

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARTVİN İLİNDEKİ FARKLI DERELERİN  
HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİNİN VE  
YAPILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEKLİSANSTEZİ**

**Furkan Buğra ÖZTAŞKIN**

**Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ**  
**Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ**  
**Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Ünal UYSAL**

**Eylül 2018**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

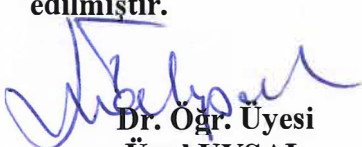
ARTVİN İLİNDEKİ FARKLI DERELERİN  
HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİNİN VE  
YAPILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ

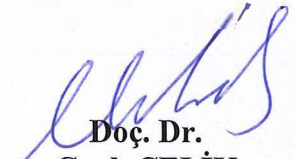
Furkan Buğra ÖZTAŞKIN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ  
Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ

Bu tez 24/09/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Dr. Öğr. Üyesi  
Ünal UYSAL  
Jüri Başkanı

  
Prof. Dr.  
Nedim SÖZBİR  
Üye

  
Doç. Dr.  
Cenk ÇELİK  
Üye

## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Furkan Buğra ÖZTAŞKIN

24.09.2018



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ünal UYSAL'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmamda yardımcı olan Can Uygun ve Faruk Koç Ağabeylerime teşekkürü borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen bana hertürlü desteği sunan başta babam Doğan Öztaşkın ve aileme, değerli büyüklerim Naci Doğan, Tuna Koç ve Atilla Keleş Ağabeylerime minnettarlığımı sunarım.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	xi
SUMMARY .....	xii

### BÖLÜM 1.

SU TÜRBİNLERİ.....	1
1.1. Su Türbinleri .....	1
1.2. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması.....	3
1.2.1. Düşüye göre sınıflandırma .....	3
1.2.2. Etki tipine göre sınıflandırma.....	6
1.2.3. Yapı tarzına göre sınıflandırma.....	7
1.3. Türbin Çeşitleri .....	9
1.3.1. Pelton türbini .....	9
1.3.2. Banki Michell Ossberger türbini .....	14
1.3.3. Francis türbini .....	16
1.3.4. Kaplan türbini.....	21

### BÖLÜM 2.

TÜRKİYE’NİN ENERJİ İHTİYACI VE ARTVİN İLİ .....	24
2.1. Türkiye’nin Enerji İhtiyacı ve Hidroelektrik Santral Kullanımının Durumu.....	24

### BÖLÜM 3.

ARTVIN İLİNDE BULUNAN DERELER İÇİN UYGUN TÜRBİN SEÇİMİ.....	30
3.1. Artvin İli Hakkında Genel Bilgiler.....	30
3.1.1. Artvin ilinde bulunan mevcut santraller.....	31
3.1.2. Artvin ilinde seçilen dereler ve kapasiteleri.....	32

### BÖLÜM 4.

YAPILABİLİRLİK HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	34
4.1. Hesaplama Yöntemleri.....	34
4.1.1. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay backperiodmethod).....	34
4.1.2. Bugünkü değer yöntemi – PV (Presentvaluemethod).....	34
4.1.3. Gelecek değer yöntemi – FV (Future value method).....	35
4.1.4. Periyodik değer yöntemi – AV (Annual value method).....	36
4.1.5. Tasarruf yatırım oranı – SIR (Saving investment ratio method).....	37
4.1.6. Kapitalize değer yöntemi – CV (Capitalized value method).....	38
4.1.7. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method).....	39
4.2. Yatırım Yöntemleri.....	39
4.2.1. Oltu Suyu deresi yapılabirlik örneği.....	42
4.2.2. Enerji potansiyelinin belirlenmesi.....	42
4.2.3. Türbin tipinin belirlenmesi.....	45
4.2.4. Türbin maliyet hesabı.....	49
4.3. Oltu Suyu için seçilen hesaplama yöntemleri.....	53
4.3.1. Geri ödeme süresi yöntemi.....	54
4.3.2. Bugünkü değer yöntemi.....	58
4.3.3. İç karlılık oranı yöntemi.....	62
4.4. Artvin İline Ait Tüm Akarsuların Yapılabirliğinin Değerlendirilmesi.....	65
4.4.1. Artvin ilinde bulunan derelerin geri ödeme süresi yöntemi.....	65
4.4.2. Artvin ilinde bulunan derelerin bugünkü değer yöntemi.....	67
4.4.3. Artvin ilinde bulunan derelerin iç karlılık yöntemi.....	69

BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER .....	71
KAYNAKLAR .....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	75

