

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BATI KARADENİZ HAVZASININ HİDROELEKTRİK
SANTRALLERİNİN DURUMU VE BAZI HES TESİSLERİNİN
ELEKTRİK ENERJİ ÜRETİMLERİNİN İNCELENMESİ**

MUHAMMED MİRAC AKAN

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAMSUN
2017**

Her hakkı saklıdır.

TEZ ONAYI

Muhammed Miraç AKAN tarafından hazırlanan “Batı Karadeniz Havzasının Hidroelektrik Santrallerinin Durumu ve Bazı HES Tesislerinin Elektrik Enerji Üretimlerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması .../.../20... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Turgay PARTAL
Hidrolik Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri

Başkan Doç. Dr. Turgay PARTAL
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Hidrolik Anabilim Dalı

Üye Yrd. Doç. Dr. Aslı ÜLKE
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Hidrolik Anabilim Dalı

Üye Yrd. Doç. Dr. Murat KANKAL
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Hidrolik Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .../.../2017

Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Tarih
İmza

Muhammed Miraç AKAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BATI KARADENİZ HAVZASININ HİDROELEKTRİK SANTRALERİNİN DURUMU VE BAZI HES TESİSLERİNİN ELEKTRİK ENERJİ ÜRETİMLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammed Miraç AKAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Turgay PARTAL

Enerji dünyadaki en önemli ihtiyaçların başında gelmektedir. Sürekli artan dünya nüfusu ve gelişen teknolojiler nedeniyle her geçen gün enerjiye olan talep daha da çok artmaktadır. Bu ihtiyacı karşılayabilmek için enerjinin her türlüünden faydalanma ve yeni enerji elde etme yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Ülkemizde kullanılan elektrik enerjisi üretim kaynakları; doğal gaz, hidroelektrik, kömür, rüzgar, güneş, biyoyakıt, fuel oil ve jeotermaldir. Hidroelektrik enerji elektrik enerjisi üretiminde en büyük paya sahip yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Bu çalışmada öncelikle Batı Karadeniz havzasında yer alan işletme, inşaat, inşaat öncesi durumundaki tüm hidroelektrik santralleri (HES) ortaya konulmuştur. Böylece havzanın mevcut HES durumu belirlenmiştir. Ayrıca gelecekte yapılması planlanan HES tesisleri ile beraber havzanın HES potansiyeli belirlenmiştir. Bulunan sonuçların havzanın 2016 yılı elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılaması açısından oranı değerlendirilmiş ve % 24,81 sonucu bulunmuştur. Çalışmanın son bölümünde havzada yer alan işletme halindeki bazı HES tesislerinin planlama raporlarında belirtilen yağış değerleri ile 2016 yılı yağış değerleri karşılaştırılmış ve yıllık elektrik enerjisi üretim değerleri analiz edilmiştir.

Haziran 2017, 95 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Enerji, Hidroelektrik Enerji, Batı Karadeniz Havzası,

ABSTRACT

Master's Thesis

SITUATION OF HYDROELECTRIC CENTRALS OF WESTERN BLACK SEA BASIN AND INVESTIGATION OF ELECTRICITY ENERGY PRODUCTS OF SOME HPP FACILITIES

Muhammed Miraç AKAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Turgay PARTAL

Energy is one of the most important needs in the world. Due to the constantly growing world population and developing technologies, the demand for energy is increasing day by day. In order to meet this need, it is tried to utilize all kinds of energy and to develop new energy acquisition methods. Electric energy production sources used in our country; Natural gas, hydroelectric, coal, wind, solar, biofuel, fuel oil and geothermal. Hydroelectric energy is the renewable energy source that has the largest share in electric energy production.

In this study, firstly all hydroelectric power plants (HPP) in active, under construction and pre-construction conditions in the western Black Sea basin, have been put forward. Thus, the current HPP situation of the basin has been determined. In addition, HPP potentials have been determined with the HPP facilities planned to be constructed in the future. The ratio of the results to the basin electricity needs of 2016 was evaluated and found to be % 24,81. In the last part of the study, the rainfall values indicated in the planning reports of some HPP plants operating in the basin were compared with the rainfall values of the year 2016 and annual electricity energy production values were analyzed.

June 2017, 95 pages

Key Words: Energy, Hydroelectric Energy, West Black Sea Basin

ÖNSÖZ

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca yardım ve desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Turgay PARTAL'a teşekkürü bir borç bilirim.

Beni bugünlere getirmek için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan anneme, babama ve kardeşime sonsuz şükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteklerini esirgemeyen değerli abim Mehmet DALAHMETOĞLU'na, manevi desteklerini esirgemeyen Uğur ÖZEN'e, Muhammet Seyit GÜNAYDIN'a ve tez yazım sürecinde yanımda olan Yeşim BULUT'a teşekkür ederim.

Tezin hazırlanma sürecinde çalışmam da bana kolaylık sağlayan Hidroelektrik Enerji Şube Müdürü Sayın Emrullah DAĞDELEN'e ve DSİ 231. Şube Müdürü Gökhan GÜNDOĞAN başta olmak üzere tüm DSİ çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Haziran 2017, Samsun

Muhammed Miraç AKAN

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	xi
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.2. Önceki Çalışmalar	2
1.3. Enerji Kaynakları	6
1.4. Hidroelektrik Enerji.....	8
1.4.1. Hidroelektrik enerji santrallerinin sınıflandırılması.....	8
1.4.1.1. Düşülerine göre.....	9
1.4.1.2. Ürettikleri enerjinin özellik ve değerine göre.....	9
1.4.1.3. Kapasitelerine göre	9
1.4.1.4. Yapılışlarına göre	10
1.4.1.5. Üzerinde kuruldukları suyun özelliklerine göre	10
1.4.2. Hidroelektrik enerji tesislerinin yapı elemanları.....	11
1.4.2.1. Derivasyon.....	11
1.4.2.2. Çevirme yapısı	12
1.4.2.3. Su alma yapısı.....	15
1.4.2.4. Çökeltim havuzu	16
1.4.2.5. İletim kanalı.....	16
1.4.2.6. Yükleme havuzu ve denge bacası.....	16
1.4.2.7. Cebri boru	17
1.4.2.8. Santral binası	17
1.4.2.9. Kuyruksuyu	18
1.4.2.10. Şalt sahası	18
1.4.3. Hidroelektrik enerjinin avantajları ve dezavantajları.....	18
1.4.3.1. Avantajları	18

1.4.3.2. Dezavantajları	19
1.4.4. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli	19
1.4.5. Türkiye'nin hidroelektrik enerji gelişimi	23
2. YÖNTEM VE VERİLER	29
2.1. Thiessen Metodu	29
2.2. Batı Karadeniz Havzası	30
2.2.1. Bartın ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	32
2.2.2. Bolu ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	34
2.2.3. Çankırı ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	36
2.2.4. Düzce ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	37
2.2.5. Karabük ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	40
2.2.6. Kastamonu ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	42
2.2.7. Sinop ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	46
2.2.8. Zonguldak ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu	49
2.3. Batı Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Genel Durumu ..	51
2.4. Batı Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye'nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeline Katkısı	55
2.5. Batı Karadeniz Havzası HES Potansiyelinin Analizi	57
3. BULGULAR	61
3.1. Başak Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	61
3.2. Berke Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	64
3.3. Çayaltı-II Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	67
3.4. Eğerci Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	70
3.5. Eren Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	72
3.6. Kızılcım Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	75
3.7. Tefen Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	77
3.8. Yalnızca Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	80
3.9. Yunuslar Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	83
3.10. Zala Hidroelektrik Santralının İncelenmesi	86
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	91
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

$E_{brüt}$	Su kaynağının brüt enerjisi(kWh)
E_t	Teknik hidroelektrik enerji potansiyel (kWh)
E_e	Ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel (kWh)
$E_{ü}$	Günümüz itibariyle üretilebilecek enerji miktarı (kWh)
P_{ort}	Alansal ortalama yağış yüksekliğini (mm)
P_i	İ numaralı istasyonun yağış yüksekliğini (mm)
A_i	İ numaralı çokgenin alanı (km ²)
A	Toplam alan (km ²)
L	Vadi genişliği
H	Vadi yüksekliği

KISALTMALAR

AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
CTP	Cam Elyaf Takviyeli Plastik
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	Enerji Piyasası Değerlendirme Kurulu
GWh	Gigavatsaat
MWh	Megavatsaat
HES	Hidroelektrik Santral
kW	Kilovat
kWh	Kilovatsaat
MW	Megavat
GW	Gigavat
RCC	Silindirle Sıkıştırılmış Beton
SKHA	Su Kullanım Hakkı Anlaşması
OMGİ	Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
TEK	Türkiye Elektrik Kurumu
TWh	Teravatsat
YİD	Yap İşlet Devret

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Türkiye elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi (ETKB, 2017c).....	24
Şekil 1.2.	Türkiye 2016 yılı sonu itibariyle kurulu gücün kaynak bazında dağılımı (ETKB, 2017c).....	24
Şekil 1.3.	Türkiye hidroelektrik kurulu gücünün yıllar içerisindeki gelişimi (ETKB, 2017c).....	25
Şekil 1.4.	Türkiye elektrik enerjisi üretiminin gelişimi (ETKB, 2017b).....	25
Şekil 2.1.	Havzaya giren illerin dağılımı (DSİ 2017d).....	30
Şekil 2.2.	Havzanın Türkiye üzerindeki konumu (DSİ 2017d).....	31
Şekil 2.3.	Havzada bulunan işletme halindeki HES projelerinin genel bilgileri	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	Enerji santral maliyetleri (Kaya ve Koç, 2015).....	7
Çizelge 1.2.	Hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması (Yıldız, 1992).....	8
Çizelge 1.3.	Türkiye 2017 yılı Şubat ayı itibariyle hidroelektrik enerji genel durumu	20
Çizelge 1.4.	Türkiye’de havzalarına göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik enerji potansiyel (Akdoğan 2006).....	22
Çizelge 1.5.	Kaynak bazında Türkiye elektrik enerjisi üretimi (ETKB, 2017b).	26
Çizelge 1.6.	Kaynak bazında Türkiye elektrik enerji üretimi oranları (ETKB, 2017b).....	27
Çizelge 2.1.	Havza illerinin dağılımı (DSİ, 2017d).....	31
Çizelge 2.2.	Bartın ili inşaat halindeki HES projeleri.....	32
Çizelge 2.3.	Bartın ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	32
Çizelge 2.4.	Bartın ili HES genel tablosu.....	33
Çizelge 2.5.	Bartın ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	34
Çizelge 2.6.	Bolu ili işletme halindeki HES projeleri.....	34
Çizelge 2.7.	Bolu ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri	35
Çizelge 2.8.	Bolu ili HES genel tablosu.....	35
Çizelge 2.9.	Bolu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	36
Çizelge 2.10.	Çankırı ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	36
Çizelge 2.11.	Çankırı ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	37
Çizelge 2.12.	Düzce ili işletme halindeki HES projeleri.....	38
Çizelge 2.13.	Düzce ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	38
Çizelge 2.14.	Düzce ili HES genel tablosu.....	39
Çizelge 2.15.	Düzce ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	39
Çizelge 2.16.	Karabük ili işletme halindeki HES projeleri.....	40
Çizelge 2.17.	Karabük ili inşaat halindeki HES projeleri.....	40
Çizelge 2.18.	Karabük ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	41

Çizelge 2.19. Karabük ili HES genel tablosu.....	42
Çizelge 2.20. Karabük ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	42
Çizelge 2.21. Kastamonu ili işletme halindeki HES projeleri.....	43
Çizelge 2.22. Kastamonu ili inşaat halindeki HES projeleri.....	43
Çizelge 2.23. Kastamonu ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	44
Çizelge 2.24. Kastamonu ili HES genel tablosu.....	45
Çizelge 2.25. Kastamonu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	46
Çizelge 2.26. Sinop ili işletme halindeki HES projeleri.....	47
Çizelge 2.27. Sinop ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	47
Çizelge 2.28. Sinop ili HES genel tablosu.....	48
Çizelge 2.29. Sinop ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	49
Çizelge 2.30. Zonguldak ili işletme halindeki HES projeleri.....	49
Çizelge 2.31. Zonguldak ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri.....	50
Çizelge 2.32. Zonguldak ili HES genel tablosu	51
Çizelge 2.33. Zonguldak ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları.....	51
Çizelge 2.34. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin genel dağılımı.....	52
Çizelge 2.35. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin il dağılımı	53
Çizelge 2.36. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin aşamalarına göre dağılımı.....	55
Çizelge 2.37. Batı Karadeniz havzasının Türkiye'nin mevcut kurulu güç ve ürettiği enerji miktarıyla karşılaştırılması.....	56
Çizelge 2.38. Batı Karadeniz havzasının Türkiye'nin toplam potansiyel kurulu güç ve ürettiği enerji miktarıyla karşılaştırılması.....	56
Çizelge 2.39. Batı Karadeniz havzası illerindeki elektrik tüketimlerinin illerde bulunan HES santral üretimleri ile karşılaştırılması.....	57
Çizelge 2.40. Türkiye elektrik tüketimlerinin HES santral üretimi ile karşılaştırılması.....	60
Çizelge 3.1. Başak HES karakteristik bilgiler.....	62
Çizelge 3.2. Başak HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	62

Çizelge 3.3.	Başak HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	62
Çizelge 3.4.	Başak HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	63
Çizelge 3.5.	Berke HES karakteristik bilgiler.....	64
Çizelge 3.6.	Berke HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	65
Çizelge 3.7.	Berke HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	65
Çizelge 3.8.	Berke HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	66
Çizelge 3.9.	Çayaltı-II HES karakteristik bilgiler.....	67
Çizelge 3.10.	Çayaltı-II HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	68
Çizelge 3.11.	Çayaltı-II HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	68
Çizelge 3.12.	Çayaltı-II HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	69
Çizelge 3.13.	Eğerci HES karakteristik bilgiler.....	70
Çizelge 3.14.	Eğerci HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	70
Çizelge 3.15.	Eğerci HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	71
Çizelge 3.16.	Eğerci HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	71
Çizelge 3.17.	Eren HES karakteristik bilgiler.....	72
Çizelge 3.18.	Eren HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	73
Çizelge 3.19.	Eren HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	73
Çizelge 3.20.	Eren HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	74
Çizelge 3.21.	Kızılçam HES karakteristik bilgiler.....	75
Çizelge 3.22.	Kızılçam HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	76
Çizelge 3.23.	Kızılçam HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	76
Çizelge 3.24.	Kızılçam HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	77
Çizelge 3.25.	Tefen HES karakteristik bilgiler.....	78
Çizelge 3.26.	Tefen HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	78
Çizelge 3.27.	Tefen HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	79
Çizelge 3.28.	Tefen HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	80

Çizelge 3.29. Yalnızca HES karakteristik bilgiler.....	81
Çizelge 3.30. Yalnızca HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	81
Çizelge 3.31. Yalnızca HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	82
Çizelge 3.32. Yalnızca HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	83
Çizelge 3.33. Yunuslar HES karakteristik bilgiler.....	84
Çizelge 3.34. Yunuslar HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	84
Çizelge 3.35. Yunuslar HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	85
Çizelge 3.36. Yunuslar HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	85
Çizelge 3.37. Zala HES karakteristik bilgiler.....	86
Çizelge 3.38. Zala HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı.....	87
Çizelge 3.39. Zala HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı.....	87
Çizelge 3.40. Zala HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması.....	88

1. GİRİŞ

Enerji insan yaşamı için çok önemli ve vazgeçilmez bir unsurdur. Dünyada sürekli olarak artan nüfus, endüstrileşme, kentleşme, teknolojik gelişmeler ve tüketim artışı gibi nedenlerden dolayı enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Tüketimdeki bu hızlı artışın karşılanması için enerjinin her türlüünden yararlanma metotları araştırılmakta ve mevcut kaynakları en iyi şekilde kullanmak için alternatif yöntemler geliştirilmektedir. Dünyada 21. yüzyıl ortalarına kadar fosil yakıtlı enerji kaynakları olan kömür ve petrol kullanılmıştır. Zamanla nükleer enerji ve doğalgaz gibi enerji kaynakları kullanım alanı bulmuştur. Ancak fosil yakıtlarının sınırlı oluşu, ülkelerin tüketimine yeterli olmaması aynı zamanda çevreye ve dünyaya verdiği zararlar nedeniyle güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi ve hidroelektrik enerjisi gibi alternatif enerjiler giderek daha çok kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle iklim değişiminde önemli bir paya sahip olan küresel ısınma riskinin azaltılması için temiz enerji kaynaklarına olan ihtiyaç her geçen gün daha çok artmaktadır (Gedik, 2015).

Bir ülkenin ekonomik gelişmesinde enerji kaynaklarının da oldukça büyük bir önemi vardır. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi miktarı ne kadar fazlaysa o ülkenin hayat standartları, refahı ve gelişmişliği de o ölçüde fazla olmaktadır. Gelişmekte bir ülke olan Türkiye'nin artan nüfus ve büyüyen ekonomisine paralel olarak enerji ihtiyacı devamlı artmaktadır. Mevcut enerji yapısı ile 2016 yılında % 67.6 oranında dışa bağımlı olan Türkiye, dışa bağımlılığını azaltabilmek için sınırları içerisinde fosil enerji kaynakları hammaddesi arama çalışmaları yürütürken, diğer yandan da yenilenebilir enerji kaynak yatırımları da yapılmaktadır. Bu şekilde ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılık azalırken, enerji kaynak çeşitlendirilmesi de amaçlanmıştır (Yılmaz, 2012). Türkiye'de elektrik tüketimi 2016 yılı sonu itibariyle 278.3 milyar kWh seviyesinde olduğu ve bir önceki yıla göre % 3.3 oranında arttığı belirlenmiştir. Elektrik üretimimiz ise 2015 yılına göre % 4.9 oranında artarak 274.7 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir (ETKB, 2017a).

Bu hızla artan ihtiyacın karşılanabilmesi yeni ve özellikle ucuz enerji kaynaklarının daha çok kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde, özellikle son

yıllarda hidroelektrik enerjisinin kullanımını giderek daha fazla artış göstermiştir. 2016 yılı itibariyle elektrik enerjisi üretimimizin yaklaşık % 24.6'sını hidroelektrik enerjisi oluşturmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları arasında en büyük pay hidrolik enerji kaynaklarına aittir (ETKB, 2017b.).

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye'nin teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin % 1.5'i, Avrupa potansiyelinin ise % 17.6'sıdır. Ülkemiz bu potansiyeli ile Avrupa ülkeleri içerisinde Rusya'dan sonra en büyük potansiyele sahip ikinci ülke konumundadır. 2002 Yılında yaklaşık 33.5 milyar kWh/yıllık üretimiyle bu konuda potansiyelinin çok gerisinde olan ülkemizde her geçen gün daha fazla HES tesisiyle beraber hidroelektrik enerjisi üretimi artmaktadır. 2023 yılına kadar potansiyelinin önemli bir bölümünün (yaklaşık 158 milyar kWh/yıl) kullanılması hedeflenmektedir (DSİ Faaliyet Raporu, 2016).

Bu çalışmada Batı Karadeniz havzasının hidroelektrik tesislerinin bugünkü durumu, işletme, inşaat ve inşaat öncesi aşamasında bulunanlar dâhil olmak üzere ayrıntılı olarak incelenmiştir. Böylece havzadaki mevcut hidroelektrik santrallerin durumu ve planlanan hidroelektrik santrallerin durumları ortaya konmuş olacaktır. Bulunan sonuçlar havzanın elektrik enerjisi ihtiyaçlarını karşılaması açısından ayrıca değerlendirilecektir. Ayrıca thiessen metodu ile yağış-alan ilişkisi kurularak havzada bulunan bazı HES tesislerinin fizibilite raporunda belirtilen ortalama yağış değerleri ile 2016 yılı içerisindeki yağış değerleri kıyaslanarak tesislerin elektrik üretimleri arasında ilişki kurulmaya çalışılacaktır. Çalışma kapsamında kullanılan HES verileri, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) Hidroelektrik Enerji Daire Başkanlığı'ndan ve DSİ Kastamonu 23.Bölge Müdürlüğü'nden ve 2016 yılına ait yağış verileri Kastamonu Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

1.2. Önceki Çalışmalar

Ülkemizin hidroelektrik tesisleri ve hidroelektrik enerji potansiyeli ile ilgili bazı çalışmalar bu kısımda değerlendirilmiştir.

Akdoğan (2006), yaptığı çalışmada enerji kaynaklarını ve potansiyellerini araştırmıştır. Farklı alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarını birbiriyle kıyaslayarak,

üstünlükleri ve sakıncaları ile elektrik üretimindeki maliyetleri ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmasında, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin mevcut su potansiyelinden elde edilebilecek brüt hidroelektrik enerjisini tahmin etmiştir.

Buttanrı (2006), çalışmasında Türkiye'deki küçük hidroelektrik santrallerin gelişimini ve bugünkü durumunu araştırmıştır. Bu çalışmada Türkiye'de enerji talebinin giderek arttığı belirtilerek artan ihtiyaca cevap verebilmek için yeni HES tesislerinin yapımının ne kadar zorunlu olduğu ortaya konmuştur. Bu amaçla devlet ve özel sektör ortaklıklarının geliştirilmesini, çeşitli ulusal ve uluslararası kaynaklardan faydalanma oranının artırılmasını ve enerji üretiminde Yap-İşlet-Devret modelinin desteklenmesinin teşvik edilmesi gerektiğini öne sürmüştür.

Özkök (2006), Türkiye'de hidroelektrik enerji potansiyelini belirlemek için çeşitli metotları araştırmıştır. Bu çalışmada hidroelektrik enerji potansiyelinin belirlenmesi için debi süreklilik eğrisi metodu ve ardışık akım öteleme metodu kullanılarak, Çoruh havzasında seçilen 8 akım gözlem istasyonundaki veriler üzerine uygulanmıştır. Debi süreklilik eğrilerinden zamanın % 95'inde var olan debilere göre hesap yapılmış ve bu debiye göre hidroelektrik potansiyeller hesaplanmıştır.

Akpınar vd (2007), Türkiye için hidrolik enerji, rüzgar enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının teknik ve ekonomik potansiyelinin bir özeti sunmuşlardır. Bu çalışmada Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları açısından çok büyük bir potansiyeli olduğunu ve Türkiye'nin toplam enerji tüketimi içerisindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının daha fazla artması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yavuz (2007), Ordu-Samsun bölgesi için hidroelektrik enerji potansiyelini araştırmıştır. Bu çalışmada 2007 yılı itibarıyla Ordu bölgesinde mevcut HES tesisi olmadığı ancak yapılacak tesislerle brüt hidroelektrik potansiyelinin % 29'unun kullanılabilmesi, Samsun bölgesi içinse potansiyelin yaklaşık % 17'sinin kullanıldığı ortaya konmuştur. Bu çalışmada ayrıca, 2005-2065 yılları arasında bölgenin elektrik enerjisi tüketimi tahmin edilmiştir ve bulunan HES potansiyelinin elektrik tüketimindeki ihtiyacın ne kadarını karşılayabileceği ortaya konmuştur.

Şahbaz (2008), Türkiye'deki hidroelektrik enerji potansiyelini ekonomik açıdan değerlendirmiş ve çeşitli finansal kriterler kullanarak analiz etmiştir. Bu

çalışmada 26 Haziran 2003 tarihli resmi gazete yürürlüğe yayınlanarak yürürlüğe giren, HES tesislerinin özelleştirilmesinin yaygınlaşması konusunda o günkü beklentiler ortaya konmuş, ancak devlet eliyle HES tesislerinin yapılmasının daha fazla fayda sağlayacağını öne sürmüştür.

Pulat (2009), Batı Karadeniz bölgesinde hidroelektrik enerji potansiyelini araştırmıştır. Çalışmada enerji kaynakları, potansiyelleri, üstünlükleri ve sakıncaları ile elektrik üretimindeki maliyetleri de araştırılmıştır. Çalışmada bölgedeki tüm akarsuların ortalama debileri ve ortalama kotları kullanılarak brüt hidroelektrik enerjileri hesaplanmıştır. Bu çalışmada Türkiye'nin 433 milyar kWh/yıllık hidroelektrik enerji potansiyeline karşılık Batı Karadeniz bölgesinin 17,9 milyar kWh/yıllık potansiyeli ile ülkenin hidroelektrik enerji ihtiyacının % 4.14'ünü karşılayabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmada bölgedeki HES tesislerinin 2006 yılı itibariyle mevcut durumları incelenmiş ve bölgedeki şehirlerin elektrik enerjisi tüketimleri ile bölgenin hidroelektrik enerjisi potansiyeli arasındaki ilişki de kıyaslanmıştır.

