

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

---

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

**Özet:** Enerji, 21. yy'da farklı yöntemlerle üretimi gerçekleştirilen önemli bir ihtiyaçtır. Suyun sahip olduğu enerji ile elektrik enerjisi üreten tesislere HES yapıları denir. Bu yapılar ekonomik ve çevreci yönlerinden dolayı Dünya'da ve Türkiye'de sıkça tercih edilmektedir. Depolama tipine göre, düşüsüne göre, üretim kapasitesine göre vb. şekilde sınıflandırılabilen bu yapılar Doğu Karadeniz Havzası'nın yüksek yağış potansiyeli, dağlık arazi yapısı gibi özelliklerinden kaynaklı olarak ön plana çıkmaktadır. Rize HES için değerli imkanları olan bir şehirdir. Bu çalışmada Rize'nin mevcut enerji sirkülasyonu hidroelektrik açısından değerlendirilerek Rize ilindeki HES yapıları incelenmiştir. İl ve Havza için yapılan değerlendirmeler ile sonraki yapılacak çalışmalara yeni verilerin sunulması amaçlanmıştır.

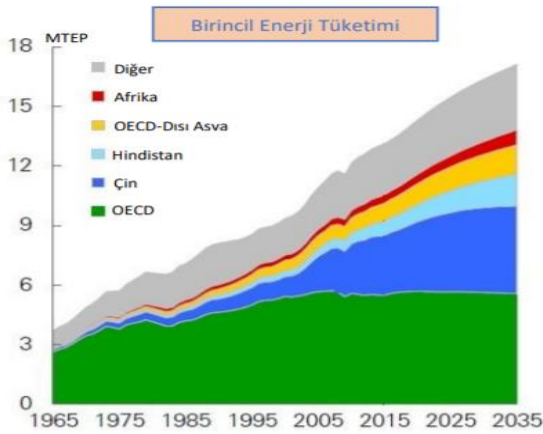
**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Hidroelektrik, Mikro HES

**Abstract:** Energy is an important need that has been produced with different methods in the 21st century. Facilities that produce electrical energy with the energy of water are called HEPP structures. These structures are often preferred in the world and Turkey due to economic and environmental aspects. These structures, which can be classified according to warehouse type, head, production capacity, etc., come to the fore due to the characteristics of the Eastern Black Sea Basin such as high rainfall and mountainous terrain. Rize is a city with valuable facilities for HEPP. In this study, the current energy circulation of Rize was evaluated in terms of hydroelectricity and the HEPP structures in Rize province were examined. It is aimed to present new data for the next studies with the evaluations made for the province and the Basin.

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

## 1.GİRİŞ (Introduction)

Enerji, hayatımızda değeri artan bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç, yaşamsal faaliyetler için enerji talebi doğurur. **Şekil 1** 'de gösterilen birincil enerji talebinin değişim değerleri enerjinin talebinin artışıını belirtmektedir. Dünya birincil enerji talebi önümüzdeki 20 yıl içerisinde %45 oranında bir artış ile 20,3 Milyar ton eşdeğer petrol seviyesine gelecektir [1]. Hayatın her alanında hissedilen enerjinin talebinin günümüz dünyasında etkinliği çeşitli bağlamlarda değerlendirilmektedir. Enerji kaynakları, çevresel etmenler ile enerji arasında olan ilişkiler akla ilk gelenlerdendir. Bununla birlikte enerji talebi toplumları gelişmişlik açısından sınıflandıran bir skala olarak da kullanılmaktadır. Enerjiye olan talep gelişmiş ülkelerde %10'a kadar varan miktarlara çıkar [2].



**Şekil 1:** Birincil enerji tüketimi değerleri [1].

Günümüzde enerji talebinin bir kısmı fosil yakıtlar kullanılarak ya da doğaya daha az zarar veren rüzgâr, güneş hidroelektrik gücü kullanılarak çeşitli santrallerden elde edilen elektrik ile karşılanmaktadır. Özellikle su gücünün kullanımı tarih boyunca tercih edilen üretim yöntemlerinde ön plana çıkmıştır. Suyun enerjisinin dönüştürülmesini esas alan bu yöntem, suyun düşürülmesiyle elde edilen veya akan suda bulunan enerjinin türbinlerle hidroelektrik enerji üretmesidir [3]. Yenilenebilir enerji, doğada var olan ve döngüsü halinde gerçekleşen rüzgâr, su ve güneş vb. enerjileridir. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanımı en fazla olan su gücü, günümüzde de çok önemlidir.

HES olarak kısaltılan tesislere hidroelektrik santrali denir ve günümüzde su gücüyle modern elektrik üretimi bu tesislerde gerçekleştirilmektedir. Bu santrallerin ilk örneğini, Richart Akwrite İngiltere'nin Derwent Vadisi'nde 1771 yılında kurduğu, 1827 yılında Fransız mühendis Benoit Fourneyron tarafından ilk tribünlü hidrolik enerji santralin kurulduğu bilinmektedir [4]. HES yapıları genellikle barajlı tip, suyu belirli bir yüksekliğe ulaştırılan yapı olan, ve genellikle nehirler üzerinde kurulan barajsız tip, akan suyu kabartan regülatör bulunan, şeklinde kurulur. Bu yapılar dünyanın çeşitli yerlerinde elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Hidroelektrik enerjisinde öncü olan ülkeler; Çin, Brezilya, Kanada, ABD, Venezuela, Japonya, İsveç, Türkiye, Fransa ve İtalya olmuştur [5]. 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 [6]

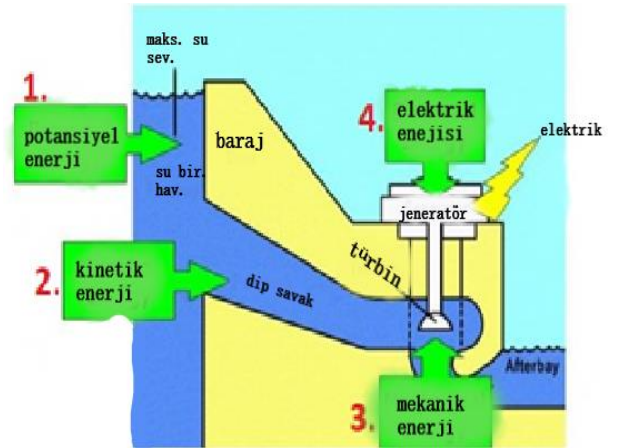
Ülkemiz su kaynakları ile elektrik üretimi HES yapılarından ilk olarak 1902 yılında Tarsus'ta küçük ölçekli bir hidroelektrik santralde başlamıştır daha sonra 1913 yılında İstanbul'da ilk büyük ölçekli santral, 1933'te Ödemiş'te hidroelektrik enerjisiyle sağlanan aydınlatma ve elektrik şebekesi kurulmuştur ve 1935 yılı ve sonrasında elektrik üretimi alaka devlet kuruluşları oluşturulmuştur [7]. Cumhuriyetin kuruluşunun ilk yıllarında kişi başına 7 kWh olan elektrik enerjisi tüketimi, 2000 yılı itibarıyla kişi başına 1805 kWh'a ulaşmıştır [8]. Ülkemizin gelişimine paralel olarak elektrik ihtiyacı artmış bu talebin düzenli şekilde sağlanması adına 2001 yılından sonra enerji sektöründe çeşitli düzenlemeler yapılmıştır [2].

Doğu Karadeniz Bölümü yüksek hidroelektrik potansiyeline sahiptir ve bu durum Türkiye'nin hidroelektrik üretiminde öne çıkmasını sağlamıştır. Yüksek yağış potansiyeli, yağışın düzenli olması ve akarsu sayısında fazlalık Trabzon, Rize, Artvin illerinin HES yapıları aracılığıyla su enerjisinin elektrik üretiminde kullanılmasında önde olmasını sağlamıştır. Bu çalışmada Rize ili için mevcut üretim ve tüketim miktarları değerlendirilerek Rize ilinin mevcut hidroelektrik durumu hakkında veriler sunulmaktadır Rize ili için daha sonra yapılacak çalışmalara fayda sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. YÖNTEM (Experimental)

### 2.1 Hidroelektrik Santraller (Hydroelectric Power Plants)

Türbine ait mil ve kanatçığın kullanımıyla suyun potansiyel enerjisinin mekanik enerjiye sonrasında jeneratörlerle elektrik enerjisine çevrildiği tesise hidroelektrik santrali denir [9]. **Şekil 2** 'de bir HES yapısının çalışma sistemi basitçe gösterilmiştir.