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$A_t$	: Yatırımın tüm nakit akış değerleri
$d$	: Çap
$F_v$	: Yatırımın gelecek değeri
$g$	: Yerçekimi İvmesi
$H$	: Yükseklik
$H$	: Yatırımın işletilmesi için öngörülen süre
$H_{net}$	: Yükseklik
$H_0$	: Yükseklik
$i$	: Öngörülen faiz oranı
$kW$	: Kilowatt Güç
$m$	: Metre
$MW$	: Megawatt Güç
$m^3$	: Hacim
$m^3/s$	: Hacimsel Debi
$n$	: Devir
$n$	: Öngörülen zaman
$ns$	: Özgül Hız
$nq$	: Özgül Hız
$P$	: Güç
$P_v$	: Yatırımın bugünkü değeri
$s$	: Saniye
$t$	: Zaman
$\rho$	: Özgül Hacim
$Q$	: Debi
$\eta$	: Verim
$i$	: Faiz oranı



(F/P $i, n$ )	: Birleşik faiz faktörü
(F/A $i, n$ )	: Periyodik birleşik faiz faktörü
EİED	: Elektrik İşleri Etüdİdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
KW-hr	: Kilowatt-saat enerji
ROI	: Return on Investment (Yatırımın yıllık getirisi)
TEÜAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim A.Ş.

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Francis tipi su türbini tesisi örneği.....	2
Şekil 1.2. Barajdan su çıkışına kadar türbini oluşturan ana unsurlar. ....	3
Şekil 1.3. Yüksek basınçlı Pelton türbin tesisi 2 püskürtücülü örneği. ....	4
Şekil 1.4. Francis tipi orta basınçlı türbin tesisi örneği.....	4
Şekil 1.5. Kaplan tipi düşük basınçlı türbin tesisi örneği.....	5
Şekil 1.6. Banki veya Michel-Ossberger su türbini örneği. ....	5
Şekil 1.7. Pelton, Francis ve Kaplan tipi türbinlerde suyun giriş ve çıkışı. ....	6
Şekil 1.8. Çeşitli türbin tiplerinin debi ve düşüye göre çalışma bölgeleri (Esher-Wyss Firmasından). ....	8
Şekil 1.9. Çeşitli türbin tiplerinin düşüye bağlı olarak özgül hız değişimleri (Voith firmasından). Şekilde verilen ( $n_q$ ) eski birimsistemine göre elde edilen olup, şu anda kullanılan ( $n_q$ ) ile arasında ( $n_{qeski}=3.65*n_q$ ) bağıntısı vardır. ....	8
Şekil 1.10. Pelton türbini çalışma prensibi .....	10
Şekil 1.11. Bir Pelton su türbinine ait kepçelerle donatılmış dönel çark örnekleri.....	11
Şekil 1.12. Pelton çarkını meydana getiren kepçelerin detaylı görüntüsü. ( <a href="http://www.cink-hydro-energy.com/en">www.cink-hydro-energy.com/en</a> ) Çark gövdesi ve kepçeler paslanmaz çelikten imal edilmiştir. ....	11
Şekil 1.13. İki püskürtücülü ve yatay eksenli bir pelton türbini tesisi. Sağ altta püskürtücü de verilmiştir. ( <a href="http://www.cink-hydro-energy.com/en">www.cink-hydro-energy.com/en</a> ). Bu firma (1) ve (2) püskürtücülü yatay eksenli ile (1-6) püskürtücülü düşey eksenli pelton türbini üretmektedir.....	12
Şekil 1.14. Yatay eksenli ve iki püskürtücülü bir Pelton türbini. ( $H_0=780m$ , $Q=5.5m^3/s$ , $P=37876kW$ , $n=500d/dek$ .....	12
Şekil 1.15. 4 püskürtücülü bir pelton su türbini tesisi.....	13

