

# GAP Özelinde Türkiye Su Kaynaklı Yenilenebilir Enerji Projeleri Görünümü

## View of Water Based Energy Projects of Turkey Specific to GAP

Mehmet Yaşar SEPETÇİOĞLU

İnşaat Teknolojisi Programı, Hilvan Meslek Yüksekokulu, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye, [mysepetcioğlu@harran.edu.tr](mailto:mysepetcioğlu@harran.edu.tr)

Geliş Tarihi: 28.05.2020; Kabul Edildiği Tarih: 09.06.2020; Yayınlandığı Tarih:28.06.2020

Türk Hid. Der. (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : 4, Sayı (Number): 1, Sayfa (Page) : 1-10 (2020)

e-ISSN: 2636-8382

SLOI: <http://www.dergipark.gov.tr>

e-mail: [mysepetcioğlu@harran.edu.tr](mailto:mysepetcioğlu@harran.edu.tr)

**Özet:** Güneydoğu Anadolu Projesi, Türkiye'nin en büyük ve önemli kalkınma projelerinden birisidir. Düşünce olarak ortaya çıkışı, planlama, projelendirme ve uygulama safhaları değerlendirildiğinde, uzun yıllardan beri ülke gündeminde sürekli kendine yer bulan ve halen devam eden bir projedir. Artan nüfus ve nüfusla orantılı olarak artan ihtiyaçlar göz önüne alınırsa sahip olunan doğal kaynakları daha verimli kullanmak gerektiği aşikârdır. Nüfus artışının yanında yaşam standartları da yükselmekte ve buna paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Bu yüzden enerji ve elde edilmiş şekilleri büyük önem arz etmektedir. Enerji elde edilmiş şekillerinin sürekliliği, yenilenebilir ve çevreci metotlar olması metotların belirlenmesindeki en önemli kriterler olmaktadır. GAP, birçok faydanın hedeflendiği bir kalkınma projesi olmakla birlikte proje içerisinde yer alan en büyük projeler su kaynaklarının kullanılması ile hayata geçirilecek olan enerji ve sulama projeleridir. Fırat ve Dicle nehirleri gibi Türkiye'nin en önemli iki nehri üzerinde planlanmış toplam kurulu gücü 7.363 MW olan 18 hidroelektrik santral ile yılda yaklaşık 27 milyar kWh elektrik üretiminin sağlanması hedeflenmiştir. Şu an itibariyle 12 hidroelektrik santral (HES) tamamlanmış ve enerji üretimi projelerinde yaklaşık olarak %92 oranında fiziki gerçekleşme sağlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye elektrik enerjisi görünümü, GAP ve Fırat-Dicle Havzası özelinde hidroelektrik santraller ile su kaynaklı elektrik enerjisi elde etme değerlendirilmiş, yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki mevcut durumu çeşitli kriterlerle irdelenmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji, Hidroelektrik Santral, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Fırat-Dicle Havzası

**Abstract:** The Southeastern Anatolia Project is one of the largest and most important development project of Turkey. When its emergence as a thought, planning, projecting and implementation phases are evaluated, it is a project that has always been on the agenda of our country for many years and still continues. Given the increasing population and the increasing needs, it is obvious that we need to use natural resources more efficiently. In addition to the increase in the population, living standards are also rising and in parallel with this, our energy needs increase in direct proportion. Therefore, energy and energy obtain methods is of great importance. Continuity of energy production, renewable and environmentalist methods are the most important criteria in determining the obtain energy methods. GAP is a development project that targets many benefits, but the largest projects included in the project are energy and irrigation projects that will be implemented through the use of water resources. It is aimed to provide 27 billion kWh of hydroelectric power generation annually with 18 hydroelectric power plants with a total installed power of 7.363 MW on the two most important rivers of our country such as Euphrates and Tigris rivers. Currently, 13 hydroelectric power plants (HEPPs) have been completed and approximately 92% physical realization has been achieved. In this study, Turkey electricity view and obtaining energy from water with hydroelectric power plants have been evaluated specific to Euphrates-Tigris basin and GAP, current state of obtaining energy with water resources in renewable energy sources has been studied with various criteria.

**Keywords:** Renewable Energy, Hydroelectric Power Plants, South-eastern Anatolia Project (GAP), Euphrates-Tigris River Basin

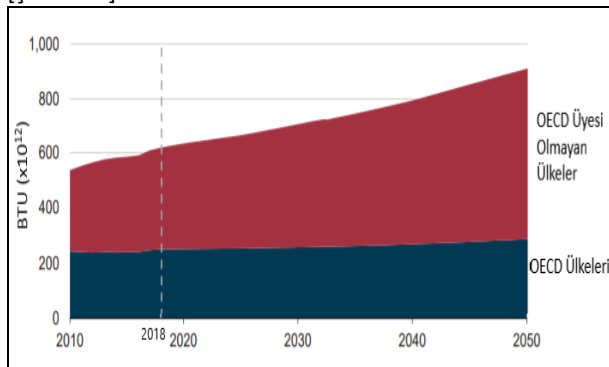
## 1.GİRİŞ (Introduction)

Enerji, günümüz dünyasında, kalkınma ve gelişmeyle birlikte refah seviyesi ve hayat kalitesinin artması için gerekli en temel ihtiyaçlarımızdan birisidir. Gelişmekte olan ülkelerde ekonomik ve sosyal ilerlemeyi desteklemek ve daha iyi bir yaşam kalitesi oluşturmak için dünyanın enerjiye gereksinimi vardır. Elektrik enerjisi, insanlığın yaşamını devam ettirmede gittikçe daha da artan bir öneme sahiptir. Yaşamımızın birçok alanında temel ihtiyaçlardan biri haline gelmiştir. Özellikle sanayide ve evlerde bazı amaçlarımız için vazgeçilmez yerine başka bir kaynağın konulamadığı bir konuma gelmiştir.

Ulaşılan refah seviyesinin sürdürülebilmesi ve daha da yukarıya taşınması için elektriğe ihtiyacımız bulunmaktadır. Günümüz koşullarında yaşamı enerji olmadan değerlendirmek neredeyse imkânsızdır. Gelişen teknoloji ve yukarıda bahsettiğimiz sebeplerden dolayı artan enerji ihtiyacı ve açığı bütün dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yeni enerji kaynakları üretilmesini bu konuda daha fazla çalışmayı ve bir an önce hayata geçirmeyi zorunlu hale getirmiştir.

Enerji ihtiyacı ülkelere göre farklılıklar göstermekle birlikte, dünyada sürekli olarak artmaktadır. Dolayısıyla bu ihtiyacı karşılamak için sürekli araştırmalar ve yatırımlar yapılmaktadır. Dünya ülkeleri bu anlamda gelişmişlik düzeylerine göre sınıflandırılmakta ve özellikle gelişmemiş ülkelerde bu anlamda çok daha büyük yatırımların yapılacağı kaçınılmazdır.

