

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ KÜÇÜK  
AKARSULARIN HİDROELEKTRİK  
POTANSİYELLERİNİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Uğur SERENCAM**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK**  
**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL**

**Haziran 2007**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ KÜÇÜK  
AKARSULARIN HİDROELEKTRİK  
POTANSİYELLERİNİN ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Uğur SERENCAM**

**Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

**Enstitü Bilim Dalı : HİDROLİK**

**Bu tez 01 / 06 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Yrd.Doç.Dr. İbrahim YÜKSEL**  
**Jüri Başkanı**

**Doç.Dr. Seyhan FIRAT**  
**Üye**

**Yrd.Doç.Dr.MehmetSANDALCI**  
**Üye**

## TEŞEKKÜR

Yapılan yüksek lisans tezi çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki küçük akarsuların hidrolik enerji potansiyelleri analiz edilmiş, bu analizler yapılırken akım gözlem istasyonu olmayan küçük akarsuların hız ve debileri çeşitli yöntemleri ile tahmin edilmiştir.

Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki küçük akarsuların su potansiyelleri irdelenmiş, küçük akarsuların ülkemiz elektrik ihtiyacının karşılanmasında yapabileceği katkının önemi vurgulanmıştır.

Çalışmalarım süresince benden desteğini esirgemeyen Prof. Dr. Hızır ÖNSOY'a, gerek ders aşamasında ve gerekse tez çalışmasını hazırlarken bana her konuda yardımcı olan her türlü desteği veren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması aşamasında manevini desteğini esirgemeyen aileme ve eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2007

Uğur SERENCAM

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x

### BÖLÜM 1.

GİRİŞ.....	1
1.1. Türkiye’de Hidroelektrik Potan. Gelişiminin Bugünkü Durumu	3
1.2. Küçük Ölçekli Hidroelektrik Potansiyel.....	4
1.3. Hidroelektrik Enerji ve Küçük Hidroelektrik Santraller.....	5
1.3.1. Küçük hidroelektrik santrallerin avantajları.....	5
1.3.2. Küçük hidroelektrik santrallerin dezavantajları.....	6
1.3.3. Hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması.....	7
1.4. Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli .....	8
1.5. Türkiye’deki Küçük Ölçekli Hidroelektrik Potansiyel.....	12
1.6. Türkiye’de Hidroelektrik Potansiyelin Gelecek Yıllardaki Gelişimi.....	12
1.7. Doğu Karadeniz Bölgesi’nin Hidroelektrik Potansiyeli.....	14

### BÖLÜM 2.

YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	17
2.1. Trabzon İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi.....	18
2.1.1. Genel bilgiler.....	18

2.2. Rize İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi.....	20
2.2.1. Genel bilgiler.....	20
2.3. Giresun İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi.....	21
2.2.1. Genel bilgiler.....	21
2.4. Hidrolik Potansiyel Hesaplama Yöntemi.....	24
2.4.1 Trabzon ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	26
2.4.2. Rize ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	27
2.4.3. Giresun ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	28
BÖLÜM 3.	
BULGULAR.....	29
3.1. Trabzon'daki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Ene.Miktarı	30
3.2. Rize'deki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Enerji Miktarı...	33
3.3. Giresun'daki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Ene. Miktarı	36
3.4. Trabzon İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi	39
3.5. Rize İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi.....	40
3.6. Giresun İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi.	41
3.7. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Üretim-Potansiyel Analizi.....	42
BÖLÜM 4.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	46

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

P	: Güç çıktısı (Waat/m <sup>2</sup> )
E <sub>brüt</sub>	: Su kaynağının brüt enerjisi (kWh)
H	: Kot Farkı (m)
H <sub>ort</sub>	: Havzanın ortalama kotu (m)
N <sub>brüt</sub>	: Su kaynağının brüt gücü (kw)
Q	: Debi (m <sup>3</sup> /sn)
Q <sub>ort</sub>	: Su kaynağının ortalama debisi (m <sup>3</sup> /sn)

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Türkiye'deki hidroelektrik enerji potansiyelinin proje durumlarına göre dağılımı.....	11
Şekil 1.2.	22 No'lu Doğu Karadeniz havza haritası.....	16
Şekil 3.1.	Trabzon İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı.....	31
Şekil 3.2.	Rize İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı .....	34
Şekil 3.3.	Giresun İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı .....	37

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1.	Proje aşamasındaki hidroelektrik tesislerin kapasitelerine göre dağılımı.....	14
Tablo 1.2.	EİE'nin çalıştığı KHS projelerinin ön verileri.....	15
Tablo 2.1.	Trabzon İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	18
Tablo 2.2.	Trabzon İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	19
Tablo 2.3.	Rize İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	20
Tablo 2.4.	Rize İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	21
Tablo 2.5.	Giresun İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	22
Tablo 2.6.	Giresun İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli.....	23
Tablo 2.7.	Trabzon İlinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	26
Tablo 2.8.	Rize İlinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	27
Tablo 2.9.	Giresun İlinin küçük hidroelektrik potansiyeli.....	28
Tablo 3.1.	Trabzon İlinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları	30
Tablo 3.2.	Trabzon İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları.....	32
Tablo 3.3.	Rize İlinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları.....	33
Tablo 3.4.	Rize İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları.....	35
Tablo 3.5.	Giresun İlinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları..	36



Tablo 3.6.	Giresun İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları.....	38
Tablo 3.7.	Trabzon İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu.....	39
Tablo 3.8.	Rize İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu.....	40
Tablo 3.9.	Giresun İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu.....	41
Tablo 3.10	Doğu Karadeniz Bölgesindeki HES'lerin enerji üretim tablosu...	42

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Hidroelektrik Enerji, Küçük Hidroelektrik Santralleri, Enerji İhtiyaç ve Potansiyel Dengesi

Bu çalışmada, Türkiye'nin küçük hidroelektrik potansiyeline genel bir bakış yapılarak Türkiye'nin küçük Hidrolik potansiyelde çok önemli bir yere sahip olan Doğu Karadeniz Bölgesine ağırlık verilmiştir. Bu bölgede mevcut su potansiyeli diğer illere göre daha fazla miktarda olan Trabzon, Rize ve Giresun illerindeki derelerin çeşitli kurumlardan alınan bilgiler ve yaptığımız çalışmalarda elde ettiğimiz kot ve debi değerleri incelenerek enerji potansiyelleri üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu tezdeki:

Birinci bölümde; Türkiye'nin hidroelektrik potansiyel gelişimi genel olarak incelenmiş, küçük hidroelektrik santrallerin avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

İkinci bölümde; Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki iller içerisinde mevcut su potansiyeli diğer illere göre daha fazla miktarda olan Trabzon, Rize ve Giresun illerindeki akarsuların hidrolik ve hidrolojik özellikleri üzerinde araştırmalar yapılmış olup daha sonra elde edilen verilerden bu illerdeki küçük akarsuların hidroelektrik potansiyelleri hesaplanmıştır.

Üçüncü bölümde; Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Trabzon, Rize ve Giresun illerinin bir önceki bölümde hesaplanmış olan küçük akarsuların brüt hidroelektrik potansiyelleri ile bulunan toplam potansiyelin değişik oranlarda kullanılabilmesi halinde Trabzon, Rize ve Giresun illerinin ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin karşılanabilirliği araştırılmıştır.

Dördüncü bölümde; yapılan çalışmaların sonuçları özetlenerek ileride alınması gereken önlemler konusunda bilimsel yaklaşımlar sunulmuştur. Sonuç olarak, çalışılan illerde yalnızca küçük hidroelektrik potansiyeli bu illerin şimdiki ve gelecekteki elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılayamayacaktır. Bunun için elektrik ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla hibrit enerji kaynakları kullanılmalıdır.

# **THE ANALYSIS OF THE HYDROPOWER POTENTIAL OF SMALL STREAMS IN THE EASTERN BLACK SEA REGION**

## **SUMMARY**

Key words: Hydroelectric energy; small hydropower; energy requirement and potential balance

Among 26 hydrological basins in Turkey, the Eastern Black Sea Basin (EBSB) has great advantages from the view point of small hydropower (SHP) potential. So, in this study, the SHP potential of Turkey and especially EBSB are investigated. In this basin, rivers in the province of Trabzon, Rize and Giresun was selected as a research basin due to their higher SHP potential than the other provinces in this basin. In the present study, the SHP potential of these rivers are calculated by using some measured data and obtained SHP potential values from various local governmental offices. In the present thesis, there are four sections such as:

In the first section; Turkey's hydroelectric power potential discussed as an overview and the advantage and disadvantages of SHP plants are discussed detailed.

In the second section; the small rivers in the province of Trabzon, Rize and Giresun at the EBSB was selected as a research area due to their higher SHP potential than the other provinces in the EBSB. Hence, the SHP potential of these small rivers was calculated by using obtained measured data for these rivers.

In the third section; the calculated SHP values for the small rivers in the province of Trabzon, Rize and Giresun and the total potential of the other provinces in the EBSB are discussed for meeting the electric energy demand of the basin.

In the fourth section; the studied and obtained results are summarized and some scientific results was presented for future studies in the EBSB. As a result; in the studied provinces, the SHP potential will not meet the present and future electric energy demand of these provinces with alone. Therefore, in order to meet the electric energy demand, the hybride energy sources must be used.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte, günlük hayatın devamlılığını sağlamak için gerek duyulan enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Ancak tükenen yakıtlar dünyamızı enerji dar boğazına sürüklerken, enerji kaynaklarının çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler, bu tür kaynaklardan mümkün mertebede uzak durulmasına neden olmaktadır. Hidrolik enerji, dünya üzerinde yenilenebilir enerji türlerinin en yaygını olmakla beraber, çevre üzerinde oluşturduğu olumlu etkilerde göz ardı edilmemelidir. Ülkemizde gerek iklim, gerekse coğrafi konum bakımından Karadeniz bölgesi büyük bir hidroelektrik potansiyele sahiptir. Bu çalışmanın ana konusu, Doğu Karadeniz Bölgesinde akım gözlem istasyonu bulunan küçük akarsularda ölçülen debi değerleri ile akım gözlem istasyonu olmayan küçük akarsularda, akarsu kesiti ve hız ilişkisinden elde edilen debi değerleri incelenerek, küçük ölçekli hidroelektrik potansiyelinin hesaplanmasıdır. Önce elde edilen debi değerleri düzenlenmiş, nehirlerin bu noktalarda brüt düşüleri tespit edilerek, teorik olarak küçük hidroelektrik santral (HES) kurulması planlanmış ve gerekli kabuller yapılarak, elde edilebilecek güç belirlenerek, ihtiyaç-potansiyel irdelemesi yapılmıştır.

Ülkemiz hızlı bir sosyal ve ekonomik gelişim göstermektedir. Bu gelişmeye paralel olarak gereksinim duyulan elektrik enerjisini; öncelikle yerli enerji kaynaklarından elde etmek üzere projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik enerji elde etmek üzere hazırlanan projelerin; çevreye olumsuz etkilerinin en az olmasına dikkat edilmelidir.

20. yüzyılda hidroelektriğin gelişimi genellikle büyük barajların yapımıyla gerçekleşmiştir. Beton, kaya ve topraktan yapılan pek çok büyük barajlar akarsu kesitlerine yerleştirilerek büyük yapay göller oluşturulmuştur. Bu yapılar, büyük ve güvenilir güç sağlamlarının yanı sıra sulama ve taşkın koruma konusunda da

faydalar sağlamalarına karşın, büyük verimli alanlarda taşkınlara yol açmış ve yöre sakinlerinin göç etmelerine sebep olmuştur. Çoğu defa, baraj göllerinin sedimentle dolması bu yapıların verimliliğini ve ömrünü azaltmıştır. Bu tür büyük yapıların akarsu akımını kesmesi sonucu başka çevresel problemler de ortaya çıkmıştır. Küçük, mini ve makro hidroelektrik santralleri pek çok ülkenin kırsal elektrik ihtiyacının karşılanmasında anahtar bir rol üstlenmektedir. Bu santraller, doğal akışlı olup büyük barajların ve rezervuarların yapılmasını gerektirmemektedir. Halen tüm dünyada üretim halinde olan küçük hidroelektrik santrallerin (KHS) gücü 40 Gw olup, toplam güçleri ise 100 Gw olarak tahmin edilmektedir [1].

