



KADIR HAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
YÖNETİM VE BİLİŞİM SİSTEMLERİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI İÇİN ARZ VE TALEP
DEĞERLENDİRMESİ VE PROJEKSİYONLARI: 2010 –
2016 DÖNEMİ**

SELİM ÖNAY

DANIŞMAN: DOÇ.DR. AHMET DENİZ YÜCEKAYA
EŞ DANIŞMAN: PROF.DR. AYŞE HÜMEYRA BİLGE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL, MAYIS, 2017



| Selim Öney |

| Yüksek Lisans Tezi |

| 2017 |

**TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI İÇİN ARZ VE TALEP
DEĞERLENDİRMESİ VE PROJEKSİYONLARI: 2010 –
2016 DÖNEMİ**

SELİM ÖNAY

DANIŞMAN: DOÇ.DR. AHMET DENİZ YÜCEKAYA

EŞ DANIŞMAN: PROF.DR. AYŞE HÜMEYRA BİLGE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yönetim ve Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı Finans Mühendisliği Programı'nda
Yüksek Lisans derecesi için gerekli kısmi şartların yerine getirilmesi amacıyla Kadir
Has Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü'ne teslim edilmiştir.

İSTANBUL, MAYIS, 2017

KABUL VE ONAY

Selim Önay tarafından hazırlanan Türkiye elektrik piyasası için arz ve talep değerlendirmesi ve projeksiyonları: 2010 – 2016 dönemi başlıklı bu çalışma 30.05.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ahmet D. Yücekaya Danışman

Kadir Has Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe H. Bilge Eş-Danışman

Kadir Has Üniversitesi

Prof. Dr. Volkan Ş. Ediger Jüri Üyesi

Kadir Has Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Gökhan Kırkil Jüri Üyesi

Kadir Has Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Murat Küçükvar Jüri Üyesi

İstanbul Şehir Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Ben, Selim ÖNAY;

Hazırladığım bu Yüksek Lisans Tezinin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve başka çalışmalardan yaptığım alıntıların kaynaklarını kurallara uygun biçimde tez içerisinde belirttiğimi onaylıyorum.

Çalışmamın basılı ve elektronik kopyalarının Kadir Has Üniversitesi Bilgi Merkezinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Tezimin tamamı her türlü erişime açılabilir.

Tezimin tamamı sadece Kadir Has Üniversitesi yerleşkelerinde erişime açılabilir.

Tezimin ---- yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/projemin tamamı erişime açılabilir.

SELİM ÖNAY

TARİH VE İMZA

ÖZET

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI İÇİN ARZ VE TALEP DEĞERLENDİRMESİ VE PROJEKSİYONLARI: 2010 – 2016 DÖNEMİ

Selim Önay

Finans Mühendisliği, Yüksek Lisans

Danışman: Doç. Dr. Ahmet D. Yücekaya

Mayıs, 2017

Özet: Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin elektrik arzı ve talebini incelemek ve ilerleyen yıllarda bu dengenin nasıl değişebileceğine dair değerlendirmelerde bulunmaktır. Elektrik üretimi ve tüketimine ait veriler Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi tarafından kullanıma sunulan şeffaflık platformu üzerinden elde edilmiştir. İlk aşamada Türkiye'nin kurulu gücü, kişi başına düşen elektrik kullanımı ve elektrik tüketimi verileri incelenip değerlendirmelerde bulunulmuştur. İkinci aşamada Türkiye'nin elektrik arzının santraller bazında incelemeleri gerçekleştirilip Türkiye elektrik üretiminin ağırlıklı olarak hangi santraller üzerinden yapıldığı saptanmıştır. Ayrıca Türkiye'nin elektrik üretiminin santral tiplerine göre dağılımı ve bu santraller arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Oluşturulan elektrik enerjisi talep projeksiyonları ile Türkiye'nin gelecek yıllardaki olası elektrik enerjisi tabii değerlendirilmiştir. Bu elektrik talebine karşılık arz yaratabilmek adına hangi santral tiplerindeki üretimlerin ilerleyen dönemlerde nasıl şekillenebileceğine dair bulgular değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Arz ve Talebi, Elektrik Tüketimi Projeksiyonu, Elektrik Tüketimi ve Üretimi Gelişimi

ABSTRACT

SUPPLY AND DEMAND EVALUATION AND PROJECTIONS FOR THE TURKISH ELECTRICITY MARKET: 2010- 2016 PERIOD

Selim Öney

Master of Science in Financial Engineering

Advisor: Doç. Dr. Ahmet D. Yücekaya

May, 2017

Abstract: This study aims to examine Turkey's supply and demand for electricity and characteristics of how Turkey's electricity demand and supply will change in future. The electricity production and consumption data has been retrieved from the independent systems operator. The first part of this study examines Turkey's installed capacity, electricity consumption per capita in Turkey and analysis of electricity consumption data. The second part reviews Turkey's electricity supply based on power plants and shows which power plants weigh most electricity production in total. It also involves the statistical distribution of Turkey's electricity production based on power plant types and relationship between those power plants. Turkey's potential future electricity demand has been evaluated with the electricity demand projections. In order to be able to supply this demand, how different type of power plant productions can be shaped in the future has also been discussed.

Keywords: Electricity Supply and Demand, Electricity Consumption Projections, Electricity Consumption and Production

Teşekkür Notu

Bu çalışmada desteklerini esirgemeyen Tez Danışmanım, Sevgili Hocam Doç. Dr. Ahmet D. Yücekaya ve Eş Danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Ayşe Hümeysra Bilge'ye bilgi ve destekleri, bu süreçte sürekli yanımda hissettiğim arkadaşlarım Nida Ceren Pınar, Zülküf Aydemir ve Gökhan Kaya'ya teşekkürü bir borç bilirim.



| | |
|--|--------|
| İçindekiler | |
| ÖZET..... | I |
| ABSTRACT..... | II |
| Teşekkür Notu..... | III |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | VI |
| TABLolar LİSTESİ..... | VIII |
| KISALTMALAR | IX |
| GİRİŞ | - 1 - |
| BÖLÜM 1: ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ İSTATİSTİKLERİ | - 3 - |
| 1.1. Enerji Kaynakları | - 3 - |
| 1.2. Türkiye’de Elektrik Piyasası Gelişimi..... | - 3 - |
| 1.3. Dünyada ve Türkiye’de Elektrik Tüketimi..... | - 4 - |
| 1.4. Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri | - 5 - |
| 1.4.1.Kurulu Güç | - 5 - |
| 1.4.2. Kişi Başına Düşen Kurulu Güç..... | - 6 - |
| 1.4.3. Net Tüketim | - 7 - |
| 1.4.4.Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi | - 8 - |
| 1.5.1. Hidroelektrik..... | - 10 - |
| 1.5.2. Rüzgar..... | - 11 - |
| 1.5.3. Kömür | - 11 - |
| 1.5.4. Güneş | - 11 - |
| 1.5.5. Jeotermal..... | - 12 - |
| 1.6. Dünya’da Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı | - 12 - |
| 1.7. Elektrik Üretiminin Kaynak Çeşitlerine Göre Toplam Üretimdeki Payları.... | - 13 - |
| 1.8.Verilerin Tanımlanması..... | - 16 - |
| 1.8.1. Emre Amade Kapasite | - 16 - |
| 1.8.2. Uzlaşmaya Esas Çekiş Miktarı | - 16 - |
| 1.8.3.Uzlaşmaya Esas Veriş Miktarı..... | - 17 - |
| BÖLÜM 2: TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI ARZ TALEP ANALİZİ VE PROJEKSİYONLARI | - 18 - |
| 2.1. Kapasite Faktörü..... | - 18 - |
| 2.2. Doğal Gaz Santralleri | - 19 - |
| 2.3. Kömür Santralleri | - 20 - |

| | |
|--|--------|
| 2.4. Rüzgar Santralleri..... | - 21 - |
| 2.5. Jeotermal Santralleri..... | - 22 - |
| 2.6. Hidroelektrik Santralleri..... | - 23 - |
| 2.7. Azami Kapasite | - 23 - |
| 2.8. Puant Talep..... | - 24 - |
| 2.9. Rezerv Marjı..... | - 24 - |
| 2.10. Sistem Yük Faktörü..... | - 26 - |
| 2.11. Yük Eğrisi..... | - 27 - |
| 2.12. Yük Süresi Eğrisi..... | - 29 - |
| 2.13. Türkiye Elektrik Üretiminin Temel Bileşenleri | - 34 - |
| 2.14. Emre Amade Kapasite ve Gerçekleşen Üretim Kıyaslaması | - 35 - |
| 2.15. Türkiye Elektrik Üretiminin Santral Tiplerine Göre Üretim Verilerinin İncelenmesi..... | - 35 - |
| 2.16. 2016 Yılı Günlük Elektrik Üretimi Verilerinin Santral Tiplerine Göre Korelasyon İlişkileri | - 36 - |
| 2.17. Türkiye Yağış Miktarı ve Doğal Gaz, Baraj, Akarsu Santralleri Elektrik Üretimi İlişkileri | - 38 - |
| 2.18. Yağış, Akarsu Ve Barajlı Elektrik Üretimi Yapan Santrallere Dair Projeksiyonlar..... | - 40 - |
| 2.20. Türkiye Nüfus Projeksiyonu | - 43 - |
| 2.21. Türkiye Elektrik Tüketimi Projeksiyonları | - 44 - |
| 2.22. Türkiye'nin Nüfus ve Elektrik Tüketimi Projeksiyonları | - 46 - |
| SONUÇ | - 47 - |
| KAYNAKÇA..... | - 50 - |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|--------|
| Şekil 1: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Elektrik Kullanımının Yıllara Dağılımı (Dünya Bankası, 2014)..... | - 4 - |
| Şekil 2: Türkiye'nin Kurulu Güç Değişimi (TEİAŞ, 2015)..... | - 5 - |
| Şekil 3 : Türkiye'de Kişi Başına Düşen Kurulu Güç (TEİAŞ, 2015)..... | - 6 - |
| Şekil 4: OECD Ülkelerinin 2014 Yılındaki Kurulu Güç Miktarları (Tsp-data-portal, 2014) | - 7 - |
| Şekil 5: Türkiye Net Elektrik Tüketim (TEİAŞ, 2015)..... | - 8 - |
| Şekil 6:Türkiye Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (TEİAŞ, 2015) | - 9 - |
| Şekil 7:2014 Yılı Dünya Ülkeleri Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (Dünya Bankası, 2014) | - 9 - |
| Şekil 8: 2014 yılı Dünya, OECD Ülkeleri, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Toplam Üretim İçerisindeki Ortalama Payları (Dünya Bankası, 2014)..... | - 12 - |
| Şekil 9: Türkiye'de Kömür Kullanılarak Üretilen Elektrik'in Toplam Üretim Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)..... | - 13 - |
| Şekil 10: Türkiye'de Sıvı Yakıtlar Kullanılarak Üretilen Elektrik'in Toplam Üretim Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)..... | - 14 - |
| Şekil 11: Türkiye'de Doğal Gaz Kullanılarak Üretilen Elektrik'in Toplam Üretim Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)..... | - 14 - |
| Şekil 12: Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılarak Üretilen Elektrik'in Toplam Üretim Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016) | - 15 - |
| Şekil 13: Türkiye'de 1970 – 2015 Yılları Arasındaki Elektrik Üretiminin Yakıt Cinsi Bazındaki Payları (TEİAŞ, 2016) | - 15 - |
| Şekil 14: Türkiye İçin 2010 Yılı Yük Eğrisi (EPIAŞ, 2016)..... | - 28 - |
| Şekil 15: Türkiye İçin 2016 Yılı Yük Eğrisi (EPIAŞ, 2016)..... | - 29 - |
| Şekil 16: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2010 (EPIAŞ, 2017)..... | - 30 - |
| Şekil 17: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2011 (EPIAŞ, 2017)..... | - 31 - |
| Şekil 18: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2012 (EPIAŞ, 2017)..... | - 31 - |
| Şekil 19: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2013 (EPIAŞ, 2017)..... | - 32 - |
| Şekil 20:Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2014 (EPIAŞ, 2017)..... | - 32 - |
| Şekil 21: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2015 (EPIAŞ, 2017)..... | - 33 - |
| Şekil 22: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2016 (EPIAŞ, 2017)..... | - 33 - |
| Şekil 23: 2010 – 2016 Yılları Arasında Elektrik Üretiminin Santral Bazında Haftalık Görünümü (TEİAŞ, 2016) | - 35 - |
| Şekil 24: Türkiye Yağış Miktarı ve Doğal Gaz Santralleri Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015) | - 38 - |
| Şekil 25: Türkiye Yağış Miktarı Ve Barajlı Santrallerin Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015) | - 39 - |
| Şekil 26: Türkiye Yağış Miktarı Ve Akarsu Santrallerinin Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015) | - 39 - |
| Şekil 27: Türkiye Yağış Miktarı Projeksiyonları (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015)..... | - 40 - |

| | |
|---|--------|
| Şekil 28: Barajlı Santrallerden Elde Edilen Elektrik Üretimi Projeksiyonları (TEİAŞ, 2015) | - 41 - |
| Şekil 29:Akarsu Santrallerinden Elde Edilen Elektrik Üretimi Projeksiyonları (TEİAŞ, 2015) | - 41 - |
| Şekil 30: Türkiye 2010-2016 Yılları Arasındaki Doğal Gaz, Barajlı, Akarsu Elektrik Üretim Santralleri Gecikmeli Korelasyon Görünümü (TEİAŞ, 2016) | - 42 - |
| Şekil 31: TÜİK Nüfus Projeksiyonları Yıllara Göre Nüfus 2013 – 2075 (TÜİK, 2013)...- | 43 - |
| Şekil 32: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Sonuçları (T.C. ETKB, 2016) | - 44 - |
| Şekil 33: Türkiye Elektrik Enerjisi Talebi Projeksiyonu (Enerjiatlasi.com, 2017) ... | - 45 - |
| Şekil 34:Türkiye'nin Nüfus ve Elektrik Tüketimi Projeksiyonları (T.C. ETKB, 2016, TÜİK, 2013, Enerjiatlasi.com, 2017)..... | - 46 - |



TABLolar LİSTESİ

| | |
|--|--------|
| Tablo 1: Türkiye’deki 5 Büyük Doğalgaz Santralının 2015 Yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015) | - 19 - |
| Tablo 2: Türkiye’deki 5 Büyük Kömür Santralının 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015) | - 20 - |
| Tablo 3: Türkiye’deki 5 Büyük Rüzgar Santrali 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015) | - 21 - |
| Tablo 4: Türkiye’deki 5 Büyük Jeotermal Santrali 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015) | - 22 - |
| Tablo 5: Türkiye’deki 5 Büyük Hidroelektrik Santrali 2015 Yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015) | - 23 - |
| Tablo 6: 2010 – 2016 yılları arasında Türkiye’nin Azami Kapasite, Puant Talep ve Rezerv Marjı Bilgileri (EPİAŞ, 2016) | - 25 - |
| Tablo 7: 2010 – 2016 yılları arasında Türkiye’nin Ortalama Talep, Puant Talep Ve Yük Faktörü Verileri (EPİAŞ) | - 27 - |
| Tablo 8: Santral Gruplarına Göre Üretim Yüzdeleri (TEİAŞ, 2016)..... | - 34 - |
| Tablo 9: 2016 Yılı Günlük Elektrik Üretimi Verilerinin Santral Tiplerine Göre Korelasyon Tablosu (TEİAŞ, 2016) | - 37 - |

KISALTMALAR

EAK: Emre Amade Kapasite

EIA: United States. Energy Information Administration (Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu)

EPIAŞ: Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi

GSMH: Gayrisafi Milli Hasıla

GSYİH: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla

GWh: Gigawatt Saat

KW: Kilowatt

KWh: Kilowatt Saat

MTA: Maden Tetkik ve Arama

MWh: Megawatt Saat

OECD: Organisation for Economick Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TWh: Terawatt Saat

TSP Data Portal: The Shift Project Data Portal

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

T.C. ETKB: Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

UEÇM: Uzlaşmaya Esas Çekiş Miktarı

UEVM: Uzlaşmaya Esas Veriş Miktarı

W: Watt

GİRİŞ

Elektrik enerjisi kolay iletilebilmesi, temiz bir enerji kaynağı olması ve birçok alanda enerji talebini karşılayabilir bir konuma gelmesi nedeniyle yıllar geçtikçe enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olmuştur. Teknolojinin gelişmesi, elektriğe ihtiyaç duyan cihazların artmasıyla birlikte insan yaşamında elektriğin rolü daha da arttırmıştır. Bununla birlikte hızla artan elektrik talebine karşı arzın nasıl geliştiği ve ilerleyen dönemlerdeki elektrik arz talep dengesindeki değişimler daha da önem kazanan konular haline gelmiştir.

Elektrik üretimi çeşitli kaynaklardan gerçekleştirilebilir. Bu kaynakların kullanımı, çalışma koşulları ve verimlilikleri de değişkendir. Ülkelerin elektrik arz ve talep karakteristikleri ve gelecek dönemlere dair projeksiyon yapılırken bu kaynakların o ülke açısından yeri ve önemi ayrıca değerlendirilmelidir. Geçmiş dönemlerde üretim ve tüketim verileri incelenerek gelecek dönemlerdeki değişimlerin tahmin edilmesi hem bu alanlara yönelecek yatırımlarda belirleyici konumda olması hem de insanların elektrik talebinin sorunsuz bir şekilde karşılanmasına yardımcı olmaktadır.

Elektrik piyasasında arz durumunun incelenmesi ve talep projeksiyonu yapılması konusunda birçok akademik araştırma gerçekleştirilmiştir. 2003 yılında Akan ve Tak Türkiye'nin elektrik enerjisi talep karakteri hakkında araştırmalar yapmış ve beş yıllık elektrik enerjisine dair elektrik ekonometrik yöntemler ile bir projeksiyonda bulunmayı amaç edinmiştir (Akan ve Tak, 2003). Diğer bir çalışmada ise Hamzaçebi ve Kutay yapay sinir ağları ile Türkiye elektrik enerjisi tüketiminin 2010 yılına kadar tahminlemesini gerçekleştirmiştir. Bulunan sonuçları ekonometrik yöntemler ile karşılaştırmıştır (Hamzaçebi ve Kutay, 2004). Kavaklıoğlu, Ceylan, Öztürk ve Canyurt tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada Türkiye'nin elektrik tüketimi tahminlemesi yapay sinir ağları kullanılarak gerçekleştirilmiş ve 2027 yılına dair elektrik tüketimi projeksiyonu oluşturulmuştur (Kavaklıoğlu vd. 2008). Perwez, Sohail, Hassan ve Zia tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada Pakistan'ın uzun dönem elektrik arz ve talebi Long-range Energy Alternate Planning modeli kullanılarak üç farklı senaryoda arz ve talep dengesi incelenmiştir (Perwez vd. 2014). Kale ve Pohekar tarafından 2014 yılında yapılan çalışmada Hindistan'ın uzun dönem elektrik arz ve talebi Long-range Energy

Alternate Planning modeli kullanılarak üç farklı senaryoda arz ve talep dengesi incelenmiştir (Kale ve Pohekar, 2014).

Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin elektrik arzı ve talebini incelemek ve ilerleyen yıllarda bu dengenin nasıl değişebileceğine dair değerlendirmelerde bulunmaktır. Çalışma kapsamında ilk olarak, Türkiye'nin elektrik arz ve talep değişimi geçmiş yıllar baz alınarak incelenmiştir. Çalışmada yer alan Türkiye ve dünyada elektrik üretimi ve tüketimi istatistikleri bölümünde Türkiye elektrik üretiminin hangi kaynaklardan gerçekleştirildiği incelenmiş ve değerlendirmelerde bulunulmuştur. Çalışmada yer alan Türkiye elektrik piyasası arz talep analizi ve projeksiyonları bölümünde ise Türkiye'nin elektrik arzının analizi kapasite faktörü, rezerv marjı, sistem yük faktörü, yük eğrisi ve yük süresi eğrisi hesaplamaları ile değerlendirilip geçmiş yıllardaki değişimler yorumlanmıştır. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi tarafından kullanıma sunulan belli başlı verilerin ne anlam ifade ettikleri ve bu veriler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin elektrik üretimi santral cinslerine göre ayrıştırılıp bu santraller arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ardından Türkiye'nin yağış verileri ile özellikle yağışa bağımlı olarak üretim yapan santralleri arasındaki korelasyonlar tespit edilmiş ve bu santrallerin geleceğe dair üretim projeksiyonları lineer regresyon analizi modeli kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin elektrik tüketimi projeksiyonu sigmoid fonksiyon yöntemi kullanılarak elde edilip gelecek dönem elektrik talebinin nasıl karşılanacağına dair değerlendirmelerde bulunulmuştur.