OECD ülkelerinde, nispeten daha düşük nüfus artışı ve ekonomik büyüme, enerji verimliliğinde artış yönünde gelişmeler ve enerji yoğunluklu sanayileşmede daha az büyüme nedeniyle gelecekte enerji tüketimindeki artışın çoğunun OECD üyesi olmayan ülkelerde olması beklenmektedir. 2018 verileri ile yukarıda bahsini ettiğimiz değerlendirmeler ışığında, 2018-2050 yılları arasında, OECD üyesi ülkelerde enerji tüketimi artışının %15 olması beklenirken, OECD üyesi olmayan ülkelerde bu artışın %70 olması ihtimal dâhilindedir [Şekil 1.1]



Şekil 1.1 OECD ülkeleri ile OECD üyesi olmayan ülkeler için enerji tüketimi 2018-2050 arası projeksiyon [1]

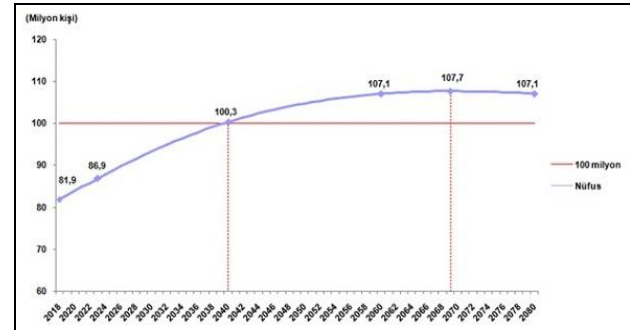
Ancak dünya genelinde bu enerjiyi elde ederken, kaynaklarımızı sorumlu bir şekilde kullanmak ve verimliliği arttırmamız gerekmektedir. Böylesine önemli yeri olan enerjiyi sürdürülebilir, yenilenebilir ve çevreci metotlar ile elde etmek büyük önem arz etmektedir.

Enerji sürekli, güvenilir, ekonomik, çevreci ve çeşitlendirilmiş kaynaklardan üretebilmek ve verimliliği artırıp, doğru kullanmak önemlidir. Fakat bugüne kadar enerji elde etmekte kullandığımız kaynaklar ve yöntemler, kaynakları tüketen, çevreye ve insanlara zarar veren metotlar olmuştur. Dünya ülkelerinin enerji elde ederken yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla enerji üretmeye yönelmeleri kaçınılmazdır.

## 2.MATERYAL VE METOT (Material and Method)

### 2.1 Dünya ve Türkiye’de Elektrik Enerjisi Görünümü

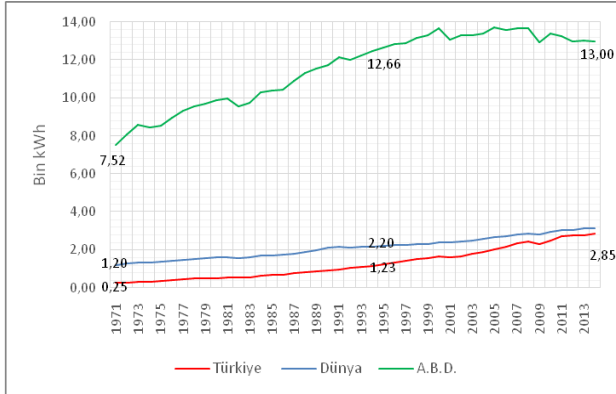
Dünya nüfusu gittikçe artmaktadır. Birleşmiş Milletler verilerine göre 1950 yılında 2.536.431.000 olan dünya nüfusu, yaklaşık olarak 3,04 katı artarak 2019 yıl sonu itibarıyla 7.713.468.000 kişiye ulaşmıştır [2]. 1950 yılında Türkiye nüfusu 20.947.188 kişi iken, 2019 yılı sonunda 1950 yılı nüfusuna oranla 3,970 kat artarak 83.154.997 kişi olmuştur [3]. Bu verilerden de görüldüğü üzere 70 yıllık bir zaman zarfında, Türkiye nüfusu dünya nüfusu artış oranına nazaran 1 kat daha fazla artmaktadır. TÜİK’nun ülkemiz için öngördüğü nüfus projeksiyonuna göre 2040 yılında ülkemiz nüfusu 100 milyonu aşacaktır [Şekil 2.1].



Şekil 2.1 Türkiye 2018-2050 nüfus projeksiyonu [3]

1971 yılında dünyada kişi başı elektrik tüketimi 1.200 kWh iken Türkiye’de kişi başı elektrik tüketimi 200 kWh, ABD’de ise 7.520 kWh’tir. 1971 yılında kişi başı elektrik tüketimimiz oransal olarak dünya ortalamasının 5’te 1’i, ABD’nin ise 30’da 1’i kadardır. Devam eden yıllarda artan enerji üretimimiz ile birlikte gözle görülür bir artış gözlenmiş ve Türkiye, 1971’deki dünya ortalamasını (1.200 kWh) ancak 1995 yılında (Atatürk Barajı’nda elektrik üretimi 1993 yılı sonunda başladı) tam 24 yıl yakalayabilmiştir. Bu arada 1994’de dünyada fert başı elektrik tüketimi ortalaması 2.200 kWh’e, ABD’de ise 12.660 kWh’e yükselmiştir. 2014 yılı verilerine göre fert başına elektrik tüketimi dünya ortalaması 3.130 kWh, A.B.D. ortalaması 13.000 kWh iken, Türkiye’de fert başı ortalama elektrik tüketimi

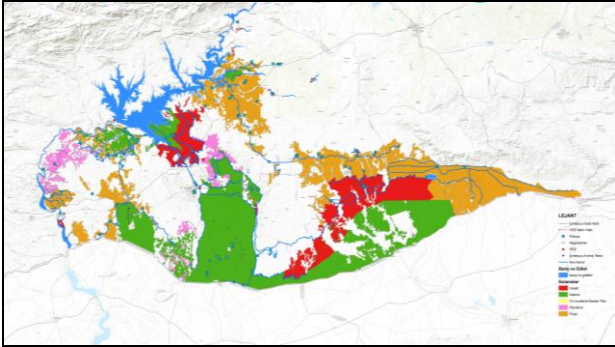
2.850 kWh'e ulaşmıştır ki, bu 1971 yılına oranla %1420'lik bir artış demektir. Oysa dünya ortalaması bu zaman aralığında %260, A.B.D. ortalaması ise %58 oranında artmıştır [Şekil 2.2].



**Şekil 2.2** 1971-2014 Yılları arası Türkiye-Dünya-ABD fert başı elektrik tüketimi\*  
\*Veriler [4]'ten alınmıştır.

## 2.2 GAP(Güneydoğu Anadolu Projesi) ve Enerji

Her ülke ihtiyacı olan enerjiyi elde etmek için mevcut kaynaklarını ve potansiyelini en verimli şekilde kullanmanın planlamasını yapmaktadır. Ülkemiz de Güneydoğu Anadolu bölgesinde, 1988 yılında, entegre ve çok sektörlü bir sosyoekonomik kalkınma projesi olarak GAP Master Plan çalışmasını başlatmıştır. 1989 yılında tamamlanan bu çalışma kapsamında, proje için muhtemel yönetim sistemleri ve alternatifleri de ele alınmıştır. Türkiye, GAP (Güneydoğu Anadolu Projesi) ile, hedefi birçok alanda kalkınma olan çok amaçlı bir projeyi hayata geçirmiştir. Enerji üretimi, GAP içerisinde sulama ile birlikte öncelikli ve önemli bir amaç olarak yer almaktadır.

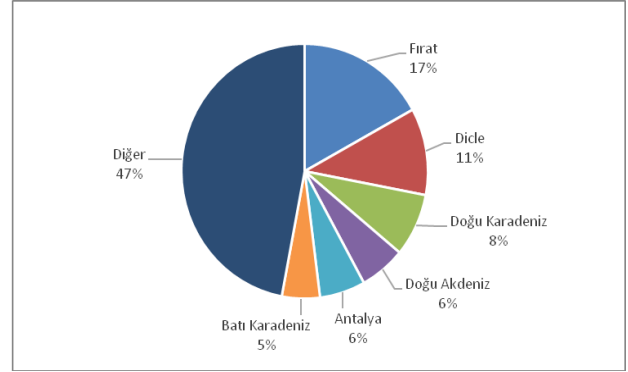


**Şekil 2.3** Fırat ve Dicle Nehirleri arasında yer alan GAP [5]

GAP, dünyada uygulanan önemli kalkınma projelerinden biri olup, Fırat ve Dicle nehirleri arasında yapılan ve yapılacak barajlar, HES, sulama tesisleri ile kentsel ve kırsal altyapı, tarım, ulaştırma, sanayi, eğitim, sağlık, turizm ve sosyal projeleri bünyesinde bulunduran; sadece Güneydoğu Anadolu bölgesini değil ülkemizin bütününe etkileyecek en büyük ve kapsamlı kalkınma projesidir. Ülke yüzölçümünün %9,5'una sahip olan GAP; Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Mardin, Kilis, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerini kapsamaktadır [Şekil 2.3].

