

Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi

Hydroelectric Power Plants and The Importance of Hydroelectric Power Plants in Trabzon Province for the City and the Eastern Black Sea Basin

⁽¹⁾Veli SÜME· ^(2*)Semih Subutay FIRAT

¹ *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye, veli.sume@erdogan.edu.tr*

² *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Rize, Türkiye, semihsubutay_firat20@erdogan.edu.tr*

Geliş Tarihi: **31.03.2020**; Kabul Edildiği Tarih: **23.06.2020**; Yayınlandığı Tarih: **28.06.2020**

Türk Hid. Der. (Tur. J. Hyd.), Cilt (Vol) : Sayı (Number) : Sayfa (Page) : 11-24 (2020)

e-ISSN: **2636-8382**

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

e-mail: veli.sume@erdogan.edu.tr,

semihsubutay_firat20@erdogan.edu.tr

(*): Sorumlu yazar e-mail: semihsubutay_firat20@erdogan.edu.tr

Özet: Enerji günümüzde çok önemli bir ihtiyaçtır. Bu sebeple çeşitli yöntem ve araçlarla enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerden biri olan elektrik enerjisi su gücü kullanılarak da elde edilmektedir. Bu yöntemle hidroelektrik denmekte ve HES olarak kısaltılan ve suyun mekanik enerjisini elektrik enerjisine çeviren santrallerde elektrik üretilmektedir. Bu yapılar sağladığı mali ve çevresel avantajlardan dolayı Dünya’da ve Türkiye’de elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Çeşitli kategorilerde incelenebilen bu yapılar depo tipine göre, düşüşüne göre, üretim kapasitesine göre sınıflandırılabilir. Doğu Karadeniz Havzası’nın yüksek yağış alma, dağlık arazi yapısına sahip olma gibi özellikleri HES bağlamında bu havzayı ön plana çıkarmaktadır. Havza hem yenilebilir enerji hem de enerji ihtiyacının karşılanması açısından cazibedici. Trabzon havzada önemli yönleri olan bir şehirdir. Bu çalışmada Trabzon’un mevcut hidroelektrik enerji durumunu değerlendirerek havzanın bugünkü ve gelecekteki durumunu değerlendirmek amacıyla Trabzon ilindeki enerji tüketimi ve üretimi incelenmiştir. Sonraki yapılacak çalışmalar için veri sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Hidroelektrik, Mikro HES

Abstract: Energy is a very important need today. For this reason, energy production is realized by various methods and tools. One of these methods, electrical energy, is also obtained by using water power. This method is called hydroelectric and electricity is produced in power plants shortened as HEPP and converting the mechanical energy of water into electrical energy. Due to the financial and environmental advantages of these structures in the world and Turkey is used in electricity production. These structures, which can be examined in various categories, can be classified according to the type of warehouse, according to its drop, according to its production capacity. The characteristics of the Eastern Black Sea Basin, such as high rainfall and mountainous terrain structure, highlight this basin in the context of HEPP. The basin is attractive in terms of both renewable energy and energy needs. Trabzon is a city with important aspects in the basin. In order to evaluate the current and future status of the basin by evaluating the current hydroelectric energy status of Trabzon in this study energy consumption and production in Trabzon province, precipitation amounts were examined. It is aimed to present data for future studies.

Key Words: Energy; hydroelectric; HPP; Micro HPP.

Süme, V., Fırat, S.S., Türk Hidrolik Dergisi: Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi Cilt (Vol) : 4, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 11-24 (2020)

1.GİRİŞ (Introduction)

Enerji, günlük hayat içerisinde her geçen gün önemi artan bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç, insanlığı etkiler ve insanlığın yaşamsal faaliyetlerini oluşturup gerçekleştirmesinde belirleyici bir konumdadır. Bu konumdan mütevellit enerji talebi ortaya çıkar ve bu talebin karşılanması çeşitli enerji üretim yöntemleriyle sağlanır. Bununla birlikte enerji talebi toplumların gelişmişlik durumunu enerji tüketimini baz alarak sınıflandıran bir skala olarak kullanılmaktadır. Enerjiye olan talep gelişmekte olan ülkelerde %2-3, gelişmiş ülkelerde ise %10'a kadar varan miktarlara çıkar [1].

Enerji talebini karşılayan en önemli kaynaklardan bir tanesi de günümüzde elektrik enerjisidir. Elektrik, üretim tesislerinde farklı ürün ve yöntemlerle elde edilir. Elektrik, termik santrallerde doğalgaz, kömür vb. fosil yakıtlar kullanılarak güneş enerji santrallerinde güneş ışınlarından faydalanılarak, hidroelektrik santrallerinde su gücü kullanılarak elde edilir. Yüksek kottan alçak kota düşürülen sudan veya akan sudan elde edilen kinetik enerji kullanılarak türbinler yardımıyla elektrik üretimi gerçekleştirilmesine hidroelektrik enerji, denir [2]. Bu üretimin yapıldığı tesise hidroelektrik santrali denir ve HES olarak kısaltılabilir. HES yapıları barajlı ve barajsız olarak sınıflandırılabilir. Barajlı HES yapısında suyun belirli bir yüksekliğe ulaşana kadar birikmesi için bir yapı inşa edilir, bu yapı sayesinde suyun kazandığı potansiyel enerji ile elektrik üretimi yapılır. Barajsız HES yapılarında ise su seviyesini yükseltecek bir yapı mevcut değildir ayrıca bir regülatör ile akan su kabartılır ve kabarmış akan suyun enerjisi enerji üretiminde kullanılır. Barajsız HES yapılarına nehir tipi HES yapıları da denilmektedir. Bu yapılar dünyanın çeşitli yerlerinde elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Hidroelektrik enerji üretiminde yaklaşık 700 TWh güç ile Çin ilk sırada yerini almaktadır, Çin'i yaklaşık 400 TWh güç üretimi ile Brezilya ve Kanada takip etmektedir [3]. Ülkemizde de su kaynakları elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Ülkemizde 20.yüzyılda başlayan HES yapılarından elektrik üretimi ilk olarak 1902 yılında Tarsus'ta küçük ölçekli bir hidroelektrik santralde başlamıştır [4]. 1913 yılında ilk büyük ölçekli santral İstanbul'da, 1933'te hidroelektrikle enerjisi sağlanan aydınlatma ve elektrik şebekesi Ödemiş'te kurulmuştur daha sonra 1935 yılında elektrik üretimi ile ilgili birkaç devlet kuruluşu tesis edilmiştir [4]. Ancak ilerleyen süreçte ülkemizin gelişimine paralel olarak artan elektrik ihtiyacını karşılama adına 2001 yılından sonra enerji sektöründe çeşitli düzenlemeler yapılmıştır [1].

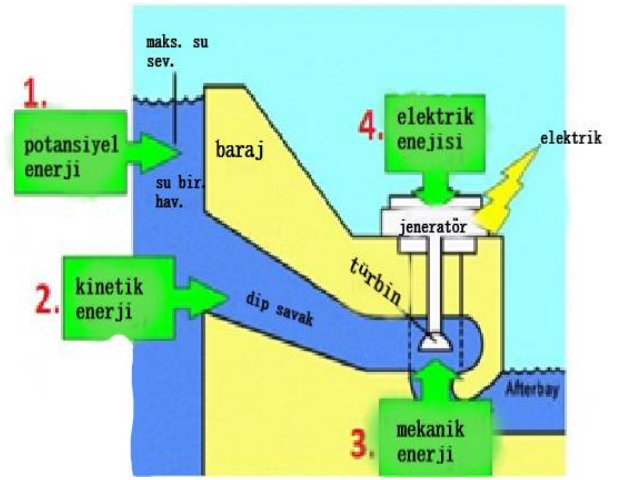
Doğu Karadeniz Bölümü sahip olduğu yüksek hidroelektrik potansiyeli ile Türkiye'nin hidroelektrik üretiminde önemli bir konumdadır. Bölümün sahip olduğu yüksek yağış miktarı ve akarsu miktarı su gücü ile elektrik üretiminde öne çıkmasında etkili olmuştur. Bu bölümde bulunan Trabzon, Rize, Artvin illerinde HES yapıları ile elektrik üretimi yaygın olarak gerçekleşir.

Bu çalışmada Trabzon ilinde bulunan HES'ler, için mevcut üretim ve tüketim durumu gibi konular incelenerek Trabzon ili mevcut hidroelektrik durumu hakkında veriler sunulmuştur. Ayrıca bu çalışma ile Trabzon ili için daha sonra yapılacak çalışmalara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM (Experimental)

2.1 Hidroelektrik Santraller (Hydroelectric Power Plants)

Suyun potansiyel enerjisinin, bir mil ve kanatçıga sahip eleman olarak basitçe tanımlanabilecek, türbin ile mekanik enerjiye ve daha sonrasında jeneratör ile elektrik enerjisine dönüştürüldüğü tesise hidroelektrik santrali denir [5]. Şekil 1 'de bir HES yapısının çalışma sistemi basitçe gösterilmiştir.