BÖLÜM 1: ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE ELEKTRİK ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ İSTATİSTİKLERİ

1.1. Enerji Kaynakları

1.2. Türkiye’de Elektrik Piyasası Gelişimi

Ülkemizde ilk elektrik santrali 1902 yılında 2 kW gücünde olup Tarsus’ta kurulmuştur. Yine dönemin Osmanlı şehirleri Beyrut, Selanik ve Şam da özel sektörün önceliğinde elektriğe kavuşmuştur. 1913 yılına geldiğimizde ise İstanbul’da Macar Ganz Anonim Şirketi, Banque de Bruxelles ve Banque Generale de Credit’in ortaklaşa kurdukları, Osmanlı Anonim Elektrik Şirketi ilk kez elektrik üretimini Silahtarağa Elektrik Santralinde gerçekleştirmişlerdir (TEİAŞ, 2001).

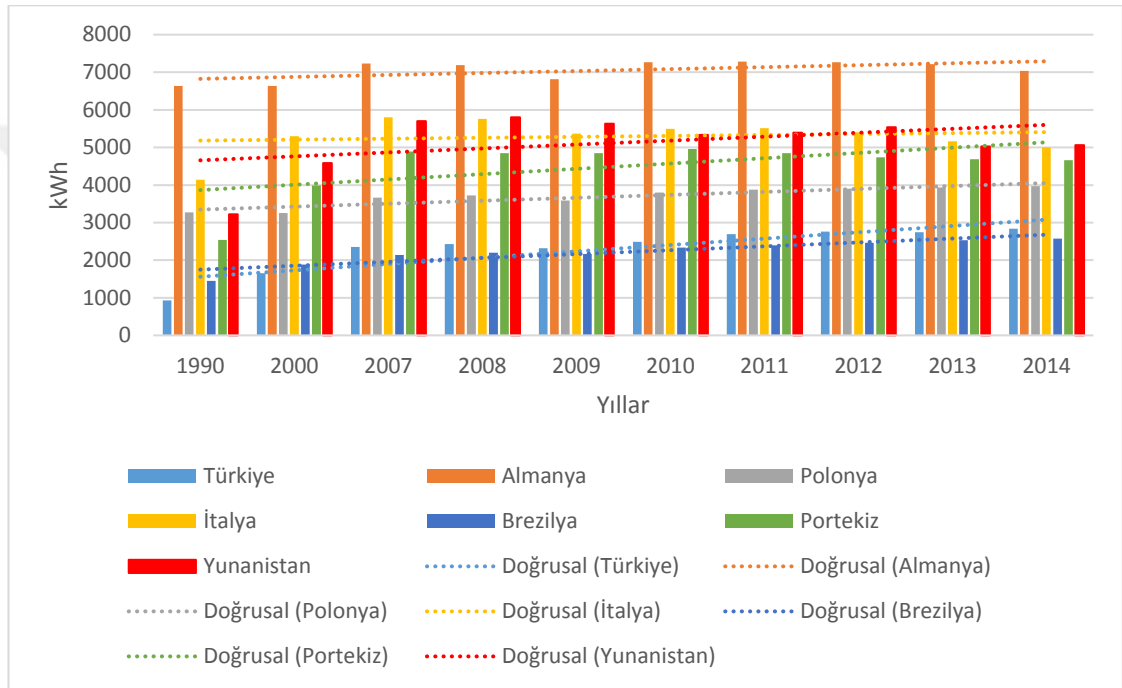
İstiklal Savaşı’nın ardından Türkiye Cumhuriyeti’nin kuruluşuna kadar kurulu güç miktarımız 33 MW’idi. 1923 yılında 45 milyon kWh olan üretimimiz günümüzde büyük bir değişim göstermiştir. Rakamlar ayrıca Türkiye nüfusunun %99,9’unun elektrik enerjisinden faydalandığını göstermektedir (TEİAŞ, 2001).

1950 yıllarında devlet ve özel sektör iş birliği ile elektrik santralleri hizmete geçirilmiştir. Bu santraller Adana ve İçel yöresine elektrik sağlayan Çukurova Elektrik A.Ş. ile Antalya’ya elektrik sağlayan Kepez Elektrik A.Ş.’dir (TEİAŞ, 2001).

Türkiye 1970 – 1980 yılları arasındaki dünya enerji krizinden olumsuz etkilenmiş termik santrallerin yakıt kullanımının dışa bağımlı olması nedeniyle arz – talep dengesi bozulmuştur.

1.3. Dünyada ve Türkiye’de Elektrik Tüketimi

Dünyada ve Türkiye’de kişi başına düşen elektrik kullanımını incelemek için 1990 yılından 2014 yılına kadar olan değişim aşağıda bulunan grafikte gösterilmiştir. Ekonomik görünüm olarak bizden iyi durumda olan Almanya, Avrupa Birliği’ne üye olan ve nispeten ekonomik gelişmişlikleri bize daha yakın olan İtalya, Polonya, Portekiz, Yunanistan ve ekonomik benzerliği ile dikkat çeken Brezilya emsal ülkeler olarak alınmıştır.



Şekil 1: Ülkelere Göre Kişi Başına Düşen Elektrik Kullanımının Yıllara Dağılımı (Dünya Bankası, 2014)

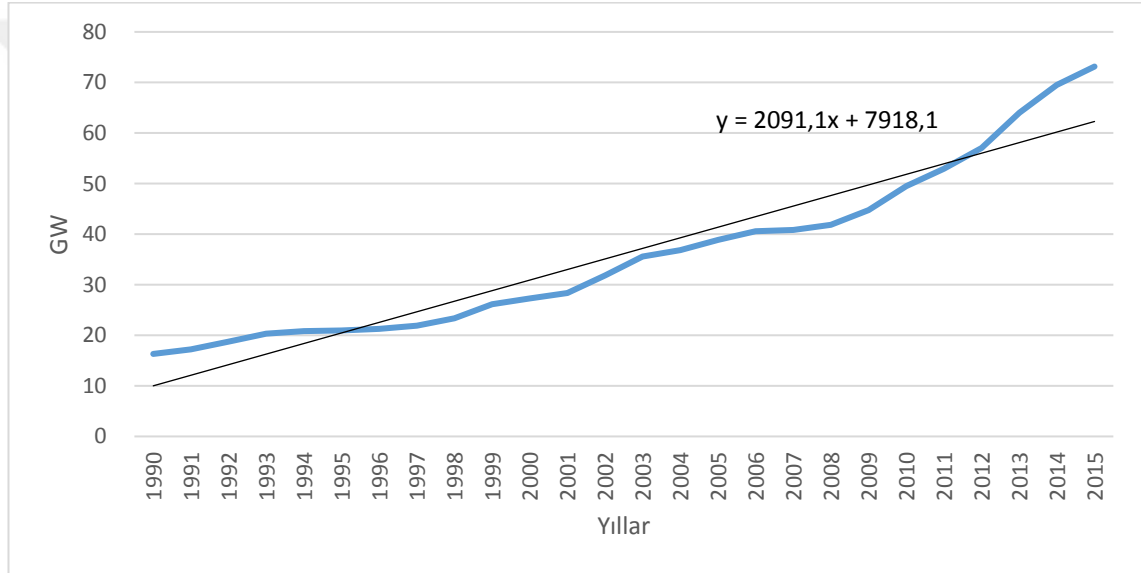
Şekil 1’de yer alan dağılım ve yıllara göre değişim incelendiğinde Brezilya ve Türkiye diğer emsal ülkelere kıyasla kişi başına düşen elektrik kullanımında geride kalmasına rağmen 1990 yılından 2014 yılına kadar yükselen bir trend izlediği görülmektedir. Ekonomik gelişmişlik açısından grup içerisinde en iyi durumda bulunan Almanya kıyaslanan ülkelere nazaran en yüksek kişi başına elektrik tüketimini gerçekleştirmiştir. Almanya’nın grup içerisinde en gelişmiş ülke olarak yer alması sıralamada ilk yeri almasının ana sebebidir. Veri setinde dikkat çeken bir diğer nokta ise 2008 – 2009 yılında her ülkenin kişi başına düşen elektrik kullanımı miktarlarında azalış

görülmesidir. Bu değişimin sebebi ise 2008 yılında patlak veren finansal krizdir. Yavaşlayan ekonomik aktivite elektrik tüketiminde de azalışa neden olmuştur.

1.4. Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri

1.4.1.Kurulu Güç

Kurulu güç bir sistemdeki tüm üreticilerin aynı anda çalışması durumunda üretilebilecek enerji miktarını temsil eder.



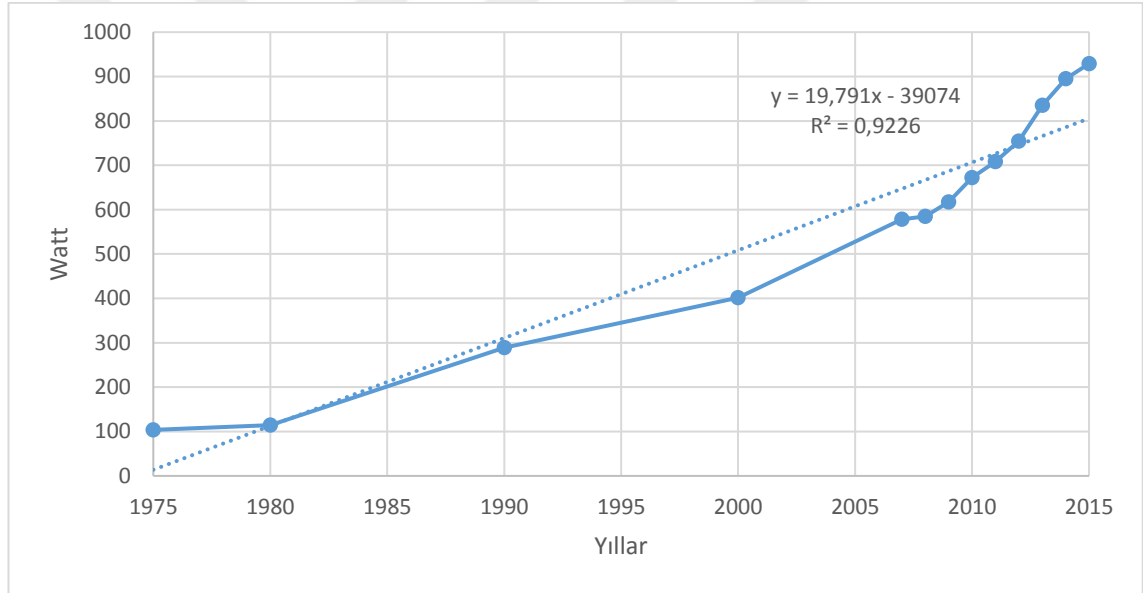
Şekil 2: Türkiye'nin Kurulu Güç Değişimi (TEİAŞ, 2015)

Şekil 2'de görüldüğü üzere Türkiye'nin kurulu elektrik gücü 1990 yılında 16 GW iken yıllar içerisinde yükseliş eğilimi korunup 2000 yılında kurulu güç 27 GW, 2010 yılında ise 49 GW'a yükselmiştir.

1.4.2. Kişi Başına Düşen Kurulu Güç

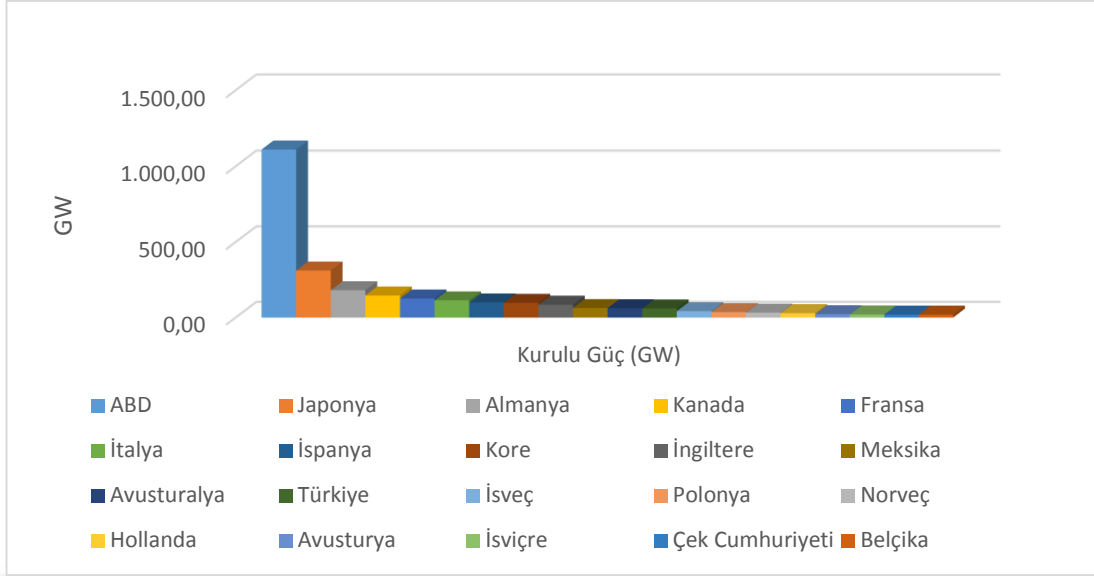
Türkiye nüfusu ile elektrik tüketimi verileri kıyaslandığında ise belirgin bir şekilde aynı yöne doğru bir hareket görülmektedir. Verilerden yola çıkarak nüfus artışıyla elektrik tüketiminin beraber hareket ettiği düşünülebilir. Türkiye’de nüfusun artışı ve elektrik enerjisinin kullanım alanlarının genişlemesi ile birlikte elektrik tüketimi artış göstermiştir (Mucuk ve Uysal 2009). İnsanların artan elektrik enerjisi talepleri, artan kurulu güç ile birlikte karşılanmıştır.

Kişi başına düşen kurulu güç verileri incelendiğinde ise yükseliş ivmesinin korunduğunu ve Türkiye’nin elektrik üretme kapasitesinin de yıllar geçtikçe artmakta olduğu görülmektedir.



Şekil 3 : Türkiye’de Kişi Başına Düşen Kurulu Güç (TEİAŞ, 2015)

Her ne kadar Türkiye’de elektrik üretimi ve üretim kapasitesi yükselerek devam etse de emsal ülkeler ile bir kıyas yaptığımızda sıralamada istenen yerde olmadığımız görülmektedir. Kıyas ülkeler olarak OECD ülkeleri alınmıştır.

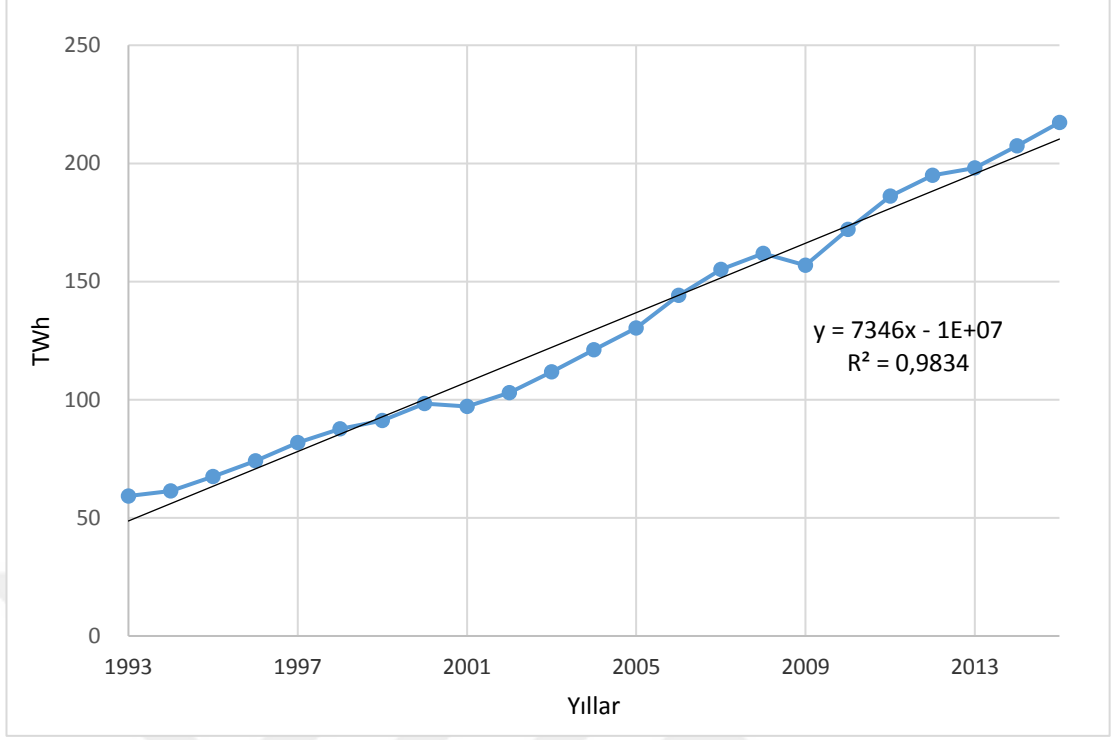


Şekil 4: OECD Ülkelerinin 2014 Yılındaki Kurulu Güç Miktarları (Tsp-data-portal, 2014)

Kurulu güce göre dünya sıralamasındaki ilk 20 ülke şekil 4’te gösterilmiştir. ABD ilk sırada yer alırken Japonya, Almanya, Kanada ve Fransa ilk beş sırayı tamamlamaktadır. Türkiye ise bu listede 12.sırada yer almıştır.

1.4.3. Net Tüketim

Net tüketimde yaşanan düzeltmeler yani yükselişe ara verilen 2008 – 2009 bölgesinde ise nüfus artışı gerçekleşmesine rağmen benzer oranlarda elektrik kullanımında artış görülmemiştir. Bunun sebebi bahsi geçen yıllarda yaşanan ekonomik krizdir. Azalan üretim daha az elektrik ihtiyacını beraberinde getirmiştir.

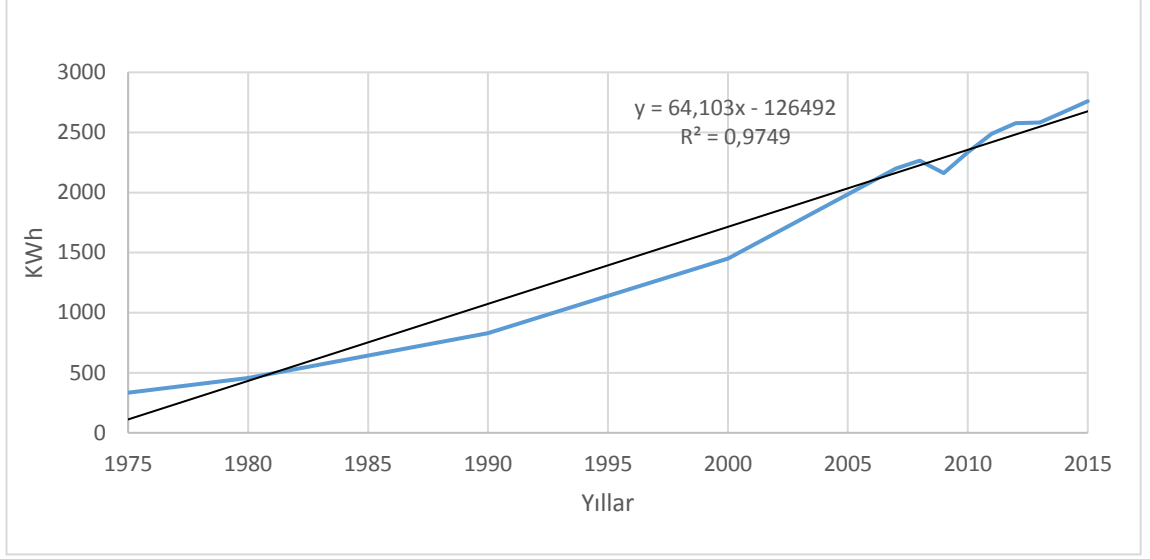


Şekil 5: Türkiye Net Elektrik Tüketim (TEİAŞ, 2015)

Şekil 5'te görüldüğü üzere net elektrik tüketimi incelendiğinde 1993 yılından 2014 yılına kadar yükseliş ivmesinin korunduğu görülmektedir. 2001 ve 2008 yıllarında net elektrik tüketiminde azalmanın görülmesi yaşanan ekonomik krizler ile açıklanabilir.

