

# Türkiye Elektrik Enerjisi Görünümü ve Yenilenebilir Enerjinin Global Ölçekte Mevcut Konumu

## Turkish Electric Energy Outlook and the Current Position of Renewable Energy on a Global Scale

Ergin Kayar, Niyazi İl, Hamza Feza Carlak\*

Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7356-2165> erginkayar07@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0002-2750-0051> niyazi.il@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0002-8561-4591> fezacarlak@gmail.com

\*: Sorumlu yazar

### Öz

Dünyada artan sanayileşme ve şehirleşme sonucunda enerjiye duyulan ihtiyaç da artmaktadır ve enerji kaynaklarının az olması ülkeleri alternatif enerji kaynaklarını araştırmaya yönlendirmiştir. Türkiye'de elektrik tüketimi ile elektrik üretiminde 1960-2019 yılları itibariyle artış meydana gelmiş ve aynı zamanda ekonomik ve teknolojik gelişmişlik seviyesinde de önemli artışlar gözlenmiştir. 2018 yılında puant talep 46.160 MW (01 Ağustos 2018, saat 15:20), minimum yük 18.212 MW (16 Haziran 2018, saat 06:00'da) olarak gerçekleşmiştir. Minimum yükün maksimum yüke oranı %39 olmuştur. 2019 yılında ise puant talep 45.324 MW (26 Ağustos 2019, saat 16:30), minimum yük 18.300 MW (05 Haziran 2019, saat 06:00) olarak gerçekleşmiştir. Minimum yükün maksimum yüke oranı %40 olmuştur. Bu çalışmada; elektrik üretimi ve tüketiminde Türkiye'nin elektrik enerjisi gelişim süreci ve mevcut durumu aktarılmıştır. Türkiye'nin elektrik enerji tüketimi sürekli olarak artış göstermektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre küresel enerji talebi 2035 yılına kadar en az üçte bir oranında yükselecektir. Bu süreçte enerji piyasalarını, yükselen piyasa ekonomilerine sahip gelişmekte olan ülkeler yönlendirecektir. Bu çerçevede enerji faktörü, sürdürülebilir ekonomik büyüme açısından ülkelerin en stratejik üretim faktörleri arasında yer almaktadır. Tüm dünyada enerji alanında yaşanan süreçler, ülke yönetimlerini, enerji üretimini ve verimliliğini artırmaya yönelik kapsamlı, ulusal ve uluslararası programlar, politikalar ve stratejiler yürütmeye yönlendirmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji verimliliği, enerji potansiyeli, yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye elektrik üretimi ve tüketimi

### Abstract

As a result of the increasing industrialization and urbanization in the world, the need for energy is increasing and the scarcity of energy resources has led countries to search for alternative energy sources. As the years 1960-2018 with an increase in electricity generation, electricity consumption in Turkey have occurred and also economic and technological development level, significant increases were observed. In 2018, peak demand

was 46,160 MW (August,01, 2018, at 03:20 pm) and the minimum load was 18,212 MW (June 16, 2018 at 6:00 am). The ratio of minimum load to maximum load was 39%. In 2019, peak demand was 45.324 MW (August 26, 2019 at 04:30 pm) and the minimum load was 18.300 MW (June 05, 2019 at 06:00 am). The ratio of minimum load to maximum load was 40%. In this study; Turkey's electricity production and consumption of electrical energy development process and current status were transferred. Electricity consumption in Turkey has been increasing continuously. According to the International Energy Agency, global energy demand will increase by at least one third by 2035. In this process, developing countries with emerging market economies will direct the energy markets. Within this framework, energy factor is among the most strategic production factors of countries in terms of sustainable economic growth. The processes in the field of energy all over the world direct the country governments to implement comprehensive, national and international programs, policies and strategies aimed at increasing energy production and efficiency.

**Keywords:** energy efficiency, Electricity Consumption, potential energy, electrical energy, renewable energy sources, electricity generation and consumption in Turkey,

### 1. Giriş

Dünyada sanayileşme ve şehirleşmenin de etkisiyle hemen her alanda, her geçen gün enerjiye duyulan ihtiyacın artması ve buna karşılık yeryüzünde bulunan enerji kaynaklarının kıt olması, ülkeleri enerji konusunda yeni tedbirler almaya, politikalar oluşturmaya ve alternatif enerji kaynakları araştırmaya sevk etmiştir. Elektrik enerjisi, sanayiden, aydınlatmaya ve meskene kadar çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Elektrik enerjisi, aynı zamanda hem sermaye ve işçiliğin hem de diğer üretim faktörlerinin verimliliğini artırarak büyümeyi desteklemekte, sanayi ve altyapı yatırımları ile ihracatın artmasına katkı sağlayarak refah artışına yol açmaktadır [1]. Ekonomik gelişmenin enerji tüketiminden önce geldiği veya tek başına enerjinin ekonomik gelişmenin uyarıcısı olup olmadığı ekonomistler arasında ilgi ve merak uyandırmaktadır. Literatürde elektrik üretim ve tüketimi ekonomik büyüme konusunda çok sayıda çalışmaya rastlanırken; son yıllarda elektrik üretim ve tüketiminin belirleyicilerine yönelik çalışmaların sayısı da artmıştır. Elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi dört kategoride ele alınabilir. Birincisi,

elektrik kullanımındaki kısıtlamaların ekonomik büyümeyi olumsuz olarak etkileyeceğini ve diğer taraftan elektrik üretimindeki artışının ekonomik büyümeye olumlu katkı yapacağını ifade etmektedir. Bu görüşe göre, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkinin varlığı söz konusudur [2] [3]. İkincisi, ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisinin varlığıdır. Bu durumda elektrik tüketimi büyümenin önünde bir engel oluşturmamaktadır. Ayrıca elektrik tüketiminin büyüme önünde bir kısıt oluşturmaması, elektrik tüketimi konusunda koruyucu politikaların uygulanmasına olanak sağlamaktadır [4]. Üçüncü olarak, elektrik tüketimi ve ekonomik büyümenin birbirlerini belirlediği ve aynı zamanda birbirlerini etkilediği ve dolayısıyla değişkenler arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisinin olabileceği ifade edilmektedir [5]. Son olarak, iki değişken arasında bir nedensellik ilişkisinin bulunmaması söz konusu olabilir. Bu durum elektrik tüketimine ilişkin genişleyici ve korumacı politikaların ekonomik büyüme üzerinde etkisinin olmaması anlamına gelmektedir [6]. Türkiye'nin de ekonomik büyümesine bağlı olarak enerji tüketimi sürekli artmaktadır. Enerji faktörü, ülkenin hem dünya ortalaması üzerindeki ekonomik büyümesi hem de petrol ve doğal rezervleri açısından zengin bölgelere coğrafi yakınlığı açısından çift taraflı bir önem arz etmektedir. Bu çerçevede, Türkiye'nin ulusal ve uluslararası enerji politikaları önemli çalışma alanlarının başında gelmiştir. Milli tasarrufu artırmak, yatırımları toplum yararına, gerektirdiği önceliklerle yönlendirmek ve iktisadi, sosyal ve kültürel kalkınmayı demokratik yollarla gerçekleştirmek üzere Türkiye Cumhuriyeti, beşer yıllık kalkınma planı dönemlerine girmiştir. Her kalkınma planı döneminde enerji sektöründeki temel amaç, ekonomik ve sosyal kalkınmanın sağlanabilmesi için bütün kullanıcı kesimlere yerinde, zamanında, güvenilir, ucuz ve kaliteli enerjinin sağlanması olmuştur. Bunu sağlayabilmek için enerji amaçlı yatırımlara ağırlık verilmiş; ülkenin o dönemlerdeki enerji kaynakları ve enerji talebi göz önünde bulundurulmuştur. Birincil enerji kaynakları olarak kömür, petrol ürünleri ve hidrolik gibi enerji kaynakları kullanılmıştır. Kalkınmanın gereksinim duyduğu ölçü ve kalitede enerjinin zamanında sağlanamadığı durumlarda, dünyanın çeşitli ülkelerinde geniş ölçüde kullanılan doğalgaz, nükleer ve jeotermal enerji kullanımı değerlendirilmiştir. Tüm dönemlerde enerji kaynaklarının en uygun yoldan kullanarak üretim maliyeti azaltılmaya çalışılmıştır. Dolayısıyla, uygun enerji politikalarının formüle edilerek uygulamaya konulması, özellikle Türkiye gibi enerjide büyük oranda ithalata bağımlı ülkelerin kalkınmalarının sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir.