Şekil 1: Basit şekilde HES çalışma sistemi. [6]

Bu santrallerde üretilen enerji genellikle suyun düşü ve debisine bağlıdır ve çeşitli kategorilerde sınıflandırılabilir. HES'ler depo yapılarına göre, düşülerine göre, kurulu güçlerine göre, ulusal elektrik sisteminin yükünü karşılama durumuna göre, baraj gövdesinin tipine göre, santral binasının yerine göre gibi kategorilerde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma **Tablo 1**'de gösterilmiştir. Günümüzde dünya üzerinde hidroelektrik enerjisi üretimi rezervuarlı ve regülatör tip olarak kurulan HES'ler ile gerçekleştirilmektedir. Düşü ve debiye bağlı olduğundan ötürü HES tipi kurulacak yerin topoğrafik ve morfolojik özellikleri etkilenir [6]. Kurulacak bölgenin nüfusu, ticari yapısı, enerji ihtiyacı gibi çeşitli konulardan da HES tipinin seçimi etkilenir [7]. Ayrıca HES'ler taşkından korunma, turizm, sulama, enerji depolama, su ürünü yetiştirme amaçlarına hizmet etmesi için kullanılabilir. Bu ve bunun gibi genel ve özel ihtiyaçları karşılayabildikleri için birçok bölgede enerji ve elektrik üretiminde tercih edilir.

Dünya üzerinde altmıştan fazla ülke elektrik üretiminin yarısından fazlasını HES'lerden elde etmektedir [8]. Dünya'da hidroelektrik enerji üretiminde 694 TWh güç ile Çin ilk sırada, ikinci sırada 403 TWh güç ile Brezilya, üçüncü sırada ise 376 TWh güç ile Kanada yer

almaktadır [3]. Çin'de Hubei eyaletinde bulunan Üç Geçit Barajı (Three Gorges Dam) dünyanın en büyük elektrik santralidir [9]. Dünya'nın en büyük nehir tipi hidroelektrik santrali ise ABD'de bulunan Chief Joseph hidroelektrik santralidir ve 2.620 MW güce sahiptir [3]

Tablo 1: HES Sınıflandırması [2].

HES SINIFLANDIRMASI
Depolama Yapılarına Göre:
<ul style="list-style-type: none"> • Depolamalı(rezervuarlı) HES'ler • Nehir Tipi(regülatör) HES'ler
Düşülerine Göre:
<ul style="list-style-type: none"> • Alçak düşümlü HES'ler(H<10m) • Orta düşümlü HES'ler(H= 10-50 m arası) • Yüksek düşümlü HES'ler(H>50 m den büyük düşümlü)
Kurulu Güçlerine Göre:
<ul style="list-style-type: none"> • Çok küçük (mikro) kapasiteli(<100 kW) • Küçük(Mini) kapasiteli(100-1000 kW) • Orta kapasiteli(1000-10000 kW) • Büyük kapasiteli(>10000 kW)
Ulusal Elektrik Sisteminin Yükünü Karşılama Durumuna Göre:
<ul style="list-style-type: none"> • Baz Yük HES • Puant(Pik)Yük HES • Hem Baz hem de Puant(Pik)Yük HES
Baraj Gövdelerinin Tipine Göre:
<ul style="list-style-type: none"> • Ağırlıklı Beton Gövdeli Barajlı HES • Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES • Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES • Toprak Dolgulu Gövdeli HES vb.
Santral Binasının Konumuna Göre
<ul style="list-style-type: none"> • Yer Üstü HES • Yer Altı HES • Yarı Gömülü veya Batık HES

Türkiye'de nehir tipi ve depo tipi HES kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik santrallerde yakıt faktörünün olmaması, kurulum maliyetinin düşük olması ve çevreye zarar mekanizmasının çok az olması ülkemizde HES'lerin avantajlı yönleri olma konusunda önem arz eden hususlardır [1]. Hidroelektrik kaynaklarından elde edilen enerji toplam üretilen enerjinin %20,08 kadardır [10]. Enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları arasında

Süme, V., Firat, S.S., Türk Hidrolik Dergisi: Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi Cilt (Vol): 4, Sayı (Number): 1, Sayfa (Page): 11-24 (2020)

en yüksek paya sahip olması HES'lere daha da önem kazandırır [10]. Türkiye'nin 2023 yılı elektrik tüketiminin 450 milyar kWh civarında olacağı öngörülmektedir [11]. Bu sebeple HES'ler tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz içinde elektrik üretimi kapsamında değerli bir kaynak olarak düşünülebilir. Bu kaynağı ülkemiz adına değerlendirmek için yetkili makamlarca çeşitli çalışmalar yapılmış ve halen yapılmaya devam edilmektedir. 1932 yılında Türkiye'nin enerji talebini tahmin etmek, su kaynakları potansiyeli ile diğer enerji kaynaklarının potansiyellerini belirlemek ve geliştirmek için araştırma ve incelemeler yapmak amacıyla EİE kurulmuştur [4]. 1954 yılında DSİ'nin kurulmasından sonra hidroelektrik kapasitesi 10 yıl içinde toplam enerji üretiminin %44'ünden sorumlu olan 412 MW (toplam kurulu kapasitenin %34'üne eşdeğer) değerine ulaşmıştır [4]. Türkiye'nin hidroelektrik üretimi, 1980'lerde %60'lar civarında enerji üretiminden pay alırken, sonraki yıllarda doğal gazın elektrik üretiminde kullanılmaya başlanması ve çeşitli yanlış uygulamalar sonucu büyük oranda azalmıştır [12]. 2001 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuş ve hidroelektrik dahil tüm enerji süreçleri için yeni bir dönem başlamıştır [4]. 2003 yılında Su Kullanım Hakkı Anlaşması yürürlüğe girdi ve özel sektörün enerji yatırımlarında önünün açılarak çok sayıda HES inşa edilmesi sağlanmıştır [1]. 2005 yılında çıkan kanun ile özel sektörün elektrik üretip satmasına izin verilmiştir ayrıca 2011 yılında düzenlene kanun ile küçük HES kurulumu sağlanmış ve mini ve mikro HES'lerin kurulumu için başvuru il özel idareleri tarafından alınmaya başlamıştır [4]. Doğu Karadeniz Bölgesi de dahil işletmeye alınan HES'lerin olduğu tüm şehirlerde sanayi açısından ihtiyaç duyulan enerji gereksinimine katkı sağlandığı görülmüştür [1]. Türk hükümetinin, 2023 yılına kadar hidroelektriğin önemli bir konumda olacağı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde ettiği enerjiyi %30 seviyesine çıkarmayı amaçlayan planı vardır [13]. Bu planlamanın oluşmasında Avrupa Birliği (AB) topluluğunun yeşil enerjiyi desteklemeyi benimsemesi ve Türkiye'nin de üyelik adımları atması etkili olmuştur.

2.1.1 Hidroelektrik Potansiyeli (Potential of Hydroelectricity)

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin kuramsal üst sınırını gösteren brüt teorik hidroelektrik potansiyeli, deniz seviyesine kadar olan (sınır aşan sularda sınıra kadar) mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyelin %100 verimle türbinlenerek elde edileceği varsayılan yıllık ortalama enerji potansiyelini ifade etmektedir [12]. Teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin mevcut koşullardaki teknolojik üst sınırını göstermektedir [12]. Ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin

ekonomik olarak optimizasyonunun sınır değerini gösterir [12]. 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 [14]. Bu potansiyel içerisinde Doğu Karadeniz Bölümü’nün önemli bir yeri vardır. Doğu Karadeniz Bölümü Ordu ilinde bulunan Melet Çayı ile Gürcistan sınırı arasında kalan, çoğu kısmı dağlık olan, 18265 km² alana sahip, zemin özellikleri sebebiyle yağmur yağışının büyük bir kısmını akışa geçiren ve bu gibi nevi şahsına münhasır özellikleri olan bir bölümdür [15]. Doğu Karadeniz Havzası, ülkenin en yüksek yıllık ortalama yağış değerine sahip olması ve havzanın sahip olduğu yükselti sebebiyle HES’ler için avantajlar sağlar [13]. Dağların konumu ve sahip olduğu yağış değerleri ile HES kurulması için elverişlidir [16]. Bölge topografyası Trabzon’un doğusundan itibaren yağışların artmasına, doğuda Rize, Arhavi ve Hopa’da yağışların maksimum seviyeye çıkmasına katkıda bulunur [15]. 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, Gümüşhane ise 465 mm’dir. Havzanın en doğusundaki, Arhavi İlçesi’nin yağış yüksekliği 2593 mm, Hopa İlçesi’nin yağış yüksekliği ise 2500 mm’dir [15]. Doğu Karadeniz Bölümü Türkiye’nin Havzaları içinde çok sayıda ve çeşitli boylarda akarsuya sahip bir havzasıdır [16]. Havzadaki illerin kurulu güçleri ve üretim miktarları birbirine yakındır buna ek olarak Trabzon, Giresun’dan sonra en büyük potansiyele sahip ildir [13].

