aylar	Max Enerji Tüketimi (kWh)	Min Enerji Tüketimi (kWh)
<b>Birinci Dönem</b>	78.28	8.24
<b>Ara Tatil</b>	52.52	11.56
<b>İkinci Dönem</b>	65.950	3.425
<b>Yaz Tatili</b>	27.65	15.0

Ayrıca, bazı aylar için çizdirilen grafik Şekil 5.5'te verilmiştir.



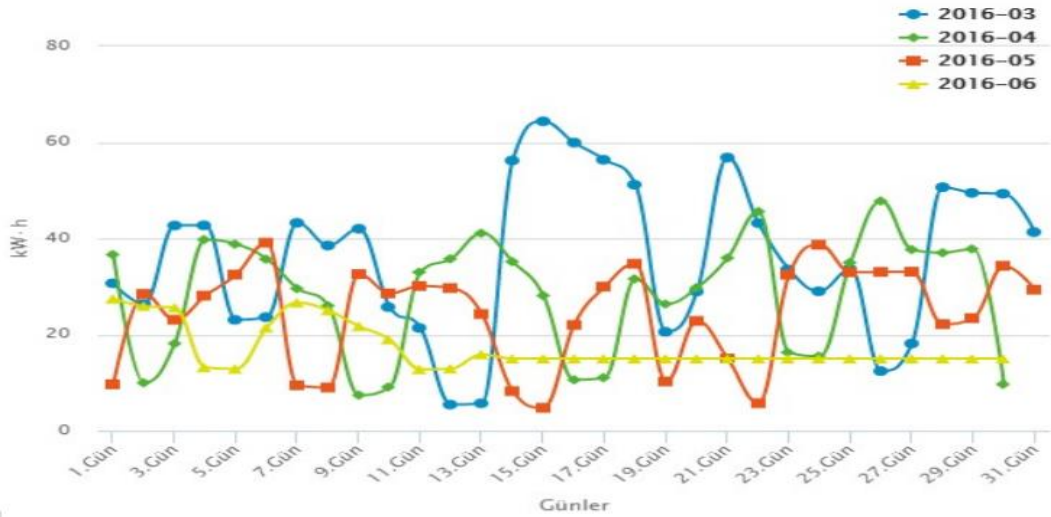
**Şekil 5.5.** Birinci Dönem İİO Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.5'te görüldüğü üzere 1. Dönem günlere göre tüketim miktarı maksimum 78.28 kWh, minimum 8.24 kWh değerini almaktadır. Şekil 5.6'da ise, tatil dönemine ait toplam tüketim miktarları çizdirilmiştir.



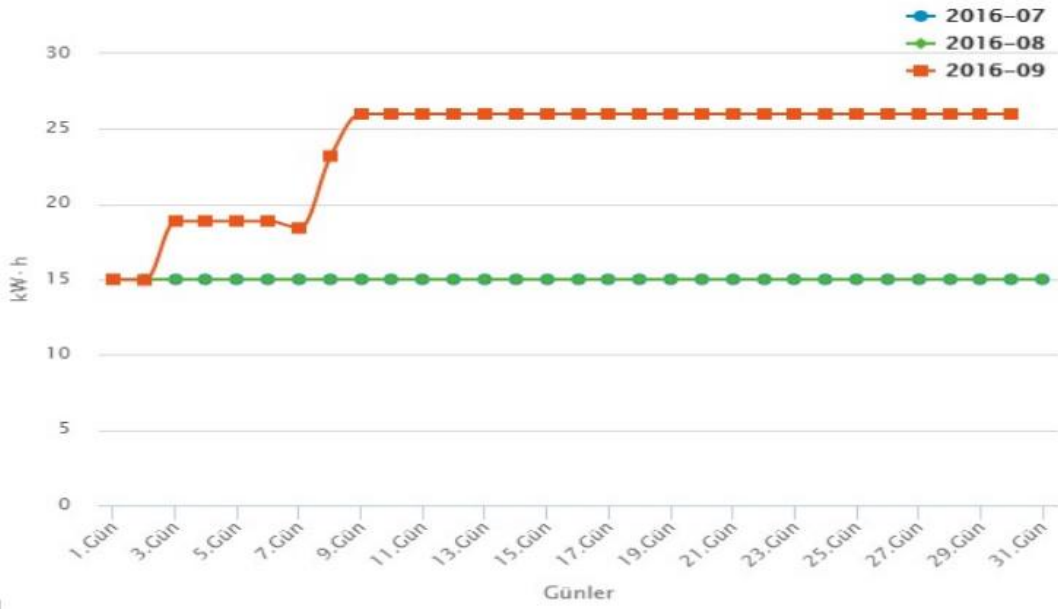
**Şekil 5.6.** İİO Ara Tatil Toplam Tüketim Miktarı.

Tatil dönemi olan Şubat ayının tüm günlerine ait olan tüketim miktarlarının gösterildiği Şekil 5.6'ya göre, maksimum tüketim 53.056 kWh ve minimum tüketim 16.988 kWh olarak görülmektedir.



**Şekil 5.7.** İİO İkinci Dönem Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.7’de 2. Dönem Mart-Haziran aylarını kapsayan günlere ait maksimum 65.950 kWh ve minimum 3.425 kWh olan tüketim eğrisi görülmektedir.



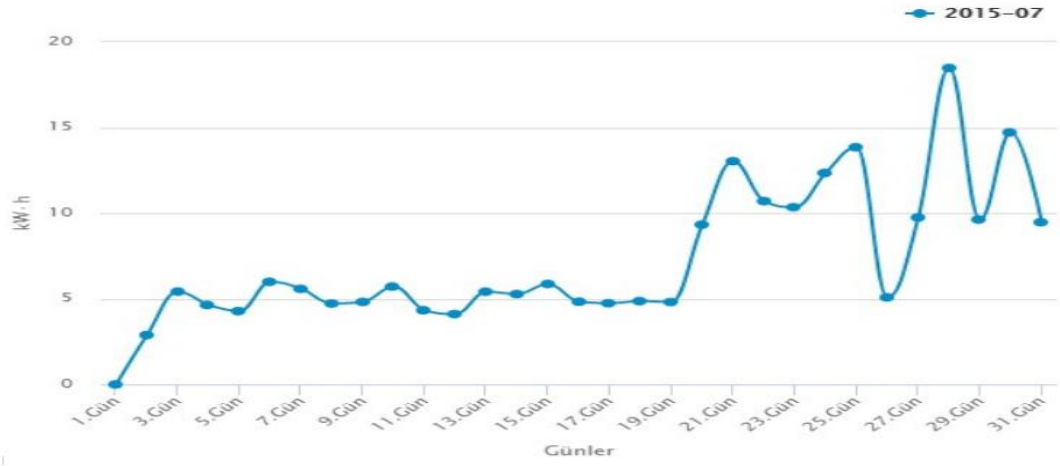
Şekil 5.8. İİO Yaz Tatili Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.8’de Temmuz-Eylül aylarını kapsayan yaz tatili dönemi günlerine ait maksimum 27.658 kWh ve minimum 15.012 kWh olan tüketim eğrisi verilmiştir. Dönemlik yük eğrileri de yıllık yük eğrisi gibi doğrusal çıkmamaktadır.

### 5.2.1.3. Aylık Yük Eğrileri

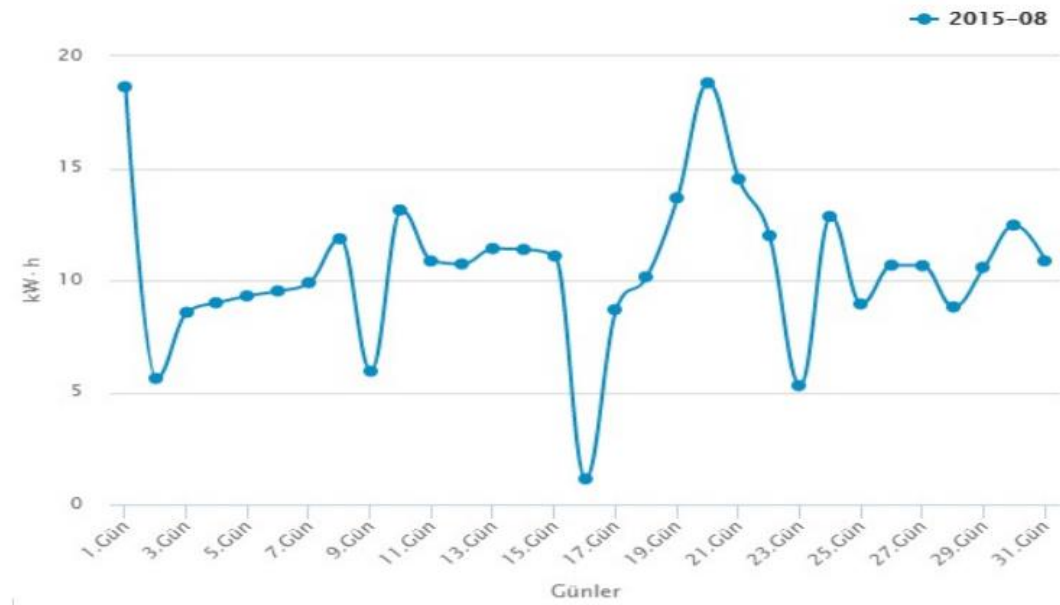
Günlük yük eğrilerinden görülmeyen, orta vadeli tüketim alışkanlığını görmek için aylık tüketim eğrileri kullanılmaktadır. Çalışmaya konu olan İİO’nun, aylık toplam tüketim grafikleri aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Şekil 5.9’da Temmuz ayı toplam tüketim miktarları grafiklerine göre maksimum toplam tüketim miktarı 19.04 kWh, minimum ise 2.04 kWh olduğu görülmektedir (takip cihazı ilk gün veri almamıştır).



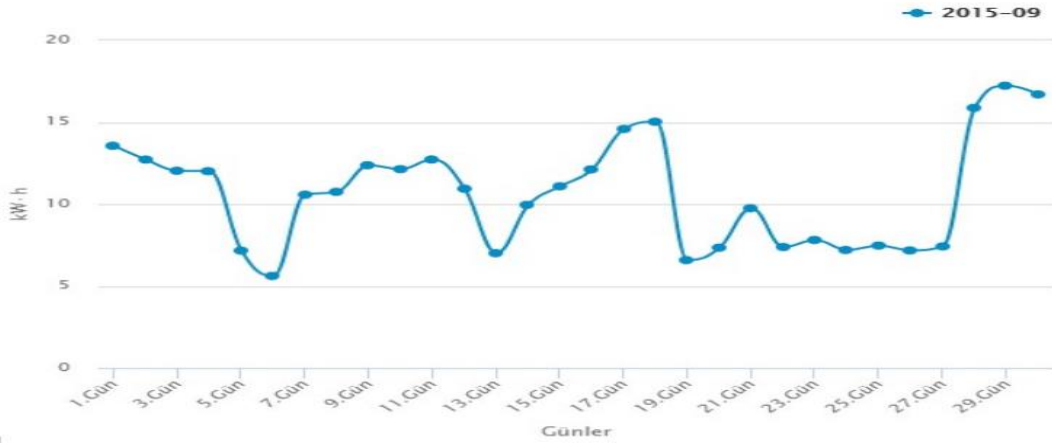
**Şekil 5.9.** İİO 2015 Temmuz Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Aynı şekilde, Şekil 5.10'da Ağustos ayı toplam tüketim miktarları grafikleri verilmiştir.



