

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDAKİ HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN ANALİZİ

Çağrıhan Karstarlı¹, Murat İhsan Kömürcü², Adem Akpınar³, Ergun Uzlu⁴,
Murat Kankal⁵, Hızır Önsoy⁶

Özet

Ülkemizin topografik ve hidrojeolojik yapısı ve bazı yörelerdeki yağış yoğunluğu büyük su gücü potansiyeli yanında, küçük hidroelektrik güç potansiyelinin de yaygın olarak bulunmasına olanak sağlamıştır. Özellikle, Doğu Karadeniz Havzası, aldığı yağış miktarının fazlalığı sonucu oldukça önemli yüzeysel su potansiyeli ve bunun yanında yüksek düşü imkanıyla, hidroelektrik santraller (HES) açısından verimli bir bölgedir. 2001 yılında, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesiyle, bu havzadaki enerji potansiyeli devreye sokulmaya başlanmış ve Türkiye ortalamasının üzerinde bir santral başvurusu yapılmıştır.

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Havzası'nın hidroelektrik enerji potansiyeli, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında, havza sınırları içerisindeki (işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamasındaki) hidroelektrik santrallerin illere göre dağılımı, toplam kurulu güçleri ve üretecekleri enerji miktarları belirlenmiştir. Bunun yanında, havzadaki hidroelektrik enerji potansiyelinin bu kanun kapsamında geliştirilen projelerle değerlendirilme durumu da tespit edilmiştir.

Bu çalışma sonunda; Doğu Karadeniz Havzası'nda önemli bir hidroelektrik potansiyelin bulunduğu, bu potansiyelin 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nu kapsamındaki hidroelektrik santral projeleriyle değerlendirilmeye başlandığı tespit edilmiştir.

1. Giriş

Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi'deki enerji potansiyeli, gelişimi ve hidroelektrik enerji üretimi konusunda yapılan bazı araştırma ve çalışmaların özet bilgileri aşağıda verilmiştir;

¹ İnş. Y. Müh., Hidrodizayn, Gürcistan

² Doç. Dr., KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

³ Öğr. Gör., GÜ., Müh. Fak., Gümüşhane

⁴ Arş. Gör., KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

⁵ Yrd. Doç. Dr., KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

⁶ Prof. Dr., KTÜ., Müh. Fak., Trabzon

Akdoğan (2006) tarafından, enerji kaynakları tanımlanarak, potansiyelleri, avantaj ve dezavantajları ile enerji üretim maliyetleri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, Doğu Karadeniz'deki bazı iller için mevcut su potansiyeli ile üretilebilecek brüt elektrik enerjisi belirlenmiş ve gelecek dönem tüketim projeksiyonu ile mukayese edilmiştir.

Yüksek vd. (2006), Türkiye'nin uzun vadeli enerji talebi tahmini üzerinden, ihtiyacın hidrolik enerji ile karşılanabilirliği araştırılmıştır. Uygulanan senaryolar neticesinde 2020 yılı için muhtemel enerji talebi, 407-571 TWh olarak öngörülmüş ve bu değer ancak % 33 - % 46'sının hidroelektrik enerji ile karşılanabileceği tespit edilmiştir.

Akpınar vd. (2008) tarafından, Türkiye'nin enerji durumuna genel bir bakış yapıldıktan sonra, yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik potansiyelleri ve kullanım oranları üzerinde durulmuştur. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının hava kirliliği ve sera gazı etkileri de araştırılmıştır.

Yavuz (2008) tarafından, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki bazı iller için mevcut su potansiyeli ile üretilebilecek brüt hidroelektrik enerjisi miktarı belirlenmiş ve gelecek dönem tüketim projeksiyonu ile mukayesesi yapılmıştır.

Kömürcü ve Akpınar (2010) tarafından, Türkiye'nin aktif olarak değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş, potansiyel açıdan en büyük olanının hidrolik olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli ve mevcut durumu da ele alınarak, Avrupa ve dünya ile çeşitli açılardan kıyası yapılmış ve hidroelektrik enerji sektörünün geliştirilmesi önerilmiştir.