Şekil 1.16. Voith firmasının imalatı olan tek püskürtücülü pelton tipi su türbini tesisi. ....	13
Şekil 1.17. Altı püskürtücülü bir pelton su türbini tesisinin üstten görüntüsü. Çark çapı $D=2400\text{mm}$ 'dir. (Voith firması imalatı, <a href="http://www.voithhydro.com/index_de.php">http://www.voithhydro.com/index_de.php</a> ) .....	14
Şekil 1.18. Banki-Michell Ossberger Su türbininin genel görünüşü. ( <a href="http://www.ossberger.de/cms/de/hydro/ossberger-turbine">http://www.ossberger.de/cms/de/hydro/ossberger-turbine</a> ) .....	15
Şekil 1.19. Banki türbininde suyun çarktan iki kez geçmesi durumu.....	15
Şekil 1.20. Francis tipi su türbini tesisi örneği.....	16
Şekil 1.21. Düşey eksenli kamara tipi Francis türbini tesisi. ....	17
Şekil 1.22. Yüksek güçlü Francis Salyangoz tipli türbin tesisi örneği (Voith Firması imalatı). ....	18
Şekil 1.23. Francis-Salyangoz tipli yatay eksenli ve kompakt bir su türbini ile dönel çarkı. ( <a href="http://www.cink-hydro-energy.com/en">www.cink-hydro-energy.com/en</a> ). Bu firma 50 ila 150m düşü aralığında, 120m/s ile 430l/s debi olan yerlerde kullanılabilecek Francis tipi türbin imal etmektedir.....	18
Şekil 1.24. Düşey eksenli Francis-Salyangozlu su türbini tesisi. (Voith imalatı Spilt'te kurulu, $H_0=265\text{m}$ , $Q=51.3\text{m}^3/\text{s}$ , $n=300\text{d}/\text{dak}$ , $P=12\text{MW}$ ) 1 Çelik saç Salyangoz, 2 Yöneltilici Çark, 3 Dönel çark, 4 Çelik ısı ayarı .....	19
Şekil 1.25. Servomotor yardımıyla yöneltilici kanatların ayarı. ....	20
Şekil 1.26. Büyük güçlü iki adet birbirinden farklı Francis türbini dönel çarkları .....	20
Şekil 1.27. Düşey eksenli Kaplan türbini.....	21
Şekil 1.28. Yatay eksenli Kaplan türbini. ....	22
Şekil 1.29. Beton salyangozlu Kaplan su türbini tesisi.....	22
Şekil 1.30. Saç salyangozlu Kaplan su türbini tesisi.....	23
Şekil 1.31. Nehirlerde uygulanan Boru Tipi Kaplan Su Türbini tesisi. ....	23
Şekil 2.1. Türkiye'de 2016 yılı elektrik enerjisi kurulu gücü.....	25
Şekil 2.2. Türkiye'de 2017 Kasım ayı sonu elektrik enerjisi kurulu gücü.....	25
Şekil 2.3. Türkiye'de 2016 yılı elektrik üretim ve tüketimi .....	26
Şekil 2.4. Türkiye'de 2017 Kasım ayı sonu elektrik üretim ve tüketimi.....	27

Şekil 2.5. Türkiye Hidroelektrik Santral Profili.....	27
Şekil 2.6. Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri.....	28
Şekil 2.7. Türkiye hidroelektrik santralleri haritası .....	28
Şekil 2.8. Türkiye’de elektrik enerjisi kurulu gücünün 1970-2016 yılları arasındaki değişimi grafiği .....	29
Şekil 3.1. Artvin ili konumu haritası.....	30
Şekil 3.2. Artvin İli Açık Ve Kapalı Akım Gözlem İstasyonları haritası .....	31
Şekil 4.1. Oltu suyu deresi akış yönü ve akım gözlem istasyonlarının coğrafi konumları.....	42
Şekil 4.2. Oltu Suyu deresine ait 1. Akım gözlem istasyon bilgisi.....	43
Şekil 4.3. Oltu Suyu deresine ait 2. Akım gözlem istasyon bilgisi .....	43
Şekil 4.4. Oltu Suyu deresine ait 1. Akım gözlem istasyonu Akım Grafiği bilgisi.....	44
Şekil 4.5. Oltu Suyu deresine ait 2. Akım gözlem istasyonu Akım Grafiği bilgisi.....	44
Şekil 4.6. Oltu Suyu için türbin tiplerinin düşü ve debiye göre çalışma bölgesi .....	46
Şekil 4.7. Oltu Suyu için türbin tipinin özgül hıza bağlı olarak düşü değişimleri.....	48

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Türbinlerin çalışma tarzlarına göre Etki Tipi Türbinler .....	6
Tablo 1.2. Türbinlerin çalışma tarzlarına göre Karşı Basınçlı Türbinler .....	7
Tablo 2.1. Kaynaklara göre Türkiye’de bir günlük elektrik üretimi tablosu .....	24
Tablo 3.1. Artvin ilinde bulunan kurulu hidroelektrik santraller .....	32
Tablo 3.2. Artvin ilinde bulunan derelerin geometrik özellikleri .....	33
Tablo 4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları için Uygulanacak fiyatlar .....	40
Tablo 4.2. Resmi Gazete Yerli Katkı İlavesi Hidroelektrik üretim tesisi kısmı .....	40
Tablo 4.3. Oltu Suyu Deresine ait ana büyüklük bilgileri .....	45
Tablo 4.4. ns değerlerine göre türbin seçim tablosu (Skat Corp. Hydraulics Engineering Manuel Tablosundan). .....	47
Tablo 4.5. Artvin ilinde bulunan 12 akarsu için uygun türbin tipleri ve ana büyüklükler .....	49
Tablo 4.6. Personel Sayısı ile Personel Giderleri Tablosu .....	50
Tablo 4.7. Yatırımın sermaye şekline göre gelir gider tablosu .....	53
Tablo 4.8. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu .....	55
Tablo 4.9. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu .....	56
Tablo 4.10. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu .....	57
Tablo 4.11. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu .....	58
Tablo 4.12. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu .....	59
Tablo 4.13. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu .....	60