Gölbaşı (2010), yaptığı çalışmada Karadeniz bölgesinin geneli için küçük hidroelektrik santrallerinin durumunu araştırmış ve bölgenin hidroelektrik potansiyelini değerlendirmiştir. Bu çalışmada daha çok, Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerine ait su kaynakları ve su yapıları detaylı olarak değerlendirilmiş olmakla beraber tüm bölge için HES tesislerinin mevcut durumu ortaya konmuştur. Bu çalışmada Batı Karadeniz bölgesinde 109 adet küçük HES tesisi olduğu ortaya konarak mevcut durum bölge geneli ile kıyaslanmıştır. Çalışmada elde edilen verilere göre mevcut hidroelektrik enerji miktarı 4 milyar kWh/yıl olarak bulunmuştur.

Şahin (2010), çalışmasında Trabzon için brüt hidroelektrik enerjisi potansiyelini araştırmıştır. Bu çalışmaya göre, Trabzon için brüt hidroelektrik potansiyeli 8159.88 GWh olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelin % 82'si Solaklı, Değirmendere, Karadere, Baltacı, Sürmene ve Yanbolu derelerinden elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Trabzon Bölgesindeki tüm HES projeleri tamamlandığında, ilin toplam brüt hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 48'inin değerlendirileceği tahmin edilmektedir.

Akpınar vd (2011), Çoruh nehri havzasının Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeline katkısını araştırmışlardır. Bu çalışmada Çoruh nehri üzerindeki 37 baraj ve diğer HES tesislerinin enerji üretimleri değerlendirilmiştir. Çalışmaya göre 2006 yılında Çoruh nehrindeki tesislerden elde edilen hidroelektrik enerjinin Türkiye'nin elektrik enerjisine oranla payı % 6.3 civarındadır. Bu tesislerin hidroelektrik enerji kurulu gücü 10.55 TWh seviyesindedir. Gelecekte yapılması planlanan veya yapılabilecek tesisler ile bu oranın % 24.1'e kadar yükselebileceğini öngörmüşlerdir.

Eroğlu (2011), yaptığı çalışmasında Gümüşhane'nin su kaynaklarını değerlendirerek, ilin hidroelektrik enerjisi potansiyelini araştırmıştır. Yapılan çalışmada Gümüşhane için toplam brüt hidroelektrik enerji potansiyelinin % 50'si kullanıldığında bile ilin elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanabileceği belirlenmiştir. Elde edilen fazla enerjinin ise enterkollektör sisteme verilerek ülkenin diğer bölgelerinin ihtiyacına kullanılabileceğini belirtmiştir.

Akpınar ve Satılmış (2014), yaptıkları çalışmada Türkiye'deki HES tesislerinin özelleştirilmesinin etkilerini Doğu Karadeniz havzası örneğinde incelemişlerdir. Bu çalışmada bölgedeki 5 ilin inşaat, işletme, fizibilite ve ön planlama aşamasındaki HES tesislerinin enerji üretimi açısından durumları araştırılmıştır. Çalışmada bölgedeki mevcut HES tesislerinin Türkiye ihtiyacının % 6.5'ini mevcut elektrik enerjisi kurulu gücünün yaklaşık % 6.5'ini karşıladığı ancak bölge potansiyelinin tamamının kullanılması durumunda HES tesislerinin Türkiye ihtiyacının % 26.7'sini karşılayabileceği ortaya konulmuştur. Bu açıdan bölgede DSİ ve özel sektör tarafından geliştirilen projelerin ne kadar önemli olduğu ortaya konmuştur.

Kankal vd (2014), Türkiye'nin hidroelektrik enerji gücü ve su potansiyeli açısından durumunu araştırmışlardır. Özellikle GAP (Güneydoğu Anadolu projesi) bölgesi ve Çoruh nehrindeki su potansiyelinin Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeline katkısını keşfetmişlerdir. Bu çalışmaya göre Türkiye'nin teknik yapılabilir hidroelektrik gücü 215 TWh, ekonomik yapılabilir hidroelektrik gücü 128 TWh bulunmuştur. Bu çalışmada GAP bölgesinin Türkiye'nin hidroelektrik enerji üretimine katkısı % 8 bulunmuştur.

Gedik (2015), Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre etkilerini araştırmıştır. Bu çalışmada çevreye en az zararlı olduğu düşünülen hidroelektrik

santrallerinin verimli tarım arazilerinin sular altında kalmasının dışında çevreye olumsuz etkisi pek fazla olmayan hidroelektrik tesislerin ve hidroelektrik enerji potansiyelinin gerçekçi bir şekilde yeni teknolojiler göz önünde bulundurularak belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, Türkiye'nin zengin su kaynakları potansiyeli olduğu ve bu potansiyelin en optimum şekilde kullanıma sunulması gerektiğini değerlendirmiştir.

1.3. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları kısaca enerjinin elde edildiği kaynaklara denir. Dünyada enerji kaynakları fosil ve yenilenebilir olmak üzere ikiye ayrılır. Fosil enerji kaynakları gelecek zamanlarda tükenebileceği düşünülen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise tükenmeyecek ve kendisini yenileyebilecek enerji kaynak türüdür. Kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynakları fosil (tükenir) enerji kaynaklarıdır. Bunların dışında Nükleer enerjide fosil enerji kaynakları arasında sayılabilir. Bu tür enerji kaynakları dünya elektrik üretiminde hala önemli bir yer tutmaktadır. Diğer yandan yenilenebilir enerji kaynakları her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Bu tür enerji kaynakları ise güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi ve hidroelektrik enerjisi gibi enerji kaynaklarıdır (Koç ve Şenel, 2013).

Türkiye'de kömür kökenli enerji kaynakları 2016 yılı sonu itibariyle kurulu gücü 17319 MW olup yaklaşık % 22.1'lik orana sahiptir. Elektrik enerji üretim oranı ise % 33.74'tür. Türkiye'nin 2016 yılı sonu itibariyle doğalgaz santralleri ile elde ettiği enerji 87820 GWh olup yaklaşık % 32.1'lik orana sahiptir. Bu tür enerji kaynakları çok kullanılmasına ve hala önemli bir ihtiyaca cevap vermesine rağmen kullanılabilir kapasiteleri sınırlıdır. Dünya üzerinde kömür rezervinin 114 yıl, doğalgaz rezervinin 53 yıl, petrol rezervinin 51 yıl ömrü kaldığı düşünülmektedir (ETKB 2017b.). Ayrıca fosil yakıtların çevre kirliliği, su kirliliği ve küresel ısınma başta olmak üzere önemli derecede olumsuz etkileri vardır. Nükleer enerjide fosil enerji kaynakları arasındadır ve çok yüksek verime sahiptir. 1 ton uranyum ile 20 bin ton kömürden elde edilen enerji alınabilmektedir. Ancak Nükleer enerji önemli ölçüde radyoaktif ve başta kanser hastalığı olmak üzere çevreye büyük zararları olabilmektedir (Gedik, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil enerji kaynaklarına göre çevreye çok daha az zararlı ve daha uzun vadeli. Türkiye'nin 2016 yılı içerisindeki güneş enerjisi payı, Türkiye'nin toplam elektrik enerjisinin % 0.36'sını oluşturmaktadır. Rüzgâr enerjisi Türkiye'de giderek daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Günümüzde rüzgâr türbinleri 15492 GWh civarında elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Ülkemizde rüzgâr enerjisinin payı toplam enerji içerisinde % 5.67 civarına denk gelmektedir. Jeotermal enerji yeryüzünün içerisindeki ısı enerjisinden elde edilmektedir. Ülkemizde özellikle Ege bölgesi (Aydın, Denizli, Manisa vs.) jeotermal kaynaklar açısından zengin olan bölgelerimizdendir. Jeotermal enerji santrallerimizden 2016 yılı sonu itibariyle elde edilen elektrik enerjisi payı % 1.74 oranındadır (ETKB 2017b.).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında hidroelektrik enerji en yaygın kullanılan enerji kaynağıdır. Ülkemizde 2016 yılı sonu itibariyle elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık % 24.6 civarındaki bir oranı hidroelektrikten elde edilmektedir. Ayrıca enerji kaynakları arasında ilk yatırım maliyeti ve işletme gideri maliyetlerine bakacak olursak en uygun enerji kaynaklarından bir tanesi de hidroelektrik enerjidir. Çizelge 1.1'de fosil ve yenilenebilir enerji santrallerin ilk maliyetleri, sabit işletme maliyetleri ve değişken işletme maliyetleri gösterilmiştir (Kaya ve Koç, 2015).

Çizelge 1.1. Enerji santral maliyetleri (Kaya ve Koç, 2015)

Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti (\$/kW)	Sabit İşletme Maliyeti (\$/kW-yıl)	Değişken İşletme Maliyeti (\$/MWh)
Rüzgar Santrali (Deniz Üstü)	6230	74	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14
Jeotermal Enerji Santrali	4362	100	-
Biyokütle Enerji Santrali	4114	105,63	5,26
Güneş Enerji Santrali	3873	24,69	-
Kömür Yakıtlı Linyit Santral	3246	37,8	4,47
Hidroelektrik Santral	2936	14,13	-
Rüzgar Santrali (Kaya)	2213	39,55	-
Doğalgaz Yakıtlı Linyit Santral	917	13,17	3,6

Çizelge 1.1 incelendiğinde, ilk yatırım maliyeti en yüksek olan enerji türünün deniz üstü rüzgar santrali (6230 \$/kW) olduğu daha sonra ise nükleer santralin

geldiği (5530 \$/kW) görülmektedir. Diğer yandan ilk yatırım maliyeti en az olanın ise doğalgaz yakıtlı linyit santrali (917 \$/kW) olduğu daha sonra ise kara üstü rüzgâr santrali (2213 \$/kW) ve hidroelektrik santralin (2936 \$/kW) geldiği görülmektedir. Sabit işletme maliyeti en yüksek (105,63 \$/kW-yıl) olan santral ise biyokütle enerji santralidir. Hidroelektrik santralin (14,13 \$/kW-yıl) sabit işletme maliyeti ve değişken işletme maliyeti olmamasından dolayı ekonomik olarak da avantajlı bir konumda olduğunu göstermektedir (Kaya ve Koç 2015).

1.4. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan enerji türüdür. Üretilen enerji miktarı düşü ve debi değişkenlerine bağlıdır. Su, bir cebri boru yardımıyla rezervuardan alınarak türbine verilmektedir. Türbinlere bağlı jeneratörlerin dönmesi ile de elektrik enerjisi üretilmektedir (DSİ, 2011).

1.4.1. Hidroelektrik enerji santrallerinin sınıflandırılması

Hidroelektrik santraller, düşülerine göre, ürettikleri enerjinin karakter ve değerine göre, kapasitelerine göre, yapılaşlarına göre, üzerinde kuruldukları suyun özelliklerine göre olmak üzere beş kısımda incelenebilir. Çizelge 1.2’de hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması verilmiştir (Akdoğan 2006).

Çizelge 1.2. Hidroelektrik santrallerin sınıflandırılması (Yıldız, 1992)

Düşülerine Göre (m)	Ürettikleri Enerjinin Özellik ve Değerine Göre	Kapasitelerine Göre (kw)	Yapılışlarına Göre	Üzerinde Kuruldukları Suyun Özelliklerine Göre
Alçak Düşülü Santraller H<15	Baz Santraller	Küçük Santraller <99	Yer Altı Santrali	Nehir Santraller
Orta Düşülü Santraller 15<H<50		Düşük Santraller 100-999	Yarı Gömülü veya Batık Santraller	Kanal Santraller
	Pik Santraller	Orta Santraller 1000-9999		Baraj Santraller
Yüksek Düşülü Santraller H>50		Yüksek Santraller >10000	Yer Üstü Santrali	Pompaj Rezervuarlı Santraller

1.4.1.1. Düşülerine göre

1. Alçak Düşülü Santraller ($H < 15$ m): Genellikle, debisi büyük, yatak eğimi düşük nehirler üzerinde tesis edilen ve türbin tipi olarak Kaplan türbini kullanılan santrallerdir (Yıldız, 1992).

2. Orta Düşülü Santraller ($15 < H < 50$ m): Depolamalı ya da depolamasız (Kanal tipi santraller) olarak tasarlanan Kaplan ve Francis türbini kullanılan santrallerdir. Çevirme yapısı, su alma yapısı, çökeltim havuzu, iletim kanalı, yükleme havuzu, cebri boru ve santral binası bu tür bir enerji tesisinin ana elemanlarıdır (Yıldız, 1992).

3. Yüksek Düşülü Santraller ($H > 50$ m): Genellikle engebeli veya dağlık arazide vahşi akımlı nehirler üzerinde oluşturulmuş nehir santralleri veya depolamalı tesis (baraj) eteğinde kurulan santrallerdir. Bir nehir santralının türbin sayısı ve kurulu gücü, derenin debi-süreklilik eğrisine göre belirlenir. Çevirme yapısı, silt çökeltim havuzu, iletim kanalı ya da tüneli, yükleme havuzu, cebri borusu ve santral binasından oluşur. Francis veya Pelton tipi türbinleri tercih edilmektedir (Yıldız, 1992).

1.4.1.2. Ürettikleri enerjinin özellik ve değerine göre

1. Baz Santralleri: Devamlı olarak çalışan santral tipidir (Yıldız, 1992).

2. Pik Santraller: Enerjiye en çok ihtiyaç duyulan sürelerde çalışan santrallerdir. Depolamalı santraller bu tür santrallara örnek olarak verilebilir (Yıldız, 1992).

1.4.1.3. Kapasitelerine göre

1. Küçük Kapasiteli Santraller: Kurulu gücü 99 kW 'a kadar olan santral tipidir (Yıldız, 1992).

2. Düşük Kapasiteli Santraller: Kurulu gücü 100 kW - 999 kW arası olan santral tipidir (Yıldız, 1992).

3. Orta Kapasiteli Santraller: Kurulu gücü 1000 kW - 9999 kW arası olan santral tipidir (Yıldız, 1992).

4. Yüksek Kapasiteli Santraller: Kurulu gücü 10000 kW ve daha fazla olan santral tipidir (Yıldız, 1992).

1.4.1.4. Yapılışlarına göre

1. Yer Altı Santralleri: Topoğrafik, jeolojik, ekonomik veya stratejik sebepler ile santralin yer altında inşası yapılması durumudur (Yıldız, 1992).

2. Yarı Gömülü veya Batık Santraller: Santral dar ve kayalık bir vadide yapılacaksa ve açıkta yer yoksa santralin yarısı yer altında, yarısı açıkta olabilir. Bazen de santral mansabındaki göl rezervuarında zaman içindeki su seviyesi değişikliğinin fazla olması durumunda, mansaptaki enerjinin kazanımı amacıyla santral binası batık tasarlanabilir (Yıldız, 1992).

3. Yer Üstü Santralleri: Santral üst yapısının çevre kotu üstünde tasarlanmasından dolayı, santral binası dışarıdan bakıldığında rahatlıkla görülebilir. Generatör katı ve üst yapı yer üstündedir. En yaygın tip budur (Yıldız, 1992).

1.4.1.5. Üzerinde kuruldukları suyun özelliklerine göre

1. Nehir Santralleri: Akarsuyun üzerine yapılan bir çevirme yapısı (regülatör) ile su seviyesi bir miktar yükseltilir. Çevirme yapısı nedeniyle yükselen su bir miktar düşü kazanmış olur. Oluşan düşü ile beraber enerji üretimi gerçekleşir. Bu tarz tesislerde santral tesisinin üreteceği elektrik enerjisi mevsimlere bağlı olarak değişir. Üretilen enerji akarsuyun doğal şartlarda gelen minimum debisi ile sınırlıdır, dolayısıyla küçük bir miktardır. Üretilen elektriğin büyük bir kısmı sekonder enerjidir. Eğer bu tarz tesislerinin membasında depolamalı bir tesis bulunması halinde mansap kısmındaki nehir tipi santrallerde firm enerjide büyük oranda artış meydana getirir (Yıldız, 1992).

2. Kanal Santralleri: En yaygın HES tipidir. Akarsu üzerinde regülatör yapısı ile iletim kanalına (beton kanal, boru, tünel) iletilir. İletilen sular yükleme havuzu veya denge bacasına gelerek cebri boru vasıtasıyla santral binasına iletilir. Bu tarz yapının yapılmasının nedeni düşüyü dolayısıyla enerji üretimini artırmaktır. Arazinin topoğrafyasına ve iletim kanalının uzunluğuna bağlı olarak düşü değişim göstermektedir (Yıldız, 1992).

3. Baraj Santraller: Baraj santrallerinde suyun önü bir baraj ile kapatılarak, barajın membasında bir göl alanı oluşturulur. Taşkın dönemlerinde akarsudan gelen akımlar baraj nedeniyle göl sahasında biriktirilir. Kurak dönemlerde göl sahasında biriktirilen sudan faydalanarak enerji üretimi devam eder. Göl sahasında biriken sular baraj işletme kotuna yükseltilmesi sonucu belli bir düşü kazanır ve böylelikle potansiyel enerjileri artar. Hidroelektrik enerji tesislerinde enerji üretimi düşü ve debi ile doğru orantılı olduğu için böylelikle enerji üretiminde de artış görülür. Baraj santrallerinin en önemli özelliği firm enerjinin yüksek olmasıdır. Baraj santraller nehir ve kanal tipi santrallere göre yatırım maliyetleri yüksek olup, inşaat tamamlanma süreleri de uzun olmaktadır (Yıldız, 1992).

4. Pompaj Rezervuarlı Santraller: Pompaj rezervuarlı santraller enerji talebinin düşük olduğu saatlerde şebekeden aldıkları enerji ile suyu üst rezervuara pompalayarak depolayarak enerji ihtiyacının fazla olduğu saatlerde rezervuarda depolanan suyu türbinleyerek enerji elde edilir. (Yıldız, 1992).

1.4.2. Hidroelektrik enerji tesislerinin yapı elemanları

Genel olarak bir hidroelektrik enerji tesisinde bulunan yapı elemanları; derivasyon, çevirme yapısı (baraj, regülatör), su alma yapısı, çökeltim havuzu, iletim kanalı (Beton kanal, boru, tünel), yükleme havuzu veya denge bacası, cebri boru, santral binası, kuyruk suyu ve şalt sahası olarak ayrılır.

1.4.2.1. Derivasyon

Akarsu yatağı güzergahının çevirme yapısı (baraj, regülatör) inşası için geçici olarak değiştirilmesidir. Derivasyon yapısı; memba batardosu, giriş ve çıkış yapısı, iletim yapısı (tünel, kondüvi, açık kanal) ve mansap batardosundan oluşmaktadır.

Derivasyon tesisi, baraj bölgesinde yapılacak inşaat sahasının kuru kalmasını amaçlar. Bu amaçla memba ve mansap tarafına iki adet batardo yapılarak suyun yönü değiştirilir ve çevrilir. Derivasyon yapısı baraj işletmeye açıldıktan sonra dip savak amacıyla da kullanılabilir (Işıldak, 2012).

1.4.2.2. Çevirme yapısı

Çevirme yapısı akarsudan istenen seviyede ve istenen miktarda su almaya yarayan yapılardır. Baraj ve regülatör olmak üzere ikiye ayrılır. Genellikle yüksekliği 15 metrenin üzerinde olan su yapıları baraj olarak adlandırılır. Barajlar gövdesinde kullanılan malzeme göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

1- Dolgu Barajlar

- a) Homojen Gövdeli Barajlar
- b) Zonlu Barajlar
 - Kum-Çakıl Dolgu
 - Kaya Dolgu
 - Karışık Zonlu Dolgu
- c) Memba Şevi Geçirimsiz Kaplamalı Barajlar
 - Asfalt Memba Kaplamalı
 - Beton Memba Kaplamalı

2- Beton Barajlar

- a) Beton Ağırlık Barajlar
 - Dolu Gövdeli
 - Boşluklu Gövdeli
 - Payandalı
 - Silindirle Sıkıştırılmış Beton Gövdeli
- b) Beton Kemer Barajlar

3- Karma Tipte Barajlar

Baraj gövde tipine karar verilirken başlıca etkenler; Topoğrafik durum, jeolojik ve temel şartlar, baraj yüksekliği, gövde yapısında kullanılacak malzemenin yeri ve cinsi, dolusavak kapasitesi ve yeri, deprem, heyelan, ekonomi, iklim vb. özellikler dikkate alınır (Orhon, 1997).

1- Dolgu Barajlar: Gövdelerini kaya, kum, çakıl ve kil gibi doğal malzemelerin oluşturduğu barajlardır. Dolgu barajlardaki kil çekirdek gövdenin geçirimsizliğini sağlar. Gövde memba ve mansap yüzeylerine riprap yapılarak yağışlar veya suyun

etkisi ile malzeme akması engellenir. Dolgu barajlarda gövde malzemesinin baraj aks yerinden elde edilebilmesi ve ekonomik olması nedeniyle tercih edilir (Selvi, 2012).

a) Homojen Gövdeli Barajlar: Geçirimsiz veya çok az geçirimli, aynı özelliklere sahip tek bir malzemedен oluşmuş yapılardır. Memba ve mansap şev eğimleri düşük eğimli olarak yapılmalıdır. Bu tip gövde dolguları, daha çok alçak barajlarda ve göletlerde çok kullanılır (Selvi, 2012).

b) Zonlu Barajlar: Birden fazla dolgu malzemesi belirli amaçlar doğrultusunda gövdenin değişik bölgelerine yerleştirilmesi sonucu oluşmuş yapılardır. Kum-çakıl dolgu, kaya dolgu ve karışık zonlu dolgu olarak yapılabilir. Geçirimsizlik merkezi çekirdekli veya eğik çekirdekli kil, asphalt, beton dolgu ile sağlanmaktadır (Selvi, 2012).

c) Memba Şevi Geçirimsiz Kaplamalı Barajlar: Geçirimsiz dolgu malzemesinin baraj aks yerinden uzak olması ve malzeme nakliyesinin ekonomik olmaması nedeniyle veya geçirimsiz malzemenin mevcut olup iklim şartları nedenleriyle kullanılmadığı durumlarda tercih edilen yapı türüdür. Bu barajlar iyi istiflenip ve sıkıştırılan kaya veya kum çakıl dolgu gövdenin memba şevi üzerine, geçirimsiz bir malzemenin kaplanması ile oluşturulurlar. Memba geçirimsizlik elemanı asphalt, beton vs. malzeme olabilir (Selvi, 2012).

2- Beton Barajlar: Beton barajlar yeterli taşıma gücü olan sert semin yada sağlam kaya gibi zeminler üzerine inşa edilen barajlardır. Bu tip barajlarda dolusavak, dip savak ya da su alma yapıları dolu gövde üzerinde inşa edilebilirler. Bu barajlar beton ağırlık yada beton kemer tipinde bir gövde ile seçilebilir (Gedik, 2017).

a) Beton Ağırlık Barajlar: Beton ağırlık barajları hidrostatik su basıncını dolu gövde ağırlığı ile taşıyan ve zemine aktaran su yapılarıdır. Bu tür barajlar bir istinat duvarı gibi çalışırlar. Gövde yapısı, dolu gövdeli veya boşluklu bloklardan veya araları kapatılmış payandalardan oluşabilir (Gedik, 2017).

Beton ağırlık barajlarda gövdenin tümü ile geçirimsiz olması esastır. Beton barajlar genellikle, dar vadilerde ve sağlam temel kayaları üzerine inşa edilirler. Dolu gövdeli, boşluklu gövdeli, payandalı ve silindirle sıkıştırılmış beton olarak uygulanmaktadır.

b) Beton Kemer Barajlar: İnce kemer barajlar genellikle dar vadilerde (vadi genişliğinin vadi yüksekliğine oranı $L/H < 6$ olan yerlerde), sağlam temel ve yamaç kayası olan yerlerde yaygın olarak inşa edilirler. Yük taşıma birince derecede kemer tesiri ile karşılanmakta, baraj gövdesine etkiyen yüklerin tabana ve yamaçlara aktarılmasını temin etmek amacıyla hem yatayda hem de düşeyde eğrisel olarak projelendirilmektedirler. Dolusavak yapısının gövde üzerine oturtulmasının mümkün oluşu, dipsavak ve enerji su alma yapılarının gövde üzerine yapılabilmesi ve bu sayede cebri boru boylarının kısalması önemli ölçüde ekonomiklik sağlamaktadır. Beton kemer barajlarda, kullanılan betonun kalitesinin yüksek olması, derz teşkili, derz enjeksiyonları ve su tutucu uygulamalarında dikkatli olunmalıdır (Orhon, 1997).