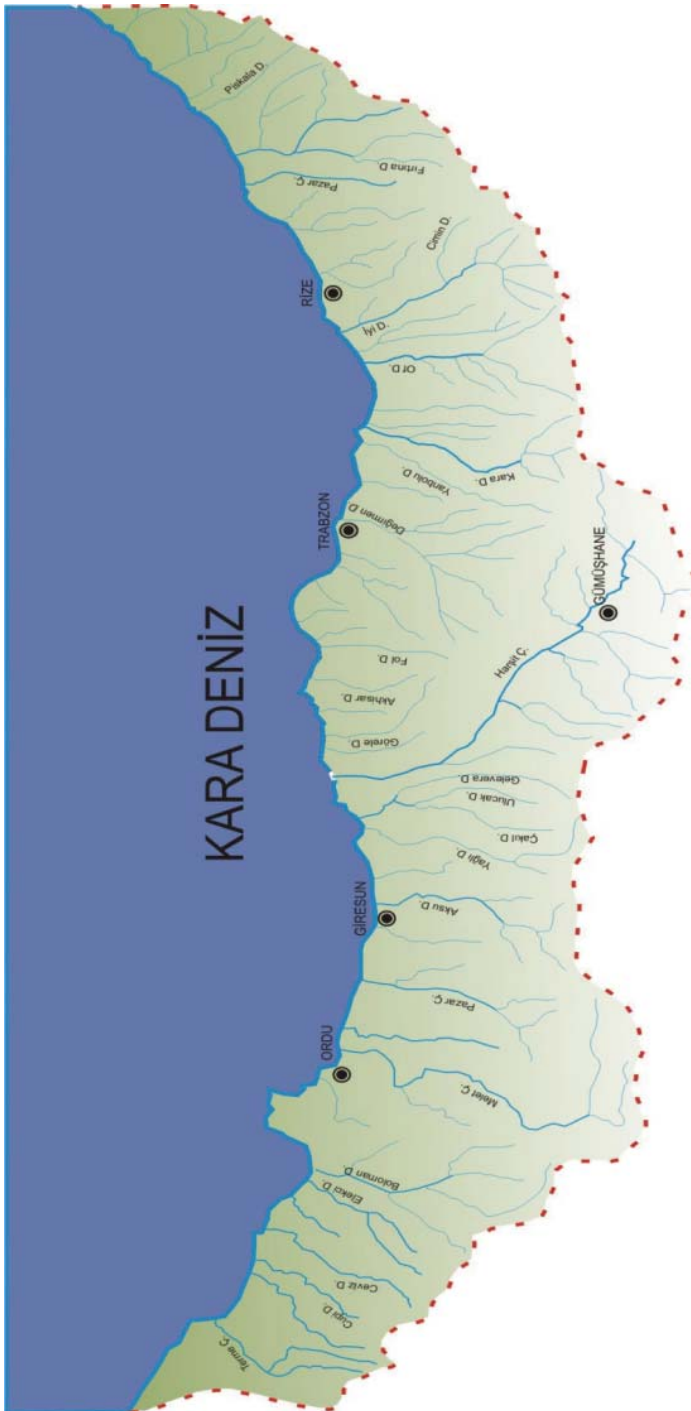
Akpınar vd. (2011), Çoruh havzasındaki hidrolik enerji üretim kapasite gelişimini, mevcut kurulu potansiyelini ve bu potansiyelin Türkiye genel üretimindeki yerini irdelemişlerdir. Çalışma kapsamında, Çoruh Nehri üzerinde yabancı devletlerle ortak enerji üretimi de ele alınmıştır.

Uzlu vd. (2011), Türkiye'de elektrik enerjisi üretimini, sektör bazında ele alarak rekabetin artırılabilirliğini irdelemiştir. Çalışmada, sektörün yeniden yapılandırılmasında, hidrolik potansiyelin durumu ayrı bir araştırma maddesi olarak ele alınırken, 4628 sayılı elektrik piyasası kanununun sektörün gelişimine katkısı kapsamıca irdelenmiştir.