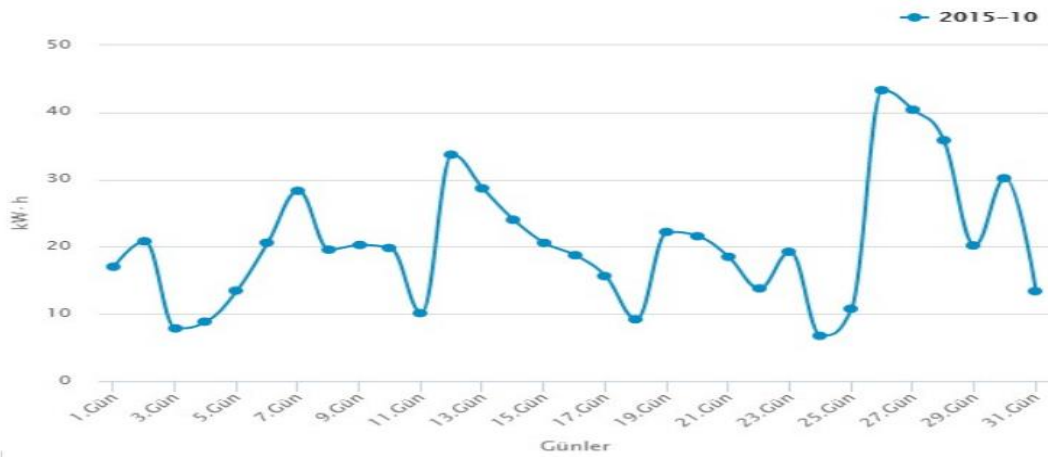
**Şekil 5.10.** İİO 2015 Ağustos Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Eylül ayına ait grafikte ise Şekil 5.11’den de görüldüğü üzere Eylül ayı toplam tüketim miktarları incelenmiştir. Burada maksimum toplam tüketim miktarının 16.178 kWh, minimum 5.945 kWh olduğu görülmektedir.



**Şekil 5.11.** İİO 2015 Eylül Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

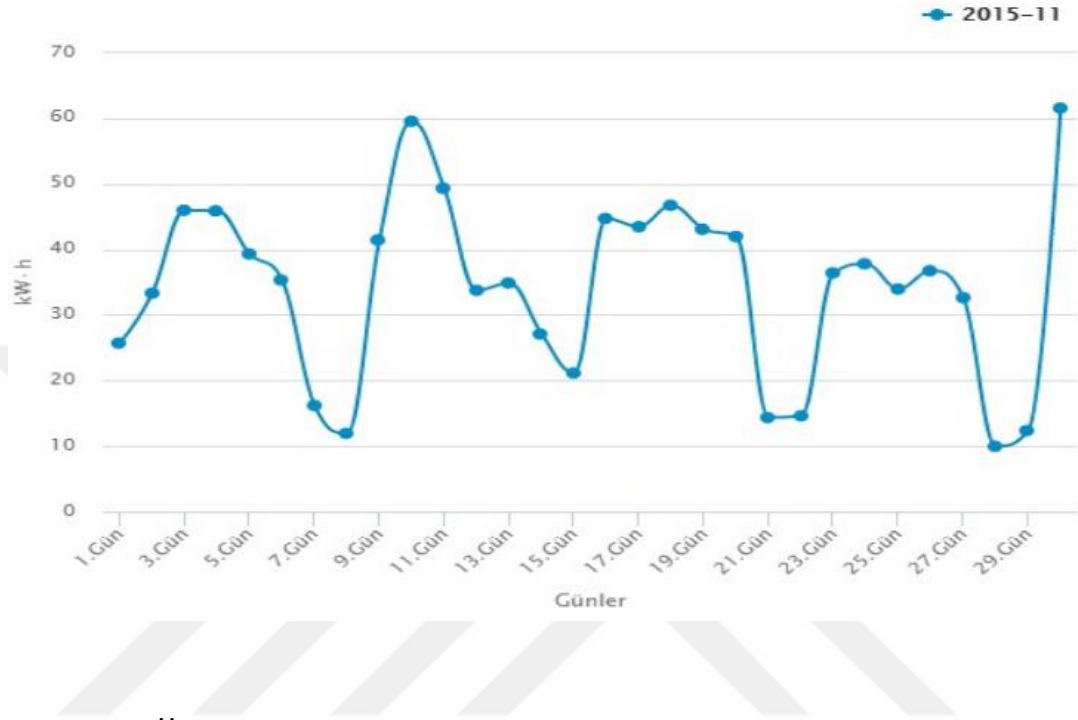
Şekil 5.12’de Ekim ayı toplam tüketim miktarlarının grafiğe göre maksimum toplam tüketim miktarının 44.874 kWh, minimum 8.24 kWh olduğu görülmektedir.



**Şekil 5.12.** İİO 2015 Ekim Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

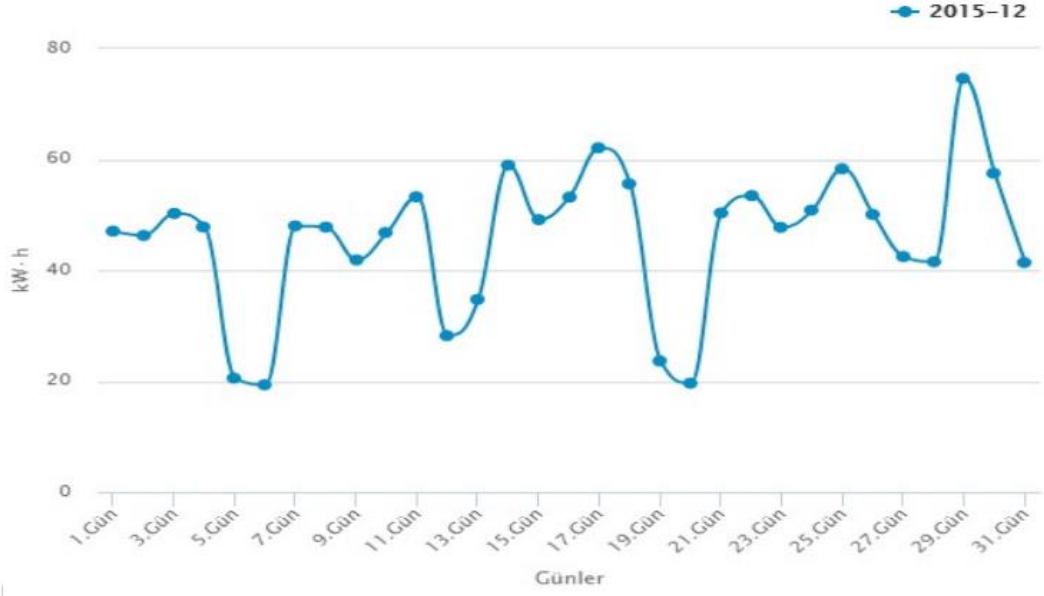


Şekil 5.13'te görüldüğü üzere Kasım ayı toplam tüketim miktarları verilmiştir. Şekil 5.13'te maksimum toplam tüketim miktarının 62.774 kWh, minimum 10.895 kWh olduğu görülmektedir.



**Şekil 5.13.** İİO 2015 Kasım Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Aralık ayı verileri Şekil 5.14'te verilmiş ve maksimum toplam tüketim miktarı 78.84 kWh ve minimum 19.95 kWh olduğu görülmektedir.



**Şekil 5.14.** İİO 2015 Aralık Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.15’de ise Ocak ayı toplam tüketim miktarları grafikleri verilmiştir. Şekil 5.15’e göre maksimum toplam tüketim miktarının 67.457 kWh ve minimum 16.595 kWh olduğu görülmektedir.



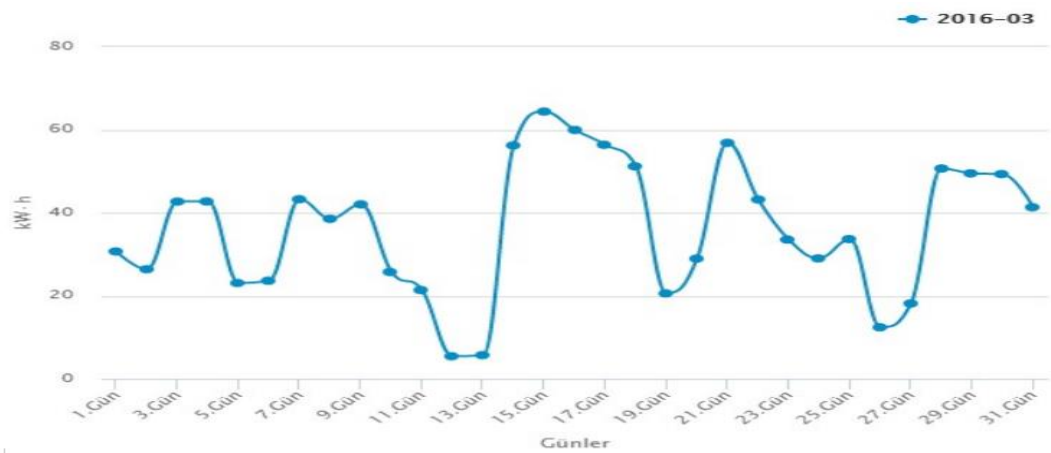
**Şekil 5.15.** İİO 2016 Ocak Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şubat ayı toplam tüketim miktarlarının grafiği Şekil 5.16'da verilmiş olup maksimum toplam tüketim miktarının 52.52 kWh, minimum ise 11.56 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.16. İİO 2016 Şubat Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.17'de görüldüğü gibi toplam tüketim miktarının Mart ayı için maksimum 65.950 kWh ve minimum 3.425 kWh olarak görülmektedir.



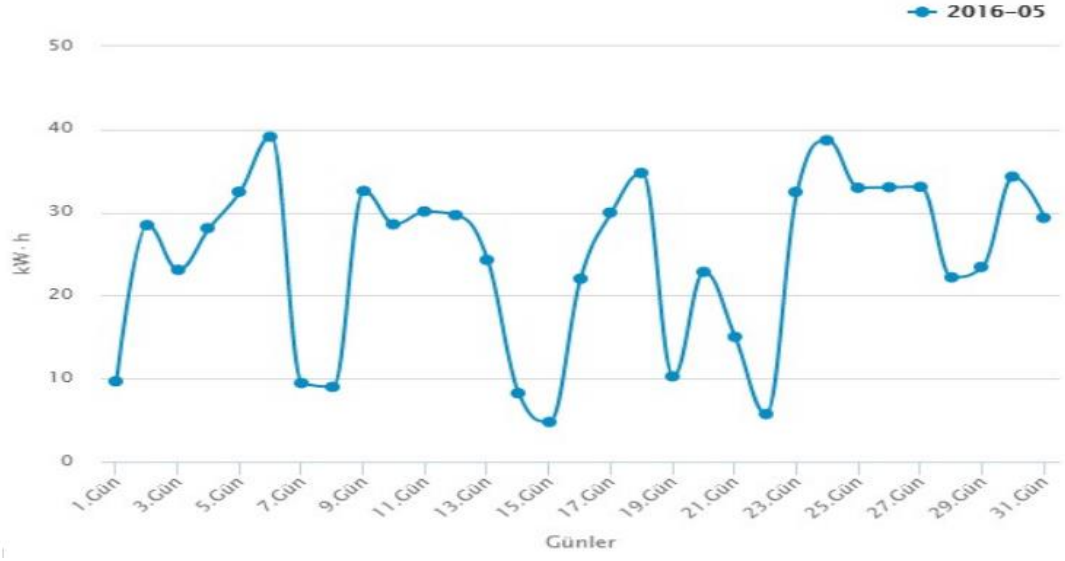
Şekil 5.17. İİO 2016 Mart Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.18’de ise Nisan ayı toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Şekil 5.18’e göre maksimum toplam tüketim miktarının 84.973 kWh ve minimum 8.958 kWh olduğu görülmektedir.



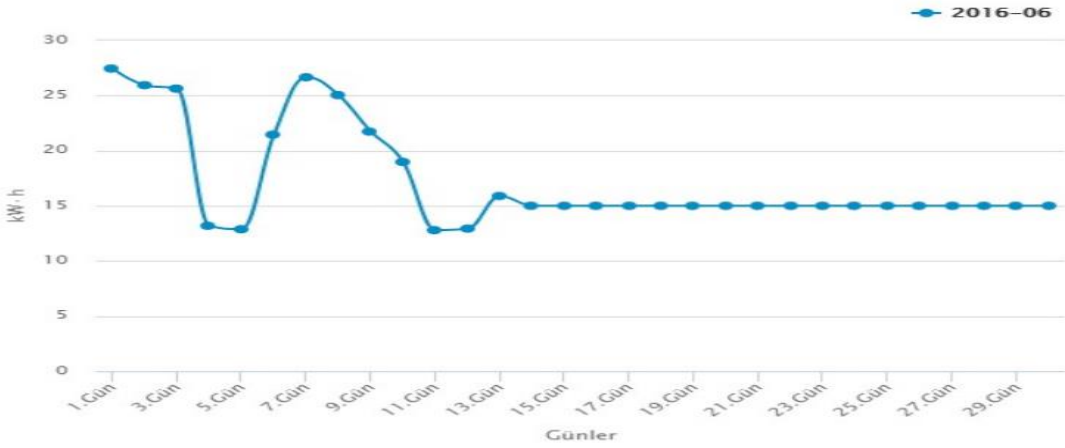
**Şekil 5.18.** İİO 2016 Nisan Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.19’da ise Mayıs ayı toplam tüketim miktarlarının grafiği verilmiştir. Şekil 5.19’da göre maksimum toplam tüketim miktarının 40.924 kWh ve minimum 8.124 kWh olarak görülmektedir.



