

DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMUNUN İNCELENMESİ

Murat KANKAL¹ (ORCID: 0000-0003-0897-4742)*
Fatma AKÇAY¹ (ORCID: 0000-0001-8129-3009)

¹Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 16059 Bursa

Geliş / Received: 14.08.2018
Kabul / Accepted: 27.04.2019

ÖZ

Bu çalışmada öncelikle Türkiye'nin hidroelektrik gelişim durumu ortaya konmuş, daha sonra Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik enerji durumu incelenmiştir. Türkiye'de hidroelektrik enerji kurulu gücü 2016 yılı itibariyle 26,681 MW'a ulaşmıştır. Bu değer toplam kurulu gücün %34'üne denk gelmektedir. Enerji üretimi açısından hidroelektrik enerjinin toplam enerjideki payı %25 civarından olmasında karşın, özellikle kurak geçen az yağışlı yıllarda bu değer %20'nin altına düşmektedir. Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik potansiyeli yıllık 10,944 GWh'tir. 2017 yılı itibari ile bu değer yaklaşık %79.6'üne (8,706 GWh/yıl) karşılık gelen kısmı işletme aşamasındaki HES'lere aittir. İşletmedeki HES'lerde üretilen enerji, 2017 yılı Türkiye toplam hidroelektrik enerji üretiminin (58,218 GWh/yıl) yaklaşık %18.8'ine karşılık gelmektedir. Bölgede hidroelektrik potansiyeli en büyük olan iller sırasıyla Giresun (%32), Trabzon (%26) ve Rize'dir (%18.5). Hidroelektrik enerji projeleri Türkiye enerji sektörü ve ekonomisi için büyük öneme sahiptir. Bu nedenle, hidroelektrik enerji sektörünü geliştirme çalışmaları ve bu sektöre yapılan yatırımlar desteklenmeli ve bir an önce hayata geçirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Doğu karadeniz havzası, hidroelektrik enerji, hidroelektrik santraller

INVESTIGATION OF HYDROELECTRIC ENERGY SITUATION IN EASTERN BLACK SEA BASIN

ABSTRACT

In this study; firstly, it was put forward Turkey's hydroelectric development status, then the hydroelectric power status of Eastern Black Sea Basin were investigated. Hydropower installed capacity in Turkey reached 26.681 MW by the year 2016. This value corresponds to 34% of total installed power. In terms of energy production; the share of hydroelectric power in total energy is around 25%, but it drops below 20% especially in drought and low rainfall years. The hydroelectric potential of the Eastern Black Sea Basin is 10,944 GWh per year. The portion corresponding to approximately 79.6% (8,706 GWh/year) of this value as of 2017 belongs to the HPPs in operation. Energy generated the hydroelectric power plants in operation correspond to approximately 18.8% of the total hydropower production in Turkey (58,218 GWh/year) as of 2017. The provinces having the largest hydroelectric potential in the basin were Giresun (32%), Trabzon (26%) and Rize (18.5%), respectively. Hydroelectric energy projects have a great importance for the Turkish energy sector and economy. For this reason, development studies and investments in the hydropower sector should be supported and put into operation immediately.

Keywords: Eastern black sea basin, hydroelectric energy, hydroelectric power plant

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: 0 224 275 52 90; e-mail / e-posta: mkankal@uludag.edu.tr

1. GİRİŞ

Enerji, birçok insan faaliyetinde vazgeçilmezdir ve ekonomik ve sosyal gelişimde kilit rol oynamaktadır. Fosil yakıtlar (örneğin petrol, gaz ve kömür) milyonlarca yıl süren doğal işlemlerle oluşmaktadır ve bu nedenle tükenir enerji kaynakları olarak kabul edilir. Diğer enerji biçimleriyle karşılaştırıldığında, fosil yakıtlar ısı ve elektrik üretimi için nispeten kolay ve erişilebilir durumdadır. Sanayi Devrimi'nden bu yana fosil yakıtların bir enerji kaynağı olarak kullanılması giderek artan bir tercih haline gelmiştir. Sonuç olarak, tüm dünya endüstrinin ve araç kullanımının hızla yaygınlaşması nüfus artışı ve kentleşmeyle birlikte, fosil yakıtlara karşı artan bir bağımlılık göstermektedir [1,2].