Elektrik enerjisi tüketimi, ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi üretimi ve/veya tüketimi o ülkedeki hayat standardını yansıtması bakımından büyük önem arz etmektedir. Ülkenin hidroelektrik potansiyeli artırılarak, kırsal kesimde yaşayan işsiz ve fakir vatandaşların ekonomik durumu geliştirilebilecektir. Bu kapsamda, regülatör, kanal v.b. çeşitli mühendislik yapılarının istihdam oluşturması ve aydınlatma, ısınma v.b. maksatlarla kullanılan elektrik fiyatlarında azalma sağlanması, yerel ve ulusal ekonomilere önemli katkılar sağlayacaktır. Yörede ısınma için genellikle odun kullanıldığından, projelerin hayata geçirilmesi ormanların korunması açısından da fayda sağlayacaktır.

Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyelinin ortaya konulmasında; 26 ana havza içerisinde bulunan akarsuların hidrolik ve hidrolojik özelliklerinin tespit edilmesi ve akım gözlem işlemleri Ülkedeki değişik kurum ve kuruluşlar tarafından (DSİ, EİE) yapılmaktadır. Ancak, bu kurumların yapmış olduğu çalışmalar ana havzalardaki ana kollar üzerine kurulmuş olan akım gözlem istasyonları yardımı ile yapılmaktadır. Ana kollar haricinde bu havzalarda çok sayıda tali kollar ve küçük akarsular mevcuttur. Dolayısıyla bu tali kollar ve küçük akarsularda akım gözlem istasyonları olmadığından buralardaki hidrolik ve hidrolojik özellikler ve dolayısıyla hidroelektrik potansiyel de tespit edilememektedir.

Bu tezde, Türkiye'nin küçük hidrolik potansiyeline genel bir bakış yapılarak Türkiye'nin küçük Hidrolik potansiyelde çok önemli bir yere sahip Doğu Karadeniz

Bölgesine ağırlık verilmiş ve bu bölgede mevcut su potansiyeli diğer illere göre daha fazla miktarda olan Trabzon, Rize ve Giresun illerindeki derelerin çeşitli kurumlardan alınan bilgiler ve yaptığımız çalışmalarda elde ettiğimiz kot ve debi durumları incelenerek enerji potansiyelleri üzerinde çalışma yapılmıştır.

### **1.1. Türkiye’de Hidroelektrik Potansiyel Gelişiminin Bugünkü Durumu**

2003 yılı sonu itibariyle Türkiye’nin toplam kurulu gücü 35.587 MW olup, bunun 20.888 MW ’ı termik, 37 MW ’ı jeotermal ve rüzgâr, 12578,7 MW ’ı hidrolik santrallara aittir. 2003 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi ise 140.580 GWh olup, bunun 105.100 GWh’i (%74,2) termik, 150 GWh’i jeotermal ve rüzgâr (%0,1), 35.329 GWh’i (%24,9) hidroelektrik santrallerden sağlanmıştır.

Hidroelektrik santrallerin üretimi, yağış koşullarına bağımlı olduğundan her yıl toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle birlikte, Türkiye’de elektrik enerjisinin yaklaşık %20-30’u sudan üretilmektedir.

Bugün için 127,6 milyar kWh olan ekonomik hidroelektrik potansiyelimizin %35’i (45.155 GWh) işletmede, %8’i (10.129 GWh) inşa halinde ve %57’si (72.339 GWh) ise çeşitli aşamalardan oluşan projeler (ilk etüt ön inceleme, master plan, planlama ve kesin proje) düzeyindedir.

127,6 milyar kWh’lik yıllık ortalama enerji üretim değerini oluşturan 674 adet hidroelektrik santralin 133’ü işletmede, 32’si inşa halinde ve 509 adedi ise proje seviyesindedir [2].

Türkiye’de hidroelektrik proje üretimiyle ilgili EİE ve DSİ gibi kuruluşların önemli görevlerinden biri de; ülkenin hidroelektrik potansiyelinin gelişimini temin edecek şekilde; tüm etüt ve proje hizmetlerinin ihtiyacı olan veri toplama faaliyetlerini yürüterek, havza master planlarını, baraj ve santrallerin ön inceleme, planlama ve proje çalışmalarını sürdürmektir. Hidroelektrik enerji potansiyelinin halen yararlanılmayan bölümünün gecikmeden hizmete alınmasını sağlamak üzere ihtiyaç

öncesinden yeterli miktarda projeyi hazır halde bulundurmak ilke olarak benimsenmiştir.

Ülkemizin, elektrik üretiminde kullanabileceği hidroelektrik enerji potansiyeli çok büyük olmasına rağmen, enerji ihtiyacının büyük bir kısmını dış kaynaklardan temin etmektedir. Çünkü bu potansiyeli verimli bir şekilde kullanamamaktadır. Günümüzde gelişmiş ülkeler, hidroelektrik potansiyellerinin %80-90'nını kullanabilirken, Türkiye, mevcut hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık üçte birini değerlendirebilmekte ve yılda 85 milyar kwh enerjisini denize dökmektedir. Bu ise, ülke ekonomisine yılda yaklaşık 6 milyar dolar zarar vermektedir. Bu nedenle, hızla mevcut hidroelektrik potansiyelimizin kullanılabilmesi için, kamu-özel tüm kuruluşların ortak çalışmalarıyla projeler geliştirilmeli ve hayata geçirilmelidir.

## **1.2. Küçük Ölçekli Hidroelektrik Potansiyel**

Coğrafyasının önemli bir kısmı tepelik bölgelerden oluşan Türkiye'de pahalı mühendislik yapıları inşa edilmeden oldukça yüksek düşüler elde edilmesi ve dolayısıyla düşük debilerle büyük enerji elde edilmesi mümkündür. Bu durumda, küçük bir çevirme yapısı (regülatör) yaparak büyük düşüler elde edilebilmektedir.

20.yüzyılda hidroelektriğin gelişimi genellikle büyük barajların yapımı ile gerçekleşmiştir. Beton, kaya ve topraktan yapılan pek çok büyük barajlar akarsu kesitlerine yerleştirilerek büyük yapay göller oluşturulmuştur. Bu yapılar, büyük ve güvenilir güç sağlamalarını yanı sıra, sulama ve taşkın koruma konusunda da faydalar sağlamalarına karşın, büyük verimli alanlarda taşkınlara yol açmış ve yöre sakinlerinin göç etmelerine sebep olmuştur. Çoğu defa, baraj göllerinin sedimentle dolması bu yapıların verimliliğini ve ömrünü azaltmıştır. Bu tür büyük yapıların akarsu akımını kesmesi sonucu başka çevresel problemler de ortaya çıkarmıştır. Küçük, mini ve mikro hidroelektrik santraller, pek çok ülkenin kırsal elektrik ihtiyacının karşılanmasında anahtar rol üstlenmektedir. Bu santraller, doğal akışlı olup büyük barajların ve rezervuarların yapımını gerektirmemektedir.

### 1.3. Hidroelektrik Enerji Ve Küçük Hidroelektrik Santraller

Hidroelektrik enerji hızla akan suyun enerjisiyle döndürülen elektrik jeneratörlerinden elde edilen elektriktir. Hidroelektrik enerji santralleri içme, kullanma ya da sanayi suyu sağlamak amacıyla ırmakların önü kesilerek oluşturulan baraj göllerinde kurulmaktadır. Hidroelektrik santralin ana bölümleri cebri borular, hidrolik türbinler, jeneratörler, transformatörler ile su akışını ve elektrik enerjisi dağıtımını denetleyen yardımcı donanımlardır. Cebri borular suyu aşağıya doğru türbinlere ileten büyük borular ya da tünellerdir. Türbinler, akan suyun hidrolik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren makinalardır. Transformatörler üreteçlerden elde edilen alternatif gerilimi uzak mesafelere iletmek üzere çok yüksek gerilim değerlerine yükseltmekte kullanılır.

Ülkeden ülkeye bazı farklar olmakla birlikte, bir veya birden fazla türbin-jeneratör ünitesi bulunan ve ünitelerin toplam kurulu gücü 10.000 Kw'tan küçük santrallara küçük hidroelektrik santraller denilmektedir.

#### 1.3.1. Küçük hidroelektrik santrallerin avantajları

1. Ulaşımı güç olan ve ulusal sistemden beslenemeyen kırsal bölgelerin enerji ihtiyacını karşılar. Böylece bu bölgelerin sosyal ve ekonomik yapılarının iyileştirilmesini sağlar.
2. Küçük hidroelektrik santrallerin türbin-jeneratör gruplarının tipleştirilerek standart hale getirilmeleri kolaydır.
3. Büyük hidroelektrik projelerin inşaat süresi ortalama 10 yıldır. Küçük hidroelektrik santraller, toplam yatırım bedelleri düşük olduğundan kısa sürede inşa edilebilir.
4. Termik santrallara nazaran işletme ve bakım masrafları daha azdır ve daha uzun ömürlüdür.



5. Üretilen enerji genellikle bölgede kullanıldığı için uzun iletim şebekeleri gerekmez ve iletim kayıpları düşer.

6. Temiz enerji üretir. Çevreyi kirletmez.

### **1.3.2. Küçük hidroelektrik santrallerin dezavantajları**

1. Küçük hidroelektrik santrallerde 1 Kw kurulu güç için gerekli yatırım maliyeti büyük santrallara göre oldukça yüksektir.

2. Çok sayıda küçük santral yapmak yerine bir tane büyük santral yapmak ülke ekonomisi açısından daha faydalıdır.

3. Küçük hidroelektrik santrallerin işletme ve bakım masrafları büyük santrallerle nazaran fazladır.

4. Küçük hidroelektrik santrallerde enerji üretimi meteorolojik ve mevsimsel değişikliklere bağlı olarak dalgalanmalar gösterir. Ayrıca hidroelektrik santralin beslediği bölgelerdeki enerji ihtiyacı günün çeşitli zamanlarında değişmektedir. Bundan dolayı küçük hidroelektrik santrallerin verimleri düşüktür.

5. Yapılan yatırıma göre etütler için yapılan harcama masrafları fazladır.

### **1.3.3. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması**

1. Düşülerine Göre:

- a) Alçak Düşülü Santraller: Düşü 15 metreden az
- b) Orta Düşülü Santraller : Düşü 15-30 metre arasında
- c) Yüksek Düşülü Santraller : Düşü 50 metreden büyük

## 2. Ürettikleri Enerjinin Karakter ve Değerine Göre:

- a) Baz Santraller: Devamlı olarak enerji üreten santraller.
- b) Pik Santraller: Enerjinin en çok ihtiyaç duyulduğu sürede çalışan santrallerdir.

## 3. Kapasitelerine Göre:

- a) Küçük Kapasiteli: 99 KW'a kadar
- b) Düşük Kapasiteli: 100-999 KW arası
- c) Orta Kapasiteli: 1000-9999 KW arası
- d) Yüksek Kapasiteli: 10.000 KW ve daha fazla

## 4. Yapılışlarına Göre:

- a) Yer altı santrali
- b) Yarı gömülü ve batık santral
- c) Yer üstü santrali

## 5. Depolama Özelliklerine Göre:

1- Su deposu bulunmayan santraller: Bunlar doğrudan doğruya nehir veya kanal üzerinde kurulmuştur. Su depoları (gölleri) olmadığından akan suyun enerjisini elektriğe çevirirler. Memleketimizde Girlevik santrali bu tip santrallerle örnek olarak gösterilebilir.

- a) Nehir Santralleri:
- b) Kanal Santralleri:

2- Doğal veya yapay su deposu (gölü) olan santraller: Bu tip santrallerde suyun depolanması esastır. Genellikle su rejimlerinin düzensiz olduğu akarsularda suyun depolanması zorunluluk haline gelmektedir.