Tablo 4.14. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu .....	61
Tablo 4.15. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu.....	61
Tablo 4.16. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu .....	63
Tablo 4.17. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu .....	63
Tablo 4.18. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu.....	64
Tablo 4.19. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu.....	65
Tablo 4.20. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun Geri Ödeme Süresi Yöntemi Tablosu .....	66
Tablo 4.21. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun Bugünkü Değer Yöntemi Tablosu .....	68
Tablo 4.22. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun İç Karlılık Yöntemi Tablosu .....	69

## ÖZET

Anahtar kelimeler: HES, Artvin ili Enerji Potansiyeli, Su türbinleri.

Bu çalışmada, Akarsuların enerji potansiyelinden elektrik üretebilmek için hidroelektrik santralleri kurulmaktadır. Bu santraller sayesinde akan suyun enerjisi mekanik sistemler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Hidroelektrik Santrallerde (HES) farklı tipte türbinler kullanılarak elektrik üretimi yapılmaktadır. Türbinlerin seçimi akarsuyun debisi ve net düşüsüne bağlıdır. Ülkemizdeki akarsu debi ve net düşülerine göre genel olarak baraj türbini olarak bilinen Francis türbinleri ve küçük akarsu türbini olarak bilinen Pelton türbini kullanılmaktadır.

Dünyada enerji tüketim ihtiyacının ve üretim maliyetlerinin artması daha ucuz üretim yapan sistemlere yönelimi arttırmaktadır. Bu nedenle ülkemizde de önemli oranda enerji üretimi akarsular üzerine kurulan Hidroelektrik Santralleri (HES) ile gerçekleştirilmektedir. Ülkemizin en yoğun akarsu kaynağı doğu Karadeniz bölgesinde olduğu bilinmektedir. Son on yıldır doğu Karadeniz bölgesinde kurulan HES sayısında önemli bir artışın olduğu gözlemlenmektedir.

Bu çalışmada Artvin ilinde bulunan uygun yüksekliği ve debisi ile kurulabilecek olan Hidroelektrik santrallerde kullanılacak türbin tipleri seçimi yapılmıştır. Seçilen türbinin üretim kapasitelerine bağlı olarak maliyet hesabı yapılmıştır. Yapılan maliyet hesaplamalarına göre üretilen enerji ile kuruluş maliyetlerinin karşılanma süreleri farklı yöntemlerle hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre HES'in yapılabilirliği tespit edilmiştir. Sonuç olarak enerji üretim potansiyeline sahip olan Artvin ili akarsularından elde edilebilecek enerji ve HES'lerin kurulabilme potansiyelleri tespit edilmiştir.

# **INVESTIGATIONS OF THE HYDROELECTRIC ENERGY POTENTIAL AND THE FEASIBILITY OF DIFFERENT RIVERS IN THE CITY OF ARTVIN**

## **SUMMARY**

Keywords: HEP, Artvin Province Energy Potential, Oltu suyu Creek Water Turbines

Hydroelectric plants are built to produce electrical energy via the potential energy of streams. With these hydroelectric plants, the energy of streams are conducted into electrical energy by the help of mechanical systems. In Hydro Electric Plants (HEP) different types of turbines are used to produce electricity. The flow of the stream and the net head impacts the type of turbine that is required. In our country according to the flow of the stream and the net head, Francis turbines that are generally known as dam turbines and Pelton turbines that are known as small stream turbines are used.

The increase in energy consumption and production costs in the world has increased the search for cheaper energy production systems. Because of this, a significant amount of energy produced in our country is provided by Hydro Electric Plants (HEP) that have been built on streams. It is known that the most dens stream source in our country is in East Black Sea Region. In the last 10 years there has been an important increase in the amount of hydroelectric plants built in the East Black Sea Region. In this study, the choice of the correct turbine type which can be used to build the hydroelectric plants for the appropriate height and flow rate of the streams of Artvin province has been determined. The cost evaluation of the turbine that has been chosen was determined according to the energy production capacity. The energy production and the time to compensate the cost of construction has been calculated and compared by different methods according to the cost evaluation. According to these studies the ability to construct hydroelectric plants were determined. In conclusion, the energy that can be produced and the potential to construct hydroelectric plants on the streams of Artvin province have been determined.