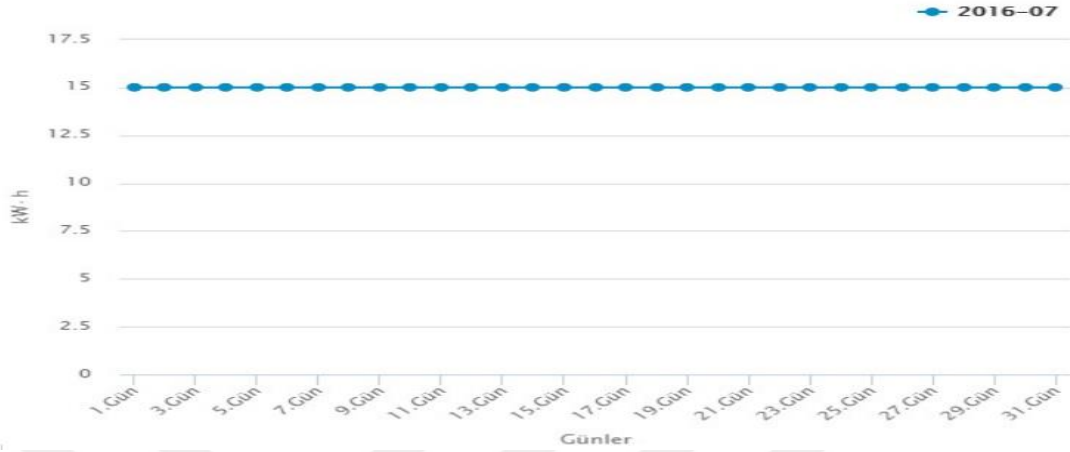
**Şekil 5.19.** İİO 2016 Mayıs Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.20’de Haziran ayı toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Şekil 5.20’de göre maksimum toplam tüketim miktarının 27.24 kWh, minimum ise 12.654 kWh olduğu görülmektedir.



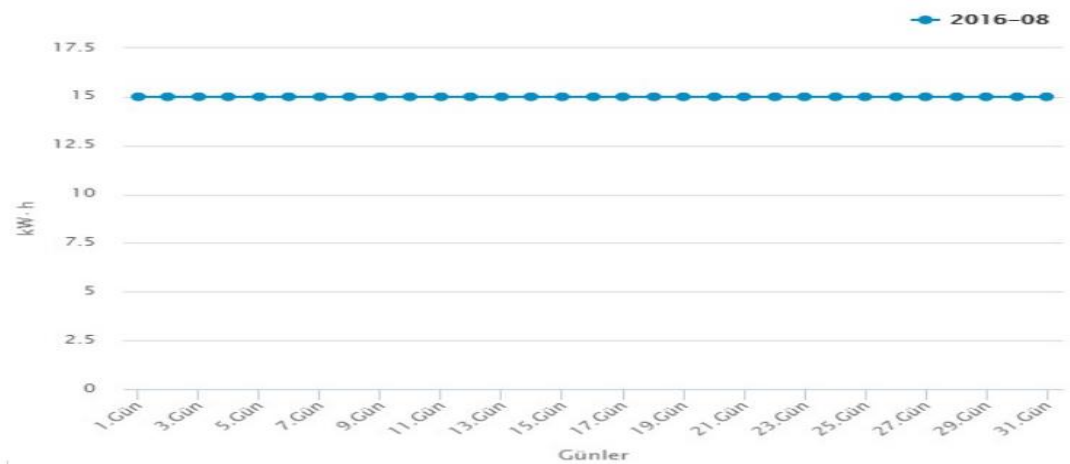
**Şekil 5.20.** İİO 2016 Haziran Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.21’de Temmuz ayı toplam tüketim miktarlarının grafiği verilmiştir. Bu grafiğe göre tüketim miktarının sabit olup 15.0 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.21. İİO 2016 Temmuz Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.22’de Ağustos ayı toplam tüketim miktarlarının grafiği verilmiştir. Buna göre tüketim miktarının önceki ay olan Temmuzla aynı olup 15.0 kWh olduğu görülmektedir.



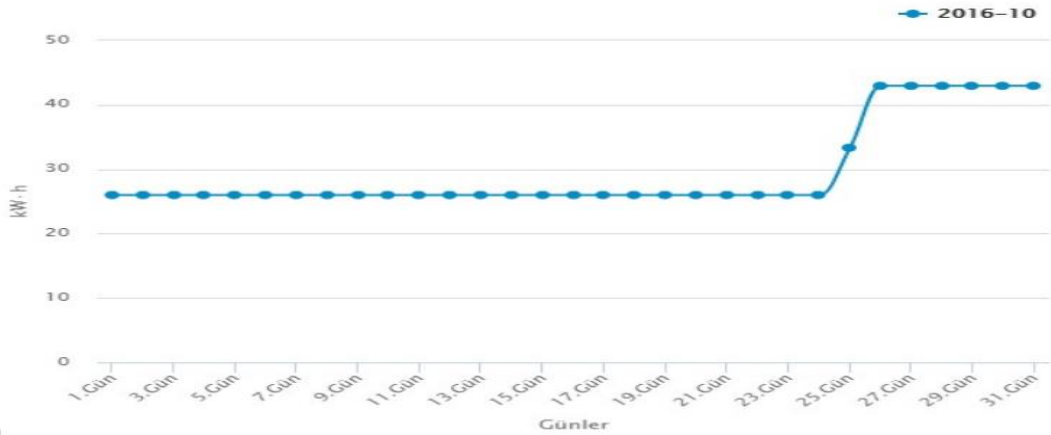
Şekil 5.22. İİO 2016 Ağustos Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Eylül ayı toplam tüketim miktarlarının grafiği Şekil 5.23'te verilmiştir. Bu grafiklere göre toplam tüketim miktarının 27.24 kWh, minimum ise 12.65 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.23. İİO 2016 Eylül Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.24'te Ekim ayı toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Bu grafiğe göre maksimum toplam tüketim miktarının 42.824 kWh, minimum ise 27.534 kWh olduğu görülmektedir.



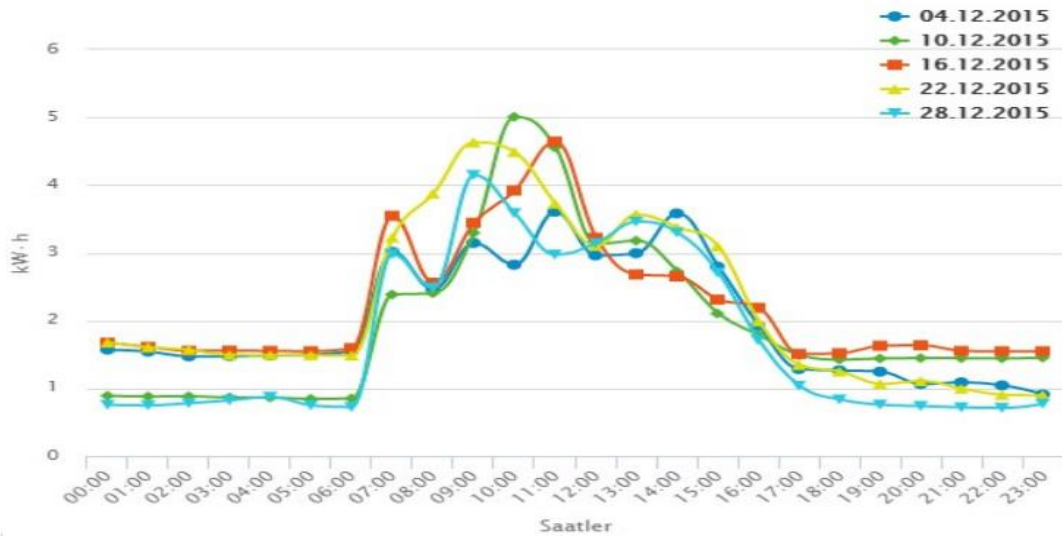
Şekil 5.24. İİO 2016 Ekim Ayı Toplam Tüketim Miktarı.

#### 5.2.1.4. Günlük Yük Eğrileri

Kısa vadeli tüketim alışkanlığı için günlük yük eğrileri verilmektedir. Eğitim öğretimin aktif olduğu hafta içi ve tatil olan hafta sonu olmak üzere iki ayrı grafikte, bazı aylara göre toplam tüketim miktarları aşağıda verilmiştir.

MEB akademik takvimine göre dört dönemden her biri için maksimum tüketim miktarlarının olduğu ayın hafta içi ve hafta sonu toplam tüketim miktarları saat bazında incelenmiştir. 1. Dönem için Aralık ayı ve 2. Dönem için Nisan ayı incelenmiştir.

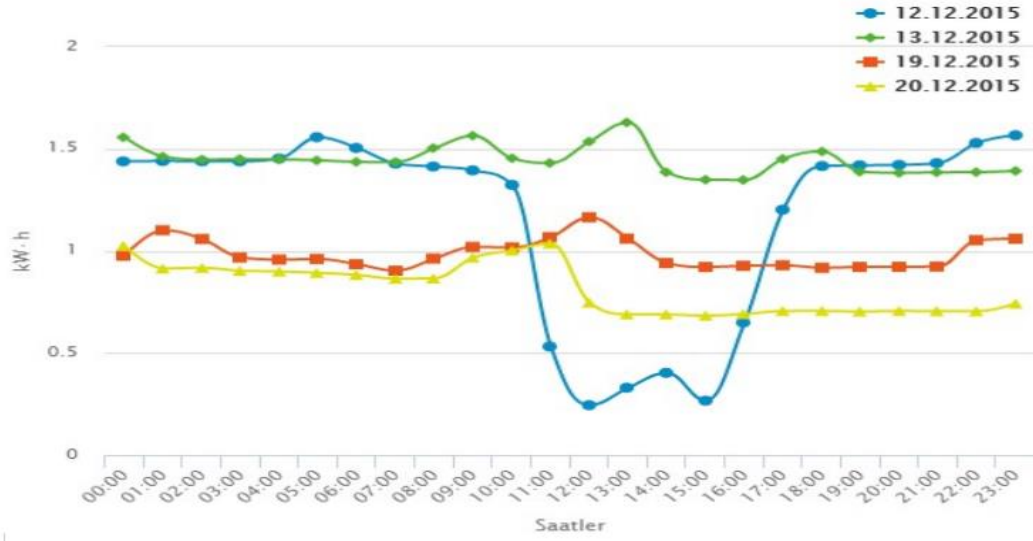
Şekil 5.25'te Aralık ayı hafta içi toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Bu grafiğe göre pazartesi, salı, çarşamba, perşembe ve cuma günleri incelendiğinde gün içerisinde tüketimin maksimum 5.04 kWh ve minimum 0.94 kWh olarak görülmektedir.



Şekil 5.25. İİO 2015 Aralık Ayı Hafta İçi Toplam Tüketim Miktarı.

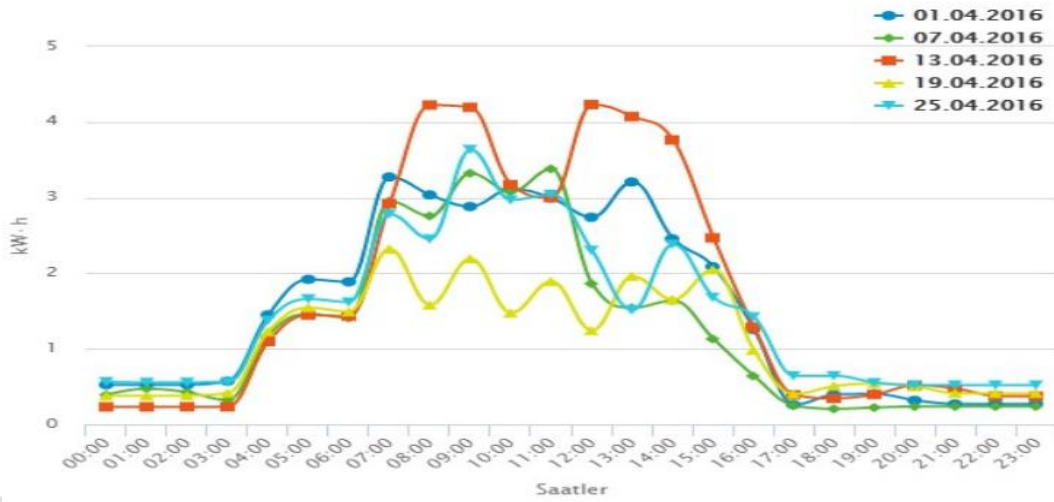
Şekil 5.26'da Aralık ayı hafta sonu toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Bu grafiğe göre cumartesi ve pazar günleri incelendiğinde gün içerisinde tüketimin maksimum 1.53 kWh ve minimum 0.38 kWh olduğu görülmektedir.