2.1.2 Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması (Classification of Hydroelectric Power Plants)

Hidroelektrik santraller için yapılan sınıflandırmalardan depo tipine göre, düşülerine göre ve kurulu güçlerine göre kategorilerini göz önüne almak elektrik üretimi, elektrik üretiminde kullanılan yöntemleri ve yapıları daha iyi kavrama açısından fayda sağlayabilir. Depo tipine göre HES’ler ülkemizde nehir tipi ve barajlı tip olarak mevcuttur [5]. Barajlı tipte, akarsu sahil kısımlarından bir tanesi meteorolojik koşullara göz önüne alınarak ve gerekli düşü yüksekliği için memba kısmından rezervuar ile tamamen kapatılır [5]. Bu tip HES’ler yaygındır, bu yapıların işletme maliyetleri düşüktür, ekonomik ömrü uzundur ayrıca bu yapılar çevre dostudur, bulunduğu yerde halka çeşitli imkanlar sağlayan ve dışa bağımlılığı azaltan yapılardır [8]. Su

Süme, V., Firat, S.S., Türk Hidrolik Dergisi: Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi Cilt (Vol) : 4, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 11-24 (2020)

alma yapısı, kuvvet tüneli, denge bacası, vana odası, cebri borular, santral binası, çıkış suyu kanalı, şalt sahası ve iletim hattı yapılar bu tip HES’lerde bulunabilir. Rezervuardan cebri boru içine akan su, potansiyel enerji ve akışta elde ettiği kinetik enerji ile türbini çevirir ve çıkar böylece elektrik enerjisi elde edilmiş olur [17]. Nehir tipte su depolaması söz konusu değildir bu sebeple mevsime bağlı olarak debi ve düşü etkilenir. Nehir tabanı kesitine tesisler yerleştirilir eğer kesit tabanı yeterince geniş değilse kazı işlemleri ile genişletilir [15]. Nehir santral yapılan; regülatör ve ilgili yapılar (nehir nakil araçları geçiş yeri, tomruk yolu, balık geçiş yeri) esik, ızgara, perde ve benzeri duvar, servis köprüsü, dalgıç perde, giriş yapısı ve bölme ayaklan, santral binası, kuyruk suyu kanalı, istinat duvarlarından ibarettir [15]. Düşülerine göre santraller alçak, orta, yüksek düşümlü şekilde sınıflanır ve biriktirme haznesi genelde kullanılır ve Pelton ve Francis tip türbinler kullanılır [18]. Orta düşümlü santraller nehir tipi ve biriktirmeli şekilde olabilir, Kaplan, Pelton ve Francis türbinleri kullanılabilir [18]. Alçak düşümlü santrallerin genellikle debileri yüksektir ve nehir tipi şeklinde yapılırlar ve Kaplan, ve Francis türbinleri kullanılır [18]. Kurulu güçlerine göre HES’ler, mikro, mini, orta ve büyük kapasiteli olarak sınıflandırılabilirler. 50 MW ve daha üzeri güç üreten konveksiyonel güç santralleri sınıfında değerlendirilebilen, merkezi enerji nakil hatları ile ürettiği enerji bir ülkenin birçok bölgesine dağıtılabilen santrallere büyük kapasiteli hidroelektrik santraller denir [19]. Baraj gölü gibi maliyet oluşturacak yapılara gerek duymayan, 10-50 MW enerji üretebilen, yerel kullanılan ya da nakil hatları ile ulusal enerji şebekesine bağlanabilen, küçük, mini, mikro şeklinde isimlendirilebilen hidroelektrik santrallerine küçük hidroelektrik santralleri denir [19]. Küçük HES’lerin kurulmalarındaki asıl amaç, kırsal yerlerin enerji ihtiyacının karşılamak, sosyal ve ekonomik açıdan kalkınmalarına yardımcı olmaktır [5]. Çeşitli konularda değerlendirilerek kavranması için **Tablo 2’de** küçük HES’lerin sınıflandırılması detaylı olarak verilmiştir. Büyük yapıların tamamlayıcısı olarak da düşünebileceğimiz bu yapılar üretimde önemlidir.

Küçük hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması aşağıda BM UNIDO tarafından belirtildiği şekilde yapılabilir [4].

- 100 kW gücü altında olanlar mikro,
- 101-1000 kW güçleri arasında olanlar mini,
- 1001-10000 kW güçleri arasında olanlar küçük hidroelektrik santraller olarak kabul edilmiştir.

Günümüzde küçük hidroelektrik santrallere yatırım yapmanın önünde olan en büyük engel maliyetin ne kadar tutacağıdır [20]. Ayrıca maliyet tahminleri ile var olan işletme yapılarının gerçek maliyetleri arasında sapmalar olabilmektedir. Bu santraller iç suların enerji elde etmek için ekonomik çözüm yöntemidir, santralin baş

yüksekliği maliyeti etkiler ve türbin seçimi en önemli parametresidir [20]. Elektrik üretimi ana görevinin yanında küçük hidroelektrik santraller su yönetimi için de kullanılmaktadır. Su durumunun düzenlenmesinde, taşkından korunmada, toprağın su tutması ve havalanmasında çevreye önemli katkıda bulunur. Ancak bu gibi olumlu faydalarının yanında çevreye çeşitli zararlı etkileri olduğu da bilinmektedir [20].

Tablo 2: Küçük Hidroelektrik Santrallerin Ayrımı [20]

Küçük Hidroelektrik Santraller	Enerji Edinim Kaynağı	Denizler
		İçsular
		Birleşik Durumlar
	Başlık Yüksekliği	Yüksek Baş >100 m
		Orta Baş 30 m -100 m
		Düşük Baş <30 m
	Çalışma Prensibi	Suyu Depolamayan (Rezervuarsız)
		Kapasite Faktörü İle Çalışan (Mid-Merit)
		Ara Sıra Çalışan (Zirve)
	Baraj Yapılma Tarzı	Savak Yanında
		Baraj Yanında
		Derivasyon Kanalı İle
		Basınç Derivasyon İle
		Birleşik Derivasyon İle
		Birleşik Derivasyon İle

2.1.3 Hidroelektrik Santrallerin Avantajları (Advantages of Hydroelectric Power Plants)

Hidroelektrik santrallerin elektrik üretiminde sağladığı avantajlar mevcuttur ve bu durum santrallerin tercih edilmesinde belirleyici bir konudur. Bu bölümde bu avantajlardan belirtilecektir. Üretilen enerji yerli

enerjidir, yenilenebilir kaynaklardan üretilir ve HES yapılarından sulama, taşkın, içme suyu için yararlanılır, her mevsim verim alınabilir [21]. HES yapıları iklim ve hidrolik çevreye dahil süreçlerden etkilenen, yüksek verimli, benzer enerji üretim yöntemlerinden daha düşük işletme maliyetine sahip, işletme ömrü uzun olana enerji üretim sitemleridir [4]. Ulusal sistemden enerji alamayan kırsal yerler için ideal bir sistemdir, kullanılacak türbin ve makineler bu yapılara için tipleştirilerek aynı tipte santraller oluşturularak az sayıda personel ile denetlenebilirler, bölgesel olarak kullanıldığından uzun iletim hattı ve uzun inşaa süreçlerine ihtiyaç duymayan yapılardır [7]. Santrallerde ihtiyaç duyulacak materyallerin endüstriyel üretimi yerli üretimle sağlanabilir [4]. Çevreye katı atık oluşturmaz, günlük ihtiyaç talebine kolay uyum sağlar, ucuz enerji üretimi sağlar, yüksek verimlidir [15]. Klimatolojik etki yapar (büyük yapılar biriktirme yapınca), balıkçılık, turizm ve su sporlarına katkı sağlar gibi belirtebileceğimiz avantajları da mevcuttur [5]. Santraller ile enerji depolaması yapılabilir bu depolama ile enerji ihracatı yapılabilir [22]. Bu yapılardan üretilen enerjinin birim maliyeti düşüktür, HES'ler rekabetçi piyasa ortamı sağlar ve ekonomik etkilerden kolay kolay etkilenmez [5]. Avantajların belli başlı olanları bu şekilde ifade edilmektedir.