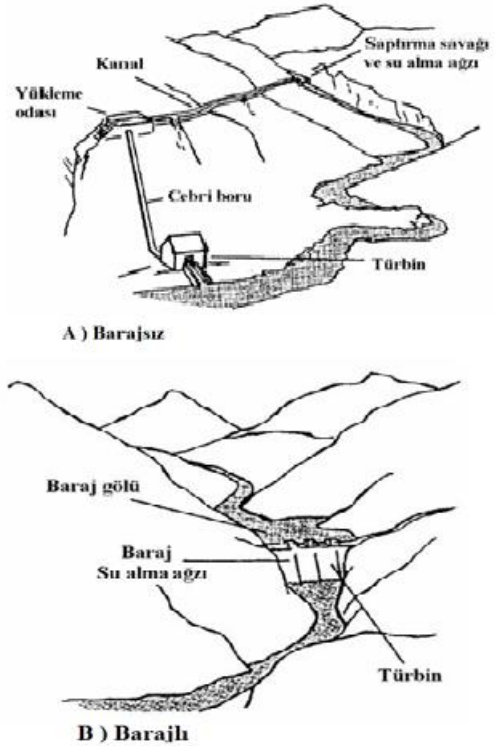
**Şekil 2:** Basit şekilde HES çalışma sistemi. [10]

Barajlı bir HES yapısının belirtildiği **Şekil 2**'de görüldüğü üzere baraj yapısı ile biriktirilerek belirli yükseklik(enerji) kazanan suyun dip savaktan iletilerek enerji dönüşümü gerçekleştirilir. Bu dönüşümde de düşü ve debi enerji üretimini etkileyen temel unsurlar olarak kaşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte çeşitli koşullar da üretimi etkiler, nitekim nehir tipi yapılarda da akan su debisi bölge yağış durumu üretimi etkiler. Bu gibi durumlar düşünülerek 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. **Tablo 1**'de bu sınıflandırmanın bir örneği gösterilmiştir.

**Tablo 1:** HES Sınıflandırması [3].

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

Dünya üzerinde hidroelektrik enerjisi üretimi **Şekil 3** 'de belirtilen rezervuarlı ve regülatör tip HES'ler ile gerçekleştirilmektedir. Baraj seti arkasındaki rezervuar suyu, su giriş kapıları, tüneller, cebri borular, hidrolik türbinler, generatörler, transformatörler, denetleyici cihazlar bu yapılarda bulunan ve üretimi etkileyen temel kısımlardır [11]. Ayrıca kayaç tipi, yükselti, vadi ve havza özellikleri suyun akışını etkileyebilen parametrelerdir bu da topoğrafik ve morfolojik özelliklerin düşü ve debiyi etkilemesiyle üretimin etkilenmesi olarak kaşımıza çıkar [10]. Ayrıca kurulacak bölgenin ekonomik ve beşerî özellikleri, nüfusu, ticari yapısı, enerji ihtiyacı HES tipi seçiminde belirleyici olan başlıca parametrelerdir [12]. Temiz suyun türbinlere ulaştırılması için yapılan işlemler, santralin havzadaki konumu, kurulacak yerde oluşabilen bitki örtüsü tahribatı suyun taşıdığı sediment miktarını etkilemektedir [13]. Genel ve özel ihtiyaçları karşılayabilen ve sadece enerji üretimi açısından değerlendirilmeyen HES yapıları taşkından korunma, turizm, sulama, enerji depolama, su ürünü yetiştirme canlı çeşitliliği sağlama amaçlarına hizmet etmesi için de tercih edilir.



**Şekil 3:** A) Barajsız Tip B) Barajlı Tip [14]

Dünya üzerinde HES ile altmıştan fazla ülkede elektrik üretimi yapılmaktadır [15]. Kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan International Hydropower Association (IHA), her sene düzenli olarak su gücü durumu raporu, inşa edilen barajlara, her kıta ve ülke özelindeki

hidroelektrik üretimine, kurulu güç kapasitesine ilişkin istatistiki bilgileri yayımlar ayrıca su gücü raporu yayımlayan kuruluşlardan biri de International Finance Corporation (IFC)'dir [16]. Bu ve benzeri bilgiler paylaşan çeşitli kuruluşlar dünyada ve ülkemizde mevcuttur. Bu bilgiler incelendiğinde hidroelektrik üretiminde 694 TWh güç ile Çin ilk sırada, ikinci sırada 403 TWh güç ile Brezilya, üçüncü sırada ise 376 TWh güç ile Kanada başı çeken ülkelerdir [6]. Üç Geçit Barajı (Three Gorges Dam) dünyanın en büyük elektrik santralidir [17]. Chief Joseph hidroelektrik santrali 2.620 MW güçle Dünya'nın en büyük nehir tipi hidroelektrik santralidir [3].

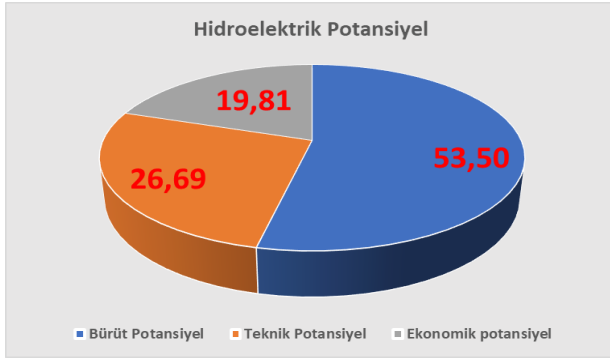
Türkiye'de de bu iki tip HES kullanılmakta ve bu yapıların yakıt maliyetinin olmaması, kurulum maliyetinin düşük olması ve çevreye zarar mekanizmasının çok az olması avantajlı yönleri olarak karşımıza çıkar [2]. Ayrıca enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yüksek paya sahip olması HES'lerin bir diğer avantajlı yanısıdır [18]. Türkiye'nin toplam üretilen enerjisinin yaklaşık beşte biri hidroelektrik kaynaklarından elde edilen enerjidir [18]. Türkiye'nin 2023 yılı elektrik tüketiminin 450 milyar kWh civarında olacağı öngörülmektedir [19]. Bu tüketimin karşılanması için tüm dünya gibi ülkemiz de HES'leri elektrik üretimi kapsamında değerli bir kaynak olarak düşünmekte ve yetkili makamlarca çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. 1932 yılında Türkiye'nin enerji talebi, su kaynakları potansiyeli ve diğer enerji kaynakları potansiyeli kapsamında araştırma ve incelemeler yapmak amacıyla EİE kurulmuştur [7]. 1954 yılında DSİ'nin kurulması sonrası 10 yıllık süreçte hidroelektrik kapasitesi toplam enerji üretiminin yaklaşık yarısına tekabül eden 412 MW (toplam kurulu kapasitenin %34'üne eşdeğer) değerine ulaşmıştır [7]. Türkiye'nin hidroelektrik üretimi, 1980 sonrasında enerji üretiminde oransal olarak %60'lar civarından üretim yönteminde oluşan değişiklikler (doğal gaz ile enerji üretimi) sonucu büyük oranda azalmıştır [20]. 1984 yılında yürürlüğe giren 3096 sayılı kanun ile Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli ile 1992 yılında başlatılan ve DSİ tarafından yürütülmekte olan "100 Dış Kredili Anahtar Teslimi" model çerçevesinde hidroelektrik projelerin finansmanında yerli ve yabancı özel sektörden faydalanılması amaçlanmıştır [8]. 2001 yılında %18 seviyesinde olan hidrolik kaynaklar üretim oranı 2019 yılında enerji üretiminin %20'lik kısmına ulaşmıştır [8], [21]]. 1 Ocak 1996 tarihli AB Gümrük Birliği Anlaşması uyarınca, Topluluk enerji politikalarına uyum gösterilmesi Türkiye tarafından kabul edilmiştir [8]. Avrupa Birliği (AB) topluluğunun yeşil enerjiyi desteklemeyi benimsemesi ile Türk hükümeti 2023 yılına kadar hidroelektriğin önemli bir konumda olacağı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde ettiği enerjiyi

%30 seviyesine çıkarmayı amaçlayan planı oluşturmuştur [22].