Petrol ve kömür egemenliğine dayanan enerji çağı, 1973 yılında ortaya çıkan petrol krizi sonucunda bir güvensizlik ortamı oluşturmuştur. Bu güvensizlik ortamı neticesinde tüm dünyada yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı yoğun bir ilgi ortaya çıkmıştır [3]. Bunun yanında günümüzde elektrik enerjisine olan ihtiyaç sürekli olarak artmaktadır. Bu durum; dünyadaki enerji kaynakları kullanımında, tükenmekte olan ve çevre açısından daha fazla olumsuz fosil enerji kaynakları yerine yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme sebep olmuştur. Yeryüzünde fosil kaynakların kullanımının insan sağlığına verdiği zararlar ile neden olduğu sera gazlarının küresel ısınma ile iklim değişiklerine yol açması, bunun yanında nükleer enerji kaynaklarının toplumsal, çevresel ve ekonomik açıdan oldukça maliyetli olması, ülkelerin kendi kaynaklarını daha etkin biçimde kullanımının önemini artırmıştır. Teknolojilerinin giderek ucuzlaması sayesinde hidroelektrik, rüzgar, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma günümüzde giderek önem kazanmakta ve ülkelerin enerji politikaları içerisinde önemli bir yer tutmaktadır [4].

Artan enerji talebini karşılamak için Türkiye'nin de aralarında bulunduğu birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi hususuna büyük önem vermektedir. Hızlı büyümenin yanı sıra geleneksel enerji kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle, son yıllarda Türkiye'de yenilenebilir enerjiye daha fazla önem verilmiştir. Bununla birlikte, diğer gelişmekte olan ülkeler gibi Türkiye de büyük projelere yatırım yapmak için yeterli kaynağa sahip değildir ve bu nedenle yenilenebilir enerji santralleri kurmak için kamu-özel ortaklıklarını kullanmaktadır [5,6].

Türk hükümetinin, 2023 yılına kadar ülkenin elektrik enerjisi üretiminin %30'unu yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamak gibi iddialı bir hedefi vardır [7,8]. Bu hedefin gerçekleştirilmesi noktasında en önemli yenilenebilir enerji kaynağı hidroelektrik enerjidir. 2016 yılı içerisinde gerçekleştirilen toplam 274.408 GWh'lik elektrik üretiminin 67.231 GWh'i yani % 24,5'i hidroelektrikten sağlanmıştır. Bu noktada Türk hükümetinin 2023 yılı hedefini tutturması için başta hidroelektrik olmak üzere rüzgar, güneş, jeotermal ve dalga gibi diğer yenilenebilir enerji türleri ile ilgili çalışmalara hız vererek sürekli artan elektrik tüketimine karşılık vermesi gerekmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından en kısa sürede faydalanmak için yukarıda da belirtildiği gibi hükümet politikası neticesinde kamu-özel sektör ortaklıkları ortaya çıkmıştır. EPDK 2001 yılı itibarıyla kurulmuş ve santrallerin inşaatı ve işletilmesi yanında elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve ticaretinde yeni bir dönem açılmıştır [9]. Bu şekilde kamu-özel sektör işbirliği hidroelektrik enerji üretimi konusunda etkin bir hale gelmiştir. Güneş ve rüzgar gibi diğer yenilenebilir enerji türlerinde de kamu-özel sektör işbirliği düzenlemeleri gerçekleştirilmiş ve enerji üretim noktasındaki işleyiş etkin bir biçimde devam etmektedir.

Bu çalışmada büyük bir bölümü kamu-özel sektör işbirliği ile yapılmış veya yapılacak olan Doğu Karadeniz Havzası'nda ki hidroelektrik santrallerin mevcut durumunun araştırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk önce hidroelektrik enerjinin Türkiye'deki durumu incelenmiş, Doğu Karadeniz Havzasının bu enerji üretimine katkısı ortaya konmuştur. Havza'daki santraller işletme, inşaat ve planlama aşamaları dikkate alınarak il bazındaki katkıları belirlenmiştir.

2. TÜRKİYE'DE HİDROELEKTRİK ENERJİNİN GENEL DURUMU

Türkiye'deki elektrik faaliyetleri 1935'te 2805 sayılı Kanun ile Etibank'ın kurulmasıyla başlamaktadır. Aynı dönemde, enerji kaynaklarını araştırmak ve enerji arzını ve talebini planlamak için Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE) kurulmuştur. Hidroelektrik santraller (HES) ilk defa 1950'lerde Devlet Su İşleri'nin (DSİ) kurulmasıyla bariz bir yükselişe geçmiştir. 1960 ve 1970 yılları arasında DSİ'nin önemli katkısıyla 25 baraj yapılmıştır. 1984 yılında 3096, 3996 ve 4283 sayılı yasalar, devletin enerji piyasasında tekelleşmemesi ve özel sektörün enerji piyasasına katılımının sağlanması amacıyla yayınlanmıştır. Özel sektör yatırımlarının sayısını artırmak için Yap-İşlet-Devret (YİD), İşletme Hakkı Devri ve Yap-İşlet modelleri hayata geçirilmeye başlanmıştır. Bu düzenlemelere rağmen, özel sektörün enerji piyasasına katılımındaki payı 2000'li yılların başına kadar önemli artış sağlamamıştır [10].