2.1.4 Hidroelektrik Santrallerin Dezavantajları (Disadvantages of Hydroelectric Power Plants)

Hidroelektrik santrallerin elektrik üretiminde sağladığı avantajlar gibi dezavantajlar da mevcuttur. Hidroelektrik santraller, taşınmaz veya halkın santralin kurulduğu bölgeden uzaklaştırılmasına, bitki ve flora kaybına, yüksek miktarda hafriyat çıkışının meydana gelmesine, suyun kalitesinin bozulmasına sebep olabilir [15]. Küçük HES'lerin işletme giderleri ve 1Kw kurulu güç için yatırım maliyeti büyük santrallere göre daha yüksek gerçekleşir [7]. Biriktirmeli yapılardan kaynaklı olarak kurulan bölgede tarım alanı kaybı ve ekolojik dengede bozukluk görülebilir [22]. Depolama yapılmayan santrallerde elektrik üretimi kuraklıktan olumsuz etkilenir [15]. Belirlenen proje koşullarına uygun olmadan yapılan santral yapım yöntemleri, hafriyat uzaklaştırma vb. işlemler santralin kurulduğu bölgede erozyona ve çevre kirliliğine yol açabilir [16]. Akarsu yatağı ve çevresinden kaynaklı inşaa problemleri oluşabilir ve yapıldığı bölgede gürültüye sebep olabilir [4]. Dezavantajların belli başlı olanları bu şekilde ifade edilmektedir.

2.2 Doğu Karadeniz Havzası ve Trabzon İli İçin Elektrik Tüketimi ve Elektrik Tüketim Beklentileri (Electricity Consumption and Electricity Consumption Expectations for the Eastern Black Sea Basin and Trabzon Province)

Doğu Karadeniz Havzasının elektrik ihtiyacını, bu ihtiyacın değişimini ve hangi şekilde karşılandığını belirterek bölgedeki hidroelektrik santrallerinin havzanın elektrik ihtiyacını karşılamadaki rolünü bölgenin genel özelliklerine değinerek belirtmek faydalı olacaktır. Üstelik bu değerlendirme, ülkemizin hidroelektrik enerjisi üretiminde havzanın önemli konumunu açıklamaya fayda sağlanacaktır. Doğu Karadeniz Havzası'nın yüksek yağış değerine, büyük düşümlü dik vadilerle ve büyük debili akarsulara sahip oluşu hidroelektrik santraller için önem arz etmektedir. EİE'nin 2004 yılında yaptığı çalışmada küçük hidroelektrik santraller hakkında değerlendirilmeler yapılmış ve Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunan HES'lerin büyük çoğunluğunun rantabilite katsayısının 1'den büyük olduğu belirtilmiştir [23]. Küçük HES'ler için uygun akarsuların çoğunluğu bölge alanının büyük bir kısmını temsil eden Giresun, Rize, Trabzon illerindedir [23]. Bu üç ilin küçük hidroelektrik potansiyeli %80 oranında kullanıldığında $629,29 \cdot 10^6$ kWh enerji üretimi gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir [23]. Yapılan daha sonraki çalışmalarda Havza'nın brüt hidroelektrik potansiyelinin, kurulu güç açısından 4555,95 MW, üretilebilecek enerji açısından ise 39910,19 GWh olduğu tespit edilmiştir [24].

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 17727,34 GWh/yıl olduğu anlaşılmıştır. İller bazında bakıldığında; en fazla santral projesinin Trabzon ilinde (124 adet), en büyük kurulu gücün Giresun ilinde (1322,10 MW) olacağı, en fazla üretilebilecek enerji miktarının ise Rize ilinde (4644,11 GWh/yıl) gerçekleşeceği görülmüştür [24]. Havzanın hidroelektrik kurulu gücü dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam kurulu gücünün %11,32'sine, hidrolik kurulu gücünün %34,82'sine, termik kurulu gücünün %17,27'sine, jeotermal-rüzgâr kurulu gücünün ise yaklaşık olarak %583,26'sına karşılık geldiği tespit edilmiştir [24]. Havzanın hidroelektrik enerji üretimi dikkate alındığında, Türkiye'nin toplam enerji üretiminin %9,10'una, hidrolik enerji üretiminin %49,30'una, termik enerji üretiminin %11,30'una, jeotermal-rüzgâr enerji üretiminin yaklaşık olarak %918'ine karşılık geldiği belirlenmiştir [24].

Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. bölgede elektrik dağıtımını gerçekleştiren firmalardandır. Özellikle bölgenin yüksek potansiyelli illeri olan Rize, Trabzon, Giresun illerinde elektrik dağıtım faaliyetleri bu firma tarafından gerçekleştirilmektedir. 2008-2017 döneminde, Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Gerçekleşmiş Tüketim Değerleri **Tablo 3**'de verilmiştir. **Tablo 3**'de belirtildiği üzere bölgedeki tüketim değeri sürekli olarak artmıştır. **Tablo 4**'de ise 2019-2028 yılları arasında gerçekleştirilecek tahmini tüketim değerleri verilmektedir. **Tablo 4**'de belirtilen değerlerden görüldüğü üzere bölgede tüketim miktarı artacaktır.

Tablo 3: Çoruh EDAŞ gerçekleştirilmiş tüketim değerleri [25].

Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Gerçekleşmiş Tüketim Değerleri		
YIL	ÇORUH EDAŞ (GWh)	ARTIŞ (%)
2008	2.543	6,5
2009	2.611	2,7
2010	2.843	8,9
2011	3.150	10,8
2012	3.239	2,8
2013	3.344	3,2
2014	3.502	4,7
2015	3.583	2,3
2016	3.728	4
2017	3.876	4

Tablo 4: 2019-2028 Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Düşük, Baz, Yüksek Tüketim Senaryolarına Göre Elektrik Tahmin Değerleri-Brüt Elektrik Tüketimi Tahmini (GWh) – Bölge Toplam [25]

Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Düşük, Baz, Yüksek Tüketim Senaryolarına Göre Elektrik Tahmin Değerleri						
YIL	DÜŞÜK	ARTIŞ (%)	BAZ	ARTIŞ (%)	YÜKSEK	ARTIŞ (%)
2019	4.023		4.102		4.182	
2020	4.093	1,8	4.215	2,8	4.339	3,8
2021	4.172	1,9	4.338	2,9	4.510	3,9
2022	4.244	1,7	4.456	2,7	4.677	3,7
2023	4.317	1,7	4.577	2,7	4.851	3,7
2024	4.386	1,6	4.697	2,6	5.026	3,6
2025	4.454	1,6	4.817	2,6	5.205	3,6
2026	4.521	1,5	4.937	2,5	5.386	3,5
2027	4.585	1,4	5.057	2,4	5.571	3,4
2028	4.648	1,4	5.177	2,4	5.759	3,4

Tablo 5 ve **Tablo 6**'da ise bölgedeki üç ilin 2018 yılı kurulu güç verileri ve lisanslı üretim miktarları gösterilmektedir. Ancak **Tablo 7**'de belirtilen 2018-2019 yıllarının gerçekleşen tüketim miktarları kıyaslandığı zaman havzanın önemli şehirlerinden Rize ve Trabzon da tüketim miktarında artışın gerçekleşmediği sadece Giresun ili tüketim miktarında bir artış olduğu görülmektedir. Bu durum göstermektedir ki bölgedeki tüketim, üretim miktarlarını ve bu miktarların sonraki yıllar için tahminlerini daha net kavramak için çeşitli

çalışmalar gerekmektedir. Ayrıca bölge üretimi ve tüketiminde HES payının net ortaya konulması için çalışmalar yapılabilir. Belirtilen bu durumları değerlendirmek, HES'lerin bölgedeki elektrik üretim ve tüketimi içerisindeki durumunu kavramak ve daha sonra yapılabilecek çalışmalara katkıda bulunmak için bu çalışmada Trabzon ilinde bulunan HES'ler baz alınarak ilin durumu değerlendirilecek ve bölge için değerlendirmeler yapılacaktır.