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) 2001 yılında tüm enerji süreçlerinin sağlıklı değerlendirilmesi ve uygun kararların alınması için kurulmuştur [7]. 4628, 4646, 5015, 5307, 6446 sayılı kanunlar ile kendisine verilen görevlerin uygulanmasını ve bu kanunlarda belirtilen elektrik, doğal gaz, petrol ve LPG'nin; yeterli, kaliteli, sürekli, düşük maliyetli ve çevreyle uyumlu bir şekilde tüketicilerin kullanımına sunulması için, rekabet ortamında özel hukuk hükümlerine tabi faaliyet gösterilebilecek, mali açıdan güçlü, istikrarlı ve şeffaf bir enerji piyasasının oluşturulmasını ve bu piyasada bağımsız bir düzenleme ve denetimin sağlanmasını amaçlayan kurumdur [23]. Bu amacın gereği olarak gerek hidroelektrik gerekse diğer enerji üretimi yöntemleri için çeşitli kararlar alarak yeni bir süreci oluşturmuştur. Su Kullanım Hakkı Anlaşması'nın yürürlüğe girmesi ile çok sayıda HES inşa edilmesini sağlayacak imkanlar oluşmuştur. [2]. 2005 yılında çıkan kanun ile özel sektörün elektrik üretip satmasına izin verilmiştir. 2011 yılında yapılan düzenleme ile mini ve mikro HES'lerin kurulumu için il özel idarelerine başvuru sürecinde yeni görevler verilmiştir [7].

#### 2.1.1 Hidroelektrik Potansiyeli (Potential of Hydroelectricity)

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin kuramsal üst sınırını gösteren brüt 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 [20]. Mevcut teknoloji ile potansiyelin tamamının kullanılmamasından kaynaklı olarak, mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek azami potansiyele teknik yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir [24]. Ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel, teknik potansiyelin mevcut teknolojik koşullar ve beklenen ekonomik şartlar ile geliştirilebilecek potansiyeli olarak tanımlanabilir [24]. 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 potansiyelin yaklaşık 180 milyar kWh/yıl'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. **Şekil 4** hidroelektrik potansiyelinin yüzdesel dağılımını göstermektedir. 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 [25].



**Şekil 4:** Hidroelektrik potansiyel

Doğu Karadeniz Bölümü Melet Çayı ile Gürcistan sınırı arasında kalan, büyük bir bölümü dağlık arazilerden oluşan, 18265 km<sup>2</sup> alana sahip, zemin özellikleri sebebiyle yağmur yağışının büyük bir kısmını akışa geçiren bir bölümdür [26]. Doğu Karadeniz Bölümü hidroelektrik konusu değerlendirildiğinde sahip olduğu özellikler ve potansiyel ile önemli bir konumdadır. En yüksek yıllık ortalama yağış değerine sahip olan Doğu Karadeniz Havzası, yükseltinin yağışı akışa çevirmede olan etkisi düşünüldüğünde HES'ler için avantajlara sahiptir [22]. Bölge topoğrafyası Trabzon'un doğusundan itibaren yağışların artmasına, doğuda Rize, Arhavi ve Hopa'da yağışların maksimum seviyeye çıkmasına katkıda bulunur [26]. HES tasarımında; öncelikle 4 temel eleman olan hidrolik düşü (su yüksekliği), debi, cebri boru hattı ve enerji nakil hattı uzunluğu belirlenmelidir ve kapasite ve talep, kurulacak yerin potansiyeli, hızlı fiyat belirleme çalışması, mühendislik hesapları, maliyet hesaplarını içeren detaylı olarak hazırlanan tam fizibilite çalışması tasarımda temel kriterlerdir [14]. 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 [26]. Doğu Karadeniz Bölümü çok miktarda farklı uzunluklara sahip akarsu bulundurur [27]. Rize ilinde bu akarsulardan çokça bulunmaktadır. İyidere, Taşlıdere, Büyükdere, Yeşildere, Fırtına Deresi, Çağlayan Deresi ve Ortaköy Deresi Rize 'de bulunan başlıca akarsulardır ve ilde bulunan akarsuların toplam ortalama akım miktarı 5 310,0 hm<sup>3</sup>/yıl'dır [28]. Doğu Karadeniz Dağları'nın kuzeyinde, özellikle kış mevsiminde dar kıyı kuşağı üzerinde ılıman termik koşullar hüküm sürmektedir [29]. Bu durumlar Rize ilini HES açısından değerlendirmede ön plana çıkarmaktadır.

#### 2.1.2 Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması (Classification of Hydroelectric Power Plants)

Etkin bir analiz için verileri sınıflandırma çok yardımcı olabilmektedir. Bu durum HES yapıları içinde

kullanılmaktadır. HES yapıları için yapılan sınıflandırmaları depo tipine göre, düşülerine göre ve kurulu güçlerine göre değerlendirmek elektrik üretim sürecini daha iyi kavrayabilmeyi sağlayabilir. Ülkemizde nehir tipi ve barajlı tip depo tipine göre değerlendirilmektedir [9]. Bu yapılardan barajlı olanların işletme maliyetleri düşüktür, ekonomik ömrü uzundur. Ayrıca yerel halka çeşitli imkanlar sağlayan ve bölgenin dışa bağımlılığı azaltan yapılar aynı zamanda çevre dostudur [15]. Rezervuardan cebri boru içinde akan su, potansiyel enerji ve akışta elde ettiği kinetik enerji ile türbini çevirir ve böylece elektrik enerjisi elde edilmiş olur [30]. Ancak böyle büyük yapılar yapmadan da su gücüyle enerji üretmek mümkündür. Akan su enerjisi kullanılan nehir tip yapılarında üretim büyük oranda yağış rejimine bağlıdır. Nehir tipte, akan sudan regülatör yardımıyla büyük düşüler elde edilebilir [31]. Bu sistemlerde akarsu yatağı fazla zarar görmez ve debi yüklemeye odasında günlük olarak yapılan ayarlarla kontrol edilir [11]. Nehir santral yapıları; regülatör ve ilgili yapılar (nehir nakil araçları geçiş yeri, tomruk yolu, balık geçiş yeri) eşik, ızgara, perde ve benzeri duvar, servis köprüsü, dalgıç perde, giriş yapısı ve bölme ayakları, santral binası, kuyruk suyu kanalı, istinat duvarlarından ibarettir [26]. Ayrıca alçak düşülü santrallerin genellikle debileri yüksektir ve nehir tipi şeklinde yapılır. Kırsal alanda enerji talebine cevap verilmesi açısından da çok önemlidir. Çünkü küçük HES'ler kırsal yerlerin enerji ihtiyacının karşılamasına, sosyal ve ekonomik açıdan kalkınmalarına yardımcı olmaktadır [9].