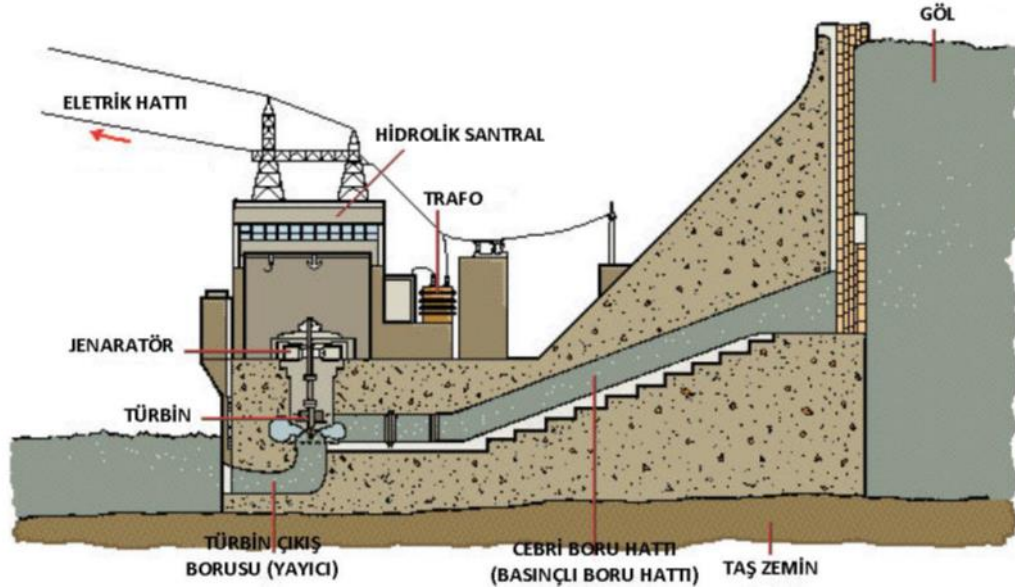


# BÖLÜM 1. SU TÜRBİNLERİ

## 1.1. Su Türbinleri

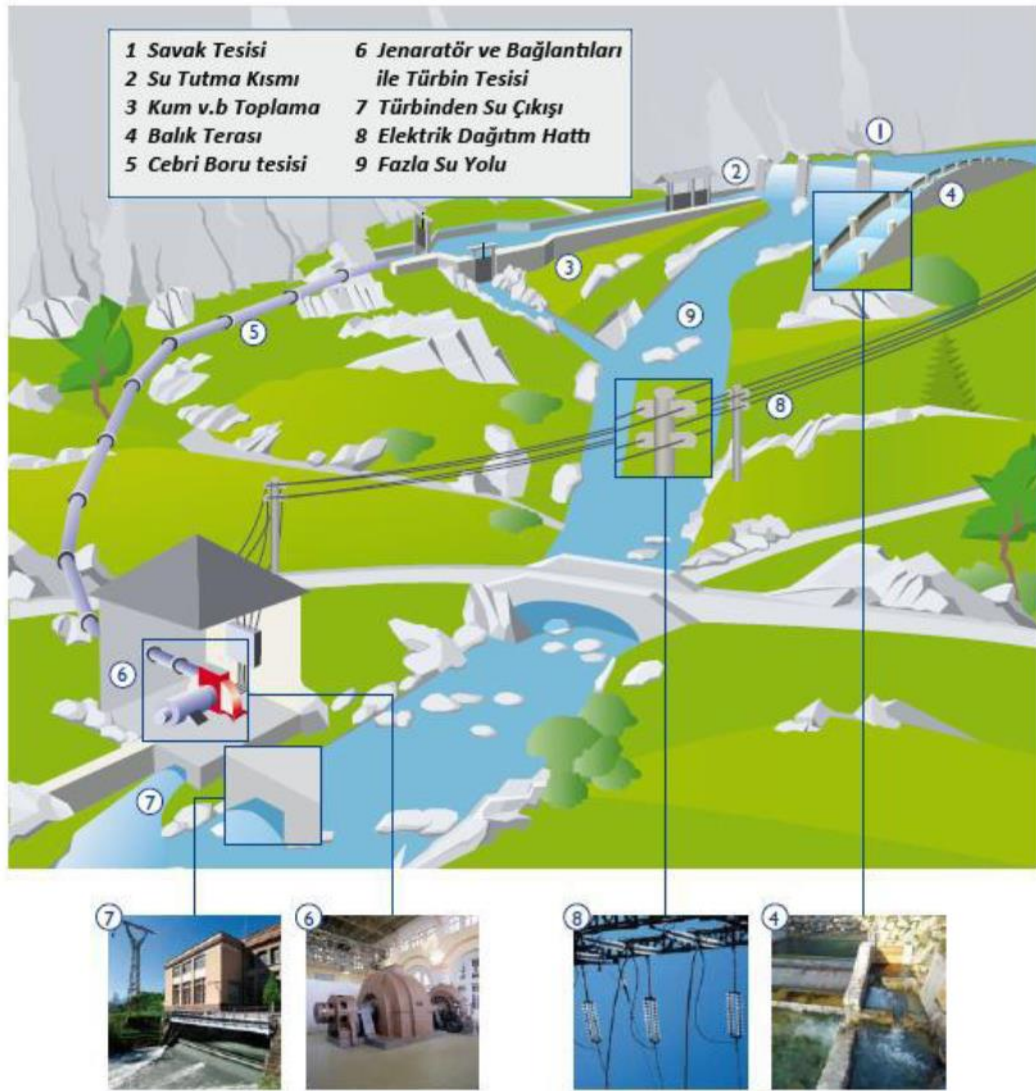
İnsanoğlu yüzyıllardan beri suyu değerlendirmeye çalışmış, çok sayıda un değirmenlerini çalıştırmak için basitçe (Su arkı) denilen su makinelerini kullanmıştır. 18. yüzyılın sonlarına doğru gelişen bilimsel çalışmalar ile Pelton, Francis, Kaplan ve Banki su türbinleri imal edilmiştir. Son yıllarda da değirmenlerde kullanılan su arkı yerine (Arşimet Spirali)'nden esinlenerek imal edilen Almanların (Wasserkraftschnecken) dedikleri ve bizim kısaca (Spiral Dönel ark) olarak tanımlayacağımız ve suyun sadece ağırlık kuvvetinden yararlanarak çalışan bir sistem geliştirilmiştir. Bütün bunlara sıra ile değinilecektir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; allı, 2011; Özen, 2014).