## 2. Türkiye Elektrik Enerjisi Gelişimi ve Tarihçesi

Türkiye'deki elektrik enerjisinin gelişimi; İmtiyazlar ve dağıtım uygulamaları dönemi (1970'e kadar), Bütünleşme (Yarı Tekel) Dönemi (1970-1982), Kamu Tekeli Dönemi (1982-1983), Özel sektöre açılım dönemi (YİD, Yİ, İHD, Otoproduktör) (1984-2001), Piyasa Dönemi (2001), Serbest (Rekabetçi) Piyasa Dönemi olarak periyotlar halinde incelenmektedir. Birinci (1963-1967) ve İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972) dönemlerinde, Türkiye'deki elektrik üretim, iletim, dağıtım ve ticaretine ilişkin faaliyetlerin entegre bir sistem içerisinde ve bir kamu kurumu çatısı altında birleştirilmesi Plan hedefi olarak öngörülmüştür. Bu hedef ve strateji doğrultusunda, 15.07.1970 tarih ve 1312 sayılı Kanunla Devletin genel enerji ve ekonomi

politikasına uygun olarak, yurdun ihtiyacı bulunan elektriğin üretim, iletim, dağıtım ve ticaretini yapmak amacıyla, kamu iktisadi kuruluşu statüsünde, Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989) ve Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994), Ekonomik Önlemler Uygulama Planı ve 1995 yılı geçiş planı ve hükümet programlarında ise TEK'in özelleştirilmesi öngörülmüştür. Kalkınma planı ve Hükümet programlarında öngörülen hedef ve strateji bağlamında elektrik sektöründe başlatılması gündeme getirilen özelleştirme uygulamaları ise şu şekildedir:

- 04.12.1984 tarih ve 3096 sayılı Türkiye Elektrik Kurumu dışındaki kuruluşların elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtım ve Ticareti ile görevlendirilmesi hakkında kanun,
- 28.05.1986 tarih ve 3291 sayılı KİT'lerin Özelleştirilmesi Hakkında Kanun,
- 22.02.1994 tarih ve 3974 sayılı TEK'in özelleştirilmesini öngören ve 3291 sayılı kanuna ek maddeler eklenmesine dair kanun,
- 08.06.1994 tarih 3996 sayılı bazı yatırım Hizmetlerinin Yap-İşlet Devret Modeli çerçevesinde yaptırılması hakkında kanun,
- 24.11.1994 tarih ve 4046 sayılı özelleştirme uygulamalarının düzenlenmesine ve bazı kanun KHK'lerde değişiklik yapılmasına dair kanun ile bunu tadil eden 27.04.1995 tarih ve 4105 sayılı kanun,
- 10.07.1997 tarih ve 4283 sayılı Yap-İşlet Modeli ile elektrik enerjisi üretim tesislerinin kurulması ve işletilmesi ile enerji satışının düzenlenmesine dair Kanun'lar yürürlüğe konmuştur.

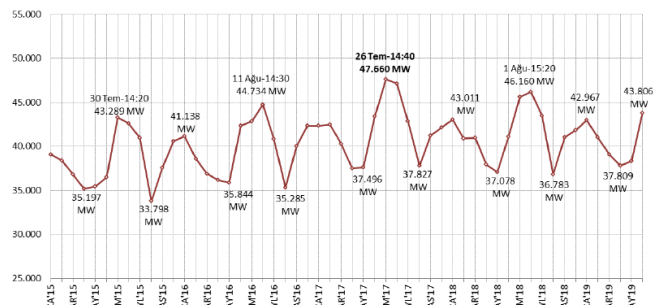
Anayasa Mahkemesinin 10.12.1994 tarihli kararıyla TEK'in mülkiyet satışı yöntemiyle özelleştirilmesini öngören 3974 sayılı Kanunun temel hükümleri iptal edilmiştir. Bu karar doğrultusunda kamu elektrik işletmelerinin mülkiyet devri ile özelleştirilmesi yolu kapatılmış, buna karşılık, 3096 ve 4046 sayılı kanunlara göre işletme hakkı yöntemiyle özelleştirme yolu açılmıştır. TEK'in tekel statüsü kaldırılmış, yerli ve yabancı sermaye şirketlerine üretim tesisi kurmak ya da mevcut üretim ve dağıtım tesislerinin mülkiyeti TEK'te kalmak üzere işletme hakkı devralmak suretiyle faaliyette bulunma imkânı verilmiştir. Bu kapsamda Çayırhan termik santralının işletme hakkı 20 yıllığına (1-2 ünitesi 2000 yılında, 3-4 ünitesi 2001 yılında) özel sektöre devredilmiştir. 233 sayılı kanun hükmünde kararnameye dayanılarak çıkarılan 12.08.1993 tarih ve 93/4789 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla, bir kamu iktisadi kuruluşu olan TEK, Türkiye Elektrik Üretim İletim AŞ (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) unvanlı iki ayrı iktisadi teşekkülü olarak teşkilatlandırılmıştır. 15.05.1998 tarihinde Dünya Bankası ile akdedilen proje ikraz ve garanti anlaşmasında, elektrik enerjisi sektöründe "Ulusal Bir İletim Şirketinin" kurulması için yasal düzenlemeler yapılması öngörülmüştür. 21.01.2000 tarih ve 4501 sayılı Kanun ile sektörde uluslararası tahkim müessesesi düzenlenmiş, mevcut elektrik mevzuatının Avrupa Birliği (AB) müktesebatına uyumlu hale getirilmesi ve buna göre sektörde yeniden yapılandırma çalışmaları başlatılmıştır. 2001 yılında Hükümet tarafından uygulamaya konulan "Ekonomik İstikrar ve Enflasyonla Mücadele Programı" çerçevesinde, TEAŞ'ın özelleştirilmek üzere yeniden yapılandırılması öngörülmüştür. Bu programın başlıca amacı, elektrik enerjisi sektörünün yeniden yapılandırılması, elektrikte serbest piyasa sistemine geçilmesi, serbest rekabet ortamının sağlanması, elektrikle ilgili, üretim, iletim, toptan satış ve dağıtım için ayrı ayrı kamu şirketi kurulması ve son aşamada iletim dışındaki kamu elektrik

şirketlerinin özelleştirilmesidir. Buna göre, 233 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin (KHK) 3. maddesine ve 20.02.2001 tarih ve 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'na dayanılarak çıkarılan ve 02.03.2001 tarihinde yürürlüğe giren 05.02.2001 tarih ve 2001/2026 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca TEAŞ; Türkiye Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ), Elektrik Üretim AŞ (EÜAŞ) ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt AŞ (TETAŞ) unvanlarında, anonim şirket statüsünde, üç ayrı iktisadi devlet teşekkülü şeklinde teşkilatlandırılmıştır. Devletin genel enerji politikasına uygun olarak, ülkedeki tüm iletim tesislerini devralmak, elektrik iletimi, yük tevzi ve işletme planlaması hizmetlerini yürütmek üzere 01.10.2001 tarihinde faaliyete geçirilen TEİAŞ, 233 sayılı KHK sistemi içinde, iktisadi devlet teşekkülü olarak ve mevcut mevzuat ve ana statüsü hükümleri çerçevesinde, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) 13.03.2003 tarihinde aldığı iletim lisansı çerçevesinde, yeni piyasa yapısına uygun olarak faaliyetlerini yürütmektedir. TEİAŞ'ın ana statüsü, Yüksek Planlama Kurulunun (YPK) 11.06.2001 tarih ve 2001/T-19 sayılı kararı ile onaylanmış, 29.06.2001 tarih ve 24447 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