Düşülerine göre santraller alçak düşülü (15 metre yükseklikten az), orta düşülü (15-50 metre arası), yüksek düşülü şeklinde sınıflanır ve biriktirme haznesi genelde kullanılır ve Pelton ve Francis tip türbinler kullanılır [31], [32]. Orta düşülü santraller nehir tipi ve biriktirmeli şekilde olabilir, Kaplan, Pelton ve Francis türbinleri kullanılabilir [32]. Türbinin hızı, düşü yüksekliğinin karekökü ile doğru orantılı azalır ve hızlı türbinler küçük düşülü yerlerde kullanılır. Türbinlere göre özgül hız değerleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

**Tablo 2:** Türbin Tipine Göre Özgül Hız Değerleri

Türbinlere Göre Özgül Hız	
Türbin Tipi	Özgül Hız (dev/dak)
Pelton	12-30
Turgo	20-70
Cross-flow	20-80
Francis	80-400
Kaplan	340-1000



Hidroelektrik santraller Mikro (1 KW-200 KW), mini (200 KW-1 MW), küçük (1 MW-10 MW), orta (10 MW-50 MW) ve büyük (50 MW ve üzeri) olmak üzere beş grupta toplanır [33]. 50 MW ve daha üzeri güç üreten konvansiyonel güç santralleri sınıfında değerlendirilebilen, enerji nakil hatları ile ülkenin birçok bölgesine dağıtabilen santrallere büyük kapasiteli hidroelektrik santraller denir [34]. 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 [34]. Nehir Tip santrallerde üretilen enerji genellikle çok daha az olduğundan, bu santraller küçük ölçekli santrallerde denebilir [33]. Çeşitli konularda değerlendirilerek kavranması için **Tablo 3**'de küçük HES'lerin sınıflandırılması detaylı olarak verilmiştir.

**Tablo 3:** Küçük Hidroelektrik Santrallerin Ayrımı [35]

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

Günümüzde küçük hidroelektrik santrallere yatırım yapmanın önünde olan en büyük engel maliyet miktarı ile bu miktarın kesin olarak tahin edilemeyeşidir [35]. Bu santraller iç sulardan enerji elde etmek için ekonomik çözüm yöntemidir, santralin baş yüksekliği maliyeti etkiler ve türbin seçimi en önemli parametresidir [35]. 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 [35].

### 2.1.3 Hidroelektrik Santrallerin Avantajları (Advantages of Hydroelectric Power Plants)

Hidroelektrik santrallerin elektrik üretiminde sağladığı avantajlar, enerji üretiminde HES'lerin tercih edilmesini sağlar. Yerli, yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji milli sermayenin etkili kullanımını destekler. HES yapılarından sulama, taşkın, içme suyu için yararlanılır, her mevsim verim alınabilir [16]. Başlangıç maliyeti yüksek olarak belirtilse de 10 yıl gibi kısa bir sürede yatırımını geri ödedikten sonra 0,20 cent/kWh olan çok küçük bir işletme maliyeti ile HES yapıları 200 yıla yaklaşan kullanım ömürleri, USCOLD tarafında Amerika'da yapılan bir çalışma ile %90 verimi ile enerji üretiminde öne çıkmaktadır [8].

HES yapıları iklim ve hidrolik çevrime dahil süreçlerden etkilenen, yüksek verimli, benzer enerji üretim yöntemlerinden daha düşük işletme maliyetine sahip, işletme ömrü uzun olana enerji üretim sitemleridir [7].

Benzer tip türbin ve makine kullanımıyla aynı tipte santraller oluşturularak az sayıda personel ile denetlenebilen, uzun iletim hattı ve uzun inşa süreçlerine ihtiyaç duymayan yapılardır [12]. Santrallerde ihtiyaç duyulacak materyallerin endüstriyel üretimi yerli üretimle sağlanabilir [7]. Çevreye etkisi sınırlıdır ve günlük ihtiyaca uygun, ucuz ve yüksek verimli enerji sunar [26]. Kurulduğu bölgenin iklimine olumlu etki yapma balıkçılık, turizm ve su sporlarına katkı sağlama ve ekonomik değişimlerden az etkilenme de avantajlarındandır [9]. Santraller ile enerji depolaması yapılabilir bu depolama ile enerji ihracatı yapılabilir [36]. Acil bir durumda HES ile elektrik üretimi diğer santrallerden çok çabuk şekilde gerçekleştirilebilir [37].

### 2.1.4 Hidroelektrik Santrallerin Dezavantajları (Disadvantages of Hydroelectric Power Plants)

Hidroelektrik santrallerin çeşitli dezavantajları mevcuttur. Toplam inşaat süresi ve ilk yatırım maliyetleri yüksektir [36]. Hidroelektrik santraller, halkın taşınmasına sebep olan taşınmaz kaybına sebep olabilir [26]. Yüksek miktarda su biriktirmeden kaynaklı olarak bitki ve flora kaybına ve suyun kalitesinin bozulmasına sebep olabilir [36]. İnşası sürecinde yüksek miktarda

hafriyat çıkışının meydana gelebilir [26]. Küçük HES'lerin işletme giderleri ve 1Kw kurulu güç için yatırım maliyeti büyük santrallere göre daha yüksek gerçekleşir [12]. Depolama yapılmayan santrallerde elektrik üretimi kuraklıktan olumsuz etkilenir [26]. Yanlış uygulamalar sonucunda (hafriyat uzaklaştırma hataları, akarsu yatağı kaynaklı hatalar vb.) erozyona ve çevre kirliliği oluşabilir [27]. Yapıldığı bölgede gürültüye sebep olabilir [7]. HES işletmeleri yapılarla beraber su kullanımı yetkisine de sahip olduğundan tarımsal sulamada su kullanımına müsaade etmeyebilir, bu sorun bölge halkını etkileyebilmektedir [38].

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

Doğu Karadeniz Havzasının hidroelektrik enerji açısından sahip olduğu özelliklerin, bölge elektrik ihtiyacını karşılamada değerlendirilip değerlendirilmediğini anlamak için bu özelliklerden faydalanarak üretim yapan HES yapılarının varlığını araştırmak faydalı olacaktır. Bu şekilde yapılacak bir araştırma ile, havzanın enerji gereksinimi, üretimi tüketimi ve potansiyeli hakkında bilgiler elde edilerek ülkemizin hidroelektrik enerji politikalarında havzanın durumunu açıklamaya fayda sağlanacaktır. Akarsuların kaynakları genellikle 2000-3000 m yüksektedir [37]. Doğu Karadeniz Havzası yüksek yağış miktarı, dik vadileri ve çok sayıda büyük ve küçük boyutlu akarsularıyla hidroelektrik santraller için önemlidir. Ardı ardına projelendirilen HES'ler ile Trabzon ve Rize 'de bulunan akarsularda 10 ile 17 arası peş peşe HES kurulumu mevcuttur [39]. Doğu Karadeniz Havzası'nda bulunan HES'lerin büyük çoğunluğunun rantabilite katsayısının 1'den büyük olması bu durumu doğrular niteliktedir [31]. Özellikle küçük HES yapılarının kurulduğu tipte akarsuların büyük çoğunluğu havzanın en önemli illerinden Giresun, Rize, Trabzon illerinde bulunur [31]. Bu üç ilin önemli olmasına Havza'nın brüt hidroelektrik potansiyelinin, kurulu güç açısından 4555,95 MW, üretilebilecek enerji açısından ise 39910,19 GWh bilgisi ve küçük hidroelektrik potansiyeli %80 oranında kullanıldığında 629,29\*10<sup>6</sup> kWh enerji üretimi gerçekleştirilebileceği bilgisi katkıda bulunur [31], [39]. 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. En fazla sayıda Trabzon ilinde (124 adet), en fazla kurulu güç Giresun ilinde (1322,10 MW) olacağı, en fazla üretilebilecek enerji miktarı Rize ilinde (4644,11 GWh/yıl) belirlenmiştir [39]. Bölgede tüm santraller çalıştığı zaman Türkiye'nin elektrik ihtiyacının yüzde onundan fazlası üretilebilecektir [39]. Havzanın hidroelektrik kurulu gücü Türkiye'nin toplam kurulu gücünün %11,32'sine, hidrolik kurulu gücünün %34,82'sine karşılık gelir [39].

Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş. Rize, Trabzon, Giresun illerinde elektrik dağıtım faaliyetlerini gerçekleştirilmektedir. 2008-2017 döneminde, Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Gerçekleştirilmiş Tüketim Değerleri **Tablo 4**'de verilmiştir. **Tablo 4**'de belirtildiği üzere bölgedeki tüketim değeri sürekli olarak artmıştır. **Tablo 5**'de ise 2019-2028 yılları arasında gerçekleştirilecek tahmini tüketim değerleri verilmektedir. **Tablo 5**'de belirtilen değerlerden görüldüğü üzere bölgede tüketim miktarı artacaktır.