1984 yılına kadar yalnızca devlet kuruluşlarınca inşa edilebilen hidroelektrik santraller, 1984 yılında yürürlüğe giren YİD şeklinde isimlendirilen düzenleme ile özel sektör tarafından da inşa edilmeye başlanmış ve 2001

DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMUNUN İNCELENMESİ

yılında EPDK'nın kurulmasından sonra, 03.03.2001 tarih ve 24335 sayılı resmi gazetede yayınlanan 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile aşağıda belirtilen uygulamalar yürürlüğe girmiştir;

- Devlet Su İşleri (DSİ)'nce inşaatı yapılan santraller ile DSİ Uluslararası İkili İşbirliği Çerçevesinde Kredili olarak inşaatı yapılacak santrallerin inşaatına devam edilecek,
- Diğer HES'ler EPDK Üretim Lisansı ile yalnızca özel sektör tarafından yapılacak ve işletilecektir [11].

Son olarak ise 26 Haziran 2003 tarihinde Su Kullanım Anlaşması Yönetmeliği'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte 4628 sayılı kanun gereğince DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde geliştirilmiş olan bütün hidroelektrik projeler tüzel kişilerin başvurusuna açılmıştır [9].

2006-2016 yılları arasında hidroelektrik enerjinin gelişim durumu ve toplam elektrik enerji üretimindeki payı Tablo 1'de verilmektedir. Hidroelektrik üretiminde 4628 sayılı kanun ile devreye giren özel sektörün etkisi proje ve inşaat aşamaları nedeniyle 2010'lu yılları bulmuş ve bu yıldan sonra kurulu güç hızla artmıştır. Bunun yanında, toplam kurulu güçteki hızlı artış nedeniyle hidroelektrik enerjinin toplam enerji üretimindeki payında önemli bir değişiklik olmamıştır.

Şekil 1'de ise hidroelektrik enerji üretiminin ve kurulu gücünün yıllar itibari ile gelişimi (1990-2016) sunulmuştur. Kurulu gücün yıllar itibari ile sürekli arttığı, özel sektörün devreye girmesi ile bu artışın 2010 yılından sonra oldukça büyük bir ivme kazandığı görülmektedir. Bunun yanında hidroelektrik enerji üretim miktarında dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Enerji üretim miktarında önemli düşüşlerin yaşandığı yıllar ile kuraklık yaşanan yılların [12] birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir.

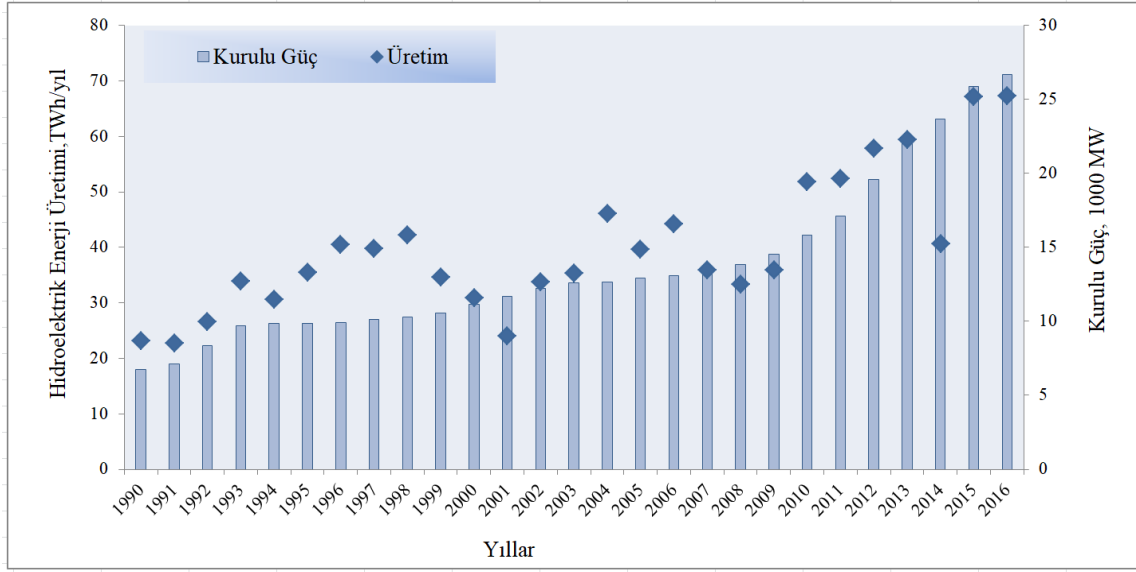
Tablo 1 Hidroelektrik enerjinin toplam elektrik enerjisi içerisindeki gelişimi [13]