3- Karma Tipte Barajlar: Çoğunlukla dolgu ve beton ağırlık gövde kombinasyonlarından oluşur. Örneğin, çok geniş nehir yataklarında Dolgu + Silindirle Sıkıştırılmış Beton veya Beton baraj birlikte dizayn edilebilir (Berkün, 2007).

Regülatör: Akarsuda istenen seviyede ve istenen miktarda su almak için yapılan kabartma yapılarıdır. Depolama özelliği bulunmamaktadır. Regülatör gövde yapılarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

- 1) Dolu Gövdeli Regülatörler
- 2) Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatörler
- 3) Kapaklı Regülatörler
- 4) Tirol Tipi Regülatörler
- 5) Lastik Savaklı Regülatörler (DSİ 2017a).

1- Dolu Gövdeli Regülatörler: Dar akarsu yataklarında, yukarı havzadan fazla yüzen malzeme gelmesi durumunda dolu gövdeli regülatör tercih edilmelidir. Yukarı havzadan gelen yüzen malzeme kontrolsüz dolusavak aracılığıyla regülatör mansap kısmına geçer. Regülatör göl sahasına çöken malzemelerin mansaba geçmesi için çakıl geçidi yapısı yapılır. İşletme dönemlerinde daimi personel bulundurulmasına gerek yoktur. Günlük vardiya zamanlarında çakıl geçidi kapağı açılarak çöken malzeme akarsu yatağına verilir (DSİ 2017a).

2- Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatörler: Regülatör göl sahasında kalan düşük kotlu tarım arazilerini zarar vermesini önlemek ve membada bir hidroelektrik santral bulunması durumunda regülatör göl sahasında kabartılan suyun hidroelektrik santrali batık çalıştırmaması amacıyla dolu gövde üzeri kapaklı regülatör tercih edilmelidir (DSİ 2017a).

3- Kapaklı Regülatörler: Akarsu yatağının geniş ve yukarı havzadan fazla sürüntü malzemesi gelmesi durumunda kapaklı regülatör tercih edilir. Taşkın zamanlarında regülatör kapakları açılarak akımın mansaba geçmesi sağlanmalıdır. Kapak sayısı ve boyutları yapılacak hidrolik hesaplarla bulunur (DSİ 2017a).

4- Tirol Tipi Regülatörler: Yaz aylarında kuruyan akarsularda tirol regülatör tercih edilir. Izgara boyutları iyi belirlenmelidir. Aksi halde yukarı havzadan gelen malzemeler su alma yapısına girebilir. Santral binasındaki türbinlere zarar verebilir. Maliyetleri düşüktür. (DSİ 2017a).

5- Lastik Savaklı Regülatörler: Akarsu yatağının geniş ve büyük taşkın debileri etkisi altında bulunan akarsuların üzerine lastik savaklı regülatör tercih edilir. Su ve hava ile şişirilmektedir. Taşkın gelmesi durumunda söndürülerek suyun mansaba geçmesi sağlanır. İmalat ve montaj süresi kısadır (DSİ 2017a).

1.4.2.3. Su alma yapısı

Baraj ve regülatör göl sahasında kabartılan suyu iletim kanalına (açık kanal, kondüvi, boru, tünel vb.) aktaran yapılara su alma yapısı denir. Su alma yapıları göl sahasında biriktirilen suyu kontrolü olarak iletim hattına verebilmelidir. Su alma yapılarının giriş ağzında ızgaralar bulunmakta olup, ızgaralar göl sahasında yüzen malzemelerin iletim hattına girmesini engeller (Yıldız, 1992).

Su alma yapıları genel olarak iki ana kategoriye ayrılır.

1- Bağımsız Karşıdan Alışlı Su Alma Yapıları

- a) Kule Tipi Su Alma Yapısı
- b) Kaya Yamaca Yaslı Düşey veya Eğik Su Alma Yapısı
- c) Şaftlı Su Alma Yapısı
- d) Dipten Alışlı (Düşey Şaft) Su Alma Yapısı

2- Gövdeye Bitişik Su Alma Yapıları olarak ayrılır.

1.4.2.4. Çökeltim havuzu

Regülatör yapılarında su alma yapısından hemen sonra bulunur. Suyun içinde bulunan sürüntü malzemesinin çöktürülmesi sağlar. Silt kapakları vasıtasıyla çöken malzeme akarsu yatağına bırakılır. Barajlı tesislerde baraj göl sahası çökeltim havuzu görevi görmektedir (DSİ 2017b).

1.4.2.5. İletim kanalı

Hidroelektrik santral tesislerinde su alma yapısından kontrollü şekilde alınan suyu yükleme havuzuna veya denge bacasına aktaran yapılara iletim kanalı denir. İletim kanalı farklı şekillerde olmakla beraber genellikle açık kanal, tünel, boru, kapalı kanallar kullanılmaktadır. İletim kanalı güzergâhı seçilirken topoğrafik ve jeolojik koşullara dikkat edilmesi gerekmektedir. Açık kanal uygulamaları genellikle yarmada yapılması gerekmektedir. Dolguda yapılması halinde kanalda oturma ve çökme olayları yaşanabilmektedir. Açık kanallarda trapez kanal yapılması ekonomiktir. Ancak trapez kanal uygulamaları jeolojik açıdan sağlam zeminlerde yapılmalıdır. Aksi halde işletme dönemlerinde şevlerden akan malzeme nedeniyle santral üretimini sekteye uğratmaktadır. Heyelanlı bir güzergâhtan açık kanal yapılması halinde U Kesit betonarme kanal veya kapalı kanal yapılması tercih edilmelidir (COFCOF 2008).

İletim kanalları basınçlı ve cazibeli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Açık kanallar trapez ve U kesit betonarme kanal şeklinde yapılmaktadır. Cazibe akımlı tünellerde kesit atnalı şeklindedir. Basınçlı su iletim tünellerinde dairesel kesit kullanılmaktadır (COFCOF 2008).

İletim kanalının boru seçilmesi halinde gelişen inşaat teknikleriyle beraber CTP boru, çelik boru vb. uygulamaları farklı çaplarda yapılmaktadır.

1.4.2.6. Yükleme havuzu ve denge bacası

Yükleme Havuzu: Cazibe akımlı su iletim kanalları sonunda yer almakta olan yükleme havuzları su seviyesini düzenlemekle beraber cebri borunun devamlı basınçlı çalışmasını sağlamaktadır. Yükleme havuzları depolama kısımları, dolusavak yapısı, dipsavak yapısı ve cebri boru su alma yapısı (giriş ızgarası, işletme

ve batardo kapakları) oluşmaktadır. Jeolojik koşulların uygun olması halinde yükleme havuzunun boyutları artırılarak depolama miktarı artırılabilir. Yükleme havuzunun ayrıca bir diğer görevi ise suyu dinlendirerek sürüntü malzemelerin çökmesini sağlamaktadır. Böylece dipsavak yapısı kapağı açılarak sürüntü malzemeler cebri boru yapısına girmesi engellenir. Yükleme havuzunda dolusavağın önemli bir görevi bulunmaktadır. Ani yük değişimlerine karşın sistemde oluşacak su darbesi yükleme havuzunda suyun yükselmesine neden olacaktır. Yükleme havuzunda bulunan dolusavak yükselen suyu güvenli bir şekilde sistemden uzaklaştıracaktır (COFCOF 2008).

Denge Bacası: Basınçlı sistemlerde su iletim kanalları sonunda yer almakta olan denge bacaları türbinlerin düzenli ve verimli çalışmasını sağlamaktadır. Ani yük değişimlere karşı suyun geri tepmesini engellemektedir. Topoğrafik ve zemin koşullarına göre gömülü, yarı gömülü ve açıkta inşa edilebilir (COFCOF 2011).

1.4.2.7. Cebri boru

Yükleme odası veya denge bacası ile türbinler arasındaki basınçlı borulara cebri boru adı verilir. Hidroelektrik santrallerde cebri boru uygulamalarında en ideal malzeme çelik borudur. Cebri borular: açıkta, toprağa gömülü, betone gömülü olmak üzere üç çeşide ayrılır (Yıldız, 1992).

Cebri boru güzergâhları belirlenirken çok dikkatli olunması gerekmektedir. Heyelan bölgesinden yamaç molozu ve kil vb. zayıf zeminlerden kesinlikle geçirilmemesi gerekmektedir. Cebri boru mesnetlere sağlam kayaya indirilip soketlenmelidir. Cebri borular en kısa yoldan santral binasına indirilmelidir. Aksi halde yatırım maliyetinin artacağından güzergâh seçiminde gerekli jeolojik ve topoğrafik araştırmaların yapılması gerekmektedir. Cebri boru santral binasına gelmeden branşmanlara ayrılarak birden fazla türbine bağlanırlar (Yıldız, 1992).

1.4.2.8. Santral binası

Hidroelektrik enerji tesislerinde santral binası enerji üretiminin gerçekleştirildiği yerdir. Santral binası yeri seçilirken jeolojik açıdan sağlam zemin olmasına, ulaşımın kolay ve şalt sahası mesafesinin kısa olmasına dikkat edilmelidir. (Yıldız, 1992).

1.4.2.9. Kuyruksuyu

Santral binası içerisinde bulunan türbinlerden çıkan suların santral binasından çıkışı ile başlayarak dere yatağına ulaşıncaya kadar yapılan kanal yapısıdır. Trapez ve dikdörtgen kesit şeklinde yapılır. Kuyruksuyu kanalının akarsu ile birleştiği nokta kritik bir öneme sahiptir. Topoğrafik ölçümlerin dikkatli yapılması gerekmektedir. Akarsu su kotunun kuyruksuyu kotundan yüksek olması halinde santral binası batık çalışacağından dolayı enerji kayıpları yaşanabilir (Yıldız, 1992).

1.4.2.10. Şalt sahası

Hidroelektrik enerji tesislerinde üretilen elektrik enerjisinin enerji nakit hatlar aracılığıyla aktarıldığı istasyona şalt sahası adı verilir. Şalt sahası mümkün mertebe santral binasına yakın olmalıdır (Yıldız, 1992).

1.4.3. Hidroelektrik enerjinin avantajları ve dezavantajları

1.4.3.1. Avantajları

- a. İlk yatırım maliyetinin ve işletme giderlerinin düşük olması nedeniyle ucuz enerji kaynağı olması,
- b. İşletme giderleri olmadığından dolayı diğer santral türlerine göre kendini daha çabuk amorti etmesi,
- c. Yerli kaynak ve yenilenebilir olması,
- d. Projesine uygun olarak yapıldığında temiz ve çevreyle uyumlu enerji kaynağı olması,
- e. Depolamalı tesislerde (baraj) enerji depolamaya imkan sağlaması,
- f. İçme suyu, sulama, taşkın koruma amacıyla kullanılabilmesi,
- g. Depolamalı tesislerde balıkçılık ve su ürünleri yetiştirilmesine imkân sağlaması,
- h. Barajlı tesislerde memba ve buldukları bölgeye rekreasyon alanı oluşturmaları,
- i. Yurtdışı enerji bağımlılığımızı azaltma rolü, her geçen yıl hidroelektrik enerji yeni kurulan santrallerle beraber üretilen enerji miktarı artması,

j. Hidroelektrik santraller inşaat ve işletme aşamasında buldukları bölgede yöre halkına istihdam sağlaması (Akdoğan 2006).

1.4.3.2. Dezavantajları

a. Barajlı santrallerin göl alanında yerleşim yerleri, tarihi yerler ve alt yapı tesisleri bulunması halinde baraj gölü altında kalmaktadır. (Son yıllarda göl alanında kalan yerleşim yerleri ve tarihi yerler taşınmaktadır.

b. Barajlı santral göl sahası nedeniyle yörede bulunan endemik bitki ve hayvan türlerinin doğal yaşam alanları yok olması,

c. Baraj gölü yüzey alanının geniş olması nedeniyle, buharlaşma artarak bölgedeki iklimin ılımanlaşmasına ve iklim değişikliklerine sebebiyet vermesi,

d. Nehir tipi ve kanal tipi santrallerin kurak dönemlerde üretebileceği enerji miktarında azalmalar olması, (Akdoğan 2006).

1.4.4. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli

Türkiye'de 26 adet büyük hidrolojik havza vardır. Bu havzalarda bulunan bütün akarsulardaki akımların yıllık hacmi yaklaşık 193 (186 + 7) milyar m³ civarındadır. Bu yüzeysel tatlı su hacmi değerlendirilerek ülkemizin hidroelektrik enerji potansiyeli belirlenebilir. Bu potansiyel belirlenirken teorik, teknik yapılabilir veya ekonomik yapılabilir olmak üzere üç farklı şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (DSİ Faaliyet Raporu, 2016).

Bir ülkenin, mevcut tüm yüzeysel sularının % 100 verimle değerlendirilebilmesi şeklinde hesaplanan hidroelektrik potansiyel, o ülkenin teorik hidroelektrik potansiyelidir. Gerçekte teorik hidroelektrik potansiyelin değerlendirilebilmesi pek mümkün değildir. Bu yüzden bu yüzeysel sulardan mevcut teknoloji ile elde edilebilecek en büyük potansiyel hesaplanır ve buna teknik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel denir. Ancak teknik yapılabilirliği olan her tesis ekonomik yapılabilirliği olan tesis demek değildir. Bu nedenle bu potansiyelinde ülkenin ekonomik durumu, gelişmişlik gibi kriterlere göre değerlendirilmesiyle ekonomik olarak yapılabilir hidroelektrik potansiyel elde edilir (DSİ Faaliyet Raporu, 2016).

Türkiye’de teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyel ise 216 milyar kWh olup ekonomik, sosyal ve çevresel yönden mevcut yatırımlarla yapılabilir olarak geliştirilen potansiyel ise 158 milyar kWh/yıldır. Ekonomik yapılabilir hidroelektrik potansiyel havza master planlarının tamamlanmasına müteakip geliştirilebilecek yeni projelerle birlikte 180 milyar kWh/yıl ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Türkiye’nin teknik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin % 1.5’i, Avrupa potansiyelinin ise % 17.6’sıdır. Ülkemiz bu potansiyeli ile Avrupa ülkeleri içerisinde Rusya’dan sonra en büyük potansiyele sahip ikinci ülke konumunda olmasına rağmen bu potansiyelinin gelişim oranı açısından iyi bir konumda değildir (DSİ Faaliyet Raporu, 2016).

Türkiye 2017 yılı şubat ayı itibariyle HES projelerinin genel durumu tablosu Çizelge 1.3’de verilmiştir.

Çizelge 1.3. Türkiye 2017 yılı şubat ayı itibariyle hidroelektrik enerji genel durumu

Projelerin Aşaması	İnşa Eden (Kamu / Özel Sektör)	Adet	Kurulu Güç (MW)	Enerji Üretim Potansiyeli (GWh/yıl)	Üretim Oranı (%)
İşletme	DSİ	66	12380	43992	27.7
	Özel Sektör	531	14413	49689	31.3
	TOPLAM	597	26793	93681	59.0
İnşaat	DSİ	3	1929	6191	3.9
	Özel Sektör	81	3930	11185	7.0
	TOPLAM	84	5859	17376	10.9
Etüt-Proje	Tabloda İlan Edilen	9	203	849	0.5
	Özel Sektör	443	9530	28749	18.1
	Yatırım Programına Teklif Edilecek	23	1213	3930	2.5
	TOPLAM	475	10946	33528	21.1
İşletme + İnşaat + Etüt - Proje Potansiyeli		1156	43598	144585	91
10 MW Üstü İlan Edilebilecek Projeler		159	4240	14160	9
2023 Yılına Kadar Geliştirilebilecek Potansiyel		1315	47838	158745	100

Çizelge 1.3 incelendiğinde, günümüz itibariyle 1315 adet HES projesi bulunmaktadır. İşletme halinde 597, inşaat halinde 84, etüt-proje kapsamında 475 ve 10 MW üstü ilan edilebilecek projeler 159 adettir. İşletme halinde 597 adet hidroelektrik santral bulunmakta olup, kurulu gücü 26793 MW ve yıllık enerji üretimi 93681 GWh/yıl potansiyel devreye alınmıştır. İşletme halindeki tesislerin Türkiye HES genel durumu ile kıyaslandığında % 59'luk kısmın tamamlandığı görülmektedir. İşletme halinde bulunan tesislerin 531 tanesi özel sektör ve 66 tanesi DSİ tarafından yapılmıştır. Özel sektör tarafından işletme halinde bulunan tesislerin kurulu gücü 14413 MW ve yıllık enerji üretimi 49689 GWh'tir. DSİ tarafından inşa edilip, işletme halinde bulunan tesislerin kurulu gücü 12380 MW ve yıllık enerji üretimi 43992 GWh'tir. İnşaat halinde 84 adet hidroelektrik santral bulunmakta olup, kurulu gücü 5859 MW ve yıllık enerji üretimi 17376 GWh/yıl'dır. İnşaat halindeki tesislerin 81 adetini özel sektör, 3 adeti DSİ tarafından yapılmaktadır. İnşaat halindeki tesislerin Türkiye HES genel durumu ile kıyaslandığında yaklaşık % 11'lik kısmın inşaat faaliyetlerine devam ettiği görülmüştür. Etüt, proje kapsamında 475 adet HES projesi bulunmaktadır. Tabloda ilan edilen 9 adet, özel sektörün uhdesi altında bulunan 443 adet, yatırım programına teklif edilecek 23 adet HES projesi, 10 MW üstü ilan edilebilecek projeler 159 adet bulunmaktadır. Türkiye genel durumu ile kıyaslandığında % 30.1'lik kısmın henüz inşaat faaliyetlerine başlamadığı görülmüştür.

Türkiye'nin hidroelektrik enerji durumuna 2017 verileri çerçevesinde bakacak olursak:

Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	: $\sum E_b = 433$ milyar kWh/yıl
Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	: $\sum E_t = 216$ milyar kWh/yıl
Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli	: $\sum E_e = 158$ milyar kWh/yıl
Günümüz İtibariyle Üretililecek Enerji Miktarı	: $\sum E_{\bar{u}} = 93.9$ milyar kWh/yıl

Çizelge 1.4'de Türkiye'de havzalara göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik enerji potansiyel bilgisi verilmiştir.

Çizelge 1.4. Türkiye’de havzalara göre yıllık akış ve brüt hidroelektrik enerji potansiyel (Akdoğan, 2006)

Havza Adı	Ortalama Yıllık Akış (Miktar m ³)	Toplam Akışa Oranı (%)	Hidroelektrik Potansiyel		
			GWh/YIL	MW	%
Fırat	31,61	17.00	84122	9603	19.40
Dicle	21,33	11.50	48706	5560	11.20
Doğu Karadeniz	14,90	8.00	48478	5534	11.20
Doğu Akdeniz	11,07	6.00	27445	3133	6.30
Antalya	11,06	5.90	23079	2634	5.30
Batı Karadeniz	9,93	5.30	17914	2045	4.10
Batı Akdeniz	8,93	4.80	13595	1552	3.10
Marmara	8,33	4.50	5177	591	1.20
Seyhan	8,01	4.30	20875	2383	4.80
Ceyhan	7,18	3.90	22163	2530	5.10
Kızılırmak	6,48	3.50	19552	2232	4.50
Sakarya	6,40	3.40	11335	1294	2.60
Çoruh	6,30	3.40	22601	2580	5.20
Yeşilirmak	5,80	3.10	18685	2133	4.30
Susurluk	5,43	2.90	10573	1207	2.40
Aras	4,63	2.50	13114	1497	3.00
Konya-kapalı	4,53	2.40	1218	139	0.30
Büyük Menderes	3,03	1.60	6263	715	1.40
Van Gölü	2,39	1.30	2593	296	0.60
Kuzey Ege	2,09	1.10	2882	329	0.70
Gediz	1,95	1.10	3916	447	0.90
Meriç-Ergene	1,33	0.70	1000	114	0.20
Küçük Menderes	1,19	0.60	1375	157	0.30
Asi	1,17	0.60	4897	559	1.10
Burdur-Göller	0,50	0.30	885	101	0.20
Akarçay	0,49	0.30	543	62	0.10
Toplam	186,05	100.00	432981	49427	100

Çizelge 1.4 incelendiğinde, Türkiye havza hidroelektrik potansiyel kıyaslaması yapıldığında Fırat havzasının en yüksek kurulu güç ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Fırat havzasını Dicle ve Doğu Karadeniz havzası izlemektedir. Batı Karadeniz havzası incelendiğinde kurulu güç potansiyeli 2045 MW ve yıllık enerji üretim potansiyeli 17914 GWh/Yıl olarak verilmiştir.

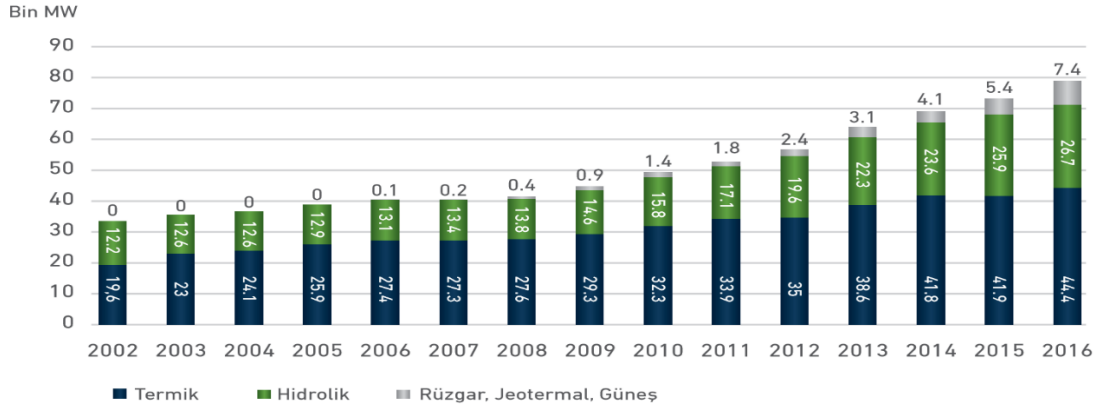
1.4.5. Türkiye'nin hidroelektrik enerji gelişimi

Türkiye hidroelektrik üretimine 1902 yılında Tarsus'ta kurulan santral ile başlanmıştır. 1930 yılında çıkarılmış olan 1580 sayılı Belediye Kanunu ile belediyelere elektrik santrali kurma yetkisi verilmiştir. 1935 yılında Türkiye'nin enerji kaynaklarının potansiyelini belirleyebilmek amacıyla Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) kurulmuştur. Aynı zamanda kurulmuş olan Etibank ve İller Bankası ise küçük ölçekli hidroelektrik santral inşası, köy ve kasabaların elektrifikasyonu ile ilgili işleri yürütmüştür. 1954 yılında Devlet Su İşleri (DSİ) kurulmuştur. DSİ su kaynaklarının planlaması, projelendirmesi, inşaatı ve işletilmesi amacıyla kurulmuştur. EİE etüt ve planlama aşamasında, DSİ ise planlamayla birlikte projelerin hayata geçirilmesi aşamasında görevlendirilmiştir. 1970 yılında elektrik üretim, iletim, dağıtım ve ticaretini yapmak amacıyla Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuştur. Türkiye'de özel sektöre elektrik üretimi imkanı sağlayan 3096 sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi, İletimi, Dağıtım ve Ticareti İle Görevlendirilmesi Hakkında Kanun 1984 yılında çıkartılmıştır. Böylelikle özel sektör şirketlerine elektrik üretim, iletim ve dağıtım konusunda imkânlar sağlanmıştır. (Topçu, 2011).

4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2001 yılında yürürlüğe girmiştir. Söz konusu kanun yürürlüğe girmeden önce su ile alakalı bütün projeler fizibilite aşamasından işletme aşamasına kadar her kademedede DSİ sorumluluğu altındaydı. İnşaat faaliyetleri tamamlandıktan sonra santralin işletmesi devir protokolüyle bu alanda uzman kuruluş olan Elektrik Üretim Anonim Şirketine (EÜAŞ) devredilmekteydi. 4 Ağustos 2002 tarihinde "Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği" ve 26 Haziran 2003 tarihinde "Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir. Söz konusu yönetmelikler gereği DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde geliştirilmiş olan bütün hidroelektrik projeler DSİ internet sayfasında yayımlanarak tüzel kişilerin başvurusuna açılmıştır (Tutuş, 2006).