2. Doğu Karadeniz Havzası Genel Karakteristikleri

Doğu Karadeniz Havzası Türkiye'nin kuzey doğu kıyısında bulunmaktadır. 40015' ile 41034' kuzey enlemleri ve 36043' ile 41035' doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Havza, güneyde doğu Karadeniz dağları kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir. Doğu Karadeniz Havzası; Samsun'un doğusundaki Terme Çayı'ndan Gürcistan sınırına kadar uzanan, Karadeniz Bölgesi'nin en dağlık ve yükseltisinin en fazla olduğu bölümüdür (Şekil 1). Toplam alanı 24077 km² olan havza, yılda ortalama 14,90 km³ yüzey su potansiyeli ile Türkiye potansiyelinin % 8'ini sağlamaktadır. Eğimin yüksekliği ve yüzey altı tabakasının geçirimsiz veya yarı geçirimli olması sebebiyle, yağın yağmurun önemli bir kısmı yüzeyel akışa geçmektedir. Havzanın akarsu şebekesi; zemin jeolojisi, topoğrafyası, iklim ve bitki örtüsü gibi faktörlerin etkisinde gelişmiştir. Her mevsim bol yağış, geçirimsiz zemin, gür bitki örtüsü ile kaplı dağlık saha, akarsu ağının teşekkülü için en müsait şartları hazırlamaktadır. Bütün bu faktörlerin etkisi altında bölgede oldukça sık bir akarsu ağı teşekkül etmiştir.



Havza ikliminin her mevsimin bol yağış alması en bariz özelliğidir. Kıydan itibaren yükselen dağlar, deniz etkisinin iç kesimlere sokulmasına engel olurken, kıyı kesiminin ılıman bir iklime sahip olmasına neden olmuştur. Kıyılardan 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 maksimum seviyeye erişmektedir. Bölgenin yağış dağılımında, hakim rüzgar yönü ile yamaçların konumu ve yükseltisi en önemli etkenlerdir. Doğu Karadeniz Havzası içinde yer alan illerin ortalama yıllık yağış yüksekliği değerleri, Ordu 780 mm, Giresun 926 mm, Trabzon 900 mm, Rize 1264 mm, Artvin 700 mm, Samsun 676 mm, Gümüşhane ise 465 mm’dir. Havzanın en doğusundaki, Arhavi İlçesi’nin yağış yüksekliği 2593 mm, Hopa ilçesi’nin ise 2500 mm’dir.

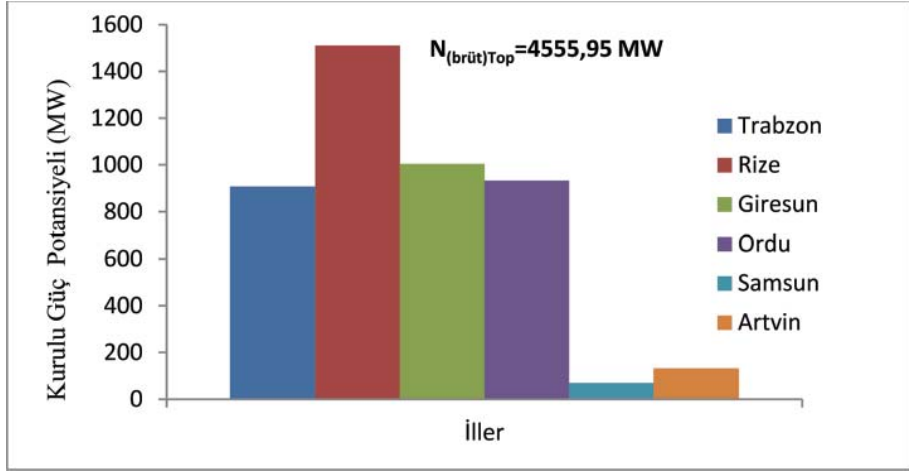
3. Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Tespiti