- a) Beton Barajlar: Ağırlık Barajlar, Payandalı Barajlar, Kemer Barajlar

b) Dolgu Barajlar: Toprak Dolgu Barajlar, Kaya Dolgu Barajlar, Toprak ve Kaya Barajlar [3].

#### 1.4. Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli

Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesinde "brüt potansiyel", "teknik potansiyel" ve "ekonomik potansiyel" kavramları önem taşımaktadır.

Bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teorik üst sınırını gösteren brüt su kuvveti potansiyeli; mevcut düşü ve ortalama debinin oluşturduğu potansiyeli ifade etmektedir. Topoğrafya ve hidrolojinin bir fonksiyonu olan brüt hidroelektrik enerji potansiyeli, ülkemiz için 433 milyar kWh mertebesindedir.

Teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli; bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırını göstermektedir. Uygulanan teknolojiye bağlı olarak düşü, akım ve dönüşümde oluşabilecek kaçınılmaz kayıplar hariç tutulmaktadır. Bölgede planlanan hidroelektrik projelerin teknik açıdan uygulanabilmesi mümkün olan tümünün gerçekleştirilmesi ile elde edilecek hidroelektrik enerji üretiminin sınırlarını temsil etmektedir. Bu niteliğiyle teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel, brüt potansiyelin bir fonksiyonu olmakta ve çoğunlukla onun yüzdesi olarak ifade edilmektedir. Ülkemizin teknik yönden değerlendirilebilir hidroelektrik enerji potansiyeli 216 milyar kWh civarındadır.

Ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, bir akarsu havzasının hidroelektrik enerji üretiminin ekonomik optimizasyonunun sınır değerini gösteren, gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimi olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle ekonomik olarak yararlanılabilir hidroelektrik potansiyel, beklenen faydaları (gelirleri), masraflarından (giderlerinden) fazla olan su kuvveti projelerinin hidroelektrik enerji üretimini göstermektedir.

Hidroelektrik santralların ekonomik yapılabilirliğinin hesaplanabilmesi için; enterkonnekte sistemde aynı enerjiyi üretecek kaynaklar gözden geçirilmekte ve en ucuz enerji kaynağı belirlenerek hidroelektrik santral (HES) projesi bu kaynakla mukayese edilmekte ve ancak daha ekonomik bulunursa önerilmektedir. Ekonomik HES potansiyeli içindeki tüm projeler; termik santrallara göre rantabiliteleri daha yüksek projelerdir.

Hidroelektrik santrallerin üretimi, yağış koşullarına bağımlı olduğundan her yıl toplam üretim içindeki payı değişim göstermekle birlikte, Türkiye'de elektrik enerjisinin yaklaşık %40'ı sudan üretilmektedir. Türkiye'de hidroelektrik proje üretimi ile ilgili DSİ ve EİE gibi kuruluşların en önemli görevlerinden biri de ülkenin hidroelektrik potansiyelini gelişimini temin edecek şekilde havza master planlarını, baraj ve santrallerin ön inceleme, planlama ve proje işlerini yapmak ve etüd ve proje hizmetlerinin ihtiyacı olan veri toplama faaliyetlerini yürütmektir. Hidroelektrik enerji potansiyelinin halen yararlanılmayan bölümünün gecikmeden hizmete alınmasını sağlamak üzere ihtiyaç öncesinden yeterli miktarda projeyi hazır halde bulundurmak ilke olarak benimsenmiştir. Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülen Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli, bu model kapsamındaki "Otoprodüktör Üreticiler" yöntemi ve işletmede bulunan hidroelektrik santrallerin " İşletme Hakkının devredilmesi" uygulaması ile DSİ tarafından yürütülen "%100 Dış Kredili Anahtar Teslimi" modelleri ile hidroelektrik santrallerin inşa edilmesinde önemli gelişmeler kaydedilmiş bulunmaktadır.

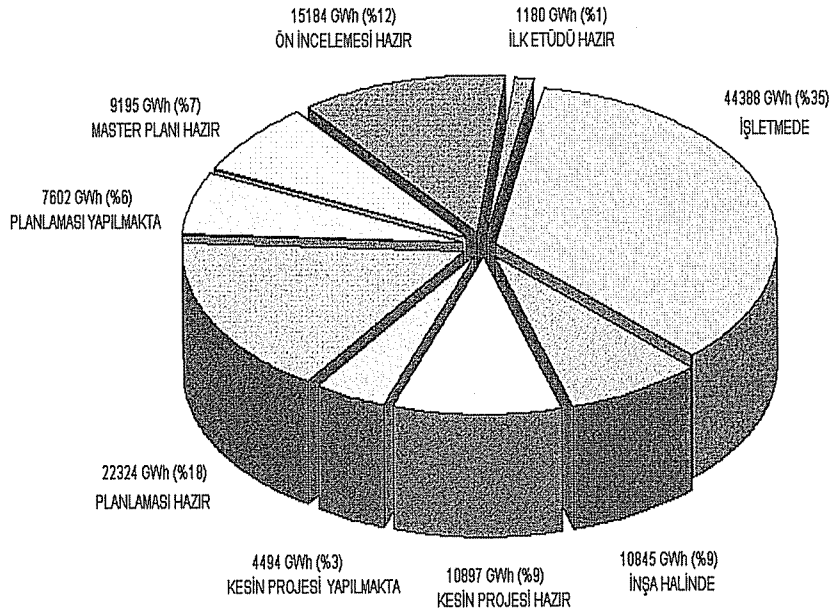
Ülkemizin 2004 yılı başı itibariyle tesbit edilen teknik ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyeli 127,6 milyar kWh'dir. Bu potansiyel; en az ilk etüt seviyesindeki hidroelektrik projelerle, istikşaf (ön inceleme), master plan, fizibilite (planlama-yapılabilirlik), kesin proje, inşa ve işletme aşamalarından oluşan 674 adet hidroelektrik projenin toplam enerji üretim kapasitesini ifade etmektedir.

Havza gelişme planlarının farklı zamanlarda hazırlanmış olmalarından dolayı projeler sonraki tarihlerde ekonomik yönden tutarsız duruma gelebilmektedir. Bununla birlikte zaman içinde enerji fayda ve maliyetlerinde meydana gelen değişikliklere göre ekonomik bulunabilecek tesislerin, ilk etütlerde terkedilmiş

olmalarına da rastlanılmaktadır. Bu nedenle havza gelişme planlarının belirli aralıklarla, özellikle enerji faydalarına esas teşkil eden alternatif referans santral grubundaki değişikliklerden sonra, tekrar gözden geçirilip değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bunlara karşılık, su kaynaklarının geliştirilmesinde görev üstlenen EİE ve DSİ gibi kuruluşların yapmış oldukları, yeni enerji kaynaklarının yaratılmasına yönelik ilk etüt çalışmalarıyla bu potansiyele her yıl ilaveler olabilmektedir. Bütün bu olumlu ve olumsuz etkilerin de dikkate alınmasıyla, Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli yıldan yıla ufak farklılıklar göstermekle birlikte bugün için 127,6 milyar kWh civarında olduğu kabul edilebilir.

Türkiye 433 milyar kWh brüt teorik hidroelektrik potansiyeli ile dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 paya sahiptir. 127,6 milyar kWh ekonomik olarak yapılabilir potansiyeli ile Avrupa ekonomik potansiyeli içinde yaklaşık %15 hidroelektrik potansiyeline sahip bulunmaktadır [4].

**TÜRKİYE' DEKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİNİN  
PROJE DURUMLARINA GÖRE DAĞILIMI (2003 YILI)  
TOPLAM ÜRETİM 126109 GWh**



Şekil 1.1. Türkiye'deki Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Proje Durumlarına Göre Dağılımı

Şekil 1.1.'de:

İşletmede Olanlar	44034
İnşa Halindekiler	9932
Kesin Projesi Hazır Olanlar	12116
Kesine Projesi Yapılanlar	5154
Planlaması Hazır Olanlar	20786
Planlaması Yapılanlar	7995
Master Planı Hazır Olanlar	9273
Ön İnceleme Hazır Olanlar	15170
İlk Etüdü Hazır	1368

### 1.5. Türkiye'deki Küçük Ölçekli Hidroelektrik Potansiyel

Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli içinde küçük akarsulardan elde edilebilecek enerji miktarını belirleyecek ülke düzeyinde güvenilir bir çalışma 1980 yılına kadar yapılamamıştır. 1981 yılından itibaren E.İ.E. İdaresi Genel Direktörlüğünde küçük akarsulardaki hidroelektrik potansiyelinin saptanması çalışmasına başlanmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre küçük akarsular üzerinde 3948 MW güç tesis edildiğinde, 13.9x10<sup>9</sup> kWh/yıl güvenilir, 32.4x10<sup>9</sup> kWh/yıl ortalama enerji temin edilebileceği hesaplanmıştır. Türkiye'de ulusal şebekeden uzakta olan orman köylerinin elektrifikasyonu ile, çeşitli nedenlerle ulusal şebekeden çok yetersiz elektrik alabilmekte olan köy ve kasabalar için değerlendirilebilecek son derece önemli bir doğal kaynağın varlığını göstermektedir.

Türkiye'de, proje aşamasındaki hidroelektrik tesislerin, kapasitelerine göre dağılımı 2004 yılı için Tablo1.1'de sunulmaktadır. Tablodan da görülebileceği gibi, %30,34'lük kısmı 50 Mw'tan küçük tesislerden elde edilecektir. Türkiye'de halen inşa edilmiş olan toplam 177 mW kapasiteli 80 KHS'nın %95'i orta veya yüksek düşüldür. Genellikle dağınık bir ülke olan Türkiye'nin KHS potansiyeli oldukça büyüktür. Toplam ekonomik fizibil KHS potansiyeli 22.000 gWh/yıl olarak tahmin edilmektedir.

### 1.6. Türkiye'de Hidroelektrik Potansiyelin Gelecek Yıllardaki Gelişimi

Türkiye elektrik sisteminin gelişim analizi niteliğindeki "Orta ve Uzun Dönem Üretim Yatırım Planlaması" TEAŞ Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilmekte ve bu çalışmaların gerektirdiği donelerin hidroelektrik santrallerle ilgili olanları DSİ ve EİE tarafından sağlanmaktadır. Uzun dönem çalışması 2003-2020 yılları arasında kapsamaktadır. Üretilen senaryolarda yerli ve yenilenebilir kaynak niteliğindeki hidroelektrik santrallerin öncelikle ele alınmaları ön görülmektedir. Planlamanın ön gördüğü sürede hidroelektrik santral inşaatlarının tamamlanması mümkün olursa Türkiye hidrolik kurulu gücü 2010 yılında 24935 MW'a, 2020 yılında ise 29984 MW'a çıkacaktır. Ancak diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte hidrolik

kurulu gücü 2010 yılındaki toplam kurulu gücün %38'ini oluşturmasına rağmen bu oranın 2020 yılından %28'e düşmesi beklenmektedir. Ülkemizin brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar kWh mertebesindedir. Bu potansiyelin teknik olarak değerlendirilebilir kısmının 216 milyar kWh civarında olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizin 1999 yılı için tespit edilen ekonomik hidroelektrik potansiyeli 123 milyar kWh'tir. Bu potansiyelin halen 37 milyar kWh üretim kapasitesine sahip %30'luk kısmı kullanılmakta, 13.6 milyar kWh üretim kapasitesine sahip %11'lik kısmı inşa halindedir. Geri kalan 72.4 milyar kWh'lik üretim potansiyeline sahip %59'luk kısmı ise ön inceleme, master plan, yapılabirlik ve kesin proje aşamalarından oluşan proje düzeyindedir. Toplam 123 milyar kWh üretim kapasitesine sahip 485 adet hidroelektrik santralin 104'ü işletmede 37 si inşa halinde ve geri kalan 344 adedi ise proje seviyesinde olup geliştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizdeki doğal enerji kaynakları sınırlı olup, ulusal enerji kaynaklarımız yaklaşık 125 milyar kWh hidrolik, 105 milyar kWh linyit ve 16 milyar kWh taş kömürü olmak üzere toplam olarak yılda ortalama 246 milyar kWh civarında bulunmaktadır. 2010 yılında enerji talebinin 289.800 GWh, 2020 yılında ise 547.100 GWh olacağı göz önüne alınırsa hidroelektrik enerjinin yanında diğer enerji kaynaklarına da ihtiyaç olduğu açıktır. Ancak, hidroelektrik santral projelerinin öncelikle ele alınması ve hidroelektrik potansiyelin, öncelikle geliştirilmesi ekonomik açıdan Türkiye için büyük önem taşımaktadır.