### 3. Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri

Enerji Bakanlığı (2014) istatistiklerine göre Türkiye'de brüt elektrik enerjisi tüketimi 2012 yılında 242,4 milyar kWh iken, 2013 yılında %1,3 artarak 245,5 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. 2013 yılı elektrik üretimi 239,3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Üretimin %43,8'i doğal gazdan, %25,4'ü kömürden, %24,8'i hidrolikten, %2'si sıvı yakıtlardan ve %4'ü yenilenebilir kaynaklardan elde edilmiştir. Yapılan tahminlere göre Türkiye'de elektrik tüketiminin 2020 yılında yıllık yaklaşık yüzde 5,5-6,9 arasında artacağı beklenmektedir [9]. Türkiye elektrik enerjisi brüt tüketimi (Türkiye brüt üretimi + dış alım – dış satım) 2016 yılında %5,1 artarak 279,3 Milyar kWh, 2017 yılında ise %5,6 artış ile 294,9 Milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. 2016 yılında puant talep 44.734 MW (11 Ağustos 2016, saat 14:30), minimum yük 17.448 MW (13 Eylül 2016, saat:07:00) olarak gerçekleşmiştir. Minimum yükün maksimum yüke oranı %39 olmuştur. 2017 yılında ise puant talep 47.660 MW (26 Temmuz 2017, saat 14:40), minimum yük 18.336 MW (26 Haziran 2017, saat 06:00) olarak gerçekleşmiştir. Minimum yükün maksimum yüke oranı %38 olmuştur. 2018 yılında ise puant talep 46.160 MW (01 Ağustos 2018, saat 15:20), minimum yük 18.212 MW (16 Haziran 2018, saat 06:00) olarak gerçekleşmiştir. Minimum yükün maksimum yüke oranı %39 olmuştur. 2019 yılında ise puant talep 45.324 MW (26 Ağustos 2019, saat 16:30), minimum yük 18.300 MW (05 Haziran 2019, saat 06:00) olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılı sonu itibariyle, 46.926,3 MW'ı termik, 1.063,7 MW'ı jeotermal, 27.273,1 MW'ı hidrolik, 6.516,2 MW'ı rüzgâr ve 3.420,7 MW'ı güneş olmak üzere 2017 yılı sonunda Türkiye Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü bir önceki yıla göre %8,5 artışla 85.200,0 MW brüt elektrik enerjisi talebi 294,9 milyar kWh, puant güç talebi ise 47.660 MW olarak gerçekleşmiştir. Toplam 295,5 Milyar kWh üretim gerçekleştirilirken 2,7 Milyar kWh ithalat yapılmış, arz edilen toplam elektrik enerjisinden 3,3 Milyar kWh ihracat gerçekleştirilmiştir. 2017 yılında, termik santrallerden 210,5 milyar kWh, hidrolik santrallerden 58,4milyar kWh, rüzgâr santrallerinden 17,9 milyar kWh, jeotermal santrallerden 6,0 milyar kWh ile güneş santrallerinden 2,7 milyar kWh olmak üzere toplam 295,5 milyar kWh üretim gerçekleştirmiştir. 2018

yılında ise elektrik enerjisi talebinin bir önceki yıla göre yaklaşık %6,0'lık artışla 311,6milyar kWh olmuştur. Mevcut sistem 2018 yılında, termik santrallerden 227,0 milyar kWh, hidrolik santrallerden 70,7 milyar kWh, rüzgâr santrallerinden 20,9 milyar kWh, jeotermal santrallerden 7,7 milyar kWh ve güneş santrallerinden 2,9 milyar kWh olmak üzere toplam 329,3 milyar kWh üretim imkanına sahiptir [10]. Dünya birincil enerji üretimi 2015 yılında toplam 13.790 milyon TEP (milyon ton eşdeğer petrol) olarak hesaplanmıştır. 2014 yılına kıyasla %0,6 oranında bir artış göstermiştir [11]. 2015 yılı dünya geneli kaynak bazında birincil enerji üretim miktarları Şekil 2'de belirtilmiştir. Birincil enerji üretiminin büyük payı fosil kaynaklı yakıtlardan petrol (4416,26 milyon TEP), kömür (3871,53 milyon TEP), doğalgaz (2975,71 milyon TEP) oluşturmaktadır [12]. Fosil kaynaklı yakıtlardan nükleer ise %1,4 oranla payını artırarak 670 milyon ton eşdeğer petrol miktarına ulaşmıştır. Rüzgâr, güneş ısısı, hidrolik, jeotermal gibi diğer yenilenebilir kaynaklar da önceki yıllara oranla ivmelenen bir artış göstermiştir [11]. Enerji kaynaklarına bakıldığında, 2016 yılı sonu itibari ile küresel enerji kullanım miktarı 13,147 Milyar TEP olarak hesaplanmıştır. Türkiye 126,9 milyon TEP miktarı ile dünya enerji tüketiminin %1'lik dilimini kapsamaktadır [13]. 2016 yılı itibariyle dünyada çeşitli enerji kaynakları kullanılırken, bu kaynakları %85,5 oranı ile doğalgaz, petrol ve kömür vb. fosil kaynaklar kapsamaktadır. 2016 yılında elde edilen bilgilere göre; petrol, dünya çapında enerji tüketiminde %33,3'ü ile en yüksek miktarda olmaktadır. Petrolü takip ederek, dünya genelinde enerji tüketiminde ikinci sırada kömür %28,1'ini, doğalgaz ise %24,1'ini hidrolik enerji %6,9'unu, nükleer enerji %4,5'ini ve son olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından %3,2'sini tüketilmektedir [14]. Türkiye birincil enerji üretiminin yerli kaynaklar bazındaki dağılımında en yüksek payı linyit %39 oranla ardından hidrolik %27, rüzgâr %8 ile takip etmektedir. 2016 yılı hidrolik %27 ve rüzgâr %8 ile büyük artış payı göstermiş olup linyit %39 ve taş kömürü %2 oranı ile kayda değer düşüş gerçekleşmiştir [15]. 2016 yılı itibari Türkiye'de yerli birincil enerji üretimi 35.374 bin ton eşdeğer petrol olarak hesaplanırken, ithal edilen birincil enerji 113.117 bin ton eşdeğer petroldür. 2018 yılı Haziran ve öncesindeki son 365 gün içerisinde Türkiye genelinde birincil kaynaklardan elektrik enerjisi üretimimiz toplam 292.702,9 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu üretimin en büyük payı %71,2'i termik santrallerden elde edilmekte olup en fazla elektrik üretimi 104.665 GWh ile doğal gazdan sağlanmıştır. Bu elektrik üretimine takiben hidroelektrik santrallerden %17'i üretilmiş olup, diğer yenilenebilir enerji kaynakları tarafından %11'i üretilmiştir [16]. 2014 yılı ile 2018 yıl ortası rüzgâr santrallerinde üretilen elektriğin karşılaştırmasında ise 2014 yılında toplam üretimdeki pay %3,4 iken 2018 yıl ortasında bu payın %7'ye yükselmiş olması kayda değer bir durumdur [17].

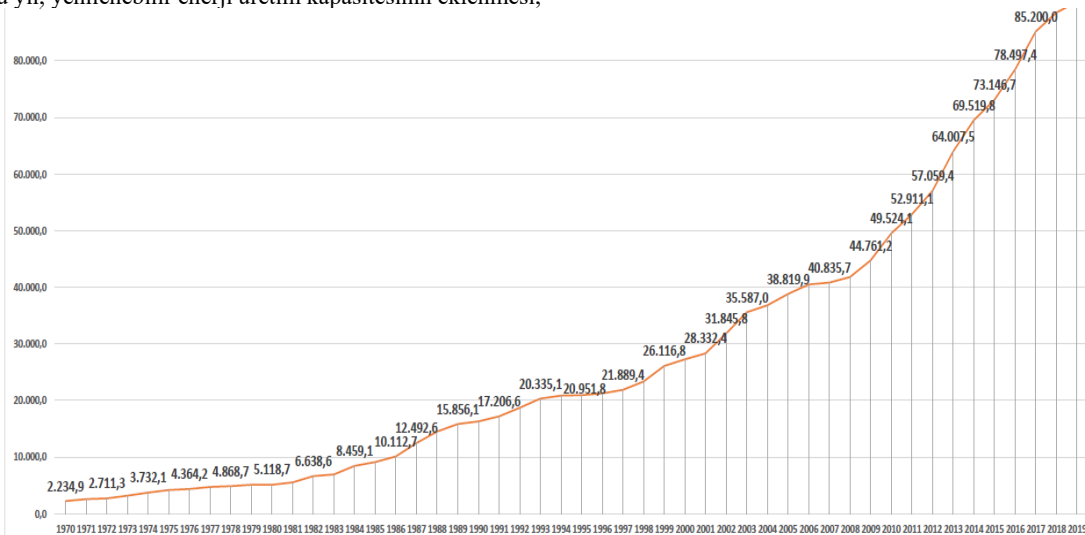


Şekil 1: Yıllara göre aylık maksimum puant eğrisi (MW) [8]