Doğu Karadeniz Havzası’nın iller bazında hidroelektrik enerji potansiyeli belirlenirken Rize, Trabzon ve Giresun illeri için, Akdoğan (Akdoğan, 2006) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez verileri, Ordu ve Samsun illeri’nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için ise Yavuz (Yavuz, 2007) tarafından hazırlanan, Artvin ili’nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısmı için ise Karstarlı (Karstarlı, 2011) tarafından hazırlanan yüksek lisans tez verileri kullanılmıştır. Doğu Karadeniz Havzası’nın iller bazında Hidroelektrik Potansiyeli Tablo 1’de verilmiştir. Şekil 2’de, Doğu Karadeniz Havzasının iller bazındaki hidroelektrik kurulu güç potansiyeli sunulmuştur.

Tablo 1 - Doğu Karadeniz Havzası’nın İller Bazında Hidroelektrik Potansiyeli

İli	Nbrüt (MW)	Ebrüt (GWh)
Trabzon	906,80	7943,61
Rize	1510,71	13233,80
Giresun	1004,35	8798,17
Ordu	932,76	8170,96
Samsun	69,10	605,35
Artvin	132,23	1158,30
Genel Toplam	4555,95	39910,19

Tablo ve şekilden, Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisindeki illerden en fazla potansiyelin Rize ili’nde olduğu görülebilir (havza potansiyelinin % 33,16’sı). Trabzon ve havza sınırları içerisinde kalan kısımları dikkate alındığında Giresun ve Ordu illeri’nin potansiyelleri yaklaşık olarak birbirine eşit durumdadır. Samsun ve Artvin illeri’nin çok küçük alanları havza sınırları içerisinde kaldığı için potansiyelleri de küçük çıkmaktadır.



Şekil 2 - Doğu Karadeniz Havzasının iller bazındaki hidroelektrik kurulu güç potansiyeli

4. Doğu Karadeniz Havzası'nda 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Özel Sektörce Gerçekleştirilecek HES'ler

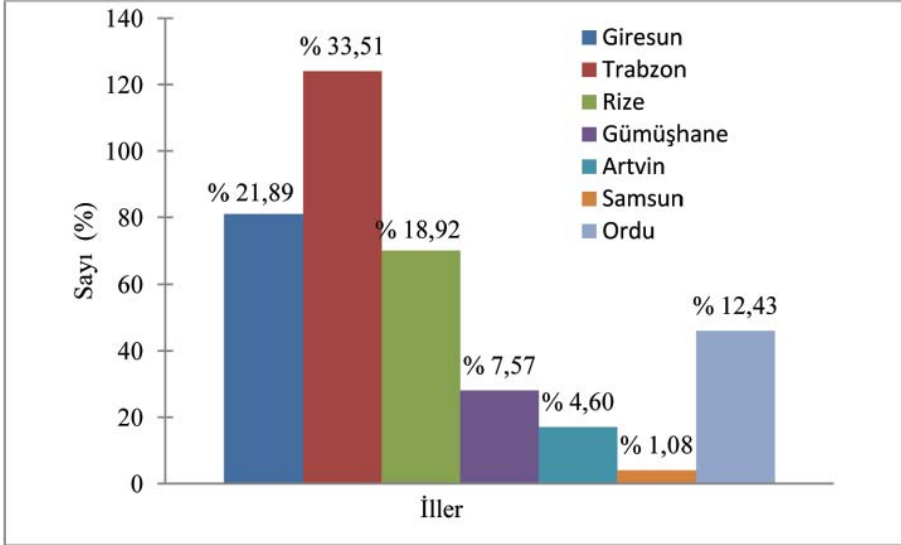
4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Doğu Karadeniz Havzası HES Projelerinin illere göre (Doğu Karadeniz Havzası içerisinde kalan bölümü) genel dağılımı, Tablo 2'de verilmiştir (DSİ, 2011). Tablodaki santraller; işletme, fiilen inşaatı başlamış, inşaatı başlanabilir, su kullanım hakkı anlaşması yapılmış, fizibilite ve ön rapor aşamalarında olanları kapsamaktadır. Havzada, kurulu güç ve üreteceği enerji değeri belli olmayan ön rapor aşamasındaki projeler tabloya dahil edilmemiştir.