Yıllar	Kurulu Güç (MW)			Üretim (GWh)		
	Hidroelektrik	Toplam	Toplamdaki Payı (%)	Hidroelektrik	Toplam	Toplamdaki Payı (%)
2006	13,063	40,565	32.2	44.244	176,300	25.1
2007	13,395	40,836	32.8	35.851	191,558	18.7
2008	13,829	41,817	33.1	33.270	198,418	16.8
2009	14,553	44,761	32.5	35.958	194,813	18.5
2010	15,831	49,524	32.0	51.795	211,208	24.5
2011	17,137	52,911	32.4	52.339	229,395	22.8
2012	19,609	57,059	32.8	57,865	239,496	24.2
2013	22,289	64,008	34.8	59,421	240,154	24.7
2014	23,643	69,520	34.0	40,645	251,963	16.1
2015	25,968	73,147	35.5	67,146	261,783	25.6
2016	26,681	78,497	34.0	67,231	274,408	24.5

3. DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMU

3.1. Doğu Karadeniz Havzası'nın Özellikleri

Çalışma alanı olarak seçilen Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzeydoğu kıyısında bulunmaktadır ve 40°15'- 41°34' kuzey enlemleri ve 36°43'- 41°35' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 2). Güneyde Doğu Karadeniz Dağları kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir ve Samsun'un doğusundaki Terme Çayı'ndan Gürcistan sınırına kadar uzanan, Karadeniz Bölgesi'nin en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümüdür. Toplam alanı 24,077 km² olan havza, yılda ortalama 14.90 km³ yüzeysel su potansiyeline sahiptir [14].



Şekil 1. Hidroelektrik üretimi ve kurulu gücünün tarihsel gelişimi [13]



Şekil 2. Doğu Karadeniz Havzası görünümü.

Havza iklimi, her mevsim bol yağış alacak şekilde gelişmiştir. Kıyıdan itibaren yükselen dağlar, deniz etkisinin iç kesimlere sokulmasına engel olurken, kıyı kesiminin ılıman bir iklime sahip olmasına neden olmuştur. Kıyılarından iç kesimlere doğru gidildikçe hem yağış oranı azalmakta, hem de karasallık nedeniyle sıcaklıklar düşmektedir. Ortalama sıcaklık sıradağların kuzey bölümünde 13-14 °C civarındadır. Topoğrafik faktörlerin etkisiyle Trabzon'un doğusundan itibaren yağışlar artmakta; Rize, Arhavi ve Hopa'da en büyük seviyeye erişmektedir. Bölgenin yağış dağılımında, hakim rüzgar yönü ile yamaçların konumu ve yükseltisi en önemli etkenlerdir [15].

Türkiye'de toplam 26 hidrolojik havza bulunmaktadır. Bu havzaların 22 tanesi nehir havzası, diğerleri ise denize akıntısı olmayan kapalı havzalardır. Fırat ve Dicle havzaları Türkiye'deki tüm akarsular içinde en büyük akış hacmini oluşturan iki havzadır. Bu iki havza toplam yüzey akışının %28.5'ini (Fırat %17 ve Dicle %11.5) karşılamaktadır. %6'lık bir katkısı olan Doğu Akdeniz ve %5,9 katkısı ile Antalya havzaları, su açısından diğer havzalara nispeten zengin havzalardır. Toplam yıllık 14.90 milyar m³'lük yüzeysel su potansiyeli ile Doğu Karadeniz Havzası ülkenin toplam yüzeysel akışına % 8 oranında katkı sağlamaktadır [16].

Doğu Karadeniz Havzası ülkenin en yüksek yıllık ortalama yağış değerine sahip olması, vadi yamaçlarının dik ve akarsu eğimlerinin büyük olması nedeniyle küçük hidroelektrik potansiyeli açısından önemli avantajlara sahiptir [16,17].

DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMUNUN İNCELENMESİ

3.2. Havzanın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilme Durumu

Gelişmekte olan ülkelerde enerji talebi hızla artmaktadır. Bu talebin karşılanması için enerji üretimi için yeni yatırımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu yatırımların sürdürülebilir olması yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması ile mümkün olmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar içerisinde ülkemiz için en önemli olanı hidroelektriktir. Bu kapsamda bu kaynaktan en iyi şekilde faydalanmak enerji konusunda dışa bağımlılığı yüksek olan ülkemiz için son derece önemlidir. Bu çalışmada Türkiye’de hidroelektrik enerji potansiyeli açısından önemli bir yere sahip olan Doğu Karadeniz Havzası’nın durumu incelenmiştir.

Havzada 50 MW’ın üzerinde kurulu güce sahip çeşitli proje aşamalarında bulunan toplam 16 adet HES tesisi bulunmaktadır (Tablo 2). Bu projelerin 15 adet ile büyük bir çoğunluğu işletme aşamasındadır. Bunun haricindeki 2 tesis ise fizibilite aşamasındadır. En büyük kurulu güce sahip iki tesis içinde olmak üzere 17 tesisinin 4 tanesi Giresun ili sınırlarında kalmaktadır.

Tablo 2. Doğu Karadeniz Havzası’nın kurulu gücü 50 MW’ın üzerinde olan HES tesisleri

No	Tesisin adı	İli	Deresi	Proje durumu	Kurulu güç (MW)	Enerji üretimi (GWh/yıl)
1	Akköy II HES	Giresun	Özlüce-Gelevera ve Gavraz	İşletme	229.69	605.66
2	Aslancık Barajı ve HES	Giresun	Harşit Çayı	İşletme	120.00	418.17
3	Darıca I HES	Ordu	Melet Çayı	İşletme	112.42	410.00
4	Tozköy	Rize	Çamlık	Fizibilite	105.60	307.26
5	Akköy I HES	Giresun	Harşit Çayı	İşletme	103.50	315.67
6	Torul Barajı	Gümüşhane	Harşit Çayı	İşletme	103.00	322.00
7	Cevizlik Barajı	Rize	İyidere	İşletme	91.40	330.00
8	Kürtün Barajı	Gümüşhane	Harşit Çayı	İşletme	85.00	198.00
9	Akocak HES	Trabzon	Karadere	İşletme	81.00	257.44
10	Darıca II HES	Ordu	Turmasuyu	İşletme	75.00	244.58
11	Doğankent HES	Giresun	Doğankent Çayı	İşletme	71.00	314.00
12	Büyükdüz HES	Gümüşhane	Sümüklü	İşletme	68.17	192.02
13	Uzundere I Reg. ve	Rize	Ligovi	İşletme	63.00	156.21
14	Kirazlık Reg. ve Kozbükü HES	Ordu	Melet Çayı	İşletme	62.00	239.00
15	Topçam Barajı	Ordu	Melet Çayı	İşletme	60.00	198.00
16	Çankaya Barajı ve HES	Trabzon	Karadere	Fizibilite	54.62	141.75

Doğu Karadeniz Havzası’nın hidroelektrik potansiyeli Tablo 3’te sunulmuştur. Kurulu güç bazında bir değerlendirme yapıldığında, işletmede 2,790 MW, inşaat aşamasında 66 MW, Proje (lisans) aşamasında 139 MW, fizibilite aşamasında 497 MW ve ön rapor aşamasında 28 MW olmak üzere toplamda 3,519 MW’lık bir gücün olduğu görülmektedir. İşletmede olan tesisler dikkate alındığında Türkiye’nin 2018 yılı hidroelektrik kurulu gücünün yaklaşık %10’unun Doğu Karadeniz Havzası’nda olduğu görülmektedir. Havzada, toplam 10,944 GWh olan yıllık enerji hidroelektrik enerji üretim potansiyelinin 8,706 GWh’lik büyük bir kısmı (%79.6) işletme aşamasındaki tesislerde bulunmaktadır. Planlama ve inşaat aşamasındaki tüm tesislerin devreye girmesi durumunda, Türkiye’nin 2017 yılı hidroelektrik üretimi olan 58,218 GWh’in yaklaşık %18.8’i kadar bir miktar havza tarafından üretilmiş olacaktır.

Doğu Karadeniz Havzası içerisinde toprağı bulunan illerin kurulu güçleri ve yıllık enerji üretimlerine ait bilgiler Şekil 3’te verilmiştir. Şekil incelendiğinde, kurulu güç ve yıllık enerji üretim yüzdelerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle illerin katkılarından bahsederken sadece yıllık üretim değerleri dikkate alınacaktır. Havzada en büyük hidroelektrik enerji üretim potansiyeline sahip il %32 değeri ile Giresun’dur. Bu ili %26 ile Trabzon, %18.5 ile Rize ve %13.3 ile Ordu illeri takip etmektedir. En düşük potansiyele sahip iki ili %8.4 değeri ile Gümüşhane ve %1.9 değeri ile Artvin’dir. Artvin ili genel olarak yüksek hidroelektrik potansiyele sahip olmasına karşı Doğu Karadeniz Havzası içindeki topraklarının az olması, genel olarak havzanın hidroelektrik enerji üretimine olan katkısının düşük olmasına neden olmaktadır.