#### 4. Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Güncel Konumu

Dünyada elektrik ihtiyacı, enerji ihtiyacından iki kat fazla artış gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra, enerjide ülke bazında ciddi bir değişim söz konusudur. Küresel arenada tüketim, Batı’dan Doğu’ya kaymakta, hali hazırda en çok enerji tüketimi ABD’de gerçekleşirken, 2030’da ilk sırada Çin yer alacaktır. Sadece 11 yıl sonraki projeksiyonlara göre enerji tüketiminde sıralamanın Çin, ABD, Hindistan, Afrika ve Avrupa şeklinde olacağına görülmektedir [18]. 2018 yılı, yenilenebilir enerji teknolojileri için 2017’ye kıyasla, toplam 181 GW yenilenebilir enerji eklendi ve değişken yenilenebilir enerji yüksek paylarını birleştiren ülke sayısı artmaya devam etmektedir. Yenilenebilir enerji, geleneksel termik enerji üretim ile karşılaştırıldığında giderek daha uygun maliyetli hale gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, yıl sonuna kadar küresel elektrik üretiminin tahminen %26’sından fazlasını sağlamıştır. Yenilenebilir kaynakların kurumsal olarak tedarik edilmesi 2018 yılında iki katından fazla artmıştır ve yenilenebilir enerji dünya genelinde önemli miktarlarda yayılmıştır. Yenilenebilir enerjilere yapılan küresel yatırımlar bir önceki yıla göre düşerken, gelişen ve gelişmekte olan ekonomiler, 2018’deki tüm yatırımların yarısından fazlasını ve yenilenebilir enerji sektörü genel olarak 2018’de dünya genelinde 11 milyon civarında (doğrudan ve dolaylı) istihdam sağlamıştır. 2017 itibarıyla, yenilenebilir enerji toplam nihai enerji tüketiminin (TFEC) %18,1’ini oluşturmaktadır. Modern yenilenebilir enerji kaynakları, TFEC ’in %10,6’sını sağlamıştır ve 2016’ya kıyasla talepte %4,4’lük bir büyüme gerçekleşmiştir. Sektör entegrasyonu, politika yapımcıların dikkatini çekti ve teknolojilerin (pil depolama, ısı pompaları ve elektrikli araçlar gibi) etkinleştirilmesine yönelik pazarlar büyümektedir. Yenilenebilir enerji alımlarında, enerji verimliliğinde ve enerjiye erişimdeki ilerlemeye rağmen, dünya, Paris Anlaşması veya Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi 7’nin hedeflerine ulaşma yolunda değil. Küresel enerji kaynaklı karbondioksit (CO2) emisyonları, fosil yakıt tüketimindeki artış nedeniyle 2018’de %1,7 oranında artmıştır. Fosil yakıt kullanımı için küresel sübvansiyonlar 2017’den bu yana %11 artmıştır. Yenilenebilir enerji, 2018 yılında yeni kurulan 181 GW ile elektrik sektöründe genişliyor ancak, yeni kapasite ilavelerinin oranı, yıllarca süren büyümenin ardından yükselişe geçmiştir. Küresel yenilenebilir enerji kapasitesi 2018’de yaklaşık 2.378 GW’a yükselmiş, üst üste dördüncü yıl, yenilenebilir enerji üretim kapasitesinin eklenmesi,

fosil yakıt ve nükleer enerjinin net kurulumlarını geride bırakmıştır. Yaklaşık 100 GW solar enerji santrali (PV) kurulmuş; yenilenebilir kapasite ilavelerinin %55’ini oluşturmuştur. Güneş enerjisi ardından rüzgâr enerjisi (%28) ve hidroelektrik (%11) izlemiştir. Genel olarak, yenilenebilir enerji, dünyadaki toplam kurulu enerji üretim kapasitesinin %33’ünden fazlasını oluşturmuş ve yenilenebilir enerji küresel ölçekte kendini kanıtlamıştır. 2018’de en az 30 ülke 10 GW kapasiteyi aşarken, 90’dan fazla ülke en az 1 GW üretim kapasitesi kurmuştur. Rüzgâr enerjisi ve güneş PV, bazı lokasyonlardaki paylarını daha da arttırıp, giderek artan sayıdaki ülkeler, elektrik karışımlarında %20’den fazla değişken yenilenebilir enerjiye sahiptir. Politika yapımcılar kendi yetki alanlarına göre uyarlanmalı etkili bir destek politikası karışımı tasarlama fırsatına sahiptir. Yenilenebilir teknolojilerin maliyetleri düştükçe, bu önlemler gelişmeye ve uyum sağlamaya devam edecektir. Yenilenebilir enerjinin farklı faydaları (örneğin kirliliğin azaltılması yoluyla halk sağlığının iyileştirilmesi, güvenilirliğin ve esnekliğin artırılması ve iş yaratma gibi) dünya çapında politika hareketini tetiklemektedir. Ancak, yenilenebilir enerji politikası çerçeveleri kapsamlılık bakımından büyük farklılıklar göstermektedir ve çoğu, uluslararası iklim hedeflerine ulaşmak için gereken iddialı seviyeden uzak durmaktadır [19]. Dünya genelinde hala enerjinin çok büyük bir bölümü kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilse de yenilenebilir enerji kaynakları bunlara olan bağımlılığı azaltmada kritik rol üstleniyor. Bu kaynaklardan enerji elde edilmesine yönelik dünya genelinde ciddi teşvikler bulunuyor. Ülkemizde de yenilenebilir kaynakların kurulu güç kapasitesi içindeki payı son 10 yılda ciddi biçimde artmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın Şubat 2019 başında yayınladığı verilere göre, geçen yıl ocakta hidrolikten üretilen elektriğin payı yüzde 17,03 olarak hesaplanırken bu yıl yüzde 30’a yükselmiştir. Rüzgârın elektrik üretimindeki payı yüzde 7,21’den yüzde 8,40’a, güneşin payı yüzde 0,99’dan yüzde 1,52’ye çıkmıştır. Jeotermal kaynaklardan gerçekleştirilen elektrik üretiminin payı da yüzde 2,48’den yüzde 2,96’ya yükselmiştir. Buna karşın üretimdeki payları, örneğin doğal gazın aksine kapasitedeki payının altında, yüzde 32,4 seviyesinde seyretmektedir. Bunda iklim ve hava koşullarının yanında, tesislerin mevcut elektrik fiyatları seviyesinde çalışmasının ekonomik olarak rasyonel (verimli) olmaması gibi bir etken de bulunmaktadır [18].