Tablo 2 - Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin illere göre dağılımı

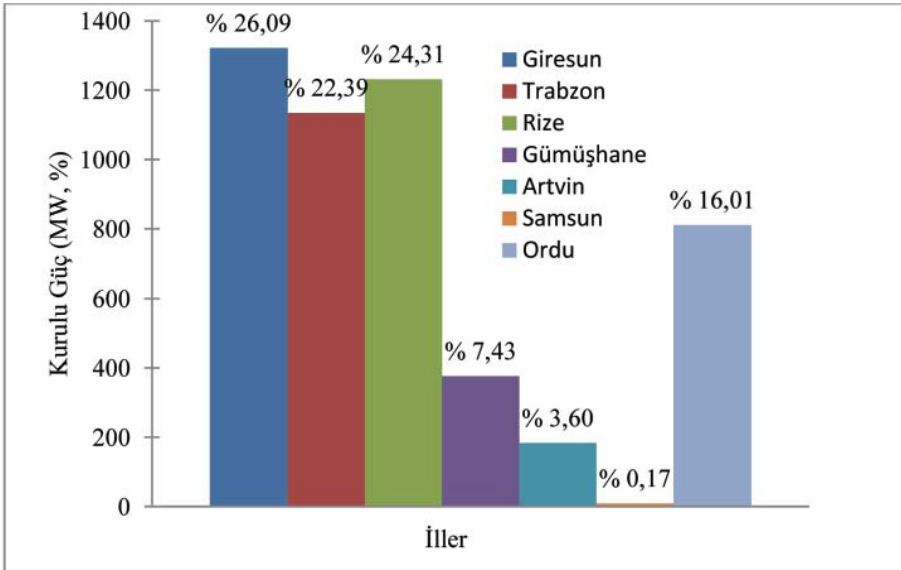
İli	Adet	Nbrüt (MW)	Ebrüt (GWh)
Trabzon	124	1134,61	3960,48
Rize	70	1231,48	4644,11
Giresun	81	1322,10	4353,15
Ordu	46	810,78	2877,94
Samsun	4	8,56	26,24
Artvin	17	183,29	794,46
Genel Toplam	370	5067,34	17727,34

Tablo 2'deki veriler; santral sayıları, kurulu güç ve üretilen enerji miktarı açısından değerlendirilmiş ve sırasıyla Şekil 3-4-5'te verilmiştir.

Şekil 3 (santral sayıları) incelendiğinde; Trabzon İli % 33,51'lik (124 adet santral) oranla havzada lider olurken, % 21,89 (81 adet santral) ile Giresun İli ikinci sırada yer almaktadır.



Şekil 3 - Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES sayıları ve havza içerisindeki oranları



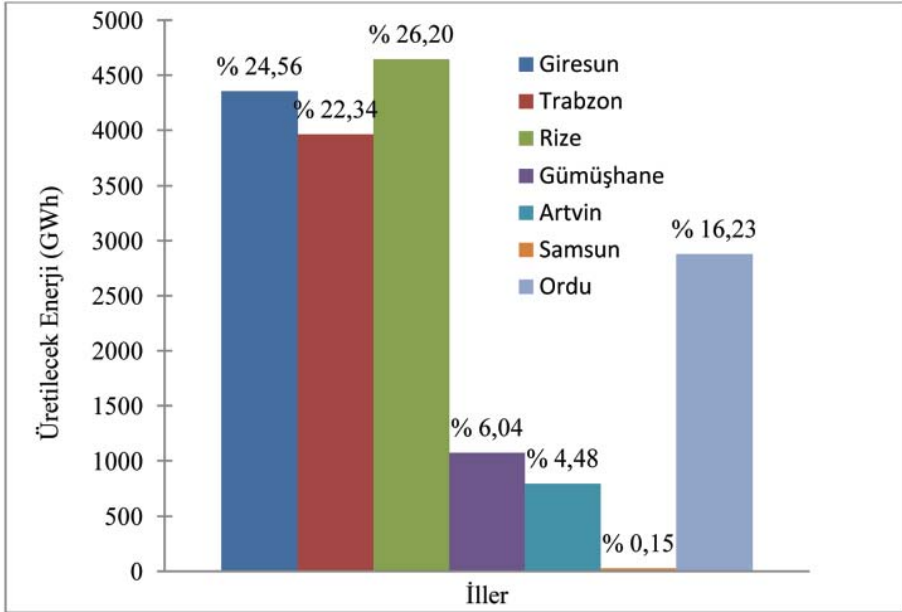
Şekil 4 - Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin kurulu güç değerleri ve havza içerisindeki oranları