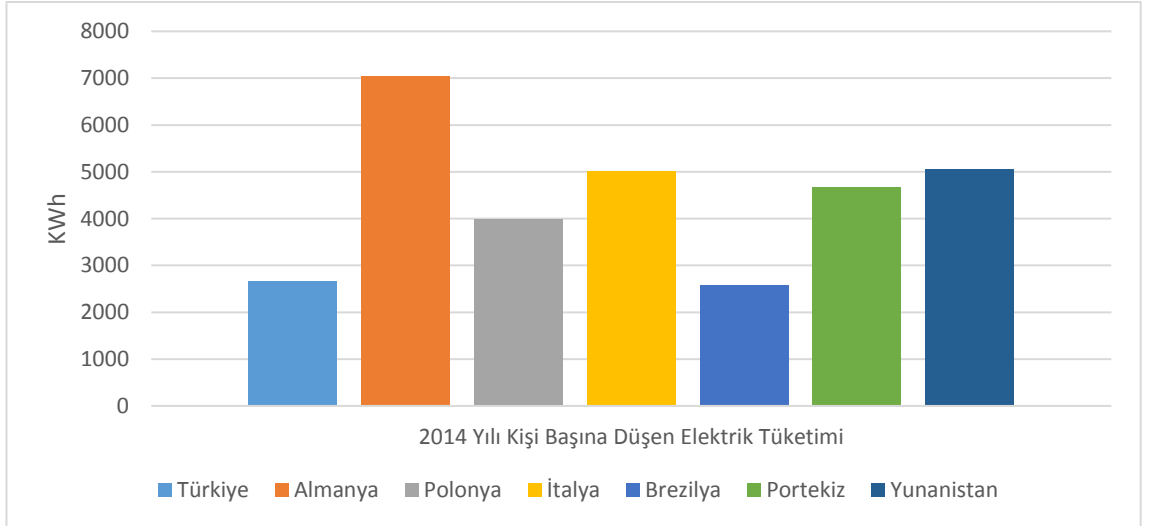
1.4.4. Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi

Kişi başına düşen elektrik kullanımı genellikle ekonomik gelişmişlik yükseldikçe, artış göstermektedir. Yani kişi başına düşen elektrik kullanımı gelişmişlik göstergesi olarak düşünülebilir (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2015).



Şekil 6: Türkiye Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (TEİAŞ, 2015)

Şekil 6'da görüldüğü üzere Türkiye'nin kişi başına düşen elektrik kullanımı yıllar geçtikçe yükseliş göstermektedir. Dünyada kişi başına elektrik tüketimi yaklaşık 3 bin 144 kWh iken bu oran Avrupa ülkelerinde 5 bin 909 kWh düzeyindedir. Bu oran OECD üye ülkelerinde 2014 yılı itibariyle 7 bin 985 kWh olarak açıklanmakla beraber rakam Amerika Birleşik Devletleri için ortalama 12 bin 973 kWh'a kadar çıkmaktadır (Dünya Bankası, 2014).



Şekil 7: 2014 Yılı Dünya Ülkeleri Kişi Başına Düşen Elektrik Tüketimi (Dünya Bankası, 2014)

Ekonomisi bize benzer, bizden daha iyi durumda ve bizden daha kötü durumda olan bazı örnek ülkeler incelendiğinde Türkiye'nin 2014 yılı itibariyle kıyas ülkelere göre

kişi başına dufen elektrik kullanımı oranlarında ortalamalar göz önünde bulundurulursa hayli geride olduğu dikkat çekmektedir. Türkiye orta gelire sahip ülkeler ile orta üst gelire sahip olan ülkeler arasında yer almaktadır. Verilere göre orta üst gelire sahip olan ülkelerde 2014 yılında kişi başi elektrik tüketimi 3 bin 495 kWh olarak gerçekleşmiştir (Dünya Bankası, 2014).

1.5. Santral Tiplerine Göre Brüt Elektrik Üretimi

Elektrik üretimi çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Elektrik üretimi için kullanılan girdi rüzgar ise santral rüzgar enerjisi santrali, suyun kuvvetinden faydalanarak elektrik üretimi yapılıyorsa bu santralin ismi hidroelektrik santrali olarak adlandırılmaktadır. Yerin katmanlarında kayalar içinde birikmiş olan ısıdan elektrik üreten santrallere jeotermal santraller adı verilmektedir. Bitki, hayvan kalıntıları ve endüstriyel atıklardan elektrik elde edilen santrallere ise biyokütle santralleri adı verilmektedir. Bu yöntemler ülkeden ülkeye, gelişmişlik düzeyleri, kaynağa ulaşım kolaylığı ve gerekli alt yapıların bulunması nedenleriyle ayrılmaktadır. Örneğin ülkesinde herhangi bir akarsu veya suyun kinetik enerjisinden faydalanabilecek bir havza yoksa bu ülkede hidroelektrik santrallerinden elektrik üretimi yapma şansı azdır. Benzer şekilde yapılan hesaplamalar sonucunda ülkede rüzgar enerjisi santrali kurulmasının getiri sağlamayacağı düşünülüyorsa o ülkede rüzgar enerjisi santrallerinin toplamda yer edindiği pay oldukça düşük olarak kalacaktır (Karabulut, 1993).

1.5.1. Hidroelektrik

Hidroelektrik santralleri özellikle çevreci olmalarıyla ön plana çıkmaktadır. Kurulan santrallerin uzun ömürlü olması ve değişken maliyetin düşük olması elektrik üretimini diğer yöntemlerden ayrı kılan özellikler olarak düşünülebilir. Hidroelektrik santrallerinde girdi olarak herhangi bir yakıt kullanılmaması enerjide dışa bağımlı olan ülkemiz sermayesi adına da kaynak koruması sağlamaktadır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre 2016 yılı sonunda 26.678 MW'lık 594 santral ilgili

alanda lisanslı durumda bulunmaktadır. Hidroelektrik üretimi 2016 yılında 67.3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1'i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16'sıdır (T.C ETKB, 2016).

1.5.2. Rüzgar

Türkiye rüzgar enerjisi alanında konum olarak büyük bir potansiyele sahiptir. Türkiye'de yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgar hızlarına sahip bölgelerde kilometre kare başına 5 MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği kabul edilmiştir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre Türkiye'nin enerji potansiyeli 48.000 MW olarak açıklanmıştır. Türkiye'de 2016 yılı sonunda işletmede olan lisanslı rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü ise 5. 751,3 MW'dır (T.C. ETKB, 2016).

1.5.3. Kömür

Kömür santralleri özellikle geçtiğimiz yıllarda elektrik üretiminde büyük bir paya sahipti. Kolay kurulup kolay çalıştırılabilmesi talebe göre hemen aktif konuma gelebilmesi ve kurulum maliyetlerinin düşük olması kömür kaynaklı elektrik üretimini ön plana çıkarmaktadır. 2016 yılında kömüre dayalı elektrik santrallerinden toplam 92,3 TWh elektrik üretilmiş olup toplam elektrik üretimi içerisindeki kömür santrali payı %33.9 düzeyinde gerçekleşmiştir (T.C. ETKB, 2016).

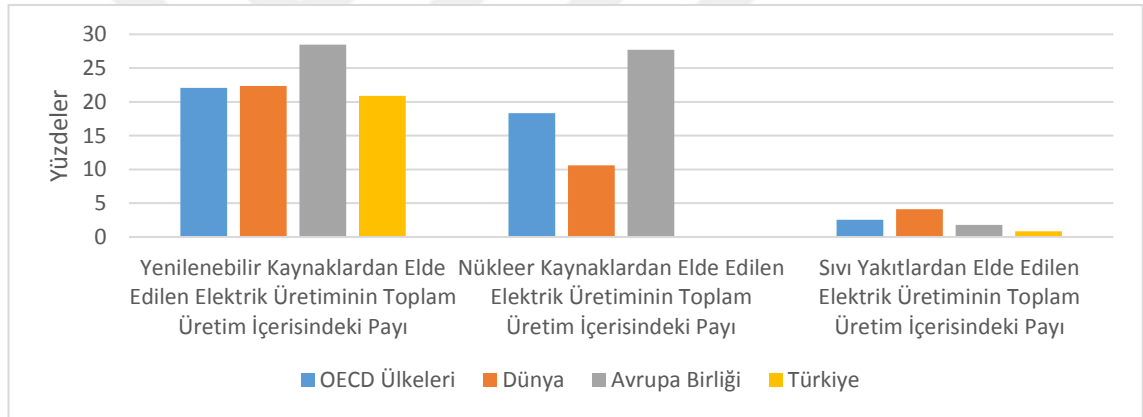
1.5.4. Güneş

Ülkemiz jeopolitik konumu nedeniyle güneş enerjisi üretiminde yüksek potansiyele sahiptir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nca hazırlanan Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına göre günlük güneşli geçen süre 7.5 saat, bu süreden elde edilen enerji ise günlük toplam 4.2 kWh/m² olduğu belirlenmiştir (T.C. ETKB, 2016).

1.5.5. Jeotermal

Türkiye'nin termik kaynak potansiyeli 31.500 MWt olarak hesaplanmıştır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün bilgilerine göre Türkiye'nin ısı kapasitesi 14.000 MWt miktarına ulaşmıştır (MTA Genel Müdürlüğü, 2016). Jeotermal enerji birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları endüstriyel çalışmalar, sera ısıtma, termal turizm ve elektrik üretimi olarak sıralanabilir. T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın verilerine göre elektrik üretimine uygun saha sayısı 2002 yılında 16 iken bu sayı 2016 yılında 25'e yükselmiştir. Elektrik üretimi ise 2002 yılında 15 MW iken 2016 yılı bitiminde 820 MW elektrik üretimine çıkarılmıştır. Yani 14 yıllık süreçte üretimde kapasite 5 kat arttırılmıştır (T.C. ETKB 2016).

1.6. Dünya'da Elektrik Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı



Şekil 8: 2014 yılı Dünya, OECD Ülkeleri, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Elektrik Üretiminde Kullanılan Kaynakların Toplam Üretim İçerisindeki Ortalama Payları (Dünya Bankası, 2014)

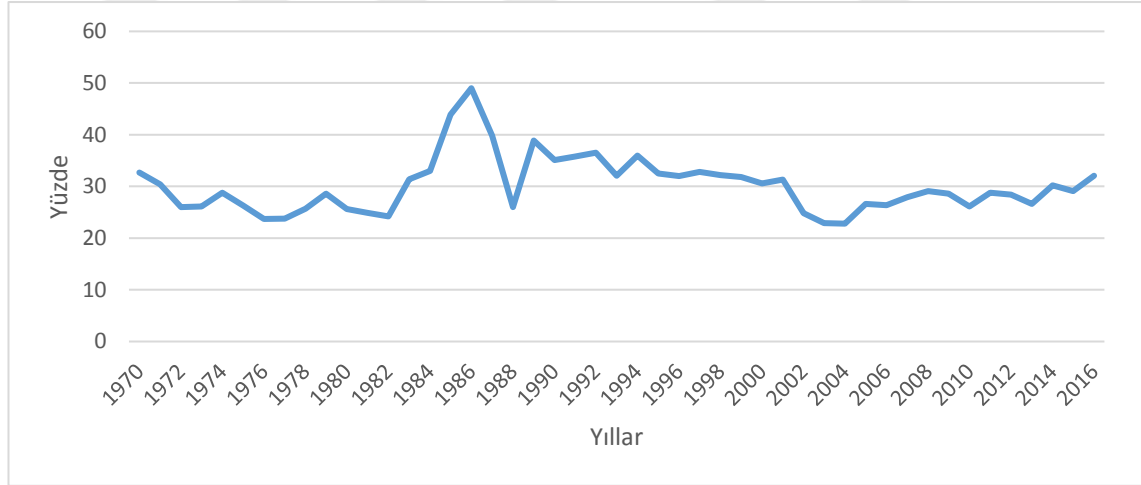
Şekil 8'de gösterildiği üzere dünya, OECD ülkeleri, Avrupa Birliği ve Türkiye'de yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi ortalaması %20 seviyesinin üzerindedir. Çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında biyokütle, hidrolik enerjisi, jeotermal, rüzgar ve güneş enerjileri baz alınmıştır.

Nükleer kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi incelendiğinde ise OECD ülkeleri için ortalama %18.4, dünya ortalaması %10.6, Avrupa Birliği ortalaması ise %27.7 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de henüz aktif bir nükleer santral bulunmadığı için toplam üretimdeki nükleer kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi payı %0'dır.

Sıvı yakıtlardan elde edilen elektrik üretiminin toplam üretim içerisindeki payları ise; OECD ülkeleri için %2.6, dünya ortalaması %4.1, Avrupa Birliği ortalaması %1.8, Türkiye ortalaması ise %0.9 olarak bulunmuştur. Sıvı yakıtlar olarak ise petrol ve petrol türevi ürünler baz alınmıştır. Petrol türevleri kapsamında ise fuel oil, nafta gibi yakıtlar bulunmaktadır.

1.7. Elektrik Üretiminin Kaynak Çeşitlerine Göre Toplam Üretimdeki Payları

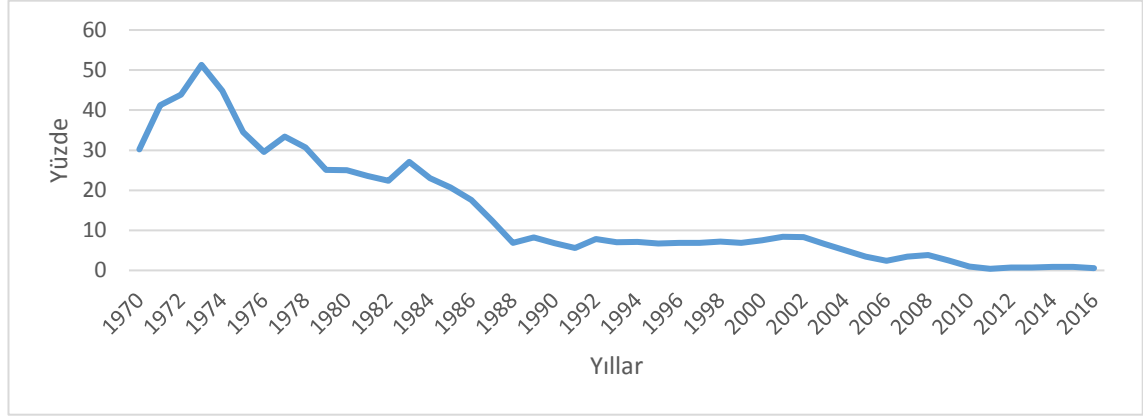
Türkiye’de elektrik üretiminde kullanılan kaynakların toplam üretim içerisindeki payları yüzdesel olarak grafikler ile anlatılmaya çalışılmıştır. Çalışmada yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında biyokütle, hidrolik enerjisi, jeotermal, rüzgar ve güneş enerjileri baz alınmıştır. Sıvı yakıtlar olarak ise petrol ve petrol türevi ürünler baz alınmıştır. Petrol türevleri kapsamında ise fuel oil, nafta gibi yakıtlar bulunmaktadır. Elektrik kaynağı olarak kömürün kullanıldığı gruplamada ise linyit, ithal ve taş kömüründen elde edilen elektrik üretimleri baz alınmıştır.



Şekil 9: Türkiye’de Kömür Kullanılarak Üretilen Elektriğin Toplam Üretim Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)

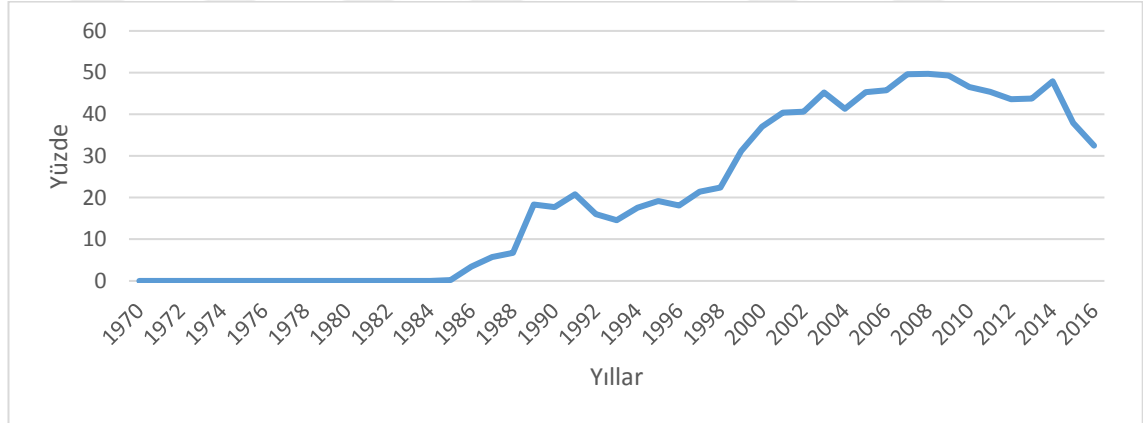
Şekil 9’da gösterildiği üzere kömür ile elektrik üretiminde ise Türkiye’nin durumu durağan olarak yorumlanabilir. Verilere göre 1970’lerden itibaren genel olarak %25-30 arasında dağılmaktadır. Kömürün yakıt olarak kullanıldığı üretim modelinin en büyük dezavantajı çevresel etkilerdir. Bulunduğu çevreye hava kirliliğine neden olarak zarar veren kömürlü elektrik santralleri ilerleyen dönemlerde yerini yenilenebilir enerji türleri

olan rüzgar ve güneş enerjisine bırakma ihtimali azımsanmayacak düzeyde olduğu bilinmektedir.



Şekil 10: Türkiye’de Sıvı Yakıtlar Kullanılarak Üretilen Elektriğin Toplam Üretime Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)

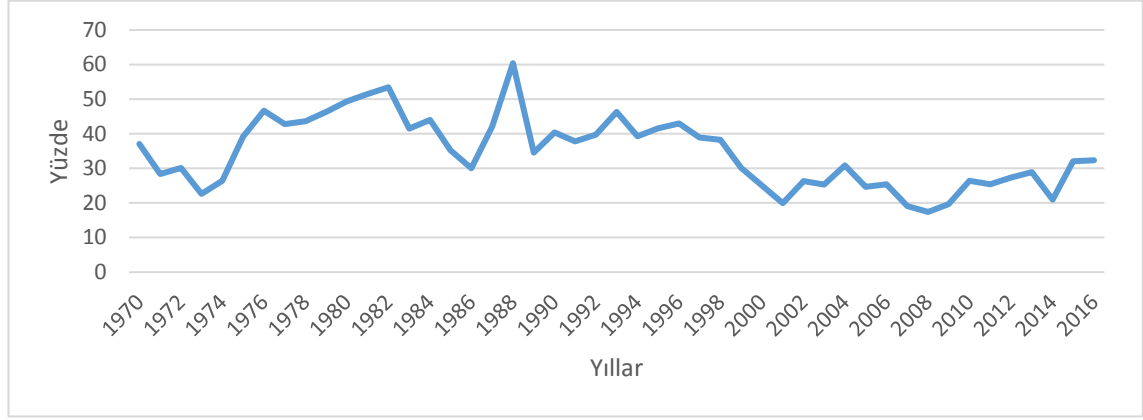
Şekil 10’da görüldüğü üzere 1970’li yılların başında sıvı yakıtların kullanımı toplam üretim içerisindeki payını artırmaya başlamış fakat bu ivme 1974 yılında kaybolmuştur. 1974 yılından günümüze dek azalan bir üretim yüzdesine sahip olan sıvı yakıtların 2010 yılından itibaren toplam üretim içerisindeki payı %1 seviyesinin de altına gerilemiştir.