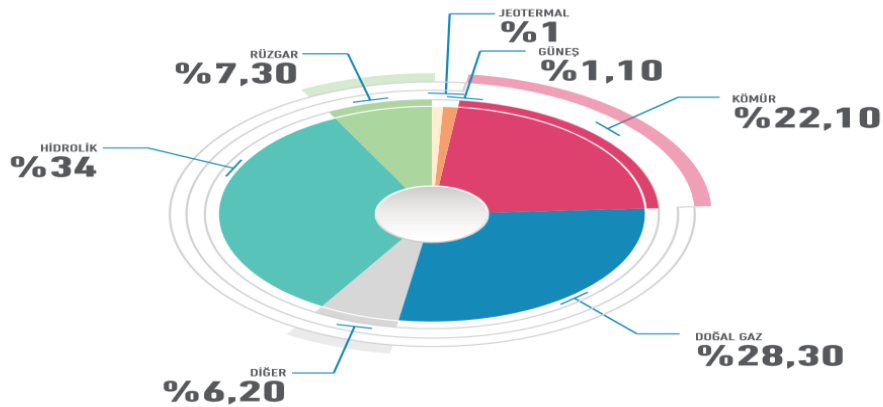
30.03.2013 tarih ve 28603 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nu ile mevcut elektrik piyasası sistemine yenilik ve teşvikler getirilmiştir. Bu tarihten itibaren de halen bu kanun ve

yönetmelik hükümleri çerçevesinde tesislerin inşası ve işletilmesi yürütülmeye devam edilmektedir. Türkiye 2002-2016 yılları arasında elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi Şekil 1.1’de verilmiştir.



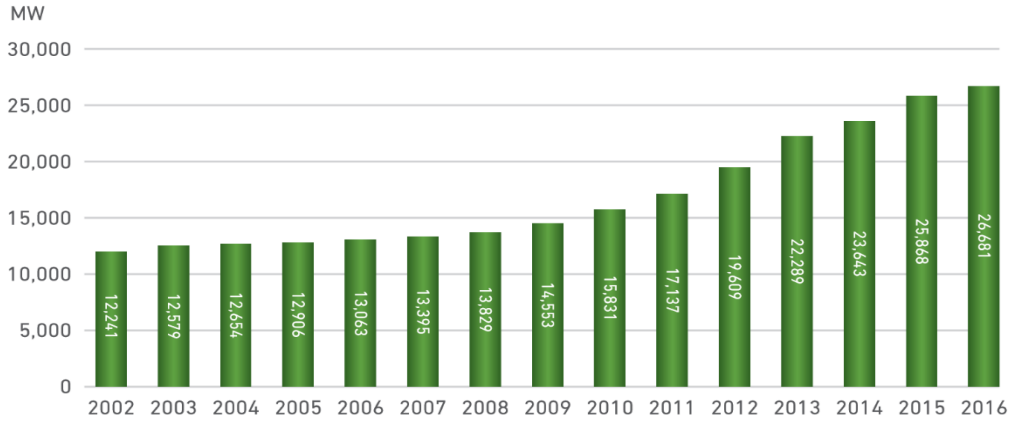
Şekil 1.1. Türkiye elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi (ETKB, 2017c)

Şekil 1.1 incelendiğinde Türkiye’nin 2002 yılında yaklaşık 31800 MW kurulu gücü olduğu ve 2016 yılında ise yaklaşık 78500 MW kurulu güce ulaştığı görülmektedir. 2002 yılı incelendiğinde Türkiye’nin kurulu güç payının yaklaşık 19600 MW’lık kısmını termik santraller, 12200 MW’lık kısmını ise hidroelektrik santraller oluşturmuştur. 2016 yılı verileri incelendiğinde ise Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün yaklaşık 44400 MW’lık payını termik santraller, yaklaşık 26700 MW’lık payını hidroelektrik santraller, yaklaşık 7400 MW’lık payını diğer kaynaklar oluşturmaktadır. 2016 Yılı sonu itibariyle Türkiye kurulu gücünün kaynak bazında dağılımı Şekil 1.2’de verilmiştir.



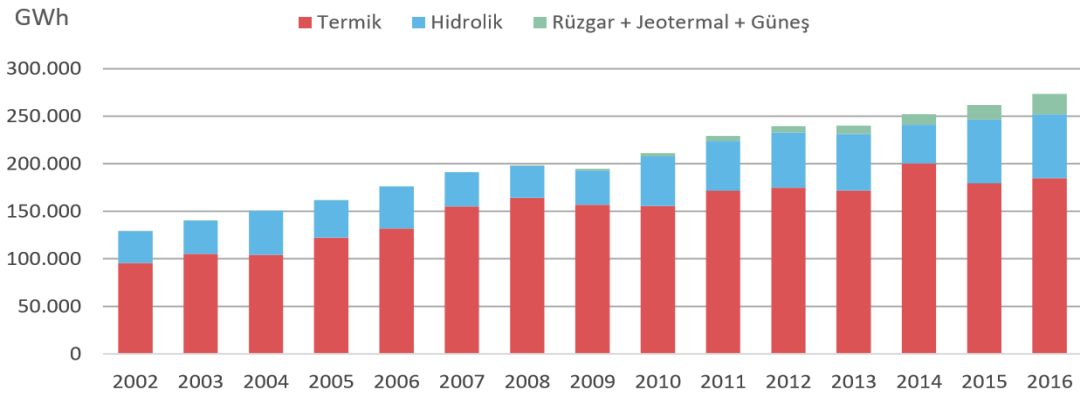
Şekil 1.2. Türkiye 2016 yılı sonu itibariyle kurulu gücün kaynak bazında dağılımı (ETKB, 2017c)

Şekil 1.2 incelendiğinde, hidrolik kaynaklar (barajlı, akarsu) % 34'lük paya sahip olduğu görülmüş olup, hidrolik kaynakları doğalgaz % 28.30 ve kömür % 22.10 oranı ile takip etmektedir. Türkiye hidroelektrik kurulu gücünün 2002-2016 yılları arasındaki gelişimi Şekil 1.3'de gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Türkiye hidroelektrik kurulu gücünün yıllar içerisindeki gelişimi (ETKB, 2017c)

Şekil 1.3 incelendiğinde, hidroelektrik kurulu gücü 2003 yılında çıkarılan Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik uyarınca özel sektörün katkısıyla beraber 2002 yılında 12241 MW'lık kurulu gücü payını, 2016 yılında 26681 MW'lık paya çıkarılmıştır. 2002-2016 yılları arasında hidroelektrik kurulu gücü yaklaşık % 218'lik artış göstermiştir. Türkiye 2002-2016 yılları arasında elektrik enerjisi üretimi gelişimi Şekil 1.4'de verilmiştir.



Şekil 1.4. Türkiye elektrik enerjisi üretiminin gelişimi (ETKB, 2017b)

Şekil 1.4 incelendiğinde Türkiye'nin 2002 yılında yaklaşık 129400 GWh elektrik enerjisi üretimine sahip olduğu ve 2016 yılında ise yaklaşık 273387 GWh elektrik enerji üretimine ulaştığı görülmektedir. 2002 yılı incelendiğinde Türkiye'nin elektrik enerji üretimi payının yaklaşık 95000 GWh'lik kısmını termik santraller, yaklaşık 33700 GWh'lik kısmını ise hidroelektrik santraller oluşturmuştur. 2016 yılı verileri incelendiğinde ise Türkiye elektrik enerji üretimi payının yaklaşık 185000 GWh'lik payını termik santraller, yaklaşık 67250 GWh'lik payını hidroelektrik santraller, yaklaşık 21250 MW'lık payını diğer kaynaklar oluşturmaktadır. 2016 Yılı sonu itibariyle Türkiye kurulu gücünün kaynak bazında dağılımı Çizelge 1.5'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. Kaynak bazında Türkiye elektrik enerjisi üretimi (ETKB, 2017b)

YIL	TERMİK (GWh)	HİDROLİK (GWh)	RÜZGÂR + GÜNEŞ + JEOTERMAL (GWh)	TOPLAM (GWh)	ARTIŞ (%)
2002	95563	33684	153	129400	5.4 %
2003	105101	35330	150	140581	8.6 %
2004	104464	46084	151	150699	7.2 %
2005	122242	39561	153	161956	7.5 %
2006	131835	44244	221	176300	8.9 %
2007	155196	35851	511	191558	8.7 %
2008	164139	33270	1009	198418	3.6 %
2009	156293	35958	1931	194182	-1.8 %
2010	155828	51796	3585	211209	8.4 %
2011	171638	52339	5418	229395	8.6 %
2012	174872	57865	6760	239497	4.4 %
2013	171812	59420	8921	240153	0.3 %
2014	200417	40645	10901	251963	4.9 %
2015	179366	67146	15271	261783	3.9 %
2016	184889	67268	21230	273387	4.4 %

Çizelge 1.5 incelendiğinde, Türkiye elektrik üretiminin 2009 yılı hariç devamlı artış gösterdiği görülmektedir. Ancak 2009 yılı sonrasında Türkiye yenilenebilir enerji kaynak bazlı üretiminde ciddi artışlar gözlenmiştir. Türkiye 2002-2016 yılları arasında kaynak bazlı elektrik enerjisi üretim oranları Çizelge 1.6'da verilmiştir.

Çizelge 1.6. Kaynak bazında Türkiye elektrik enerjisi oranları (ETKB, 2017b)

YIL	TERMİK	HİDROLİK	RÜZGÂR + GÜNEŞ + JEOTERMAL
2002	73.9 %	26.0 %	0.1 %
2003	74.8 %	25.1 %	0.1 %
2004	69.3 %	30.6 %	0.1 %
2005	75.5 %	24.4 %	0.1 %
2006	74.8 %	25.1 %	0.1 %
2007	81.0 %	18.7 %	0.3 %
2008	82.7 %	16.8 %	0.5 %
2009	80.6 %	18.5 %	1.0 %
2010	73.8 %	24.5 %	1.7 %
2011	74.8 %	22.8 %	2.4 %
2012	73.0 %	24.2 %	2.8 %
2013	71.5 %	24.7 %	3.7 %
2014	79.5 %	16.1 %	4.3 %
2015	68.5 %	25.7 %	5.8 %
2016	67.6 %	24.6 %	7.8 %

Çizelge 1.6 incelendiğinde, hidroelektrik enerji Türkiye elektrik enerjisi üretimi payı 2004 yılında en yüksek orana (% 30.6) sahip olduğu, 2014 yılında ise en düşük orana (% 16.1) sahip olduğu görülmüştür.

HES projelerinin özel sektör tarafından gerçekleştirilmesi kapsamındaki koordinasyon işlemleri, ilgili Kanun/Yönetmelik/Mevzuat çerçevesinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü adına Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı tarafından yürütülmektedir. Hidroelektrik enerji projelerinin özel sektör tarafından uygulanmasında Devlet Su İşleri tarafından yapılan işlemler:

- 1- Projelere ait başvuruların alınması ve DSİ web sayfasında ilan edilmesi, Projeler ilan edilirken kategorilere ayrılmış olup, bu çerçevede Tablo-2, Tablo-3, Tablo-4, Tablo-5, Tablo-6 ve Tablo-7’de ilan edilen projelere Su Kullanım Hakkı Anlaşması Yönetmeliğinde belirtilen esaslar dahilinde özel sektör tarafından müracaat edilebilmektedir. (DSİ 2017c).

Tablo-2: DSİ Tarafından Geliştirilen ve Su Kullanım Anlaşması Yapmak Üzere Şirketler Tarafından Müracaat Edilebilecek Hidroelektrik Enerji Projeleri

Tablo-3: Tüzel Kişiler Tarafından Geliştirilen Projeler Listesi (15.10.2007 tarihi itibarıyla tüzel kişiler tarafından geliştirilen yeni projeler kabul edilmemektedir.)

Tablo-4: DSİ Tarafından İnşa Edilmekte Olan Projeler Kapsamında, HES Kısmı Başvuruya Açılan Projeler

Tablo-5: İkili Anlaşmalar Kapsamından Çıkarılmış Olup, Müracaat Edilebilecek HES Projeleri

Tablo-6: (Yap İşlet Devret (YİD) Kapsamından Çıkarılan HES Projeleri)

Tablo-7: (Grup Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi)

- 2- Projeyi yapmaya hak kazanacak Şirketin belirleneceği Hidroelektrik Kaynak Katkı Payı Teklif Verme Toplantısının yapılması,
- 3- Şirket tarafından hazırlanan fizibilite/revize fizibilite raporunun kontrolü ve onaylanması,
- 4- Fizibilite/revize fizibilite raporunun onaylanmasından sonra Şirketin Ön Lisans için EPDK'ya, ÇED süreci içinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na yönlendirilmesi,
- 5- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından Ön Lisans ve ÇED belgesi alan Şirket ile SKHA imzalanması,
- 6- Tüm belgelerini (ÇED, SKHA, Üretim Lisansı, bağlantı görüşü vb) ve işlemlerini (kamulaştırma vb) tamamlamış Şirket'in inşaatı başlayabilmesi için Yer Teslimi yapılması,
- 7- İnşaat aşamasında rutin kontroller ile Denetim yapılması,
- 8- İnşaatın bitmesi ile Geçici Kabul işlemlerinin ve devamında da Kesin Kabul İşlemlerinin yapılması gerçekleştirilmektedir.

2. YÖNTEM VE VERİLER

Bu bölümde, havza üzerindeki bir noktanın ortalama yağış yüksekliğini hesaplama yöntemi olan Thiessen metodu anlatılmış olup, 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin genel durumları, il bazındaki dağılımları, kurulu güç ve toplam elektrik enerjisi üretimleri değerlendirilmiştir. Ayrıca havzadaki hidroelektrik enerji santrallerinin Türkiye'nin bu kapsamdaki toplam santralleri içerisindeki yerini ve toplam hidroelektrik enerji üretimine katkıları tespit edilmeye çalışılmıştır.

2.1. Thiessen Metodu

Meteorolojik istasyonlar bir drenaj havzası üzerinde yağış miktarını ölçmek için kurulmaktadır. İstasyonlardan alınan verileri değerlendirebilmek için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Thiessen çokgen yöntemi de bunlardan biridir. Havza üzerinde her yağış istasyonu bir çokgenin içinde kalacak şekilde etki alanları belirlenir. Bu sayede her alt havza alanına hangi yağış istasyonların ne kadar etki ettiği tespit edilmiş olur (Bayazıt, 2003).

Thiessen metodu için drenaj havzasına yakın istasyonlar doğru parçalarıyla birleştirilir. Bu doğru parçalarının orta noktalarından dikmeler çıkılarak her bir istasyona ait çokgen elde edilir. Her bir çokgenin sınırladığı alanın o istasyonla temsil edildiği varsayılarak alansal ortalama yağış yüksekliği hesaplanır (Bayazıt, 2003).

$$P_{ort} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i \times A_i}{A} \quad (2.1)$$

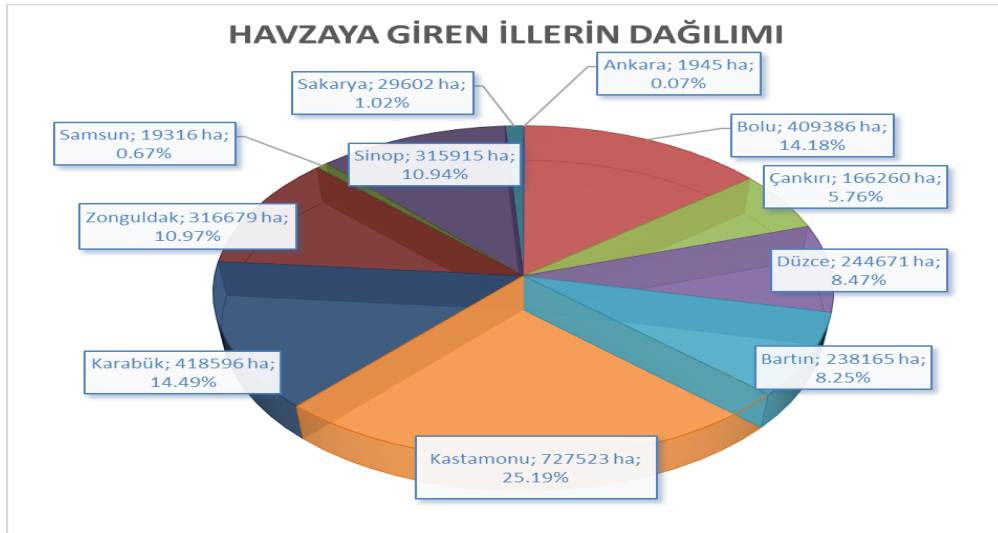
Bu denklemden P_{ort} alansal ortalama yağış yüksekliğini (mm), P_i i numaralı istasyonun yağış yüksekliğini (mm), A toplam alan (km^2), A_i i nolu çokgenin alanı (km^2), i çokgen sayısını ifade etmektedir.

2.2. Batı Karadeniz Havzası

Batı Karadeniz Havzası, Türkiye'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Havza güneyde Sakarya ve Kızılırmak Havzası ile batıda Sakarya Havzası ve Kuzeyde Karadeniz ile sınırlıdır. Batı Karadeniz Havzası, 40°34'42" – 41°27'52" kuzey enlemleri ile 30°52'33" – 35°12'12" doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Havzada Ankara, Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Karabük, Kastamonu, Sakarya, Samsun, Sinop ve Zonguldak illerinin tamamı ya da bir bölümü yer almaktadır. Bahsi geçen illerden Bartın, Karabük ve Zonguldak il topraklarının tamamı, diğer illerin de; Bolu il topraklarının 4093,86 km²'lik bir bölümü, Çankırı il topraklarının 1662,60 km², Düzce'nin 2446,71 km², Sinop il topraklarının 3159,15 km², Kastamonu'nun 7275,23 km²'lik bir kısmı havzada yer almaktadır. Ankara, Sakarya ve Samsun il topraklarının da sırasıyla 19,45 km², 296,02 km² ve 193,16 km² alanları havza içindedir. Havzanın yüzölçümü 28855 km²'dir. Tez çalışmasında havza sınırları içerisinde bulunan Ankara, Sakarya ve Samsun illeri dikkate alınmamıştır (DSİ, 2017d).

Batı Karadeniz havzası'nda yer alan iller ve havza alanının illere göre yüzdesel dağılımı Şekil 2.1'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Havzaya giren illerin dağılımı (DSİ, 2017d).

Şekil 2.1 incelendiğinde Batı Karadeniz havza alanının yaklaşık % 25'ini Kastamonu ili oluşturduğu görülmüştür. Kastamonu ilini Karabük % 14.50 ve Bolu % 14.18 oran ile izlemektedir. Ankara ili ise % 0.07'lik oranla havza

sınırları içerisindeki en küçük yüzölçümüne sahiptir. Çizelge 2.1’de Havzada bulunan illerin havza içerisindeki dağılımları verilmiştir.

Çizelge 2.1. Havza illerinin dağılımı (DSİ, 2017d).

	Toplam Alan (km ²)	İlin Havza İçindeki Alanı (km ²)	Havza Alanının İllere Göre Dağılımı (%)	İlin Havza İçindeki Alanı (%)
Ankara	25579,80	19,45	0.07	0.07
Bartın	2381,65	2381,65	8.25	100.00
Bolu	8393,47	4093,86	14.18	48.77
Çankırı	7610,48	1662,60	5.76	21.84
Düzce	2493,93	2446,71	8.47	98.10
Karabük	4185,96	4185,96	14.49	100,00
Kastamonu	13035,39	7275,23	25.19	55.81
Sakarya	4890,00	296,02	1.02	6.05
Samsun	9695,33	193,16	0.67	1.99
Sinop	5630,82	3159,15	10.94	56.10
Zonguldak	3166,79	3166,79	10.97	100.00

Batı Karadeniz Havzası’nın Türkiye’deki yeri ve konumu Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2. Havzanın Türkiye üzerindeki konumu (DSİ, 2017d).

Batı Karadeniz havzası içerisinde yer alan illerin hidroelektrik enerji santrallerinin durumları (işletme, inşaat ve inşaat öncesi) il bazında değerlendirilmiştir.

2.2.1. Bartın ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Bartın ilinde 1 adeti inşaat, 10 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 11 adet HES projesi bulunmaktadır. İşletme halinde tesis bulunmamaktadır.

İnşaat halindeki tek proje Kayadibi HES olup, kurulu gücü 19.56 MW ve yıllık enerji üretimi 42.67 GWh olacak şekilde planlanmıştır. Kayadibi HES geçmiş zamanlarda İller Bankası tarafından yapılmış 0.464 MW kurulu gücündeki tesisin revize edilmesi sonucunda 19.56 MW kurulu güce ve 42.67 GWh yıllık enerji üretimine sahip tesis haline getirilecektir. Kayadibi HES 2016 yılı Nisan ayı itibariyle inşaat faaliyetlerine başlamış olup, 2017 yılı sonunda tamamlanması beklenmektedir. Çizelge 2.2’de Bartın ili inşaat halindeki projeler verilmiştir.

Çizelge 2.2. Bartın ili inşaat halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Kayadibi HES	Merkez	Art Ç.	Regülatör	19.56	42.67

Bartın ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 10 adet HES tesisi bulunmakta olup 56.11 MW kurulu güce ve 222.22 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.3’te Bartın ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bartın ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Orsa-I HES	Ulus	Ova Ç.	Regülatör	8.41	32.53
2	Bartın HES	Merkez	Bartın I.	Regülatör	8.68	37.17
3	Nazire HES	Ulus	Ulus Ç.	Regülatör	3.75	11.72
4	Kumluca HES	Ulus	Kumluca Ç.	Regülatör	2.10	7.77
5	Karataş HES	Ulus	Kumluca Ç.	Regülatör	2.10	7.61
6	Ulus-II HES	Ulus	Ulus Ç.	Regülatör	3.70	18.68
7	Ulus-I HES	Ulus	Ulus Ç.	Regülatör	4.11	21.21
8	Katırova HES	Ulus	Kumluca Ç.	Regülatör	6.46	24.53
9	Kirazlıköprü HES	Merkez	Gökırmak	Baraj	12.30	41.20
10	Güney HES	Merkez	Güney D.	Regülatör	4.50	19.80
TOPLAM					56.11	222.22

Çizelge 2.3 incelendiğinde, Kirazlıköprü HES inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Karataş HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Bartın ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır. Kirazlıköprü barajı 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında DSİ 23.Bölge Müdürlüğü tarafından ihalesi yapılmış olup, baraj tesisi yüklenici firma tarafından inşa edilmektedir. Kirazlıköprü barajının HES kısmı ise Tablo-4 DSİ tarafından inşa edilmekte olan projeler kapsamında, HES kısmı başvuruya açılan projeler kapsamında hidroelektrik kaynak katkı payı teklif verme toplantısı yapılarak özel sektör firmaları tarafından yapılması düşünülmektedir.

Bartın ilinde işletme, inşaat ve inşaat öncesi aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 75.67 MW kurulu güç ve 264.89 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.4'te Bartın ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.4. Bartın ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	0	0	0	0
İnşaat	1	19.56	42.67	16.11
İnşaat Öncesi	10	56.11	222.22	83.89
TOPLAM	11	75.67	264.89	100

Çizelge 2.4 incelendiğinde, inşaat halinde bulunan Kayadibi HES projesi ilin hidroelektrik potansiyelinin % 16'sını karşılayacağı görülmektedir. İnşaat öncesi aşamasında bulunan projeler ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 84'ünü oluşturmaktadır.

Bartın ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 6 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.5'te Bartın ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.5. Bartın ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	17602	Amasra	Amasra	OMGİ
2.	17721	Merkez	Arıt (H-Saf/Yağış)	OMGİ
3.	17020	Merkez	Bartın	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
4.	17426	Merkez	Bartın Güney Mendirek Feneri	OMGİ
5.	18245	Kurucaşile	Kurucaşile	OMGİ
6.	17615	Ulus	Ulus	OMGİ

2.2.2. Bolu ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Bolu ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 3 adeti işletme, 3 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 6 adet HES projesi bulunmaktadır. İnşaat aşamasında HES projesi bulunmamaktadır.

Bolu ilinde işletme halinde 3 adet HES tesisi bulunmakta olup 97.29 MW kurulu güce ve 287.00 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.6'da Bolu ili işletme aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.6. Bolu ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Kayabükü HES	Gökçesu	Devrek Ç.	Regülatör	14.61	50.00	2010
2	Köprübaşı HES	Mengen	Devrek Ç.	Baraj	74.00	203.00	2013
3	Paşa HES	Mengen	Bolu Ç.	Regülatör	8.68	34.00	2010
TOPLAM					97.29	287.00	

Çizelge 2.6 incelendiğinde, Köprübaşı HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Paşa HES en düşük kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Bolu ilinin inşaat öncesi aşamasında bulunan 3 adet HES tesisi bulunmakta olup 6.40 MW kurulu güce ve 21.76 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.7'de Bolu ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.7. Bolu ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Yayla I-II HES	Mengen	Ağıl D.	Regülatör	1.36	4.74
2	Mengen HES	Mengen	Mengen Ç.	Regülatör	3.79	13.27
3	Kaya HES	Merkez	Abant D.	Regülatör	1.25	3.75
TOPLAM					6.40	21.76

Çizelge 2.7 incelendiğinde, Mengen HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Kaya HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Bolu ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır.