Şekil 2: Yıllara göre kurulu güç gelişimi [8]

Tablo 1. Yıllar İtibariyle Türkiye Kurulu Gücünün Üretici Kuruluşlara Dağılımı [20]

YILLAR İTİBARIYLA TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN ÜRETİCİ KURULUŞLARA DAĞILIMI							
Birim: MW							
KURULUŞLAR		2013	2014	2015	2016	2017	2018
EÜAŞ	TERMİK	8.148,9	7.849,9	7.274,9	6.938,9	7.017,3	5.662,3
	HİDROLİK+JEOTERMA L+RÜZGAR	12.917,8	12.995,2	13.003,6	13.166,0	12.882,5	12.826,6
	TOPLAM	21.066,7	20.845,2	20.278,6	20.105,0	19.899,8	18.488,9
EÜAŞ'IN BAĞLI ORTAKLIKLARI	TERMİK	2.714,0	1.034,0	44,0	0,0	0,0	0,0
MOBİL SANTRALLAR	TERMİK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ÜRETİM ŞİRKETLERİ	TERMİK	24.293,1	32.258,3	33.881,2	36.770,5	39.087,9	38.970,8
	HİDROLİK+ JEOTERMAL+RÜZGAR	11.574,0	14.356,2	17.659,8	19.226,7	20.746,1	22.335,0
	TOPLAM	35.867,1	46.614,5	51.540,9	55.997,2	59.834,0	61.305,8
OTOPRODÜKTÖR+ İŞLETME HAKKI DEVİR	TERMİK	3.492,0	647,2	646,4	620,0	620,0	1.975,0
	HİDROLİK+ JEOTERMAL+RÜZGAR+ GÜNEŞ	867,7	326,2	326,2	857,5	1.200,9	1.411,7
	TOPLAM	4.359,7	973,3	972,5	1.477,5	1.820,9	3.386,7
LİSANSIZ	TERMİK	0,0	12,4	56,5	82,1	201,1	300,5
	HİDROLİK+ RÜZGAR+GÜNEŞ	0,0	40,4	254,1	835,5	3.444,2	5.051,9
	TOPLAM	0,0	52,8	310,7	917,6	3.645,3	5.352,4
TÜRKİYE TOPLAMI	TERMİK	38.648,0	41.801,8	41.903,0	44.411,6	46.926,3	46.908,6
	HİDROLİK+JEOTERMA L+ RÜZGAR+GÜNEŞ	25.359,5	27.718,0	31.243,7	34.085,8	38.273,7	41.642,1
	TOPLAM	<b>64.007,5</b>	<b>69.519,8</b>	<b>73.146,7</b>	<b>78.497,4</b>	<b>85.200,0</b>	<b>88.550,8</b>

Tablo 2. Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç- Brüt Üretim- Arz- Net Tüketiminin Yıllar İtibariyle Gelişimi [20]

TÜRKİYE VE KİŞİ BAŞINA KURULU GÜÇ - BRÜT ÜRETİM - ARZ - NET TÜKETİMİNİN YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (2010 - 2018)											
YILLAR	NÜFUS (x1000)	KURULU GÜÇ (MW)	BRÜT ÜRETİM (GWh)	ARZ (GWh)	BRÜT TALEP (GWh)	NET TÜKETİM	KİŞİ BAŞINA				
							KURULU GÜÇ (Watt)	BRÜT ÜRETİM (kWh)	ARZ (kWh)	BRÜT TALEP	NET
2010	73723	49524,1	211207,7	202272,3	210434,0	172050,6	672	2865	2744	2854	2334
2011	74724	52911,1	229395,1	218468,9	230306,3	186099,5	708	3070	2924	3082	2490
2012	75627	57059,4	239496,8	230580,4	242369,9	194923,4	754	3167	3049	3205	2577
2013	76668	64007,5	240154,0	235179,7	246356,6	198045,2	835	3132	3068	3213	2583
2014	77696	69519,8	251962,8	244706,1	257220,1	207375,1	895	3243	3150	3311	2669
2015	78741	73146,7	261783,3	253840,6	265724,4	217312,2	929	3325	3224	3375	2760
2016	79814	78497,4	274407,7	266829,5	279286,4	231203,7	984	3438	3343	3499	2897
2017	80811	85200,0	297277,5	283682,1	296702,1	249022,7	1054	3679	3510	3672	3082
2018	82004	88500,8	304801,9	289867,2	304166,9	258232,2	1079	3717	3535	3709	3149

Tablo 3. Yenilenebilir Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Türkiye Toplam Üretimi İçindeki Payının Yıllar İtibariyle Gelişimi [20]

YENİLENEBİLİR KAYNAKLI KURULU GÜCÜN TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (2010-2018)								
Birim: MW								
YILLAR	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGAR	GÜNEŞ	BİYOKÜTLE	YENİLENEBİLİR KURULU GÜCÜ	TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ	YENİLENEBİLİRİN PAYI %
2010	15.831,2	94,2	1.320,2		85,7	17.331,3	49.524,1	35,0
2011	17.137,1	114,2	1.728,7		104,2	19.084,2	52.911,1	36,1
2012	19.609,4	162,2	2.260,6		147,3	22.179,5	57.059,4	38,9
2013	22.289,0	310,8	2.759,7		178,0	25.537,5	64.007,5	39,9
2014	23.643,2	404,9	3.629,7	40,2	227,0	27.945,0	69.519,8	40,2
2015	25.867,8	623,9	4.503,2	248,8	277,1	31.520,8	73.146,7	43,1
2016	26.681,1	820,9	5.751,3	832,5	363,8	34.449,6	78.497,4	43,9
2017	27.273,1	1.063,7	6.516,2	3.420,7	477,4	38.751,1	85.200,0	45,5
2018	28.291,4	1.282,5	7.005,4	5.062,8	621,9	42.264,0	88.550,8	47,7

Tablo 4. Yerli Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretim Toplam Türkiye Üretimi İçindeki Payının Yıllar İtibariyle Gelişimi [20]

<b>YERLİ ENERJİ KAYNAKLARINA AİT KURULU GÜCÜN TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (2010-2018)</b>										
										Birim: MW
YILLAR	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGAR	GÜNEŞ	ATIK ISI	LİNYİT	TAŞ KÖMÜRÜ+ ASFALTİT	YERLİ KAYNAK KURULU GÜCÜ	TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ	YERLİ KAYNAK PAYI %
2010	15.831,2	94,2	1.320,2		107,2	8.199,3	470,0	26.022,1	49.524,1	52,5
2011	17.137,1	114,2	1.728,7		125,7	8.199,3	470,0	27.775,0	52.911,1	52,5
2012	19.609,4	162,2	2.260,6		168,8	8.193,3	470,0	30.864,3	57.059,4	54,1
2013	22.289,0	310,8	2.759,7		235,0	8.223,2	470,0	34.287,7	64.007,5	53,6
2014	23.643,2	404,9	3.629,7	40,2	299,1	8.281,3	470,0	36.768,4	69.519,8	52,9
2015	25.867,8	623,9	4.503,2	248,8	370,1	8.663,4	755,0	41.032,2	73.146,7	56,1
2016	26.681,1	820,9	5.751,3	832,5	496,4	9.126,5	755,0	44.463,7	78.497,4	56,6
2017	27.273,1	1.063,7	6.516,2	3.420,7	641,9	9.129,1	782,5	48.827,2	85.200,0	57,3
2018	28.291,4	1.282,5	7.005,4	5.062,8	818,9	9.456,1	782,5	52.699,6	88.550,8	59,5

Tablo 5. Birincil Kaynaklara Göre Santral Adetleri ve Kurulu Güç

BİRİNCİL KAYNAK	SANTRAL ADEDİ	KURULU GÜÇ (MW)
Akarsu	543	7.842,1
Asfaltit Kömür	1	405
Atık Isı	75	339,2
Barajlı	122	20.582,2
Biyokütle	157	698,5
Doğalgaz	326	26.163,1
Fuel Oil	15	487,2
Güneş	6.410	5.513,3
İthal Kömür	14	8.938,9
Jeotermal	48	1.335,5
Linyit	48	10.097
LNG	1	2,0
Motorin	1	1,0
Nafta	1	4,7
Rüzgar	257	7.228
Taş Kömür	4	810,8
<b>TOPLAM</b>	<b>8.023</b>	<b>90.448,7</b>

Tablo 6. Yenilenebilir Enerji Kurulu Güç Payları

YIL	HİDROLİK	JEOTERMAL	RÜZGAR	GÜNEŞ	BIYOKÜTLE	TOPLAM
2001	11.673	18	19		10	11.719
2002	12.241	18	19		14	12.291
2003	12.579	15	19		14	12.626
2004	12.645	15	19		14	12.693
2005	12.906	15	20		14	12.955
2006	13.063	23	59		20	13.164
2007	13.395	23	148		21	13.587
2008	13.829	30	364		38	14.260
2009	14.553	77	792		65	15.487
2010	15.831	94	1.320		86	17.331
2011	17.137	114	1.729		104	19.084
2012	19.609	162	2.261		147	22.180
2013	22.289	311	2.760		178	25.945
2014	23.643	405	3.630	40	227	27.945
2015	25.868	624	4.503	249	277	31.521
2016	26.681	821	5.751	833	364	34.450
2017	27.273	1.064	6.516	3.421	477	38.751
2018	28.291	1.283	7.005	5.063	739	42.381