Tablo 5: 2018 Yılı Sonu İtibariyle Lisanslı Kurulu Gücün İl Bazında Dağılımı [26]

2018 Yılı Sonu İtibariyle Lisanslı Kurulu Gücün İl Bazında Dağılımı		
İl Adı	Kurulu Güç (MW)	Oran (%)
Rize	342,94	0,41
Trabzon	575,37	0,69
Giresun	848,99	1,02

Tablo 6: 2018 Yılı Sonu İtibariyle Lisanslı Elektrik Üretiminin İl Bazında Dağılımı [26]

2018 Yılı Sonu İtibariyle Lisanslı Elektrik Üretiminin İl Bazında Dağılımı		
İl Adı	Üretim (MWh)	Oran (%)
Rize	1.057.145,32	0,36
Trabzon	1.488.515,28	0,5
Giresun	2.129.058,80	0,72

Tablo 7: 2018-2019 Yılları İl Bazlı Tüketim Kıyaslanması [27]

Faturalanan Elektrik Tüketiminin 2018-2019 Yılları Arasında Karşılaştırılması (MWh-%)		
	2018	2019
Rize	750.591,72	736.909,26

Trabzon	1.500.503,74	1.485.461
Giresun	661.846,15	684.198,32

3. BULGULAR(Results)

3.1 Trabzon'da Bulunan Hidroelektrik Santrallerinin Elektrik Tüketimi Açısından Değerlendirilmesi (Evaluation of Hydroelectric Power Plants in Trabzon in Terms of Electricity Consumption)

Bu bölümde Trabzon ili verileri kullanılarak Doğu Karadeniz Havzası enerjisi açısından hidroelektrik üretiminin ve HES'lerin önemi değerlendirilerek HES'lerin öneminin daha net kavranması için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme yapılırken yağış, elektrik üretimi ve tüketimi, HES'ler, HES'lerin üretim ve tüketim sirkülasyonunda ki durumu incelenmiştir.

Trabzon Doğu Karadeniz kıyısında yer alan bir sahil kentidir. Trabzon 39:43:00 D 41:00:00 K boylam ve enlem arasında yer alır. "Trabzon Bölgesinin havza alanı 5310 km², yıllık yağış ortalaması 900 mm kadardır. Yıllık ortalama akış (yerüstü) hacmi değeri 3.486 milyar m³'dür. Ayrıca yıllık ortalama akış/yağış oranı: 0.74 ve yıllık ortalama akış verimi: 23.60 L/s/km²'dir [5]." Ancak Meteoroloji Genel Müdürlüğü Trabzon 11. Bölge Müdürlüğü verileri kullanılarak oluşturulan **Tablo 8'**de yağış miktarlarının son beş yılda değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. **Tablo 8'**de verilen 2014-2019 arası yıllık yağış ölçümlerinde Trabzon ilinde gerçekleşen yağış miktarları artıp ve azalmıştır. 2014 yılında 872,6 mm ölçülen yağış miktarı 2016 yılında 1044,2 mm olurken 2019 yılında 742,2 mm ölçülmüştür.

Yağış miktarındaki değişkenlik ve çeşitli çevresel koşullar akışa geçen su miktarını ve hidroelektrik üretimini etkiler. Bu koşulların etkilediği, bölgede elektrik üretiminde yaygın olarak kullanılan HES'lerin üretim miktarı da yağışa göre değişkenlik gösterecektir. Nitekim Çoruh Elektrik Trabzon Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen verilerle oluşturulan **Tablo 9'**da bu değişkenliği ortaya koymaktadır. **Tablo 9'**da Trabzon İline ait 2014-2019 yılları için HES üretim miktarları verilmektedir. HES üretiminde gerçekleşen bu değişimin tam anlamıyla açıklaması olmasa da bu verilerden görüldüğü üzere yağış miktarının azalıp artması HES üretiminin de azalıp artmasını gerçekleştirmiştir. Çünkü yağış ve akışa geçen su miktarı bu üretimin gerçekleşmesinde çok önemli konumdadır.

Tablo 8: Trabzon İli 2014-2019 Yılları Arası Yıllık Yağış Miktarı (mm) [28].

2014-2019 Yılları Arası Trabzon İli Yağış Miktarı(mm)

Yıl/Ay	Yıllık Toplam
2014	872,6
2015	955,8
2016	1044,6
2017	804,4
2018	928,2
2019	744,2

Trabzon ilinde 3966.2 GWh/yıl, enerji üretim potansiyeli mevcut olduğu, ilin küçük HES enerjisinde bölge için özel sektörün ilgi duyduğu en önemli il konumunda olduğu görülmektedir. [5]. Bu sebeplerden ötürü bölgenin enerji talebinin HES'ler ile karşılama oranı hakkında yorum yapabilmek için bu HES yapılarını ve özelliklerini bilmek gerekir. Bu çalışmada Trabzon ilindeki mevcut yapılar, yapılara ait veriler ve bilgiler verilerek hem il bazında hem de bölge bazında önemli bir enerji üretim kaynağı olan hidroelektrik santrallerin mevcut üretim potansiyeli açısından durumları değerlendirilecektir. Bu bağlamda bu çalışma ile bölge ve Trabzon için HES'lerin enerji ihtiyacındaki durumu değerlendirilerek sonraki yapılacak çalışmalara verilerin sunulması amaçlanmıştır.

Tablo 9: Trabzon İli 2015-2019 yılları arası yıllık HES üretim miktarı (kWh) [29].

Trabzon İli 2015-2019 Yılları Arası HES Üretim Miktarı(kWh)	
Yıllar	HES Üretim (kWh)
2015	600.796.498
2016	930.315.457
2017	756.404.073
2018	871.506.832
2019	797.887.694

Bu değerlendirmenin sağlanması açısından **Tablo 9**'da verilen HES üretim miktarlarına ait 2017-2019 yılları arası miktarlar daha detaylı olarak **Tablo 10**'da verilmiştir. **Tablo 10**'da Trabzon TEİAŞ 14. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen veriler ile bu yıllarda gerçekleşen dağıtım ve iletim miktarları belirtilmiştir. Toplam değerler **Tablo 9** ile uyumaktadır. Trabzon'da gerçekleşen faturalanmış tüketim miktarları **Tablo 7**'de verilmiştir. EPDK kaynaklarından belirtilen miktarlar ile Çoruh Elektrik Trabzon İl Müdürlüğü verileri ile **Tablo 11**'de oluşturulan Trabzon İli 2015-2019 Yılları Arası

Süme, V., Fırat, S.S., Türk Hidrolik Dergisi: Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi Cilt (Vol) : 4, Sayı (Number) : 1, Sayfa (Page) : 11-24 (2020)

Tüketim Miktarları (GWh) toplam değerleri birbiriyle yakın olmakla beraber eşleşmemektedir. Ayrıca **Tablo 11**'de tüketimin değerlendirildiği çeşitli sektörler verilmiştir.

Bu veriler incelendiğinde elektrik ihtiyacı hangi sektörlerde daha fazladır görülmektedir. Meskenler, ticarethaneler, sanayi kuruluşları Trabzon elektrik tüketiminde öne çıkan sektörlerdir. Bölgenin 2019 yılı tüketim değeri 1437 GWh olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılı HES üretim değeri olan 797,877 GWh bu tüketimin yarısından fazlasına denk gelir. Böylece HES'ler ile çeşitli sektörlerin ve bölgelerin ihtiyacı olan enerjinin sağlanmaya çalışıldığı ve bölgede HES'lerin elektrik ihtiyacını karşılamada önemli bir konumda olduğunu belirtmektedir. **Tablo 4**'de belirtilen projeksiyonda oluşacak elektrik talebinde HES'lerin de göz önüne alınması gerektiğini ortaya koyulur.

Tablo 10: Trabzon İli 2017-2019 Yılları HES Dağıtım ve İletim Miktarları (GWh) [30].

Trabzon İli 2017-2019 Yılları HES Dağıtım ve İletim Miktarları (GWh)			
Yıl	HES	HES	Toplam
	Dağıtım	İletim	
2017	598,6	156,7	755,2
2018	732,5	139	871,5
2019	679,4	118,5	797,9

Tablo 11: Trabzon İli 2015-2019 Yılları Arası Tüketim Miktarları (GWh) [29].

Tüketim (GWh)	Yıl	2015	2016	2017	2018	2019
	Mesken		572	595	628	627
Ticarethane		473	490	535	558	545
Aydınlatma		4	5	7	8	9
Sanayi		156	159	165	170	164
Tarımsal Sulama		1	1	1	1	1

Genel Aydınlatma	74	74	75	88	89
Toplam	1280	1324	1410	1451	1437

Bölge ve Trabzon için önemi fazla olan bu santraller daha önce sadece devlet tarafından projelendirilip, inşa edilip, işletilirken daha sonra yapılan değişiklikler tüzel kişilerce de yapılmaya başlanmıştır. Bu bölümde bahsedilen üretim ve tüketim sirkülasyonunda HES'lerin rolünü kavramada Trabzon iline ait HES'ler **Tablo 12** ve **Tablo 13**'de verilmiştir. **Tablo 12**'de DSİ yani kamu tarafından geliştirilen **Tablo 13**'de ise Tüzel kişiler tarafından geliştirilen santraller belirtilmiştir.

Tablo 12: Trabzon İlinde Bulunan DSİ Tarafından Geliştirilen Hidroelektrik Santralleri [31].