**Tablo 4:** Çoruh EDAŞ gerçekleştirilmiş tüketim değerleri [40].

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 5:** 2019-2028 Çoruh Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin Düşük, Baz, Yüksek Tüketim Senaryolarına Göre Elektrik Tahmin Değerleri-Brüt Elektrik Tüketimi Tahmini (GWh) – Bölge Toplam [40]

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. **Tablo 7**'de 2018-2019 yıllarında gerçekleşen tüketim miktarları kıyaslandığı zaman havzanın önemli şehirlerinden Rize'de azalma görülmektedir. Şehrin enerji sirkülasyonu hakkında daha doğru tahminler yapmak için çeşitli çalışmalar gerekmektedir. Ayrıca bu sirkülasyonda HES payının net ortaya konulması için çalışmalar ile HES'lerin durumunu kavramak ve daha sonra yapılabilecek çalışmalara katkıda bulunmak için Rize ilinde bulunan HES'ler baz alınarak bu çalışmada ilin durumu değerlendirilecek ve havza hakkında değerlendirmeler yapılacaktır.

**Tablo 5:** 2018 Yılı Sonu İtibariyle Lisanslı Kurulu Gücün İl Bazında Dağılımı [41]

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 [41]

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 [42]

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 Rize'de Bulunan Hidroelektrik Santrallerinin Elektrik Tüketimi Açısından Değerlendirilmesi (Evaluation of Hydroelectric Power Plants in Rize in Terms of Electricity Consumption)

Bu bölümde Rize ili Doğu Karadeniz Havzası enerji üretimi açısından değerlendirilecektir. Bölgede bulunan HES'lerin önemi Rize ili verileri ile değerlendirerek bu yapıların yağış, elektrik üretimi ve tüketimi, HES'ler, HES'lerin üretim ve tüketim sirkülasyonunda ki rolü incelenmiştir. Doğu Karadeniz Bölümü'nde bulunan Rize ili, batıda Trabzon, güneybatıda Bayburt, güneyde Erzurum ve doğuda Artvin illeri ile çevrilidir, 3922 km<sup>2</sup> yüzölçümü ile ülkemizin en küçük alana sahip illerindedir [29]. Bu ilin genellikle çay tarımı ile anılan ve bölgede hüküm süren yağışlı iklimi şehrin enerji ihtiyacını üretmede de öne çıkmasına katkı sağlar.

Dağlarda havanın aniden soğuması yüksek kesimlerde şiddetli yağışlara neden olmaktadır. Rize gerisindeki orografik yapı nedeniyle Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri bol yağış bırakır ve iklim özellikleri bakımından Karadeniz kıyı kuşağında çok farklı bir konuma sahiptir [43]. Kaçkar gibi Doğu Karadeniz sıradağlarının kuzeybatıya bakan yamaçları şiddetli yağış alır. Rize'de denizel etkiler kuvvetli hissedilmekte olup her mevsim yağışlı geçer, cephe geçişlerine bağlı olarak yağış miktarı yüksektir, yamaçların genelde kuzeydoğu doğrultusunda uzanması fazla yağış almasını sağlar ve polar cephe etkisi ile Rize ve çevresinde yaz başlarına kadar yağışlar sürer [43]. Rize'de yağışlar fazla olduğu gibi bazen günlerce devam edebilmektedir. Hatta yağın aşırı yağışlardan kaynaklı şehirde heyelan gibi doğal afetler meydana gelmektedir [44]. Sıcak havanın diskontinüte yüzeyi boyunca yükselmesi buna sebep olan temel etmendir [43].

İklimin sonuçlarını daha iyi anlamak için Rize'nin meteorolojik verilerini incelemek faydalıdır. Bu verilere göre: Rize'de yıllık ortalama sıcaklık 14,3°C, yıllık ortalama yağış 2254,4 mm'dir. Uzun yıllar sıcaklık ortalamasına göre kış mevsiminde sıcaklık 5°C'nin altına düşmemiştir. Yıllık ortalama akış/yagış oranı 1,07 ve yıllık ortalama kış verimi 0,04 m<sup>3</sup>/sn'dir [31]. Güneşlenme süresi, sıcaklık ve yağış şartları düşünüldüğünde sisli ve bulutlu gün sayısı (bulutlu ve kapalı gün) yıllık ortalama 307,6 günü bulmaktadır ve kıyı ile Rize Dağları arasındaki yükselti farkı dikkate alındığında 16°C'lik sıcaklık farkı bulunmaktadır [43]. Sıcaklığı ve yağışı düzenli olan bu şehirde yağışlar temmuz ayında başlar ve ekim ve kasım ayında tehlikeli olacak miktarlara ulaşır [44]. 1970-2014 süreçte ortalama yağış değerlerin 2000 mm'nin altına çok az düştüğü



görülmüştür hatta 2254.4 mm'lik yağış miktarı ile Rize en üst sırada olmuştur [43].

Meteoroloji Genel Müdürlüğü Trabzon 11. Bölge Müdürlüğü verileri kullanılarak oluşturulan **Tablo 8'**de Rize'nin Ardeşen, Çamlıhemşin, Çayeli, Fındıklı, Güneysu, Merkez, Pazar ilçelerine ait yıllık yağış miktarları belirtilmiştir. Bu verilerde Ardeşen ve Çamlıhemşin ilçelerine göre diğer ilçelerin çoğunlukla birbirine yakın miktarda yağış aldığı görülmüştür. Bu durum HES yapıları için bu ilçeleri önemli hale getirmiştir. **Tablo 8'**de verilen 2015-2019 arası yıllık yağış ölçümlerinde de Rize ilinde gerçekleşen yağış miktarının yaklaşık 2000 mm olduğu hatta bu miktarı aştığı belirlenmiştir.

Yağış, akışa geçen suyu dolayısı ile HES yapısının verimini etkiler. Bölgenin dağlık yapısı akışa geçebilen su miktarının fazlalığı ile hidroelektrik üretiminin bölgede kullanımını sağlamıştır. Rize ilinde elektrik dağıtımını yapan Çoruh Elektrik A.Ş. Trabzon Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen verilerle oluşturulan **Tablo 9'**da Rize'de HES ile üretilen miktarlar belirtilmiştir. **Tablo 9'**da Rize İline ait 2015-2019 yılları için HES üretim miktarları verilmektedir. Bu tablodan 2015-2019 yıllarında üretimde değişiklikler olduğu görülmektedir. 2019 yılına kadar Rize'nin ihtiyacını karşılamada artan HES üretimi 2019 yılında azalmıştır. Bu durum **Tablo 8'**de belirtilen 2019 yılı yağış miktarının önceki yıllara göre düşük olması sebebiyle açıklanabilir. Bu durum HES ve yağış ilişkisinin açık bir yansıması olarak düşünülebilir.

**Tablo 8:** Rize İline Ait 2015-2019 Yılları Arası Yıllık Yağış Miktarı (mm) [45].

İlçe	2015-2019 yılları arası yağış miktarı (mm)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Ardeşen	1358,8	2112,9	1683,2	1582,4	1242,6
Çamlıhemşin	1259,7	1467,6	1171,5	1152,6	927,4
Çayeli	2383,3	2753,4	2298,8	2194,6	2079,2
Fındıklı	2301,6	2866,9	2226,4	2034,4	2060,9
Güneysu	2218,5	2463,6	2212,3	2056,2	1810,4
Merkez	2466,5	2803,5	2021,2	1926,6	1889,2
Pazar	2086,2	2904,8	2001	2024,2	1837,4

Havza'nın Enerji Talebi için HES'lerin durumu hakkında yorum yapabilmek önemlidir. Bu yorumun doğru olmasını sağlamak için bu çalışmada Rize ilindeki mevcut yapılar, yapılara ait veriler ve bilgiler verilerek hem il bazında hem de bölge bazında potansiyelin durum değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu bağlamda bu çalışma ile bölge ve Rize ili için HES'lerin enerji sirkülasyonundaki durumunda değerlendirme yaparak yeni çalışmalara verilerin sunulması amaçlanmıştır.