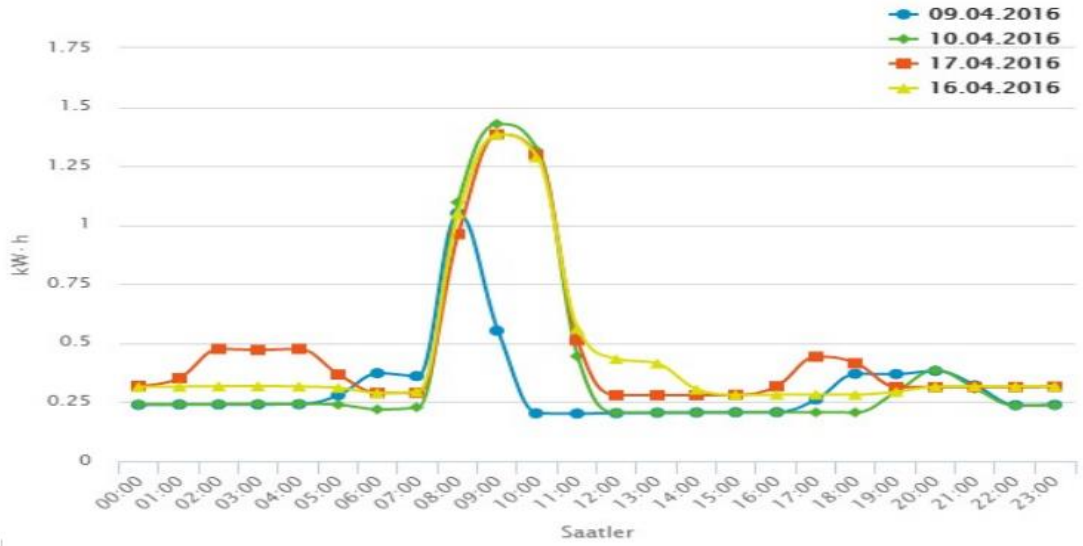
Şekil 5.26. İİO 2015 Aralık Ayı Hafta Sonu Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.27’de Nisan ayı hafta içi toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Bu grafiğe göre pazartesi, salı, çarşamba, perşembe ve cuma günleri incelendiğinde gün içerisinde tüketimin maksimum 5.38 kWh, minimum ise 0.28 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.27. İİO 2016 Nisan Ayı Hafta İçi Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.28’de Nisan ayı hafta sonu toplam tüketim miktarlarının grafikleri verilmiştir. Bu grafiğe göre cumartesi ve pazar günleri incelendiğinde tüketimin gün içerisinde maksimum 1.40 kWh ve minimum 0.23 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.28. İİO 2016 Nisan Ayı Hafta Sonu Toplam Tüketim Miktarı.

Yine görüldüğü gibi enerji tüketimi saat bazında da büyük değişiklikler göstermektedir.

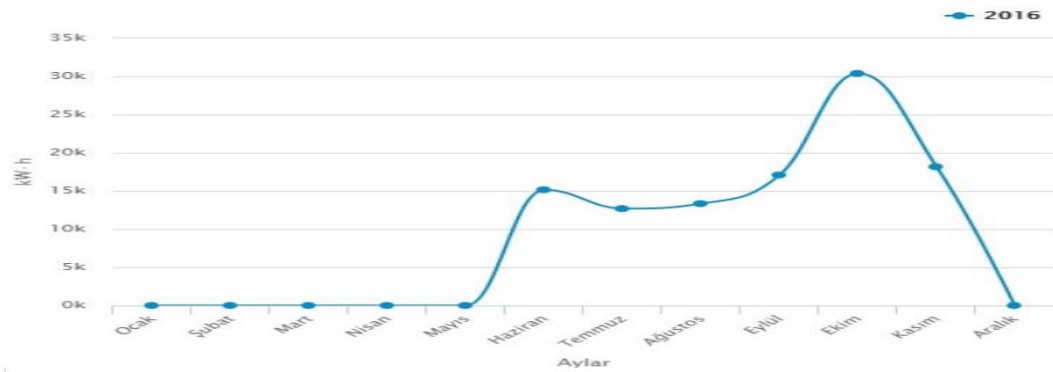
### 5.2.2. Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

KÜMF’de uygulanacak talep tarafı yönetim stratejilerinden, aydınlatma ve ısınma giderlerinin azaltılması için, armatür değişimi ve mantolama uygulamalarının yanı sıra elde edilen yük eğrilerine uygun yeni stratejiler geliştirilmelidir. Bu amaçla MEB’deki dönem kaydırma mantığına benzer şekilde, TTY metotlarından, yük kaydırma çalışmasının yapıldığı yeni bir çalışma takvimi, fakülte için önerilmektedir. Burada amaç, enerjinin tasarrufu ve verimli kullanılmasını sağlamaktır.

Dönemler; KÜMF tarafından belirlenmiş, 1.Dönem, Ara tatil, 2.Dönem ve Yaz tatili olmak üzere dört dönemdir. Bu dönemlere ait yük eğrileri elde etme çalışmasının yapılması amacıyla kullanılan ekipmanlar, Kırıkkale Üniversitesine sunulmuş olan 2016/014 numaralı, 06/04/2016 tarihli, Bilimsel Araştırma Projesi (BAP), tarafından karşılanmış ve veriler bu proje sonucunda elde edilmiştir. İzlemenin başlaması, 03/06/2016 tarihi itibari ile olup, 15/11/2016 tarihine kadar olan veriler tez çalışması içerisinde kullanılmış ve bu veriler üzerinden belli önerilerde bulunulmuştur. Aşağıda sırasıyla elde edilen yük eğrileri verilecektir.

### 5.2.2.1. Yıllık Yük Eğrisi

Pilot okul olarak seçilen KÜMF izleme sistemine 03/06/2016 tarihi itibariyle dahil olmuştur. Bu tarihten sonra elde edilen yıllık yük eğrisi aşağıda verilmiştir.



**Şekil 5.29.** 2016 Yılı İçin Aylara Göre KÜMF Toplam Tüketim Miktarı.

Şekil 5.29'dan görüldüğü üzere 03/06/2015 ile 01/11/2016 tarihi arası toplanan verilerde, aylara göre tüketim miktarı maksimum 31.400 kWh, minimum ise 18.245 kWh aralığındadır (Mayıs ayı öncesindeki aylar karşılaştırma dışında tutulmuştur). MEB' de olduğu gibi, burada da yük eğrisi problemlidir.

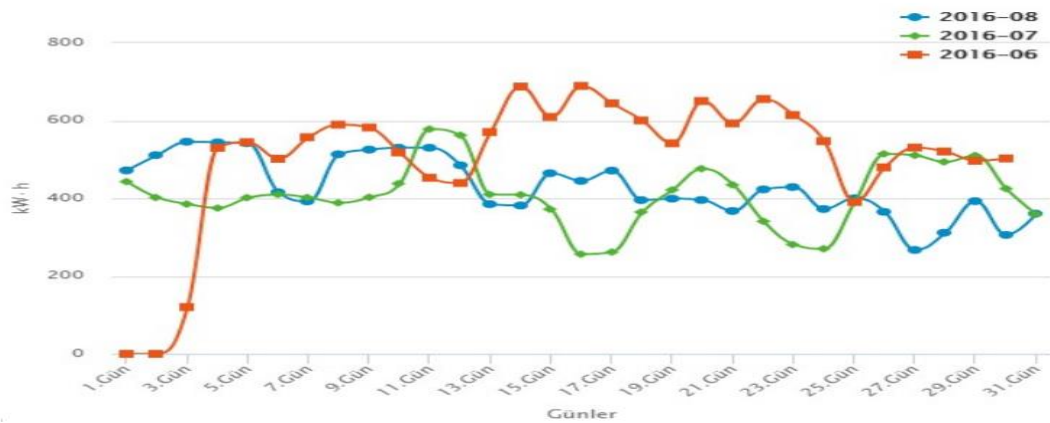
### 5.2.2.2. Dönemlik Yük Eğrileri

Aşağıda 1. Dönemin yük eğrisi verilmektedir. Ay bazında yapılan incelemede Eylül-Ekim ayları için Şekil 5.30’da görüldüğü gibi maksimum 40.28 kWh ve minimum ise 8.24 kWh olarak enerji tüketildiği görülmektedir.



Şekil 5.30. KÜMF 2016 Eylül ve Ekim Ayları Tüketim Miktarı.

Şekil 5.31’de verilen Yaz Tatilinde aylara göre toplam tüketim miktarının maksimum 15.74 kWh ve minimum 12.67 kWh olduğu görülmektedir.



Şekil 5.31. KÜMF 2016 Haziran-Temmuz-Ağustos Ayları Tüketim Miktarı.

İzleme cihazlarının sisteme Haziran-Ekim ayları arasında bağlı kalmasından dolayı diğer dönemlere ait grafikler çizilememiştir. Dönemlik grafiklerde de doğrusal olmayan durumlar devam etmektedir.

### **5.2.2.3. Haftalık Ortalama Yük Miktarı**

KÜMF verileri incelendiğinde, ders programında yapılacak değişimlerin belirlenmesi için, haftalık yük miktarlarının gün ve saat bazında belirlenmesi gerektiği görülmüştür. Bu nedenle, ders günleri olan, Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cuma günü için, veriler ileriki bölümlerde verilen Çizelge 5.5'te verilmiştir.



### **5.3. Pilot Bölge Uygulamaları**

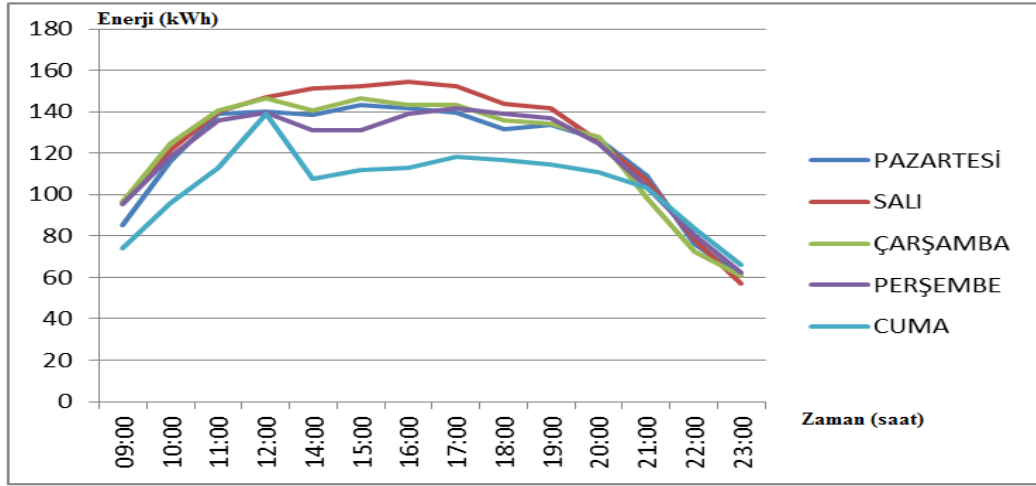
#### **5.3.1. Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Uygulaması**

Pilot bölge olarak belirlenen KÜMF için uygulanacak TTY metotlarının belirlenmesi için belli yaklaşımlarda bulunulmuştur. Bölüm 5.2.2’de edilen verilere, Bölüm 3’te TTY yöntemlerinin uygulanması için Matlab’da Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları modelleri tasarlanmıştır. Bu durum İİO için sınıf ve ders programları bilinmediğinden uygulanmamıştır.