TRABZON İLİNDE BULUNAN DSİ TARAFINDAN GELİŞTİRİLEN HİDROELEKTRİK SANTRALLERİ						
PLANLAMA RAPORU HAZIR OLAN HİDROELEKTRİK SANTRALLAR						
1	HİDROELEKTRİK	PRJ	GÜÇ MW	OR. GWh	GÜV. GWh	İLÇE
2	AKOCAK	DSİ	75	227	51	ARAKLI
3	ÇAMBAŞI BARAJI VE HES	DSİ	40	180	103	ÇAYKARA
4	UZUNGÖL-II	DSİ	9	31	15	ÇAYKARA
5	SAMAN	DSİ	20	56	8	MERKEZ
6	AYVADERE REG.	EİE	10	40	26	ARAKLI
7	ÇANKAYA	EİE	70	248	180	ARAKLI
8	BALLICA REG. VE HES	EİE	7,9	38,61	12,68	-
9	AYVADERE REG. VE HES	DSİ	11	40,4	25,5	ARAKLI
MASTER PLAN RAPORU HAZIR OLAN HİDROELEKTRİK SANTRALLAR						
1	HİDROELEKTRİK	PRJ	GÜÇ MW	OR. GWh	GÜV. GWh	İLÇE
2	KAYACAN (KÖSECİK REG)	EİE	8,6	32	5	-
3	VARLIK REG. HES	EİE	3,7	15	2	-
4	ORTAKÖY - FOLDERE REG.	EİE	1,6	8	1	-
5	ÇITAKLI REG. VE HES	EİE	1,1	5,26	0,87	-
6	KARDAKLI REG. VE HES	EİE	1,3	5,93	0,91	AKHİSAR DERESİ

Tablo 12 (Devam)

ÖN İNCELEME RAPORU HAZIR OLAN HİDROELEKTRİK SANTRALLAR						
1	HİDROELEKTRİK	PRJ	GÜÇ MW	OR. GWh	GÜV. GWh	İLÇE
7	ÜÇARMANLAR R.VE HES	DSİ	10	50	19	OF
10	ÇAYKARA REG. VE HES	DSİ	30	83	31	ÇAYKARA
11	GÜNEYCE BAR. VE HES	DSİ	60	241	109	OF
12	UZUNGÖL-1 REG. VE HES ^x	DSİ	20	68,16	44,3	ÇAYKARA
İLK ETÜDÜ HAZIR OLAN HİDROELEKTRİK SANTRALLAR						
1	HİDROELEKTRİK	PRJ	GÜÇ MW	OR. GWh	GÜV. GWh	İLÇE

2	ÇANAKCI REG.VE HES	EİE	9,2	54	7	-
3	SELİMOĞLU REG.VE HES	EİE	2,8	16	7	-
4	ORTAÇAĞ REG.VE HES	EİE	2,7	17	10	-
5	CİNALI REG. VE HES	EİE	3,2	18	8	-
6	İFTELAN REG. VE HES	EİE	7,1	41	16	-
7	MANAHOZ REG. VE HES	EİE	2,8	17	3	-
8	SEYDİOĞLU REG. VE HES	EİE	1,5	9	7	-
9	HORYAN REG. VE HES	EİE	2,6	17	11	ARAKLI
10	BAYRAKTAR REG. VE HES	EİE	1,2	8	5	-
Tablo 12 (Devam)						
11	KÜÇÜKDERE REG.VE HES	EİE	2,3	14	7	-
12	AKHİSAR REG. VE HES	EİE	1,5	9,25	2,22	AKHİSAR DERE
13	SOLAKLI REG. VE HES	EİE	2	9,56	1,42	SOLAKLI DERE
14	HOLO REG. VE HES	EİE	2,1	9,79	0,98	HOLO DERE
15	KADAHOR REG. VE HES	EİE	3,6	16,36	1,54	ALTINTAŞ DERE
16	LARHAN REG. VE HES	EİE	2	9,59	2,42	ACISU DERE
17	KADIRALAK	EİE	1,2	6,37	1,71	-

Tablo 13: Trabzon İlinde Bulunan Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen Hidroelektrik Santralleri [31].

TRABZON İLİNDE BULUNAN TÜZEL KİŞİLERİ TARAFINDAN GELİŞTİRİLEN HİDROELEKTRİK SANTRALLERİ			
NO	HES ADI	İLÇE	DERE
1	ÇAMLIKAYA HES	ÇAYKARA	KARAÇAM
2	SARMAŞIK	HAYRAT	MAKİ DERESİ
3	KUŞLUK HES	ARAKLI	YAĞMURDERE
4	ATAKÖY HES	ÇAYKARA	KARAÇAM DERE
5	AMASTAL I REG. VE HES	-	AMASTAL DERE
6	AMASTAL II REG. VE HES	-	AMASTAL DERE

Tablo 13 (Devam)

7	YANBOLU REG. VE HES	-	YANBOLU DERE
8	YUK. MANAHOZ R.VE HES	-	MANAHOZ DERE
9	SARMAŞIK II HES	HAYRAT	MAKİ DERESİ
10	KÖPRÜYANI R. VE HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE
11	YILDIZLI REG. VE HES	AKÇAABAT	YILDIZLI D.
12	KEMERÇAYIR REG.VE HES	OF	BALTACI DERE
13	ÜÇANLAR REG. VE HES	OF	BALTACI DERE
14	KAYALIK REG. VE HES	VAKFIKEBİR	KAYALIK DERESİ
15	BALKODU-I REG. VE HES	ÇAYKARA	BALKODU DERE
16	BALKODU-II REG. VE HES	ÇAYKARA	KAVLATAN DERE

17	TONYA REG. VE HES	MAÇKA	KANKAR DERE
18	YAYLABAŞI REG. VE HES	-	YAYLABAŞI D.
19	GÜNAYŞE REG.VE HES	-	MANAHOZ DERE
20	AKÇA REG. VE HES	VAKFIKEBİR	KIRAZLIK DERE
21	CUNİŞ HES	HAYRAT	CUNİŞ
22	CEVHER-I REG. VE HES	MAÇKA	MADEN DERESİ
23	CEVHER-II REG. VE HES	MAÇKA	MADEN DERESİ
24	AÇMA REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE
25	VİZARA REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ DERE
26	DEREBAŞI HES	ÇAYKARA	BÜYÜK DERE
27	GÜNEŞLİ II HES	OF	SOLAKLI
28	ATM-I HES	ÇAYKARA	KÖKNAR
29	DÜZKÖY REG. VE HES	DÜZKÖY	KALEDERE
30	BERRAK REG. VE HES	-	YANBOLU
31	ARAKLI -4 HES	ARAKLI	HOYRAN
32	OYLUM REG. VE HES	ARAKLI	KÜÇÜKDERE
33	ÇAĞLAYAN REG. VE HES	HAYRAT	KARÇAL
34	ARCA REG. VE HES	OF	SOLAKLI
35	ARAKLI -1 HES	ARAKLI	UZUNÇAYIR
36	ÇARK REG. VE HES	OF	ÇARK DERE
37	ARAKLI-3 HES	ARAKLI	HALİLOĞLU DERE
38	ARISU REG. VE HES	MAÇKA	MADEN DERE
39	YAĞMUR REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ ÇAYI
40	ÇAMLI REG. VE HES	VAKFIKEBİR	FOL DERESİ
41	KURTALİ REG. VE HES	ÇAYKARA	ALİFOSTAL DERE
42	ŞİRİN REG. VE HES	ÇAYKARA	EĞRİ DERE
43	ESENTEPE HES	OF	ÖGENA DERE
44	YANBOLU REG. VE HES	ARSİN	YANBOLU DERE
45	SUKENARI REG. VE HES.	MAÇKA	DEĞİRMENDERE
46	KÖPRÜBAŞI REG. VE HES.	KÖPRÜBAŞI	MANAHOZ ÇAYI
47	KILIÇLI REG. VE HES	ARSİN	YANBOLU ÇAYI
48	HAVRAS HES	ARAKLI	KARADERE/ERİKLİ DERE
49	GEYİKLİ REG. VE HES	ŞALPAZARI	ADAMBİLMEZ DERE
50	AĞASAR REG. VE HES	ŞALPAZARI	ADAMBİLMEZ DERE
51	YEŞİLALAN REG. VE HES	ÇAYKARA	KOZNO DERE
52	MAVİ HES	MAÇKA	DEĞİRMENDERE
53	VOLKAN HES	ÇAYKARA	BALKODU DERESİ
54	DEREİÇİ HES	MAÇKA	ACISU-YAYLA DERE
55	DERİN HES	MAÇKA	ACISU DERE
56	DERİNDERE HES	TONYA	DERİNDERE
57	NURSU REG. VE HES	OF	BÖLÜMLÜ DERESİ

Tablo 13 (Devam)