M. KANKAL, F. AKÇAY

Tablo 3. Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik potansiyeli

Projenin İli	İşletmede		İnşaat aşamasında		Proje (Lisans)		Fizibilite		Ön rapor		Toplam	
	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)
Giresun	1,025.6	3,255.8	14.57	48.48	13.30	46	52.94	146.91	-	-	1,106.41	3,497.19
Gümüşhane	297	799	-	-	16.91	47.44	31.1	72.5	-	-	345.01	918.94
Trabzon	651.44	2,180.82	28.44	90.65	26.12	75.27	175.85	489.45	-	-	881.85	2,836.19
Rize	352.25	1,327.88	6.94	22.07	24.25	83.82	201.46	594.44	-	-	584.90	2,028.21
Ordu	428.35	1,022.9	-	-	53.66	265.23	31.47	104.07	28.07	62.28	541.55	1,454.48
Artvin	35.3	119.4	15.84	55.24	4.34	15.63	4.2	18.5	-	-	59.68	208.77
Toplam	2,789.94	8,705.8	65.79	216.44	138.58	533.39	497.02	1,425.87	28.07	62.28	3,519.4	10,943.78

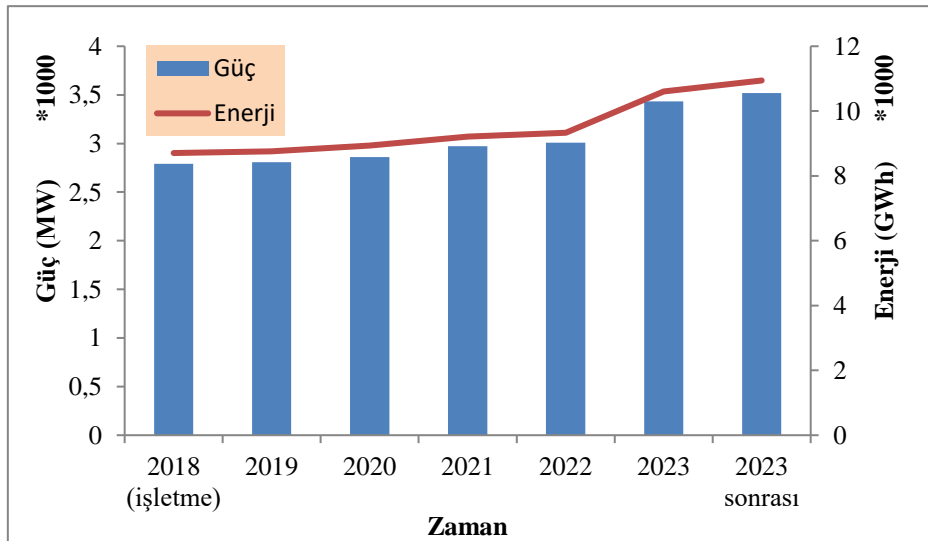
DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMUNUN İNCELENMESİ



Şekil 3. Doğu Karadeniz Havzası'nda illere göre kurulu güç ve yıllık enerji üretiminin dağılımı.

Doğu Karadeniz Havzası'nın gelecek yıllar itibariyle öngörülen bitme sürelerine bağlı olarak hidroelektrik güç ve yıllık ortalama enerji üretiminin gelişimi Şekil 4'te verilmiştir. Tablo 4'te ise bu gelişim il bazındaki dağılımı görülmektedir. Şekil 4 incelendiğinde 2018 yılı itibariyle işletmede olan hidroelektrik santrallerin kurulu güçleri toplamı yaklaşık 2,790 MW olarak görünmektedir. Bu değer şu anda inşaat ve planlama aşamasında olan hidroelektrik santrallerinde hesaba katılmasıyla hesaplanan toplam potansiyelin %79.3'üne karşılık gelmektedir. Bu oran 2018 yılı itibariyle Doğu Karadeniz Havzası'nda çeşitli seviyelerde bulunan hidroelektrik santrallerin büyük bir bölümünün işletmeye alındığını göstermektedir. Planlama veya inşaat aşamasında olan (%20.7) hidroelektrik santrallerin bitim süreleri incelendiğinde, 644.18 MW'lık (%18.3) bir kısmın 2023 yılı itibariyle tamamlayacağı görülmektedir. Bu durum, 2014 yılında ortaya konan Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Planı (TUYEP)'ndeki [18] 2023 yılında elektrik enerjisi üretiminin %37.57'lik kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedefleri doğrultusunda ortaya konmuş bir planlama olarak görünmektedir. TUYEP [18] verileri dikkate alındığında ülkemizin 2023 yılındaki elektrik enerjisi tüketiminin 424 TWh/yıl olacağı öngörülmektedir. Doğu Karadeniz Havza'sı için mevcut öngörüler ışığında devreye girecek hidroelektrik santral ile birlikte 2023 yılı itibariyle Türkiye'nin elektrik enerjisi tüketiminin %2.5'nin havza tarafından karşılanacaktır.