Sepetçioğlu M.Y., Türk Hidrolik Dergisi: **GAP Özelinde Türkiye Su Kaynaklı Yenilenebilir Enerji Projeleri Görünümü** Cilt (Vol) : 4, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 1-10 (2020)

Türkiye havzalarına göre su potansiyelinin %28 'i, Aşağı Fırat ve Dicle Havzasından oluşan bu bölgededir [Şekil 2.4].

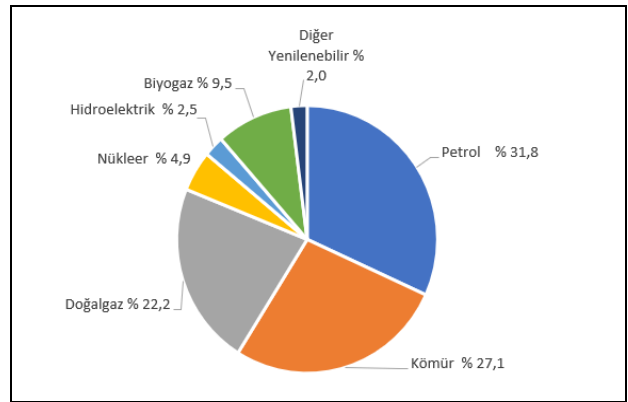


**Şekil 2.4** Türkiye havzalarına göre su potansiyeli [4]

Su GAP'nin en önemli kaynağıdır. Bu yüzdendir ki, su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve optimal şekilde kullanılması oldukça önemlidir.

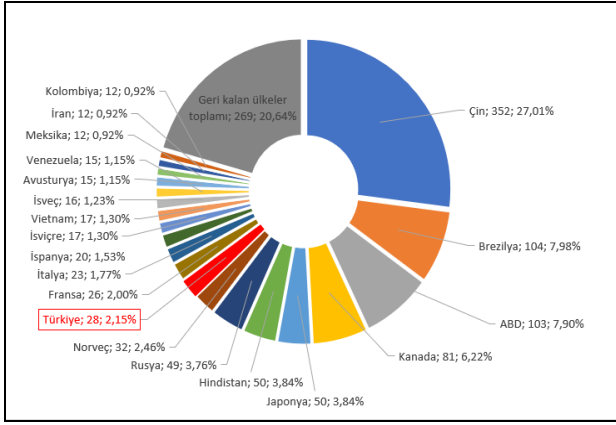
## 3.DEĞERLENDİRME (Evaluation)

Günümüzde enerji üretimi içerisinde yenilenemeyen birincil kaynakların oranı, 2017 yılı verileri ile halen %81,1 gibi çok büyük bir değere sahiptir [Şekil 3.1]. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının da bu oranda kullanılmaya devam ettikçe tükenerek olması, enerji elde etme metotları bu anlamda çok ciddi değerlendirmeye ve değişikliklere ihtiyaç duymaktadır.



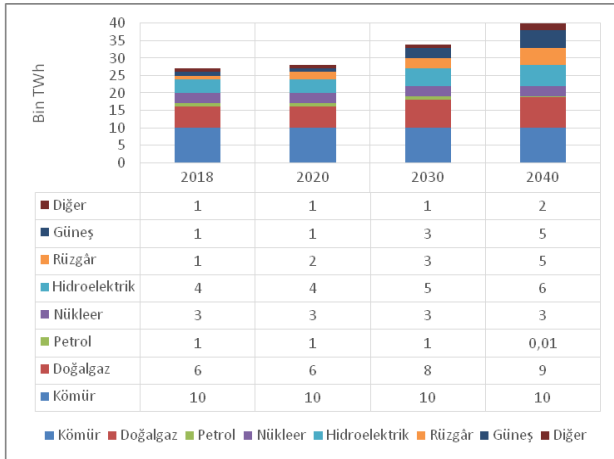
**Şekil 3.1** 2017 yılı verileri ile dünya geneli elektrik üretiminde kullanılan birincil kaynakların oranı\*  
\*Veriler [6]'dan alınmıştır.

2018 yılında dünya çapında hidroelektrik enerji kurulu güç kapasitesi 1.292 GW'a çıkmış ve hidroelektrik enerji projelerinden elektrik üretimi 4.200 TWh'e ulaşarak bugüne kadar ki en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bu dünya elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından bugüne kadar alınmış en büyük katkı olmuştur [7].



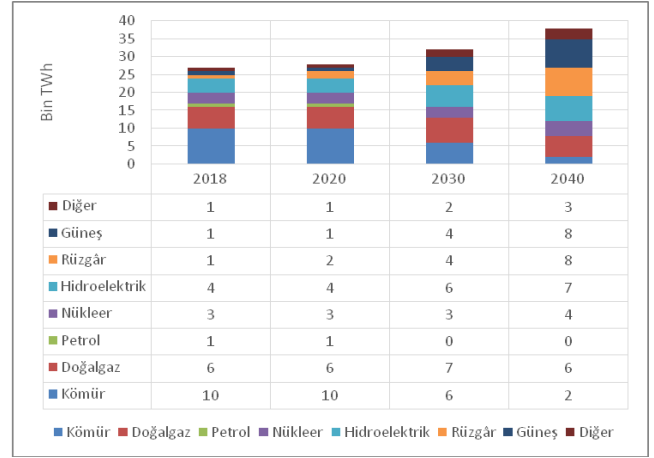
**Şekil 3.2** 2018 yılı dünya hidroelektrik enerji kurulu güç potansiyeli\*  
\*Veriler [7]'den alınmıştır.

Birincil enerji kaynakları ile elektrik enerji üretimi dünya görünümüne baktığımızda, 2020 yılı itibariyle fosil yakıtlar ve doğalgaz ile enerji elde etme oranı %81,1, yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji elde etme oranı %19,9 iken, hali hazır mevcut politikalar böyle devam ederse, yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji elde etme oranınının 2030 yılında, %35,3'e, 2040 yılında ise bu oran %45'e yükselebileceği öngörülmektedir [Şekil 3.3].



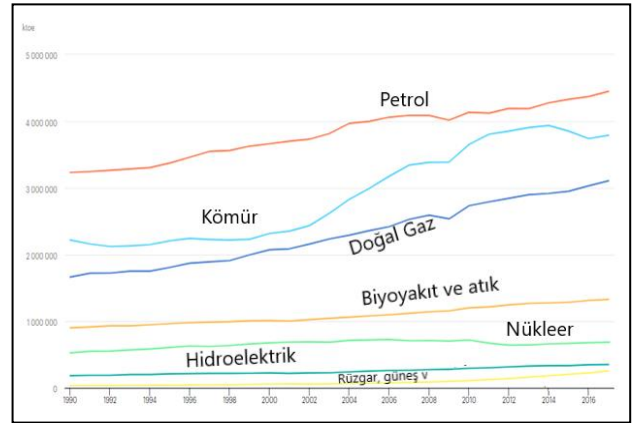
**Şekil 3.3** Mevcut politikalar ışığında dünya birincil enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde edilmesi güncel durum ve gelecek öngörüsü\*  
\*Veriler [8]'den alınmıştır.

Eğer enerji elde etme politikaları sürdürülebilir şekilde geliştirilebilirse bu oran 2030 yılında %50'ye, 2040 yılında ise %68,4'e yükselecektir [Şekil 3.4]. Yenilenebilir olmayan enerji kaynaklarının bir gün tükeneceği bilindiğine göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi elde etmede bu oranlarda kullanılabilmesi zorunluluk haline gelmektedir.