Tablo 1.1. Proje Aşamasındaki Hidroelektrik Tesislerin Kapasitelerine Göre Dağılımı

Sınıflandırma	HES Sayısı	Toplam Kapasite (mW)	Toplam Yıllık Enerji (gWh)	Toplam Yıllık Enerjiye Oranı (%)
<5 mW	139	312	1.568	2.17
5-10 mW	79	548	2.135	2.95
10-50 mW	186	4.595	18.244	25.22
50-100 mW	54	3.824	13.524	18.70
100-250 mW	36	5.527	18.179	25.13
250-500 mW	11	3.500	11.657	16.11
500-1000 mW	3	1.791	3.199	4.42
>1000 mW	1	1.200	3.833	5.30
TOPLAM	509	21.297	72.339	100

### 1.7. Doğu Karadeniz Bölgesinin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

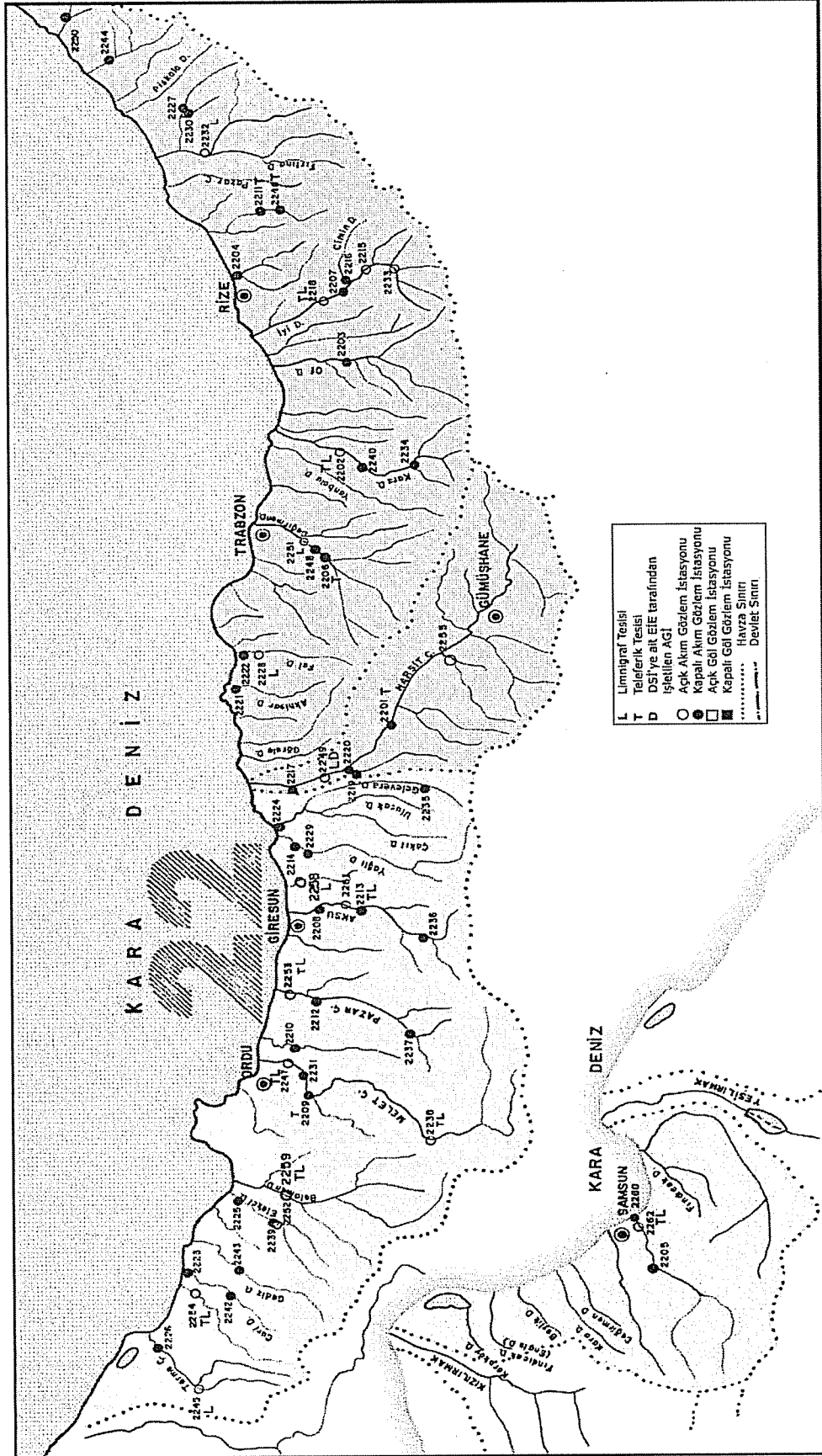
Doğu Karadeniz Havzası (DKH), Türkiye'deki 26 hidrolojik havza içinde KHS bakımından özel bir öneme sahiptir. Çünkü yıllık ortalama yağış yüksekliği ülkenin en yüksek değerindedir ve Rize yakınlarında 2329 mm'ye kadar çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, havzada büyük düşülü dik vadiler ve büyük debili pek çok akarsu mevcuttur.

Türkiye'deki küçük akarsuların enerji potansiyellerini belirlemek için EİE tarafından yürütülmekte olan bir çalışmanın ilk bulguları Tablo 2'de sunulmaktadır (EİE 2004). Çalışma kapsamında, sadece 8 havzanın ilk verileri elde edilmiş olup diğer havzalarla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Tablodan da görüleceği gibi, incelenen 132 projenin 59 tanesi (44,70) DKH'dadır ve bu havzadaki projelerin yıllık potansiyeli (886,56 gWh), incelenen projelerin toplam potansiyelinin (1698,68 gWh) %52,18'ini teşkil etmektedir. Tabloda, ayrıca çeşitli KHS projelerinin rantabilite katsayıları (RK) da verilmektedir. Görüldüğü gibi, DKH'daki projelerin büyük bir kısmının (%81) rantabilite katsayıları 1'den büyüktür. DKH'daki rantabl projeler, çalışmada incelenen tüm rantabl projelerin %56,4'ü kadardır.

Tablo 1.2. EİE'nin Çalıştığı KHS Projelerinin Ön Verileri

Havza Adı	Proje Sayısı	Kapasite (Mw)	Potansiyel (gWh/y)	Rant. Katsayılarına Göre Sınıflandırma		
Doğu Karadeniz	59	157,75	886,56	718(81%)	130(15%)	38(4%)
Orta Karadeniz	20	69,09	278,52	260(94%)	260(94%)	260(94%)
Gediz	7	41,76	166,20	116(70%)	27(16%)	23(14%)
Batı Karadeniz	9	23,51	111,78	99(89%)	8(7%)	4(4%)
Susurluk	15	23,74	110,55	23(21%)	77(69%)	11(10%)
Batı Karadeniz	15	21,90	108,86	40(37%)	47(43%)	22(20%)
Ege	5	4,76	20,33	0(0%)	14(67%)	7(33%)
B.Menderes	2	3,38	16,06	16(100%)	0(0%)	0(0%)

EİE'nin tablolarına göre (EİE 2004), toplam gücü 9.742 Mw ve yıllık enerji kapasitesi 33.793 gWh olan 166 proje üzerinde çalışılmakta olup, bunlardan 8.644 Mw VE 29.375 gWh/yıl kapasiteli olan 73 tanesi, barajlı (biriktirmeli) olarak; geri kalan 1.098 Mw ve 4.418 gWh/yıl kapasiteli 93 tanesi ise biriktirmesiz (doğal akışlı) olarak planlanmaktadır. Biriktirmesiz projelerin 149,71 Mw (%13,6) ve 768,41 gWh/yıl (%17,3) kapasiteli 47 tanesi (%50,5) DKH'da gerçekleştirilecektir. Bütün bu veriler, DKH'nın KHS potansiyeli açısından önemini ortaya koymaktadır [5].



Şekil 1.2. Türkiye'deki ana havzalar içerisinde 22 no'lu havza olarak bilinen doğu Karadeniz Havzası ve bu havzada mevcut olan akarsular ile bu akarsulara ait ana ve tali kollar.

## **BÖLÜM 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR**

Bu bölümde, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde küçük HES potansiyeline sahip akarsuların yaklaşık %90'ı Trabzon, Rize ve Giresun illerinde olup bu illerin havza alanlarının hemen hemen havzanın tamamına yakın bir kısmını temsil ettiği de dikkate alındığında; Bu illerdeki küçük akarsuların hidrolik ve hidrolojik özellikleri üzerinde araştırma yapılmıştır.

Enerji literatürlerinde büyük hidroelektrik enerji klasik yenilenebilir kaynak grubunda ele alınırken, küçük hidroelektrik enerji yeni ve yenilenebilir kaynaklar grubuna sokulmaktadır. EİE tarafından yapılan çalışmalarda Kurulu gücü 101kW-10.000 kW arasındaki santrallara küçük hidroelektrik santraller denilmektedir. Bu bağlamda, akarsuları, üzerlerine yapılabilecek santrallerin kurulu güçlerine göre sınıflandırdığımızda kurulu gücü 10.000 Kw'tan küçük olan akarsular küçük akarsular olarak adlandırılmıştır.

Yapılan çalışmada, Trabzon, Rize ve Giresun illerinde bulunan bütün akarsuların debileri, düşüleri ve ana kol uzunlukları teker teker belirlenip büyük HES ve küçük HES kapasitesine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma yapıldıktan sonra üzerlerine yapılabilecek santrallerin kurulu gücü 10.000 Kw'tan küçük olan küçük akarsuların hidroelektrik potansiyelleri hesaplanmıştır.

## 2.1. Trabzon İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi

### 2.1.1. Genel bilgiler

Trabzon İlinin alanı 4684,9 km<sup>2</sup>, yıllık yağış ortalaması 900mm civarındadır. Yıllık ortalama akış (yerüstü) hacmi değeri 3486 hm<sup>3</sup>'dir. Ayrıca yıllık ortalama akış/Yağış oranı: 0,83 ve yıllık ortalama akış verimi: 0,024m<sup>3</sup>/s'dir [6]. Tablo 2.1. ve Tablo 2.2.'de Trabzon İlindeki akarsuların debileri ve düşüleri, büyük akarsuların ana kol uzunlukları ile küçük akarsuların ilk etüt aşamasında projelendirilen iletim yapısı uzunlukları gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Trabzon İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

TRABZON İLİNİN BÜYÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	Ana Kol Uzunluğu (km)
1	Kirazlık	1,4	800	25
2	Söğütlü	3,6	840	44
3	Yıldızlı	2,3	800	28
4	Değirmen	17,8	1260	60
5	Yomra	2,2	850	27
6	Karadere	13,8	1435	63
7	Küçükdere	3,7	800	35
8	Sürmene	7,3	1150	41,3

Tablo 2.2. Trabzon İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

TRABZON İLİNİN KÜÇÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	İletim Yapısı Uzunluğu (m)
1	İskefiye D.	1,3	535	2100 (Kanal)
2	Şana D.	1,5	455	1580 (Kanal)
3	Orta D.	1,05	285	2125 (Kanal)
4	Horyan D.	1,12	230	4125 (Kanal)
5	Çanakçı D.	2,36	405	1500 (Kanal)
6	Yanbolu D.	4,90	60	1125 (Kanal)
7	Kalyan D.	2,45	135	2750 (Kanal)
8	Fol D.	2,91	155	2200 (Kanal)
9	Küçük D.	2,34	110	4000 (Kanal)
10	Durana D.	1,71	90	1100 (Kanal)
11	Kadiralak D	2,90	135	2375 (Kanal)
12	Manahoz D.	4,98	65	2500 (Kanal)
13	Baltacı D.	5,72	75	875 (Tünel)
14	Altıntaş D.	4,11	95	2750 (Kanal)
15	Acısu D.	1,56	155	2250 (Kanal)
16	Akhisar D.	1,60	105	3500 (Kanal)
17	Solaklı D.	2,13	105	2000 (Kanal)
18	Holo D.	2,65	95	2000 (Kanal)

## 2.2. Rize İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi

### 2.2.1. Genel bilgiler

Rize İlinin alanı 3920,2 km<sup>2</sup>, yıllık yağış ortalaması 1264mm civarındadır. Yıllık ortalama akış (yerüstü) hacmi değeri 5310 hm<sup>3</sup>'dir. Ayrıca yıllık ortalama akış/Yağış oranı: 1,07 ve yıllık ortalama akış verimi: 0,04m<sup>3</sup>/s'dir. Tablo 2.3 ve Tablo 2.4'te Rize İlindeki akarsuların debileri ve düşüleri, büyük akarsuların ana kol uzunlukları ile küçük akarsuların ilk etüt aşamasında projelendirilen iletim yapısı uzunlukları gösterilmiştir.