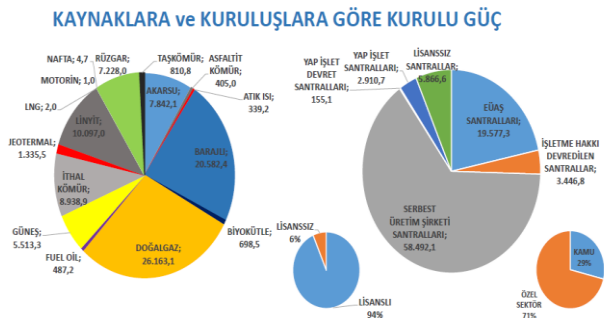
Tablo 7. Birincil Kaynaklara ve Kuruluşlara Göre Kurulu Güç (MW)

BİRİNCİL KAYNAK	EÜAŞ SANTRALLARI	İŞLETME HAKKI DEVREDİLEN SANTRALLAR	SERBEST ÜRETİM ŞİRKETİ SANTRALLARI	YAP İŞLET DEVRET SANTRALLAR	YAP İŞLET SANTRALLAR	LİSANSIZ SANTRALLAR	TOPLAM
Akarsu	157,3	543,7	7.087,6	44,9	0,0	8,7	7.842,1
Asfaltit Kömür	0,0	0,0	405,0	0,0	0,0	0,0	405,0
Atık Isı	0,0	0,0	147,1	0,0	0,0	192,1	339,2
Barajlı	12.614,5	913,1	6.954,8	100	0,0	0,0	20.582,4
Biyokütle	0,0	0,0	626	0,0	0,0	72,5	698,5
Doğalgaz	4.933,3	0,0	19.476,1	0,0	1.590,7	102,9	26.163,1
Fuel Oil	0,0	0,0	487,2	0,0	0,0	0,0	487,2
Güneş	0,0	0,0	91,6	0,0	0,0	5.421,7	5.513,2
İthal Kömür	0,0	0,0	7.618,9	0,0	1.320,0	0,0	8.938,9
Jeotermal	0,0	15,0	1.320,5	0,0	0,0	0,0	1.335,5
Linyit	1.804,0	1.975,0	6.318,0	0,0	0,0	0,0	10.097,0
LNG	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Motorin	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
Nafta	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0	4,7
Rüzgar	7,2	0,0	7.141,8	10,2	0,0	68,8	7.228,0
Taşkömür	0,0	0,0	810,8	0,0	0,0	0,0	810,8
<b>TOPLAM</b>	<b>19.577,3</b>	<b>3.446,8</b>	<b>58.492,1</b>	<b>155,1</b>	<b>2.910,7</b>	<b>5.886,6</b>	<b>90.448,7</b>

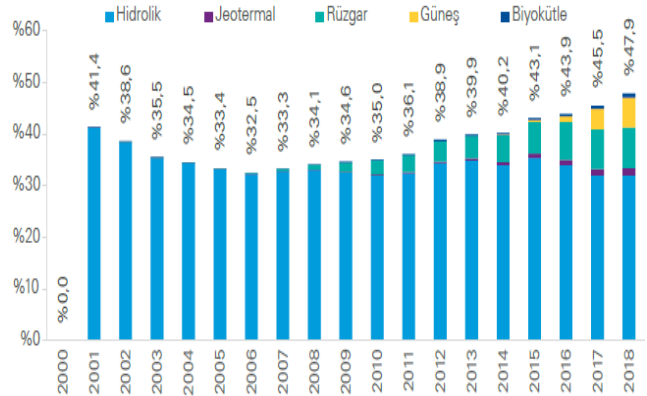


Tablo 8. Birincil Kaynaklara ve Kuruluşlara Göre Santral Adedi

BİRİNCİL KAYNAK	EÜAŞ SANTRALLARI	İŞLETME HAKKI DEVREDİLEN SANTRALLAR	SERBEST ÜRETİM ŞİRKETİ SANTRALLARI	YAP İŞLET DEVRET SANTRALLAR	YAP İŞLET SANTRALLAR	LİSANSIZ SANTRALLAR	TOPLAM
Akarsu	9	65	450	6	0	13	543
Asfaltit Kömür	0	0	1	0	0	0	1
Atık Isı	0	0	14	0	0	61	75
Barajlı	37	23	61	1	0	0	122
Biyokütle	0	0	117	0	0	40	157
Doğalgaz	7	0	287	0	1	31	326
Fuel Oil	0	0	15	0	0	0	15
Güneş	0	0	10	0	0	6.400	6.410
İthal Kömür	0	0	13	0		0	14
Jeotermal	0	1	47	0	0	0	48
Linyit	3	2	43	0	0	0	48
LNG	0	0	1	0	0	0	1
Motorin	1	0	0	0	0	0	1
Nafta	0	0	1	0	0	0	1
Rüzgar	1	0	177	1	0	78	257
Taşkömür	0	0	4	0	0	0	4
<b>TOPLAM</b>	<b>58</b>	<b>91</b>	<b>1.241</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6.623</b>	<b>8.023</b>



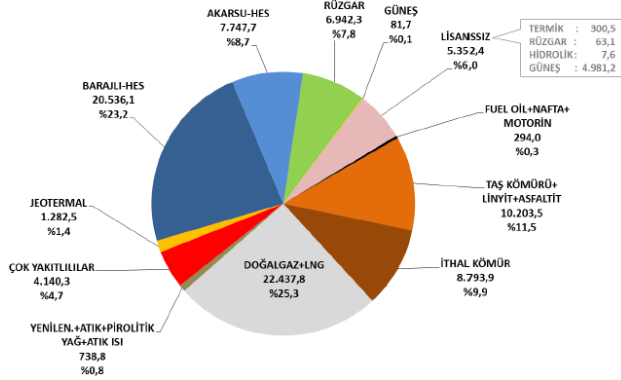
Şekil 3: Kaynaklara ve Kuruluşlara Göre Kurulu Güçler [8]



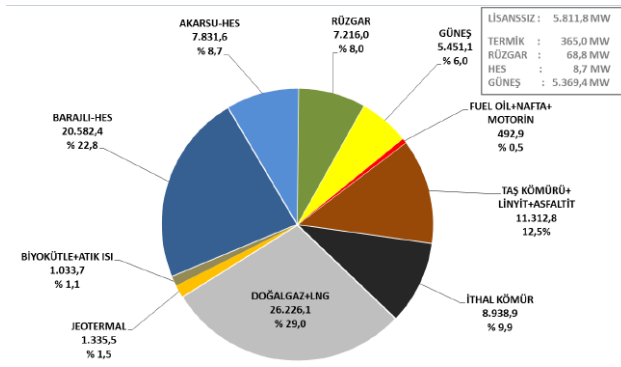
Şekil 4: Yenilenebilir Enerjinin Toplam Kurulu Güç İçindeki Payı [8]

Türk enerji sisteminin en önemli sorunu, ithal enerji kaynaklarına bağımlı olması, enerji tüketiminin fosil yakıt ağırlıklı olması ve diğer ülkelerle kıyaslandığında daha düşük enerji verimliliğine sahip olmasıdır. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için yapılan planlı çalışmalar doğrultusunda 2017 yılı içerisinde yakıt türü olarak dışa bağımlılığı artıran doğal gaz ve kömür yakıtlı santrallerin kurulu güç içerisindeki payının 2016 yılına göre düştüğü yerli kaynaklara dayalı ve yenilenebilir enerji kaynaklı üretim kapasitesi arttırıldığı görülmüştür. Doğal gaz ve kömür kaynaklı santrallerin üretim kapasitesi geçmiş yıllara göre artıyor olsa da kurulu güç içerisindeki payları azalmaktadır. Fakat enerjideki yüksek talep artışlarına rağmen, 2018 yılı kurulu güç yaklaşık olarak 88.550 MW, 2019 yılı kurulu güç yaklaşık olarak

90.420 MW, aynı dönemdeki birincil enerji üretim artışları sadece %2,11 olarak gerçekleşmiştir (Şekil-5,6) Bu durum enerjide dışa bağımlılığı ülkenin sürdürülebilir kalkınmasını tehlikeye sokacak şekilde ekonominin en önemli sorunlarından biri haline getirecektir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından şanslı ülkeler arasında bulunduğu bilinmektedir [22]. Fakat, son zamanlarda konuyla ilgili birçok gelişme kaydedilmiş olmasına rağmen, yenilenebilir kaynakların ülke enerji karışımındaki payı birçok nedenden ötürü arzu edilen düzeye hâlâ erişememiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı gerek enerji arz sorunu gerekse çevresel kaygılar nedeniyle yenilenebilir enerjilerin payının artırılması konusunda oldukça kararlardır.