Suyun potansiyel enerjisinden yararlanılarak elektrik enerjisi için su türbinleri kullanılmaktadır şekil 1.1. Su türbinin çalışabilmesi ise önce bir göl oluşturulmalıdır. Gölden cebri boru yardımı ile alınan su dönel çarka gönderilir. Göl üst seviyesi ile türbin girişi arasındaki yükseklikten dolayı meydana gelen su basıncı dönel çarka yönlendirilerek basınç enerjisi dinamik enerjiye dönüşür. arkta meydana gelen dönme ile çarka bağlı jeneratörde dönmeye başlayacak ve bu şekilde hidrolik enerji elektrik enerjisine dönüşecektir. şekil 1.1.'de bu olay şematik olarak gösterilmiştir. Daha açık bir biçimde şekil 1.2.'de bir türbin tesisinin ana unsurları daha detaylı bir şekilde verilmiştir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; allı, 2011; Özen, 2014).



Şekil 1.1. Francis tipi su türbini tesisi örneği.  
(<http://stadtwerkeweilburg.de/homepage/engagement/05Wasserkraft-Suewag.pdf>)

Barajdan gelen suyun belli bir bölümünün hidrolik santrale gittiği, diğer kısmının ise yandan verilerek boşaltıldığı gayet açık bir biçimde görülmektedir. Cebri boru yardımı ile su türbinine gelen basınçlı su türbin çarkını döndürerek meydana gelen hidrolik güç jeneratörü döndürür elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Baraj gölünde toplanan su yanında, göl yaşayan bilhassa balıkların türbine girmesini önlemek için özel önlemler alınır. Diğer taraftan gölde biriken kum ve benzeri pisliklerde bir başka yerde toplanıp, türbine girmesi engellenir. Su türbini tesisi kurmak masraflı olmakla birlikte, kurulduktan sonra en sorunsuz çalışan makineler başında gelmektedir. Kurulacak tesiste mutlaka yedek ünitenin bulunmasına da dikkat edilmelidir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



Şekil 1.2. Barajdan su çıkışına kadar türbini oluşturan ana unsurlar.

## 1.2. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması

### 1.2.1. Düşüye göre sınıflandırma

Su türbinlerinin düşüye göre sınıflandırması istenirse;