Tablo 2.3. Rize İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

RİZE İLİNİN BÜYÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	Ana Kol Uzunluğu (km)
1	İyidere	35,6	1610	77,7
2	Taşlıdere	22,2	830	33
3	Büyükdere	14,3	1085	42
4	Hemşin D.	7,2	751	40
5	Fırtına D.	46,3	1587	68
6	Yeşil D.	11,7	700	31,6
7	Çağlayan D.	10,2	1030	34,5

Tablo 2.4. Rize İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

RİZE İLİNİN KÜÇÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	İletim Yapısı Uzunluğu (m)
1	Askaroz D.	6,26	105	2500 (Kanal)
2	Kokasor D.	4,03	105	1400 (Kanal)
3	Pilahoz D.	2,50	95	1250 (Kanal)
4	Potomya D.	0,84	145	2600 (Kanal)
5	Hako D.	0,83	105	2000 (Kanal)
6	Hongra D.	0,36	105	1375 (Kanal)

### 2.3. Giresun İlinin Hidrolik ve Hidrolojik Analizi

#### 2.3.1. Genel bilgiler

Rize İlinin alanı 6934,1 km<sup>2</sup>, yıllık yağış ortalaması 1296mm civarındadır. Yıllık ortalama akış (yerüstü) hacmi değeri 4166,17 hm<sup>3</sup>'dir. Ayrıca yıllık ortalama akış/Yağış oranı: 0,46 ve yıllık ortalama akış verimi: 0,02m<sup>3</sup>/s'dir. Tablo 2.5 ve Tablo 2.6'da Giresun İlindeki akarsuların debileri ve düşüleri ile büyük akarsuların ana kol uzunlukları ile küçük akarsuların İlk Etüt Aşamasında projelendirilen iletim yapısı uzunlukları belirlenmiştir.



Tablo 2.5. Giresun İlinin büyük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

GİRESUN İLİNİN BÜYÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	Ana Kol Uzunluğu (km)
1	Baltama	4,4	900	33
2	Keşap	2,1	755	24
3	Gelivera	21,2	1457	76,3
4	Harşit Çayı	5,6	950	177
5	Görele	10,1	1100	49,2
6	Çavuşlu	3,1	620	17,3
7	Akçal Dere	8,11	160	22,50
8	Pazar Suyu	18,57	75	75
9	Aksu Çayı	14,37	120	50
10	Kelkit Çayı	14,5	1210	

Tablo 2.6. Giresun İlinin küçük HES kapasitesi olan su kaynakları potansiyeli

RİZE İLİNİN KÜÇÜK HES KAPASİTESİ OLAN SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ				
No	Akarsu Adı	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /s)	Ortalama Kot (m)	İletim Yapısı Uzunluğu (m)
1	Büyük D.	1,56	105	2250 (Kanal)
2	Vanazit Ç.	2,56	70	2000 (Kanal)
3	Zekere D.	1,85	105	3000 (Kanal)
4	Kızılev D.	6,34	105	3750 (Kanal)
5	Koyunham.	1,47	105	3500 (Kanal)
6	Baltama D.	1,76	105	2650 (Kanal)
7	Tokmadın D	1,28	245	4250 (Kanal)
8	Bal Dere	0,67	155	1600 (Kanal)
9	Çatalçam D.	0,89	125	2375 (Kanal)
10	Yağlı D.	13,01	55	Etek Santrali
11	Kırıklı D.	0,80	95	2750 (Kanal)

## 2.4. Hidroelektrik Potansiyel Hesaplama Yöntemi

Akarsuların hidroelektrik potansiyeli, topoğrafik koşulların sağladığı düşü yüksekliğine ve suyun debisine bağlı olarak belirlenir. Akarsuların toplam debi ve düşülerine göre hesaplanan brüt potansiyel, maksimum teorik düzeyi gösterir. Brüt potansiyel bütün doğal akışların, deniz seviyesine, sınır aşan sularda sınıra kadar %100 türbin verimiyle elde edilebileceği varsayılan yıllık enerji potansiyelini ifade etmektedir. Teknik açıdan uygulanması mümkün su kuvveti projelerinin tümünün gerçekleştirilmesi sonucunda elde olunabilecek üretimin maksimum değerini gösteren teknik potansiyel, enerji değeri olarak brüt potansiyelin bir fonksiyonudur ve onun yüzdesi olarak ifade olunur. Hidroelektrik enerji üretiminin teknolojik üst sınırını gösteren teknik yönden değerlendirilebilir su kuvveti potansiyeli, kullanılan teknolojiye bağlı olarak meydana gelebilecek düşü, akım ve dönüşümdeki kayıplar hariç tutularak hesaplanır.

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan enerji olup, enerji miktarı düşü ve debi değişkenlerine bağlıdır. Belli bir düşü altında cebri boru ile türbine gelen suyun potansiyel enerjisi türbinde kinetik enerjiye, türbine akupile jeneratörde elektrik enerjisine dönüşmektedir. Türbine gelen suyun düşü yüksekliği ve debisi üretilecek gücü belirlemektedir.

Bu tezde bölgenin küçük HES potansiyeli hesaplanacağı için yukarıda verilen tablolardan küçük akarsularla ilgili olan tablolar kullanılarak gerekli olan hesaplamalar yapılmaktadır.

Hidroelektrik enerjinin hesaplanmasının değişik yöntemleri vardır. Enerji miktarı en çok suyun debisi ve düşü değerine bağlı olduğu için hesap yöntemlerinde genellikle bu iki parametrenin etkin olduğu (2.1)'deki bağıntı kullanılmaktadır.

$$N=\gamma \cdot H \cdot Q \dots\dots\dots(2.1)$$

Bu formülde:

$$N=\text{Güç}(\text{tm/sn}) \quad 1 \text{ tm/sn} = 9,81 \text{ Kw} = 13,3 \text{ BG}$$

$\gamma$ =Suyun birim hacim ağırlığı

H=Kot Farkı (m)

Q=Debi (m<sup>3</sup>/sn)

Hidroelektrik santraldeki enerji kaybı oranları;

Türbinde:  $\delta_{\text{tür}}$ , Jeneratörde:  $\delta_{\text{jen}}$ , Transformatörde:  $\delta_{\text{trans}}$  ise

$\delta_{\text{tür}}, \delta_{\text{jen}}, \delta_{\text{trans}} = 0,85$  oranında santralde güç kaybı oluşur. Bundan dolayı;

$$N_h = G \cdot H_n \cdot \eta_h = \gamma \cdot Q \cdot H_n \cdot \eta_h$$

$$N = \gamma \cdot H \cdot Q \gg N = 9,81 \cdot H \cdot Q \cdot 0,85 \gg N = 8 \cdot H \cdot Q \text{ olarak hesaplanır.}$$

Su kaynağı potansiyeli hesabında;

$$N_{\text{brüt}} = 8 \cdot H_{\text{ort}} \cdot Q_{\text{ort}}$$

$$E_{\text{brüt}} = N_{\text{brüt}} \cdot 24 \cdot 365 \dots\dots\dots(2.2)$$

Bu bağıntıda:

$$N_{\text{brüt}} = \text{Su kaynağının brüt gücü (kW)}$$

$$H_{\text{ort}} = \text{Havzanın ortalama kotu (m)}$$

$$Q_{\text{ort}} = \text{Su kaynağının ortalama debisi (m<sup>3</sup>/sn)}$$

$$E_{\text{brüt}} = \text{Su kaynağının brüt enerjisi (kWh)}$$

$H_{\text{ort}}$  karelaj yöntemi ile hesaplanmıştır.  $H_{\text{ort}}$  hesaplanırken DSI'nin 1/25000'lik haritaları kullanılmıştır. İlk olarak akarsuyun güzergahı ve bu güzergah üzerindeki paftalar birleştirilerek havza alanı tespit edilmiştir. Daha sonra paftalar üzerindeki 2 cm \* 2 cm ebadındaki kareler dörde ayrılarak her bir karenin ortalama kotu bulunmuştur. Membadan mansaba kadar bulunan tüm karelerin ortalama kotları toplanıp kare sayısına bölünerek ortalama kot hesaplanmıştır [7].

Ortalama kot hesaplandıktan sonra (2.1) ve (2.2)'deki formüllerde yerine konarak su kaynağının gücü ve enerjisi elde edilir.

#### 2.4.1. Trabzon ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli

Hidroelektrik potansiyel hesaplanırken bölüm 2.4'deki hidroelektrik enerji potansiyeli hesaplama yöntemi kullanılmıştır.  $N_{brüt} = 8 \cdot H_{ort} \cdot Q_{ort}$  denkleminde  $H_{ort}$  ve  $Q_{ort}$  değerleri yerlerine konularak küçük akarsuların brüt güç ve enerjisi hesaplanmıştır. Tablo 2.7.'de Trabzon İlindeki küçük akarsuların brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyelleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.7. Trabzon İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyeli

No	Akarsu Adı	Ortalama Debi ( $Q_{ort}$ ) $m^3/s$	Ortalama Kot ( $H_{ort}$ ) m	Hidroelektrik Güç, $N_{brüt}$ kW	Hidroelektrik Enerji, $E_{brüt}$ ( $kWh \cdot 10^6$ )
1	İskefiye Dere	1,3	535	5.564	48,74
2	Şana Dere	1,5	455	5.460	47,83
3	Orta Dere	1,05	285	2.394	20,97
4	Horyan Dere	1,12	230	2.061	18,05
5	Çanakçı Dere	2,36	405	7.646	66,98
6	Yanbolu Dere	4,90	60	2.352	20,60
7	Kalyan Dere	2,45	135	2.646	23,18
8	Fol Dere	2,91	155	3.608	31,61
9	Küçük Dere	2,34	110	2.059	18,04
10	Durana Dere	1,71	90	1.231	10,79
11	Kadiralak D.	2,90	135	3.132	27,44
12	Manahoz Çayı	4,98	65	2.590	22,68
13	Baltacı Dere	5,72	75	3.432	30,06
14	Altıntaş Dere	4,11	95	3.124	27,36
15	Acısu Dere	1,56	155	1.934	16,95
16	Akhisar Dere	1,60	105	1.344	11,77
17	Solaklı Dere	2,13	105	1.789	15,67
18	Holo Dere	2,65	95	2.014	17,64
	<b>TOPLAM</b>			54.381	476,37

### 2.4.2. Rize ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli

Hidroelektrik potansiyel hesaplanırken bölüm 2.4.'deki hidroelektrik enerji potansiyeli hesaplama yöntemi kullanılmıştır.  $N_{brüt} = 8 \cdot H_{ort} \cdot Q_{ort}$  denkleminde  $H_{ort}$  ve  $Q_{ort}$  değerleri yerlerine konularak küçük akarsuların brüt güç ve enerjisi hesaplanmıştır. Tablo 2.8'de Rize İlindeki küçük akarsuların brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyelleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.8. Rize İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyeli

No	Akarsu Adı	Ortalama Debi, $Q_{ort}$	Ortalama Kot, $H_{ort}$	Hidroelektrik Güç, $N_{brüt}$	Hidroelektrik Enerji, $E_{brüt}$
		$m^3/s$	m	kW	$(kWh \cdot 10^6)$
1	Askaroz Dere	6,26	105	5.258	46,06
2	Kokasor Dere	4,03	105	3.385	29,65
3	Pilahoz Dere	2,50	95	1.900	16,64
4	Potomya Çayı	0,84	145	974	8,54
5	Hako Dere	0,83	105	697	6,11
6	Hongra Dere	0,36	105	302	2,65
	<b>TOPLAM</b>			12.518	109,65

### 2.4.3. Giresun ilinin küçük hidroelektrik potansiyeli

Hidroelektrik potansiyel hesaplanırken bölüm 2.4.'deki hidroelektrik enerji potansiyeli hesaplama yöntemi kullanılmıştır.  $N_{brüt} = 8 \cdot H_{ort} \cdot Q_{ort}$  denkleminde  $H_{ort}$  ve  $Q_{ort}$  değerleri yerlerine konularak küçük akarsuların brüt güç ve enerjisi hesaplanmıştır. Tablo 2.9'da Giresun İlindeki küçük akarsuların brüt hidroelektrik güç ve enerji potansiyelleri hesaplanmıştır.