Bolu ilinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda işletme, inşaat ve inşaat öncesi aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 103.69 MW kurulu güç ve 308.76 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.8’de Bolu ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.8. Bolu ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	3	97.29	287.00	92.95
İnşaat	0	0	0	0
Fizibilite	3	6.40	21.76	7.05
TOPLAM	6	103.69	308.76	100

Çizelge 2.8 incelendiğinde, işletme halinde bulunan HES projeleri ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 93’ünü karşıladığı görülmektedir. İnşaat öncesi aşamasında bulunan projeler ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 7’sini oluşturduğu görülmüştür.

Bolu ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 11 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.9'da Bolu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.9. Bolu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	18239	Merkez	Batı Karadeniz Orman Arş.	OMGİ
2.	17070	Merkez	Bolu	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
3.	17637	Merkez	Bolu Dağı	OMGİ
4.	17642	Gerede	Gerede	OMGİ
5.	18246	Göynük	Göynük	OMGİ
6.	18174	Merkez	Kartalkaya Kayak Merkezi	OMGİ
7.	17694	Kıbrısçık	Kıbrısçık	OMGİ
8.	18247	Mengen	Mengen	OMGİ
9.	18158	Mudurnu	Mudurnu	OMGİ
10.	17693	Seben	Seben	OMGİ
11.	18248	Yeniçağa	Yeniçağa	OMGİ

2.2.3. Çankırı ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Çankırı ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 1 adet inşaat öncesi aşamasında HES projesi bulunmaktadır. İnşaat veya işletme halinde HES projesi bulunmamaktadır. Çizelge 2.10'da Çankırı ili inşaat öncesi aşamasında bulunan proje verilmiştir.

Çizelge 2.10. Çankırı ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Çimen HES	Çerkeş	Çerkeş D.	Regülatör	12.42	33.36

Çizelge 2.10 incelendiğinde, Çankırı ili Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde Çimen HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan tek HES projesidir. Kurulu gücü 12.42 MW ve yıllık enerji üretimi 33.36 GWh'tir

Çankırı ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır.

Çankırı ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 13 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.11'de Çankırı ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.11. Çankırı ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	18249	Atkaracalar	Atkaracalar	OMGİ
2.	18251	Bayramören	Bayramören	OMGİ
3.	17080	Merkez	Çankırı	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
4.	17646	Çerkeş	Çerkeş	OMGİ
5.	18080	Eldivan	Eldivan Belediye	OMGİ
6.	17648	Ilgaz	Ilgaz	OMGİ
7.	18079	Kızılırmak	Kızılırmak Devlet Hastanesi	OMGİ
8.	18252	Korgun	Korgun	OMGİ
9.	17643	Kurşunlu	Kurşunlu	OMGİ
10.	18253	Orta	Orta	OMGİ
11.	17665	Şabanözü	Şabanözü	OMGİ
12.	17647	Yapraklı	Yapraklı	OMGİ
13.	17982	Ilgaz	Yıldıztepe Kayak Merkezi	OMGİ

2.2.4. Düzce ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Düzce ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 7 adeti işletme, 6 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 13 adet HES projesi bulunmaktadır. İnşaat aşamasında HES projesi bulunmamaktadır.

Düzce ilinde işletme halinde 7 adet HES tesisi bulunmakta olup 89.28 MW kurulu güce ve 302.00 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.12'de Düzce ili işletme aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.12. Düzce ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Hasanlar HES	Merkez	Küçük Melen Ç.	Baraj	9.35	41.60	1991
2	Çınar-I HES	Kaynaşlı	Balkodu D.	Regülatör	9.26	35.00	2012
3	Defne HES	Gölyaka	Aksu D.	Regülatör	7.23	22.00	2010
4	Düzce-Aksu HES	Merkez	Aksu D.	Regülatör	46.20	141.37	2014
5	Hasanlar Kanal HES	Merkez	Küçük Melen Ç.	Regülatör	4.67	21.00	2011
6	Kökнар HES	Kaynaşlı	Aksu D.	Regülatör	8.02	30.00	2012
7	Güneş HES	Kaynaşlı	Hamamsuyu D.	Regülatör	4.54	11.03	2017
TOPLAM					89.27	302.00	

Çizelge 2.12 incelendiğinde, Düzce-Aksu HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Düzce-Aksu HES projesini Hasanlar HES projesi takip etmektedir. Güneş HES projesi ise ilin en düşük kurulu gücüne ve enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir.

Düzce ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 6 adet HES tesisi bulunmakta olup 30.74 MW kurulu güce ve 106.90 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.13’de Düzce ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.13. Düzce ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Kayın HES	Kaynaşlı	Saman D.	Regülatör	6.38	22.33
2	Balkaya HES	Merkez	Küçük D.	Regülatör	1.25	4.38
3	Uğur HES	Kaynaşlı	Saman D.	Regülatör	5.33	24.36
4	Gökçe ağaç HES	Yığılca	Kara D.	Regülatör	7.00	22.00
5	Tütünlük-Dikmen HES	Hendek	Aksu D.	Regülatör	3.00	10.50
6	Akpınar HES	Yığılca	Kara D.	Regülatör	7.78	23.33
TOPLAM					30.74	106.90

Çizelge 2.13 incelendiğinde, Uğur HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Balkaya HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Düzce ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır.

Düzce ilinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda inşaat, işletme ve inşaat öncesi aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 120.01 MW kurulu güç ve 408.90 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.14'te Düzce ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.14. Düzce ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	7	89.27	302.00	73.86
İnşaat	0	0	0	0
Fizibilite	6	30.74	106.90	26.14
TOPLAM	13	120.01	408.90	100

Çizelge 2.14 incelendiğinde, işletme halinde bulunan HES projeleri ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 74'ünü karşıladığı görülmektedir. İnşaat öncesi aşamasında bulunan projeler ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 26'sını oluşturduğu görülmüştür.

Düzce ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 5 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.15'te Düzce ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.15. Düzce ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	17015	Akçakoca	Akçakoca	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
2.	17435	Akçakoca	Akçakoca Feneri	OMGİ
3.	17072	Merkez	Düzce	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
4.	18259	Gölyaka	Gölyaka	OMGİ
5.	18260	Yığılca	Yığılca	OMGİ

2.2.5. Karabük ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Karabük ilinde 4 adeti işletme, 1 adeti inşaat, 16 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 21 adet HES projesi bulunmaktadır.

Karabük ilinde işletme halinde 4 adet HES tesisi bulunmakta olup 80,61 MW kurulu güce ve 299,72 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.16'da Karabük ili işletme aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.16 Karabük ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Yalnızca HES	Merkez	Yenice Ç.	Regülatör	15.00	56.00	2009
2	Pirinçlik HES	Merkez	Soğanlı Ç.	Regülatör	22.20	83.50	2014
3	Eren HES	Safranbolu	Soğanlı Ç.	Regülatör	37.04	141.90	2014
4	İkiler HES	Eskipazar	Gerede Ç.	Regülatör	6.37	18.32	2016
TOPLAM					80.61	299.72	

Çizelge 2.16 incelendiğinde, Eren HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. İkiler HES projesi ise işletme halindeki projeler arasında en düşük enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

İnşaat halindeki tek proje Suçatı HES olup, kurulu gücü 32.50 MW ve yıllık enerji üretimi 85.34 GWh olacak şekilde planlanmıştır. İnşaatı 2012 yılı itibariyle yaşanan heyelanlar ve şirketin iflas etmesinden dolayı durmuştur. Çizelge 2.17'de Karabük ili inşaat halindeki proje verilmiştir.

Çizelge 2.17. Karabük ili inşaat halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Suçatı HES	Merkez	Yenice Ç.	Regülatör	32.50	85.34

Karabük ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 16 adet HES tesisi bulunmakta olup 106.97 MW kurulu güce ve 341.35 GWh yıllık enerji üretimine

sahiptir. Çizelge 2.18’de Karabük ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.18. Karabük ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Kadırbuku HES	Safranbolu	Araç Ç.	Regülatör	8.27	26.36
2	Filyos HES	Yenice	Yenice Ç.	Regülatör	10.40	53.60
3	Aktaş HES	Merkez	Soğanlı Ç.	Baraj	12.50	37.74
4	Karakaya HES	Merkez	Karakaya Ç.	Regülatör	4.60	14.27
5	Şimşir HES	Yenice	Şimşir D.	Regülatör	4.90	15.75
6	Han HES	Safranbolu	Eflani Ç.	Regülatör	6.14	16.21
7	Suçatı-II HES	Merkez	Yenice Ç.	Regülatör	10.50	24.36
8	Doğan HES	Merkez	Soğanlı Ç.	Regülatör	8.55	29.07
9	Cemal Ovası HES	Merkez	Eskipazar Ç.	Regülatör	10.00	29.50
10	Alacıküney HES	Eskipazar	Eskipazar Ç.	Regülatör	0.70	3.60
11	Alaboğa HES	Yenice	İncedere	Regülatör	4.73	18.41
12	Alel-5 HES	Yenice	İncedere	Regülatör	2.84	7.75
13	Çatacak HES	Eskipazar	Banaz Ç.	Regülatör	1.15	4.81
14	Yenice HES	Yenice	Şimşir D.	Regülatör	7.00	21.54
15	Mağara HES	Merkez	Buldan D.	Regülatör	1.24	6.30
16	Uzunburun HES	Yenice	İncedere	Regülatör	13.45	32.08
TOPLAM					106.97	341.35

Çizelge 2.18 incelendiğinde, Filyos HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Alacıküney HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Karabük ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır. Karabük ilinde planlama halinde bulunan Aktaş Barajı DSİ tarafından 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında ihale edilecek olup, baraj tesisi yüklenici firma tarafından inşa edilecektir. HES kısmı ise Tablo-4 DSİ tarafından inşa edilmekte olan projeler kapsamında, HES kısmı başvuruya açılan projeler kapsamında hidroelektrik kaynak katkı payı teklif verme toplantısı yapılarak özel sektör firmaları tarafından yapılması öngörülmektedir.

Karabük İlinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda işletme, inşaat ve inşaat öncesi aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 220.08 MW

kurulu güç ve 726.41 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.19’da Karabük ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.19. Karabük ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	4	80.61	299.72	41.26
İnşaat	1	32.50	85.34	11.75
Fizibilite	16	106.97	341.35	46.99
TOPLAM	21	220.08	726.41	100

Çizelge 2.19 incelendiğinde, işletme halinde bulunan HES projeleri ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 41’ini karşıladığı görülmektedir. İnşaat halindeki Suçatı HES projesi ilin yaklaşık % 12’lik hidroelektrik potansiyelini karşıladığı ve inşaat öncesi aşamasında bulunan projelerin ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 47’sini oluşturduğu görülmüştür.

Karabük ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 9 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.20’de Karabük ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.20. Karabük ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	18159	Eflani	Eflani	OMGİ
2.	17641	Eskipazar	Eskipazar	OMGİ
3.	17078	Merkez	Karabük	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
4.	17077	Merkez	Karabük Kapullu	OMGİ
5.	18261	Merkez	Karatepe	OMGİ
6.	18266	Ovacık	Ovacık	OMGİ
7.	17719	Safranbolu	Ovacuma	OMGİ
8.	17904	Safranbolu	Safranbolu	OMGİ
9.	18262	Yenice	Yenice	OMGİ

2.2.6. Kastamonu ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Kastamonu ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 9 adeti işletme, 1 adeti inşaat, 34 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 44 adet HES projesi bulunmaktadır.

Kastamonu ilinde işletme halinde 9 adet HES tesisi bulunmakta olup 81.14 MW kurulu güce ve 223.86 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.21’de Kastamonu ili işletme aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.21. Kastamonu ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Berke HES	Cide	Aydos Ç.	Regülatör	9.97	23.58	2013
2	Yunuslar HES	Çatalzeytin	Akçay	Regülatör	8.2	23.08	2015
3	Zala HES	Araç	Araç Ç.	Regülatör	5.54	16.26	2014
4	Yavuz HES	Küre	Zarbana Ç.	Regülatör	6.02	14.18	2009
5	Kızılçam HES	İhsangazi	Ilgaz Ç.	Regülatör	1.37	6.10	2015
6	Başak HES	Cide	Kapısu	Regülatör	6.85	21.54	2010
7	Ebru HES	Bozkurt	Ezine Ç.	Regülatör	30.62	78.73	2016
8	Samatlar HES	Araç	Araç Ç.	Regülatör	6.03	20.32	2016
9	Aybige HES	Devrekani	Mermenli Ç.	Regülatör	6.54	20.07	2016
TOPLAM					81.14	223.86	

Çizelge 2.21 incelendiğinde, Ebru HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Kızılçam HES projesi ise işletme halindeki projeler arasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

İnşaat halindeki tek proje Cide HES olup, kurulu gücü 21.51 MW ve yıllık enerji üretimi 69.51 GWh olacak şekilde planlanmıştır. İnşaatı 2012 yılı itibariyle açılan davalar (ÇED Raporuna) nedeniyle inşaat faaliyetleri durmuştur. Çizelge 2.22’de Kastamonu ili inşaat halindeki proje verilmiştir.

Çizelge 2.22. Kastamonu ili inşaat halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Cide HES	Cide	Devrekani Ç.	Regülatör	21.51	69.51

Kastamonu ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 34 adet HES tesisi bulunmakta olup 434.76 MW kurulu güce ve 1200.04 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.23’de Kastamonu ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.23. Kastamonu ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Değirmenönü HES	Küre	Zarbana Ç.	Regülatör	4.51	12.90
2	Deliktaş HES	Bozkurt	İlişi Ç.	Regülatör	4.16	9.75
3	Mutlu HES	Cide	Fakas Ç.	Regülatör	4.46	13.66
4	Kemal-II HES	Çatalzeytin	Karaçay	Regülatör	4,46	16.11
5	Deniz HES	Cide	Devrekani Ç.	Regülatör	12.50	37.60
6	Boyalı HES	Araç	Soğanlı Ç.	Regülatör	56.00	168.17
7	Ilıca HES	Azdavay	Devrekani Ç.	Regülatör	42.53	90.03
8	Aydost HES	Bozkurt	Elmalı Ç.	Regülatör	3.00	10.00
9	Türkmenoğlu HES	Araç	Dümbelek Ç.	Regülatör	0.45	0.37
10	Zerve-I HES	İnebolu	Zerve Ç.	Regülatör	4.48	12.79
11	Ege-III HES	Şenpazar	Valay Ç.	Regülatör	12.24	39.60
12	Ege-II HES	Şenpazar	Valay Ç.	Regülatör	8.03	26.82
13	Ege-I HES	Şenpazar	Valay Ç.	Regülatör	8.45	25.44
14	Zerve-II HES	İnebolu	Zerve Ç.	Regülatör	3.83	11.04
15	Cürümören HES	Azdavay	Devrekani Ç.	Regülatör	6.00	14.91
16	Güren HES	Cide	Güren Ç.	Regülatör	0.63	4.32
17	Ahlar HES	Pınarbaşı	Kanlı Ç.	Regülatör	2.93	12.82
18	Sabolu-II HES	Cide	Şehribani Ç.	Regülatör	25.05	81.21
19	Sabolu-I HES	Cide	Şehribani Ç.	Regülatör	9.12	29.84
20	Kemal-I HES	Çatalzeytin	Karaçay	Regülatör	2.46	8.62
21	Örenaltı HES	Araç	Karadere Ç.	Regülatör	4.97	10.98
22	Başköy HES	Araç	Başköy D.	Regülatör	4.87	10.51
23	Kuzkaya-I HES	Araç	Araç Ç.	Regülatör	3.68	11.80
24	Araç HES	Araç	Araç Ç.	Baraj	5.00	13.79
25	Tor HES	Cide	Devrekani Ç.	Baraj	120.00	330.00
26	Dumanlı HES	Çatalzeytin	Karaçay	Regülatör	3.10	8.92
27	Andıraz HES	Araç	Soğanlı Ç.	Baraj	36.00	58.72
28	Küçükdeğirmen HES	İnebolu	Anday Ç.	Regülatör	2.32	9.21
29	Kutsal-II HES	Araç	İğdir Ç.	Regülatör	0.90	2.66
30	Kaya HES	İnebolu	Zarbana Ç.	Regülatör	28.84	85.25
31	Kuzkaya-II HES	Araç	Araç Ç.	Regülatör	3.01	9.58
32	Kutsal-I HES	Araç	İğdir Ç.	Regülatör	0.90	2.66
33	Kuzköy HES	Çatalzeytin	Karacakaya Ç.	Regülatör	1.88	5.96
34	Cebeci HES	Çatalzeytin	Karacakaya Ç.	Regülatör	4.00	14.00
TOPLAM					434.76	1200.04

Çizelge 2.23 incelendiğinde, Tor HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Türkmenoğlu HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Kastamonu ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır. Araç barajı 4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında DSİ 23. Bölge Müdürlüğü tarafından ihalesi edilmiş olup, baraj tesisi yüklenici firma tarafından inşa edilmektedir. Araç barajının HES kısmı ise Tablo-4 DSİ tarafından inşa edilmekte olan projeler kapsamında, HES kısmı başvuruya açılan projeler kapsamında hidroelektrik kaynak katkı payı teklif verme toplantısı yapılarak özel sektör firmaları tarafından yapılması öngörülmektedir. İnşaat öncesi aşamada bulunan Andıraz HES projesi de DSİ tarafından 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamına ihale edilip, HES kısmı Tablo-4 DSİ tarafından inşa edilmekte olan projeler kapsamında, HES kısmı başvuruya açılan projeler kapsamında değerlendirilecektir.

Kastamonu ilinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda işletme, inşaat ve inşaat öncesi aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 537.41 MW kurulu güç ve 1493.41 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.24'te Kastamonu ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.24. Kastamonu ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	9	81.14	223.86	14.99
İnşaat	1	21.51	69.51	4.65
Fizibilite	34	434.76	1200.04	80.36
TOPLAM	44	537.41	1493.41	100.00

Çizelge 2.24 incelendiğinde, işletme halinde bulunan HES projeleri ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 15'ini karşıladığı görülmektedir. İnşaat halindeki Cide HES projesi ilin yaklaşık % 5'lik hidroelektrik potansiyelini karşıladığı ve inşaat öncesi aşamasında bulunan projelerin ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 80'ini oluşturduğu görülmüştür.

Kastamonu ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 9 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.25'te Kastamonu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.25. Kastamonu ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	18215	Araç	Araç	OMGİ
2.	18514	Azdavay	Azdavay	OMGİ
3.	17606	Bozkurt	Bozkurt	OMGİ
4.	17604	Cide	Cide	OMGİ
5.	17445	Cide	Cide Kuzey Mendirek Feneri	OMGİ
6.	17625	Çatalzeytin	Çatalzeytin	OMGİ
7.	18515	Daday	Daday	OMGİ
8.	17618	Devrekani	Devrekani	OMGİ
9.	18516	Doğanyurt	Doğanyurt	OMGİ
10.	18904	Merkez	Ilgaz Toprak	OMGİ
11.	18517	İhsangazi	İhsangazi	OMGİ
12.	17024	İnebolu	İnebolu	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
13.	17446	İnebolu	İnebolu Kuzey Mendirek Feneri	OMGİ
14.	17074	Merkez	Kastamonu	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
15.	17783	Merkez	Kastamonu Havaalanı	OMGİ - Metar
16.	18518	Küre	Küre	OMGİ
17.	18519	Pınarbaşı	Pınarbaşı	OMGİ
18.	18513	Pınarbaşı	Pınarbaşı-2	OMGİ
19.	18520	Seydiler	Seydiler	OMGİ
20.	18521	Şenpazar	Şenpazar	OMGİ
21.	18522	Taşköprü	Taşköprü	OMGİ
22.	17650	Tosya	Tosya	OMGİ

2.2.7. Sinop ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Sinop ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 4 adeti işletme, 9 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 13 adet HES projesi bulunmaktadır. İnşaat aşamasında HES projesi bulunmamaktadır.

Sinop ilinde işletme halinde 4 adet HES tesisi bulunmakta olup 39.93 MW kurulu güce ve 133.94 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.26’da Sinop ili işletme aşamasında bulunan HES projeleri verilmiştir.

Çizelge 2.26. Sinop ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Ayancık HES	Dikmen	Baba Ayan Ç.	Regülatör	8.58	30.03	2012
2	Erfelek HES	Merkez	Erfelek Ç.	Regülatör	6.45	20.00	2010
3	Güzelçay-I HES	Dikmen	Güzel Ç.	Regülatör	8.10	40.00	2010
4	Çığdem HES	Ayancık	Ayancık Ç.	Regülatör	16.80	43.91	2016
TOPLAM					39.93	133.94	

Çizelge 2.26 incelendiğinde, Çığdem HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Erfelek HES projesi ise işletme halindeki projeler arasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Sinop ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 9 HES tesisi bulunmakta olup 28.51 MW kurulu güce ve 87.73 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.27’de Sinop ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.27. Sinop ili inşaat öncesi aşamasındaki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Babaçay HES	Ayancık	Baba D.	Regülatör	6.88	22.84
2	Sulusökü HES	Ayancık	Küçük Ç.	Regülatör	4.20	12.60
3	Kumluk HES	Ayancık	Kumluk	Regülatör	4.00	12.00
4	Arpalık HES	Ayancık	Zidan Ç.	Regülatör	2.00	6.00
5	Bakırlı HES	Ayancık	İkiçam D.	Regülatör	2.00	6.00
6	Baloğlu HES	Ayancık	Zidan Ç.	Regülatör	1.55	4.65
7	Karapınar HES	Ayancık	Karapınar Ç.	Regülatör	1.94	5.82
8	Zidan HES	Yenikonak	Zidan Ç.	Regülatör	5.00	15.00
9	Gölköy HES	Ayancık	İkiçam D.	Regülatör	0.94	2.82
TOPLAM					28.51	87.73

Çizelge 2.27 incelendiğinde, Babaçay HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Gölköy HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Sinop ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır.

Sinop ilinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda inşaat, işletme ve fizibilite aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 68.44 MW kurulu güç ve 221.77 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.28’de Sinop ili HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.28. Sinop ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	4	39.93	133.94	60.42
İnşaat	0	0	0	0
Fizibilite	9	28.51	87.73	39.58
TOPLAM	13	68.44	221.67	100

Çizelge 2.28 incelendiğinde, işletme halinde bulunan HES projeleri ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 61’ini karşıladığı görülmektedir. İnşaat öncesi aşamasında bulunan projelerin ilin hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık % 39’unu oluşturduğu görülmüştür.

Sinop ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 12 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.29’da Sinop ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.29. Sinop ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.	18546	Ayancık	Akören Köyü	OMGİ
2.	17620	Boyabat	Boyabat	OMGİ
3.	18547	Dikmen	Dikmen	OMGİ
4.	18548	Durağan	Durağan	OMGİ
5.	18136	Erfelek	Erfelek	OMGİ
6.	18549	Gerze	Gerze	OMGİ
7.	17457	Gerze	Gerze Köşkburnu Feneri	OMGİ
8.	18550	Saraydüzü	Saraydüzü	OMGİ
9.	17026	Merkez	Sinop	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
10.	17028	Merkez	Sinop Havaalanı	OMGİ - Metar
11.	17456	Merkez	Sinop İnceburun Fener (Light House)	OMGİ
12.	18551	Türkeli	Türkeli	OMGİ

2.2.8. Zonguldak ilinin hidroelektrik enerji santrallerinin durumu

Zonguldak ilinin Batı Karadeniz havzası içerisinde kalan bölümünde 4 adeti işletme, 5 adeti inşaat öncesi aşamasında olmak üzere 9 adet HES projesi bulunmaktadır. İnşaat aşamasında HES projesi bulunmamaktadır.

Zonguldak ilinde işletme halinde 4 adet HES tesisi bulunmakta olup 45.38 MW kurulu güce ve 180.70 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.30'da Zonguldak ili işletme aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.30. Zonguldak ili işletme halindeki HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)	İşletme Tarihi
		İlçe	Akarsu Adı				
1	Tefen HES	Gökçebey	Yenice Ç.	Regülatör	33.00	141.20	2011
2	Eğerci HES	Devrek	Eğerci Ç.	Regülatör	1.38	6.12	2015
3	Çayaltı-II HES	Devrek	Devrek Ç.	Regülatör	5.50	16.69	2016
4	Çayaltı-I HES	Devrek	Devrek Ç.	Regülatör	5.50	16.69	2016
TOPLAM					45.38	180.70	

Çizelge 2.30 incelendiğinde, Tefen HES işletme halindeki projeler arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Eğerci HES projesi ise işletme halindeki projeler arasında en düşük kurulu güce ve enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Zonguldak ilinde inşaat öncesi aşamasında bulunan 5 HES tesisi bulunmakta olup 59.45 MW kurulu güce ve 255.55 GWh yıllık enerji üretimine sahiptir. Çizelge 2.31’de Zonguldak ili inşaat öncesi aşamasında bulunan projeler verilmiştir.