Şekil 11: Türkiye’de Doğal Gaz Kullanılarak Üretilen Elektriğin Toplam Üretime Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)

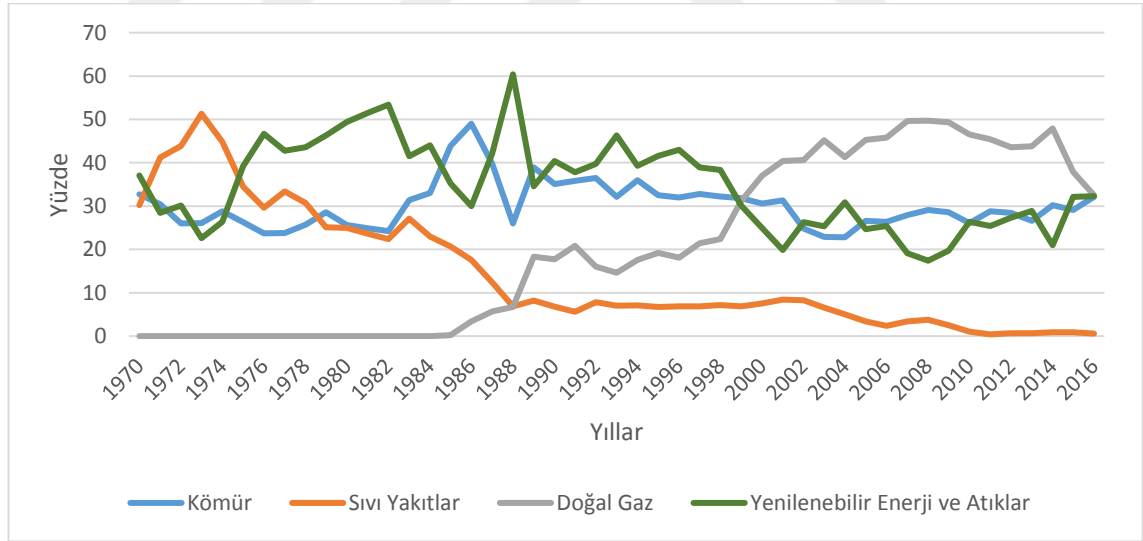
Şekil 11’de gösterildiği üzere Türkiye’de doğal gaz ile elektrik üretimi toplam üretim içerisinde en yüksek paya sahiptir. Özellikle 2001 yılından itibaren toplam üretim miktarının %40’ından fazlasına sahip olan doğalgaz üretimi 2015 yılına kadar %35 üzerindeki payını korumayı başarmıştır. Doğal gaz payının azalması Türkiye adına

olumlu bir gelişmedir. Hammadde olarak kullanılan gazın ithal alınması ülkemiz açısında yerli üretimin önüne geçmekte ve cari açığın artmasına neden olmaktadır.



Şekil 12: Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılarak Üretilen Elektrğin Toplam Üretime Oranının Yıllara Göre Değişimi (TEİAŞ, 2016)

Çevresel etmenler göz önünde bulundurulduğunda temiz elektrik olarak adlandırabileceğimiz yenilenebilir enerji kaynakları ise toplam üretimin 2016 yılı itibariyle %32’sini karşılamaktadır.



Şekil 13: Türkiye’de 1970 – 2015 Yılları Arasındaki Elektrik Üretimine Yakıt Cinsi Bazındaki Payları (TEİAŞ, 2016)

Türkiye için santral tiplerine göre üretim miktarları kıyaslandığında doğal gaz kullanılarak yapılan üretimde özellikle 2000’li yıllardan sonra büyük bir yükseliş ivmesi yakalandığı görülmektedir. Sıvı yakıtların kullanımı yıllar geçtikçe azalırken kömür kullanımı 2000’li yıllardan bugüne dek azalan bir seyir izlemiştir. Yenilenebilir

enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimi ise 2016 yılına kadar azalan bir yapıya sahip olsa da toplam üretim içerisindeki payını %30'un üzerinde tutmayı başarmıştır.

1.8.Verilerin Tanımlanması

1.8.1. Emre Amade Kapasite

Kurulu güç herhangi bir üretim santralının sürekli olarak çalışması koşuluyla elde edebileceği maksimum elektrik miktarını ifade eder. Başka bir tanımda emre amade kapasite üretim grubunun enerji sistemine anında sunulabilecek durumdaki aktif güç kapasitesi olarak ifade edilmiştir (TEİAŞ, 2009). Emre amade kapasite ise matematiksel olarak kurulu güç ile ilişkilendirilir. Santralin herhangi bir sebeple kurulu gücünde bulunan kapasitenin bir kısmını kullanmaması mümkündür. Kurulu güçten herhangi bir sebeple kullanılmayan kapasite çıkarılırsa emre amade kapasite bulunmuş olunur. Herhangi bir elektrik santralının tam kapasite ile çalışmamasının altında çeşitli sebepler yatabilir. Bu sebeplerin başında santralde teknik bir aksaklık yaşanması gelmektedir. Oluşan arıza santralin tam kapasite elektrik üretimini düşürücü bir etkide bulunup emre amade kapasitenin de azalmasını sağlayabilir. Meydana gelen arızaların dışında yakıt temini ve kalitesiyle ilgili sorunlar da emre amade kapasiteyi etkiler. Yenilenebilir enerji santrallerinde ise doğa olayları emre amade kapasiteye direkt etkide bulunur. Ayrıca arızalar dışında elektrik üreticisi başka nedenlerle de tüm kapasitesini emre amade kapasite olarak sunmamayı tercih edebilir (Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, 2015 – 2019).

1.8.2. Uzlaşmaya Esas Çekiş Miktarı

Uzlaştırmaya esas çekiş miktarı, uzlaştırmaya esas çekiş birimlerinin, bir uzlaştırma dönemi içinde saatlik olarak sistemden aldığı enerji miktarının toplam değeridir (EPIAŞ Şeffaflık Platformu, 2017). Yani veri sistemden belirli bir zaman aralığında çekilen

(talep edilen) elektrik miktarının toplamını ifade etmektedir. Uzlaşmaya esas çekiş miktarı çalışmada gerçekleşen tüketim verisi olarak baz alınmıştır.

1.8.3.Uzlaşmaya Esas Veriş Miktarı

Uzlaştırmaya esas veriş miktarı, uzlaştırmaya esas veriş birimlerinin, bir uzlaştırma dönemi içinde saatlik olarak sisteme verdiği enerji miktarının toplam değeridir (EPIAŞ Şeffaflık Platformu, 2017). Sisteme belirli bir zaman aralığında santrallerden gelen elektrik miktarı uzlaşmaya esas veriş miktarı olarak adlandırılır. Uzlaşmaya esas veriş miktarı çalışmada gerçekleşen üretim verisi olarak baz alınmıştır.

BÖLÜM 2: TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASI ARZ TALEP ANALİZİ VE PROJEKSİYONLARI

2.1. Kapasite Faktörü

Kapasite Faktörü, belirli bir zaman aralığında üretilen elektrik enerjisi ile üretilebilecek maksimum enerji miktarının birbirine oranlanması ile elde edilir. (Mathew 2006: p.155) Brüt üretim bir santralde üretim sonucu çıkan elektrik miktarıdır. Bu miktardan kayıplar ve verimsizlikten kaynaklanan düşüşler düşülerek net üretim miktarı elde edilir. Üretim kapasitesi ise santralin tüm kapasitesini kullanarak bir tam yıl boyunca elektrik üretmesi sonucu elde edebileceği elektrik gücünü ifade eder.

$$\text{Kapasite Faktörü} = \frac{\text{Brüt Üretim}}{\text{Üretim Kapasitesi}}$$

Örneğin bir jeneratörün saatlik üretim kapasitesi 1000 kW olsun. Bu jeneratör 365 gün 24 saat boyunca çalışsa toplamda bir yıl boyunca $1000 \text{ kW} \times (365 * 24) = 8.760.000$ kWh elektrik üretebilir. Öte yandan, bu jeneratörün ise bir yıl boyunca gerçekte sadece 2.500.000 kWh üretim gerçekleştirmiş olduğunu varsayalım. Bu durumda gerçekte üretilen miktarın toplam üretilebilecek miktara bölümünden elde edilen %35 oranı bahsi geçen jeneratörün söz konusu yıl için kapasite faktörüdür

Her üretim santralinin kendine has bir kapasite faktörü ortalaması vardır. Çünkü her çeşit santral tipinin farklı verimliliği ve çalışma koşulları mevcuttur. Rüzgar enerjisiyle üretim yapan santrallerin kapasite faktör ortalaması % 20– 40 aralığında değişirken hidroelektrik santrallerinin %30-80 arasında değişen kapasite faktörü oranları mevcuttur. Termal santrallerde ise bu oran yenilenebilir enerji santrallerine göre daha yüksektir (EIA, 2015).

ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu'nun raporunda yer alan bilgilere göre 2016 yılında nükleer santral kapasite faktörü %92.5, rüzgar santrallerinden elde edilen kapasite faktörü %34.7, güneş enerjisiyle üretim yapan santrallerin %22.2, jeotermal santrallerin ise kapasite faktörü %74.2 olarak hesaplanmıştır (EIA, 2016).

Kapasite faktörü bir santralin efektif çalışıp çalışmadığına dair keskin bir gösterge değildir. Fakat santral tiplerinin kendi aralarındaki kıyaslamalarda kapasite faktörü üretkenliği ölçebilir.

Aynı üretim şekline sahip santrallerde, yüksek kapasite faktörüne sahip olan işletmeler daha etkin bir biçimde üretim yapıyor anlamı çıkarılabilir. Fakat bu kıyaslamayı yaparken aynı üretim metodunu belirlemiş olan santrallerin yanı sıra benzer teknolojilerin kullanılması da ayrıca gözetilmelidir. Farklı teknolojilerin kullanılması tüm üretim sürecini değiştirebilir.

İlerleyen sayfalarda Türkiye için santral bazlı olarak kapasite faktörü değerleri incelenecek ve bu veriler dünya ortalamaları ile kıyaslanacaktır.

2.2. Doğal Gaz Santralleri

Doğal gaz kaynaklı elektrik santrallerinin ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu'nun raporunda yer alan bilgiye göre 2015 yılı ortalama kapasite faktörü %20 olarak belirtilmiştir (EIA, 2015).

Tablo 1: Türkiye'deki 5 Büyük Doğal Gaz Santralinin 2015 Yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015)

| Santral Adı | Yıllık Elektrik Üretimi (MWh) | Üretim Kapasitesi (MWh) | Kapasite Faktörü |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Enka Gebze Doğalgaz Santrali | 11311 | 13490 | 0,84 |
| Enka İzmir Doğalgaz Santrali | 11120 | 13315 | 0,84 |
| Bursa Doğalgaz Santrali | 5637 | 12544 | 0,45 |
| Hamitabat Termik Santrali | 4209 | 10126 | 0,42 |
| Aksa Antalya Doğalgaz Santrali | 5359 | 10074 | 0,53 |
| | | Ortalama | 0,55 |

Tablo 1’de gösterildiği üzere Türkiye’de bulunan beş büyük doğalgaz santralının ise ortalaması %55 seviyesindedir. Türkiye’nin son yıllardaki elektrik üretiminin büyük bir kısmı doğal gazdan karşılanmakta ve kapasite faktörü oranları ABD ortalamasının üzerinde seyretmektedir.

2.3. Kömür Santralleri

ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu’nun raporuna göre 2015 yılında kömür kaynaklı elektrik üretimi yapan şirketlerin kapasite faktör ortalaması %54 seviyesindedir (EIA, 2015).

Tablo 2: Türkiye’deki 5 Büyük Kömür Santralının 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015)

| Santral Adı | Yıllık Elektrik Üretimi (MWh) | Üretim Kapasitesi (MWh) | Kapasite Faktörü |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Zonguldak Eren (ZETES) | 13720 | 24440 | 0,56 |
| İSKEN Sugözü Termik Santrali | 9183 | 11563 | 0,79 |
| İÇDAŞ Bekirli Termik Santrali | 8640 | 10512 | 0,82 |
| İskenderun Atlas Termik Santrali | 8500 | 10512 | 0,80 |
| İÇDAŞ Biga Termik Santrali | 2885 | 3547 | 0,81 |
| | | Ortalama | 0,75 |

Tablo 2’de gösterildiği üzere Türkiye’de bulunan beş büyük işletmenin ortalama kapasite faktörü ise %75 seviyesinde gerçekleşmiştir.

2.4. Rüzgar Santralleri

ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu'nun raporunda yer alan bilgiye göre ABD'de yer alan rüzgar enerjisiyle elektrik üretimi yapan firmaların 2015 yılındaki kapasite faktörü ortalaması %32 seviyesindedir (EIA, 2015).

Tablo 3: Türkiye'deki 5 Büyük Rüzgar Santrali 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015)

| Santral Adı | Yıllık Elektrik Üretimi (MWh) | Üretim Kapasitesi (MWh) | Kapasite Faktörü |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Soma Rüzgar Santrali | 437 | 2103 | 0,20 |
| Dinar Rüzgar Santrali | 243 | 1764 | 0,13 |
| Geycek Rüzgar Santrali | 312 | 1471 | 0,21 |
| Balıkesir Rüzgar Santrali | 387 | 1248 | 0,31 |
| Osmaniye Gökçedağ RES | 388 | 1182 | 0,32 |
| | | Ortalama | 0,23 |

Tablo 3'te gösterildiği üzere Türkiye için en büyük beş santral incelendiğinde ortalama olarak kapasite faktörü %23 seviyesinde gerçekleşmiştir.

2.5. Jeotermal Santralleri

ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu'nun raporunda yer alan bilgilere göre 2015 yılında ABD'de yer alan jeotermal santral kapasite faktör ortalamasının %74 olduğunu göstermiştir (EIA, 2015).

Tablo 4: Türkiye'deki 5 Büyük Jeotermal Santrali 2015 yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015)

| Santral Adı | Yıllık Elektrik Üretimi (MWh) | Üretim Kapasitesi (MWh) | Kapasite Faktörü |
|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Efeler Jeotermal Enerji Santrali | 505 | 1006 | 0,50 |
| Kızıldere 2 Jeotermal Santrali | 433 | 700 | 0,61 |
| Pamukören Jeotermal Santrali | 245 | 591 | 0,41 |
| Galip Hoca Germencik JES | 316 | 415 | 0,76 |
| Alaşehir Jeotermal Enerji Santrali | 181 | 394 | 0,45 |
| | | Ortalama | 0,55 |

Tablo 4'te ifade edildiği üzere Türkiye'de yer alan santrallerin daha düşük kapasite faktörüne sahip olduğu görülmektedir.

2.6. Hidroelektrik Santralleri

Hidroelektrik santralleri Türkiye'nin uzun yıllardır elektrik ihtiyacını karşılamada önemli bir kaynak durumundadır.

Tablo 5: Türkiye'deki 5 Büyük Hidroelektrik Santrali 2015 Yılı Üretim ve Kapasite Faktörü Değerleri (Enerjiatlası.com, 2015)

| Santral Adı | Yıllık Elektrik Üretimi (MWh) | Üretim Kapasitesi (MWh) | Kapasite Faktörü |
|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------|
| Atatürk Barajı ve HES | 6952 | 21067 | 0,33 |
| Karakaya Barajı ve HES | 6720 | 15768 | 0,43 |
| Keban Barajı ve HES | 5852 | 11650 | 0,50 |
| Altinkaya Barajı ve HES | 927 | 6154 | 0,15 |
| Birecik Barajı ve HES | 1950 | 5886 | 0,33 |
| | | Ortalama | 0,34 |

ABD Enerji Bakanlığı Bilgi Kuruluşu'nun yayınladığı verilere göre ABD'de hidroelektrik santrallerinin 2015 yılı kapasite faktör ortalaması %35 seviyesindedir (EIA, 2015). Tablo 5'te gösterildiği üzere Türkiye'de bulunan en büyük beş hidroelektrik santrali ortalaması ise %34 seviyesindedir.

2.7. Azami Kapasite

Kullanıma hazır şekilde bulunan gerektiğinde sisteme entegre olabilecek elektrik miktarına emre amade kapasite denmektedir (TEİAŞ, 2009). Azami kapasite ise belirli bir zaman aralığında sisteme enjekte edilebilecek enerji miktarının en büyüğünü ifade eder. Bir santralin emre amade kapasitesi 100 MW iken azami kapasitesi 120 MW olabilecektir.

2.8. Puant Talep

Belirli bir zaman aralığında sistemde görülen en yüksek toplam talep miktarını ifade eder. Türkiye elektrik piyasasında bu ifade puant (MW) olarak ifade edilmektedir (TEİAŞ, 2009). Elektrik talebinin yüksek olduğu sıcak yaz günlerinde veya soğuk kış günlerinde oluşması beklenebilir.

2.9. Rezerv Marjı

Rezerv marjı, belirli bir zaman aralığındaki azami kapasitenin puant talep değerinden çıkarılıp elde edilen sonucun puant talebe oranlanması ile elde edilir.

$$\text{Rezerv Marjı} = \frac{\text{Azami Kapasite} - \text{Puant Talep}}{\text{Puant Talep}}$$

Başka bir tanıma göre ise elektrik piyasalarında puant talebin (azami talep) güvenilir kurulu güce oranı olarak geçmektedir (Güleç, 2013). Rezerv marjı ayrıca belirli bir zaman aralığında mümkün kapasitenin ne kadarının kullanıldığını da belirtir. Piyasadaki arz talep dengesi rezerv marjı ile ölçülebilir. Rezerv marjının azalan bir eğilim göstermesi temelde piyasadaki arz – talep dengesinin daha uygun koşullarda oluştuğu anlamına gelebilir.

Tablo 6: 2010 – 2016 yılları arasında Türkiye'nin Azami Kapasite, Puant Talep ve Rezerv Marjı Bilgileri (EPIAŞ, 2016)

| | Azami Kapasite (MW) | Puant Talep (MW) | Rezerv Marjı |
|------|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| 2010 | 36508 | 30348 | 0,17 |
| 2011 | 39233 | 32661 | 0,17 |
| 2012 | 39972 | 35082 | 0,12 |
| 2013 | 43314 | 34860 | 0,20 |
| 2014 | 47777 | 37223 | 0,22 |
| 2015 | 48864 | 38850 | 0,20 |
| 2016 | 56038 | 42074 | 0,25 |

Tablo 6'da Türkiye için azami kapasite değerlerinin yıllar geçtikçe artış gösterdiği görülmektedir. Bu değişimin anlamı yıllar geçtikçe emre amade kapasitenin yani sisteme entegre edilmeye hazır bekletilen elektrik miktarının arttığı sonucu çıkartılabilir. Gelişme firmaların hazır kapasitelerini artan bir şekilde güncelledikleri anlamına gelmektedir.

Tablo 6'da gösterildiği üzere puant talep verisinde ise yıllar içerisindeki en yüksek talep miktarları yer alır. 2010 yılından 2016 yılına dek belirgin bir şekilde yükselişine devam eden verinin altında yatan birçok sebep olabilir. Fakat yıllar geçtikçe elektrik kullanımının yükselmesi puant talepteki bu yükselişleri açıklayabilir.

Rezerv marjı ise atıl durumda bulunan kapasitenin yüzdesini ifade eder. Bu yüzdenin azalarak devam ediyor olması piyasa oyuncularının arz talep dengesini daha iyi okumaya başladıklarını fakat sistemde oluşabilecek ani tepkimelere cevap verecekleri alanın da daraldığı anlamını taşır. Türkiye açısından 2010 – 2016 yılları arasındaki rezerv marjı yüzdeleri incelendiğinde artan bir eğilim olduğu gözükmektedir. Azami kapasitenin puant talepten daha hızlı bir şekilde yükseliş göstermesi firmaların piyasa

talebini iyi okuyamadıkları ve kendilerini talep değişimlerine iyi hazırlayamadıkları anlamı çıkarılabilir.

2.10. Sistem Yük Faktörü

Sistem yük faktörü TEİAŞ'ın yaptığı tanıma göre 'Bir enerji sisteminin yıllık ortalama yükünün aynı yıl içindeki maksimum yüküne oranıdır; bu faktör yüzde ile ifade edilir ve talebin değişimleri (salınımları) için bir ölçü olarak kullanılır.' olarak ifade edilmektedir (TEİAŞ, 2009).

$$\text{Yük Faktörü} = \frac{\text{Ortalama Talep (MW)}}{\text{Puant Talep (MW)}}$$

Ancak karşılaştırma yıllar arasında yapılırsa iklim değişimleri dikkate alınmalıdır. Bunun için sistem yük faktörü iklim koşullarına uyumlanmalıdır (TEİAŞ, 2009). Ortalama elektrik kullanımını maksimum enerji kullanımıyla oranlamak tüketim karakteristiğini belirlemek adına son derece açıklayıcı bir gösterge olarak kullanılabilir. Sistem yük faktörü belirlenirken baz alınan zaman periyodu günlük ise çalışma günlük yük faktörü, aylık ise aylık yük faktörü olarak adlandırılır.