Giriş olarak gereken yük eğrileri, binanın enerji arzını belirlemiştir. Ayrıca KÜMF kapasite kullanım miktarları, saatlik kullanım miktarları, haftalık, günlük ve saatlik yük tüketim miktarları; 14 haftalık Güz Dönemi ve 3 Haftalık Bahar Dönemi için incelenmiştir. Bu verilerin yorumlanması için, Mühendislik Fakültesi tarafından hazırlanan bölüm ders programları kullanılmıştır.

Mühendislik Fakültesi derslikler ve laboratuvarlar, saatlik olarak ve öğrenci sayılarına uygun şekilde Excel çizelgesine yerleştirilmiştir. Sınıf kapasiteleri önceden belli olduğundan, kapasite kullanım oranları saat ve gün bazında belli olmuştur.

Ayrıca SmartPower izleme sisteminden çekilen veriler ile günlük, saatlik ve aylık olarak Güz dönemi için bütün yük miktarları elde edilmiştir [64]. 14 Haftalık Güz programı için tüketilen yük miktarları ortalama değerleri gün bazında Şekil 5.32’de verilmiştir.



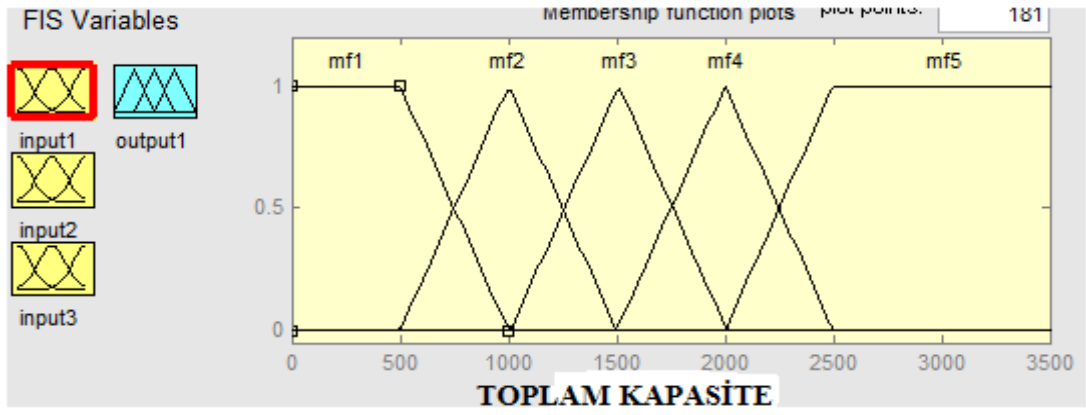
Şekil 5.32. KÜMF Güz Dönemi Toplam Yük.

Şekil 5. 32 incelendiğinde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır:

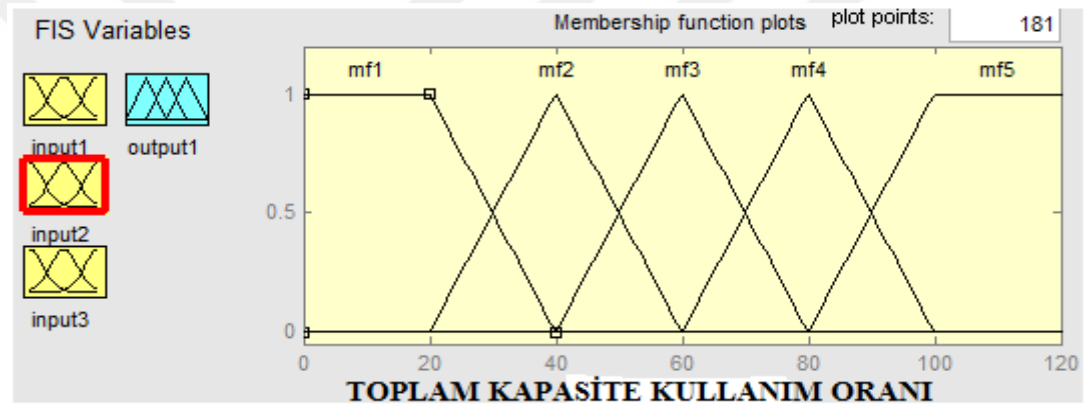
- Hafta içi eğitim, günlere dengeli olarak dağıtılmamıştır,
- Program yoğunluğu, Salı maksimum, Cuma minimum olacak şekildedir,
- İlk ders saati çoğunlukla 09:00 itibari ile başlamıştır,
- Öğrenci yoğunluğunun ve yük tüketim miktarlarının en fazla olduğu saat aralıkları 13:00-15:00 olarak gözlenmiştir.
- Programda ders yoğunluğu, tüm günlerde, 19:00 itibari ile azalmaya başlamıştır.

Oluşan bu durumların öğrenci sayıları ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür. Saat bazlı inceleme yapıldığından, dönem programındaki ders programları önem kazanmıştır. Programın düzeltilmesi halinde tüketici tarafının enerji tüketiminin de düzeleceği ve sabit bir yük eğrisi elde edileceği belirlenmiştir. Fakültenin 3 ayrı trafosuna yerleştirilen analizörlerden gelen akım, gerilim, güç ve enerji verileri, bulanık mantık ile uygun hale getirilmiş, sınıflandırılmış ve Matlab programında bir model kurulmasına karar verilmiştir.

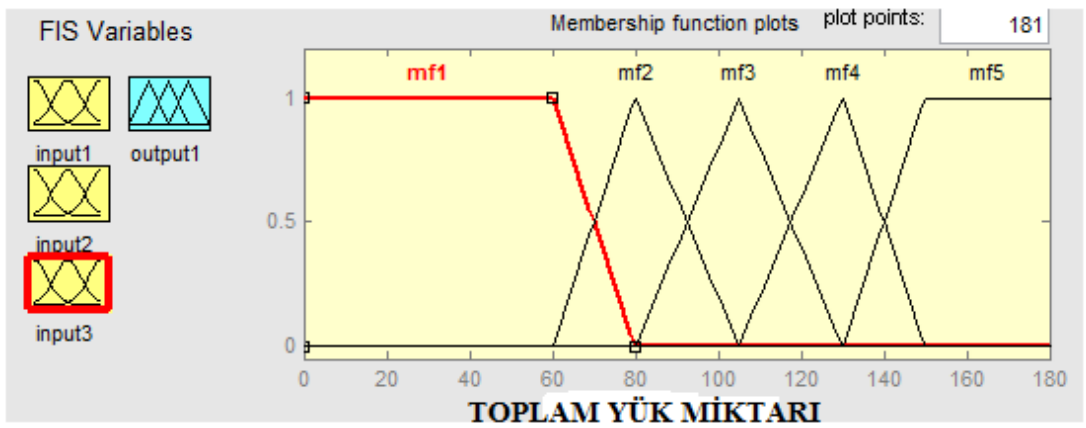
Modelde; 3 ayrı bulanık mantık kümesi kullanılıp, bunlar Şekil 33, Şekil 34, Şekil 35'te gösterilmiştir.



Şekil 5.33. Toplam Kapasite.



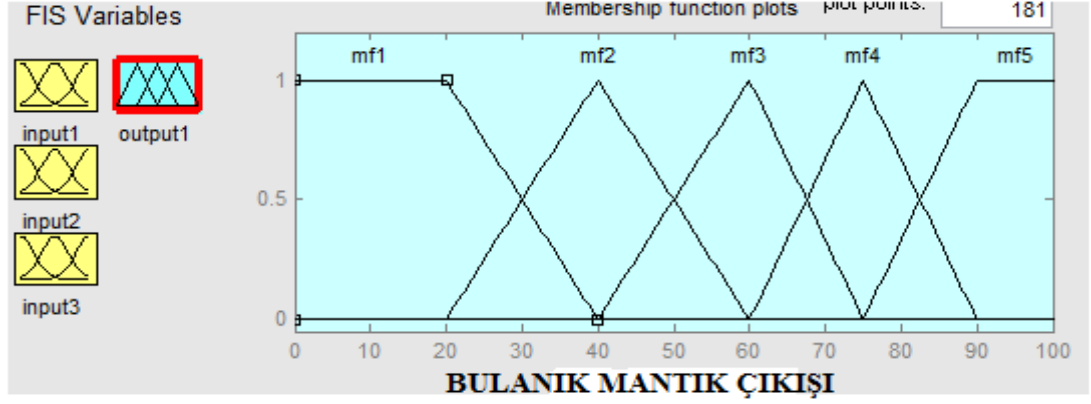
Şekil 5.34. Toplam Kapasite Kullanım Oranı.



Şekil 5.35. Toplam Yük Miktarı.

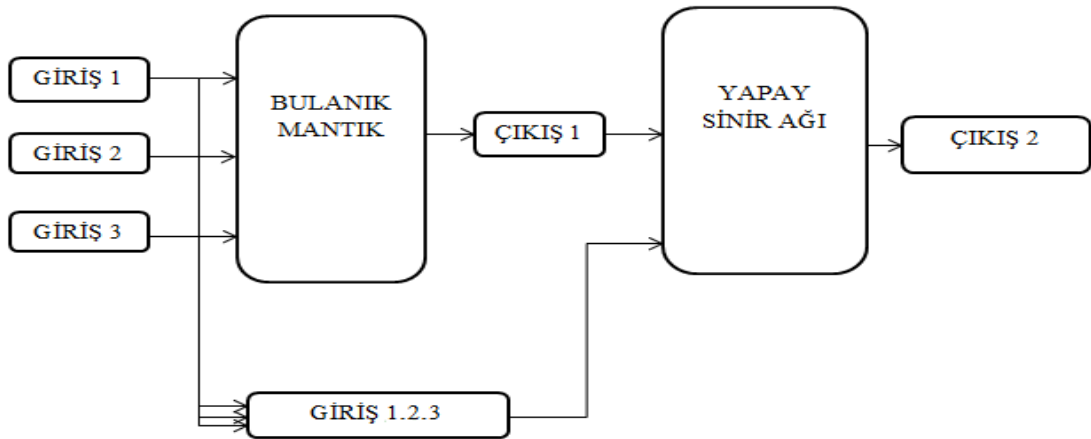


Modelin çıkış üyelik fonksiyonu da aşağıda Şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.36. Bulanık Mantık Çıkışı.

Kurulan bulanık mantık modelinde elde edilen tüm veriler, Excel çizelgesine işlenmiş ve ders programının veriminin belirlenmesi için, bulanık mantığın yanında YSA da kullanılmıştır. Bulanık mantık modelde; Giriş 1 toplam kapasite, Giriş 2 kapasite kullanım oranı ve Giriş 3 yük miktarı olarak alınmıştır. Bu modelde Çıkış 1 ve Giriş 1, 2, 3 YSA'nın girişi olmuş ve modele ait blok şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 5.37. Sistem Blok Şeması [65].

Sistem blok şemasındaki Çıkış 1 Bulanık Mantık çıkışı. Çıkış 2 ise, sistem mutlak ortalama hata yüzdesi (Mape) çıkışlarıdır. Bu çıkış Şekil 5.38 ve Şekil 5.39’da iki dönem içinde, ayrı ayrı verilmiştir. Ancak verilerin doğruluğunu hesaplayabilmek için, ikinci bir aşama olarak, 2016 Güz dönemi ile eğitilen ağların 2017 Bahar dönemi ile testi yapılmıştır. Sistem doğruluğu açısından birden fazla ağ kurulmuş ve en başarılı ağ belirlenmiştir. Çizelge 5.4’te kullanılan ağların katman sayıları ve nöron sayıları verilmiştir.