İlleri dikkate alarak değerlendirme yapıldığında, tüm illerde genelde olduğu gibi hidroelektrik santrallerin büyük bir kısmı işletme aşamasındadır. İşletme aşamasına geçmesi düşünülen santrallerin büyük oranda 2023 yılında tamamlanacakları görülmektedir. Bunların içinden Rize ili, 2023 yılındaki 225.7 MW'lık kurulu güce sahip santrali devreye sokarak önemli bir katkıda bulunacaktır. 2023 yılından sonra bitmesi planlanan santraller sadece Ordu ilindedir ve kurulu güç değeri yaklaşık 85 MW'dır.



Şekil 4. Doğu Karadeniz Havzası kurulu güç ve yıllık enerji üretiminin gelecek yıllar için öngörülen gelişimi

M. KANKAL, F. AKÇAY

Tablo 4. İşletmeye geçiş sürelerine bağlı olarak Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik potansiyeli

Projenin İli	2018 (işletmede)		2019		2020		2021		2022		2023		2023 sonrası		Toplam	
	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)	Güç (MW)	Enerji (GWh/yıl)
Giresun	1,025.6	3,255.8	9.84	30.28	4.73	18.20	-	-	-	-	66.24	192.91	-	-	1,106.41	3,497.19
Gümüşhane	297	799	-	-	-	-	9.59	14.25	-	-	38.4	105.69	-	-	345.01	918.94
Trabzon	651.44	2,180.82	-	-	31.73	103.71	102.39	261.56	38.66	119.67	57.63	170.39	-	-	881.85	2,836.19
Rize	352.25	1,327.88	6.94	22.07	-	-	-	-	-	-	225.71	678.26	-	-	584.90	2,028.21
Ordu	428.35	1,022.9	-	-	-	-	-	-	-	-	27.94	90.93	85.26	340.64	541.55	1,454.48
Artvin	35.3	119.4	-	-	15.84	55.24	-	-	-	-	8.54	34.13	-	-	59.68	208.77
Toplam	2,789.94	8,705.8	16.78	52.35	52.3	177.15	111.98	275.81	38.66	119.67	424.46	1,272.31	85.26	340.64	3,519.4	10,943.78