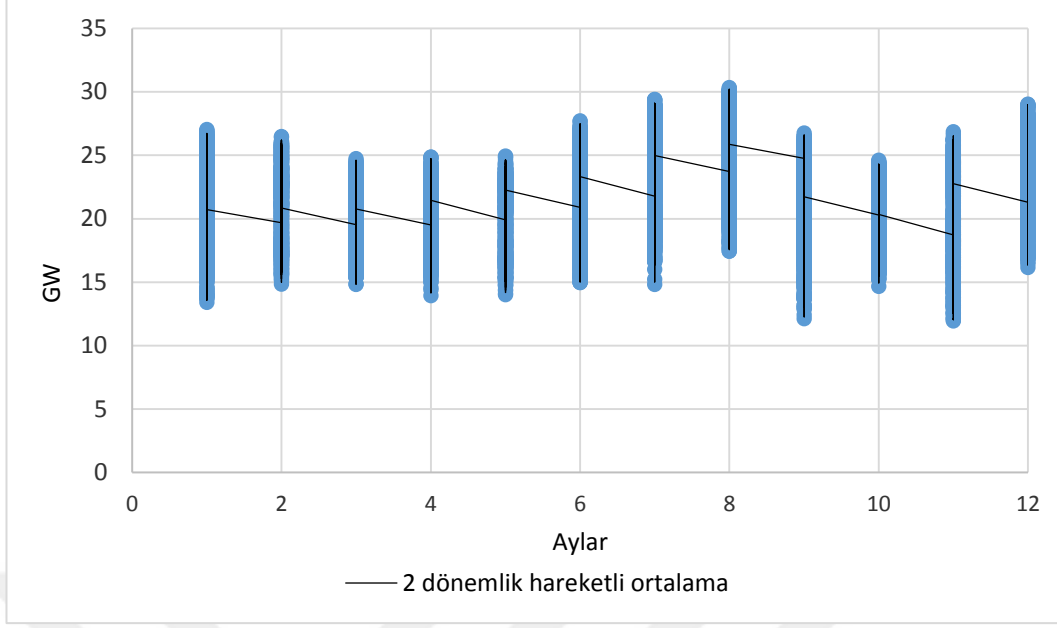
Tablo 7: 2010 – 2016 yılları arasında Türkiye'nin Ortalama Talep, Puant Talep ve Yük Faktörü Verileri (EPIAŞ)

| | Ortalama Talep (MW) | Puant Talep (MW) | Yük Faktörü |
|------|----------------------------|-------------------------|--------------------|
| 2010 | 21508 | 30348 | 0,71 |
| 2011 | 23544 | 32661 | 0,72 |
| 2012 | 24841 | 35082 | 0,71 |
| 2013 | 25504 | 34860 | 0,73 |
| 2014 | 26533 | 37223 | 0,71 |
| 2015 | 27626 | 38850 | 0,71 |
| 2016 | 29334 | 42074 | 0,70 |

Yük faktöründeki gösterim ayrıca sistemin sağlıklı işleyişi açısından da önemlidir. 1'e yakın oranlarda sistem benzer koşullarda çalışıp daha az risk taşır. Tablo 7'de 2010-2016 yılları arasında yük faktörünün aynı seviyelerde devam ettiği görülmektedir.

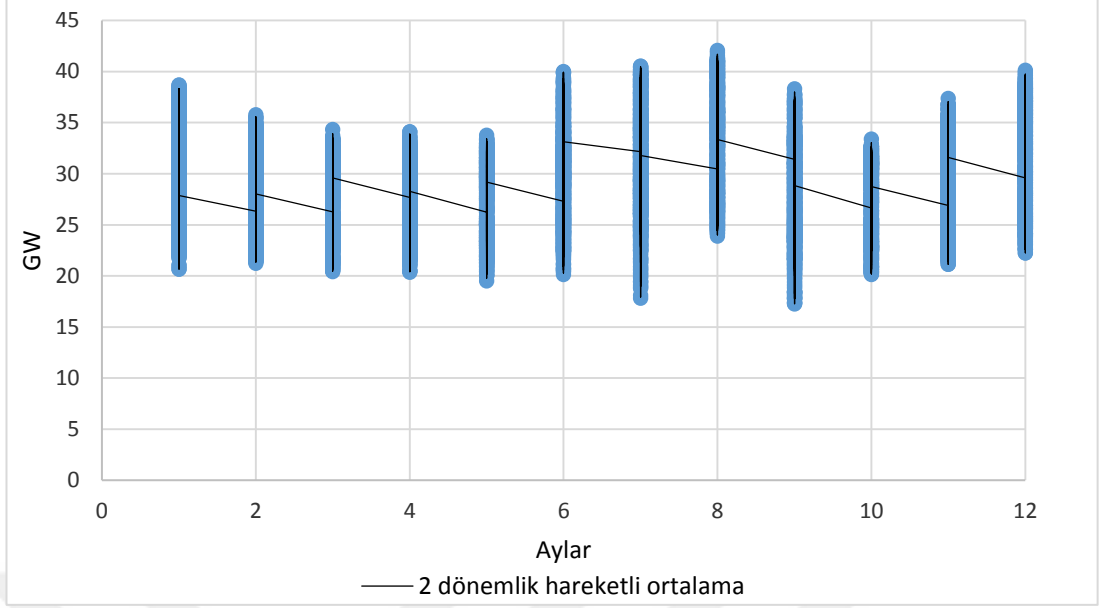
2.11. Yük Eğrisi

Yük eğrisi tanım olarak zamana göre elektrik tüketiminin yansıtıldığı bir grafiksel ifadedir. Eğer gösterimde baz alınan zaman aralığı günlük ise günlük yük eğrisi, aylık ise aylık yük eğrisi adıyla grafik isimlendirilir. Yük eğrisi yorumunda ise talebin zamansal dağılımını gördüğümüz için arz konusunda üreticilerin hangi zaman dilimlerinde sistemlerini hazır durumda bekletmelerinin daha efektif olacağı görüşüne ulaşılabilir. Böylelikle depolanması şu anki koşullarda zorlu olan elektrik üretimi talep edilen zaman düzeyinde optimal miktarda üretilir.



Şekil 14: Türkiye İçin 2010 Yılı Yük Eğrisi (EPIAŞ, 2016)

Şekil 14, 2010 yılı elektrik tüketiminin aylara göre grafiğe dökülmüş halidir. Aralık, Ocak, Şubat aylarında yani kış aylarında tüketimin genel ortalamasının biraz üzerinde olduğu görülmektedir. Benzer şekilde yaz ayları olan Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında ise elektrik tüketimi yeniden yükselişe geçmektedir. Bu tüketim artışlarının sebebi kışın ısınma yazın ise serinlemede elektrik kullanımının yükselmesidir. Diğer aylara kıyasla ısınma veya serinleme ihtiyacının bulunmadığı mevsimler olan sonbahar ve ilkbaharda ise elektrik tüketiminin azalan bir ivmeye sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 15: Türkiye İçin 2016 Yılı Yük Eğrisi (EPIAŞ, 2016)

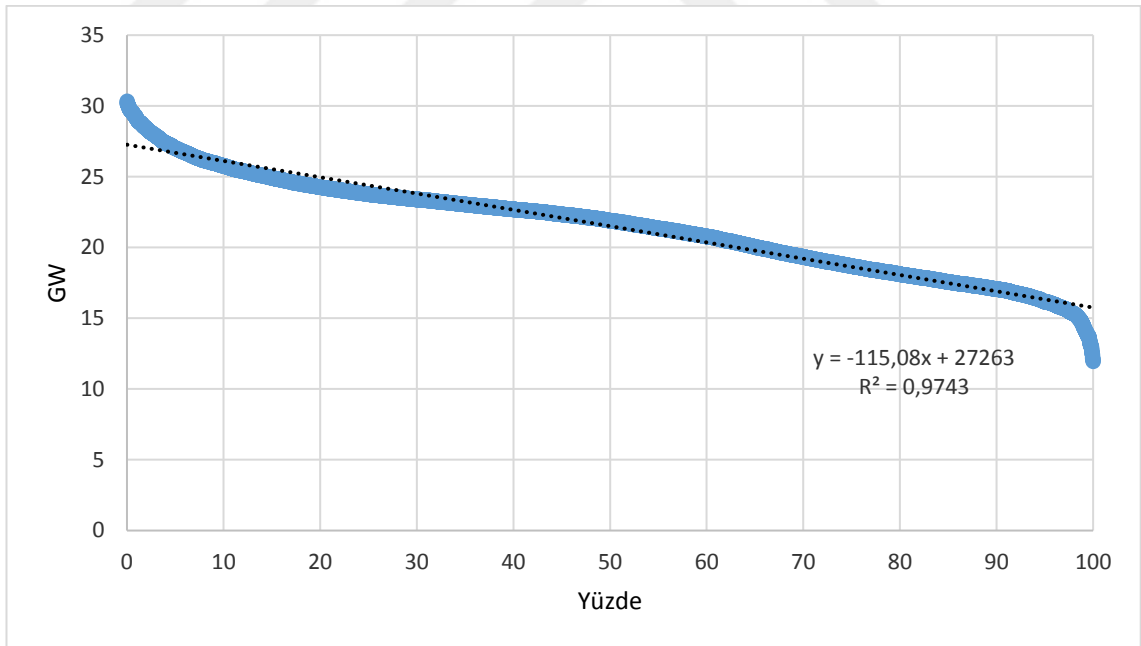
Şekil 14 ve 15’de yer alan görseller incelendiğinde 2010 yılı ile 2016 yılı tüketim dağılımının benzer bir görünüm oluşturduğu fark edilmiştir. Yıl ortalamasına kıyasla kış ve yaz aylarında elektrik tüketimi diğer mevsimlere nazaran göreceli olarak yüksektir. Dikkat çeken bir diğer konu ise tüketilen minimum elektrik miktarındaki yükseliştir. Ülkemiz net elektrik tüketimi yıllar geçtikçe yükselmektedir. Fakat bu yükseliş sadece yılın belirli zamanlarında görülen talep artışından kaynaklanıyor olabilirdi. Ancak grafiği incelediğimizde yılın tümüne dağılan bir tüketim artışının olduğunu gözlemliyoruz. Bu Türkiye’nin talep karakteristiğinin değişmeden elektriğe olan ihtiyacının artış gösterdiğinin bir kanıtı olarak değerlendirilebilir.

2.12. Yük Süresi Eğrisi

Yük süresi eğrisi sıralı bir şekilde tüketim miktarlarının düzenlenerek grafiğe dönüştürülmüş halidir. Uygulama yapılırken zaman yüzdesel biçimde dağıtılıp bu zaman aralığındaki talep dağılımı çizdirilir. Yük süresi eğrisi tüketimin belirlenen zaman aralığında nasıl bir değişim gösterdiği ile ilgilenmez. Yani yük süresi eğrisine bakarak mevsimsellik etkisi çıkarılması mümkün değildir. Genel anlamıyla belirli bir zaman aralığında talebin hangi güç miktarlarında yoğunlaştığı grafiklerde ölçümlenebilir. Uygulamamızda veriler yıllık olarak alınmış ve yıl içerisindeki en

yüksek tüketim miktarından başlangıç yapılarak sıralamaya gidilmiştir. Yük süresi eğrisi elektrik üretimi yapan firmaların maliyet optimizasyonu açısından önemlidir. Firmalar yıllara göre tüketim yoğunluğunu ölçüp gerek yeni tesis kapasitelerini gerekse mevcut tesislerin çalışma düzenlerini belirleyebilirler. Eğer bir yıl içerisinde toplam tüketimin %50'si 40 gW ve üzerindeyse firma piyasadaki toplam oyuncuların üretim değerleriyle kendi değerlerini birleştirerek yıl içerisinde aktif halde tutması gereken kapasiteye ilişkin bir ipucu yakalayabilir. Aynı zamanda elektrik piyasasının işleyişi ve kaynak israfını önlemek içinde yük süresi eğrisi rehber niteliği taşır. Eğrinin yataylaştığı yani talebin yoğunlaştığı bölgeler sistemin genel olarak ortalama talebinin bulunduğu alana işaret eder.

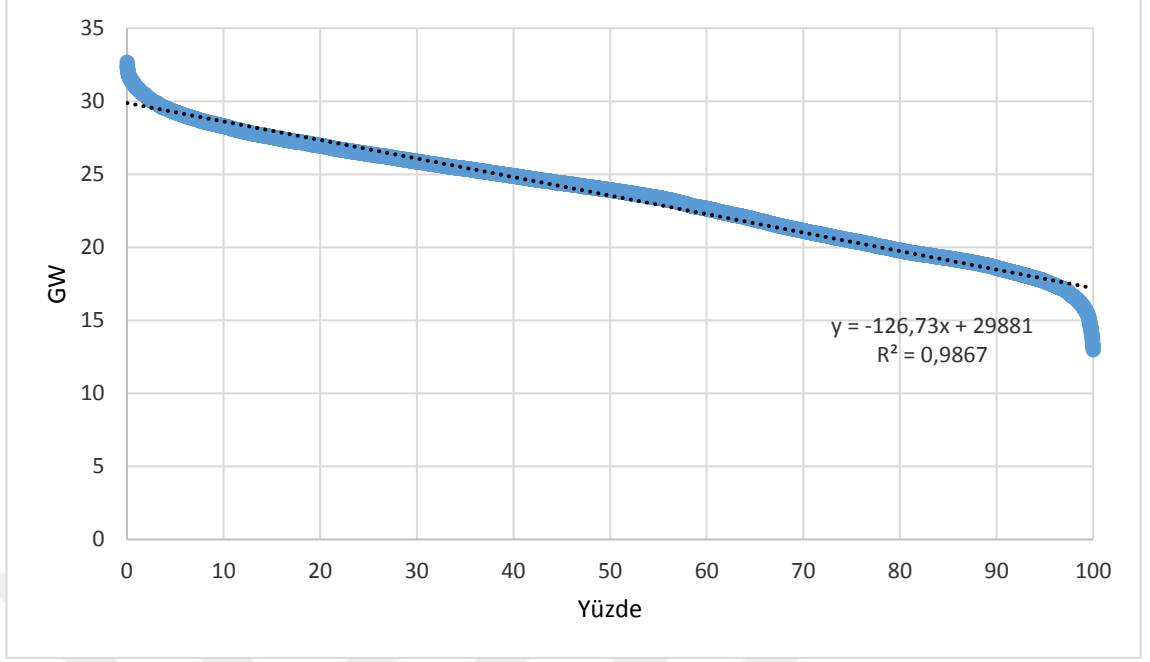
Talebin beklenmedik zamanlarda sert yükselişler göstermesi ve ortalamaların üzerinde sıkça bulunması durumunda üretici firmalar bu talebi karşılamak için normal zamanda bulundukları kapasitenin üzerinde çalışmalarına gelecektir. Bu kapasite aşımı ise firmaya maliyet artışı olarak yansiyabilir. Maliyetlerde görülen artış ise bir şekilde tüketiciye yansiyacaktır.



Şekil 16: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2010 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -115,08x + 27263$$

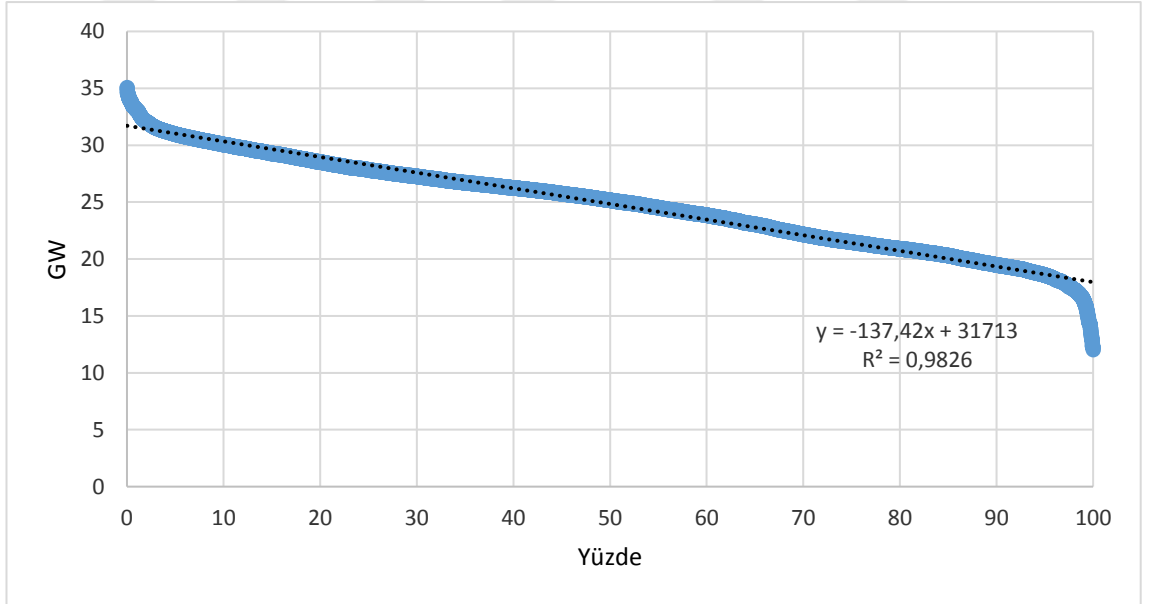
$$R^2 = 0,9743$$



Şekil 17: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2011 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -126,73x + 29881$$

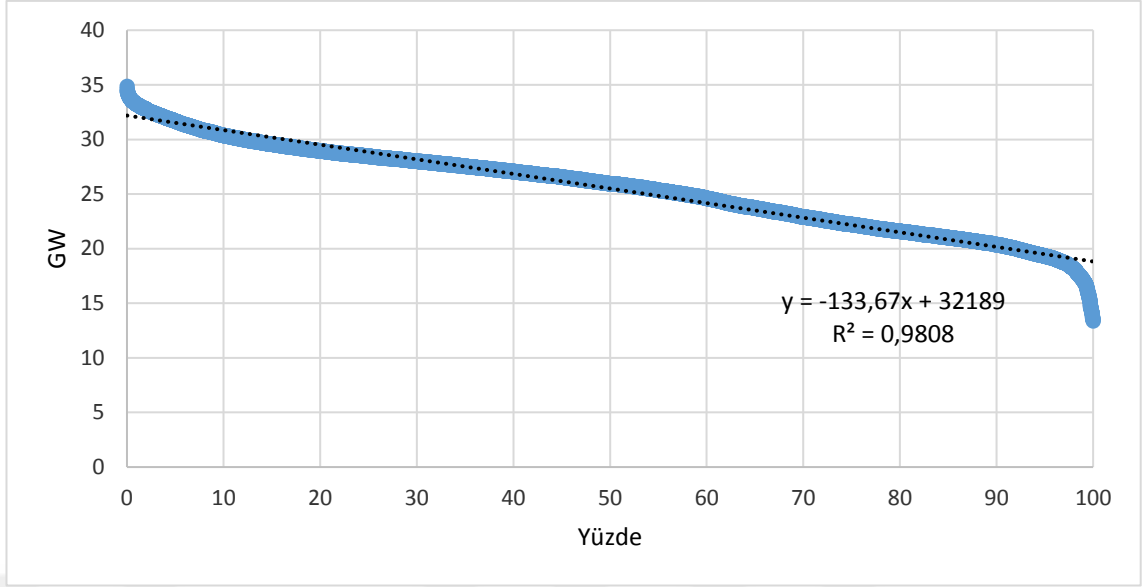
$$R^2 = 0,9867$$



Şekil 18: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2012 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -137,42x + 31713$$

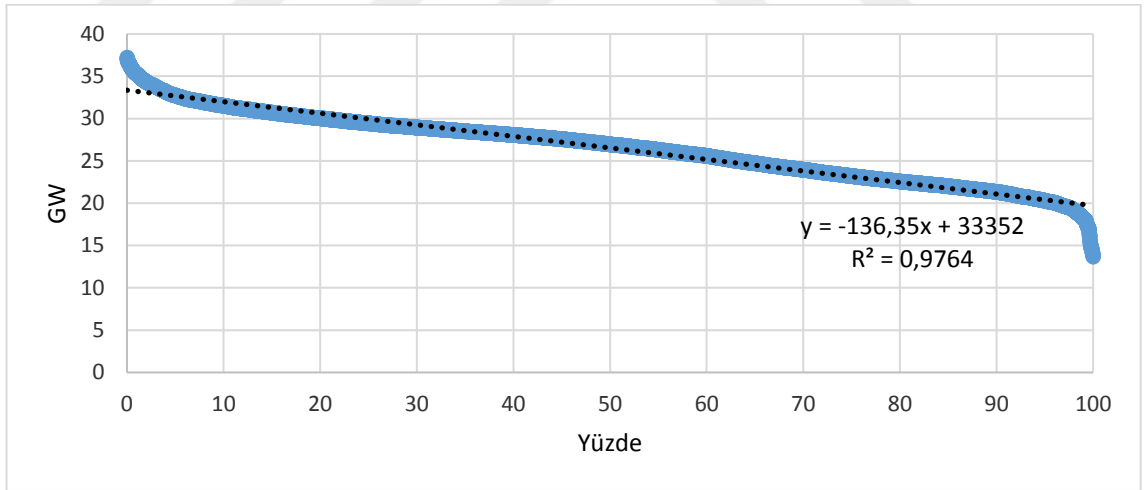
$$R^2 = 0,9826$$



Şekil 19: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2013 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -133,67x + 32189$$