Şekil 5: 2018 Yılı Kurulu Güç Toplam [8]



Şekil 6: 2019 Yılı Kurulu Güç Toplam [8]

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesi için öncelikle enerji arz güvenliği sağlanmalı ve etkin bir elektrik enerji üretim sistemi planlaması yapılmalıdır. Elektrik enerji üretim sistem planlamasının amacı kullanıcıların elektrik enerji tüketim taleplerini en ekonomik, güvenilir ve kaliteli bir şekilde karşılamaktır. Bundan ötürü doğru elektrik talep tahmini etkin bir elektrik enerji üretim sistem planlaması için önemli rol oynamaktadır. Elektrik enerjisi talep tahminlerinin doğru yapılabilmesi durumunda, elektrik üretim, iletim ve dağıtım sistemlerine yönelik hangi yatırımların ne şekilde ve ne zaman yapılması gerektiği belirlenebilmekte, elektrik enerjisi arz güvenliği için doğru yatırım kararları ve stratejiler geliştirebilmek mümkün olabilmektedir. Lineer/parametrik ve sezgisel (yapay zekâ algoritmaları) yöntemler olarak sınıflandırılan metotlar kullanılarak elektrik enerjisi talep tahminleri ve güç sistemi parametrelerinin optimum değerleri belirlenerek enerji şebekeleri en ekonomik ve kararlı şekilde sürdürülebilmektedir. Güç sistemlerinin optimizasyonunda özellikle lineer tanjant vektör yöntemi ve sezgisel yöntem olarak da Genetik algoritma ve Parçacık Sürü Optimizasyonu yöntemleri başarılı sonuçlar vermektedir [23,24,25].

## 5. Sonuç ve Tartışma

Dünyada ve Türkiye’de günümüzde kullanılmakta olan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Her ülkenin enerjiye olan talebi farklı oranlarda olsa da küresel ölçekte düşünüldüğünde bu oran sürekli artma eğilimindedir. Fosil yakıt rezervleri de bu talep karşısında hızla azalmaktadır. Bu talep artışını karşılamak için enerji yatırımlarının da hızla artış göstermesi gerekmektedir. Yatırımlardaki bu artış planlanırken de karbon salınımını en aza indiren yenilenebilir enerji kaynakları tercih edilmelidir. Fosil yakıtlardan kaynaklanan küresel karbondioksit emisyonlarındaki artış 2000’li yıllarda %3’ün üzerinde iken, 2010’lardan itibaren yavaşlamış ve 2014-2016 arasındaki hafif bir artış dışında sabit kalmıştır. 2000-2017 yılları arasında ülkemizde kömür kaynaklı emisyon ortalama %5,4 oranında, petrolde ise %6,2 oranında büyüme kaydetmiştir. Dünya genelinde 2019 yılı toplam nüfus 7600 milyonu aşmaktadır. Bununla birlikte dünyada enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretim miktarı 25.000 TWh civarındadır. En fazla elektrik enerjisi tüketimi gerçekleştiren ülkeler olarak sırasıyla Çin, ABD, Japonya, Rusya gelmektedir. Türkiye 2019-2028 yılları arasında brüt elektrik tüketim tahmini ve yıllara göre artışları Tablo-5’de, senaryo bazlı talep gelişimi Şekil-7’ de verilmektedir. Bu dönem için yük eğrisi karakteristiğinin değişmeyeceği kabulü ile puant yük serileri TEİAŞ tarafından hesaplanmış olup Türkiye puant tahmini Tablo 10’da verilmektedir. Tablo 9 incelendiğinde elektrik enerjisi talebinin, 2028 yılında düşük senaryo için ortalama %3,6 artış ile elektrik talebinin yaklaşık 428 milyar kWh’i aşması; baz senaryo için ortalama %4,2 artış ile elektrik talebinin yaklaşık 451 milyar kWh’i aşması; yüksek senaryo için ortalama %4,8 artış ile elektrik talebinin yaklaşık 477 milyar kWh’i aşması beklenmektedir. Belirli bir anda talep edilen en yüksek elektrik enerjisi talebi (puant talep) 2017 yılında 47.660 MW olarak gerçekleşmiş olup Tablo 6 incelendiğinde; 2028 yılında düşük senaryo için 67.984 MW; baz senaryo için 71.621 MW; yüksek senaryo için 75.716 MW olacağı öngörülmektedir. Türkiye’nin yıllık enerji gelişiminde artış gösterdiği grafiklerden görülmektedir. Bu durum, uygulanan enerji politikasının yükselen ivmeli olduğunun belirtisidir. Ancak aynı zamanda, şu anki enerji üretim potansiyelinin çok büyük bir yüzdesinin fosil kaynaklı yakıtlara dayalı olduğu düşünüldüğünde ise enerjide dışa bağımlılığın arttığı da göstergesidir. Fosil yakıtı dayalı olan enerji kullanımının; çevre kirliliği, rezervlerdeki azalış, atmosferde oluşan sera etkisi, doğal bitki örtüsü ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri gibi önemli nedenlerle, hızla yeni enerji kaynakları bulunması zorunluluğu doğmaktadır. Günümüzde toplam enerji kullanımında %5 gibi düşük seviyelerde kalan güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkeler özellikle sıfır salınımı olan yenilenebilir enerji kaynaklarını, güvenilir, ekonomik, kaliteli ve serbest piyasa mekanizması ile ekonomiyeye kazandırılmasına, enerji üretim teknolojilerini bu yönde geliştirmeye, üretim ile tüketimini teşvik edici çeşitli politikaların oluşturulmasına hız vermişlerdir. Yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli açısından Türkiye’nin bu kapasitesini değerlendirebilmesi için mevcut teşvik sistemi ve hukuki yapı çerçevesinde var olan düzenlemeleri genişleterek devam ettirmesi gerekmektedir. Ekonominin önümüzdeki on yıl içerisinde hızlı bir şekilde büyümesi durumunda mevcut üretimin yetersiz olacağı ve enerji üretimindeki birim maliyeti artıracığı ön görülmektedir.

Tablo 9: 2019-2028 Yılları Brüt Elektrik Tüketim Tahmini

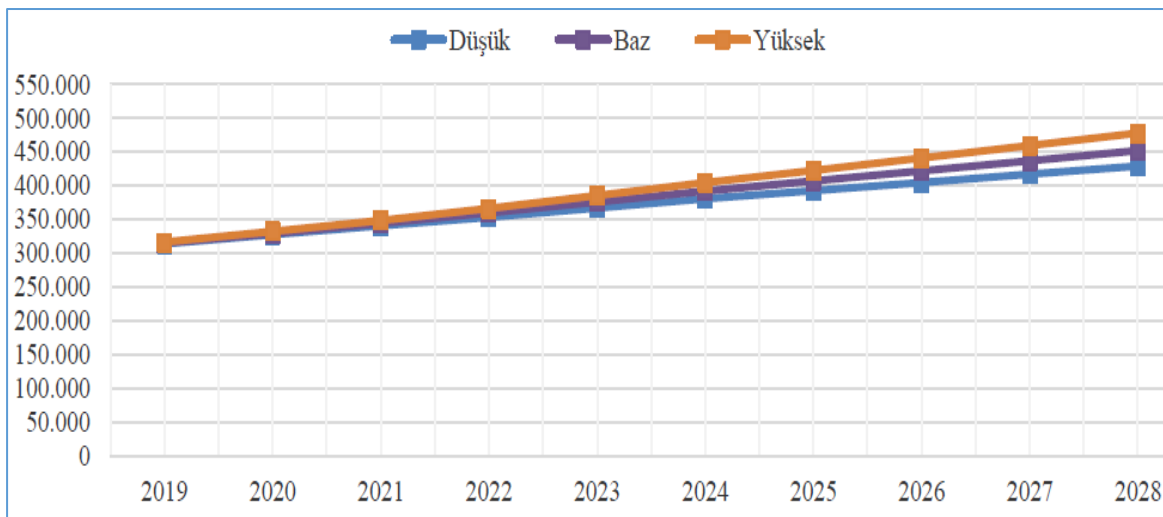
YIL	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	313.832	4,6	315.182	5,0	316.503	5,5
2020	327.285	4,3	329.603	4,6	332.057	4,9
2021	340.511	4,0	344.407	4,5	348.662	5,0
2022	353.200	3,7	359.593	4,4	366.385	5,1
2023	366.767	3,8	375.821	4,5	385.177	5,1
2024	380.401	3,7	392.105	4,3	404.287	5,0
2025	392.610	3,2	406.939	3,8	422.303	4,5
2026	404.628	3,1	421.754	3,6	440.654	4,3
2027	416.619	3,0	436.632	3,5	458.917	4,1
2028	428.791	2,9	451.729	3,5	477.553	4,1