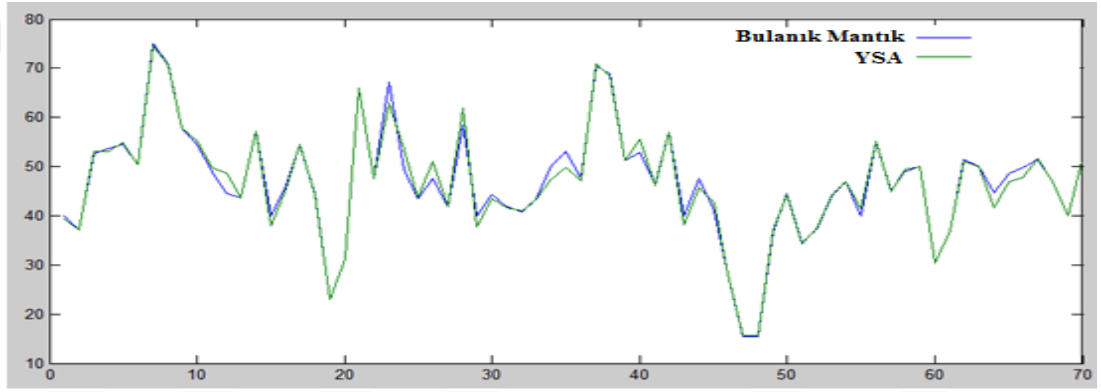
**Çizelge 5.4. Yapay Sinir Ağ Modelleri.**

	KATMAN SAYISI	1.KATMAN		2.KATMAN		3.KATMAN		4.KATMAN	
		fonksiyon	nöron	fonksiyon	nöron	fonksiyon	nöron	fonksiyon	nöron
NET1	3	logsin	30	logsin	30				
NET2	2	tagsin	50						
NET3	2	tagsin	30						
NET4	2	logsin	80						
NET5	3	logsin	40	logsin	40				
NET6	3	purelin	20	purelin	20				
NET7	3	logsin	50	logsin	50				
NET8	4	logsin	20	logsin	20	logsin	20		
NET9	4	logsin	30	logsin	30	logsin	30		
NET10	5	logsin	30	logsin	30	logsin	30	logsin	30
NET11	5	tagsin	30	tagsin	30	tagsin	30	tagsin	30
NET12	5	logsin	20	logsin	20	logsin	20	logsin	20
NET13	5	logsin	20	tagsin	20	logsin	20	tagsin	20
NET14	5	tagsin	20	logsin	20	tagsin	20	logsin	20
NET15	4	tagsin	20	logsin	20	tagsin	20		
NET16	4	logsin	20	tagsin	20	logsin	20		
NET17	3	logsin	50	tagsin	50				
NET18	4	logsin	10	logsin	10	logsin	10	logsin	10
NET19	4	logsin	40	tagsin	40	logsin	40		
NET20	4	tagsin	40	logsin	40	tagsin	40		

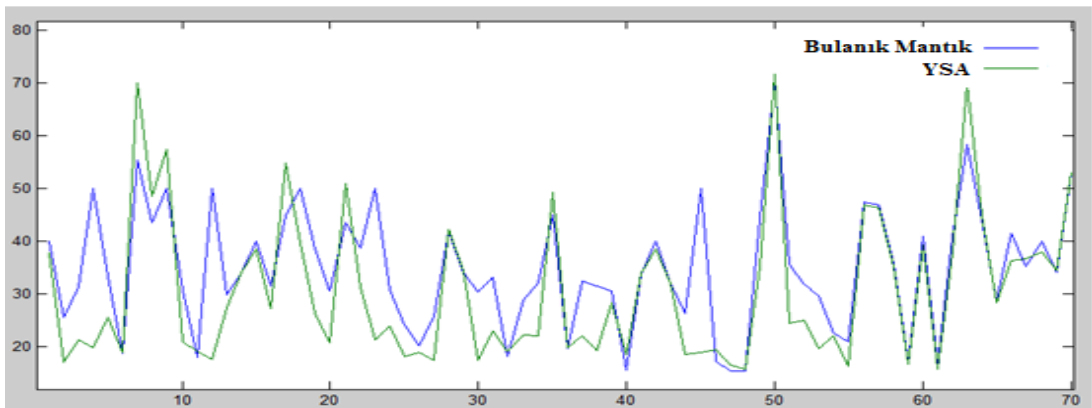
Çizelge 5.4’te verilen 20 ağ değerlendirildiğinde, 14. ağın en başarılı olduğuna karar verilmiştir. 14. ağ 2017 Güz dönemi verileri ile eğitilmiş olup, 2017 Bahar Dönemine ait 3 haftalık veri ile test edilmiştir. Sistemde 2017 Güz Dönemi ve 2017 Bahar Dönemi için Mape’ler ayrı ayrı hesaplatılmış ve grafikleri çizilmiştir.

2017 Güz Dönemi için Mape; 98,28 ve 2017 Bahar Dönemi Mape; 82,97 olarak tespit edilmiştir. 2017 Bahar Dönemi Mape değerinin 2017 Güz Dönemi Mape değerinden düşük çıkmasının nedeni 2017 Bahar Dönemi için sadece 3 Haftalık verilerin kullanılmasıdır. Bunun nedeni ise, BAP'ın o tarih itibari ile sonlandırılmış nedeniyle verileri kullanılmamıştır.

2017 Güz Dönemi Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağı Model çıkışı Şekil 5.38'de, 2017 Bahar Dönemi Bulanık ve Yapay Sinir Ağı Model çıkışı Şekil 5.39'da verilmiştir.



Şekil 5.38. KÜMF Güz Dönemi Bulanık ve Yapay Sinir Ağları Çıktıları.



Şekil 5.39. KÜMF Bahar Dönemi Bulanık ve Yapay Sinir Ağları Çıktıları.

Yukarıdaki Şekil 5.38 ve Şekil 5.39’da görüleceği üzere, sistemin Bulanık Mantık Model çıkışı ile YSA çıkışı arasında farklar vardır. Bu durum YSA çıkışının iyileştiği şekilde yorumlanabilir. 2017 Güz Dönemi yük tüketim miktarları ile saatlik ortalama miktarları kWh cinsinden olarak Çizelge 5.5’te verilmiştir.

**Çizelge 5.5. KÜMF Günlere Göre Saatlik Ortalama Yük Miktarları.**

		<b>PAZARTESİ</b>	<b>SALI</b>	<b>ÇARŞAMBA</b>	<b>PERŞEMBE</b>	<b>CUMA</b>
<b>SAAT</b>	<b>09:00</b>	85,039	96,586	96,633	95,185	74,044
	<b>10:00</b>	116,377	121,521	124,603	118,305	95,797
	<b>11:00</b>	138,946	139,931	140,87	135,794	112,977
	<b>12:00</b>	140,127	147,287	146,377	139,334	139,129
	<b>14:00</b>	138,547	151,395	140,753	131,069	107,566
	<b>15:00</b>	143,44	152,627	146,645	131,178	111,68
	<b>16:00</b>	141,762	154,606	143,454	138,919	112,875
	<b>17:00</b>	139,709	152,343	143,561	141,453	118,265
	<b>18:00</b>	131,444	143,611	135,707	138,966	116,76
	<b>19:00</b>	133,844	141,574	134,32	137,17	114,589
	<b>20:00</b>	126,663	125,658	128,024	124,859	111,001
	<b>21:00</b>	109,194	107,172	98,62	103,733	103,125
	<b>22:00</b>	75,945	78,113	72,359	80,23	83,546
<b>23:00</b>	60,685	56,782	60,874	62,422	66,266	

Çizelge 5.5’te görüldüğü üzere;

- Hafta içi eğitim gün içerisinde öğrenci yoğunlukları hesaplanarak dengeli olarak dağıtılmamıştır.
- Ders başlangıcı 08:00 olmasına rağmen fakülte genelinde 09:00’ dan itibaren yoğunluk artmaktadır.
- Başlangıç saatlerine uygun olacak şekilde, ülkemizin yük eğrisinin puant dönemlerinden olan 13:00-15:00 saat aralığındaki derslerin bir kısmı 08:00-10:00’a çekilmelidir.
- Günlük ders program bitişi resmiyette 23:00 olarak belirlenmiştir ancak dersler 20:00 itibari ile seyreltilmiştir. Ancak ders bitişi düşünülp KÜMF

yük eğrisindeki puant dönem düşürüldüğünde, Türkiye genelinde yapılacak uygulamalar ile Türkiye yük eğrisindeki dalgalanma da azaltılabilir.

- Aynı gün içerisindeki saat bazlı derslerin kaydırılmasının yanı sıra, farklı günlerin farklı saatleri arasında da program değişikliğine gidilmelidir.

Excel de hesaplanan toplam yük tüketim miktarları Çizelge 5. 6'da verilmiştir.

**Çizelge 5.6.** KÜMF Günlere Göre Toplam Yük Miktarları.

PAZARTESİ	SALI	ÇARŞAMBA	PERŞEMBE	CUMA
1681,722	1769,206	1712,8	1678,617	1467,62

Çizelge 5.6'da görüldüğü üzere, 2017 Güz Dönemi için 14 haftalık ortalama toplamları günlere göre dalgalanma göstermektedir. Gerekli hesaplamalar için Eşitlik 5.10 kullanılarak;

$$f(x) = [\sum_{k=1}^5 (k)]/5 \quad (5.10)$$

2017 Güz Dönemi ortalama haftalık yük tüketim miktarı toplamı 8574,57 kWh olarak hesaplanmıştır. Dengeli dağılmış bir programda günlük ortalama olarak 1714,91 kWh olmalıdır. KÜMF için günlük 14 saatlik program belirlenmiştir. Saat başına düşen ortalama yük tüketim miktarı 122,49 kWh olmalıdır. Çizelge 5.5'e bakılarak aynı gün içinde saatlik ortalama yük tüketim miktarının üstüne çıkmış saatlerden günlük ortalama yük tüketim miktarının altında kalmış saatlere bazı dersler kaydırılmalıdır.

Gün bazlı değişimler yapılırken ise Çizelge 5.6'ya bakılarak günlük toplam ortalama yük tüketim miktarının üstüne çıkmış günlerden günlük toplam yük tüketim miktarının altında kalmış günlere bazı dersler kaydırılmalıdır. Günlük bazda uygulanan TTY yöntemleri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

**Çizelge 5.7.** KÜMF Günlere Göre TTY Metotları.

<b>GÜNLER</b>	<b>TTY METOT</b>
Pazartesi	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma
Salı	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma
Çarşamba	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma
Perşembe	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma
Cuma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanları Doldurma

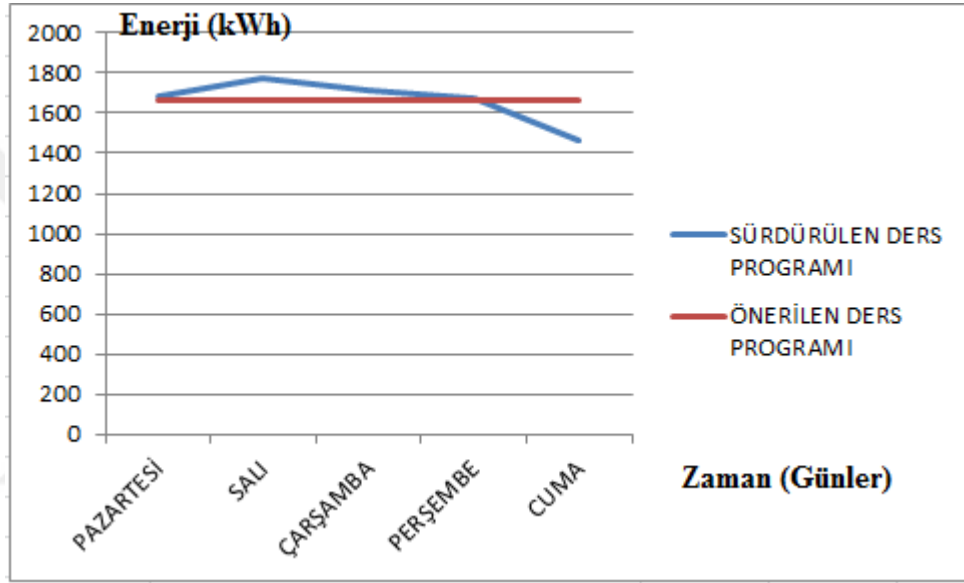
Ayrıca saatlik bazda uygulanan TTY yöntemleri maksimum yük tüketim miktarının olduğu Salı ve minimum yük tüketim miktarının olduğu Cuma günü için Çizelge 5.8’de verilmiştir.

**Çizelge 5.8.** Salı ve Cuma Günleri için KÜMF TTY Metotları.

<b>SAAT</b>	<b>SALI</b>	<b>CUMA</b>
<b>09:00</b>	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>10:00</b>		Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>11:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>12:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma
<b>14:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>15:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>16:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	
<b>17:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>18:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>19:00</b>	Yük Kaydırma – Puant Talebi Azaltma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>20:00</b>		Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>21:00</b>	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>22:00</b>	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
<b>23:00</b>	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma	Yük Kaydırma – Düşük Talep Zamanlarını Doldurma

Çizelge 5.8’de sadece Salı ve Cuma günleri için TTY metotları planlanmıştır. Ancak Çizelge 5.8’de olduğu gibi Pazartesi, Çarşamba ve Perşembe günleri için de TTY metotları belirlenebilmektedir.