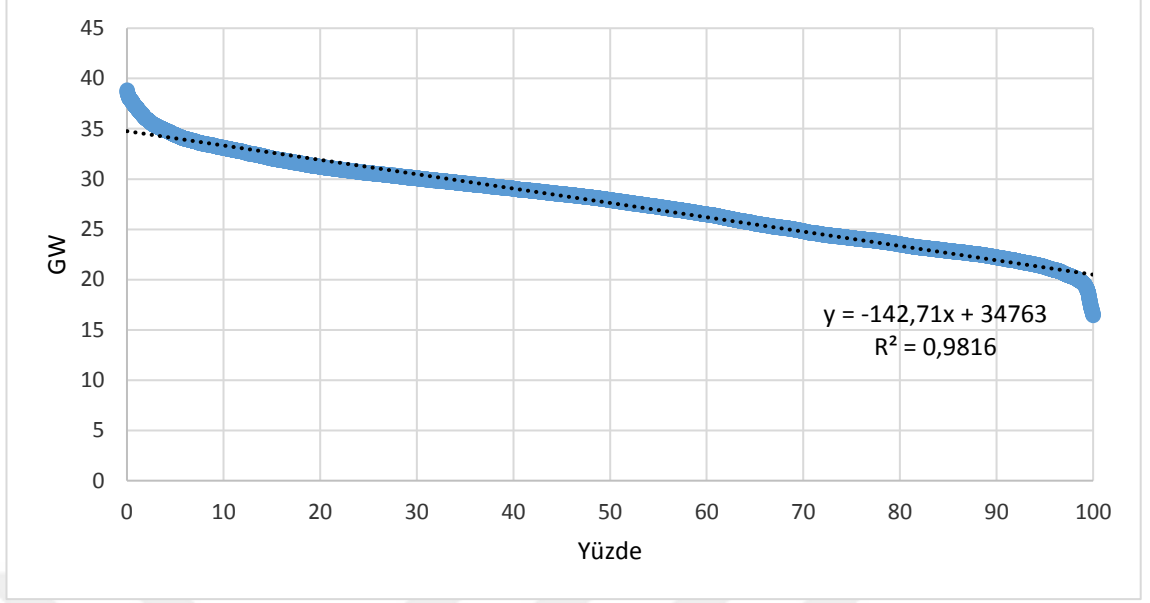
$$R^2 = 0,9808$$



Şekil 20: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2014 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -136,35x + 33352$$

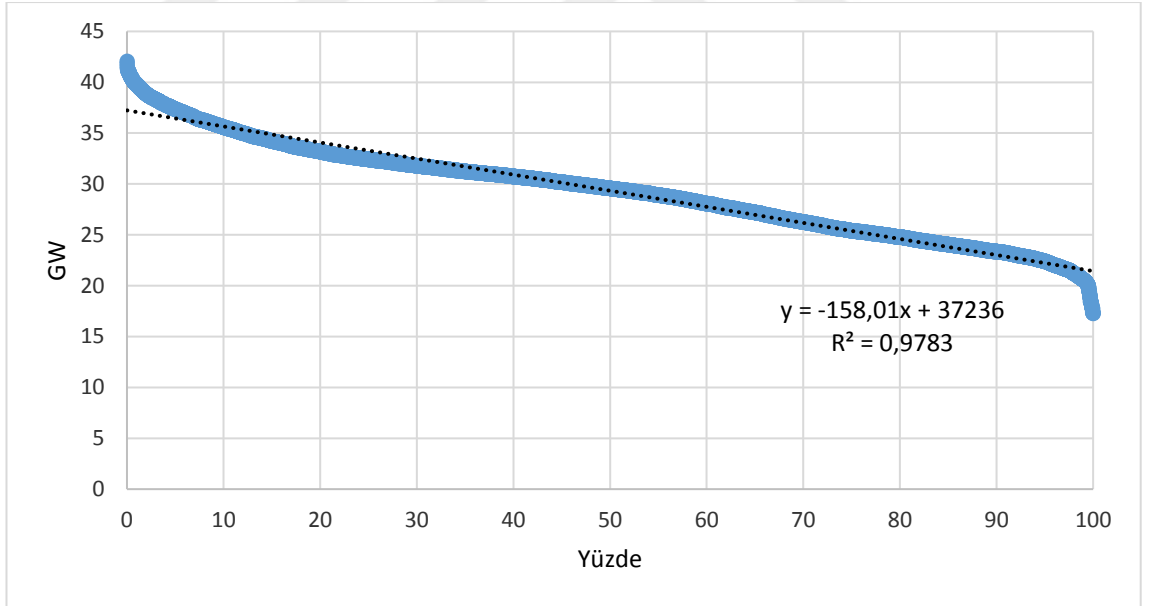
$$R^2 = 0,9764$$



Şekil 21: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2015 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -142,71x + 34763$$

$$R^2 = 0,9816$$



Şekil 22: Türkiye Yük Süresi Eğrisi 2016 (EPIAŞ, 2017)

$$y = -158,01x + 37236$$

$$R^2 = 0,9783$$

Türkiye için 2010 ile 2016 yılı arasında geçen toplam tüketim verilerinden yola çıkarak yük süresi eğrisi gösteriminin elde edilmesi Türkiye'nin arz talep dengesindeki değişimi

hakkında bize fikir verebilir. Denklemler detaylı olarak incelendiğinde grafiksel eğimin yıllar geçtikçe arttığı gözlemlenmektedir. Bu durumundan tüketimin daha çok benzer enerji seviyelerinde yoğunlaştığı anlamı çıkarılır. Yani elektrik piyasasına daha büyük yatırımların yapılması ve ortalama talebi karşılar bir düzeye gelinmesi amaçlanmalıdır.

2.13. Türkiye Elektrik Üretimini Temel Bileşenleri

Türkiye’de elektrik üretimi kullanılan kaynaklar açısından hayli çeşitlidir. Fakat bu santral cinslerinin bazıları toplam üretimde incelenmesi anlamlı sonuçlar çıkarmayacak kadar küçük bir yere sahiptir. Analizi daha anlaşılır bir hale getirmek ve sonuç odaklı çalışabilmek adına 2016 yılı boyunca üretilen toplam elektriğin santrallere göre dağılımı incelenmiştir.

Tablo 8: Santral Gruplarına Göre Üretim Yüzdeleri (TEİAŞ, 2016)

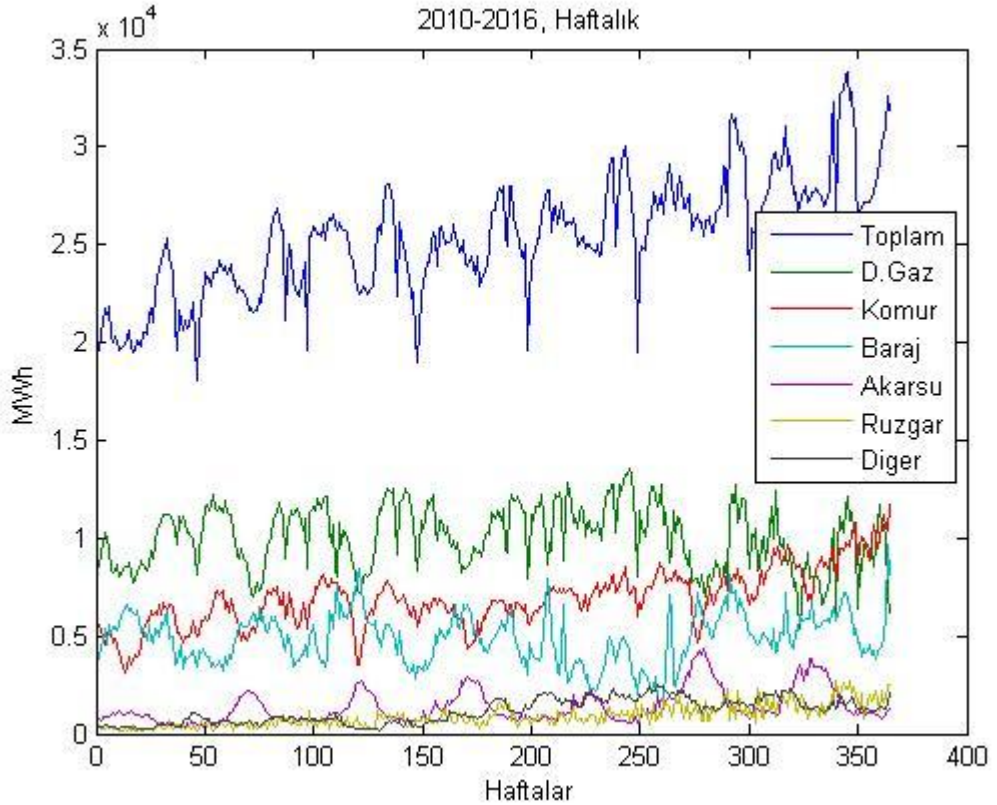
| Santral Tipi | Grup Üretim Yüzdeleri |
|----------------|-----------------------|
| Doğalgaz | 0,32 |
| LNG | |
| Linyit | 0,32 |
| Taş Kömür | |
| Asfaltit Kömür | |
| İthal Kömür | |
| Fuel Oil | 0,006 |
| Nafta | |
| Barajlı | 0,24 |
| Akarsu | |
| Jeotermal | 0,01 |
| Biyokütle | 0,007 |
| Uluslararası | 0,017 |

Dağılımı üretim yüzdelere göre yeniden düzenlediğimizde Türkiye elektrik piyasasının işleyişinde önemli yere sahip olmayan bazı santral cinsleri göze çarpmıştır. Kömür ve fosil yakıtlar ile üretim yapan santrallerin 2016 yılında toplam üretimdeki payları %32’iken doğal gaz santralleri de benzer oranlarda paylar edinmiştir. Baraj ve akarsulardan kurulan santraller ise toplam üretimde kendilerine %24’lük yer bulmuştur. Kalan üretimler ise analizimizde büyük bir tutmadığı için ilerleyen bölümlerde hesaplamalara dahil edilmeyecektir.

2.14. Emre Amade Kapasite ve Gerçekleşen Üretim Kıyaslaması

2.15. Türkiye Elektrik Üretiminin Santral Tiplerine Göre Üretim Verilerinin İncelenmesi

Bu bölümde Türkiye’nin elektrik üretiminin santral tiplerine göre incelenmesi gerçekleştirilecek ve santral tipleri arasındaki ilişkiler değerlendirilecektir.



Şekil 23: 2010 – 2016 Yılları Arasında Elektrik Üretiminin Santral Bazında Haftalık Görünümü (TEİAŞ, 2016)

2010 ile 2016 yılları arasında gerçekleşen elektrik üretiminin haftalık ortalamaları incelendiğinde şekil 26'da yer alan grafik elde edilmiştir. Toplam üretim haftalara göre incelendiğinde ise yükselen bir trende sahip olduğu gözükmektedir. Barajlardan elde edilen elektrik üretimi Eylül aylarında dip seviyelere gelip Kasım aylarında ise bu dip seviyelerden yeniden yükselişe geçmektedir. Akarsulardan elde edilen üretimlerde ise yükseliş hareketi barajlara göre biraz daha geç gerçekleşip üretim miktarında azalma da barajlı santrallere kıyasla daha erken gündeme gelmektedir. Bu değişimin sebebi akarsu santrallerinin barajlara kıyasla yağış koşullarına daha bağımlı olmalarından kaynaklanır. Barajlar yeterli doluluk oranına ulaştıktan sonra yağış olmasa dahi belirli bir süre daha üretim gerçekleştirebilirler. Akarsularda ise bu şekilde bir imkan bulunmamaktadır. Doğal gaz ve kömür santralleri ise daha serbest üretim skalasına sahiptir. İhtiyaç olması dahilinde büyük oranda iklim koşullarından bağımsız olarak kullanılabilirler.

2.16. 2016 Yılı Günlük Elektrik Üretimi Verilerinin Santral Tiplerine Göre Korelasyon İlişkileri

2016 yılı içerisinde gerçekleşen üretim verilerinin santral bazındaki değişimlerinin korelasyonu incelendiğinde ise üretim sürecine dair daha detaylı bilgiler elde edilmektedir. İnceleme yapılırken verilerin günlük ortalamaları alınıp bu ortalamalardan hareketle korelasyon tablosu oluşturulmuştur.

Tabloda doğal gaz santrallerinin linyit santralleri ile arasında 0.36, ithal kömür santralleri arasında 0.31'lik bir korelasyon olduğu anlaşılmıştır. Bu görünüm bize doğal gaz ile elektrik kullanımı ile birlikte kömür kaynaklı santrallerinin de üretiminde artış olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Doğal gaz santrallerinin akarsu santralleri arasındaki korelasyonun -0.48 çıkması ise akarsulardan elektrik ediminin azaldığı dönemlerde genel olarak elektrik ihtiyacının doğal gaz kaynaklı santrallerden giderildiği görüşünü destekler niteliktedir.

Tablo 9: 2016 Yılı Günlük Elektrik Üretimi Verilerinin Santral Tiplerine Göre Korelasyon Tablosu (TEİAŞ, 2016)

| | Doğal Gaz | Barajlı | Linyit | Akarsu | İthal Kömür | Rüzgar | Fuel Oil | Biyokütle |
|-------------|-----------|---------|--------|--------|-------------|--------|----------|-----------|
| Doğal Gaz | 1 | | | | | | | |
| Barajlı | 0,04 | 1 | | | | | | |
| Linyit | 0,36 | -0,04 | 1 | | | | | |
| Akarsu | -0,48 | 0,17 | -0,71 | 1 | | | | |
| İthal Kömür | 0,31 | 0,03 | 0,61 | -0,64 | 1 | | | |
| Rüzgar | -0,04 | -0,03 | 0,22 | -0,29 | 0,12 | 1 | | |
| Fuel Oil | 0,10 | 0,11 | -0,01 | 0,19 | -0,27 | -0,01 | 1 | |
| Biyokütle | 0,16 | -0,05 | 0,50 | -0,41 | 0,42 | 0,12 | -0,48 | 1 |

Barajlardan elde edilen elektrik üretiminin diğer santraller ile arasındaki ilişki incelendiğinde ise akarsulardan elde edilen üretim ile aralarındaki korelasyonun 0.17 çıktığı görülmüştür. İfade barajlardan elde edilen elektrik üretiminin akarsulardan elde edilen elektrik üretimiyle benzer günlük üretim ilişkisinin var olduğunu destekler niteliktedir.

Linyit santrallerinin ise ithal kömür santralleri arasındaki ilişki 0.61 olarak çıkmakta ve ilişkinin bu denli kuvvetli olması dikkat çekmektedir. Aynı zamanda akarsu santralleri ile linyit santralleri arasındaki korelasyon -0.71 olarak çıkmış yani akarsu santrallerinden elde edilen elektriğin linyit kaynaklı üretim ile ters bir ilişkiye sahip olduğu anlamı çıkarılmıştır.

Akarsu kaynaklarından elde edilen üretim ise ithal kömür santralleri ile -0.64'lük bir korelasyona sahiptir. Bu ifade akarsu ile ithal kömür üretimlerinin ters bir ilişkiye sahip olduğunu gösterir. Aynı şekilde biyokütle santrallerinin de akarsu ile aralarındaki korelasyon -0.41 çıkmaktadır.

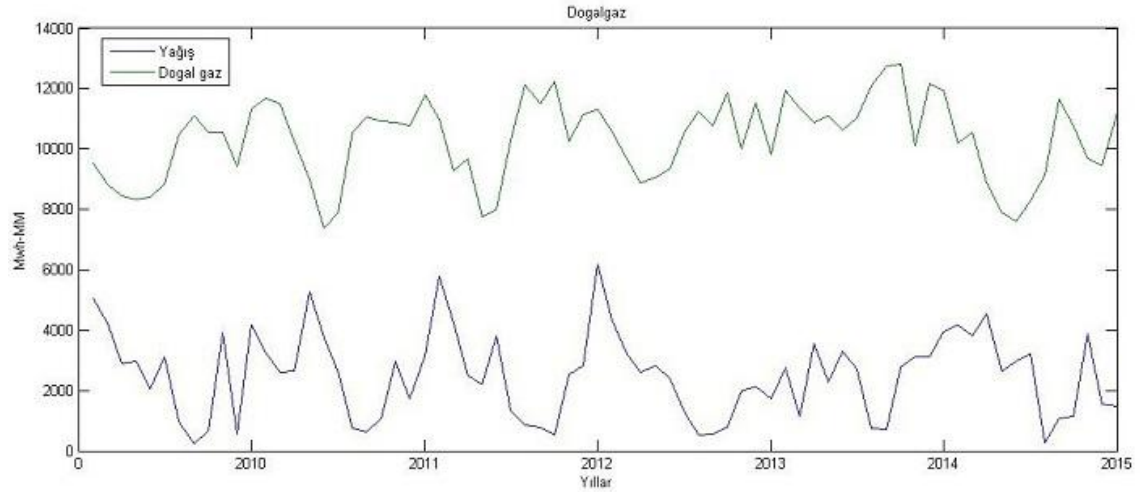
İthal kömür ile elektrik üretimi yapan santrallerin ise biyokütle santralleri arasındaki ilişki 0.42 çıkmıştır. Rüzgar santralleri ise diğer elektrik santralleri ile genel olarak bağımsız bir görünüm ortaya koymaktadır. Rüzgar enerjisi santrallerinin en kuvvetli ilişkisi Akarsu kaynaklı üretim yapan santraller ile olmuş ve bu ilişki ise -0.29

düzeyinde gerçekleşmiştir. Fuel oil kullanarak üretim yapan santrallerin ise biyokütle santralleri ile arasındaki ilişki -0.48 olarak çıkmıştır.

Tablo genel anlamda yorumlandığında ise genel olarak kömür kaynaklı üretim yapan santrallerin korelasyonu kendi aralarında pozitif yönde, akarsu ve barajlı elektrik üretimi yapan santrallerin de kendi aralarında pozitif korelasyona sahip olduğu görülmüştür. Akarsulardan elektrik üretimi ise genel olarak kömür grupları ile ters ilişkilidir. Tablodan yola çıkarak akarsu ve barajlardan yeterli verim alınamadığında doğal gaz, kömür ve biyokütle santrallerinin üretimde daha aktif rol üstlendikleri görülmüştür.

2.17. Türkiye Yağış Miktarı ve Doğal Gaz, Baraj, Akarsu Santralleri Elektrik Üretimi İlişkileri

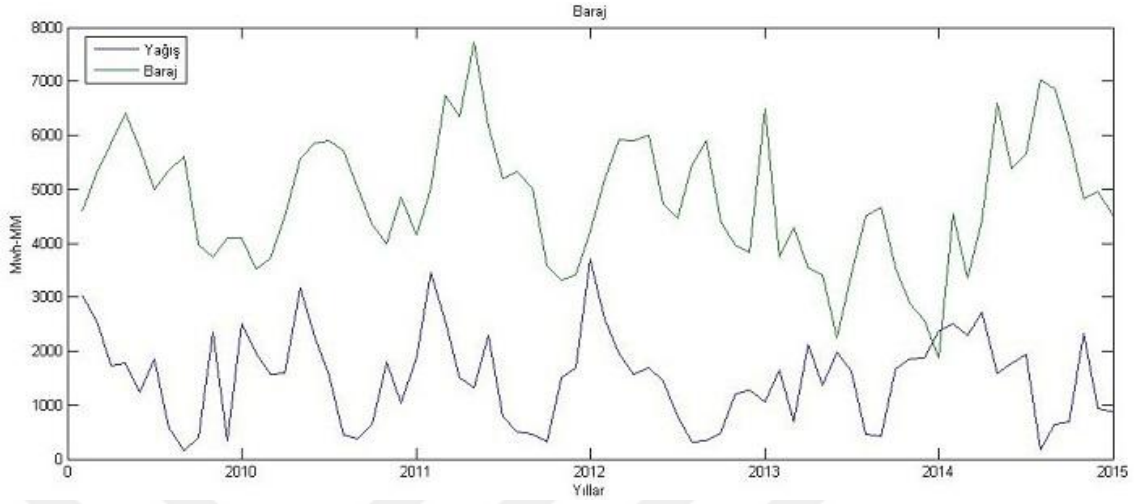
Türkiye'nin başlıca elektrik üretim santral tipleri olan doğal gaz, baraj ve akarsu santrallerinin yağışlarla olan ilişkileri aşağıda incelenmiştir.