58	ARAKLI KAÇKAR REG. VE HES	ARAKLI	HARMAN VE KÜÇÜK DERELERİ
59	KARAKAYA REG. VE HES	MAÇKA	BEKÇİLER VE KARAHAVA DERELERİ
60	DEĞİRMEN REG. VE HES	MAÇKA	YANBOLU-ERZURUM DERELERİ
61	TURNAGÖL I REG. VE HES	MAÇKA	HAMSİKÖY-TURNAGÖL DERELERİ
62	TURNAGÖL II REG. VE HES	MAÇKA	HAMSİKÖY-TURNAGÖL DERELERİ
63	GAGABEYAZ REG. VE HES	MAÇKA	HAMSİKÖY-KATIKAR DERELERİ

64	ÇANAK I-II-III REG. VE HES	MAÇKA	ORTA-KEVSUT-HAC- KABANBAŞI DE.
65	DOĞAN REG. VE HES	MAÇKA	ŞİMŞİRLİ (KUŞTUL) DERESİ
66	ÖZDİL REG. VE HES	YOMRA	YOMRA DERESİ
67	HADİ REG. VE HES	ÇAYKARA	MALTEPE (HADİ) DERESİ
68	MALTEPE REG. VE HES	ÇAYKARA	MALTEPE (HADİ) DERESİ
69	YEŞİLÇAMLIK REG. VE HES	ÇAYKARA	DERNİYOZ DERESİ
70	BİGA I-II-III-IV REG. VE HES	MAÇKA	MERYEMANA-GIRLAVU-KARAHAYA D.
71	ÇINAR HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ
72	SÖĞÜT HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ
73	SARAL-5 REG. VE HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ(KALE)-ARPAÇILI-ACISU-BALIKLI DERELERİ
74	KAYIN HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ(KALE) DERESİ
75	GÖKSEL I-I.a REG. VE HES	HAYRAT	KAÇKAR-SEMERDAĞ-GERİ DERELERİ
76	SEDİR HES	AKÇAABAT	SÖĞÜTLÜ (KALE) DERESİ
77	ÇINAR REG. VE HES	ÇAYKARA	BALKODU DERESİ
78	MEŞE REG. VE HES	ÇAYKARA	KAVLATAN DERESİ
79	MERYEMANA REG. VE HES	MAÇKA	MERYEMANA DERESİ
80	GÜVEN REG. VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN - SIRON DERELERİ
81	KAYALAR REG. VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN - DEMİRKAPI DERESİ
82	DERİN REG. VE HES	ÇAYKARA	SOLAKLI - EĞRİ (YEŞİLALAN) DERESİ
83	KARADERE REG. VE HES	ARAKLI	KARADERE VE ÇATMA DERELERİ
84	GÖKÇEKÖY REG. VE HES	ŞALPAZARI	GÖRELE - CİBA VE GÖKÇEKÖY DERELERİ
85	MEHMETLİ HES	MAÇKA	HORTEN DERESİ VE YAN KOLU

Tablo 13 (Devam)

86	HEMLİGÜRGEN REG. VE HES	TONYA	ÇANAKÇI DERESİ
87	KUTLU REG. VE HES	ÇAYKARA	SOLAKLI- AKKÖSE DERELERİ
88	LALE REG. VE HES	ARAKLI	KARA VE TOROSLU DERELERİ
89	GÜSEY 1 REG. VE HES	YOMRA	YOMRA (DURANA) DERESİ
90	DEMİRKAPI REG. VE HES	ÇAYKARA	BÜYÜKDERE-ŞEKERSU,KUZUGÖLÜ,KANLI D.
91	KISACIK REG. VE HES	ÇAYKARA	HALDİZEN - DEMİRKAPI DERESİ
92	KISMET REG. VE HES	MAÇKA	KALYON - MİNCANOS DERESİ

93	DERİNDERE REG. VE HES	HAYRAT	CUNİŞ VE PUŞUR DERELERİ
94	ÇOŞANDERE REG. VE HES	ARAKLI	BÜYÜK DERE-KÜÇÜK DERE
95	SÜMELA HES	MAÇKA	KATIKAR, SARALIM VE BODAMIŞ DERELERİ

Bu santrallerin isimleri bulunduğu ilçeler yük miktarları verilmiştir. **Tablo 14**'de ise üretim lisansına sahip santraller belirtilmiştir. Bu tablolardan görüldüğü üzere ilde çok sayıda HES vardır. Şehir ve havza için HES'lerin günümüzde çokça tercih edilen önemli bir enerji üretim yöntemi olduğu anlaşılır.

Tablo 14: Trabzon İlinde Bulunan Üretim Lisanslı Hidroelektrik Santraller [32]

TRABZON İLİ LİSANSLI HİDROELEKTRİK SANTRALLERİ						
NO	TESİS ADI	TESİS İLÇESİ	KUR. GÜCÜ MWM	KUR. GÜCÜ MWm	İNŞA HAL. KAP. MWe	İŞL. .KAP. MWE
1	DÜZKÖY REG. VE HES	DÜZKÖY	6,31	6,12	6,12	0,00
2	ARAKLI KAÇKAR REG. VE HES	SÜRMENE	3,98	3,86	3,86	0,00
3	SARMAŞIK II HES	HAYRAT	22,02	21,58	0,00	21,58
4	SARMAŞIK I- HES	HAYRAT	21,46	21,04	0,00	21,04
5	OYLUM I-II REG VE HES	SÜRMENE	3,60	3,50	3,50	0,00
6	OYLUM III REG VE HES	SÜRMENE	5,63	5,46	0,00	5,46

Tablo 14 (Devam)

7	BANGAL REG. VE KUŞLUK HES	ARAKLI	17,53	17,00	0,00	17,00
8	LALE REG. VE HES	ARAKLI	6,65	6,50	0,00	6,50
9	ARAKLI KARADERE PRJ ERİKLİ-AKOC AK REG. VE AKOC AK HES	ARAKLI	84,18	82,50	0,00	82,50

10	İŞIKLAR (VİSERA) HES	AKÇAABAT	1,04	1,00	0,00	1,00
11	ÇANAĞCI REG. VE HES	VAKFIKEBİR	9,27	9,16	0,00	9,16
12	KARAKAYA REG. VE HES	MAÇKA	9,20	9,01	0,00	9,01
13	LARHAN REG. VE HES	MAÇKA	15,61	14,99	14,9	0,00
14	KÖPRÜYANI REG. VE HES	MAÇKA	12,20	11,90	0,00	11,90
15	İFTELAN REG. VE HES	ARAKLI	13,44	13,03	13,0	0,00
16	YANBOLU REG. VE HES	ARSİN	9,55	9,08	0,00	9,08
17	UZUNGÖL-I REG. VE HES	ÇAYKARA	29,08	28,21	28,2	0,00
18	ARAKLI-4 REG. VE HES	ARAKLI	9,18	8,91	0,00	8,91
19	KÖPRÜBAŞI REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	8,20	7,95	0,00	7,95
20	KADAHOR REG. VE HES	MAÇKA	9,75	9,36	0,00	9,36
21	ORTAÇAĞ REG. VE HES	ARAKLI	13,28	12,94	0,00	12,94
22	DEREİÇİ HES	MAÇKA	7,05	6,77	0,00	6,77
23	SELİMOĞLU REG. VE HES	ARSİN	9,34	8,80	0,00	8,80
24	ARAKLI-3 REG. VE HES	ARAKLI	0,65	0,63	0,00	0,63

Tablo 14 (Devam)

25	ESENTEPE REG. VE HES	ÇAYKARA	16,20	15,88	0,00	15,88
26	SUKENARI REG. VE HES	MAÇKA	8,83	8,57	0,00	8,57
27	ARAKLI-I REG. VE HES	ARAKLI	15,36	14,91	0,00	14,91
28	ÜÇCHARMANLAR REG. VE HES	OF	17,44	16,64	0,00	16,64
29	HORYAN REG. VE HES	ARAKLI	6,32	5,68	0,00	5,68

30	VİZARA REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	8,85	8,58	0,00	8,58
31	MAVİ REG. VE HES	MAÇKA	11,60	11,39	0,00	11,39
32	YAĞMUR REG. VE HES	SÜRMENE	9,19	8,95	0,00	8,95
33	ARISU REG. VE HES	MAÇKA	5,01	4,68	0,00	4,68
34	AÇMA REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	2,50	2,40	0,00	2,40
35	ÇAĞLAYAN REG. VE HES	HAYRAT	6,14	6,00	0,00	6,00
36	ATAKÖY REG. VE HES	ÇAYKARA	5,53	5,53	0,00	5,53
37	GÜNAYŞE REG. VE HES	KÖPRÜBAŞI	9,20	9,10	0,00	9,10
38	ÇAMBAŞI REG. VE HES	ÇAYKARA	45,00	44,10	0,00	44,10
39	GÜNEŞLİ II HES	OF	12,60	12,38	0,00	12,38
40	ATAKÖY HES	ÇAYKARA	7,81	7,50	0,00	7,50
41	ÇAYKARA HES	ÇAYKARA	27,00	25,92	0,00	25,92
42	ARCA HES	OF	17,58	16,35	0,00	16,35
43	DEREBAŞI HES	ÇAYKARA	11,32	10,65	0,00	10,65
44	CEVHER I-II HES	MAÇKA	17,06	16,36	0,00	16,36
45	ÜÇANLAR REG. VE HES	OF	12,59	11,94	0,00	11,94
46	KEMERÇAYIR REG. VE HES	OF	16,14	15,50	0,00	15,50
47	SEYDİOĞLU REG. VE HES	YOMRA	2,34	2,28	0,00	2,28