**Tablo 9:** Rize İli 2015-2019 yılları arası yıllık HES üretim miktarı (MWh) [46].

Rize İli 2015-2019 Yılları Arası HES Üretim Miktarı(kWh)	
Yıllar	HES Üretim (MWh)
2015	244.749
2016	288.126
2017	293.284
2018	366.344
2019	344.552

Rize'nin elektrik santrali kurulu gücü 332 MW'dır ve Rize'deki elektrik santralleri yıllık yaklaşık 982 GW elektrik üretimi yapmaktadır [47]. Bu bilgiler ışığında HES ile üretilen enerji, Rize'nin üretiminin yaklaşık üçte birine denk gelmektedir. Ayrıca bu üretimin tüketim miktarını karşılamadaki durumu **Tablo 7** ve **Tablo 10** 'da belirtilen tüketim miktarları ile değerlendirilirse. Şehrin tükettiği elektriğin yaklaşık yarısı HES üretimi ile karşılanabilir. Rize'de gerçekleşen faturalanmış tüketim miktarları **Tablo 7'**de verilmiştir. EPDK kaynaklarından belirtilen miktarlar ile Çoruh Elektrik Trabzon İl Müdürlüğü verileri ile **Tablo 10'**da oluşturulan Rize İli 2015-2019 Yılları Arası Tüketim Miktarları (GWh) toplam değerleri birbiri ile eşleşmektedir. Ayrıca **Tablo 10'**da tüketimin değerlendirildiği çeşitli sektörler de belirtilmiştir. Bu veriler incelendiğinde elektrik tüketimi meskenlerde bu süreç içinde hep artmıştır. Ayrıca meskenler, ticarethaneler, sanayi kuruluşları Rize elektrik tüketiminde öne çıkan sektörlerdir. Sanayi ve ticarethane sektörlerinde gerçekleşen tüketim artışı şehrin gelişimini ortaya koyar. Böylece Şehrin kentsel yerleşiminin gelişebilir. Bu gibi olumlu durumların oluşması enerji ihtiyacı ile değerlendirilebilir. HES'ler ile çeşitli sektörlerin ve bölgelerin ihtiyacı olan enerjinin sağlanmaya çalışıldığı ve bölgede HES'lerin elektrik ihtiyacını karşılamada önemli bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum **Tablo 4'**de belirtilen

projeksiyonda oluşacak elektrik talebine HES'lerin çözüm olabileceğini ortaya koyar.

**Tablo 10:** Rize İli 2015-2019 Yılları Arası Tüketim Miktarları (GWh) [46].

Tüketim (GWh)	Yıl	2015	2016	2017	2018	2019
	Mesken	222,6	228,9	239,2	242,1	244,3
Ticarethane	192,1	208,0	217,0	223,1	220,2	
Aydınlatma	4,6	4,7	5,1	5,0	5,0	
Sanayi	236,6	226,2	213,5	235,3	222,8	
Tarımsal Sulama	0,001	0,001	0,004	0,004	0,015	
Genel Aydınlatma	39,2	37,7	39,1	45,2	44,7	
<b>Toplam</b>	<b>695,2</b>	<b>705,6</b>	<b>713,9</b>	<b>750,6</b>	<b>736,9</b>	

2011 yılının başı itibariyle Rize'de işletmede 3 adet, inşaatı devam eden 8 adet, inşaatı başlanabilir 19 adet, su kullanım anlaşması yapılmış 9 adet, fizibilite aşamasında 30 adet, ön raporu hazırlanmış 1 adet proje bulunmakta ve bunların kurulu gücü 1231,48 MW ve toplam enerji üretimi 4644,11 GWh değerinde olduğu belirtilmiştir [39]. 2019 yılı sonu itibariyle Rize ilinde bulunan santrallerin miktarı ve durumunu bilmek santrallerin şehirdeki önemini değişimini anlamaya yardımcı olabilir. **Tablo 11**, **Tablo 12** ve **Tablo 13** enerji sirkülasyonunda HES'lerin rolünü kavramada Rize iline ait HES'leri belirtmektedir DSİ tarafından belirtilen bilgilerde **Tablo 11**'de Rize İli Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi belirtilmiştir. Rize ve Havza açısından çok önemli olan bu santraller devlet ve özel sektör tarafından projelendirilip, inşa edilip, işletilmektedir. **Tablo 12**'de Rize İli DSİ Tarafından Geliştirilen ve Su Kullanım Anlaşması Yapmak Üzere Şirketler Tarafından Müracaat Edilebilecek Hidroelektrik Enerji Projeleri belirtilmiştir. Ayrıca **Tablo 13**'de Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen Projeler Listesi belirtilmiştir. Bu tablolar incelendiğinde HES sayısının ilde arttığı hem kamunun hem de özel sektörün HES yatırımlarını Rize'de gerçekleştirdiği görülmek. Bununla birlikte enerji sektöründe belirleyici konumda olan kurumlardan Enerji Piyasası Denetleme Kurumu üretim faaliyeti için lisanslama faaliyetinde bulunur. Bu lisans ile HES üretimi gerçekleşir. Rize'de 64 adet santral için Enerji Piyasası Denetleme Kurumu'ndan (EPDK) lisans talebinde bulunulmuş olup bu santrallerden 17 santralin lisansı yürürlüktedir. Bu santraller Çayeli, İkizdere, Güneysu ilçelerinde yoğunlaşmıştır. **Tablo 14**'de üretim lisansına sahip santraller ve bu santrallere ait bilgiler belirtilmiştir.

**Tablo 11:** Rize İli Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi belirtilmiştir. [48].

SANTRAL	KUR. GÜÇ (MW)	ÜRETİM		İLÇE ADI	PROJE DURUM
		Ort (GWh)	Güve. (GWh)		
İKİZDERE-I	15,12	110	100	İKİZDERE	İşletmede
AYDER	35	185	63	Ç.HEMŞİN	PLANLAMA RAPORU HAZIR
CEVİZLİK	90	395	133	KALKANDERE	
Ç.HEMŞİN	42	195	120	Ç.HEMŞİN	
ÇAT	60	236	60	Ç.HEMŞİN	
DEMİRKAPI DEREKÖY***	105	366	131	İKİZDERE	
DİKKAYA	25	118	53	Ç.HEMŞİN	
HİSARCİK	15	72	32	Ç.HEMŞİN	
RÜZGARLI REG. VE HES	6,75	44		İKİZDERE	
TOZKÖY	120	347	147	İKİZDERE	
TOZKÖYII	31,4	60	17	İKİZDERE	
YOKUŞLU KALKANDERE	34	131	44	İKİZDERE	
GÜRPINAR	50	128	86	ÇAYELİ	MASTER PLAN RAPORU HAZIR
KAYALAR	85	176	149	ÇAYELİ	
ADACAMI	20	101	41	MERKEZ	İLK ETÜDÜ HAZIR
AŞIKLAR	1,24	7,22	3,42	-	
DOĞANAY	2	8	3	ARDEŞEN	
DUMANKAYA	2,48	14,17	6,67	-	
DURAK***	132	411	234	Ç.HEMŞİN	
FINDIKLI ARHAVİ***	120	435	212	ARHAVİ	
HAKO	0,73	4,76	2,4	-	
KUTULU	6,22	38,43	18,57	-	
PAŞALAR	30	139	56	FINDIKLI	
TURHAN REG. VE HES	4,72	27,69	10,31	-	

**Tablo 12:** Rize İli DSİ Tarafından Geliştirilen ve Su Kullanım Anlaşması Yapmak Üzere Şirketler Tarafından Müracaat Edilebilecek Hidroelektrik Enerji Projeleri [48].