*DOĞU KARADENİZ HAVZASI HİDROELEKTRİK ENERJİ DURUMUNUN İNCELENMESİ***4. SONUÇLAR**

Çalışmadan elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun devreye girmesi ile hidroelektrik enerji yatırımlarında özel sektör önemli bir pay almaya başlamış ve özellikle 2010 yılından sonra hidroelektrik kurulu gücü artışında önemli bir ivme yakalanmıştır.
- Hidroelektrik kurulu güç yıllar itibariyle sürekli artış göstermesine karşın yıllık hidroelektrik enerji üretiminde dalgalanmalar meydana gelmektedir. Hidroelektrik enerji üretiminin ani düşüşler yaşadığı yılların kuraklık olan yağışların azaldığı yıllara denk geldiği belirlenmiştir.
- 2018 yılı itibariyle Türkiye'de işletmede olan HES'lerin toplam kurulu güçleri 28,111 MW'tır. Bu gücün yaklaşık %9.9'u Doğu Karadeniz Havzası'nda kurulu HES'lerde bulunmaktadır.
- Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik potansiyeli en yüksek olan üç ili sırasıyla Giresun (%32), Trabzon (%26) ve Rize (%18.5) illeridir.
- Havza'da planlanma ve inşaat halinde olan hidroelektrik enerji tesislerinin, ülkemizin yenilebilir enerji politikasına uygun olarak 2023 yılında büyük oranda tamamlanacağı belirlenmiştir. Mevcut planlamalara göre 2023 yılında Türkiye toplam elektrik enerjisinin %2.5'i Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik santralleri tarafından karşılanacaktır.
- Ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaçları hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılamamanın en iyi yolu yerli ve yenilebilir kaynakları kullanmaktır. Bu nedenle henüz işletmeye girmemiş HES tesislerinin bir an önce yapılması ülke ekonomisi büyük katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan verilerin temininde yardımlarını esirgemeyen DSİ 7., 22. ve 26. Bölge Müdürlüğü çalışanlarına destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] CAO, Y., PAWŁOWSKI, A., "Biomass as an Answer to Sustainable Energy Opportunity Versus Challenge", Environment Protection Engineering, 39(1), 153-161, 2013.
- [2] KANKAL, M., BAYRAM, A., UZLU, E., SATILMIŞ, U., "Assessment of Hydropower and Multi-Dam Power Projects in Turkey", Renewable Energy, 68, 118-133, 2014.
- [3] ÇUKURÇAYIR, M.A., SAĞIR, H., "Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları", Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20, 257-278, 2008.
- [4] AKPINAR, A., KÖMÜRCÜ, M.İ., KANKAL, M., FILİZ, M.H., "Çoruh Havzası'ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu", 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 249-254, Diyarbakır, Türkiye, 2009.
- [5] LIU, J., LOVE, P.E., SMITH, J., REGAN, M., DAVIS, P.R., "Life Cycle Critical Success Factors for Public-Private Partnership Infrastructure Projects", Journal of Management in Engineering, 31(5), 04014073, 2014.
- [6] AKCAY, E.C., DIKMEN, I., BIRGONUL, M.T., ARDITI, D., "Estimating the Profitability of Hydropower Investments with A Case Study From Turkey", Journal of Civil Engineering and Management, 23(8), 1002-1012, 2017.
- [7] MELIKOGLU, M., "Hydropower in Turkey: Analysis in the View of Vision 2023", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 25, 503-510, 2013.
- [8] KANKAL, M., UZLU, E., "Neural Network Approach With Teaching-Learning-Based Optimization for Modeling and Forecasting Long-Term Electric Energy demand in Turkey", Neural Computing and Applications, 28(Suppl 1), 737-747, 2017.
- [9] ÖNSOY, H., AKPINAR, A., KÖMÜRCÜ, M.İ., KANKAL, M., "Türkiye'de Hidroelektrik Enerji Alanındaki Gelişmeler ve 4628 Sayılı Yasa", 4. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, 501-510, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [10] CELİK, A. O., KİRİCCİ, V., "Examination of Changes in the Turkish Hydropower Development, Regulation and Planning", Energy and Environment, 27(8), 919-932, 2016.
- [11] BASMACI, E., "Hidroelektrik Potansiyelimiz ve Yeni Dönemde Geliştirilmesi", TMMOB Türkiye V. Enerji Sempozyumu, 373-385, Ankara, Türkiye, 2005.
- [12] AKBAŞ, A., "Türkiye Üzerindeki Önemli Kurak Yıllar", Coğrafi Bilimler Dergisi, 12(2), 101-118, 2014.

M. KANKAL, F. AKÇAY

- [13]<https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2016-yili-istatistikleri> (erişim tarihi 06.08.2018)
- [14]YÜKSEK, Ö., KANKAL, M., ÜÇÜNCÜ, O., “Assessment of Big Floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey”, Environmental Monitoring and Assessment, 185, 797-814, 2013.
- [15]KARSTARLI, Ç., KÖMÜRCÜ, M.İ., AKPINAR, A., UZLU, E., KANKAL, M., ÖNSOY, H., “Doğu Karadeniz Havzasındaki Hidroelektrik Potansiyelin Analizi”, 2. Su Yapıları Sempozyumu Bildirileri, 129-138, Diyarbakır, Türkiye, 2011.
- [16]UZLU, E., AKPINAR, A., KÖMÜRCÜ, M. İ., “Restructuring of Turkey’s Electricity Market and the Share of Hydropower Energy: The Case of the Eastern Black Sea Basin”, Renewable Energy, 36(2), 676-688, 2011.
- [17]EGE, B., UZUN, M., FILİZ, M.H., YÜKSEK, Ö., KANKAL, M., KÖMÜRCÜ, M., “Problems Encountered and Solution Proposals About DSİ Activities in the Eastern Black Sea Region”, Proceedings of the in International Congress on River Basin Management, 59-67, Antalya, Turkey, 2007.
- [18]T.C. ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI, “Türkiye Ulusal Yenilebilir Enerji Eylem Planı”, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara, Türkiye, 2014.