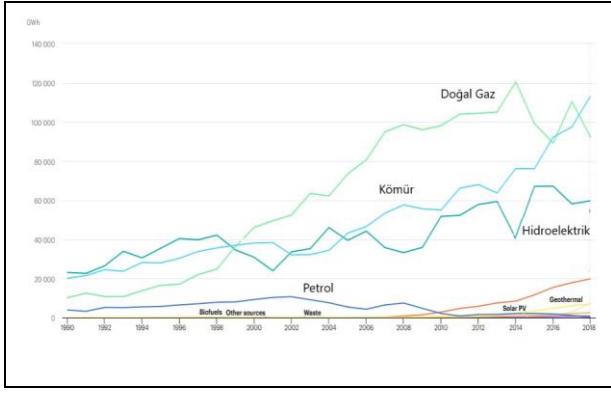
**Şekil 3.4** Sürdürülebilir kalkınma politikaları ışığında dünya birincil enerji kaynaklarından elektrik enerjisi elde edilmesi güncel durum ve gelecek öngörüsü\*  
\*Veriler [8]'den alınmıştır.

Dünyada enerji elde ettiğimiz kaynaklara bakıldığında, bu kaynaklar içerisinde halen büyük yer tutan fosil yakıtlar (kömür ve petrol) ve doğalgaz olmakla birlikte, diğer kaynak alternatifleri ile üretimde artış görülmektedir. Özellikle yenilenebilir ve çevreci kaynaklar olan hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerjisi ile birlikte biokütle kaynaklı enerji üretimi yaygınlaşmaktadır [Şekil 3.5].



**Şekil 3.5:** Dünya Geneli Enerji Elde Edilen Kaynaklar (1990-2017) \*  
\*Veriler [8]'den alınmıştır.

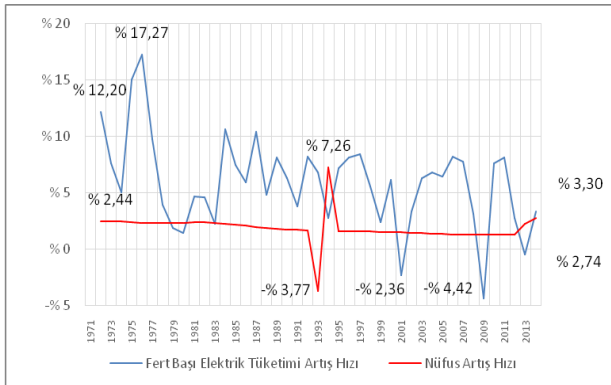
Ülkemiz Türkiye'de elektrik elde edilen kaynaklar bakımından doğal gaz ve kömür oranı toplam olarak dünya genelinde olduğu gibi ilk iki sırayı almasına rağmen [Şekil 3.4 ve Şekil 3.5], hidroelektrik kaynaklı elektrik üretim oranı (%32,70) dünya geneline (%16,16) oranla iki mislidir [Şekil 3.6].



**Şekil 3.6:** Türkiye Geneli Enerji Elde Edilen Kaynaklar (1990-2018) \*

\*Veriler [8]'den alınmıştır.

Türkiye enerji ihtiyacına baktığımızda; artan nüfus ile birlikte doğal olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Enerji ihtiyacı sadece nüfusla orantılı olarak değil aynı zamanda sanayileşme yükselen hayat standardı, değişen yaşam alışkanlıkları ve gelişen teknoloji ile birlikte nüfus artış hızına oranla daha yüksek bir artış hızı ile artmaktadır [Şekil 3.7].



**Şekil 3.7:** Türkiye (1971-2014) bir önceki yıla göre fert başı elektrik tüketimi artış hızı ve nüfus artış hızı\*

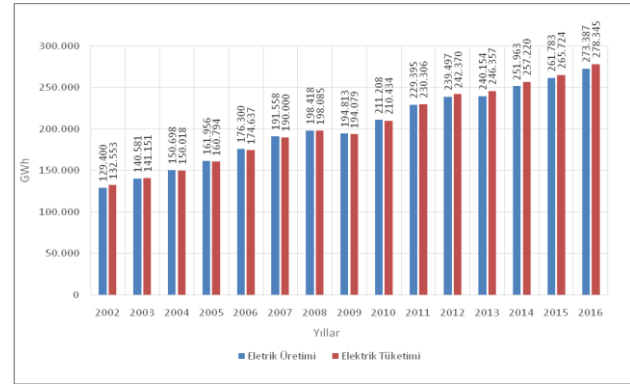
\*Veriler [8]'den alınmıştır.

Türkiye toplam kurulu gücü, 2019 yılı sonunda 91.267 MW 'a ulaşmıştır. 2018 yılı sonunda Türkiye toplam elektrik üretimi, 304.800 GWh olarak gerçekleşirken, Türkiye toplam elektrik tüketimi ise 304.200 GWh olmuştur [9]. 2018 yılı sonunda kişi başına elektrik üretimi 3.772 kWh olurken tüketim de 3.764 kWh olarak gerçekleşmiştir.

Fert başı elektrik tüketimi aynı zamanda bir gelişmişlik göstergesidir. Türkiye kişi başı elektrik tüketimi değerleri dünya ortalamalarını yeni yeni yakalayabilmektedir [Şekil 2.2]. Gelişmiş ülkeler olarak kabul edilen AB ülkeleri ve OECD Ülkelerinin ise bir hayli gerisindedir [10]. 2018 yılı verilerine göre dünyada fert başına düşen elektrik tüketimi miktarına bakıldığında dünya sıralamasında 92.sırada yer almaktadır. Avrupa'da ise 41 ülke arasında fert başı 2.844 kWh ile ortalama değer olan 6.921 kWh'in çok uzağında olup, Andora, Romanya, Arnavutluk ve Moldova'nın üzerinde 37. sırada yer almaktadır [11].

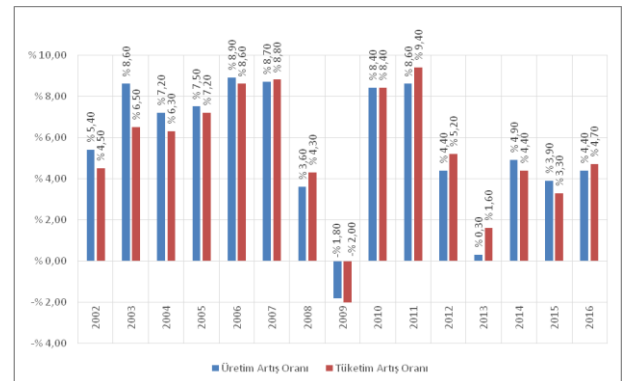
Ülkede enerji tüketimi her yıl bir önceki yıla göre artış göstermektedir. Artış oranı 1976 yılında %17,24' e ulaşmış, sadece 2001 ve 2009 yılında bir önceki yıla oranla azalırken, her yıl bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %6 artmıştır. 2009 yılındaki düşüşten sonra her yıl ortalama %4,27 artış görülmüştür.

Enerji ihtiyacı her geçen yıl artarken, enerjinin elde edildiği kaynaklar ve enerji verimliliği büyük önem arz etmektedir. Enerji verimliliği yüksek, yenilenebilir ve çevreci enerji elde etme metodlarının tercih edilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Bu bakımdan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik elde edilmesi ve oran olarak daha yüksek rakamlara ulaşması gerekmektedir. Üretimimiz artarken tüketimimiz de artmaktadır [Şekil 3.8-Şekil 3.9]. Gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmak için üretim ile tüketim arasındaki farkı tüketim lehine çevirebilmek fert başına elektrik tüketimi oranını artıracaktır.