Çizelge 2.31. Zonguldak ili inşaat öncesi aşamasında HES projeleri

Sıra No	HES Adı	Tesisin Bulunduğu		Tipi	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Enerji (GWh)
		İlçe	Akarsu Adı			
1	Kızılcapınar HES	Ereğli	Gülüç D.	Baraj	5.25	18.33
2	Aralık HES	Alaplı	Alaplı Ç.	Regülatör	8.20	27.13
3	Devrek HES	Devrek	Devrek Ç.	Regülatör	9.00	52.37
4	Buldan HES	Devrek	Buldan D.	Regülatör	4.00	20.00
5	Çay HES	Devrek	Devrek Ç.	Baraj	33.00	127.72
TOPLAM					59.45	245.55

Çizelge 2.31 incelendiğinde, Çay HES projesi inşaat öncesi aşamasında bulunan HES projeleri arasında en yüksek kurulu güce ve yıllık enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür. Kızılcapınar HES projesi ise inşaat öncesi aşamasında en düşük enerji üretimine sahip olduğu görülmüştür.

Zonguldak ilinde DSİ tarafından yapılan veya yapılacak HES projesi bulunmamaktadır.

Zonguldak ilinin Batı Karadeniz havzası bölümünde kalan alanda inşaat, işletme ve fizibilite aşamasındaki tesislerin toplam hidroelektrik potansiyeli 102.83 MW kurulu güç ve 426.25 GWh yıllık enerji üretime sahiptir. Çizelge 2.32’de Zonguldak ilinin HES genel tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.32. Zonguldak ili HES genel tablosu

Durum	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	İl Toplam Oranı (%)
İşletme	4	45.38	180.70	42.39
İnşaat	0	0	0	0
Fizibilite	5	59.45	245.55	57.61
TOPLAM	9	104.83	426.25	100

Zonguldak ilinde Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından işletilen 9 adet meteorolojik gözlem istasyonu bulunmaktadır. Çizelge 2.33'te Zonguldak ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları verilmiştir.

Çizelge 2.33. Zonguldak ili işletme halinde bulunan meteorolojik gözlem istasyonları

No	İstasyon No	İlçesi	İstasyon Adı	Gözlem Türü
1.		Karadeniz Ereğli	Acısu Tepesi Radar	RADAR
2.	17018	Karadeniz Ereğli	Acısu Tepesi Radar	OMGİ
3.	18265	Alaplı	Alaplı	OMGİ
4.	17023	Çaycuma	Çaycuma Kokaksu Havaalanı	OMGİ - Metar
5.	17613	Devrek	Devrek	OMGİ
6.	18267	Gökçebey	Gökçebey	OMGİ
7.	17611	Karadeniz Ereğli	Karadeniz Ereğli	OMGİ
8.	17022	Merkez	Zonguldak	OMGİ - Sinoptik - Günlük Klima
9.	17453	Merkez	Zonguldak Güney Mendirek Feneri	OMGİ

2.3. Batı Karadeniz Havzası Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Genel Durumu

6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamındaki, Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin illere göre genel dağılımı, Çizelge 2.34'te verilmiştir.

Çizelge 2.34. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin genel dağılımı

İli	Durumu	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)	Enerji Üretimindeki Payı (%)
Kastamonu	İşletme	9	81.14	223.86	14.99
	İnşaat	1	21.51	69.51	4.65
	İnşaat Öncesi	34	434.76	1200.04	80.36
	Toplam	44	537.41	1493.41	100
Karabük	İşletme	4	80.61	299.72	41.26
	İnşaat	1	32.50	85.34	11.75
	İnşaat Öncesi	16	106.97	341.35	46.99
	Toplam	21	220.08	726.41	100
Zonguldak	İşletme	4	45.38	180.70	42.39
	İnşaat	0	0	0	0
	İnşaat Öncesi	5	59.45	245.55	57.61
	Toplam	9	104.83	426.25	100
Bartın	İşletme	0	0	0	0
	İnşaat	1	19.56	42.67	16.11
	İnşaat Öncesi	10	56.11	222.22	83.89
	Toplam	11	75.67	264.89	100
Bolu	İşletme	3	97.29	287.00	92.95
	İnşaat	0	0	0	0
	İnşaat Öncesi	3	6.40	21.76	7.05
	Toplam	6	103.69	308.76	100
Düzce	İşletme	7	89.27	302.00	73.86
	İnşaat	0	0	0	0
	İnşaat Öncesi	6	30.74	106.90	26.14
	Toplam	13	120.01	408.90	100
Sinop	İşletme	4	39.93	133.94	60.42
	İnşaat	0	0	0	0
	İnşaat Öncesi	9	28.51	87.73	39.58
	Toplam	13	68.44	221.67	100
Çankırı	İşletme	0	0	0	0
	İnşaat	0	0	0	0
	İnşaat Öncesi	1	12.42	33.36	100
	Toplam	1	12.42	33.36	100

Çizelge 2.34 incelendiğinde ve iller bazında santral sayıları değerlendirildiğinde; Zonguldak'ta toplam 9, Bartın'da 11, Karabük'te 21, Bolu'da 6, Düzce'de 13, Sinop'ta 13, Çankırı 1 adet ve Kastamonu' da 44 adet HES projesi bulunduğu görülmektedir. Tüm havzada toplam 118 adet HES projesi mevcuttur.

Batı Karadeniz havzası HES projeleri iller bazında kurulu güçleri değerlendirildiğinde; Zonguldak'ta toplam 104.83 MW, Bartın'da 75.67 MW, Karabük'te 220.08 MW, Bolu'da 103.69 MW ve Düzce'de ise 120.01 MW, Sinop'ta 68.44 MW, Kastamonu'da 537.41 MW, Çankırı'da 12.42 MW'lık kurulu güçlere sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm havza için kurulu güç ise 1242.55 MW'dır.

Batı Karadeniz havzası HES projeleri iller bazında yıllık enerji üretimleri değerlendirildiğinde; Zonguldak'ta toplam 426.25 GWh, Bartın'da 264.89 GWh, Karabük'te 726.41 GWh, Bolu'da 308.76 GWh, Düzce'de 408.90 GWh, Sinop'ta 221.67 GWh Kastamonu'da 1493.41 GWh ve Çankırı'da 33.36 GWh'lık toplam enerjiye sahip oldukları belirlenmiştir. Havzada üretilecek yıllık enerji miktarı ise 3883.65 GWh'dır.

Batı Karadeniz havzası içerisinde bulunan illerin işletme, inşaat, inşaat öncesi toplam kurulu güç ve yıllık enerji üretimleri ile havza içerisindeki üretilecek toplam enerji miktarının illere göre yüzdesel dağılımı Çizelge 2.35'te verilmiştir.

Çizelge 2.35. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin il dağılımı

İl	Toplam HES Sayısı	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Toplam Enerji (GWh)	Havza İçerisinde Enerji Üretimindeki Payı (%)
Kastamonu	44	537.41	1493.41	38.45
Karabük	21	220.08	726.41	18.70
Zonguldak	9	104.83	426.25	10.98
Bartın	11	75.67	264.89	6.82
Bolu	6	103.69	308.76	7.95
Düzce	13	120.01	408.90	10.53
Sinop	13	68.44	221.67	5.71
Çankırı	1	12.42	33.36	0.86
Toplam	118	1242.55	3883.65	100

Çizelge 2.35 incelendiğinde, Kastamonu ilinde toplam 44 adet, Karabük ilinde 21 adet, Zonguldak ilinde 9 adet, Bartın ilinde 11 adet, Bolu ilinde 6 adet, Düzce ilinde 13 adet, Sinop ilinde 13 adet, Çankırı ilinde 1 adet hidroelektrik santral projesi mevcut olup, tüm bölgede proje sayısı toplam 118'dir.

İller bazında kurulu güç miktarları incelendiğinde havzanın (% 43.32)'lik potansiyelini Kastamonu ilinin oluşturduğu, Kastamonu ilini sırasıyla Karabük ili 220,08 MW (% 17.74) ve Düzce ili 120.02 MW (% 9.67) takip etmektedir. Çankırı ili havzanın en düşük kurulu gücüne sahip olan il olduğu görülmüştür.

Yıllık enerji üretim miktarları incelendiğinde ise havzanın (% 38.45)'lik potansiyelini Kastamonu ilinin oluşturduğu, Kastamonu ilini sırasıyla Karabük ili 726.41 GWh (% 18.70), Zonguldak ili 426.25 GWh (% 10.98) takip etmektedir. Çankırı ili havzanın en düşük yıllık enerji üretimine sahip il olduğu görülmüştür.

Havzadaki mevcut işletme halindeki tesisler dikkate alınıp kurulu güç miktarları incelendiğinde, Kastamonu ilinde toplam 81.14 MW (% 18.71), Karabük ilinde toplam 80.61 MW (% 18.59), Zonguldak ilinde toplam 45.38 MW (% 10.46), Bolu ilinde toplam 97.29 MW (% 22.43), Düzce ilinde toplam 89,27 MW (% 20.59), Sinop ilinde toplam 39.93 MW (% 9.22) olup, Bartın ve Çankırı ilinde işletme halinde tesis bulunmamaktadır. Kurulu güç kapasiteleri göz önüne alınarak Bolu ilinin havzadaki işletme halindeki en yüksek kurulu güce sahip olduğu ve Düzce ve Kastamonu illerinin Bolu ilini izlediği belirlenmiştir.

Mevcut işletme halindeki tesisler dikkate alınıp yıllık enerji üretim miktarları incelendiğinde, Kastamonu ilinde toplam 223.86 GWh (% 15.68), Karabük ilinde toplam 299.72 GWh (% 21.00), Zonguldak ilinde toplam 180.70 GWh (% 12.66), Bolu ilinde toplam 287.00 GWh (% 20.11), Düzce ilinde toplam 302.00 GWh (% 21.16), Sinop ilinde toplam 133.94 GWh (% 9.39) olup, Bartın ve Çankırı ilinde işletme halinde tesis bulunmamaktadır. Yıllık enerji üretim kapasiteleri göz önüne alınarak Düzce ilinin havzadaki işletme halindeki en yüksek yıllık enerji üretimine sahip olduğu ve Karabük ve Bolu illerinin Düzce ilini izlediği belirlenmiştir.

Batı Karadeniz havzası HES projelerinin aşamalarına göre dağılımı Çizelge 2.36’da yapılmıştır.

Çizelge 2.36. Batı Karadeniz havzası hidroelektrik santral projelerinin aşamalarına göre dağılımı

Durum	Sayı	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Toplam Enerji (GWh)	Toplam Enerjideki Payı (%)
İşletme	31	433.62	1427.22	36.75
İnşaat	3	73.57	197.52	5.08
Fizibilite	84	735.36	2258.91	58.17
Toplam	118	1242.55	3883.65	100

Çizelge 2.36 incelendiğinde hidroelektrik santral projelerinin aşamalarına göre sınıflandırma yapıldığında havzada işletme halinde 31 tane tesis olduğu görülmektedir. İşletme halindeki tesislerin kurulu gücü 433.62 MW olup, yıllık enerji üretimi 1427.22 GWh’dır. Havzada üretilecek enerji miktarı ile kıyaslandığında % 36.75’lik gerçekleşme oranı olduğu görülmektedir.

İnşaat halindeki tesislerin kurulu gücü 73.57 MW olup, yıllık enerji üretimi 197.52 GWh’dır. Havzada üretilecek enerji miktarı ile kıyaslandığında % 5.08’luk enerji payına sahip olduğu görülmektedir.

Fizibilite aşamasında tesislerin kurulu gücü 735.36 MW olup, yıllık enerji üretimi 2258.91 GWh’dır. Havzada üretilecek enerji miktarı ile kıyaslandığında % 58.17’lik enerji payına sahip olduğu görülmektedir.

2.4. Batı Karadeniz Havzası HES Projelerinin Türkiye’nin Hidroelektrik Enerji Potansiyeline Katkısı

Batı Karadeniz havzasında mevcut işletme halindeki HES projelerinin Türkiye genelindeki mevcut işletme halindeki HES projelerinin kurulu gücüne ve yıllık enerji üretim miktarı karşılaştırması Çizelge 2.37’de yapılmıştır.

Çizelge 2.37. Batı Karadeniz havzasının Türkiye'nin mevcut kurulu güç ve ürettiği enerji miktarıyla karşılaştırılması

	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Toplam Enerji (GWh)	Kurulu Güç Oran (%)	Yıllık Toplam Enerji Oran (%)
Batı Karadeniz Havzası (Mevcut)	31	433.62	1427.22	1.62	1.52
Türkiye (Mevcut)	597	26793	93681	100	100

Çizelge 2.37 incelendiğinde; Havzadaki mevcut işletme halindeki projelerin, Türkiye'deki mevcut hidroelektrik elektrik enerjisi kurulu gücünün yaklaşık % 1.62'sini, üretilecek elektrik enerjisinin ise % 1.52'sini karşılık geldiği görülmüştür.

Batı Karadeniz havzasında bulunan (işletme, inşaat ve inşaat öncesi) HES projelerinin tamamının Türkiye genelindeki (işletme, inşaat ve inşaat öncesi) HES projelerinin kurulu gücüne ve yıllık enerji üretim miktarı karşılaştırması Çizelge 2.38'de yapılmıştır.

Çizelge 2.38. Batı Karadeniz havzasının Türkiye'nin toplam potansiyel kurulu güç ve ürettiği enerji miktarıyla karşılaştırılması

	Adet	Kurulu Güç (MW)	Yıllık Toplam Enerji (GWh)	Kurulu Güç Oran (%)	Yıllık Toplam Enerji Oran (%)
Batı Karadeniz Havzası (Toplam Potansiyel)	118	1242.55	3883.65	2.60	2.44
Türkiye (Toplam Potansiyel)	1315	47838	158745	100	100

Batı Karadeniz havza potansiyeli ile Türkiye toplam potansiyeli karşılaştırıldığında ise hidroelektrik enerji kurulu gücünün yaklaşık % 2.60'ını, üretilecek enerjinin ise % 2.44'ünü karşıladığı görülmektedir.

Türkiye'nin enerji ithal eden bir ülke olmasından ötürü DSİ, EİE ve özel sektör tarafından geliştirilen bu projelerin bir an önce hayata geçirilmesinin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.

2.5. Batı Karadeniz Havzası HES Potansiyelinin Analizi

Havzada yer alan illerin enerji tüketim verileri Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) Bilgi Edinme sistemi kullanılarak alınmıştır. Söz konusu veriler fatura esaslı elektrik tüketimlerdir. Alınan verilerin illerdeki mevcut HES tesislerinde yapılan üretim değerleri ile karşılaştırılması Çizelge 2.39'da verilmiştir.

Çizelge 2.39. Batı Karadeniz havzası illerindeki elektrik tüketimlerinin illerde bulunan HES santral üretimleri ile karşılaştırılması

İl	Elektrik Tüketimi (MWh) 2016	Mevcut HES Tesislerinin Toplam Enerjisi (MWh)	Mevcut Tesislerinin Elektrik Tüketimine Oranı (%)	Projelerin Tamamlanması Halinde HES Enerji (MWh)	Projelerin Tamamlanması Halinde HES Enerjisinin Elektrik Tüketimine Oranı (%)
Kastamonu	787216.92	223860	28.43	1493410	189.70
Karabük	538158.83	299720	55.69	726410	134.98
Zonguldak	1280074.85	180700	14.11	426250	33.30
Bartın	449415.78	0	0	264890	58.94
Bolu	997747.16	287000	28.76	308755	30.94
Düzce	1005015.00	302000	30.05	408900	40.68
Sinop	334167.27	133940	40.08	221670	66.33
Çankırı	360376.61	0	0	33360	9.26

Çizelge 2.39 incelendiğinde, Kastamonu ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Kastamonu ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 28.43'lük oranını karşılayabileceği görülmektedir. Kastamonu ilindeki HES projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 89.70'lik ilin enerji fazlalığı olacaktır.

Karabük ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Karabük ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 55.69'luk oranını

karşılatabileceği görülmektedir. Karabük ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 34.98'lik ilin enerji fazlalığı olacaktır.

Zonguldak ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Zonguldak ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 14.11'lik karşılatabileceği görülmektedir. Zonguldak ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 33.30'luk ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Bartın ilinde mevcut durumda işletme halinde HES projesi bulunmamaktadır. Bartın ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 58.94'lük ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

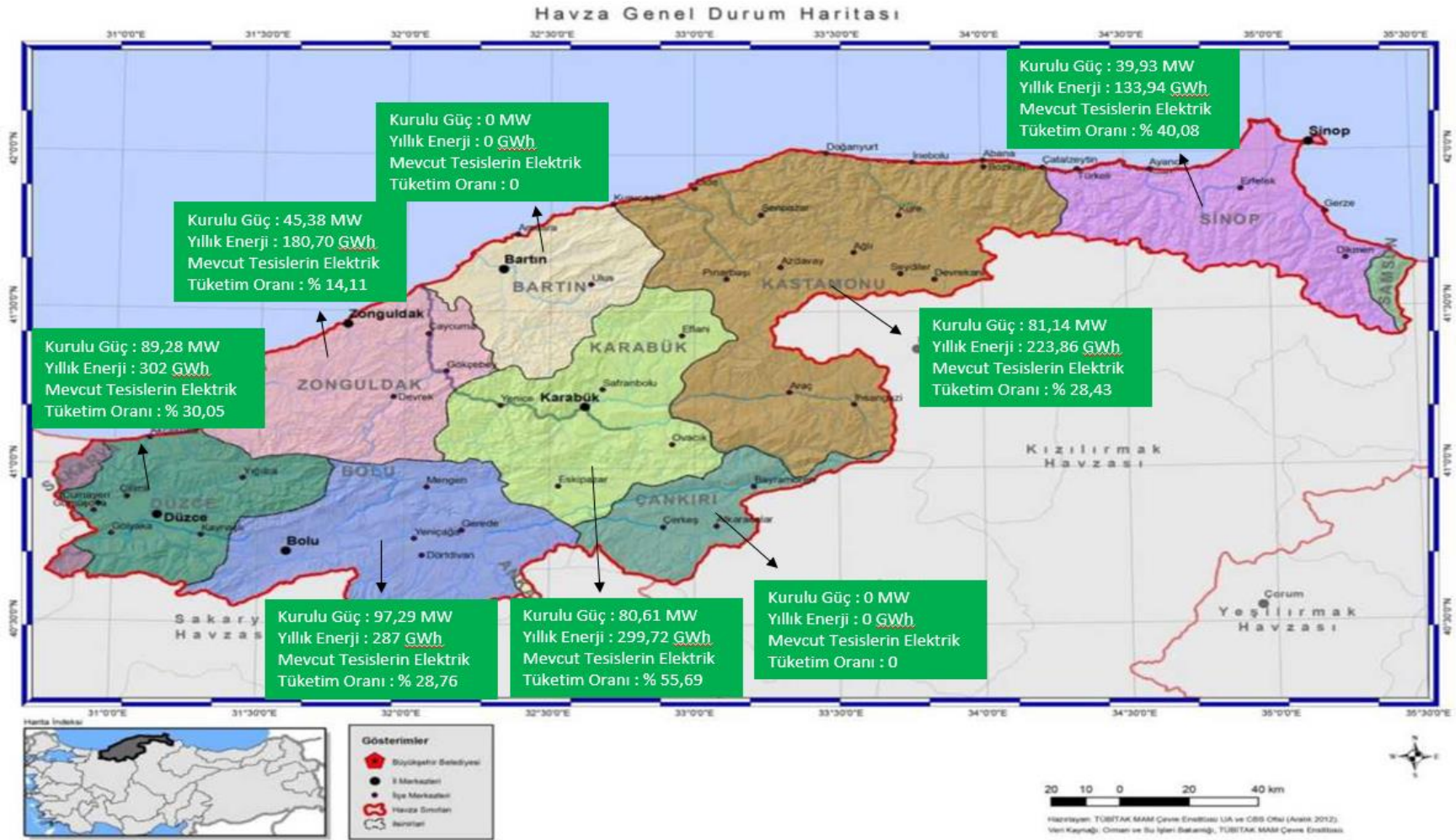
Bolu ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Bolu ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 28.76'lık oranını karşılatabileceği görülmektedir. Bolu ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 30.94'lük ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Düzce ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Düzce ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 30.05'lik oranını karşılatabileceği görülmektedir. Düzce ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 40.68'lik ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Sinop ilinde mevcut durumdaki HES projelerinden üretilebilecek enerji, Sinop ilinin 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 40.08'lik oranını karşılatabileceği görülmektedir. Sinop ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 66.33'lük ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Çankırı ilinde mevcut durumda işletme halinde hidroelektrik enerji santrali bulunmamaktadır. Çankırı ilindeki projelerin bitmesi halinde ise 2016 yılındaki elektrik tüketim verilerine göre % 9.26'lık ilin enerji ihtiyacını karşılayacaktır.

Batı Karadeniz havzasında bulunan işletme halindeki HES projelerinin kurulu gücü, yıllık enerji üretimleri ile mevcut HES tesislerinin il elektrik tüketimine oranların gösteren Batı Karadeniz havza haritası Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Havzada bulunan işletme halinde HES projelerinin genel bilgileri

Türkiye faturalandırılmış elektrik tüketimi ile Türkiye’de mevcut işletme halinde bulunan HES yıllık üretimleri ve gerçekleşen elektrik enerji üretimi karşılaştırılması Çizelge 2.40’da yapılmıştır.

Çizelge 2.40. Türkiye elektrik tüketimlerinin HES santral üretimleri ile karşılaştırılması

	Elektrik Tüketimi (MWh) 2016	Mevcut HES Tesislerinin Toplam Enerjisi (MWh)	Mevcut Tesislerinin Elektrik Tüketimine Oranı (%)
Batı Karadeniz Havzası	5752172.42	1427220	24.81
Türkiye Potansiyel	212328766.46	93681000	44.12
Türkiye Gerçekleşen	212328766.46	67300000	31.69

Çizelge 2.40 incelendiğinde, Batı Karadeniz havzasında mevcut durumda hidroelektrik enerji santrallerinden üretilen enerji, havzada bulunan illerdeki 2016 yılı itibariyle faturalanan elektrik tüketim değerlerinin % 24.81’ini karşılayabileceği görülmektedir. Türkiye genelinde ise mevcut durumda hidroelektrik enerji santrallerinden üretilen enerji, Türkiye’deki elektrik tüketim değerlerinin % 44.12’sini karşılayabileceği görülmektedir. Ancak 2016 yılı içerisinde hidroelektrik santral tesislerinden üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarı 67,3 Milyon MWh’dır. 2016 yılında faturalanan elektrik tüketim değerleri ile mukayese edildiğinde % 31.69’luk oranın HES tesislerinden üretilen elektrik enerjisinden karşılandığı görülmüştür.

3. BULGULAR

Bu bölümde Batı Karadeniz havzasında işletme halinde bulunan Başak HES, Berke HES, Çayaltı-II HES, Eğerci HES, Eren HES, Kızılcıcam HES, Tefen HES, Yalnızca HES, Yunuslar HES, Zala HES projelerinin karakteristik bilgileri verilmiştir. Belirtilen HES'lerin 2016 yılı içerisinde enterkonnekte sisteme verilen elektrik enerji üretim değerleri ile fizibilite raporlarında planlanan üretim değerlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca belirtilen tesislerin yağış havzası üzerinde thiessen çokgen metodu uygulanarak fizibilite raporuna esas ortalama yağış miktarları ile 2016 yılında gerçekleşen yağış miktarları kıyaslanmış ve elektrik enerji üretim değerleri analiz edilmiştir. İstasyonlara ait yağış verileri fizibilite raporlarından, Kastamonu Meteoroloji İl Müdürlüğünden ve DSİ 23. Bölge Müdürlüğünden alınmıştır. Santralde 2016 yılı içerisinde yapılan elektrik üretim değerleri lisans sahibi firmalardan temin edilmiştir.

3.1. Başak Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Başak Regülatörü ve HES Tesisi, Kastamonu ili, Cide ilçesi, Kapısuu deresi üzerinde bulunmaktadır. Boydak Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş. tarafından işletilen Başak HES projesi 2010 yılından itibaren işletme faaliyetleri göstermektedir.