SANTRAL	GÜÇ	ORT.	GÜV.	İLÇE	PROJE DURUM
	(MW)	(GWh)	(GWh)		
AYDER	35	185	63	Ç.HEMŞİN	PLAN. RAPORU HAZIR OLAN HES
DİKKAYA	25	118	53	Ç.HEMŞİN	
CEVİZLİK	90	395	133	KALKANDERE	
YOKUŞLU KALKANDERE	34	131	44	İKİZDERE	
TOZKÖY	120	347	147	İKİZDERE	
HEMŞİN I REG. VE HES	1,3	5,07	1,51	HEMŞİN	
KAYALAR	85	176	149	ÇAYELİ	MASTER PLAN RAPORU HAZIR OLAN HES
PAŞALAR	30	139	56	FINDIKLI	ÖN İNÇ. RAPORU HAZIR OLAN HES
ADACAMI	20	101	41	MERKEZ	
TURHAN REG. VE HES	4,72	28	10	-	
GÜRPINAR REG. VE HES	21,74	86,96	26,09	ÇAYELİ	
DUMANKAYA REG. VE HES	2,48	14	7	-	İLK ETÜDÜ HAZIR OLAN HES
KUTULU REG. VE HES	6,22	38	19	-	
AŞIKLAR	1,24	7,22	3,42		
GÜL HES	15,6	53,77	16,23	FINDIKLI	
RİZE ÇAĞRANKAYA HES	2,08	4,76	0,02	MERKEZ	
İKİZDERE DEREKÖY HES	84,35	275,24	89,7	İKİZDERE	

**Tablo 13:** Rize İli Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen Projeler Listesiç [48].

Rize'de Bulunan Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen HES Projeleri			
TESİS ADI	BULUNDUĞU İLÇE	TESİS ADI	BULUNDUĞU İLÇE
RÜZGARLI REG. VE HES	İKİZDERE	ÜSTÜN I-II REG. VE HES	FINDIKLI
AYVASIL REG. VE HES	GÜNEYSU	ÇINARLI REG. VE HES.	FINDIKLI
ÇİĞDEMLİ REG. VE HES	KAPTANPAŞA	AKBUCAK HES	-
SELİN -I REG. VE HES	İKİZDERE	SARAY HES	İYİDERE
SELİN -II REG. VE HES	İKİZDERE	SARMAKOL HES	İKİZDERE
UZUNDERE-I REG. VE HES	ÇAYELİ	GELİNTAŞI HES	İKİZDERE
UZUNDERE-II REG. VE HES	ÇAYELİ	SIRT REG. VE HES	FINDIKLI
DİKMEN REG. VE HES	MERKEZ	GÖL HES	MERKEZ
ORTAKÖY REG. VE HES	ORTAKÖY	BAŞBUĞ HES	İKİZDERE
AMBARLIK HES	GÜNEYSU	CEYHUN HES	İKİZDERE
TEPE HES	GÜNEYSU	TAŞDİBİ REG. VE HES	FINDIKLI
YEŞİLKÖY HES	GÜNEYSU	HEMŞİN II REG. VE HES	HEMŞİN
KALE REG. VE HES	-	HEMŞİN I REG. VE HES	HEMŞİN
İNCİRLİ REG. VE HES	OF	MEŞEDÜZÜ REG. VE HES	FINDIKLI

Tablo 13(Devam)			
MELİKOM REG. VE HES	ÇAYELİ	DELİGÖR REG. VE HES	İKİZDERE
ŞİMŞİRLİ REG. VE HES	GÜNEYCE	HAYAT HES	FINDIKLI
KARAAĞAÇ REG. VE HES	ÇAYELİ	NİZAM HES	İKİZDERE
İNCESU REG. VE HES	ÇAYELİ	HAMZABEY HES	GÜNEYSU
ARI REG. VE HES	İKİZDERE	ORSA-2 REG. VE HES	İKİZDERE
BAŞKÖY REG. VE HES	ÇAYELİ	SARMAŞIK REG. VE HES	FINDIKLI
ÇATAK REG. VE HES	FINDIKLI	GÜRGEN REG. VE HES	GÜNEYSU
ASLAN DERE HES.	FINDIKLI	ZEYNEP REG. VE HES	KAPTANPAŞA
ÇATAK HES	FINDIKLI	YAYLA HES	FINDIKLI
GÜL REG. VE HES	FINDIKLI	CEVİZLİ REG. VE HES	FINDIKLI
GÜRSU REG. VE HES	FINDIKLI	KOBANLI HES	FINDIKLI
ALİÇİK I-II HES	GÜNEYSU	FİDANLIK REG. VE HES	FINDIKLI
SESLİ REG. VE HES	ÇAYELİ	AYYILDIZ HES	İKİZDERE
RİZE YEŞİLDERE HES	FINDIKLI	FİLİZ REG. VE HES	İKİZDERE
YEŞİLTEPE REG. VE HES	HEMŞİN	TEPEKÖY REG. VE HES	FINDIKLI
İKİZ REG. VE HES	İKİZDERE		

**Tablo 14:** Rize İlinde Bulunan Üretim Lisanslı Hidroelektrik Santraller [49]

SANTRAL	İLÇE	KUR. GÜÇ (MWm)	KUR. GÜÇ (MWe)	İŞL. KAP. (MWe)	LİSANS SÜRESİ
KARADENİZ HES ELK. A.Ş.	ÇAYELİ	63,068	62,152	62,152	31.08.2055
ŞAR ENERJİ ELK. ÜR.A.Ş.	MERKEZ	9,24	8,82	8,82	09.08.2061
GÜRGEN ENERJİ ÜR. VE DAĞ. A.Ş.	GÜNEYSU	2,44	2,36	2,36	29.09.2060
MERTLER ENERJİ ÜR. PAZ. A.Ş.	İYİDERE	15,45	13,5	13,5	14.04.2060
BARO ELK. ÜR. A.Ş.	GÜNEYSU	9,37	9	0	24.02.2060
ADACAMI ENERJİ EL. ÜR. SAN. VE TİC. A.Ş.	GÜNEYSU	29,902	29,304	29,304	23.06.2054
AMBARLIK ELK. ÜR. SAN. VE TİC. A.Ş.	GÜNEYSU	9,45	9	9	14.12.2055
YEŞİLKÖY ELK. ÜR.VE TİC. L.Ş	GÜNEYSU	3,96	3,72	3,72	01.10.2057
MELİKOM ELK. ÜR. A.Ş.	ÇAYELİ	7,75	7,6	7,6	17.04.2057
ZORLU DOĞAL ELK. ÜR. A.Ş.	İKİZDERE	25,78	24,94	24,94	21.08.2038
LASKAR ENERJİ ÜR.PAZ. A.Ş.	KALKANDERE	28,53	25,2	25,2	22.11.2056
BAHSER ENERJİ ELK. ÜR. SAN. A.Ş	GÜNEYSU	9,75	9,57	9,57	06.09.2056
SANKO ENERJİ SAN. VE TİC. A.Ş	İKİZDERE	92,96	91,4	91,4	27.10.2055
KAÇKAR ENERJİ ELK. ÜR. A.Ş.	ÇAYELİ	6,94	6,29	6,29	29.03.2056
SANKO ENERJİ SAN. VE TİC. A.Ş.	KALKANDERE	41,19	40,24	40,24	14.09.2055
KAÇKAR ENERJİ ELK. ÜR. A.Ş.	GÜNEYSU	4,59	4,422	4,422	31.08.2055
ATABEY ENERJİ ÜR. SAN. VE TİC. A.Ş.	ÇAYELİ	20,502	19,687	19,687	24.07.2055

#### 4. SONUÇ (Conclusion)

Enerji, çeşitli enerji kaynakları ile üretilen insanlığın en önemli bir ihtiyaçlarındandır. Elektrik üretimi yüzlerce yıldır artarak ihtiyacı karşılamada kullanılmıştır. Hidroelektrik santraller bu süre içerisinde üretimde tercih edilmiş ve çevreci olması sebebiyle günümüzde de önemli konumdadır. HES'ler dünya üzerinde uygun imkanları olan bölgelerde (Çin, Kanada gibi ülkelerde) sıkça tercih edilmektedir. Doğu Karadeniz Havzası ve Rize ülkemiz içerisinde bulunan HES'ler için uygun olarak nitelendirilebileceğimiz alanlara sahiptir. Bu şehir üzerinden yola çıkarak yapılan bu çalışma ile ilin enerji sirkülasyonu incelenip havza ve il için çeşitli veriler kullanılarak havza ve il için hidroelektrik santraller değerlendirilmiştir.