**Şekil 3.8:** Türkiye Geneli 2002-2016 yılları arası elektrik üretimi ve tüketimi (GWh)\*

\*Veriler [12]'den alınmıştır.



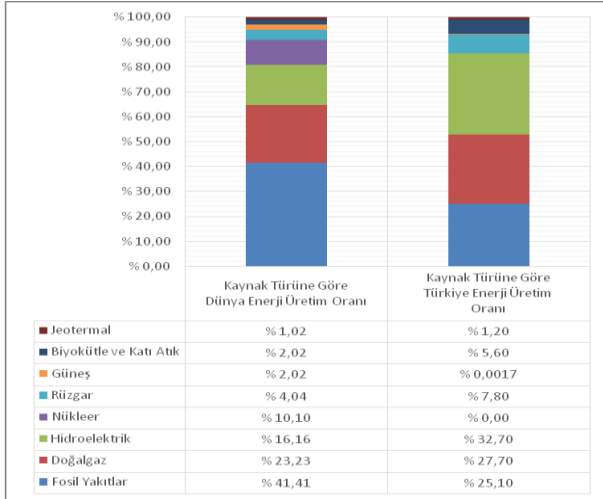
**Şekil 3.9** Türkiye 2002-2016 yılları arası elektrik üretimi- elektrik tüketimi oransal değişimi\*

\*Veriler [12]'den alınmıştır.

### 3.1.Su Kaynaklı Enerji Üretimi

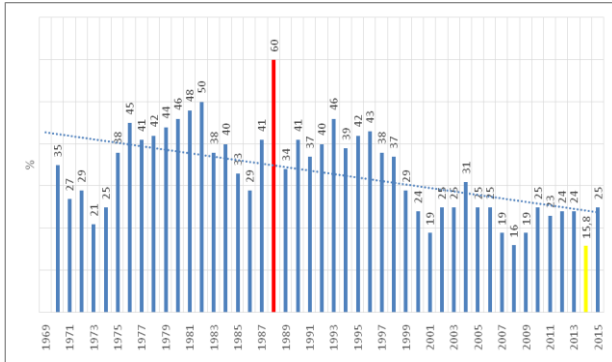
Elektrik üretiminde, dünya ile ülkemizi karşılaştığımızda birincil kaynak türüne göre fosil yakıtlar ve doğal gaz ile elektrik üretimi dünyada %64,4 oranında iken ülkemizde bu oran %52,8'dir. En dikkat çeken fark su kaynaklı elektrik enerjisi üretim oranında görülmektedir. Dünyada bu oran %16,16 iken

Türkiye’de %32,70 ile dünyanın iki katı orana ulaşmaktadır. [Şekil 3.10]



**Şekil 3.10:** Dünya/Türkiye 2017 yılı elektrik elde edilen kaynakların toplam enerji üretimi içindeki oranı  
\*Veriler [8] ve [13] ‘den alınmıştır.

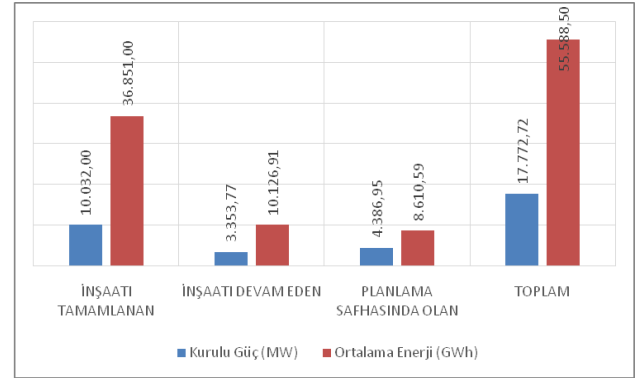
Türkiye, 2018 yılı verileri ile dünya hidroelektrik enerji kurulu güç potansiyeli içerisinde 28 GW ve %2.15’lik bir oranla 9.sırada yer almaktadır [Şekil 3.2]. Halen ülkemiz elektrik üretimi içerisinde su kaynaklı elektrik üretimi % oranla katı yakıtla elektrik üretimi ile ikinci sırada bulunmaktadır. Ülkemiz elektrik tüketimini karşılama oranına baktığımızda (Şekil 3.11) yıllara göre değişim göstermekle birlikte bu oran %15’in altına hiç düşmemiş olup, 1988 yılında %60’lık bir orana ulaşmıştır. Grafiğe baktığımızda ortalama oran yaklaşık olarak %33 olarak gözlenmiştir.



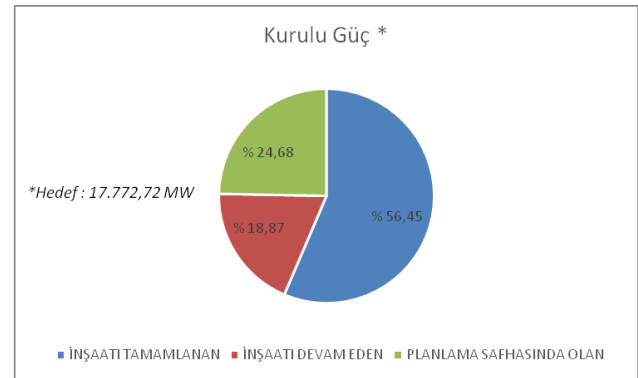
**Şekil 3.11:** Türkiye 1970-2015 yılları arası su kaynaklı elektrik üretimi miktarının elektrik tüketimini karşılama oranı\*  
\*Veriler [14] ‘ten alınmıştır.

Türkiye su kaynaklı elektrik enerjisi üretimi oranları toplam elektrik enerjisi üretimi içerisinde gittikçe artan bir orana sahip olmaya devam etmektedir. 2018 yılı sonu itibariyle, 28.571 MW kurulu güç ile 99.628 GWh ortalama enerji üretilmektedir. İnşaatı devam eden 3.636 MW kurulu güç ile 11.962 GWh ortalama enerji üretimi ile bu oran daha da artacaktır. Planlama aşamasında olan 15.995 MW kurulu güç ile elde edilecek 48.745 GWh ortalama enerji ile toplamda 48.202 MW kurulu güce ve 160.335 GWh ortalama

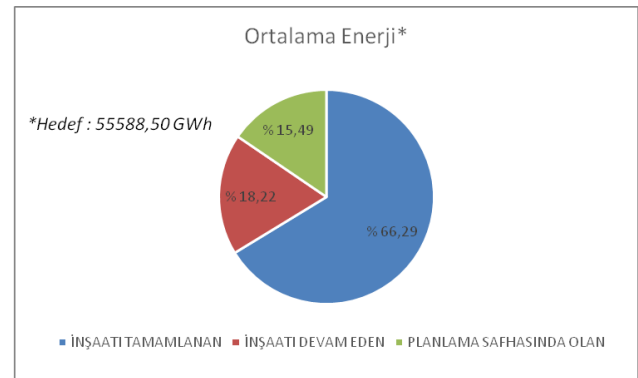
enerji miktarına ulaşılacaktır [Şekil 3.12]. İnşaatı devam eden ve planlama halindeki su kaynaklı elektrik enerjisi projeleri tamamlandığında Türkiye su kaynaklı enerji kurulu gücü % 68,7, ortalama enerji üretimi % 61 oranında artmış olacaktır [Şekil 3.13 ve Şekil 3.14].