KÜMF ait enerji tüketim grafiği ile TTY uygulanması durumunda elde edilmesi öngörülen enerji tüketimi grafiği Şekil 5.40’da verilmiştir.



**Şekil 5.40.** KÜMF için Sürdürülen Ders Programı Enerji Tüketimi ve Önerilen Ders Programı Enerji Tüketimi Karşılaştırması.

Şekil 5.40 incelendiğinde sürdürülen ders programı yük eğrisinde büyük dalgalanmalar ve tepe değerleri olduğu görülmektedir. Ancak TTY metotlarından sonra düzenlenen ders programında daha düzgün bir enerji tüketiminin olduğu göze çarpmaktadır. Dahası ikisi arasındaki fark da enerjinin daha az kullanıldığını göstermektedir. Aradaki farkı bulmak için alan hesaplandığında;

Sürdürülen Ders Programı =  $A_1 = 159765$  kWh ve



Önerilen Ders Programı =  $A_2 = 125984$  kWh olarak bulunmuştur.

Buna göre elde edilen tasarruf, aradaki fark olarak, 33781 kWh olarak hesaplanabilir. Yani %21,15 enerji tasarrufu elde edilmiştir. Bu tasarrufun bedeli ise 14.188,02 TL'dir.

### 5.3.2. İncekaralar İlköğretim Okulu Uygulaması

Aynı şekilde MEB'e bağlı İİO verileri (Çizelge 5.2) ile yapılan Excel hesaplamaları sonucundan uygun TTY yöntemleri Çizelge 5.9'da verilmiştir. Elde edilen sonuçlar için yöntem belirlenirken şu anda uygulanan akademik takvime göre güç ( $P_{eski(i)}$ ), önerilen takvime göre güç ( $P_{yeni(i)}$ ) karşılaştırılmıştır. Buna göre;

- $P_{yeni(i)}=P_{eski(i)}$  ise TTY uygulanmamıştır,
- $P_{yeni(i)}\geq P_{eski(i)}$  ise Puant Talebi Azaltma, Talep Tasarrufu veya Yük Kaydırma Doldurma yöntemleri kullanılmıştır,
- $P_{yeni(i)}\leq P_{eski(i)}$  ise Düşük Talebi Arttırma, Stratejik Talep Büyütme yöntemleri kullanılmıştır.

**Çizelge 5.9.** Aylara Göre İİO için TTY Stratejisi.

AYLAR	TTY STRATEJİSİ
EYLÜL	Yük Kaydırma-Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
EKİM	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
KASIM	Yük Kaydırma
ARALIK	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
OCAK	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
ŞUBAT	Yük Kaydırma-Düşük Talep Zamanlarını Doldurma
MART	Yük Kaydırma
NİSAN	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
MAYIS	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
HAZİRAN	Yük Kaydırma- Puant Talebi Azaltma
TEMMUZ	-
AĞUSTOS	Yük Kaydırma-Düşük Talep Zamanlarını Doldurma

Metotların seçimindeki en önemli faktör günümüzde Türkiye de uygulanan MEB Akademik Takvimi ile Türkiye yıllık yük eğrisindeki dalgalanma miktarını azaltmaktır. Çizelge 5.9'a bakılarak aşağıdaki çıkarımlar yapılmaktadır:

- Akademik takvimde tatil olan Temmuz ayı önerilen takvimde de tatil olduğundan bu aralıkta herhangi bir TTY Metodu uygulanmamaktadır,
- Akademik takvimde ders dönemi olan ve önerilen takvimde ders dönemi olarak belirlenen Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim, Aralık, Ocak aylarında tasarruf verimin sağlanması amacıyla tüketim miktarlarının azaltılması hedeflenir,
- Akademik takvimde tatil olan Ağustos ve Şubat ayları önerilen takvimde ders dönemi olduğundan düşük talep zamanlarını doldurması hedeflenmektedir,
- Ancak Eylül ayının ilk 2 haftası tatil ikinci 2 haftası akademik takvime göre ders dönemi olduğundan önerilen takvimde ders dönemi olarak belirlendiğinden dolayı Düşük talep zamanlarını doldurma uygulanması yöntem olarak belirlenmiştir.

İİO baz alınarak hazırlanan MEB' e bağlı tüm okullar için önerilen akademik takvim Çizelge 5.10'da verilmiştir.

**Çizelge 5.10.** İİO için Önerilen Akademik Takvim.

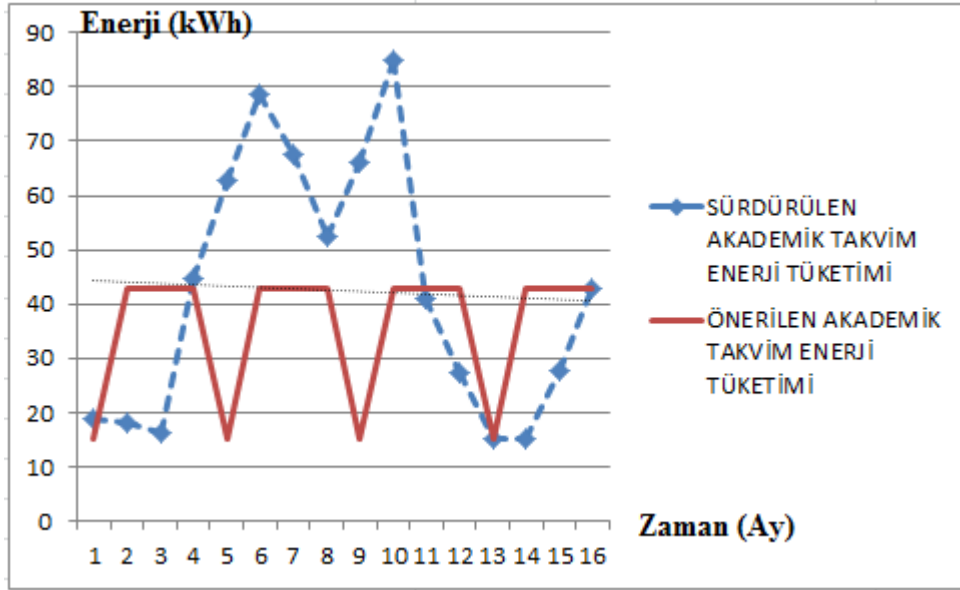
<b>AYLAR</b>	<b>ÖNERİLEN TAKVİM</b>
<b>EYLÜL</b>	3. Dönem
<b>EKİM</b>	3. Dönem
<b>KASIM</b>	Tatil
<b>ARALIK</b>	1.Dönem
<b>OCAK</b>	1.Dönem
<b>ŞUBAT</b>	1. Dönem
<b>MART</b>	Tatil
<b>NİSAN</b>	2. Dönem
<b>MAYIS</b>	2. Dönem
<b>HAZİRAN</b>	2. Dönem
<b>TEMMUZ</b>	Tatil
<b>AĞUSTOS</b>	3. Dönem

Önerilen akademik takvim Türkiye yıllık enerji tüketim grafiğindeki uygun puant dönemlerine tatil, tüketilen enerjini en az olduğu dönemlere ise eğitim dönemleri yerleştirilmesinden oluşturulmuştur. Bu bilgilere göre Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10’da önerilen TTY yöntemlerinin tarifelerle birleştirildiğinde İİO için kullanılabilir tarifeler Çizelge 5.11’de verilmiştir.

**Çizelge 5.11.** Aylara Göre İİO’nda Kullanılabilir Tarifeler.

<b>AYLAR</b>	<b>KULLANILABİLİR TARİFE</b>
<b>EYLÜL</b>	Kullanım Zamanlı Tarife
<b>EKİM</b>	Azalan Blok Tarife
<b>KASIM</b>	Sabit Tarife
<b>ARALIK</b>	Azalan Blok Tarife
<b>OCAK</b>	Azalan Blok Tarife
<b>ŞUBAT</b>	Kullanım Zamanlı Tarife
<b>MART</b>	Sabit Tarife
<b>NİSAN</b>	Azalan Blok Tarife
<b>MAYIS</b>	Azalan Blok Tarife
<b>HAZİRAN</b>	Azalan Blok Tarife
<b>TEMMUZ</b>	Sabit Tarife
<b>AĞUSTOS</b>	Kullanım Zamanlı Tarife

İİO’na ait enerji tüketim grafiği ile TTY uygulanması durumunda elde edilmesi öngörülen enerji tüketimi grafiği Şekil 5.41’de verilmiştir.



**Şekil 5.41.** İİO için Sürdürülen Akademik Takvimi Enerji Tüketimi ve Önerilen Akademik Takvim Enerji Tüketimi Karşılaştırması.

Şekil 5.41 incelendiğinde sürdürülen akademik takvim yük eğrisinde büyük dalgalanmalar ve tepe değerleri olduğu görülmektedir. Ancak TTY metotlarından sonra düzenlenen Akademik takvimde daha düzgün bir enerji tüketiminin olduğu göze çarpmaktadır. Dahası ikisi arasındaki fark da enerjinin daha az kullanıldığını göstermektedir.

Aradaki farkı bulmak için alan hesaplandığında;

Sürdürülen Akademik Takvim =  $A_1 = 344848$  kWh ve

Önerilen Akademik Takvim =  $A_2 = 230308$  kWh olarak bulunmuştur.

Buna göre elde edilen tasarruf, aradaki fark olarak, 114466 kWh olarak hesaplanabilir. Yani %39,19 enerji tasarrufu elde edilmiştir. Bu tasarrufun bedeli ise 48.075,72 TL'dir. Sadece bir okuldan elde edilen sonuç budur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde, günümüzde yeni yeni gelişen, Tüketici Tarafı Yönetimi (TTY), hakkında bilgiler verildikten sonra kamu kurumu uygulaması üzerinde durulmuştur. İncelenen literatür çalışması sonucunda buna karar verilmiştir. Üretim ve tüketimin dengede olması durumunda kaliteli ve sürekli enerjiden bahsedilebilir. Bu amaçla günümüzde sadece üreticilerin değil, tüketicilerin de sürekli izlenip kontrol edilmeleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu amaçla TTY metotları ortaya atılmıştır. Özellikle tüketici davranışlarını değiştirme amaçlı yük kaydırma ya da yük azaltma teknikleri sıkça kullanılmaktadır. Bu iki tekniğin kamu kurumu uygulaması için bu tezde MEB'e bağlı İİO ile Yüksek Öğretim Kurumuna (YÖK) bağlı KÜMF pilot bölgeler olarak seçilmiştir. Böylece, Türkiye'de olan okul sayısı ve üniversite sayıları bazında, Türkiye Yük Eğrisine TTY'nin etkisi incelenmiş olabilecektir.

İİO için kurulan enerji takip sistemi üzerinden elde edilen yük eğrileri incelendiğinde, yıllık, dönemlik, aylık ya da günlük olarak çok değişim olduğu görülmektedir. Aynı durum KÜMF için de geçerli olmuştur. Bu durum araştırıldığında MEB'de dönem sayısının ve üniversitede ise ders programlarının düzenli olmadığı sonucuna varılmıştır. Buna göre İİO için Excel programı üzerinden çizdirilen yük eğrilerine TTY metotları uygulanmış ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi 2 dönemlik eğitim yerine 3 dönemlik eğitim yapılması halinde yük eğrilerinin yıl boyunca düzeldiği ve ülkemizdeki toplam okul sayısı düşünüldüğünde Türkiye Yük Eğrisini etkileyecek boyuta geldiği görülmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda %33,19 enerji tasarrufu sağlanması da bunu doğrulamaktadır.

KÜMF için yapılan çalışmada derslik sayısı, derslik kapasitesi, öğrenci sayısı, ders programı gibi parametreler olduğu için TTY uygulamasının optimize edilmesi düşünülmüştür. Yani İİO'ndan daha fazla veri vardır. Bu amaçla önce, elde edilen yük eğrilerinin sınıflanması için Bulanık Mantık Modeli Matlab programında kurulmuştur. Daha sonra, modelin hassasiyetinin artırılması için Bulanık Mantık Model çıkışı oluşturulan Yapay Sinir Ağları modeline giriş olarak verilmiştir. Sonuçta Mape değerinin iyileştiği görülmektedir. Burada elde edilen verilerle,

KÜMF ders programı tekrar düzeltilmiştir. Bunu sonucunda ise, % 21,15 tasarruf sağlanmıştır.