Yüksek basınçlı Su Türbini Tesisi,

$$300 \text{ m} < H_0$$

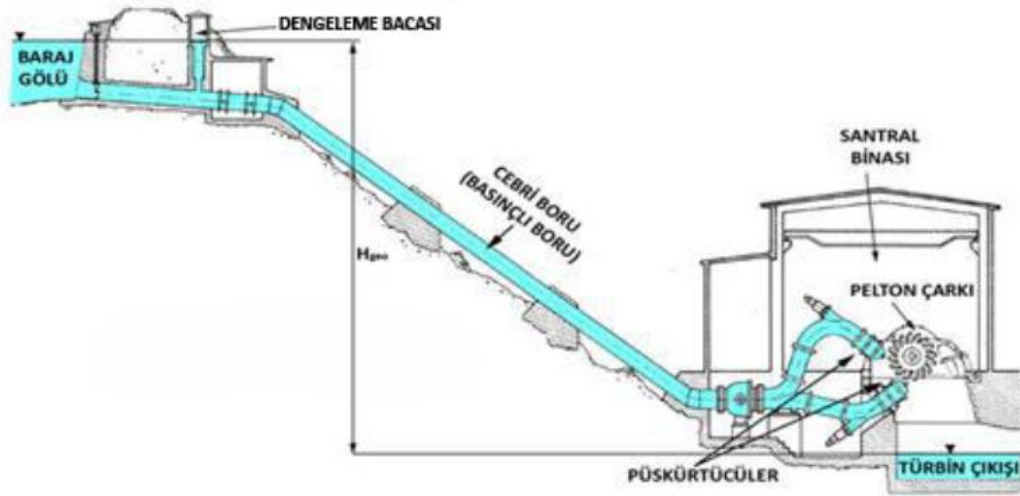
Orta basınçlı Su Türbini Tesisi,

$$20 \text{ m} < H_0 < 400 \text{ m}$$

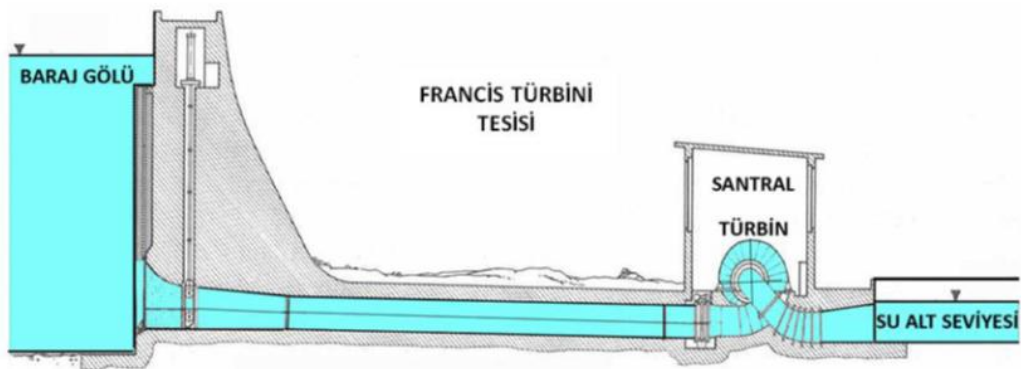
Düşük basınçlı Su Türbini Tesisi,

$$H_0 < 60 \text{ m denilebilir.}$$

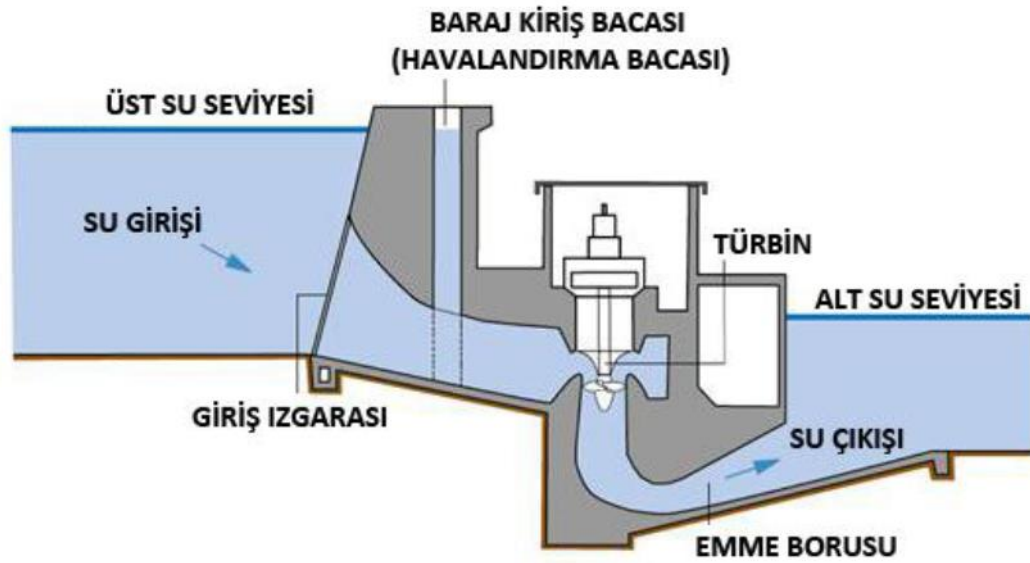
Genel olarak yüksek basınçlı yani yüksek düşümlü türbinler PELTON tipi Şekil 1.3., Orta basınçlı yani orta düşümlü türbinler FRANCİS tipi Şekil 1.4., Düşük basınçlı yani düşük düşü türbinleri ise KAPLAN Şekil 1.5. ve BANKİ Şekil 1.6. tipi türbinlerdir. Şekil 1.7.'de ise Pelton, Francis ve Kaplan tipi türbinlere suyun girişi ve çıkışı gösterilmiştir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