**Şekil 3.12** Türkiye’de 2017 yılı itibariyle baraj ve HES’lerin durumu\*  
\*Veriler [15] ‘ten alınmıştır.

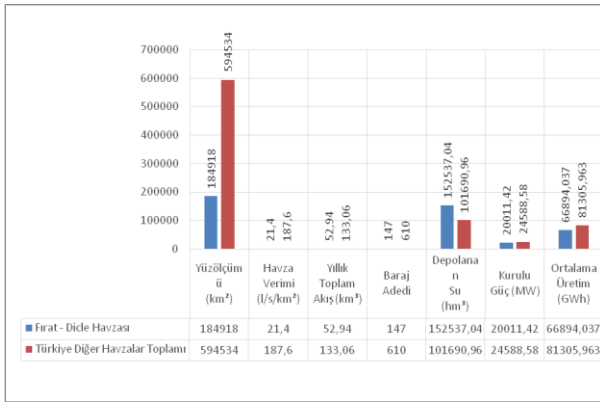


**Şekil 3.13** Türkiye’de 2017 yılı itibariyle baraj ve HES’lerin durumu\*  
\*Veriler [15] ‘ten alınmıştır.



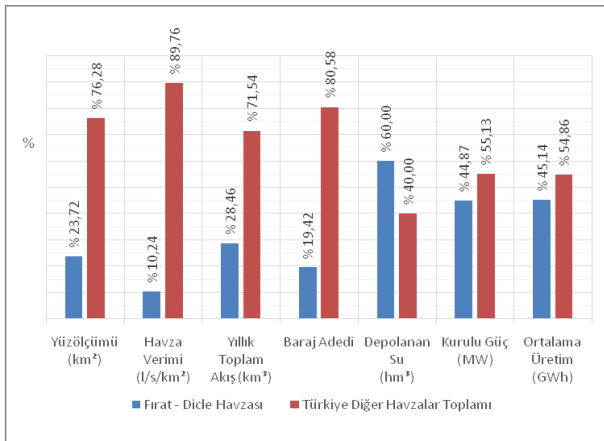
**Şekil 3.14** Türkiye’de 2017 yılı itibariyle baraj ve HES’lerin durumu\*  
\*Veriler [15] ‘ten alınmıştır.

Ülkemizde 26 adet hidrolojik havza belirlenmiştir. Türkiye su kaynaklı elektrik enerjisi üretimi içerisinde, Fırat-Dicle Havzası, havza verimi, yıllık toplam akış, baraj adedi, depolanan su, kurulu güç ve ortalama elektrik enerjisi üretimi ölçütlerine göre çok büyük yer kaplamaktadır [Şekil 3.15].



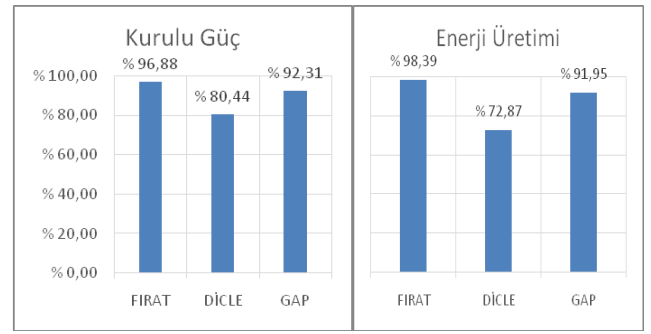
**Şekil 3.15** Fırat-Dicle Havzası ve Türkiye'nin Diğer Havzaları Akım Karakteristikleri ve Enerji Gücü\*  
\*Veriler [16] 'dan alınmıştır.

Elektrik enerjisi üretimini ilgilendiren kurulu güç ve ortalama enerji üretimi ölçütlerinde ise sırasıyla %44,87 ve %45,14'lük oranlarla ile neredeyse Türkiye su kaynaklı elektrik enerjisi üretiminin yarısı Fırat-Dicle Havzası'nda karşılanmaktadır [Şekil 3.16].



**Şekil 3.16** Fırat-Dicle Havzası ve Türkiye'nin Diğer Havzaları Akım Karakteristikleri ve Enerji Gücü (%)  
\*Veriler [16] 'dan alınmıştır.

Fırat-Dicle havzasına bakıldığında su kaynaklı elektrik enerjisi üretimi içerisinde GAP'ta yer alan elektrik enerjisi üretimi projeleri büyük bir orana sahiptir. GAP bünyesinde Fırat Havzasında 11 adet, Dicle Havzasında ise 7 adet HES bulunmaktadır. Bugün itibarıyla Fırat Havzasında 7 adet, Dicle Havzasındaki 5 adet HES tamamlanmıştır [Tablo 3.1]. Tamamlanan projeler ile kurulu güç fiziki gerçekleşme oranı; Fırat Havzasında %96,8'e, Dicle Havzasında %80,44'e, enerji üretimi gerçekleşme oranı ise Fırat Havzasında %98,39'a Dicle Havzasında %72,87'ye ulaşmıştır. GAP toplamında kurulu güç fiziksel gerçekleşme oranı %92,31'e, enerji üretimi ise %91,95'e varmıştır [Şekil 3.17].



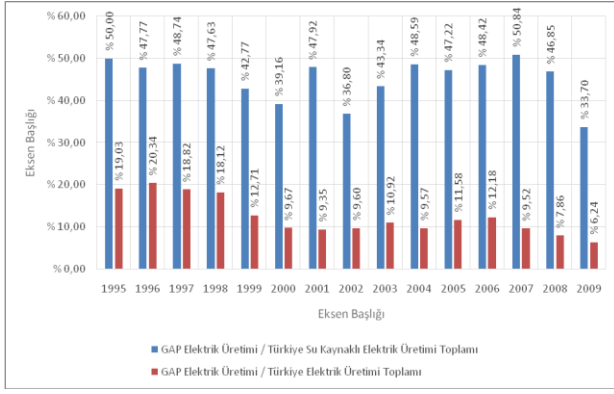
**Şekil 3.17:** GAP su kaynaklı enerji projeleri kurulu güç ve enerji üretimi gerçekleşme oranları [17]

**Tablo 3.1:** GAP Enerji Projelerinde Fiziki Gerçekleşme Durumu\*

\*Veriler [18] ve [19] 'dan alınmıştır.

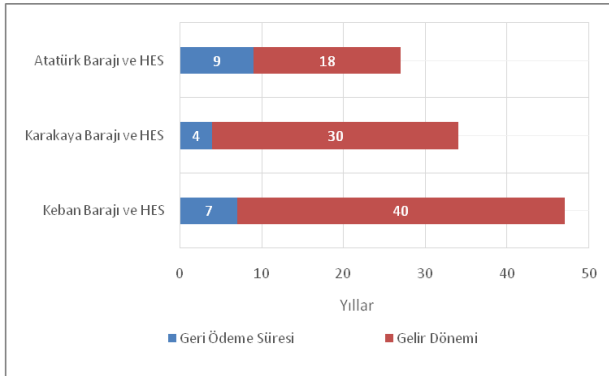
	Kurulu Güç MW	Enerji Üretimi GWh	Proje Durumu	Faaliyet Yılı
<b>FIRAT HAVZASI</b>	<b>5.318</b>	<b>20.001</b>		
Karakaya Barajı ve HES	1.800	7.354	İşletme	1987
Atatürk Barajı ve HES	2.400	8.900	İşletme	1993
Karkamış Barajı ve HES	189	652	İşletme	1999
Birecik Barajı ve HES	672	2.516	İşletme	2000
Şanlıurfa ve HES	51	124	İşletme	2006
Erkenek HES	13	52	İşletme	2010
Sırımtaş Barajı ve HES	27	80	İşletme	2013
Koçali Barajı ve ve HES	39	136	Kesin Proje	
Büyükçay Barajı ve HES	30	84	Master Plan	
Kâhta Barajı ve HES	75	71	Master Plan	
Fatpaşa HES	22	32	Master Plan	
<b>DİCLE HAVZASI</b>	<b>2.045</b>	<b>6.749</b>		
Kralkızı Barajı ve HES	94	146	İşletme	1998
Dicle Barajı ve HES	110	298	İşletme	1999
Batman Barajı ve HES	198	483	İşletme	2003
Garzan Barajı ve HES	43	158	İşletme	2013
İlisu Barajı ve HES	1.200	3.833	İşletme	2020
Silvan Barajı ve HES	160	623	İnşaat	
Cizre Barajı ve HES	240	1.208	Kesin Proje	
<b>GAP TOPLAMI</b>	<b>7.363</b>	<b>26.750</b>		

GAP bünyesinde yer alan hidroelektrik santrallerde üretilen elektrik üretimi Türkiye toplam elektrik üretimi içerisinde önemli bir paya sahip olup, özellikle Türkiye su kaynaklı elektrik enerjisi üretiminde daha büyük bir paya sahiptir [Şekil 3.18]. 2020 yılında inşaatı tamamlanıp su tutulmaya başlanan ve kurulu gücü 1.200 MW olan Ilisu Barajı ve HES'nde elektrik üretilmeye başlanması ile birlikte bu oran daha da artacaktır.