Tablo 2.9. Giresun İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyeli

No	Akarsu Adı	Ortalama Debi, $Q_{ort}$	Ortalama Kot, $H_{ort}$	Hidroelektrik Güç, $N_{brüt}$	Hidroelektrik Enerji, $E_{brüt}$
		$m^3/s$	m	kW	( $kWh \cdot 10^6$ )
1	Büyük Dere	1,56	105	1.310	11,48
2	Vanazit Çayı	2,56	70	1.434	12,56
3	Zekere Dere	1,85	105	1.554	13,61
4	Kızılev Dere	6,34	105	5.326	46,65
5	Koyunhamza	1,47	105	1.235	10,82
6	Baltama Dere	1,76	105	1.478	12,95
7	Tokmadin Der.	1,28	245	2.509	21,98
8	Bal Dere	0,67	155	831	7,28
9	Çatalçam Dere	0,89	125	890	7,80
10	Yağlı Dere	13,01	55	5.724	50,15
11	Kırıklı Dere	0,80	95	608	5,33
	<b>TOPLAM</b>			22.899	200,59

### **BÖLÜM 3. BULGULAR**

Bu bölümde Doğu Karadeniz Bölgesinde mevcut su potansiyeli diğer illere göre daha fazla miktarda olan Trabzon, Rize ve Giresun İllerinin bir önceki bölümde hesaplanmış olan küçük ölçekli brüt hidroelektrik potansiyelleri ile bulunan toplam potansiyelin değişik oranlarda kullanılabilmesi halinde Trabzon, Rize ve Giresun illerinin ihtiyaç duyulan elektrik enerjisinin karşılanabilirliği araştırılmıştır. Bu araştırmada kıyaslamaların yapılabilmesi için ilk olarak illerin yıllara göre kullandıkları elektrik enerjisi sarfiyatlarını gösterir tablolar oluşturulmuş daha sonra bu illerin küçük ölçekli brüt hidroelektrik potansiyelleri hesaplanmıştır. Küçük akarsulardan elde edilen Brüt potansiyelin değişik etkenlerden dolayı tamamının kullanılması mümkün değildir. Dünya'da küçük HES potansiyeline sahip olan akarsuların; bu potansiyellerinin genelde %80'lik bir bölümü enerji üretiminde aktif olarak kullanılabilmektedir. Bu sebeple bölge küçük HES potansiyeli tespit edilen her üç il için de brüt potansiyelin %80'lik bölümleri alınarak tablolaştırılmıştır.

Trabzon, Rize ve Giresun İllerinin hidroelektrik potansiyel olarak gelecek ihtiyacının hesaplanabilmesi için, bu illerin yıllara göre kullandıkları elektrik enerjisi sarfiyatları TEDAŞ müdürlüğü tahakkuk servisinden alınarak bu değerlere göre grafikleri çizilerek, grafiklerde elde edilen değerlere göre ortalama eğimler hesaplanmıştır. Ortalama eğimler istatistiksel zaman serisi analizi yöntemine göre yapılmıştır. Çizilen elektrik enerjisi sarfiyatı grafikleri ile potansiyel-ihtiyaç dengesi analizleri yapılmıştır.

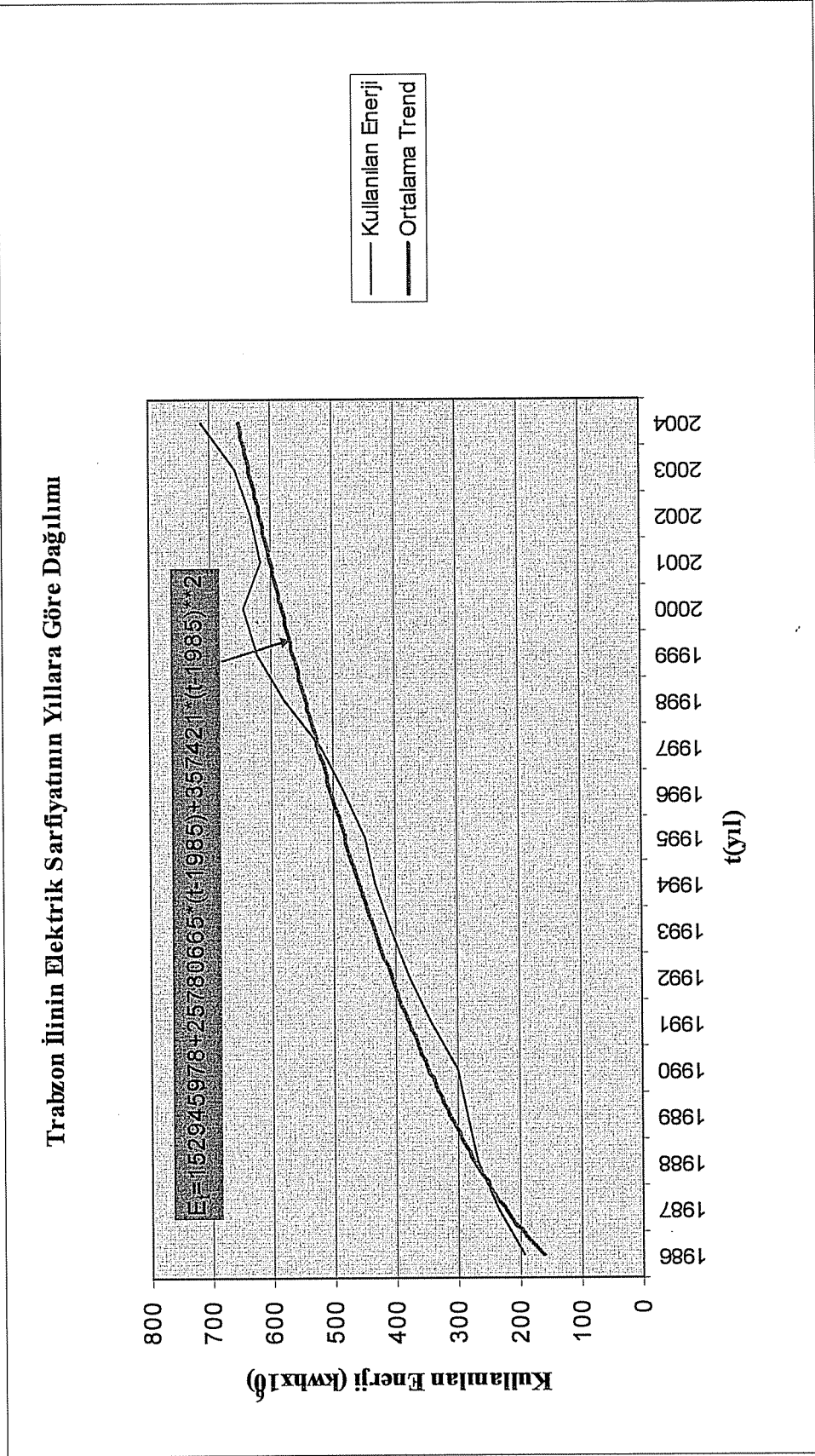


### 3.1.Trabzon'daki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Enerji Miktarı

Tablo 3.1. Trabzon İlinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları:

Yıllar	Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)
1986	192.209.768
1987	236.825.191
1988	268.666.599
1989	282.599.720
1990	301.361.374
1991	340.833.248
1992	377.814.143
1993	406.924.979
1994	431.339.371
1995	447.062.294
1996	481.206.309
1997	519.790.114
1998	578.129.193
1999	621.252.260
2000	645.968.738
2001	616.591.145
2002	630.801.218
2003	658.902.659
2004	712.731.414

Tablo 3.1.'de Trabzon İlinin 1986'dan 2004 e kadar kullanılan elektrik enerjisi değerleri gösterilmiştir. Bu değerler ildeki TEDAŞ müdürlüğü tahakkuk servisinden elde edilmiş olup, 1986 yılından önceki değerlerin kayıtları olmadığından toplam 19 yıllık veriler kullanılarak küçük akarsu potansiyelinin ihtiyacı karşılayabilme durum analizleri yapılacaktır [8].



Şekil 3.1. Trabzon İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı

Trabzon ilindeki küçük akarsulardan elde edilen toplam brüt hidroelektrik potansiyel değeri  $476,37 * 10^6$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu brüt potansiyelin hepsinin kullanılabilmesi mümkün değildir. Küçük akarsulardan elde edilen Brüt potansiyelin belli oranlarda kullanılması (genelde %80) halinde Trabzon İlinin günümüze kadar ve gelecek yıllardaki potansiyel-ihtiyaç ilişkisi incelenebilir.