Şekil 24: Türkiye Yağış Miktarı ve Doğal Gaz Santralleri Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015)

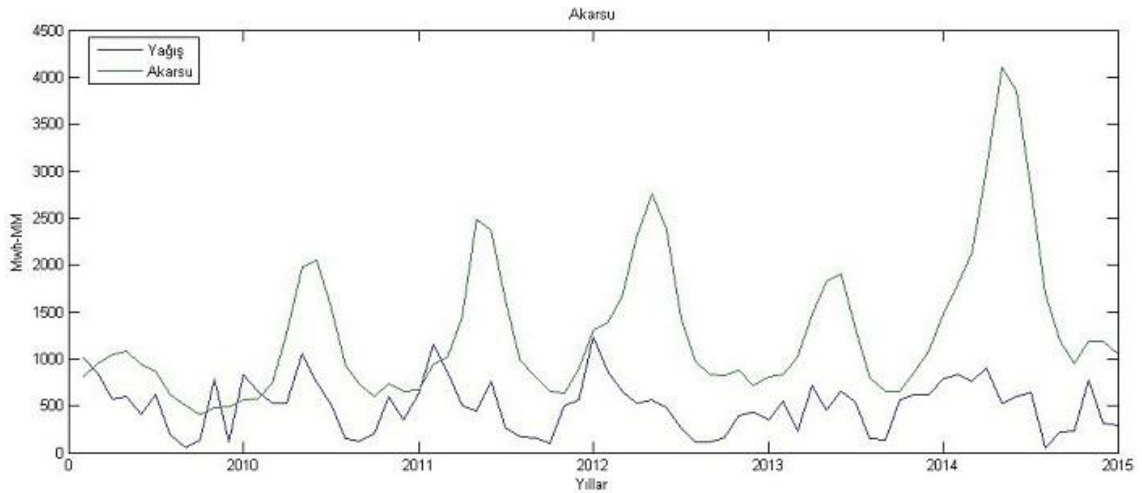
2010 ile 2015 yılları arasındaki yağış verileri matlab programında grafiksel anlamda uyumlu hale getirildikten sonra aylara göre yağış miktarları ve doğal gaz santrallerinden elde edilen elektrik miktarları karşılaştırılmıştır. Şekil 27'de doğal gaz santrallerinden elde edilen elektrik üretimi ile yağışlar arasında ters bir ilişkinin var olabileceği fark

edilmiştir. Bu ilişkinin gecikmeli olarak etkisinin daha yüksek olabileceği konusu ilerleyen bölümde incelenecektir.



Şekil 25: Türkiye Yağış Miktarı ve Barajlı Santrallerin Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015)

2010 ile 2015 yılları arasındaki yağış verileri matlab programında grafiksel anlamda uyumlu hale getirildikten sonra aylara göre yağış miktarları ve barajlı elektrik santrallerinden elde edilen elektrik miktarları karşılaştırılmıştır. Şekil 28’de barajlı elektrik santrallerinden elde edilen elektrik üretimi ile yağışlar arasında pozitif yönlü bir ilişkinin var olabileceği fark edilmiştir.



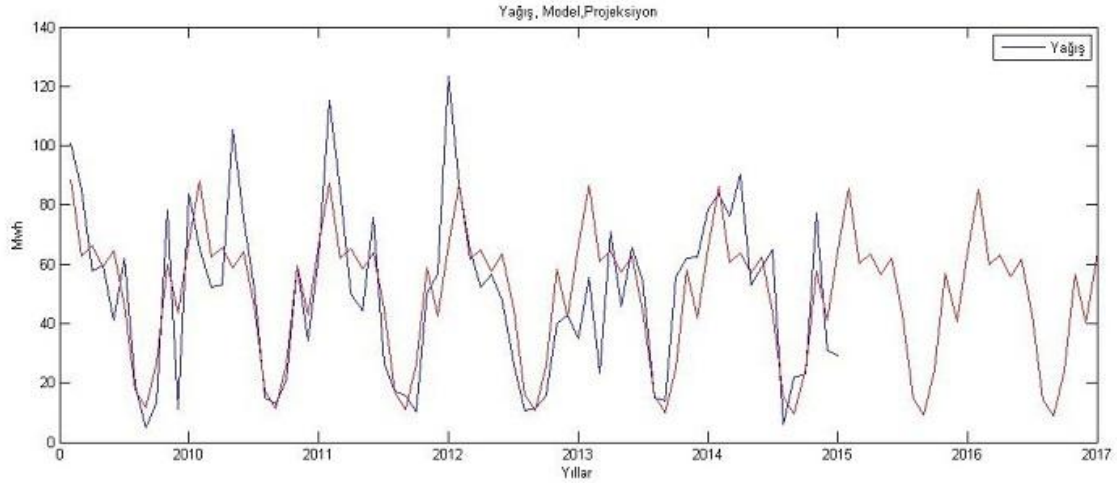
Şekil 26: Türkiye Yağış Miktarı ve Akarsu Santrallerinin Elektrik Üretimi İlişkisi (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015)

2010 ile 2015 yılları arasındaki yağış verileri matlab programında grafiksel anlamda uyumlu hale getirildikten sonra aylara göre yağış miktarları ve akarsu santrallerinden

elde edilen elektrik miktarları karşılaştırılmıştır. Şekil 29’da görüldüğü üzere akarsu kaynaklı elektrik üretimi ile yağışlar arasında ilişkinin var olabileceği fark edilmiştir. Fakat bu ilişkinin gecikmeli olarak etkisinin daha yüksek olabileceği yine şekil 29’dan anlaşılmaktadır.

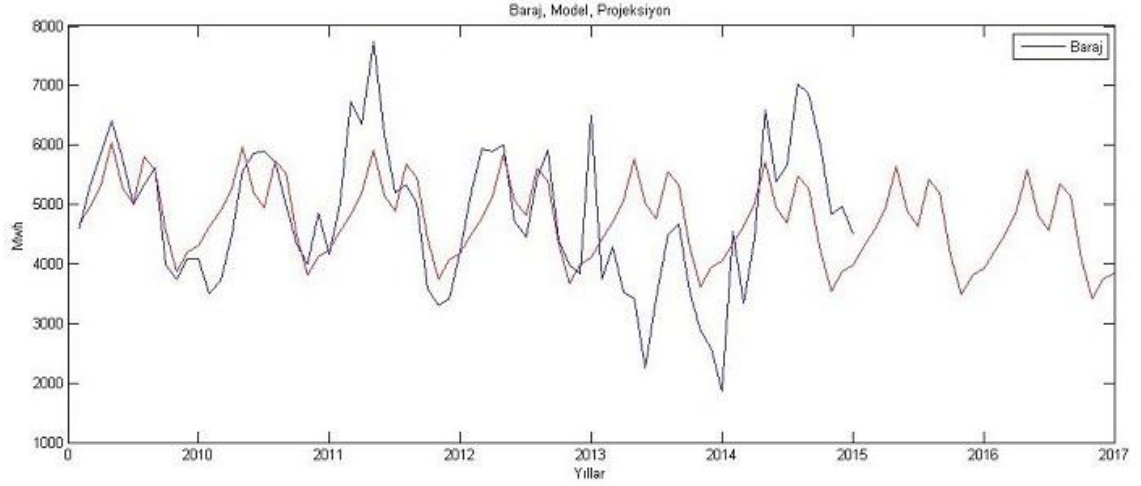
2.18. Yağış, Akarsu Ve Barajlı Elektrik Üretimi Yapan Santrallere Dair Projeksiyonlar

Aşağıda Türkiye’nin yağış, akarsu ve barajlı elektrik santrallerinin günümüz üretimlerinden faydalanarak modeller hazırlanıp ileriye dönük yağış ve üretim projeksiyonları oluşturulmuştur.



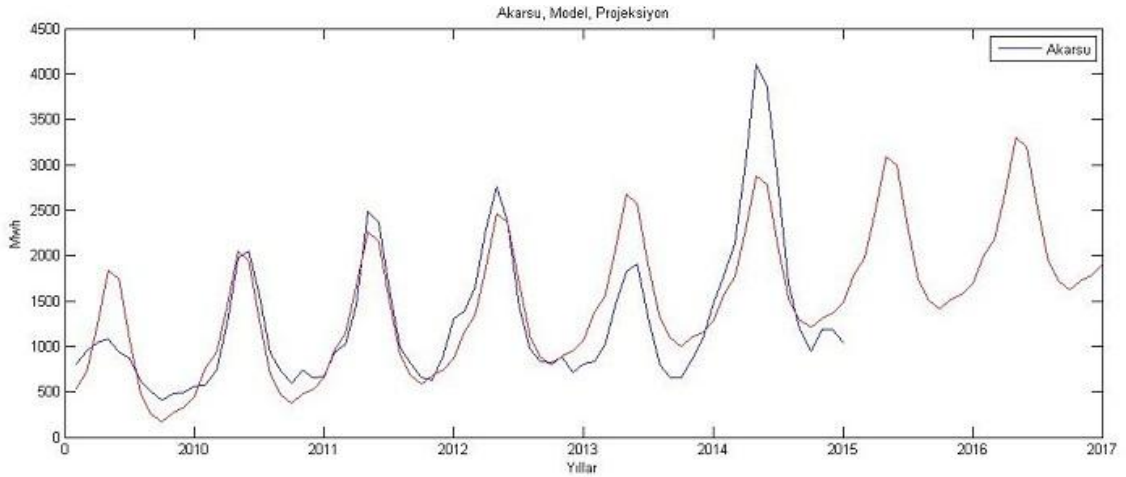
Şekil 27: Türkiye Yağış Miktarı Projeksiyonları (TEİAŞ, Tsp-Data Portal, 2015)

Türkiye için yağışların geçmiş 6 yıl verileri kullanılarak elde edilmiş 12 aylık periyodik fonksiyonlar cinsinden lineer regresyon analizi modeli Şekil 30’da matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Model projeksiyonuna göre yağışlar önümüzdeki dönemlerde yatay bir görünüme sahip olacaktır. Yağışlarda azalan veya yükselen bir trend görünümü söz konusu değildir.



Şekil 28: Barajlı Santrallerden Elde Edilen Elektrik Üretimi Projeksiyonları (TEİAŞ, 2015)

Barajlı elektrik üretimi yapan santraller için geçmiş 6 yıl verileri kullanılarak elde edilmiş 12 aylık periyodik fonksiyonlar cinsinden lineer regresyon analizi modeli şekil 31’de matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Model projeksiyonuna göre barajlardan elde edilen elektrik üretimi ilerleyen aylarda azalarak devam edecektir. Bu görünümle önümüzdeki 2 yıl süresince barajlardan elde edilen elektrik miktarlarının azalacağı öngörülmektedir.

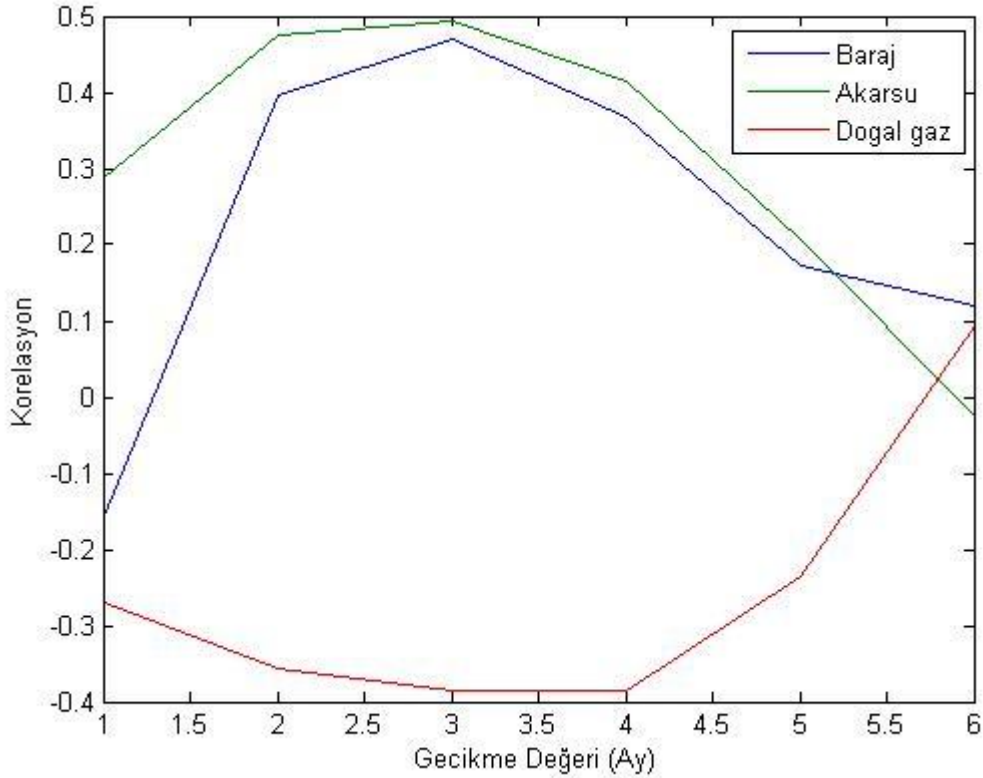


Şekil 29: Akarsu Santrallerinden Elde Edilen Elektrik Üretimi Projeksiyonları (TEİAŞ, 2015)

Akarsu santralleri için geçmiş 6 yıl verileri kullanılarak elde edilmiş 12 aylık periyodik fonksiyonlar cinsinden lineer regresyon analizi modeli şekil 32’de matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Model projeksiyonuna göre akarsulardan elde edilen elektrik üretimi ilerleyen dönemlerde yükseliş eğilimindedir. Bu görünüm önümüzdeki

2 yıl süresince akarsu santrallerinin daha yüksek üretim miktarlarına ulaşacağını öngörmektedir.

2.19.Türkiye’deki Baraj, Akarsu ve Doğal Gaz Kaynaklı Elektrik Santrallerinin Gecikmeli Korelasyon Görünümü



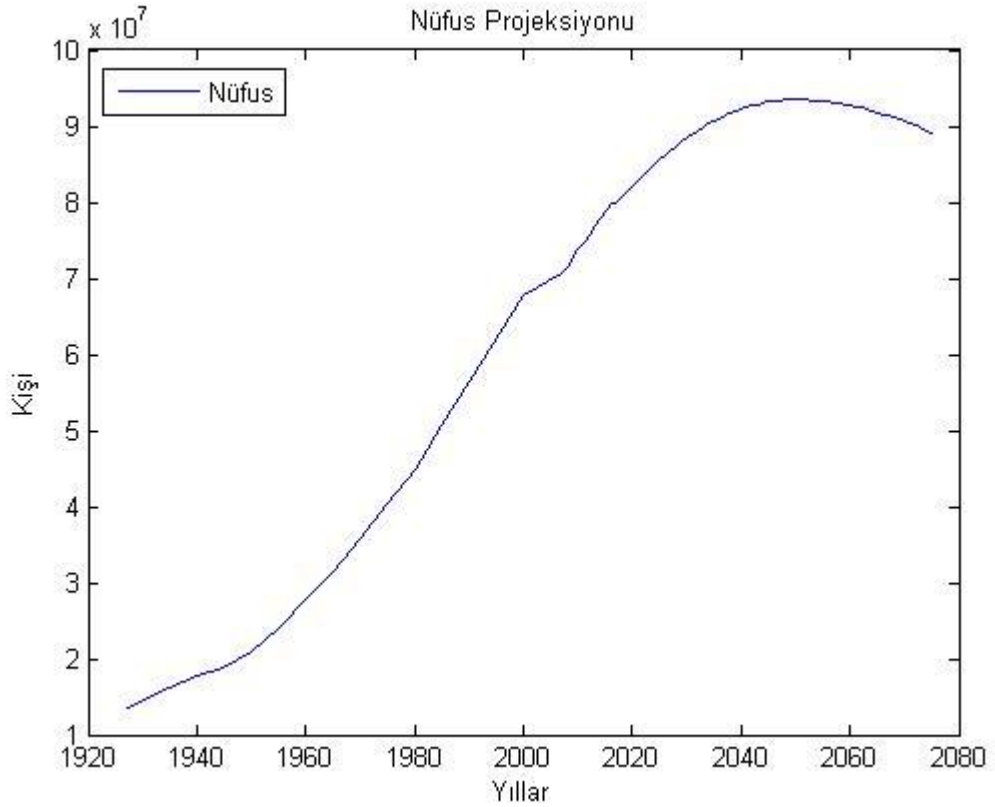
Şekil 30: Türkiye 2010-2016 Yılları Arasındaki Doğal Gaz, Barajlı, Akarsu Elektrik Üretim Santralleri Gecikmeli Korelasyon Görünümü (TEİAŞ, 2016)

Şekil 33’de akarsu, baraj ve doğal gaz kaynaklı elektrik üretimlerinin yağışlara karşı olan gecikmeli korelasyonları matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Verilere göre barajlardan sağlanan üretimin yağış verisi ile bağının en kuvvetli olduğu gecikme aralığı 3 ay olarak gözükmektedir. Bu dilimde yağışlar ile barajlardan sağlanan elektrik üretimi arasında 0.47 düzeyinde pozitif yönlü bir korelasyon bulunmuştur. Benzer şekilde akarsulardan elde edilen elektrik üretiminin de 3 ay gecikmeli korelasyonu yağış verileri ile kuvvetli bir bağ göstermektedir. Akarsulardan elde edilen elektrik üretiminin 3 ay gecikmeli değerleri ile yağış verilerinin arasındaki korelasyon 0.49 olarak çıkıp pozitif yönlü bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir. Doğal gaz ile elektrik üreten

santrallerin yağışlarla olan bağı incelendiğinde ise yine 3 ay gecikmeli değerlerde ilişkinin en kuvvetli görünümüne ulaştığı nokta olarak belirlenmiştir. 3 ay gecikmeli doğal gaz santrallerindeki elektrik üretimi ve yağış verileri arasında -0.38 düzeyinde negatif yönde bir ilişki bulunmuştur.

2.20. Türkiye Nüfus Projeksiyonu

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2013 ile 2075 yılları için yayınlamış olduğu nüfus değişimi projeksiyonları şekil 37'de gösterilmiştir.

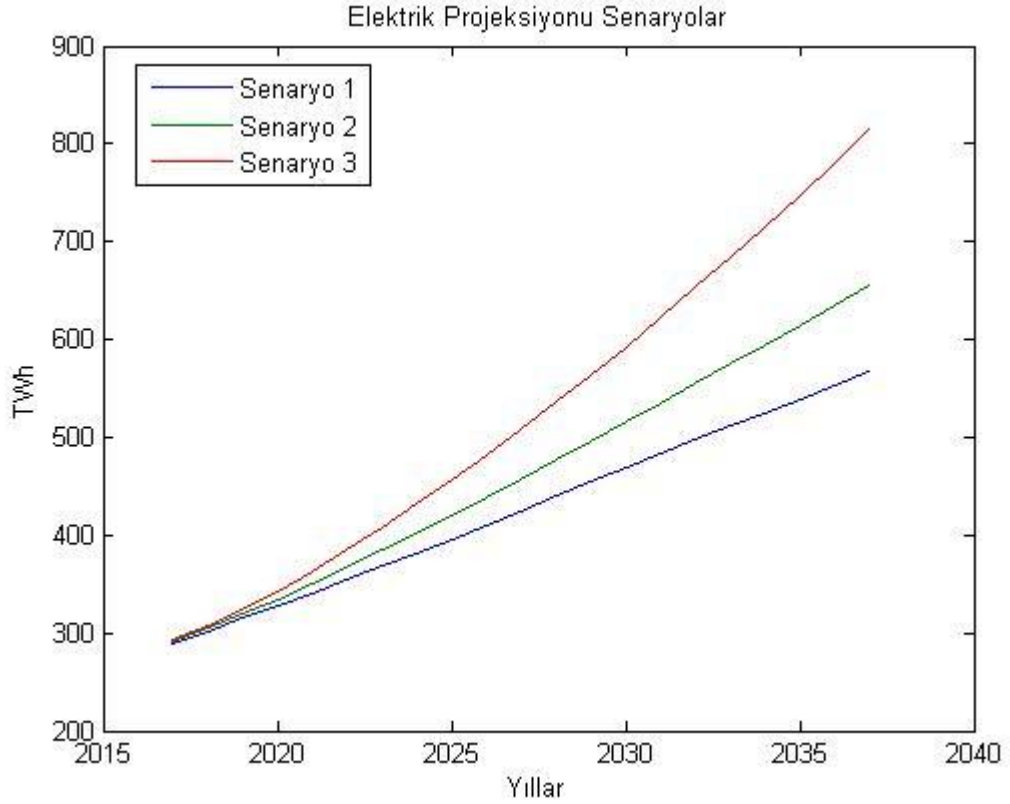


Şekil 31: TÜİK Nüfus Projeksiyonları Yıllara Göre Nüfus 2013 – 2075 (TÜİK, 2013)

Şekil 34'de TÜİK nüfus projeksiyonları matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu'nun yayınladığı nüfus projeksiyonlarına göre Türkiye'nin nüfusunun 2075 yılında 89 milyon 172 bin kişiye ulaşması beklenmektedir. Yayımlanan projeksiyonlara göre nüfus 2059 yılında 92 milyon 858 bin kişiye ulaştıktan sonra burada zirve yapıp, yükseliş ivmesini yitirerek azalan bir eğime sahip olacaktır.