Başak Regülatörü ve HES Projesi; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, yaklaşık 1375 m uzunluğunda iletim tüneli, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Başak HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Detaylı bilgiler Başak Regülatörü ve HES Projesi Yapılabilirlik Raporu'ndan bulunabilir.

Başak HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 87,9 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları Kurucaşile ve Arıt istasyonlarıdır. Alan oranını inceleyecek olursak, Kurucaşile % 96.1 ve Arıt % 3.9 oranına sahiptir.

Çizelge 3.1. Başak HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Kapaklı
Regülatör Yüksekliği:	14,75 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Tünel - 1375 m
Debi:	9,80 m ³ /s
Düşü:	87,20 m
Türbin Tipi:	Yatay Eksenli Francis
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	6.85 MW
Yıllık Enerji:	21.54 GWh

Fizibilite raporuna esas regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Başak HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Kurucaşile	1964-1989	1109.1	96.1	1065.8
2	Arıt	1969-1990	1265	3.9	49.3
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					1115.1

Çizelge 3.2’de fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 1115.1 mm bulunmuştur.

2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Başak HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Kurucaşile	2016	1752.8	96.1	1684.4
2	Arıt	2016	999.7	3.9	38.9
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					1723.3

Çizelge 3.3’te 2016 yılı esas olmak üzere Kurucaşile ve Arıt istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı

yıllık toplam yağış miktarı 1723.3 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha fazla yağış yağmış olduğu görülmüştür.

Başak HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen elektrik enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim enerji miktarlarının kıyaslaması Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Başak HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	2575.20	1790.49	-784.71
Şubat	2405.20	2048.58	-356.62
Mart	2542.10	994.45	-1547.65
Nisan	2388.20	580.37	-1807.83
Mayıs	2155.40	371.34	-1784.06
Haziran	1935.40	194.07	-1741.33
Temmuz	707.10	188.64	-518.46
Ağustos	549.10	22.63	-526.47
Eylül	715.10	0.00	-715.10
Ekim	1167.10	0.00	-1167.10
Kasım	2112.10	0.00	-2112.10
Aralık	2288.00	0.00	-2288.00
Toplam	21540.00	6190.57	-15349.43

Çizelge 3.4 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 6190.57 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 15349.43 MWh eksik olduğu görülmektedir. Santral binasında her ay fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir.

2016 yılı yağış verileri ile fizibilite yağış verileri kıyaslandığında santral tesisin daha fazla üretim yapılabileceği düşünülmektedir. Ancak tesis 2016 yılında çok düşük elektrik enerji üretimi gerçekleştirmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, Başak HES santral binası yer altı (batık) tipi olup 12-14 Ağustos 2016 tarihinde yağın aşırı yağışlar sonucu meydana gelen taşkınlardan dolayı santral binası içerisindeki türbinlerin zarar görmesi ve yaklaşık 5 aylık periyotta elektrik enerji üretimi gerçekleştirilememesi, geçmiş tarihlerde yaşanan taşkın olaylarından

dolayı tesisin göl sahasını aktif kullanamaması düşük üretim nedenleri arasında gösterilebilir.

Belirtilen nedenlerin ortadan kaldırabilmesi maksadıyla, regülatör giriş akım gözlem istasyonlarında gerekli sistem ayarlamaları yapılarak dere yatağında ani su yükselmelerine karşı santral binası yetkililerinin uyarılması, santral binası kuyruksuyu çıkış bölümünde dere yatağı ıslahı çalışmasının yapılması ve kuyruksuyu çıkış noktasına kapak konulması, feyezan olması halinde kuyruksuyu kapağının kapatılarak suyun santral binasına girmesinin engellenmesi ve regülatör göl sahasında regülatör taşkın kotuna göre kamulaştırma yapılarak göl sahasının aktif kullanılarak tesisin fizibilite raporunda belirtilen üretim değerlerine ulaşabileceği düşünülmektedir.

3.2. Berke Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Berke Regülatörü ve HES Tesisi, Kastamonu ili, Cide ilçesi, Aydos deresi üzerinde bulunmaktadır. Eser Enerji Üretim A.Ş. tarafından işletilen Berke HES projesi 2013 yılından itibaren işletme faaliyetleri göstermektedir.

Berke Regülatörü ve HES Projesi; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, yaklaşık 10200 m uzunluğunda trapez iletim kanalı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Berke HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.5'te verilmiştir. Detaylı bilgiler Berke Regülatörü ve HES Revize Fizibilite Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.5. Berke HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Dolu Gövdeli
Regülatör Yüksekliği:	5 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Trapez - 10200 m
Debi:	23,85 m ³ /s
Düşü:	45,14 m
Türbin Tipi:	Yatay Eksenli Francis
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	9.97 MW
Yıllık Enerji:	23.58 GWh

Berke HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 523,6 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları Ağlı, Azdavay, Cide, Doğanyurt ve Pınarbaşı istasyonlarıdır. Alan oranını inceleyecek olursak, Ağlı % 44.9, Azdavay % 24.8, Cide % 22.9, Doğanyurt % 3.8, Pınarbaşı % 3.6 oranına sahiptir. Fizibilite raporuna esas regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Berke HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Ağlı	1983-1992	631.4	44.9	283.5
2	Azdavay	1978-1993	596.9	24.8	148.0
3	Cide	1953-2006	1206.4	22.9	276.3
4	Doğanyurt	1966-1987	1075.5	3.8	40.9
5	Pınarbaşı	1970-1992	732.2	3.6	26.4
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					775.1

Çizelge 3.6'da fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 775.1 mm bulunmuştur.

2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.7'de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Berke HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Seydiler	2016	648.8	44.9	291.3
2	Azdavay	2016	545.1	24.8	135.2
3	Cide	2016	1589.5	22.9	364.0
4	Doğanyurt	2016	1486.3	3.8	56.5
5	Pınarbaşı	2016	600.9	3.6	21.6
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					868.6

Çizelge 3.7’de 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Ağlı yağış istasyonu ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Ağlı yağış istasyonuna yakın Seydiler yağış istasyonu verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 868.6 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha fazla yağış yağmış olduğu görülmüştür.

Berke HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.8. Berke HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	2541.73	2937.53	+395.80
Şubat	3171.43	3643.50	+472.07
Mart	5019.69	1555.72	-3463.97
Nisan	4083.11	762.86	-3320.25
Mayıs	1915.02	1387.15	-527.87
Haziran	956.51	543.95	-412.56
Temmuz	475.27	102.01	-373.26
Ağustos	313.86	0.15	-313.71
Eylül	282.97	0,00	-282.97
Ekim	775.17	62.01	-713.16
Kasım	1597.18	1719.58	+122.40
Aralık	2450.06	2279.85	-170.21
Toplam	23582.00	14994.31	-8587.69

Çizelge 3.8 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 14994.31 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 8587.69 MWh eksik olduğu görülmektedir. Santral binasında Ocak, Şubat, Kasım ayları dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdelenecek olursak, 12-14 Ağustos 2016 tarihinde yağın aşırı yağışlar sonucu trapez iletim kanalının zarar görmesi ve

yaklaşık 2 aylık periyotta elektrik enerji üretimi gerçekleştirememesi, regülatör göl sahasının rusubat ile dolması sonucu göl aktif hacminin tam olarak kullanamaması nedenleri gösterilebilir.

Belirtilen nedenlerin ortadan kaldırabilmesi maksadıyla, regülatör yapısı su alma giriş yapısının önüne ızgaralar veya yüzer bariyer konulması, regülatör membasına tersip bendi yapılarak rusubatin engellenmesi, HES su iletim kanalı boyunca bulunan alt sel geçitleri ve üst sel geçitlerinin çalışır vaziyette tutulması gibi çözümler uygulanarak tesisin fizibilite raporunda belirtilen üretim değerlerine ulaşabileceği düşünülmektedir.

3.3. Çayaltı-II Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Çayaltı-II Regülatörü ve HES Tesisleri, Zonguldak ili, Devrek ilçesi, Devrek çayı üzerinde bulunmaktadır. Reis RS Enerji Elektrik Üretimi Mot. Araç. Tüt. Ürn. Dağ. Paz. San. Ve Tic. A.Ş tarafından işletilen Çayaltı-II HES projesi 2016 yılı Mayıs ayı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Çayaltı-II Regülatörü ve HES Projesi nehir tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Çayaltı-II HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.9'da verilmiştir. Detaylı bilgiler Çayaltı Regülatörü ve HES Revize Fizibilite Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.9. Çayaltı-II HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Kapaklı
Regülatör Yüksekliği:	9,50 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	İletim Hattı Yok.
Debi:	55 m ³ /s
Düşü:	11,02 m
Türbin Tipi:	S Tipi Kaplan Türbin
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	5,50 MW
Yıllık Enerji:	16,69 GWh

Çayaltı-II HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 2950 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranlarını

inceleyecek olursak; Bolu % 16, Devrek % 14, Hasanbey Köyü % 13, Eskipazar % 3, Gerede % 4, Gökçesu % 18, Pazarköy % 19, Yeniçağa % 13 oranına sahiptir. Fizibilite raporuna esas regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Çayaltı-II HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Bolu	1929-2010	541.7	16	86.7
2	Devrek	1950-2010	780.7	14	109.3
3	Hasanbey Köyü	1959-1988	1057.5	13	137.5
4	Eskipazar	1950-2006	433.1	3	13.0
5	Gerede	1957-1995	654.6	4	26.2
6	Gökçesu	1965-1990	683.5	18	123.0
7	Pazarköy	1943-1996	636.1	19	120.9
8	Yeniçağa	1964-1987	511.8	13	66.5
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					683.1

Çizelge 3.10'da fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 683.1 mm bulunmuştur.

2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Çayaltı-II HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Bolu	2016	548.7	29	159.1
2	Devrek	2016	770	14	107.8
3	Eskipazar	2016	506.1	22	111.3
4	Gerede	2016	578.8	4	23.2
5	Yeniçağa	2016	447.5	31	138.7
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					540.1

Çizelge 3.11'de 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Hasanbey Köyü, Gökçesu,

Pazarköy yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Hasanbey Köyü yağış istasyonuna yakın Bolu istasyonu, Gökçesu yağış istasyonuna yakın Yeniçağa istasyonu, Pazarköy yağış istasyonuna yakın Eskipazar istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 540.1 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür.

Çayaltı-II HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Çayaltı-II HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	1370.47	İşletmede Değil.	İşletmede Değil.
Şubat	1847.17	İşletmede Değil.	İşletmede Değil.
Mart	2742.18	İşletmede Değil.	İşletmede Değil.
Nisan	2649.69	İşletmede Değil.	İşletmede Değil.
Mayıs	1787.19	1298.23	-488.96
Haziran	1339.13	983.33	-355.80
Temmuz	860.97	339.81	-521.16
Ağustos	728.83	444.67	-284.16
Eylül	698.61	418.35	-280.26
Ekim	726.04	360.58	-365.46
Kasım	793.28	466.33	-326.95
Aralık	1147.30	853.69	-293.61
Toplam	16690.86	5164.99	-2916.36

Çizelge 3.12 incelendiğinde 2016 yılı Mayıs ayı itibariyle işletmeye geçen santral binasında 5164.99 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 2916.36 MWh eksik olduğu görülmektedir. Santral binasında 2016 yılı Mayıs ayı itibariyle fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha az yağış yağması ve türbinlerden kaynaklı sorunlar nedeniyle tesisin tam kapasiteye ulaşamaması gösterilebilir.

3.4. Eğerci Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Eğerci Regülatörü ve HES Tesisleri, Zonguldak ili, Devrek ilçesi, Eğerci beldesinde, Eğerci çayı üzerinde bulunmaktadır. Köprübaşı Petrol Ürünleri Elektrik Üretim Taşımacılık ve İnşaat A.Ş. tarafından işletilen Eğerci HES projesi 2015 yılı Temmuz ayı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Eğerci Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 3460 m uzunluğunda kondüvi iletim hattı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Eğerci HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.13'te verilmiştir. Detaylı bilgiler Eğerci Regülatörü ve HES Fizibilite Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.13. Eğerci HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Tirol
Regülatör Yüksekliği:	4,80 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Kondüvi – 3460 m
Debi:	1,20 m ³ /s
Düşü:	131,46 m
Türbin Tipi:	Yatay Eksenli Pelton Türbin
Türbin Sayısı:	2 Adet
Kurulu Güç:	1,38 MW
Yıllık Enerji:	6,09 GWh

Eğerci HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 46 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonu ve alan oranını inceleyecek olursak; Eğerci % 100 oranına sahiptir. Fizibilite raporuna esas regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3.14. Eğerci HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Eğerci	1969-1992	787.4	100	787.4
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					787.4

Çizelge 3.14’de fizibilite raporuna esas gözlem istasyonu, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 787.4 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.15’te verilmiştir.

Çizelge 3.15. Eğerci HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Devrek	2016	770	100	770
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					770

Çizelge 3.15’de 2016 yılı esas olmak üzere Eğerci yağış gözlem istasyonuna ait veri bulunmamaktadır. Bu nedenle Eğerci gözlem istasyonuna yakın Devrek yağış gözlem istasyonu verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 770 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür. Eğerci HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Eğerci HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	717.50	781.43	+63.93
Şubat	717.50	868.92	+151.42
Mart	658.00	840.42	+182.42
Nisan	658.00	541.43	-116.57
Mayıs	498.50	819.22	+320.72
Haziran	418.50	396.51	-21.99
Temmuz	368.50	144.04	-224.46
Ağustos	318.50	126.20	-192.30
Eylül	328.50	138.24	-190.26
Ekim	367.50	115.98	-251.52
Kasım	467.50	229.21	-238.29
Aralık	597.50	415.58	-181.92
Toplam	6116.00	5417.18	-698.82

Çizelge 3.16 incelendiğinde 2016 yılı itibariyle işletmeye geçen santral binasında 5417.18 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 698.82 MWh eksik olduğu görülmektedir. Santral binasında Ocak, Şubat, Mart, Mayıs ayları dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha az yağış yağması gösterilebilir.

3.5. Eren Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Eren Regülatörü ve HES Tesisleri, Karabük ili, Safranbolu ilçesi, Soğanlı çayı üzerinde bulunmaktadır. Irmak Enerji Üretim A.Ş. tarafından işletilen Eren HES projesi 2015 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Eren Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 31200 m uzunluğunda (trapez, kondüvi, tünel) iletim hattı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Eren HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.17’de verilmiştir. Detaylı bilgiler Eren HES Fizibilite Raporu’ndan bulunabilir.

Çizelge 3.17. Eren HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Dolu Gövdeli
Regülatör Yüksekliği:	5,50 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Kondüvi+Tünel+Trapez – 31200 m
Debi:	32,0 m ³ /s
Düşü:	126,46 m
Türbin Tipi:	Düşey Eksenli Francis Türbin
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	37,038 MW
Yıllık Enerji:	141,90 GWh

Eren HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 3844,60 km²’dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Eren HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Ovacık	1962-1994	685.4	5.4	37.0
2	Araç	1957-2003	554.7	1.6	8.9
3	Boyalı	1967-1994	483.9	10.7	51.8
4	İlgaz	1950-2005	466.7	0.6	2.8
5	Kurşunlu	1979-2004	376.74	0.2	0.8
6	Atkaracalar	1967-1988	400.4	6.8	27.2
7	Orta	1967-1992	431.9	0.7	3.0
8	Çerkes	1954-2005	390.8	15	58.6
9	Bayramören	1970-1992	391.5	7.4	29.0
10	Eskipazar	1984-2005	435.9	8	34.9
11	Yağcılıhüseyin	1960-2004	548.27	6.6	36.2
12	Güvem	1986-1993	436.11	0.3	1.3
13	Yeniçağa	1964-1987	511.8	11.4	58.3
14	Gerede	1957-1995	654.6	25.3	165.6
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					515.4

Çizelge 3.18’de fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 515.4 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.19’da verilmiştir.

Çizelge 3.19. Eren HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Ovacık	2016	574.7	5.4	31.0
2	Araç	2016	585.5	1.6	9.4
3	İlgaz	2016	465.5	0.6	2.8
4	Atkaracalar	2016	417.6	7	29.2
5	Çerkes	2016	562.6	22.6	127.1
6	Bayramören	2016	442.6	18.1	80.1
7	Eskipazar	2016	506.1	8	40.5
8	Yeniçağa	2016	447.5	11.4	51.0
9	Gerede	2016	578.8	25.3	146.4
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					517.5

Çizelge 3.19’da 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Boyalı, Kurşunlu, Orta, Yağcılıhüseyin, Güvem yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Boyalı yağış istasyonuna yakın Bayramören istasyonu, Kurşunlu yağış istasyonuna yakın Atkaracalar istasyonu, Orta yağış istasyonuna yakın Çerkes istasyonu, Yağcılıhüseyin yağış istasyonuna yakın Çerkes yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 517.5 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında yağış miktarının yaklaşık aynı olduğu görülmüştür.

Eren HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.20’de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Eren HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	12768.29	12066.06	-702.23
Şubat	14579.31	20944.19	+6364.88
Mart	23042.53	20732.93	-2309.60
Nisan	24533.46	16625.22	-7908.24
Mayıs	21792.17	5258.07	-16534.10
Haziran	11815.79	0.000	-11815.79
Temmuz	4640.78	718.95	-3921.83
Ağustos	2907.54	0.000	-2907.54
Eylül	3223.05	0.000	-3223.05
Ekim	4354.58	700.01	-3654.57
Kasım	6693.26	1063.52	-5629.74
Aralık	11547.78	2188.67	-9359.11
Toplam	141898.54	80297.62	-61600.92

Çizelge 3.20 incelendiğinde 2016 yılı itibariyle işletmeye geçen santral binasında 80297.62 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 61600.92 MWh eksik olduğu görülmektedir.

Santral binasında Şubat ayı dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdelenecek olursak, yaklaşık 31200 m'lik su iletim kanalında yaşanan sızmalar, meydana gelen heyelanlar proje için devamlı sorun teşkil etmektedir. Haziran, Ağustos, Eylül aylarında tesiste elektrik enerjisi üretiminde ara verilerek tesiste bakım onarım çalışmalarına başlanmıştır. Belirtilen nedenlerin ortadan kaldırabilmesi maksadıyla, tesis inşaat çalışmalarının da gerekli tedbir ve önlemlerin alınması, fen ve sanat kaidelerine uyulması gerekmektedir.

3.6. Kızılçam Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Kızılçam Regülatörü ve HES Tesisleri, Kastamonu ili, Araç ilçesi, Ilgaz çayı üzerinde bulunmaktadır. Getiri Enerji Üretim Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. tarafından işletilen Kızılçam HES projesi 2015 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Kızılçam Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 6260 m uzunluğunda (CTP boru) iletim hattı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Kızılçam HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.21'de verilmiştir. Detaylı bilgiler Kızılçam Regülatörü ve HES Projesi Revize Fizibilite Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.21. Kızılçam HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Dolu Gövdeli
Regülatör Yüksekliği:	6,20 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	CTP Boru – 6260 m
Debi:	2,0 m ³ /s
Düşü:	78,91 m
Türbin Tipi:	Yatay Eksenli Francis Türbin
Türbin Sayısı:	2 Adet
Kurulu Güç:	1,37 MW
Yıllık Enerji:	6,10 GWh

Kızılçam HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 172 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.22'de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Kızılçam HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Ballık	1967-1993	683.2	37	252.8
2	Araç	1957-2003	554.7	3	16.6
3	İlgaz	1950-2005	466.7	60	280.0
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					549.4

Çizelge 3.22’de fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 549.4 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.23’te verilmiştir.

Çizelge 3.23. Kızılçam HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Kastamonu	2016	614.6	37	227.4
2	Araç	2016	585.5	3	17.6
3	İlgaz	2016	465.5	60	279.3
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					524.3

Çizelge 3.23’te 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Ballık yağış istasyonuna ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Ballık yağış istasyonuna yakın Kastamonu yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 524.3 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür. Kızılçam HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.24’te verilmiştir.

Çizelge 3.24. Kızılcım HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	580.00	605.06	+25.06
Şubat	720.00	895.08	+175.08
Mart	880.00	978.81	+98.81
Nisan	910.00	925.80	+15.80
Mayıs	850.00	961.90	+111.90
Haziran	640.00	743.07	+103.07
Temmuz	270.00	265.77	-4.23
Ağustos	160.00	94.07	-65.93
Eylül	150.00	93.45	-56.55
Ekim	190.00	73.25	-116.75
Kasım	280.00	85.18	-194.82
Aralık	460.00	117.19	-342.81
Toplam	6090.00	5838.63	-251.37

Çizelge 3.24 incelendiğinde 2016 yılı itibariyle işletmeye geçen santral binasında 5838.63 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 251.37 MWh eksik olduğu görülmektedir. Santral binasında Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran ayları dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha az yağış yağması gösterilebilir.

3.7. Tefen Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Tefen Regülatörü ve HES Tesisleri, Zonguldak ili, Gökçebey ilçesi, Yenice çayı üzerinde bulunmaktadır. Aksu Madencilik Sanayi Ve Elektrik Üretim Tic. A.Ş. tarafından işletilen Tefen HES projesi 2011 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir. Tefen Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 13215 m uzunluğunda (Trapez, Tünel) iletim hattı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Tefen HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.25'te verilmiştir. Detaylı bilgiler Tefen Regülatörü ve HES Projesi Revize Fizibilite Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.25. Tefen HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Kapaklı
Regülatör Yüksekliği:	9,50 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Trapez+Tünel – 13215 m
Debi:	100,0 m ³ /s
Düşü:	37,50 m
Türbin Tipi:	Düşey Eksenli Francis Türbin
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	33,00 MW
Yıllık Enerji:	141,20 GWh

Tefen HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 9055 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.26'da verilmiştir.

Çizelge 3.26. Tefen HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Ovacık	1962-1994	685.4	10	68.5
2	Araç	1957-2000	555	11	61.1
3	Boyalı	1967-1994	483.9	6	29.0
4	İlgaz	1950-2000	473.3	2	9.5
5	Eflani	1963-2000	697.1	7	48.8
6	Atkaracalar	1967-1988	400.4	3	12.0
7	Pınarbaşı	1970-1992	732.2	1	7.3
8	Çerkes	1954-2000	388.5	8	31.1
9	Bayramören	1970-1992	391.5	3	11.7
10	Eskipazar	1950-2000	441.6	10	44.2
11	Karabük	1963-2000	503.1	5	25.2
12	Güvem	1986-1993	436.11	3	13.1
13	Safranbolu	1953-2000	471.6	5	23.6
14	Pazarköy	1943-1996	636.1	2	12.7
15	Yeniçağa	1964-1987	511.8	8	40.9
16	Gerede	1957-1995	654.6	6	39.3
17	Daday	1959-1995	555.5	1	5.6
18	Ovacuma	1969-1990	707	1	7.1
19	Kastamonu	1930-2000	463.3	2	9.3
20	Yenice	1968-2000	727.3	4	29.1
21	Gökçebey	1950-1971	877.2	2	17.5
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					546.6

Çizelge 3.26’da fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 546.6 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.27’de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Tefen HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Ovacık	2016	574.7	10	57.5
2	Araç	2016	585.5	11	64.4
3	Ilgaz	2016	465.5	2	9.3
4	Eflani	2016	453.4	7	31.7
5	Atkaracalar	2016	417.6	3	12.5
6	Pınarbaşı	2016	600.9	1	6.0
7	Çerkes	2016	562.6	11	61.9
8	Bayramören	2016	442.6	9	39.8
9	Eskipazar	2016	506.1	12	60.7
10	Karabük	2016	516.7	5	25.8
11	Safranbolu	2016	328.4	5	16.4
12	Yeniçağa	2016	447.5	8	35.8
13	Gerede	2016	578.8	6	34.7
14	Daday	2016	360.3	1	3.6
15	Ovacuma	2016	416.1	1	4.2
16	Kastamonu	2016	614.6	2	12.3
17	Yenice	2016	715.1	4	28.6
18	Gökçebey	2016	906.2	2	18.1
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Toplam Yağış Miktarı					523.3

Çizelge 3.27’de 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Boyalı, Pazarköy, Güvem yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Boyalı yağış istasyonuna yakın Bayramören istasyonu, Pazarköy yağış istasyonuna yakın Eskipazar istasyonu, Güvem yağış istasyonuna yakın Çerkes yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 523.3 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür

Tefen HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3.28. Tefen HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	10387.56	15689.72	+5302.16
Şubat	13925.72	21634.36	+7708.64
Mart	24469.58	18985.80	-5483.78
Nisan	25607.32	13540.89	-12066.43
Mayıs	22831.04	19405.71	-3425.33
Haziran	16198.64	10892.86	-5305.78
Temmuz	5366.14	3883.16	-1482.98
Ağustos	3880.62	1341.33	-2539.29
Eylül	3772.46	1482.19	-2290.27
Ekim	4316.48	1999.29	-2317.19
Kasım	5310.86	2262.05	-3048.81
Aralık	5133.60	2827.05	-2306.55
Toplam	141200.02	113944.41	-27255.61

Çizelge 3.28 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 113944.41 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporunda belirtilen elektrik enerjisi üretiminden 27255.61 MWh eksik olduğu görülmektedir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha az yağış yağması gösterilebilir.