Tablo 3.2. Trabzon İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları

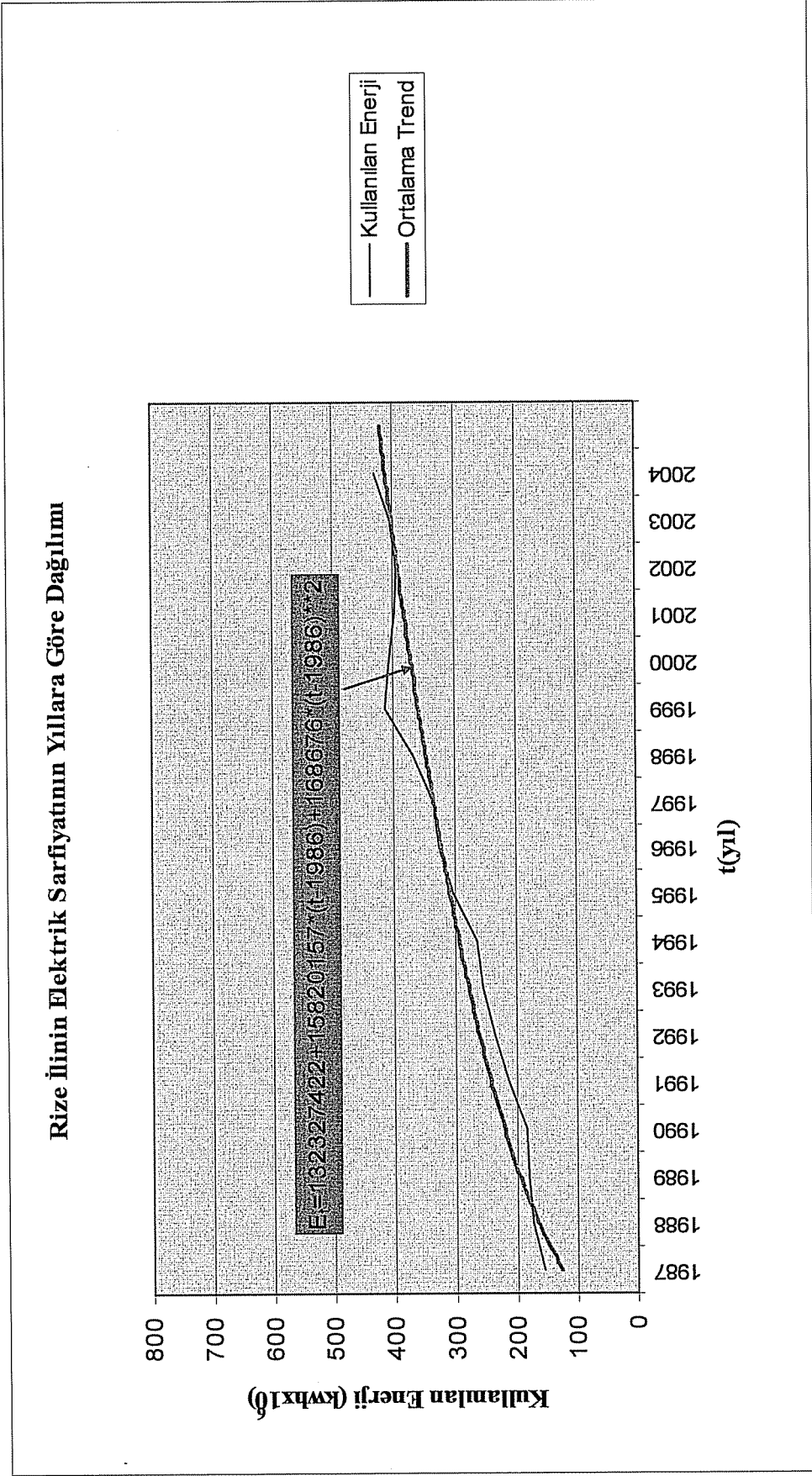
Trabzon İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyel Analizi		
Toplam Brüt Hidroelektrik Potansiyel	Kullanım Oranı	Elde Edilebilecek Enerji Miktarı
kWh*10 <sup>6</sup>	(%)	kWh*10 <sup>6</sup>
476,37	10	47,637
476,37	20	95,274
476,37	30	142,911
476,37	40	190,548
476,37	50	238,185
476,37	60	285,822
476,37	70	333,459
476,37	80	381,096

### 3.2. Rize'deki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Enerji Miktarı

Tablo 3.3. Rize İlinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları:

Yıllar	Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)
1987	154.903.386
1988	174.260.676
1989	179.836.307
1990	184.970.709
1991	211.855.471
1992	236.602.969
1993	253.983.070
1994	265.735.154
1995	303.160.372
1996	327.245.264
1997	337.072.852
1998	369.199.479
1999	413.252.326
2000	408.445.293
2001	397.948.907
2002	395.338.677
2003	402.933.548
2004	430.079.874

Tablo 3.3.'te Rize İlının 1987'dan 2004 e kadar kullanılan elektrik enerjisi değerleri gösterilmiştir. Bu değerler ildeki TEDAŞ müdürlüğü tahakkuk servisinden elde edilmiş olup, 1987 yılından önceki değerlerin kayıtları olmadığından toplam 18 yıllık veriler kullanılarak küçük akarsu potansiyelinin ihtiyacı karşılayabilme durum analizleri yapılacaktır [9].



Şekil 3.2. Rize İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı

Rize ilindeki küçük akarsulardan elde edilen toplam brüt hidroelektrik potansiyel değeri  $109,65 * 10^6$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu brüt potansiyelin hepsinin kullanılabilmesi mümkün değildir. Küçük akarsulardan elde edilen Brüt potansiyelin belli oranlarda kullanılması (genelde %80) halinde Rize İlinin günümüze kadar ve gelecek yıllardaki potansiyel-ihtiyaç ilişkisi incelenebilir.

Tablo 3.4. Rize İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları

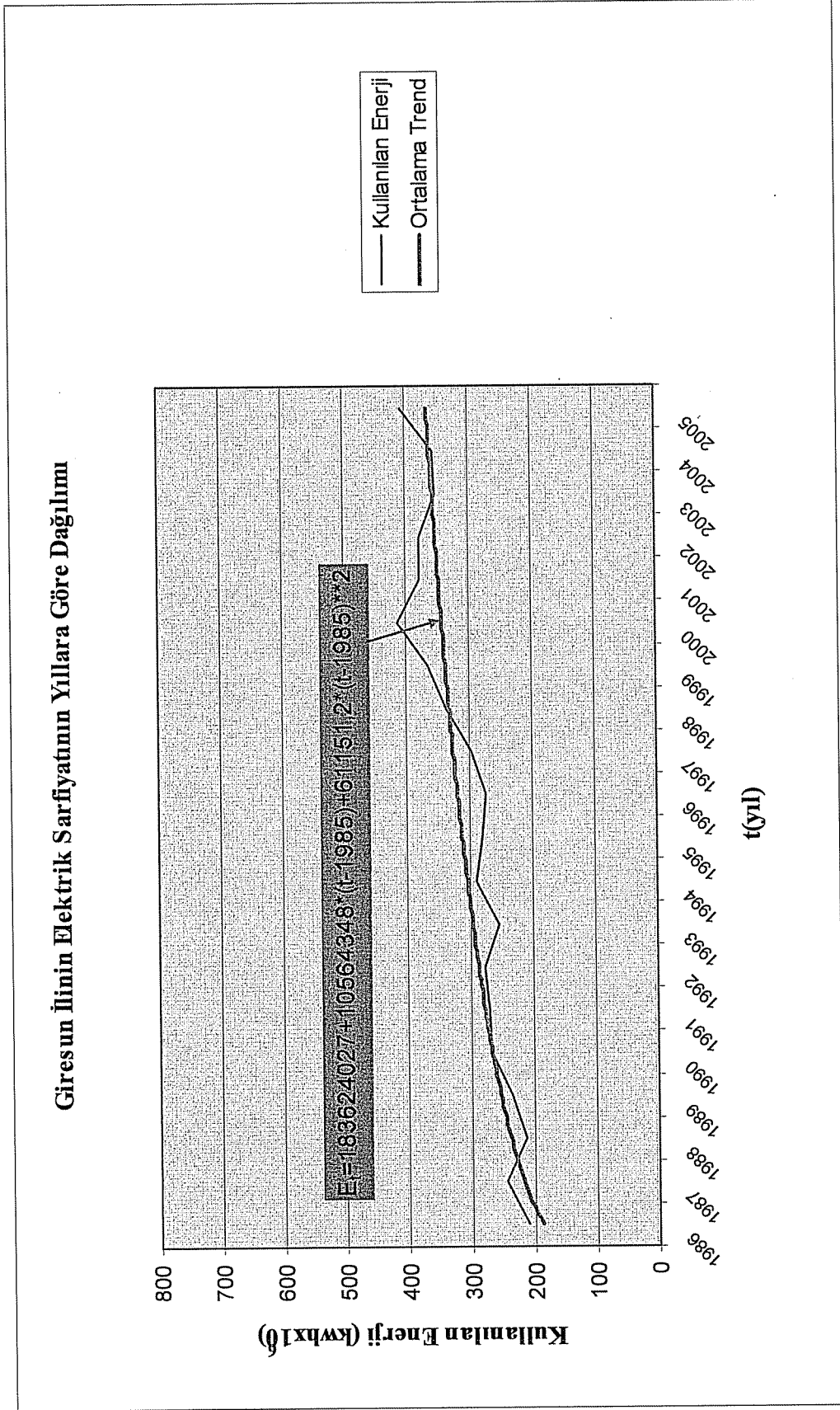
Rize İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyel Analizi		
Toplam Brüt Hidroelektrik Potansiyel	Kullanım Oranı	Elde Edilebilecek Enerji Miktarı
kWh*10 <sup>6</sup>	(%)	kWh*10 <sup>6</sup>
109,65	10	10,965
109,65	20	21,930
109,65	30	32,895
109,65	40	43,860
109,65	50	54,825
109,65	60	65,790
109,65	70	76,755
109,65	80	87,720

### 3.3. Giresun'daki Küçük Akarsuların Brüt Hidroelektrik Enerji Miktarı

Tablo 3.5. Giresun ilinde yıllara göre kullanılan elektrik enerjisi miktarları

Yıllar	Kullanılan Elektrik Enerjisi (kWh)
1986	210.652.391
1987	244.010.906
1988	212.257.821
1989	234.470.464
1990	267.593.892
1991	270.408.898
1992	278.542.719
1993	256.198.613
1994	290.812.232
1995	282.423.305
1996	274.034.378
1997	297.337.839
1998	335.885.087
1999	365.608.470
2000	41.936.443
2001	376.470.399
2002	379.203.734
2003	352.784.058
2004	355.378.822
2005	404.730.447

Tablo 3.5'te Giresun İlinin 1986'dan 2005'e kadar kullanılan elektrik enerjisi değerleri gösterilmiştir. Bu değerler ildeki TEDAŞ müdürlüğü tahakkuk servisinden elde edilmiş olup, 1986 yılından önceki değerlerin kayıtları olmadığından toplam 20 yıllık veriler kullanılarak küçük akarsu potansiyelinin ihtiyacı karşılayabilme durum analizleri yapılacaktır [10].



Şekil 3.3. Giresun İlindeki Elektrik Sarfiyatının Yıllara Göre Dağılımı



Giresun ilindeki küçük akarsulardan elde edilen toplam brüt hidroelektrik potansiyel değeri  $200,59 \cdot 10^6$  kWh olarak hesaplanmıştır. Bu brüt potansiyelin hepsinin kullanılabilmesi mümkün değildir. Küçük akarsulardan elde edilen Brüt potansiyelin belli oranlarda kullanılması (genelde %80) halinde Giresun İlinin günümüze kadar ve gelecek yıllardaki potansiyel-ihtiyaç ilişkisi incelenebilir.

Tablo 3.6. Giresun İlindeki küçük hidroelektrik potansiyelden kullanım oranlarına göre elde edilebilecek enerji miktarları

Giresun İlinin Küçük Hidroelektrik Potansiyel Analizi		
Toplam Brüt Hidroelektrik Potansiyel	Kullanım Oranı	Elde Edilebilecek Enerji Miktarı
kWh*10 <sup>6</sup>	(%)	kWh*10 <sup>6</sup>
200,59	10	20,059
200,59	20	40,118
200,59	30	60,177
200,59	40	80,236
200,59	50	100,295
200,59	60	120,354
200,59	70	140,413
200,59	80	160,472

### 3.4. Trabzon İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi

Trabzon İli için geçmiş yıllarda kullanılan elektrik enerjisi sarfiyatları göz önünde bulundurularak istatistiksel zaman serisi analizi yöntemine göre oluşturulan  $E_t=152945978+25780665*(t-1985)+357421*(t-1985)**2$  formülünden, Trabzon İlinin gelecek yıllardaki hidroelektrik enerji ihtiyaçları belirlenmiştir. Belirlenen ihtiyaçlarla Trabzon'daki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri Tablo 3.7'de analiz edilmiştir.

Tablo 3.7. Trabzon İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu

Trabzon'daki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri (kWh*10 <sup>6</sup> )	Yıllar	Enerji Miktarı (kWh*10 <sup>6</sup> )	İhtiyaç-Potansiyel Dengesi
A		B	(A-B)
381,096	1986	192,209	(+) 188,887
	1990	301,361	(+) 79,429
	1995	447,062	(-) 65,966
	2000	645,967	(-) 264,871
	2004	712,731	(-) 331,635
	2010	1020,851	(-) 639,755
	2020	1493,110	(-) 1.112,014
	2030	2036,853	(-) 1.655,757
	2040	2652,081	(-) 2.270,985

Trabzon İlinin 2004 yılı elektrik sarfiyatı 712,731 GWh'tır. Bu ilimizin küçük ölçekli brüt hidroelektrik potansiyelinin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri 381,096 GWh'tır. Bu demek oluyor ki 2004 yılında Trabzon İli Küçük ölçekli brüt potansiyelin yaklaşık 1,9 katı kadar hidroelektrik enerji sarf edilmektedir. Bu durumda Trabzon İlinin küçük ölçekli hidroelektrik potansiyeli bu il için yetersiz kalmakta olduğu anlaşılmakta dolayısı ile bu ilde mevcut olan büyük akarsuların hidroelektrik potansiyellerinden de faydalanılarak enerji dengesinin pozitif değere çekilmesi zorunludur.