Tablo 14 (Devam)

48	MANAHOZ REG. VE HES	SÜRMENE	7,35	7,08	0,00	7,08
49	TONYA I-II REG. VE HES	MAÇKA	2,61	2,50	0,00	2,50
50	CUNİŞ REG. VE HES	HAYRAT	8,79	8,40	0,00	8,40
51	BALKODU II REG. VE HES	ÇAYKARA	6,69	6,49	0,00	6,49
52	BALKODU I REG. VE HES	ÇAYKARA	9,48	9,19	0,00	9,19

53	YILDIZLI REG. VE HES	ORTAHISAR	1,25	1,20	0,00	1,20
54	YUKARI MANAHOZ REG. VE HES	SÜRMENE	23,70	22,40	0,00	22,40
55	ÇAMLIKAYA HES	ÇAYKARA	8,73	8,47	0,00	8,47

4. SONUÇ (Conclusion)

Enerji, insanlığın ihtiyaç duyduğu çok önemli bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyacın karşılanmasında çeşitli üretim süreçleri olan çeşitli enerji kaynakları vardır. Elektrik üretimi de bu ihtiyacı karşılamada önemli bir kaynaktır. Elektrik üretiminde kullanılan santrallerden su gücünü kullanan hidroelektrik santraller sağladığı avantajlar, çevreye verdiği minimum zarar, fosil yakıt kullanımına ihtiyaç duymama gibi özellikleriyle tercih edilebilen bir yapıdır. Bu yapıların Doğu Karadeniz Havzası'nda ve Trabzon ilinde enerji üretiminde kullanıldığı belirtilerek bu yapıların mevcut durumu ve enerji sirkülasyonundaki durumu bu çalışmada araştırılmıştır. Çalışmada havza ve il için çeşitli veriler kullanılarak havza ve il için hidroelektrik santrallerin önemi değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak Trabzon'da bulunan hidroelektrik santraller, üretim lisansına sahip olan santraller, üretim tüketim verileri ve gelecek planlamaları değerlendirilerek hidroelektrik santrallerin Trabzon'da önemli bir enerji kaynağı olduğu, yüksek sayıda bulunduğu ortaya konmuştur. Hidroelektrik santrallerinin Trabzon için mevcutta gelişen enerji ihtiyacının karşılanmasında önemini artırarak sürdürebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca havzada bulunan bu ile benzer özelliklerdeki illerde de hidroelektrik santrallerin enerji talebini karşılamadaki payının artabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Kullanılan veriler ve ulaşılan sonuçlar daha sonra yapılacak çalışmalara katkıda bulunabilecektir.

TEŞEKKÜR (Acknowledge)

Bu çalışmada, verilerin toplanması hususunda bana yardımcı olan Gül Eda YILMAZ, Rabia KARALİ, Semih KARAFALIOĞLU, Esra KUK'a çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR (References)

[1] Bülbül, S. ve Çokluk, Y., Türkiye’de Gelişen Enerji Sektörü Hes’ler ve Kâr Kaybı Sigortalar, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 89-114, 2017.

[2] YGEM, Hidroelektrik Enerjisi Nedir?, Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, [http://www.yegm.gov.tr/Yenilenebilir/H_Hidrolik_Nedir.aspx#:~:Text=Hidroelektrik%20santaller%20\(HES\)%20akan%20suyun,Y%C3%Bcksek%20miktar%20enerji%20elde%20edilir,](http://www.yegm.gov.tr/Yenilenebilir/H_Hidrolik_Nedir.aspx#:~:Text=Hidroelektrik%20santaller%20(HES)%20akan%20suyun,Y%C3%Bcksek%20miktar%20enerji%20elde%20edilir,) [Erişildi: 15 06 2020].

[3] Tunç, T., Artvin, Rize ve Trabzon İllerindeki Bazı Hidroelektrik Santrallerin Orman Alanları Üzerindeki Etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2017.

[4] Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., ve Evcimen, T. U., Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış, TMH, 471, 18-26, 2012.

[5] Üçüncü, M. M., Enerji Kaynaklarımız Işığında Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Trabzon Örneği, Avrasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Trabzon, 2019.

[6] Uyar, F., HES Nedir? HES Hakkında Bilmeniz Gereken Herşey!, Enerji Beş Temiz Enerji Portalı, <https://www.enerjibes.com/Hes-Nedir/>, [Erişildi: 21 03 2020].

[7] Buttanrı, B., Türkiye’de Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tarihsel Gelişimi ve Bugünkü Durum, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 2006.

[8] TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi., 4. Su Yapıları Sempozyumu, Retma Matbaa, Antalya, 2015.

[9] Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam, [Erişildi: 21 03 2020].

[10] Emeç, Ş., Adar, T., Akkaya, G., Delice, E. K., Efficiency Assessment of Hydroelectric Power Plant in Turkey by Data Envelopment Analysis (DEA), European Journal of Science and Technology, 34-45, 2019. (DOI: 10.31590/ejosat.594716)

[11] Atalay, Ö., Yılmaz Ulu, E., Hydropower Capacity of Turkey and Actual Investments, International Conference on Technology, Engineering and Science (IconTES), 162-164, 2018.

[12] Yılmaz, Ş., Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli ve Gelişme Durumu, Türkiye’nin Enerji Görünümü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 203-225, 2016.

[13] Kankal, M., Akçay, F., Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Durumunun İncelenmesi, ÖHÜ Müh. Bilim.Dergisi, 892-901, 2019.(DOI: 10.28948/ngumuh.598239)

[14] DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2019 Faaliyet Raporu, DSİ, 2019.

[15] Gölbaşı, H., Karadeniz Bölgesi Küçük Hidroelektrik Santralleri ve Potansiyel Değerlendirmesi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak, 2010.

[16] Aslan, H., ve Soğuksulu, Ş., Nehir Tipi Hidroelektrik Santralleri (NT-HES)’nin Neden Olduğu Sorunlar ve Rehabilitasyon Çalışmaları: Trabzon Örneği, KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 20(1), 67-74, 2017. (DOI:10.18016/ksujns.86536)

[17] Özbay, E., ve Gençoğlu, M.T., Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır, 2009.

[18] Mercan, B., Orta Ölçekli Hidroelektrik Enerji Tesislerinin İncelenmesi İçin Örnek Bir Çalışma Bağışlı Regülatörü Ve Hes, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2014.

[19] Akarçeşme, Y., Hidroelektrik Potansiyelin Türkiye Açısından Önemi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019.

[20] Górecki, J., and Płoszaj, E., Cost Risk of Construction of Small Hydroelectric Power Plants, MATEC Web of Conferences, Krynica, 262, 1-7, 2018.(DOI <https://doi.org/10.1051/mateconf/2019262070>)

- [21] Sönmez, M., Türkiye’de Havzalar Bazında Hidroelektrik Üretiminin İstatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019.
- [22] Şahin, M. K., Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyel Analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2010.
- [23] Serencam, U., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Küçük Akarsuların Hidroelektrik Potansiyellerinin Analizi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, 2007.
- [25] TEİAŞ, 10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu (2019-2029), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü -Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2019.
- [26] EPDK, Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [27] EPDK, 2019 Yılı Aylık Elektrik Piyasası Sektör Raporları, EPDK, Ankara, 2019.
- [28] Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü, Trabzon İli Aylık Yağış Miktarları 2014-2019 yılları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü, Trabzon, 2020.
- [29] Çoruh Elektrik Perakende A.Ş. Trabzon İl Müdürlüğü, Trabzon İli Tüketim ve HES Üretim Verileri 2015-2019, Çoruh Elektrik Perakende A.Ş. Trabzon İl Müdürlüğü, Trabzon, 2020.
- [30] TEİAŞ 14 Bölge Müdürlüğü, 2017-2019 Yılları HES Üretim Değerleri, TEİAŞ 14. Bölge Müdürlüğü, Trabzon, 2019.
- [31] DSİ, <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/hessu-kullanım-anlasmaları>. [Erişildi: 20 03 2020].
- [32] EPDK, TC Enerji Piyasası Denetleme Kurumu, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-86-3/elektriklisans-islemleri>. [Erişildi: 20 03 2020].