Tablo 10: 2019-2028 Yılları Türkiye Puant Tahmini (MW)

YIL	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	49.758	4,6	49.972	5,0	50.181	5,5
2020	51.891	4,3	52.258	4,6	52.647	4,9
2021	53.988	4,0	54.605	4,5	55.280	5,0
2022	56.000	3,7	57.013	4,4	58.090	5,1
2023	58.150	3,8	59.586	4,5	61.069	5,1
2024	60.312	3,7	62.168	4,3	64.099	5,0
2025	62.248	3,2	64.520	3,8	66.956	4,5
2026	64.153	3,1	66.869	3,6	69.865	4,3
2027	66.055	3,0	69.228	3,5	72.761	4,1
2028	67.984	2,9	71.621	3,5	75.716	4,1

Türkiye'nin gelecekteki enerji talebinde diğer gelişmiş ülkelere benzer bir şekilde büyük bir artış olabileceği tespit edilmiştir. Ancak petrol ve doğal gaz gibi birincil kaynaklara dayalı enerji talebinde çok ciddi bir değişme olmayacağı sonucuna varılmıştır. Özellikle enerji üretim yelpazesinin değişmesi, yenilenebilir enerjilere dayalı enerji üretiminin artması, düşük karbon yoğunluklu enerji üretimine geçilmek istenmesi, enerji güvenliği konusundaki endişeler ve çevresel duyarlılıkların artması birincil enerji arzına dayalı olarak beklenen talebin artış göstermemesinin sebepleri arasında gösterilebilir.

Türkiye'nin enerji üretiminde birim maliyetini büyük oranlarda düşürecek ve enerjide dışa bağımlılığı azaltacak en önemli çözüm olarak yerli kaynak kullanımı ve yenilenebilir enerjiye yönelik yatırımların artırılması gerekmektedir. Bu yatırımlar, enerji arz güvenliği, kesintisiz ve kaliteli enerji gibi birçok alanda da son derece önemli katkılar sağlayacaktır. Böylece Türkiye enerjide kendi kendine yetebilen ve dışa bağımsız bir ülke konumuna gelecek enerji ticaretinde merkez ve köprü olma yolunda yol alabilecektir.



Şekil 7: 2019 – 2028 Yılları Senaryo Bazlı Türkiye Talep Tahmini (GWh) [21]

## 6. Kaynaklar

- [1] S. Yapraklı, ve Ç. Yurttañıkılmaz "Elektrik Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz", C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 13 (2), 195-215, 2012.
- [2] G. Altınay, ve E. Karagöl "Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Turkey", Energy Economics, 27, 849-856, 2005.
- [3] A. Shiu, and P.L. Lam "Electricity Consumption and Economic Growth in China", Energy Policy, 32, pp47-54, 2004.
- [4] S. Ghosh, "Electricity Consumption and Economic Growth in India", Energy Policy, 30, pp125-129, 2002.
- [5] C.B.L. Jumbe, "Cointegration and Causality Between Electricity Consumption and GDP: Empirical Evidence from Malawi", Energy Economics 26, pp61-68, 2004.
- [6] S.T. Chen, H. Kuo, and C.C. Chen "The Relationship between GDP and Electricity Consumption in 10 Asian Countries", Energy Policy, 35, pp2611-2621, 2007.
- [7] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı İşletme Faaliyetleri Raporu, 2017.
- [8] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Yük Tevzi Dairesi Başkanlığı Kurulu Güç Raporu, 2019.
- [9] Enerji Bakanlığı İstatistikleri, 2014.
- [10] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi sektör raporu, 2019.
- [11] International Energy Agency IEA statistics: World energy balances overview, 2017.
- [12] International Energy Agency IEA statistics: Key World Energy Statistics freepublications, 2017.
- [13] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı ile Bağlı, Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü raporu, 2017.
- [14] Türkiye Petrolleri Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, Mayıs 2017.
- [15] Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı, "Enerji Dengesi," Denge-Tabloları, 2016.
- [16] Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Elektrik İstatistikleri, Türkiye Aylık Elektrik Enerjisi İstatistik Raporu, 2018.
- [17] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, ilgili ve ilişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri, 2016.
- [18] KPMG Sektörel Bakış Enerji raporu, 2019.
- [19] Dünya Enerji Konseyi Türkiye REN21 Yenilenebilir Küresel Durum Raporu, 2019.
- [20] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi şeffaflık platformu Web Sayfası <https://www.teias.gov.tr/>, 2019.
- [21] Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi 10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu, 2019-2028.
- [22] V.Ş.Ediger, and E. Kentel, "Renewable energy potential as an alternative to fossil fuels in Turkey", Energy Conversion and Management, 40 (7) : pp743-55, 1999.
- [23] Bakır, "Güç Sistemlerinde FACTS Cihazlarının Optimal Yerleşim Noktalarının Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2018.
- [24] R. Idris, A. Khairuddin and M. Mustafa, "A multi-objective Bees Algorithm for optimum allocation of FACTS devices for restructured power system," TENCON IEEE Region 10 Conference, Singapore, pp1-6, 2009.
- [25] H. Shaheen, G. Rashed and S. Cheng, "Optimal location and parameters setting of unified power flow controller based on evolutionary optimization techniques," Power Engineering Society General Meeting IEEE, Tampa, USA, pp1-8, 2007.

## Hamza Feza CARLAK



2000 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü'nde lisans derecesini ve 2012 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında Bütünleşik Doktora derecelerini almıştır. 2003-2013 yılları arasında Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2017 yılından bu yana Akdeniz Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde Dr. Öğr. Üyesi olarak görev yapmaktadır. 40'dan fazla makalenin yazarı olup, tıbbi görüntüleme üzerine bir buluşa sahiptir. Araştırma alanları arasında güç sistemleri, tıbbi görüntüleme, termal görüntüleme, görüntü işleme, yenilenebilir enerji ve yapay sinir ağları bulunmaktadır.

## Ergin KAYAR



2017 yılında, Akdeniz Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nde lisans derecesini almış olup 2020 yılında Akdeniz Üniversitesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans derecesini almıştır. Türkiye Elektrik Enerjisi İletim Kurumu'nda (TEİAŞ) Elektrik Mühendisi olarak 10 yıldır görev yapmaktadır. Araştırma alanları arasında enerji sistemleri, yenilenebilir enerji ve enerji iletim sistemleri bulunmaktadır.

## Niyazi İL



2007 yılında Çukurova Üniversitesi'nden Elektrik-Elektronik Mühendisi olarak mezun oldu. Yüksek Lisans Öğrenimini 2015 yılında Akdeniz Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında tamamladı. 2013 yılından bu yana TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Antalya Şubesinde Teknik Müdür olarak görev yapmaktadır. 2016 yılından bu yana Akdeniz Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde Enerji ve İletişim dersini vermektedir. 2017 yılından bu yana Akdeniz Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalında Doktora öğrenimine devam etmektedir. Elektromanyetik alanlar, elektromanyetik alanların biyolojik etkileri, elektromanyetik girişim ve ekranlama konularında çalışmalar yapmaktadır.