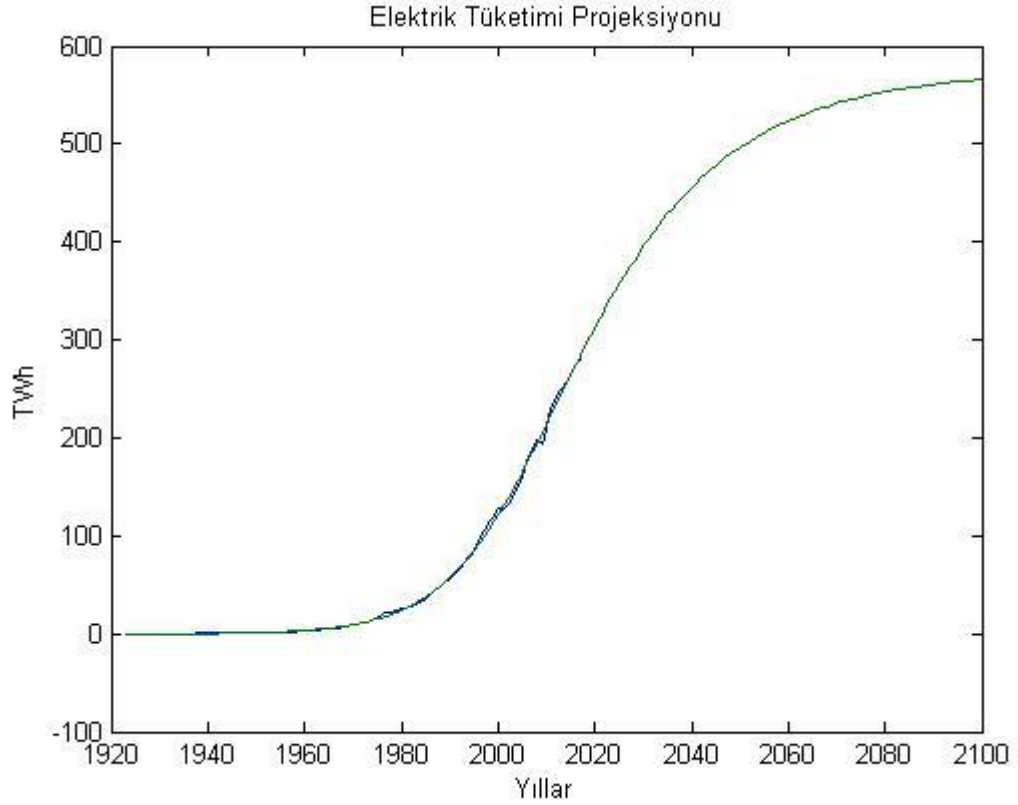
2.21. Türkiye Elektrik Tüketimi Projeksiyonları

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu'nda yer alan bilgilere göre ülkemiz adına üç farklı senaryo oluşturularak ilerleyen yılların elektrik enerjisi talebi projeksiyonları yapılmıştır. Bu projeksiyonlar matlab programı kullanılarak grafiğe dökülmüştür.



Şekil 32: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Sonuçları (T.C. ETKB, 2016)

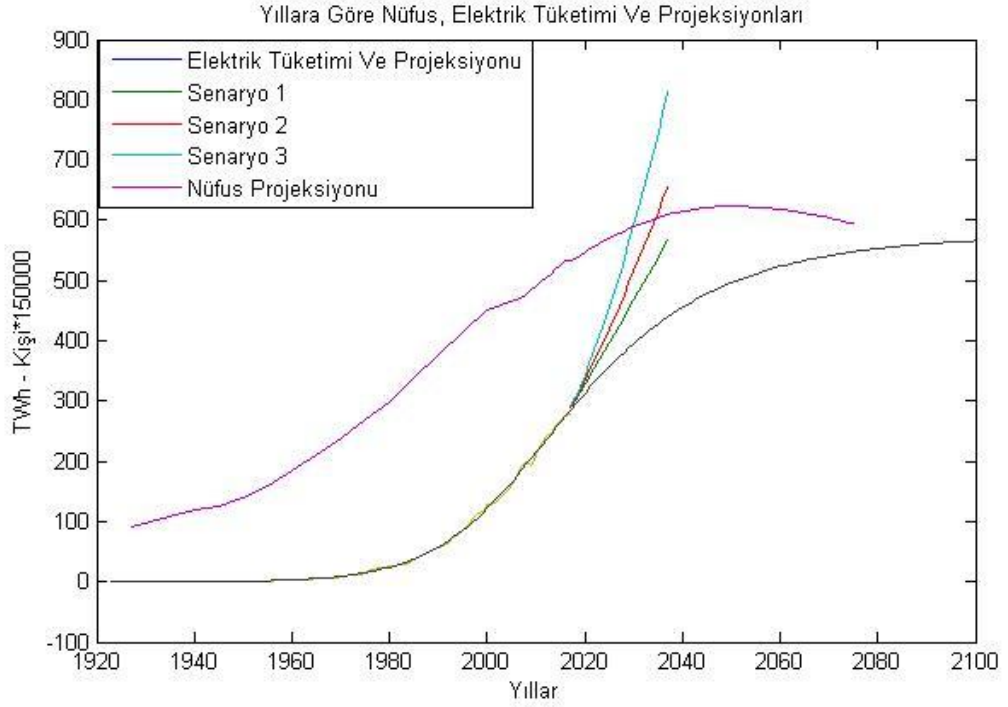
Bu projeksiyona göre 1.senaryoda düşük düzeyde enerji talebi artışı baz alınıp 2037 yılı elektrik enerjisi talebinin 567.68 Twh olacağı, 2.senaryoda orta düzeyde enerji talebi artışı baz alınıp 2037 yılı elektrik enerjisi talebinin 656.16 Twh olacağı, 3.senaryoda ise yüksek düzeyde enerji talebi artışı baz alınıp 2037 yılı elektrik enerjisi talebinin 814.47 Twh olacağı öngörülmüştür.



Şekil 33: Türkiye Elektrik Enerjisi Talebi Projeksiyonu (Enerjiatlası.com, 2017)

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu'nda yer alan projeksiyona ek olarak enerji atlasından alınan üretim verileri sigmoid fonksiyon yöntemi kullanılarak ileriye dönük üretim projeksiyonu matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Şekil 36'da görüldüğü üzere 1923 yılından itibaren 2017 yılına kadar baz alınıp elektrik projeksiyon yapıldığında elde edilen bilgiler T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın raporuna göre değişkenlik göstermektedir. Modelimizde 2040 yılında tahmin edilen elektrik talebi miktarı 400 tWh'a yakındır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın yayınladığı raporda ise en düşük enerji talebinin bulunduğu senaryoda bile tüketim talebi 2037 yılında 567.68 tWh olacağı öngörülmektedir. Projeksiyonumuza göre elektrik talebindeki yükseliş 2040 yılından sonra yükseliş ivmesini yitirmeye başlamaktadır. TÜİK'in yayınlamış olduğu nüfus projeksiyonunda da nüfus artış hızının 2040 yılından itibaren ivme kaybetmesi elektrik tüketiminde de benzer yıllarda yükselişin yavaşlayacağını destekler niteliktedir.

2.22. Türkiye'nin Nüfus ve Elektrik Tüketimi Projeksiyonları



Şekil 34: Türkiye'nin Nüfus ve Elektrik Tüketimi Projeksiyonları (T.C. ETKB, 2016, TÜİK, 2013, Enerjiatlası.com, 2017)

Geçtiğimiz çalışmalarda belirtilen projeksiyonlar bir araya toplandığında şekil 37'de yer alan görsel elde edilmektedir. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu'nda yer alan projeksiyonlar son yıllardaki elektrik tüketimindeki artışa kıyasla çok daha yüksek düzeydedir. Nüfus projeksiyonları ve geliştirdiğimiz modeldeki elektrik enerjisi talebi ise birbiri ile daha uyumlu bir davranış sergilemektedir.

SONUÇ

Türkiye elektrik enerjisi arzının analizinde ilk olarak kapasite faktörü verisine değinilmiştir. Santral kapasitelerinin ne kadarının kullanıldığını ifade eden bu veride Türkiye santrallerinin büyük oranda dünya ortalamalarını yakaladığı ve başarılı bir performans gösterdiği görülmüştür. Rezerv marjı verisi 2010 yılında 0.17 oranına sahipken 2016 yılına gelindiğinde oranın 0.25'e yükselmesi Türkiye'nin elektrik üretimi kapasitesinin ortalama talebe oranla daha hızlı arttığını ortaya çıkarmıştır. Bu gelişme atıl durumda bulunan kapasitenin arttığı anlamına gelmektedir. Yük faktörü verisinden elde edilen sonuçlar Türkiye elektrik enerjisi talebinin yıllara göre benzer olduğunu göstermiştir. Türkiye için elde edilen yük eğrilerinde tüketilen minimum elektrik enerjisi miktarında yükseliş olduğu görülmüş ve eğrinin yıllara göre büyük bir değişim göstermediği fark edilmiştir. Bu görünüm Türkiye'nin yıllar geçtikçe elektrik talebi karakteristiği değişmeden daha fazla elektrik enerjisine ihtiyaç duyduğunu desteklemektedir. 2010 – 2016 yılları arasında elde edilen yük süresi eğrilerinin artan bir eğime sahip olması elektrik talebinin daha da yoğunlaştığı, daha yüksek frekanslı taleplerin daha olası olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sonuç ise Türkiye'de elektrik üretimine yapılacak yatırımların ilerleyen yıllarda da artabileceği şeklinde değerlendirilmektedir.

Yağış verilerinin belirgin bir yükseliş trendine sahip olmaması ve Türkiye içerisindeki birçok akarsu ve barajdan elektrik üretiminde halihazırda faydalanılması Türkiye'nin bu santral tiplerinden ilerleyen dönemlerde elde edebileceği elektrik üretimini sınırlamaktadır. Elde ettiğimiz projeksiyonlarda yağışların ilerleyen dönemlerde büyük bir değişim göstermeyeceği görülmüştür. Akarsulardan elde edilen elektrik üretiminde yükseliş görülse de barajlardan elde edilen elektrik üretimi projeksiyonlarındaki azalan ivme görülmesi ilerleyen dönemlerde bu iki santral tipinden gelecek üretim miktarında büyük bir zıplama yaşanmayacağını kanıtlar niteliktedir.

Ülkemiz doğal gaz kaynaklı elektrik üretimi günümüzde de toplam üretim içerisinde büyük bir paya sahiptir. Ülkemizde elektrik üretimine yetecek doğal gaz kaynağı bulunmaması ve doğal gaz yakıtının dış ülkelerden temin edilmesi nedeniyle doğal gaz yakıtlı elektrik üreten santrallerin ilerleyen dönemlerde de toplam elektrik üretimi

içerisinde stabil ya da azalan bir paya sahip olacağı düşünülmüştür. Geçtiğimiz yıllarda gerçekleşen üretim verileri de incelendiğinde doğal gaz kaynaklı elektrik santrallerinin 2008 yılında toplam üretim içerisindeki paylarının zirve noktasına ulaştığı ve 2016 yılına kadar da bu payı koruyamadığı görülmüştür. 2008 yılında toplam elektrik üretiminin yaklaşık %50'sine sahip olan doğal gaz yakıtlı elektrik santrallerinin 2016 yılına gelindiğinde toplam üretimdeki paylarını %32.5 olarak gerçekleştirmiştir.

Elektrik üretiminde kaynak olarak kömürün kullanılması düşük verimlilik ve çevresel etmenler nedeniyle kömür kaynaklı elektrik üretiminin yıllar geçtikçe azalan bir yapıya sahip olacağı düşünülmüştür. Öyle ki dünya ülkelerinde de benzer bir trend görülmüştür. İngiltere 1960 yılında toplam elektrik üretiminin %81.1'ni kömürden sağlarken 2015 yılında bu oran %22.9'a düşmüştür. ABD'de ise 1960 yılında %53.9 olan kömürden elektrik üretim payı 2015 yılında %34.3 seviyesinde gerçekleşmiştir. Almanya'da ise 1960 yılında %87'lik bir paya sahip olan kömürden elektrik üretimi 2015 yılında %43.7 paya sahip olabilmıştır (Dünya Bankası, 2015).

Rüzgar ve güneş enerjileri ile elektrik üretiminde Türkiye bir potansiyel taşısa da verimlilik açısından yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretimi toplam pay içerisinde hayli düşük bir yere sahiptir. Mevcut teknolojik koşullarda büyük miktarlarda elektrik talebini rüzgar ve güneş enerjisi santrallerinden elde etmek zor olacaktır. Her ne kadar son 2008 yılından itibaren yenilenebilir enerji ve atıkların elektrik üretimindeki yeri yükseliş gösterse de 2016 yılına gelindiğinde toplam üretimdeki pay sadece %32 düzeyiyle sınırlı kalmıştır. Ayrıca hidroelektrik santralleri hariç yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretimi toplam üretim içerisinde sadece %7.9'luk bir paya sahiptir. İlerleyen dönemlerde artış gerçekleşse de Türkiye'nin potansiyel elektrik ihtiyacına karşılık verebilecek bir düzeye erişmesi zor olacaktır.

Türkiye'nin elektrik enerjisi talebi üzerine yaptığımız projeksiyonda Türkiye'nin elektrik enerjisi talebinin 2050 yıllarında 2017 yılında bulunan düzeyin iki katına çıkacağı hesaplanmıştır. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu'nda ise en düşük elektrik talebinin olduğu senaryoda bile şu anki elektrik talebinin 2037 yılında şu anki bulunan düzeyin iki katına çıkacağı hesaplanmıştır. Enerji talebinin en yüksek düzeyde gerçekleştiği senaryoda ise elektrik talebi 2037 yılında 2017 yılındaki elektrik tüketiminin 2.8 katına eşittir.

Gerek T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın raporu gerekse gerçekleştirdiğimiz projeksiyonların ortak noktası elektrik üretiminin 2037 yılına kadar en azından iki katına çıkarabilecek düzeye ulaşması gerekmektedir. Fakat santral bazlı yaptığımız incelemelerde bu üretim düzeyine erişebilecek potansiyel görünüm elde edilememiştir. Bu sebeple Türkiye'nin ilerleyen yıllarda farklı elektrik santrali tiplerine veya üretim biçimlerine eğilmesi doğru olacaktır. Alternatif elektrik santrallerinin arz güvenliği açısından hem dışa bağımlılığının az hem de efektif olması ekonomimiz ve güvenliğimiz açısından fayda sağlayacaktır. Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle güneş enerjisi potansiyeli yüksektir (T.C. ETKB, 2016). Bunun yanı sıra rüzgar santralleri için Türkiye potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir. 2016 yılı sonu itibariyle işletmede olan lisanslı rüzgar enerjisi santrallerinin toplam kurulu gücü ise 5.751,3 MW'dir (T.C. ETKB, 2016). Özellikle rüzgar enerjisinde Türkiye'nin potansiyelinin çok altında bir kurulu güce sahip olması bu santral tipinin tahmin edilen elektrik tüketimine ulaşmada Türkiye'ye katkı sağlayabileceği görüşünü destekler. Ayrıca nükleer enerji santralleri çevresel etmenlerden ve yakıt fiyatlarındaki dalgalanmadan etkilenmemeleri nedeniyle gelecek dönem elektrik enerjisi tüketimini karşılamada etken rol üstlenebilir (T.C. ETKB, 2016).

KAYNAKÇA

Akan Y. ve Tak S., 2003. “Türkiye Elektrik Enerjisi Ekonometrik Talep Analizi”

İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: J7 Nisan Sayı: 2

Dünya Bankası, 2015. Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC>

EIA, 2015. Erişim tarihi: Nisan 2017

<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=22832>

EIA, 2017. Erişim tarihi: Nisan 2017

https://www.eia.gov/electricity/monthly/epm_table_grapher.cfm?t=epmt_6_07_b

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2015. Erişim tarihi: Nisan 2017

http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT/1/Documents/E%C4%B0GM%20Periyodik%20Rapor/Ocak-%C5%9Eubat%20B%C3%BClteni_son.pdf

EPIAŞ Şeffaflık Platformu, 2017. Erişim tarihi: Nisan 2017

<https://seffaflik.epias.com.tr/transparency/>

Güleç, C. 2013. “Arz fazlası, elektriği ucuzlatır mı?”. Enerjigunlugu.net Erişim tarihi:

Nisan 2017 <http://www.enerjigunlugu.net/icerik/4557/arz-fazlasi-elektrigi-ucuzlatir-mi.html>

Hamzaçebi, C.ve Kutay, F. 2004. “Yapay Sinir Ağları İle Türkiye Elektrik Enerjisi

Tüketiminin 2010 Yılına Kadar Tahmini”. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ.* Cilt 19, No 3, 227-233

Kale, Sanjay, D. Pohekar, ve Rajesh, V. 2014. “Electricity demand and supply

scenarios for Maharashtra (India) for 2030: An application of long range energy alternatives planning” *Energy* 93 (2015) 2423-2435

Karabulut Y., 1993. "Türkiye'de Elektrik Enerjisi Üretimi", *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi Sayı 3*

Kavaklıoğlu, K., Ceylan, H., Oztürk, H.K. 2009, Canyurt, O.E., "Modeling and prediction of Turkey's electricity consumption using Artificial Neural Networks" *Energy Conversion and Management* 50 (2009) 2719-2727

Maden Tektik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2016. Erişim tarihi: Mayıs 2017

<http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>

Mathew, S.; 2006, "Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics", Springer Berlin Heidelberg Inc.,

Mucuk, M., Uysal, D. 2009. "Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme" *Maliye Dergisi Sayı 157 Temmuz-Aralık*

Pamir, N. 2007. "Enerji Arz Güvenliği ve Türkiye", *Stratejik Analiz*, Mart, ss. 14-24.

Perwez U., Sohail A., Syed F.H. ve Zia U., 2015. "The long-term forecast of Pakistan's electricity supply and demand: An application of long range energy alternatives planning" *Energy* 93 (2015) 2423-2435

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2015, Erişim tarihi: Mayıs 2017

http://www.yegm.gov.tr/genc_cocuk/Yenilenebilir_Enerji_Nedir.aspx

T.C. ETKB, 2016, Erişim tarihi: Nisan 2017

http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx

T.C. ETKB, 2016, Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>

T.C. ETKB, 2016, Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>

T.C. ETKB, 2016, Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Jeotermal>

T.C. ETKB, 2016, Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>

TEİAŞ 2009, Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.teias.gov.tr/eBulten/makaleler/2009/sozluk/sozluk/selektike.htm>

TEİAŞ 2015, Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2015 – 2019), Erişim tarihi: Nisan 2017

<http://www.teias.gov.tr/YayinRapor/apk/projeksiyon/KapasiteProjeksiyonu2015.pdf>

Türkyılmaz O., 2011. Türkiye'nin Enerji Görünümü, Erişim tarihi: Nisan 2017

http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/88d93f6e293c357_ek.pdf?tipi=68&turu=x&sube=1

Uzlaşmaya Esas Çekiş Miktarı, Erişim tarihi: Nisan 2017

https://seffalik.epias.com.tr/transparency/tuketim/gerceklesen-tuketim/uecm.xhtml;jsessionid=tAdzemU4d4zxceA3t0dyRej0k63gw_LJTxbSw1U2.prd-transparency-n51#

Uzlaşmaya Esas Veriş Miktarı, Erişim tarihi: Nisan 2017

<https://seffalik.epias.com.tr/transparency/uretim/gerceklesen-uretim/uevm.xhtml;jsessionid=U4zXIEyhaZOvBNzoEaJ0SZugKaVXJqcOS7GGJA1e.prd-transparency-n50>

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Selim Önay
Doğum Yeri ve Tarihi : Balıkesir / 01.01.1991

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Dokuz Eylül Üniversitesi Ekonometri Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Kadir Has Üniversitesi Finans Mühendisliği Bölümü
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar ve Tarihleri : Işık Menkul Değerler / 13.01.2015 – Halen

İletişim

Telefon : 0555 763 59 09
E-posta Adresi : onay.selim@hotmail.com