**Şekil 3.18** GAP'ta üretilen elektrğin ülkemiz su kaynaklı elektrik üretimi ve toplam elektrik üretimi içerisindeki pay  
\*Veriler [17] 'den alınmıştır.

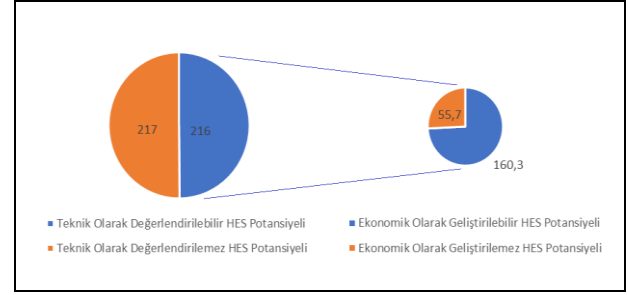
Yenilenebilir enerji kaynaklarının tanımından da anlaşılacağı üzere yeniden kullanılabilir olması en önemli avantajlarından. Su kaynaklı enerji üretimi de bu anlamda güvenilir, sürdürülebilir, ekonomik ve çevreci enerji elde etme yöntemlerinden birisi olduğu gibi enerji verimliliği de yüksektir. Fırat nehri üzerinde inşa edilmiş olan ve ikisi GAP bünyesinde yer alan, kurulu güç bakımından Türkiye'nin en büyük 3 hidroelektrik santrali; Keban Barajı ve HES (1.330 MW), Karakaya Barajı ve HES (1.800 MW) ile Atatürk Barajı ve HES (2.400MW)'nin elektrik üretimine başladıktan sonraki gelir faydalarına bakıldığında kısa sürede kuruluş maliyetlerini karşılayıp, karlı işletmeler haline gelmiş olması bunun somut göstergelerinden birisidir [Tablo 3.1 ve Şekil 3.19].



**Şekil 3.19** Fırat nehri üzerinde inşa edilen Türkiye'nin en büyük 3 HES'inin açılışından 2020'ye kadar geçen sürede maliyetlerini geri ödeme süresi ve gelir düzeyi\*  
\*Veriler [20] 'den alınmıştır.

DSİ verilerine göre "Türkiye'de brüt teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh/yıl, teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel ise 216 milyar kWh/yıl, ekonomik olarak geliştirilen potansiyel ise 160,3 milyar kWh/yıl olup, yeni geliştirilecek projelerle birlikte 2023 yılı sonrasında bu potansiyel yaklaşık 180 milyar kWh/yıl'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. 2019 yılı sonu itibarıyla işletmede olan 683 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü 28.571 MW ve ortalama yıllık üretimi ise 99,6 milyar kWh olup, bu değer toplam geliştirilen

potansiyelin yaklaşık %55,4'üne karşılık gelmektedir." [15]. Halen mevcut elektrik üretimi (99.6 Milyar kWh), ekonomik olarak geliştirilebilir hidroelektrik potansiyelinin (160,3 Milyar kWh) %38 oranında uzağında bulunmaktadır [Şekil 3.20].



**Şekil 3.20** Türkiye HES potansiyeli  
\*Veriler [20] 'den alınmıştır.

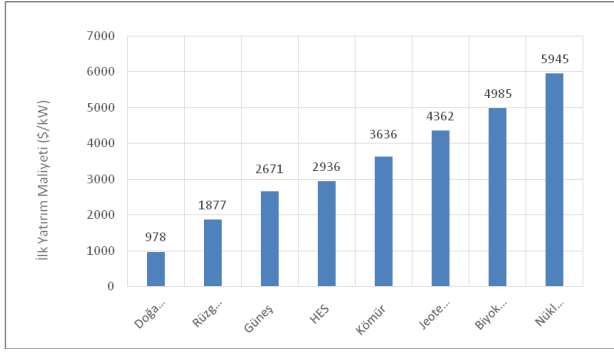
GAP kapsamında, 2020 yılı itibarıyla 12 adet HES tamamlanmış ve kurulu güç toplamı 7.363 MW'a ulaşmıştır [Tablo 3.1]. Santral kurulu güçleri itibarıyla hidroelektrik enerji projelerinin %92,31'i gerçekleşmiştir [Şekil 3.17]. Bu çerçevede GAP kapsamında yer alan Karakaya, Atatürk, Batman, Kralkızı, Dicle, Birecik ve Karkamış hidroelektrik santralleri, işletmeye alınışından bugüne kadar Türkiye ekonomisine doğrudan katkı sağlayan duruma gelmiştir. Türkiye'de 2018 yılında üretilen 59,9 milyar kWh su kaynaklı elektrik enerjisi içerisinde GAP 11,3 milyar kWh'lik üretim ile %19'luk bir paya sahiptir [19].

GAP'ta bitirilen hidroelektrik santrallerin işletilmesinden 2018 yılı sonuna kadar geçen sürede toplam 454,6 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmiş olup, üretilen enerjinin finansal değeri 27,4 Milyar ABD Dolarıdır [19].

1988 yılında, entegre ve çok sektörlü bir sosyoekonomik kalkınma projesi olarak GAP Master Plan çalışmasını başlatmıştır. 1989 yılında tamamlanan bu çalışma kapsamında, proje için muhtemel yönetim sistemleri ve alternatifleri de ele alınmıştır. Tabii ki gerek küresel gerek ülkemiz kaynaklı etkenler nedeniyle GAP içerisinde yer alan projelerin hayata geçirilmesinde gecikmeler olmuştur.

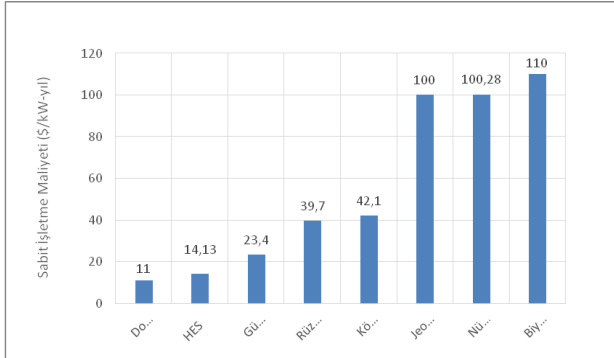
Yatırım ve işletme maliyetleri bakımından su kaynaklı elektrik enerjisi elde etme metotları güneş ve rüzgâr enerjisi ile elektrik elde etme metotlarından daha avantajlıdır [Şekil 3.21 ve 3.22]. Ayrıca su kaynaklı elektrik enerjisi elde etmede kullanılan ekipman vs. ülke içinden karşılanabilirken, güneş ve rüzgâr enerjisi ile elektrik elde etmede dışa bağımlılık söz konusudur.





**Şekil 3.21** Kaynaklara göre santrallerin ilk yatırım bedelleri\*

\*Veriler [21] 'den alınmıştır.



**Şekil 3.22** Kaynaklara göre santrallerin sabit işletme maliyetleri\*

\*Veriler [21] 'den alınmıştır.