### 3.5. Rize İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi

Rize İli için geçmiş yıllarda kullanılan elektrik enerjisi sarfiyatları göz önünde bulundurularak istatistiksel zaman serisi analizi yöntemine göre oluşturulan  $E_t=132327422+15820157*(t-1986)+168676*(t-1986)**2$  formülünden, Rize İlinin gelecek yıllardaki hidroelektrik enerji ihtiyaçları belirlenmiştir. Belirlenen ihtiyaçlarla Rize'deki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri Tablo 3.8'de analiz edilmiştir.

Tablo 3.8. Rize İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu

Rize'deki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri (kWh*10 <sup>6</sup> )	Yıllar	Enerji Miktarı (kWh*10 <sup>6</sup> )	İhtiyaç-Potansiyel Dengesi
A		B	(A-B)
87,720	1987	154,903	(-) 67,183
	1990	184,971	(-) 97,251
	1995	303,160	(-) 215,440
	2000	408,445	(-) 320,725
	2004	430,080	(-) 342,360
	2010	609,169	(-) 521,449
	2020	707,001	(-) 619,281
	2030	1.154,971	(-) 1.067,251
	2040	1181,605	(-) 1.093,885

Rize İlinin 2004 yılı elektrik sarfiyatı 430,080 GWh'tır. Bu ilimizin küçük ölçekli brüt hidroelektrik potansiyelinin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri 87,720 GWh'tır. Bu demek oluyor ki 2004 yılında Rize İli Küçük ölçekli brüt potansiyelin yaklaşık 4,9 katı kadar hidroelektrik enerji sarf edilmektedir. Bu durumda Rize İlinin küçük ölçekli hidrolik potansiyeli İl için yetersiz kalmakta ve günümüzde olduğu gibi büyük akarsuların hidrolik potansiyelleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

### 3.6. Giresun İlinin Küçük Ölçekli İhtiyaç-Potansiyel Dengesi Analizi

Giresun İli için geçmiş yıllarda kullanılan elektrik enerjisi sarfiyatları göz önünde bulundurularak istatistiksel zaman serisi analizi yöntemine göre oluşturulan  $E_t=183624027+10564348*(t-1985)+61151,2*(t-1985)**2$  formülünden, Giresun İlinin gelecek yıllardaki hidroelektrik enerji ihtiyaçları belirlenmiştir. Belirlenen ihtiyaçlarla Giresun'daki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri Tablo 3.9.'da analiz edilmiştir.

Tablo 3.9. Giresun İlinin İhtiyaç-Potansiyel dengesi analiz tablosu

Giresun'daki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri (kWh*10 <sup>6</sup> )	Yıllar	Enerji Miktarı (kWh*10 <sup>6</sup> )	İhtiyaç-Potansiyel Dengesi
A		B	(A-B)
160,472	1986	210,652	(-) 50,180
	1990	267,594	(-) 107,122
	1995	282,423	(-) 123,951
	2000	341,936	(-) 181,464
	2004	355,379	(-) 194,907
	2010	485,952	(-) 325,048
	2020	628,286	(-) 467,814
	2030	782,851	(-) 622,379
	2040	949,646	(-) 789,174

Giresun İlinin 2004 yılı elektrik sarfiyatı 355,379 GWh'tır. Bu ilimizin küçük ölçekli brüt hidroelektrik potansiyelinin %80 oranında kullanılması durumundaki değeri 160,472GWh'tır. Bu demek oluyor ki 2004 yılında Giresun İli Küçük ölçekli brüt potansiyelin yaklaşık 2,2 katı kadar hidroelektrik enerji sarf edilmektedir. Bu durumda Giresun İlinin küçük ölçekli hidrolik potansiyeli İl için yetersiz kalmakta ve günümüzde olduğu gibi büyük akarsuların hidrolik potansiyelleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

### 3.7. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Hidroelektrik Üretim-Potansiyel Analizi

Tezde yapılan çalışmaların sonucunda Trabzon, Rize ve Giresun illerimizdeki Küçük Hidroelektrik Potansiyelin %80 oranında kullanılması durumundaki toplam değeri  $629,29 \cdot 10^6$  kWh olarak hesaplanmıştır. Mevcut durumda incelediğimiz Trabzon, Rize ve Giresun illerimizde EÜAŞ verilerine göre 3 adet hidroelektrik santral bulunduğu anlaşılmıştır. Bu illerimizde bulunan 3 adet hidroelektrik santralin üretim toplamı Tablo 3.10.'dan da anlaşılacağı üzere  $0,0295 \cdot 10^6$  kWh olup bu değer, bölgenin hesaplanan küçük hidroelektrik potansiyelinin onbinde biri seviyesinde olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.10. Doğu Karadeniz Bölgesindeki HES'lerin enerji üretim tablosu

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ HES'LERİN ENERJİ ÜRETİMİ			
Sıra No	İŞLETME ADI	BULUNDUĞU İL	ÜRETİM (kWh*10 <sup>3</sup> )
1	VİSERA(İŞIKLAR) HES	TRABZON	0,5
2	İKİZDERE HES	RİZE	10,4
3	DOĞANKENT HES	GİRESUN	18,6
TOPLAM HİDROELEKTRİK ÜRETİM			29,5

Doğu Karadeniz Bölgesindeki HES'lardan üretilen elektrik enerjinin çok küçük seviyelerde olması, çok yüksek değerlerde olan bölge hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi açısından henüz istenilen seviyelere ulaşamadığı sonucuna varılır. Hidroelektrik santrallerin sayısının artırılarak bölge ve ülke hidroelektrik potansiyelinin enerjiye dönüştürülmesi durumunda, yöresel kalkınmanın yanı sıra enerjiye harcanan dövizlerin ülke kalkınmasında değerlendirilebileceği, dolayısı ile ülkemizin refah seviyesinin artacağı sonucuna varılır.

## BÖLÜM 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin küçük hidroelektrik potansiyeli incelenmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin küçük hidroelektrik potansiyelinde önemli yer tutan Trabzon, Rize ve Giresun İllerinin küçük hidroelektrik potansiyelleri bu iller için 1980'li yıllarda İllerin ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede olduğu anlaşılmaktadır. Bu kadar önemli değerlere ulaşan küçük ölçekli hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi gelecek yıllarda artan enerji ihtiyaçlarına çok önemli katkılarda bulunacağı sonucuna varılmıştır.

- Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli 432.981 GWh olup, ekonomik potansiyeli 129.000 GWh olarak tahmin edilmektedir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin küçük ölçekli brüt potansiyeli (Trabzon, Rize, Giresun illeri için) bu tezde yapılan çalışmada 786,610 GWh olarak hesaplanmış olup, buradan ekonomik potansiyel 629,288 GWh olur. Bunun da ülke potansiyelinin yaklaşık %0,5'i gibi önemli bir değerinde olduğu hesaplanmıştır.

- Doğu Karadeniz bölgesindeki küçük akarsuların hidroelektrik potansiyelinin %80 oranında kullanılması durumundaki toplam değeri  $629,29 \cdot 10^6$  kWh olarak hesaplanmıştır. Ancak inceleme havzasındaki 3 adet hidroelektrik santralin üretim toplamı Tablo 3.10.'dan da anlaşılacağı üzere  $0,0295 \cdot 10^6$  kWh olup bu değer, bölgenin hesaplanan küçük hidroelektrik potansiyelinin onbinde biri (%0,01) gibi çok düşük bir seviyesindedir. Bu sonuçtan da anlaşılacağı üzere DKB'deki akarsularda çok büyük oranda küçük hidroelektrik potansiyel olduğu, bu potansiyelin değerlendirilmesi için çok fazla sayıda enerji üretim tesisinin yapılmasına ihtiyaç duyulduğu sonucuna varılmaktadır.

- 2040'lı yıllarda Ülkemizin elektrik talebinin 544 kWh olduğu göz önüne alınarak, bu ihtiyacın ithal kömür ve ithal doğalgaz ile kapatılması Ülkemizin dışa

bağımlılığını artırmakta stratejik ve parasal olarak kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle önümüzdeki yıllarda Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli çok iyi değerlendirilerek Ülke kaynaklarının en verimli bir biçimde kullanılması sağlanmalıdır. Petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynakları bakımından zengin bir ülke olmayan Türkiye, hidroelektrik enerji bakımından önemli bir potansiyele sahiptir ve enerji stratejisini, bu potansiyelin tamamını kullanmaya dayandırmak durumundadır. Hidroelektrik santrallerin teknik bazda en büyük avantajı, diğer santrallere kıyasla özellikle pik saatlerde çok çabuk devreye girme özelliğidir.

- Ülkemizde gerektiği gibi değerlendirilemeyen yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarının en kısa zamanda enerji üretimine katkısının sağlanması, küçük hidroelektrik potansiyelin iyi değerlendirilerek, gerek maliyet açısından gerek işletim açısından ve gerekse çevresel etkiler açısından daha üstün olan düşülü (nehir tipi) santrallerin projelendirilerek kısa sürede üretime geçirilmesi sağlanmalıdır.

- Çoğu zaman yapılan hesaplarda dikkate alınmayan fakat yapımı ve üretime geçmesi çok kısa süreli ve hızlı olan Ülkemizdeki küçük Hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi gelecek enerji ihtiyacımızın karşılanmasında büyük önem taşımaktadır.

- Hidroelektrik potansiyelin geliştirilmesi, enerji arzının yanında, taşkın koruma, sulama ve kullanma suyu temini, balıkçılık, ulaşım ve rekreasyon gibi ilave sosyoekonomik faydalar sağlayacaktır.

- Küçük akarsuların üzerlerinde kurulan küçük, mini ve mikro hidroelektrik santraller, büyük barajların ve rezervuarların yapılmasına gerek duymadıklarından pek çok ülkenin kırsal elektrik ihtiyacının karşılanmasında anahtar bir rol üstlenmektedirler. Ülkemizde de küçük akarsuların potansiyellerinin değerlendirilmesine verilecek önemle kırsal kalkınmaya çok büyük faydalar sağlanabilecektir.

**KAYNAKLAR**

- [1] DSI, Dünyada Kalkınma İçin Su, Uluslararası Sempozyum, İstanbul-TÜRKİYE, Eylül 7-11, 2005.
- [2] TEİAŞ, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, [www.teias.gov.tr](http://www.teias.gov.tr).
- [3] DSI, Devlet Su İşleri, Özetle Baraj Nedir, M.TUFAN, Ankara, 1988.
- [4] [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr) (EİE, Elektrik İşleri Etüt İdaresi), 28.03.2007.
- [5] DSI, Dünyada Kalkınma İçin Su, Uluslararası Sempozyum, İstanbul-TÜRKİYE, Eylül 7-11, 2005.
- [6] DSI, Su Kaynakları Potansiyeli, Trabzon, 2005.
- [7] AKDOĞAR, M., Enerji kaynakları ve Doğu Karadeniz'in hidroelektrik potansiyel dengesi etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2006.
- [8] Tedaş tahakkuk müdürlüğü yıllık enerji tabloları 1986-2004, Trabzon.
- [9] Tedaş tahakkuk müdürlüğü yıllık enerji tabloları 1987-2004, Rize.
- [10] Tedaş tahakkuk müdürlüğü yıllık enerji tabloları 1986-2005, Giresun.



## ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Trabzon doğan Uğur SERENCAM ilk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamlayarak 1994 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı. Bu bölümden 1998 yılında mezun olarak aynı yıl özel sektörde iş hayatına başladı. 2001 yılında İller Bankasına mühendis olarak atandı ve 2004 yılında Sakarya Üniversitesinde Hidrolik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı, evli ve bir çocuk sahibi olan SERENCAM İngilizce bilmektedir.