dır. Diğer illere bakıldığında ise, Rize İli % 18,92 (70 adet santral) ile üçüncü, Ordu İli % 12,43 (46 adet santral) ile dördüncü, Gümüşhane İli % 7,57 (28 adet santral) ile beşinci, Artvin İli % 4,60 (17 adet santral) ile altıncı ve Samsun İli % 1,08 (4 adet santral) ile son sırada yer almaktadır.

Şekil 4 (kurulu güç) incelendiğinde ise sıralama değişerek, havza liderliğini % 26,09'luk (1322,10 MW) oran ile Giresun İli'nin aldığı görülmektedir. Diğer illere bakıldığında ise, Rize İli'nin % 24,31 (1231,48 MW) ile ikinci, Trabzon İli'nin % 22,39 (1134,61 MW) ile üçüncü, Ordu İli'nin % 16,01 (810,78 MW) ile dördüncü, Gümüşhane İli'nin % 7,43 (376,52 MW) ile beşinci, Artvin İli'nin % 3,60 (183,29 MW) ile altıncı ve Samsun İli'nin % 0,17 (8,56 MW) ile son sırada yer aldığı görülmektedir.

Şekil 5 (enerji değerleri) incelendiğinde, oluşan sıralamada, havza liderliğini % 26,20 (4644,110 GWh)'lık oranla Rize İli'nin yaptığı görülmektedir. Diğer illere bakıldığında ise sıralamada, Giresun İli % 24,56 (4353,150 GWh)'lık oran ile ikinci, Trabzon İli % 22,34 (3960,480 GWh) ile üçüncü, Ordu İli % 16,23 (2877,940 GWh) ile dördüncü, Gümüşhane İli % 6,04 (1070,960 GWh) ile beşinci, Artvin İli % 4,48 (794,460 GWh) ile altıncı ve Samsun İli % 0,15 (26,240 GWh) ile son sırada olduğu görülebilir.

Doğu Karadeniz Havzası'ndaki 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde geliştirilen projelere iller bazında bakıldığında; en büyük kurulu gücün Giresun İli'nde olacağı, üretilebilecek enerji miktarının ise Rize İli'nde gerçekleşeceği söylenebilir. Bu illeri Trabzon ve Ordu İli izlemektedir. Gümüşhane, Samsun ve Artvin İlleri kısmen Doğu Karadeniz Havzası'na girdiği için kurulu güç ve üretilecek enerji miktarı açısından düşük görülmektedir. Tüm il sınırları dikkate alınacak olursa, bu iller için de kurulu güç ve üretilecek enerji miktarları artacaktır.