3.8. Yalnızca Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Yalnızca Regülatörü ve HES Tesisleri, Karabük ili, Merkez ilçesi, Yenice çayı üzerinde bulunmaktadır. Filyos Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş. tarafından işletilen Yalnızca HES projesi 2009 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir. Yalnızca Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 2150 m uzunluğunda (U Kanal, Tünel) iletim hattı, yükleme havuzu, taşkın savağı, cebri boru, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Yalnızca HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.29’da verilmiştir. Detaylı bilgiler Yalnızca HES Tesisleri Fizibilite Raporu’ndan bulunabilir.

Çizelge 3.29. Yalnızca HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Kapaklı
Regülatör Yüksekliği:	10,0 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Tünel + U Kanal – 2150 m
Debi:	75,0 m ³ /s
Düşü:	23,27 m
Türbin Tipi:	Düşey Eksenli Kaplan Türbin
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	15,09 MW
Yıllık Enerji:	56,89 GWh

Yalnızca HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 8131 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.30'da verilmiştir.

Çizelge 3.30. Yalnızca HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Ortalama Yağış (mm)
1	Ovacık	1962-1994	685.4	11	75.4
2	Araç	1957-2003	554.7	12	66.6
3	Boyalı	1967-1994	483.9	7	33.9
4	İlgaz	1950-2005	466.7	2	9.3
5	Eflani	1963-2005	690.3	8	55.2
6	Atkaracalar	1967-1988	400.4	4	16.0
7	Pınarbaşı	1970-1992	732.2	1	7.3
8	Çerkes	1954-2005	390.8	8	31.3
9	Bayramören	1970-1992	391.5	4	15.7
10	Eskipazar	1984-2005	435.9	11	47.9
11	Karabük	1963-2005	507	5	25.4
12	Güvem	1986-1993	436.11	3	13.1
13	Safranbolu	1953-2004	475.5	5	23.8
14	Yeniçağa	1964-1987	511.8	6	30.7
15	Gerede	1957-1995	654.6	6	39.3
16	Daday	1959-1995	555.5	1	5.6
17	Ovacuma	1969-1990	707	1	7.1
18	Kastamonu	1930-2005	465.2	2	9.3
19	Yenice	1968-2005	691.6	3	20.7
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					533.6

Çizelge 3.30’da fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 533.6 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.31’de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Yalnızca HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Ovacık	2016	574.7	11	63.2
2	Araç	2016	585.5	12	70.3
3	Ilgaz	2016	465.5	2	9.3
4	Eflani	2016	453.4	8	36.3
5	Atkaracalar	2016	417.6	4	16.7
6	Pınarbaşı	2016	600.9	1	6.0
7	Çerkes	2016	562.6	11	61.9
8	Bayramören	2016	442.6	11	48.7
9	Eskipazar	2016	506.1	11	55.7
10	Karabük	2016	516.7	5	25.8
11	Safranbolu	2016	328.4	5	16.4
12	Yeniçağa	2016	447.5	6	26.9
13	Gerede	2016	578.8	6	34.7
14	Daday	2016	360.3	1	3.6
15	Ovacuma	2016	416.1	1	4.2
16	Kastamonu	2016	614.6	2	12.3
17	Yenice	2016	715.1	3	21.5
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Toplam Yağış Miktarı					513.5

Çizelge 3.31’de 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Boyalı, Güvem yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Boyalı yağış istasyonuna yakın Bayramören istasyonu, Güvem yağış istasyonuna yakın Çerkes yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 513.5 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür.

Yalnızca HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.32. Yalnızca HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	4769.00	6492.22	+1723.22
Şubat	5682.00	9019.46	+3337.46
Mart	9108.00	8526.04	-581.96
Nisan	9670.00	6174.70	-3495.30
Mayıs	8536.00	8328.06	-207.94
Haziran	5579.00	5002.54	-576.46
Temmuz	2484.00	1661.73	-822.27
Ağustos	1467.00	783.00	-684.00
Eylül	1330.00	821.85	-508.15
Ekim	1733.00	606.15	-1126.85
Kasım	2497.00	1055.47	-1441.53
Aralık	4035.00	1317.61	-2717.39
Toplam	56890.00	49788.83	-7101.17

Çizelge 3.32 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 49788.83 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporunda belirtilen elektrik enerjisi üretiminden 7101.17 MWh eksik olduğu görülmektedir. Düşük üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha az yağış yağması gösterilebilir.

3.9. Yunuslar Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Yunuslar Regülatörü ve HES Tesisleri, Kastamonu ili, Çatalzeytin ilçesi, Akçay deresi üzerinde bulunmaktadır. HES Enerji Üretimi Sanayi ve Tic. A.Ş. tarafından işletilen Yunuslar HES projesi 2015 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Yunuslar Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 10840 m uzunluğunda (CTP boru) iletim hattı, yükleme havuzu, santral binası ve kuyruksuyu kanalından oluşmaktadır. Yunuslar

HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.33'te verilmiştir. Detaylı bilgiler Yunuslar Regülatörü ve HES Projesi Revize Yapılabilirlik Raporu'ndan bulunabilir.

Çizelge 3.33. Yunuslar HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Dolu Gövdeli
Regülatör Yüksekliği:	11 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	CTP Boru – 10840 m
Debi:	5,50 m ³ /s
Düşü:	168,87 m
Türbin Tipi:	Düşey Eksenli Pelton Türbin
Türbin Sayısı:	2 Adet
Kurulu Güç:	8,20 MW
Yıllık Enerji:	22,08 GWh

Yunuslar HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 163 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.34'te verilmiştir.

Çizelge 3.34. Yunuslar HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Yıllık Ortalama Yağış (mm)
1	Asarcık	1971-2004	528.5	53	280.1
2	Gökçe ağaç	1968-1994	486	7	34.0
3	Sinop	1932-2010	674	40	269.6
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Ortalama Yağış Miktarı					583.7

Çizelge 3.34'te fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 583.7 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.35'te verilmiştir.

Çizelge 3.35. Yunuslar HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Devrekani	2016	657.7	53	348.6
2	Taşköprü	2016	503.6	7	35.3
3	Sinop	2016	860.4	40	344.2
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					728.1

Çizelge 3.35’te 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Asarcık, Gökçe ağaç yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Asarcık yağış istasyonuna yakın Devrekani istasyonu, Gökçe ağaç yağış istasyonuna yakın Taşköprü yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 728.1 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür. Yunuslar HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.36’da verilmiştir.

Çizelge 3.36. Yunuslar HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	3060.00	3749.26	+689.26
Şubat	3104.00	5083.91	+1979.91
Mart	4210.00	3798.59	-411.41
Nisan	3410.00	2191.99	-1218.01
Mayıs	1860.00	3860.27	+2000.27
Haziran	991.30	2285.28	+1293.98
Temmuz	351.40	635.72	+284.32
Ağustos	204.40	330.17	+125.77
Eylül	155.50	565.25	+409.75
Ekim	536.40	411.72	-124.68
Kasım	1550.00	607.06	-942.94
Aralık	2617.00	1713.47	-903.53
Toplam	22050.00	25232.69	+3182.69

Çizelge 3.36 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 25232.70 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporunda belirtilen enerji üretim miktarından 3182.69 MWh fazla olduğu görülmektedir. Santral binasında Ocak, Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ayı dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Fazla üretiminin nedenlerini irdeleyecek olursak, fizibilite raporuna esas yıllık ortalama yağış miktarından daha fazla yağış yağması gösterilebilir.

3.10. Zala Hidroelektrik Santralinin İncelenmesi

Zala Regülatörü ve HES Tesisleri, Kastamonu ili, Araç ilçesi, Araç çayı üzerinde bulunmaktadır. Ahmet Hakan Elektrik Üretim A.Ş. tarafından işletilen Zala HES projesi 2014 yılı itibariyle işletme faaliyetleri göstermektedir.

Zala Regülatörü ve HES Projesi kanal tipi santral olup; regülatör, çakıl geçidi, balık geçidi, su alma yapısı, 9830 m uzunluğunda (Trapez) iletim hattı, yükleme havuzu, santral binası ve kuyuksuyu kanalından oluşmaktadır. Zala HES tesisine ait bazı karakteristik bilgiler Çizelge 3.37’de verilmiştir. Detaylı bilgiler Zala Regülatörü ve HES Projesi Fizibilite Raporu’ndan bulunabilir.

Çizelge 3.37. Zala HES Karakteristik Bilgiler

Regülatör Tipi:	Kapaklı
Regülatör Yüksekliği:	7,5 m
İletim Hattı Tipi ve Uzunluğu:	Trapez – 9830 m
Debi:	12,35 m ³ /s
Düşü:	53,58 m
Türbin Tipi:	Yatay Eksenli Francis Türbin
Türbin Sayısı:	3 Adet
Kurulu Güç:	5,54MW
Yıllık Enerji:	16,26 GWh
İşletme Tarihi:	2014

Zala HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.37’de verilmiştir.

Zala HES projesine ait thiessen çokgeni fizibilite raporundan alınmıştır. Drenaj havzası 1032,40 km²'dir. Kullanılan gözlem istasyonları ve alan oranları Çizelge 3.38'de verilmiştir.

Çizelge 3.38. Zala HES regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Ortalama Yağış (mm)
1	Boyalı	1967-1994	483.9	9.69	46.9
2	Araç	1957-2003	554.7	47.02	260.8
3	Daday	1959-1995	555.5	5.47	30.4
4	Kastamonu	1930-2006	463.7	6.96	32.3
5	Ballık	1967-1993	683.2	30.86	210.8
Regülatör Aksı Fizibilite Raporu Yıllık Toplam Yağış Miktarı					581.2

Çizelge 3.38'de fizibilite raporuna esas gözlem istasyonları, tarihleri ve gözlem periyot süreleri boyunca yıllık ortalama yağış miktarları verilmiştir. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık ortalama yağış miktarı 581.2 mm bulunmuştur. 2016 yılı yağışları esas olmak üzere regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı Çizelge 3.39'da verilmiştir.

Çizelge 3.39. Zala HES 2016 yılı regülatör aksı yıllık yağış miktarı

No	İstasyon Adı	Periyot	Yıllık Toplam Yağış (mm)	Thiessen Oranı	Regülatör Yeri Toplam Yağış (mm)
1	Bayramören	2016	442.6	9.69	42.9
2	Araç	2016	585.5	47.02	275.3
3	Daday	2016	360.3	5.47	19.7
4	Kastamonu	2016	614.6	37.82	232.4
Regülatör Aksı 2016 Yılı Toplam Yağış Miktarı					570.3

Çizelge 3.39'da 2016 yılı esas olmak üzere belirtilen yağış gözlem istasyonlarının 2016 yılı yıllık yağış miktarı alınmıştır. Boyalı, Ballık yağış istasyonlarına ait 2016 yılı yağış verisi bulunmamaktadır. Bu nedenle Boyalı yağış istasyonuna yakın Bayramören istasyonu, Ballık yağış istasyonuna yakın Kastamonu yağış istasyonu yağış verileri kullanılmıştır. Thiessen metodu uygulanarak regülatör aksı yıllık toplam yağış miktarı 570.3 mm bulunmuştur. Regülatör aksı fizibilite

raporu esas yıllık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha az yağış yağmış olduğu görülmüştür.

Zala HES tesisinde 2016 yılında üretilerek enterkonnekte sisteme verilen enerji miktarları ile aylık ortalama fizibilite üretim miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 3.40'da verilmiştir.

Çizelge 3.40. Zala HES aylık fizibilite üretim ve santral üretiminin karşılaştırılması

AY	Fizibilite Üretim (MWh)	Santralde Üretim (MWh)	Fark (MWh)
Ocak	1514.90	1874.26	+359.36
Şubat	1806.49	3144.27	+1337.78
Mart	2724.92	2622.58	-102.34
Nisan	2989,23	2051.00	-938.23
Mayıs	2218.12	2934.80	+716.68
Haziran	1663.12	2179.93	+516.81
Temmuz	576.46	864.70	+288.24
Ağustos	325.26	206.05	-119.21
Eylül	299.28	172.42	-126.86
Ekim	338.01	140.08	-197.93
Kasım	659.26	137.00	-522.26
Aralık	1141.15	208.21	-932.94
Toplam	16256.20	16535.30	+279.10

Çizelge 3.40 incelendiğinde 2016 yılında santral binasında 16535,30 MWh enerji üretimin yapıldığı ve bu değer fizibilite raporda belirtilen enerji üretim miktarından 279,10 MWh fazla olduğu görülmektedir. Santral binasında Ocak, Şubat, Mayıs, Haziran, Temmuz ayları dışında fizibilite raporunda belirtilen üretimlerden düşük üretim gerçekleşmiştir. Regülatör aksı 2016 yılı yağışlarının fizibilite raporu esas yağışları ile karşılaştırıldığında daha az yağış olmasına rağmen tesis daha fazla üretim yapmıştır. Yağış değerleri azalmasına rağmen enerji miktarının artması tesise gelen nehir akışının azalmadığından kaynaklanmış olabilir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Batı Karadeniz havzasında işletme, inşaat ve fizibilite dahil olmak üzere toplam 118 adet HES projesi mevcuttur. Bunun 84 tanesi fizibilite aşamasındadır. Havzada işletme halinde 31 tane tesis bulunmaktadır. İşletme halindeki tesislerin kurulu gücü 462.14 MW, yıllık enerji üretimi ise 1427.22 GWh'dır. Bu değer havzada üretilebilecek toplam enerji miktarına oranı % 36.75'dur. İnşaat halindeki tesislerin kurulu gücü 73.57 MW olup, yıllık enerji üretimi 197.52 GWh'dır. Bu değer havzada üretilebilecek toplam enerji miktarı ile kıyaslandığında % 5.08'luk enerji payına sahip olduğu görülmektedir. İnşaat öncesi aşamasında tesislerin kurulu gücü 735.36 MW olup, yıllık enerji üretimi 2258.91 GWh'dır. Havzada üretilebilecek enerji miktarı ile kıyaslandığında % 58.17 gibi oldukça büyük enerji payına sahiptir. Yani havzadaki HES potansiyelinin çoğunun henüz tamamlanmadığı görülmektedir.

Batı Karadeniz havzasında mevcut işletme halinde bulunan HES tesislerinden üretilebilecek hidroelektrik enerji, Türkiye'deki mevcut işletme halinde bulunan HES tesislerinde üretilebilecek hidroelektrik enerjinin yaklaşık % 1.52'sine karşılık geldiği görülmüştür. Ancak Batı Karadeniz havza potansiyeli ile Türkiye toplam potansiyeli karşılaştırıldığında ise Türkiye'de üretilebilecek hidroelektrik enerjinin yaklaşık % 2.44'ünü karşıladığı görülmektedir.

Batı Karadeniz havzasında genel olarak mevcut durumda havzanın su kaynaklarından yeterince faydalanılmadığı ancak inşaat öncesi aşamasındaki HES tesislerinin tamamlanmasıyla havzadan önemli ölçüde yararlanabileceği görülmektedir.

Kastamonu ve Bartın illerine bakıldığında mevcut işletme ve inşaat halindeki HES tesislerinin çok az olduğu görülmektedir. Bu illerde inşaat öncesi aşamasındaki HES tesislerinin işletmeye geçmesi durumunda ilin toplam enerji üretiminin % 80'den fazlasını karşılayabileceği görülmektedir.

Havza genelinde bütün projeler dikkate alındığında en çok HES tesisinin Kastamonu ilinde olduğu görülmektedir. Bu ildeki tesislerin sayısı 44 olup, bu tesislerin havzadaki toplam enerji üretimindeki payı % 38.45'dir.

Kastamonu ilinde mevcut durumda hidroelektrik enerji santrallerden üretilen hidroelektrik enerji, ildeki 2016 yılındaki elektrik tüketim değerlerinin % 28.43'lük oranını karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Ancak Kastamonu ilindeki projelerin tamamlanması halinde elde edilecek hidroelektrik enerji, ilin toplam elektrik tüketiminin % 189 gibi bir oranına karşı gelecek olup bu durumda % 89.70'lik bir enerji fazlalığı olacaktır.

İşletme halinde bulunan HES tesislerinin elektrik üretimleri drenaj havzasına yağın yağış miktarı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Ancak tesislerde yapısal sorun çıkması halinde santralde elektrik üretim kayıpları olacağı ve bu nedenle planlanan elektrik üretimlerine ulaşamayacağı görülmüştür.

Ülkemizde geçmiş dönemlerde akarsuların hidroelektrik potansiyelinden yeterince faydalanılamamasına rağmen 26 Haziran 2003 tarihinde yayınlanan "Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliği" yürürlüğe girmesiyle beraber HES tesislerinin özel sektör tarafından yapılmasının önü açılmıştır. DSİ ve EİE tarafından 2003 yılına kadar çeşitli kademelerde geliştirilmiş olan bütün hidroelektrik projeler özel sektör şirketlerinin başvurusuna açılmış ve 2002 yılında 12241 MW kurulu güç kapasitesi olan HES tesisleri aradan geçen 14 senelik süre boyunca % 217'lik bir artışla 26681 MW'lık kurulu güç kapasitesine ulaşmıştır.

KAYNAKLAR

- Akdoğan M. (2006). Enerji Kaynakları ve Doğu Karadeniz'in Hidroelektrik Potansiyel Dengesi Etüdü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Akpınar A. (2007). Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Toplam Elektrik ve Hidroelektrik Enerji Üretim Projeksiyonu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Akpınar A., Kömürcü, Mİ., Kankal, M., Özölçer, İH., Kaygusuz, K. (2007). Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 12. 2013-2039
- Akpınar, A., Kömürcü, Mİ., Kankal, M. (2011). Development of hydropower energy in Turkey: The case of Çoruh river basin. 15 (2). 1201-1209
- Akpınar, A., Satılmış, U. 2014. Türkiye'de Hidroelektrik Enerjinin Gelişiminde Özel Sektör Katkısının İrdelenmesi, Doğu Karadeniz Havzası örneği. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi. Cilt: 16 No: 1 Sayı: 46. Sayfa. 11-24.
- Bayazıt M., 2011. Hidroloji (Birinci Baskı). BİRSEN Yayınevi, İstanbul.
- Berkün M., 2007. Su Yapıları Barajlar Savaklar ve Su Kuvveti Tesisleri (Birinci Baskı). BİRSEN Yayınevi, 1-17, Trabzon.
- Buttanrı B. (2006). Türkiye'de Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tarihsel Gelişimi ve Bugünkü Durumu. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- COFCOF Ş., 2008. Kanal Santrallerinde Su İletim Hattı ve Yükleme Havuzları. Dolsar Müh. Ltd. Şti, 2-1 – 2-3, Ankara.
- COFCOF Ş., 2011. Denge Bacaları (Genişletilmiş Metin). Dolsar Müh. Ltd. Şti. 1-3, Ankara.
- DSİ, 2011, "Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik", Ankara, Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, http://www.ybtenerji.com/uploads/9/7/5/9/9759145/cevre_temiz_enerji.pdf (Erişim Tarihi: 29.04.2017).
- DSİ (2016). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2016 Yılı Faaliyet Raporu. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

- DSİ (2017a). Devlet Su İşleri, Baraj Projesi Yapım Teknik Şartnamesi. http://dsi.gov.tr/docs/proje-teknik-sartnameler/baraj-projesi-yapim-teknik-sartnamesi_r00_20061110.pdf?sfvrsn=2 (Erişim Tarihi: 28.04.2017).
- DSİ (2017b). Devlet Su İşleri, Sulama Tesislerinde Sanat Yapıları İnşaatı Teknik Şartnamesi http://dsi.gov.tr/docs/proje-teknik-sartnameler/sulama-tesislerinde-sanat-yapilari-inshaati-teknik-sartnamesi_r00_20061110.pdf?sfvrsn=2 (Erişim Tarihi: 29.04.2017).
- DSİ (2017c). Devlet Su İşleri, Hidroelektrik Santrallerin Su Kullanım Anlaşmaları. <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/hessu-kullanim-anlasmalari> (Erişim Tarihi: 29.04.2017).
- DSİ (2017d). Batı Karadeniz Havzası Master Plan Ara Raporu. Akarsu Müh. Müş. Ltd. Şti. – Hidromark Müh. Müş A.Ş. İş Ortaklığı. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eroğlu M., 2011. Enerji Çeşitliliği ve Gümüşhane İli Su Potansiyelinin Hidroelektrik Enerji Üretimi Yönünden İncelenmesi. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane.
- ETKB (2017a). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik 2016, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (Erişim Tarihi: 28.04.2017).
- ETKB (2017b). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü. Ankara. http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2fSayi_15.pdf
- ETKB (2017c). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016 Faaliyet Raporu. Ankara. http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fFaaliyet%20Raporu%2fetkb_fr_ds_225x300mm_bask%C3%B0_d.pdf
- Gedik N., (2017). Balıkesir Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Su Yapıları Ders Notu. <http://infaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/suyapilari/barajlar.pdf> (Erişim Tarihi: 28.04.2017).
- Gedik, ÖT., (2015). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevre Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Gölbaşı, H. (2010). Karadeniz Bölgesi Küçük Hidroelektrik Santralleri ve Potansiyeli Değerlendirilmesi. Zonguldak Kara Elmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.
- Işıldak M., (2012). Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Yapısal Tasarım Rehberi. *I. Barajlar Kongresi*, Ankara Ticaret Odası (ATO) Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı Congressium, Ankara. (Erişim Tarihi: 30.04.2017).

- Kankal M., Bayram, A., Uzlu, E., Satilmis, U. (2014). Assessment of hydropower and multi-dam power projects in Turkey. *Renewable Energy*. 68. 118-133.
- Kaya, K., Koç, E. 2015. “Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi,” *Mühendis ve Makine*, cilt 56, sayı 660, s. 61-68.
- Koç, E., Şenel, M. C. 2013. “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme,” *Mühendis ve Makina*, cilt 54, sayı 639, s. 32-44.
- Orhon M., (1997). Baraj Tipleri ve Yapım Kriterleri. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, sayı 391, s. 12-16.
- Özkök, V. (2006). Hidroelektrik Potansiyel Belirleme Metotları ve Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Pulat, ÖE. (2009). Enerji Kaynakları ve Batı Karadeniz’in Hidroelektrik Enerji Potansiyeli. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak.
- Selvi M., (2012). Dolgu Barajlar Tasarım Rehberi. 1. *Barajlar Kongresi*, Ankara Ticaret Odası (ATO) Uluslararası Kongre ve Sergi Sarayı Congressium, Ankara. (Erişim Tarihi: 30.04.2017).
- Şahbaz C. (2008). Türkiye’de Hidroelektrik Potansiyelin Değerlendirilmesinde Yeni Finans Modelleri: Hedefler, Beklentiler ve Sonuçlar. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şahin, MK. (2010). Trabzon Bölgesi Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Tutuş A., (2006). “Türkiye’de Elektrik Enerjisinin Tarihsel Gelişimi ve Yeni Piyasa Düzeni İçerisinde Hidroelektrik Enerjinin Yeri”, TMMOB Su Politikaları Kongresi. 21-23 Mart, Ankara, Türkiye; 2006.
- Topçu, FH., (2011). “Hidroelektrik Santrallerinde Kamu ve Özel Sektörün Rolünün Değişimi ve Yarattığı Sorunlar”, Akdeniz Üniversitesi, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3/1, 223-242
- Yavuz, O. (2007). Ordu-Samsun Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyel Analizi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Yıldız, K. (1992). Hidroelektrik Santraller Hesap Esasları ve Projelendirilmesi. Devlet Su İşleri Matbaası, Ankara.
- Yılmaz M. (2012). “Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi” *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Muhammed Miraç AKAN

Doğum Yeri : Bakırköy/İSTANBUL

Doğum Yılı : 29.04.1989

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum / Kurumlar)

Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği (2008-2012)

Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı (2014-201...)

Çalıştığı Kurum

Devlet Su İşleri 23.Bölge Müdürlüğü - 2013

İletişim Bilgileri

Adres: DSİ 23.Bölge Müdürlüğü Hidroelektrik Enerji Şube Müdürlüğü Merkez/KASTAMONU

e-posta: mmakan@dsi.gov.tr

Tel No: 0544 237 27 96