#### 4.SONUÇLAR (Results)

Türkiye elektrik enerjisi ihtiyacı her geçen yıl bir önceki yıla oranla artmaktadır. Gerek artan nüfus gerekse sanayileşme, gelişen teknoloji, değişen yaşam alışkanlıkları ve artan hayat standartları ile birlikte bu artış oranı giderek nüfus artış hızımızdan daha yüksek olmaktadır [Şekil 3.7]. Bunun yanı sıra gelişmişlik düzeylerinden biri olan fert başı elektrik tüketiminde de dünya ortalamalarına yeni ulaşmış bulunmaktayız. Gerek artan ihtiyacı karşılamak gerekse gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşmak için elektrik üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu artışın güvenilir, sürdürülebilir, düşük maliyetli ve çevreci yöntemlerle karşılanması büyük önem taşımaktadır. Bu da yenilenebilir enerji elde etme yöntemlerini öne çıkarmaktadır. Türkiye coğrafi özellikleri de göz önüne alındığında su kaynaklı, güneş ve rüzgâr enerjisi ile elektrik enerjisi elde edilen yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik enerjisi elde etme metotları ön plana çıkmaktadır.

GAP içerisinde yer alan HES'ler içerisinde Atatürk Barajı ve HES ile Karakaya Barajı ve HES'den sonra en büyük 3. hidroelektrik santrali olan, kesin projesi 1982 yılında hazırlanıp, 2008 yılında temeli atılan Ilısu Barajı ve HES'nin bir türbini 2020 yılı başında faaliyete geçmiş, yıl sonunda ise tam kapasite ile çalışması beklenmektedir. 1989 yılında hazırlanmış olan GAP

Master Planında bu anlamda bir hedef konulmamakla birlikte, 2009 yılında Ilısu Barajı ile ilgili 2015 yılında bitirilmesi yönünde bir hedef konulmuştur [16]. Ilısu Barajı ve HES'nin 2015'te değil de 2020 yılında faaliyete geçmesinin ekonomik kaybı, GAP'ta bugüne kadar üretilen elektrik enerjisi üretimi ile üretilen enerjinin finansal değerine (0,06 \$/kWh) göre hesaplandığında, Ilısu Barajı ve HES güvenilir ortalama enerji üretimi (3.833 GWh) değeri üzerinden yaklaşık olarak 1 Milyar 380 Milyon ABD dolarıdır. Bu da toplam maliyeti 1 Milyar 780 Milyon (12 Milyar TL) olan barajın maliyetine harcanan paranın yaklaşık olarak %80'ini geri ödemesi demektir.

Ülkemiz enerji hedeflerine ulaşılması için su kaynaklı enerji projeleri ile ilgili yapılan planlamaların zamanında hayata geçirilmesi büyük önem arz etmektedir [Şekil 3.12-3.13 ve 3.14]. Hayata geçen her su kaynaklı elektrik enerjisi projesi maliyetini kısa sürede geri öderken, devam eden yıllarda gelir dönemini yaşamaktadır [Şekil 3.19]. Hidroelektrik santrallerin gerek yatırım gerekse işletme maliyetleri diğer enerji elde etme metotlarına göre düşüktür [Şekil 3.21 ve 3.22].

Barajlar ve Hidroelektrik santraller temiz ve çevreci olmakla birlikte, olası zararları da azaltmak mümkündür ve yapılmalıdır. Bu anlamda özellikle yer seçimi ve çevre etkileri değerlendirilmeli, bu yapılırken özellikle sosyoekonomik etkileri de göz ardı edilmemelidir.

Bazen hidroelektrik santraller pik talebin karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Bu durumda mevcut hidroelektrik santraller, puant zamanlarda gereken elektrik enerjisi talebini karşılamak üzere talebin az olduğu zaman devreye girecek olan pompaj depolamalı sistemler ile birlikte projelendirilebilirler. Mevcut hidroelektrik santrallerden uygun olanlar pompaj depolamalı hidroelektrik santrale dönüştürülebilirler. Pompaj depolamalı santraller sadece pik talebi karşılamak üzere enerji depolama faydası sağlamayıp aynı zamanda enerji maliyetini de düşürmektedir [22].

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının bir gün tükeneceği ve artan ihtiyaçları karşılamakta yetersiz kalacağı düşünüldüğünde yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji verimliliğini, dolayısıyla maliyeti düşürecek yaklaşımlar ve metotlar ön plana alınmalıdır.

Ülkemiz enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi stratejik yönden büyük önem arz etmektedir. Bu anlamda, kendi kaynaklarımız ile enerji elde etmemiz, dolayısıyla su kaynaklı elektrik enerjisi elde etme göz ardı edilmemesi gereken önemli bir kriterdir.

**KAYNAKLAR (References)**

1. ANONYMOUS, 2019, International Energy Outlook 2019 with projections to 2050, U.S. Energy Information Administration Office of Energy Analysis, <https://www.eia.gov/ieo>
2. ANONYMOUS, United Nations Total Population, 2020, <https://population.un.org/wpp/DataQuery/>
3. ANONYMOUS, Türkiye İstatistik Kurumu Nüfus Verileri, 2020 <http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
4. ANONYMOUS, web: data.worldbank.com
5. SEPETÇİOĞLU, M.Y., 2006, Şanlıurfa Harran Ovası Sulamalarının Gelişimi ve Beklenen / Gerçekleşen Fayda Analizi, GAP V. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Şanlıurfa
6. ANONYMOUS, <https://www.iea.org/reports/world-energy-balances-2019>
7. ANONYMOUS, IHA 2018, [https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications\\_docs/2019hsr\\_\\_total\\_installed\\_hydropower\\_capacity.jpg](https://www.hydropower.org/sites/default/files/publications_docs/2019hsr__total_installed_hydropower_capacity.jpg)
8. ANONYMOUS, www.iea.org
9. ANONYMOUS, Enerji Bakanlığı <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>
10. ANONYMOUS, 2015, EİGM Bülteni, Sayı: 7
11. ANONYMOUS, <https://www.indexmundi.com/g/r.aspx?v=81000>
12. ANONYMOUS, 2017, Enerji Bakanlığı Dünya ve Türkiye Enerji Görünümü, Sayı 15
13. ANONYMOUS, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, www.teias.gov.tr
14. ANONYMOUS, <https://www.enerjiatlas.com/elektrik-tuketimi/>
15. ANONYMOUS, 2019, DSİ 2019 Faaliyet Raporu, DSİ Genel Müdürlüğü, www.dsi.gov.tr
16. ANONYMOUS, DSİ 2017 Haritalı İstatistik Bülteni, DSİ Genel Müdürlüğü Yayını [http://www.dsi.gov.tr/docs/yayinlarimiz/2017\\_haritali%4%B1-istatistik-b%3%BClteni.pdf?sfvrsn=2](http://www.dsi.gov.tr/docs/yayinlarimiz/2017_haritali%4%B1-istatistik-b%3%BClteni.pdf?sfvrsn=2)
17. ANONYMOUS, 2009, GAP Son Durum 2009, GAP BKİ Yayını, www.gap.gov.tr
18. ANONYMOUS, DSİ Genel Müdürlüğü, www.dsi.gov.tr
19. ANONYMOUS, 2018, GAP Son Durum 2018, GAP BKİ Yayını, www.gap.gov.tr
20. ANONYMOUS, 2018, Su Dünyası Dergisi, Sayı:172, DSİ Vakfı Yayını
21. ANONYMOUS, Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants April 2013-2016, [www.eia.gov](http://www.eia.gov)
22. SEPETÇİOĞLU, M.Y. ve diğ., 2018, Pompaj Depolamalı HES ve Gelişimi, GAP Yenev 2018 Uluslararası Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kongresi, Şanlıurfa-Türkiye