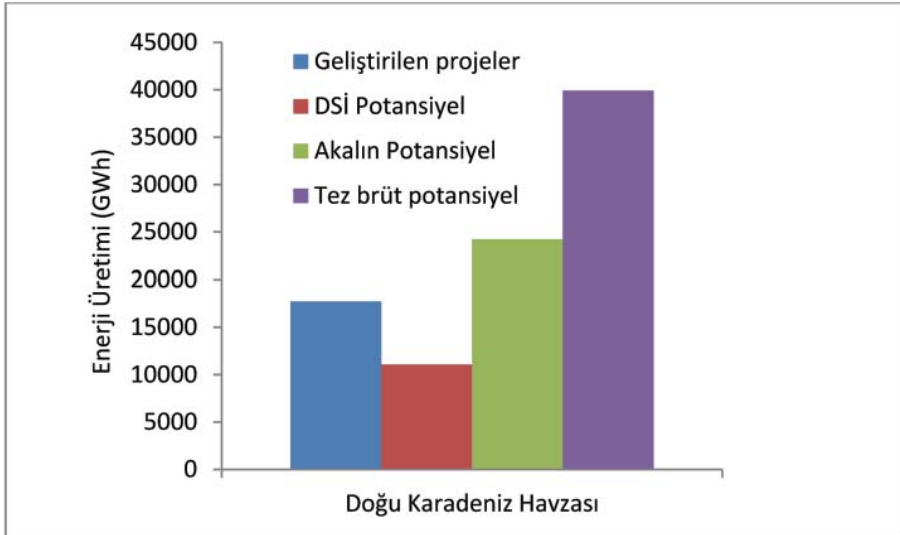
Şekil 5 - Doğu Karadeniz Havzası'ndaki HES projelerinin enerji değerleri ve havza içerisindeki oranları

5. 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Çerçevesinde Doğu Karadeniz Havzası'nda Geliştirilen Hes Projelerinin Havza Potansiyeli ile Karşılaştırılması

Trabzon ve Rize İli ile Giresun, Ordu, Samsun ve Artvin illeri'nin Doğu Karadeniz Havzası sınırları içerisinde kalan kısımları için belirlenen brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, DSİ'nin klasik ve Akalın (Akalın, 2009)'in yeni hesaplama yöntemine göre belirlenen ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ile havzada 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değerleri, Tablo 3'te verilmiştir (DSİ, 2004). Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik potansiyel değerlerinin, havzada 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerle karşılaştırılması, Şekil 6'da verilmiştir (Karstarlı, 2011).

Tablo 3 - Türkiye ve Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler

Doğu Karadeniz Havzası	Enerji Üretim Değeri (GWh/yıl)
4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler	17724,34
Karstarlı'nın tez çalışması kapsamında belirlenen brüt potansiyel (Karstarlı, 2011)	39910,16
DSİ hesapları ile ekonomik potansiyel	11062,00
Yeni hesaplarla ekonomik potansiyel (Akalın, 2009)	24239,00



Şekil 6 - Doğu Karadeniz Havzası hidroelektrik enerji potansiyel değerleri ve 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki geliştirilen projeler

Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değeri (17724,34 GWh/yıl) dikkate alındığında, DSİ hesaplama yöntemiyle belirlenen ekonomik potansiyelden (11062 GWh/yıl) yaklaşık olarak % 60 kadar daha fazla enerji üretimi söz konusu olacaktır. Bu değerler, DSİ'nin klasik hesaplama yönteminin, günümüzde potansiyel belirlemede yetersiz kaldığını göstermektedir. Havzada geliştirilen projeler, Akalın'ın yeni hesaplama yöntemiyle belirlediği ekonomik potansiyel değerinin (24329 GWh/yıl) yaklaşık %73'ü kadardır. Bu mantıklı bir değer olarak görülmektedir. Çünkü, Doğu Karadeniz Havzası'nın bazı alt havzalarında proje geliştirilmesine müsaade edilmemiş, bazı alt havzalarının belirli bölgelerine ise özel sektör temsilcileri tarafından rağbet gösterilmemiştir.

Karstarlı tarafından havzada belirlenen brüt potansiyel değeri (39910,16 GWh/yıl) ile 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değeri karşılaştırıldığında ise havzadaki brüt potansiyelin sadece % 44,4'ünün değerlendirilmiş olduğu görülmektedir. Ancak, çalışma kapsamında brüt potansiyel belirlendiğinden, ekonomik potansiyelin büyük bir bölümünün değerlendirildiği söylenebilir.