Ülkemizde benzer kurum sayısının fazlalığı göz önüne alınırsa, TTY metotları ile Türkiye Yük eğrisinin nasıl etkileneceği ve dahası maliyetin ne kadar azalacağı görülebilir.

Bütün bunlar göz önüne alındığında tezde önerilen metodun doğruluğu ve güvenilirliği de ortaya çıkmaktadır. Gelecekte başka optimizasyon teknikleri ile daha çok veri kullanılarak daha başarılı çalışmalar yapılabilir. Böylece tüm kamu kurumları için örnek bir enerji kullanım mantığı TTY ile kullanılabilir.



## KAYNAKÇA

- [1] Onar G. Pilot Bir Bölgede Talep Yönlü Yönetim Stratejilerinin Uygulanması Yoluyla Konutlarda Enerji Tasarrufu Elde Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2008.
- [2] Eissa MM. Demand side management program evaluation based on industrial and commercial field data. Energy Policy, 39, 5961-5969, 2011.
- [3] Law YW, Alpcan T, Lee VCS, Lo A, Marusic S ve Palaniswami M. “Demand response architectures and load management algorithms for energy-efficient power grids: A survey”. IEEE 2012 7th International Conference on Knowledge, Melbourne, Australia, 8-10 November 2012.
- [4] Violette D. Demand-Side Management (DSM): Future role in energy markets, 2007 Energy futures stepeer series: Panel discussion on consumer response to high energy prices, Calgary, Alberta, Italy, 2007.
- [5] Rahman S, Rinaldy D. “Efficient Load Model for Analyzing Demand Side Management Impacts”. IEEE Transactions on Power Systems, vol:8, no:3, 1219, 1993.
- [6] Matsumoto K, Takamuki Y, Mori N, Kitayama M. “An Interactive Approach to Demans Side Management Based on Utility Functions ” Electric Utility Deregulation and Restructing and Power Technologies, London, England, 2000.
- [7] Merkert L, Harjunkoski I, Isaksson A, Saynevirta S, Saarela A, Sand G. Scheduling and energy – Industrial challenges and opportunities. Computers and Chemical Engineering, 72, 183-198, 2015.
- [8] Öztemür M, Soysal B. ‘Akıllı Şebekeler Yolunda Akıllı Sayaçlar’. Akıllı Şebekeler ve Türkiye Elektrik Şebekesinin Geleceği Sempozyumu, Ankara, 26-27 Nisan, 2013.
- [9] Özil E. Enerjinin Rasyonel Kullanımı ve Talep Tarafı Yönetimi – Ulusal Talep Yönetimi Planı [http://www.reengen.com/assets/img/blog\\_post/Provolta\\_Blog\\_TR\\_22\\_Ocak\\_2015.pdf](http://www.reengen.com/assets/img/blog_post/Provolta_Blog_TR_22_Ocak_2015.pdf) , 2015.

- [10] Olgun B. Turizm Bölgelerinde Elektrik Enerji Tüketimi ve Talep Tarafı Yönetiminin Modellenmesi. Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [11] Olgun S. Tedarik Zinciri Yönetiminde Talep Tahmini Yöntemleri ve Yapay Zeka Tabanlı Bir Talep Tahmini Modelinin Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [12] Gral H. Güç Sistemlerinin Planlanması İçin Enerji Talep Tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 2010.
- [13] Başaran AA. Elektrik Sektörü Reformlarının Talep Yönlü Analizi: Türkiye Tecrübesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 2011.
- [14] Zehir MA. Akıllı Şebekelerde Termostat Kontrollü Yükler İçin Gelişmiş Yerel Talep Yönetim Sistemleri Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2013.
- [15] Alagöz BB. Değişken retim ve Değişken Talep Koşullarında Akıllı Şebekelerde Enerji Dengeleme. Doktora Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Türkiye, 2015.
- [16] Bektaş Z. Bayesyen Oyun Yaklaşımı ile Elektrik Enerjisi Talep Tarafı Yönetimi:  Tarafly Tesis rneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [17] Mohsenian-Rad AH, Wong VWS, Jatskevich J, Schober R, Leon-Garcia A. ‘Autonomous demand-side management based on game-theoretic energy consumption scheduling for the future smart grid’. IEEE Transactions on Smart Grid, 1(3), 320-331, 2010.
- [18] Torunoğlu Gedik . ‘‘Türkiye’ de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve evresel Etkiler’’ Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2015.
- [19] Savrul M. ‘‘İnovasyon ve Teknoloji TaŐmalarına Dayalı Ekonomik Büyüme’’, Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2014
- [20] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlyėı, Enerji Faaliyet Raporu, 2014.
- [21] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlyėı, Enerji Faaliyet Raporu, 2015.



- [22] Aaçbier G. ‘‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler’’, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [23] Yıldız M. ‘‘ Dünyada ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü’’ Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [24] Akbulut G. ‘‘ Küresel Değişmeler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye’’ Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Cilt : 32 No:1 117-137 Mayıs 2008.
- [25] Mutlu E. ‘‘ Türkiye’de yenilenebilir enerji ekonomisi ve Ankara iline ait swot analizler’’, İstanbul Kültür Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2013.
- [26] Bayındır M. S. ‘‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği ve Türkiye Uygulamaları’’ İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [27] Erdoğan M. ‘‘Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyelinin termodinamik analiz yöntemi ile incelenerek, yenilenebilir enerji kullanımının gelecek projeksiyonlarının değerlendirilmesi’’, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.
- [28] Türkiye Elektrik Elektronik İstatistikleri  
[http://www.emo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=88369#.WTUXWFWLTIU](http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369#.WTUXWFWLTIU) (Erişim Tarihi 06.06.2017)
- [29] Adıyaman . ‘‘Türkiye’nin yenilenebilir enerji politikaları’’, Niğde Üniversitesi, Sosyal Bilimle Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- [30] şener A. . ‘‘Gökçeada’nın Elektrik Enerjisi İhtiyacının Rüzgar Enerjisi ile Karşılanması’’, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 128s, 2003.
- [31] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2014.
- [32] zcan M. ‘‘ Türkiye elektrik enerjisi üretim genişletme planlamasında yenilenebilir enerji kaynaklarının etkileri’’, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2013.

- [33] Utlu Z., Hepbaslı A; “Analyzing the Energy Utilization Efficiency of Renewable Energy Resources. Part 2: Exergy Analysis Method” , Energy Source, Part B: Economics, Planning, and Policy, s.341-353, 2006.
- [34] Gülay, A.N. “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması ”Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- [35] Heepbaslı A. , Utlu Z., “Evaluating the Energy Utilization Efficiency of Turkey's Renewable Energy Source During 2001” , Renewable & Sustainable Energy Reviews, s.237-255, 2004.
- [36] Büyüktür, A.R. , Termodinamiğin Temel Yasaları, İstanbul, Birsen Yayınevi, 4. baskı, 1995.
- [37] Vikipedi. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) , (Erişim Tarihi 06.06.2016).
- [38] Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası. <http://www.enerjiatlası.com/gunes-enerjisi-haritasi/turkiye> (Erişim Tarihi 06.06.2017)
- [39] Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası, <http://www.enerjiatlası.com/ruzgar-enerjisi-haritasi/turkiye> (Erişim Tarihi 06.06.2017)
- [40] International Institute for Energy Conservation, Demand side management best practices guidebook for Pasific Islands power utility, IIEC Publishes, USA, 2006.
- [41] Violette, D., Demand-Side Management (DSM): Future role in energy markets, 2007 Energy futures stepeer series: Panel discussion on consumer response to high energy prices, Calgary, Alberta, Italy, April 21,2006.
- [42] Wolfgang Schellong, Energy Demand Analysis and Forecast, Energy Management Systems, Dr Giridhar Kini (Ed.), ISBN: 978-953-307-579-2, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/energy-management-systems/energy-demand-analysis-and-forecast>, 2011(Erişim Tarihi 06.06.2017).
- [43] Coles, L.R., Chapel, S.W., Iannucci J.J., Valuation of Modular Generation, Storage, and Targeted Demand-Side Management, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, vol:10, no:1, 182, 1995.
- [44] Strbac G. Demand side management: Benefits and challenges. Energy Policy, 36, 4419-4426, 2008.

- [45] Gellings, C. W. and J. H. Chamberlin, "Demand-Side Management Planning", Liburn, GA, USA, The Fairmont Press, Inc, 1993.
- [46] Gellings CV. "The concept of demand-side management for electric utilities". IEEE Proceedings, 73(10), 1468-1470, 1985.
- [47] Kavak K., "Dünyada ve Türkiye'de enerji verimliliği ve Türk sanayiinde enerji verimliliğinin incelenmesi", Uzmanlık Tezi, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara,2005.
- [48] Sioshansi F. P., "Demand-Side Management: The third wave.", Energy Policy, 23(2):111-114, 1995.
- [49] Rahman M. A., Islam R., Sharif K. F., Aziz T. "Developing Demand Side Management Program for Commercial Customers: A Case Study" Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Ahsanullah University of Science and Technology, Dhaka, Bangladesh, 2016.
- [50] PG&E; 1992: "Resource, an Encyclopedia of Energy Utility Terms", Pacific Gas and Electric Company, İkinci Baskı, 1992
- [51] Öğünlü B., "Telsiz algılayıcı ağların yaşam süresi analizi", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2004.
- [52] Talukdar, S.; Gellings, C.W.; "Load Management", IEEE Press, 1984 Editorial Board, 1984.
- [53] Zadeh L.A., "Fuzzy sets. Information and Control", 8 (3), 338–353, 1965.
- [54] Özsandıkcioglu Ü. "Farklı kokuların yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleriyle sınıflandırılması", Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- [55] Bulğurcu B. "Sinirsel bulanık mantık yaklaşımı ile öngörü modellemesi: İşsizlik oranı için Türkiye örneği", Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014.
- [56] Baysal Y. A. "Dağıtım şebekelerinde güç kalitesi için optimum kapasitör yerinin ve değerinin belirlenmesi" Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2016.
- [57] Yıldırım, M. "Bulanık Mantıklı Yapay Sinir Ağı ile Doğrusal Olmayan Sistem Modelleme". Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1998.

- [58] Kocaeli Üniversitesi, bilgisayar.kocaeli.edu.tr/files/119\_6FuzzyLogic.pptx (Erişim Tarihi 05.06.2017)
- [59] Dokuz Eylül Üniversitesi, (Erişim Tarihi 05.06.2017)  
[www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul\\_man.doc](http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/dosyalar/bul_man.doc)
- [60] Öztemel, E. “Yapay Sinir Ağları”. İstanbul: Papatya Yayıncılık  
[http://www.papatya.gen.tr/PDF/yapay\\_sinir\\_aglari.pdf](http://www.papatya.gen.tr/PDF/yapay_sinir_aglari.pdf), 2012.
- [61] DOĞAN O. “Talep tahmininde sinirsel ağ tabanlı bulanık mantık yöntemi (Anfis) kullanımı ve yalın yapay sinir ağı metodu ile karşılaştırmalı bir uygulama”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, 2012
- [62] Çetin E. “Yapay Zeka Uygulamaları” (2.Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık, 2011
- [63] Baykal, N. ve Beyan, T. “*Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi”, 2004a.
- [64] Smartpower İzleme Sistemi, [www.enerjitakibi.com](http://www.enerjitakibi.com) (Erişim Tarihi 06.06.2017)
- [65] Strbac G. “Demand side management: Benefits and challenges. Energy Policy, 36, 4419-4426, 2008.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Ayşegül AKSAKAL  
Doğum Tarihi : 12 Mayıs 1992  
Yabancı Dil : İngilizce  
e-mail : [aysegulaksakl@gmail.com](mailto:aysegulaksakl@gmail.com)

### EĞİTİM

Lise : Yıldırım Beyazıt Anadolu Lisesi, 2006  
Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Elektrik-Elektronik Müh. 2009  
Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2013

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2015-Halen	Özel Yonca Eğitim Kurumları	Uzman Mesleki Öğretici