Rize'de bulunan hidroelektrik santrallerin, mevcut sayıları, kamu-özel ayrımı, lisanslanma durumu gibi çeşitli sınıflandırmalar yapılarak enerji sirkülasyonları göz önüne alınarak bugün ve gelecek için değerlendirilmiştir. Rize'nin HES yapıları için önemli bir şehir olduğu ortaya konmuştur. Hidroelektrik santrallerinin Rize'de artan enerji ihtiyacının karşılanmasında HES yapılarının etkin olduğuna ulaşılmıştır. Rize'nin sahip olduğu imkanların havzanın benzer özellikli diğer şehirleri içinde değerlendirilmesinin faydalı olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

#### KAYNAKLAR (References)

- [1] Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği (GAZBİR), Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu, Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği (GAZBİR), 01 08 2020. [Erişildi: 03 08 2020].
- [2] Bülbül, S. ve Çokluk, Y., Türkiye'de Gelişen Enerji Sektörü Hes'ler ve Kâr Kaybı Sigortalar, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 89-114, 2017.
- [3] YGEM, Hidroelektrik Enerjisi Nedir?, Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı, [http://www.yegm.gov.tr/Yenilenebilir/H\\_Hidrolik\\_Nedir.aspx#:~:Text=Hidroelektrik%20santraller%20\(HES\)%20akan%20suyun,Y%C3%BCksek%20miktar%20enerji%20elde%20edir,](http://www.yegm.gov.tr/Yenilenebilir/H_Hidrolik_Nedir.aspx#:~:Text=Hidroelektrik%20santraller%20(HES)%20akan%20suyun,Y%C3%BCksek%20miktar%20enerji%20elde%20edir,) [Erişildi: 15 06 2020].
- [4] Firiddin, E., Türkiye'de Hes Sürecinin İyi Yönetişim İlkeleri Çerçevesinde Değerlendirilmesi: Doğu Karadeniz Örneği, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2017.

- [5] Dinçer, F., Atik, İ., Yılmaz, Ş., Ve Çingı, A., Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi, Dicle Üni Mühendislik Dergisi, Cilt 8, No. 3, Pp. 555-561, 2017.
- [6] 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.
- [7] Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., ve Evcimen, T. U., Türkiye'de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış, TMH, 471, 18-26, 2012.
- [8] Adıgüzel, F., Türkiye'de Enerji Sektöründe Hidroelektrik Enerjinin Önemi, TMH Su Kaynaklarının Geliştirilmesi ve Yönetimi, No. 420-421-422, Pp. 24-26, 2002.
- [9] 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.
- [10] Uyar, F., HES Nedir? HES Hakkında Bilmeniz Gereken Herşey!, Enerji Beş Temiz Enerji Portalı, <https://www.enerjibes.com/Hes-Nedir/>, [Erişildi: 21.08.2020].
- [11] Oral, F., Behçet, R., Aykut, K., Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi, BEÜ Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 6, No. 2, pp: 29-38, 2017.
- [12] 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.
- [13] Yurtseven, İ., Serengil, Y., Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerinin Yapısal Elemanlarının Çevresel Etkileri, 4. Su Yapıları Sempozyumu, pp. 519-529, 2015.
- [14] Tekno tasarım, Hidroelektrik Enerji Ve Türbinler, <http://www.teknotasarim.com/>, [https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrik/muhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik\\_Enerji\\_T%C3%BCrbinleri.pdf](https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrik/muhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik_Enerji_T%C3%BCrbinleri.pdf). [Erişildi: 10 10 2020].



- [15] TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi., 4. Su Yapıları Sempozyumu, Retma Matbaa, Antalya, 2015.
- [16] 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.
- [17] Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Three\\_Gorges\\_Dam](https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Gorges_Dam), [Erişildi: 21.09. 2020].
- [18] 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)
- [19] Atalay, Ö., Yılmaz Ulu, E., Hydropower Capacity of Turkey and Actual Investments, International Conference on Technology, Engineering and Science (IConTES), 162-164, 2018.
- [20] Yılmaz, Ş., Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli ve Gelişme Durumu, Türkiye’nin Enerji Görünümü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 203-225, 2016.
- [21] Kurban, E., enerjiportalı,, enerjiportalı.com, 26.11.2019, <https://www.enerjiportalı.com/teias-2019-elektrik-uretim-istatistiklerini-yayimladi/>. [Erişildi: 10 10 2020].
- [22] Kankal, M., Akçay, F., Doğu Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Durumunun İncelenmesi, ÖHÜ Müh. Bilim.Dergisi, 892-901, 2019.(DOI: 10.28948/ngumuh.598239)
- [23] EPDK, epdk.gov.tr, epdk, 2018, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/1-1051/kurumsaltarihce>. [Erişildi: 10 10 2020].
- [24] DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf>. [Erişildi: 10 10 2020].
- [25] DSİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2019 Faaliyet Raporu, DSİ, 2019.
- [26] 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.
- [27] 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)
- [28] Çevre Şehircilik Bakanlığı Rize İl Müdürlüğü, Rize Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2014 Yılı İl Çevre Durum Raporu, Çevre Şehircilik Bakanlığı Rize İl Müdürlüğü, Rize, 2014.
- [29] Koday, Z., Erhan, K. Rize İlinin İdari Coğrafya Analizi, Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, No. 50, Pp. 39-53, 2013.
- [30] Özbay, E., ve Gençoğlu, M.T., Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır, 2009.
- [31] Serencam, U., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Küçük Akarsuların Hidroelektrik Potansiyellerinin Analizi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, 2007.
- [32] 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.
- [33] Karadeniz, V., AKPINAR, E., BAŞIBÜYÜK, A., Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller ve Çevresel Etkileri Reşadiye Hidroelektrik Santralleri Örneği, Doğu Coğrafya Dergisi, Cilt: 16, Sayı: 26, pp: 95-114, 2011.
- [34] Akarçeşme, Y., Hidroelektrik Potansiyelin Türkiye Açısından Önemi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilim Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2019.
- [35] 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>)
- [36] 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.

- [37] Sağır, H., Su-Enerji-Çevre İlişkileri Bağlamında Hidroelektrik Santrallerinin (Hes) Ekolojik ve Ekonomik Etkileri: Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Santralleri Araştırması, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kamu Yönetimi Bilim Dalı Doktora Tezi, 2012.
- [38] Kaya, T., Türkiye’de Su Gücü ve Küçük Hidroelektrik Santraller, NEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Sayı:1, pp. 207-238, 2011.
- [39] Karstarlı, Ç., Karadeniz Havzasındaki Hidroelektrik Potansiyelin Deđerlendirilme Durumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon 2011.
- [40] TEİAŞ, 10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu (2019-2029), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü -Planlama ve Yatırım Yönetimi Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2019.
- [41] EPDK, Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2018.
- [42] EPDK, 2019 Yılı Aylık Elektrik Piyasası Sektör Raporları, EPDK, Ankara, 2019.
- [43] Polat, P., Sunkar, M., Rize’nin İklim Özellikleri ve Rize Çevresinde Uzun Dönem Sıcaklık ve Yağış Verilerinin Trend Analizleri, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, No: 27, Pp. 1-23, 2017.
- [44] Reis, S., Bayrak, T., Yalçın, A., Atasoy, M., Nişancı, R., Ekercin, S, Rize Bölgesinde Yağış Heyelan İlişkisi, hkm Jeodezi ve Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, No: 2, pp. 5-9, 2008.
- [45] Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü, Rize İli Aylık Yağış Miktarları 2015-2019 yılları, Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü, Trabzon, 2020.
- [46] Çoruh Elektrik Perakende Dağıtım A.Ş.Trabzon Bölge Müdürlüğü, Rize İli Tüketim ve HES Üretim Verileri 2015-2019, Çoruh Elektrik Perakende A.Ş. Trabzon İl Müdürlüğü, Trabzon, 2020.
- [47] Enerji atlası, <https://www.enerjiatlası.com/sehir/rize/>. [Erişildi: 10.10.2020].
- [48] Devlet Su İşleri, <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/hessu-kullanım-anlasmaları>. [Erişildi: 20.08.2020].
- [49] EPDK, T.C. Enerji Piyasası Denetleme Kurumu, 2018, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-86-3/elektriklisans-islemleri>. [Erişildi: 20.03.2020].