6. Sonuçlar

Doğu Karadeniz Havzası'ndaki hidroelektrik potansiyelinin analizini konu alan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Doğu Karadeniz Havzası brüt hidroelektrik potansiyeli, kurulu güç açısından 4555,95 MW, enerji üretimi açısından ise 39910,19 GWh olarak tespit edilmiştir. Havza sınırları içerisindeki illerden en fazla potansiyelin Rize İli'nde olduğu (% 33,16), Trabzon ve havza sınırları içerisinde kalan kısımları dikkate alındığında Giresun ve Ordu illeri potansiyellerinin yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu (% 20), Samsun ve Artvin illeri'nin çok küçük alanları havza sınırları içerisinde kaldığı için potansiyellerinin de az olduğu belirlenmiştir.

Doğu Karadeniz Havzası'nda, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu çerçevesinde geliştirilen projelerin toplam sayısının 370 adet, toplam kurulu gücünün 5067,34 MW ve üretilecek enerji miktarının ise 17727,30 GWh/yıl olduğu anlaşılmıştır. İller bazında bakıldığında; en fazla santral projesinin Trabzon İli'nde (124 adet), en büyük kurulu gücün Giresun İli'nde (1322,10 MW) olacağı, en fazla üretilebilecek enerji miktarının ise Rize İli'nde (4644,11 GWh/yıl) gerçekleşeceği görülmüştür. Bu illeri, Trabzon ve Ordu illeri'nin izlediği, Gümüşhane, Samsun ve Artvin illeri'nin kısmen Doğu Karadeniz Havzası'na girmesi sebebiyle değerlerinin düşük çıktığı tespit edilmiştir.

Havzada, 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında geliştirilen projelerin hidroelektrik enerji değerinin, DSİ hesaplama yöntemiyle belirlenen ekonomik potansiyelden % 60 daha fazla olacağı anlaşılmıştır. Havzada geliştirilen projelerin üreteceği enerji değerinin, Akalın'ın yeni hesaplama yöntemiyle belirlediği ekonomik potansiyelin %73'üne, çalışma kapsamında belirlenen brüt potansiyel değerinin ise sadece % 44,4'üne karşılık geldiği belirlenmiştir.

Bu çalışma sonunda; Doğu Karadeniz Havzası'nda önemli bir hidroelektrik potansiyelin bulunduğu, bu potansiyelin 4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nu kapsamındaki hidroelektrik santral projeleriyle değerlendirilmeye başlandığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

1. Akalın, A., (2009). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Potansiyel ve Stratejiler, Uluslararası Enerji Kongresi (Yenilenebilir Enerji), Ankara, Türkiye.
2. Akdoğan, M., (2006). Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
3. Akpınar, A., Kömürcü, M. İ., Kankal, M., Özölçer, İ.H. and Kaygusuz, K., (2008). Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12 (8), 2013-2039.
4. Akpınar, A., Kömürcü, M. İ. ve Kankal, M., 2011. Development of Hydropower Energy in Turkey: The Case of Çoruh River Basin, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 1201-1209.
5. DSI, (2004). Düünden Bugüne DSI 1954-2004, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Etüt Plan Şube Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.
6. DSI, (2011). Türkiye'nin Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye. (<http://www2.dsi.gov.tr/ska/ska.htm>)
7. Karstarlı, Ç., (2011). Doğu Karadeniz Havzasındaki Hidroelektrik Potansiyelin Değerlendirilme Durumu, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
8. Kömürcü, M. İ. ve Akpınar, A., (2010). Hydropower energy versus other energy sources in Turkey, Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy, 5, 185-198.
9. Uzlu, E., Akpınar, A., ve Kömürcü M. İ., (2011). Restructuring of Turkey's Electricity Market and The Share of Hydropower Energy: The Case of The Eastern Black Sea Basin, Renewable Energy, 36, 676-688.
10. Yavuz, O., (2007). Ordu-Samsun Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
11. Yüksek, Ö. ve Kaygusuz, K., (2006). Small Hydropower Plants as a New and Renewable Energy Source, Energy Sources, Part B: Energy, Economics and Planning, 1, 279-290.