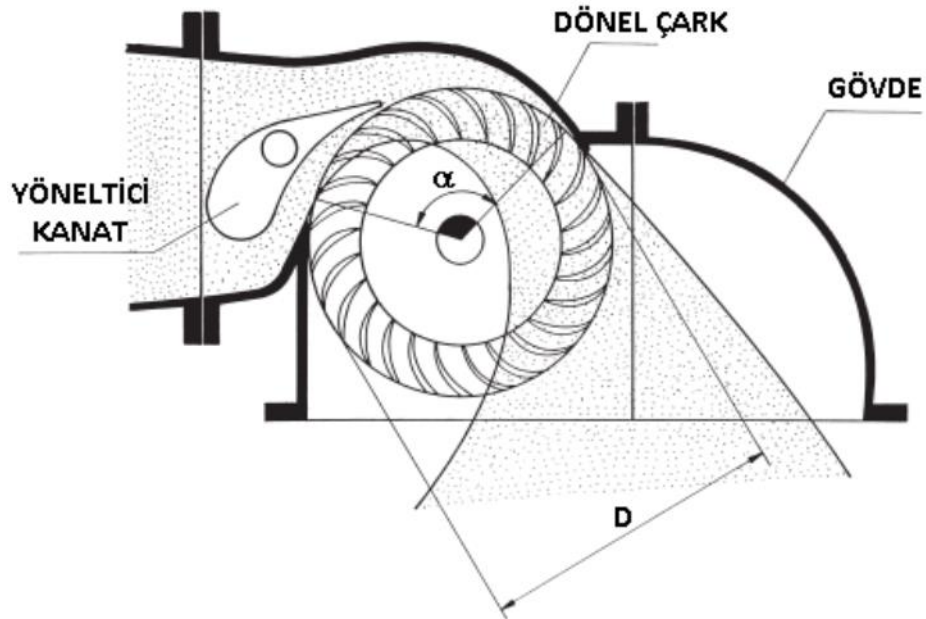
Şekil 1.3. Yüksek basınçlı Pelton türbin tesisi 2 püskürtücülü örneği.



Şekil 1.4. Francis tipi orta basınçlı türbin tesisi örneği.

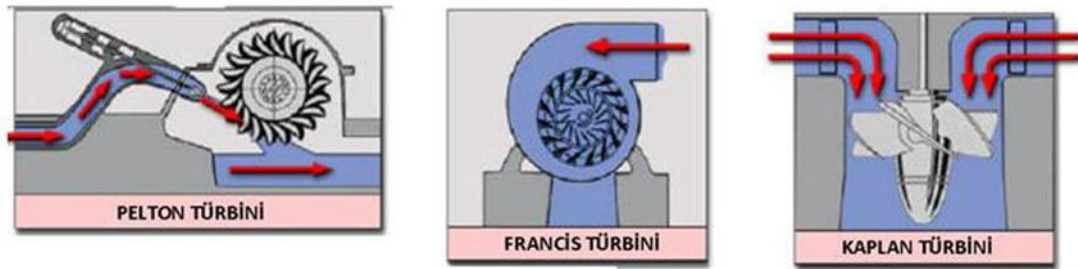


Şekil 1.5. Kaplan tipi düşük basınçlı türbin tesisi örneği.



Şekil 1.6. Banki veya Michel-Ossberger su türbini örneği.

Banki türbinlerinde dönel çark tambur tipinde olup, genel olarak iki bölümden meydana gelir. Kısmi yüklerde su sadece dönel çarkın birinci kısmından girer. Tam yüklerde ise her iki kısımdan da girer. Tam veya kısmi yük durumları yöneltici kanat denilen çelici vasıtasıyla ayarlanır (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



Şekil 1.7. Pelton, Francis ve Kaplan tipi türbinlerde suyun giriş ve çıkışı.

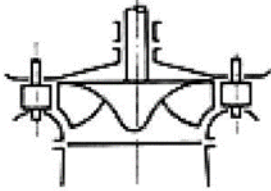
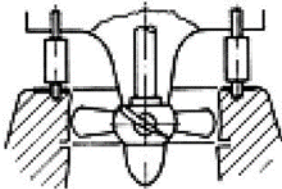
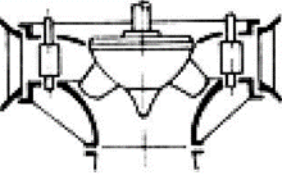
### 1.2.2. Etki tipine göre sınıflandırma

Aşağıda Tablo 1.1. ve Tablo 1.2.'de türbinlerin çalışma tarzına göre sınıflandırmaları verilmiştir. Çalışma tarzına göre Eşbasınç türbinleri (etki türbinleri) ve karşı basınçlı türbinler (reaksiyon tipi) olarak ikiye ayrılmaktadır (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

Tablo 1.1. Türbinlerin çalışma tarzlarına göre Etki Tipi Türbinler

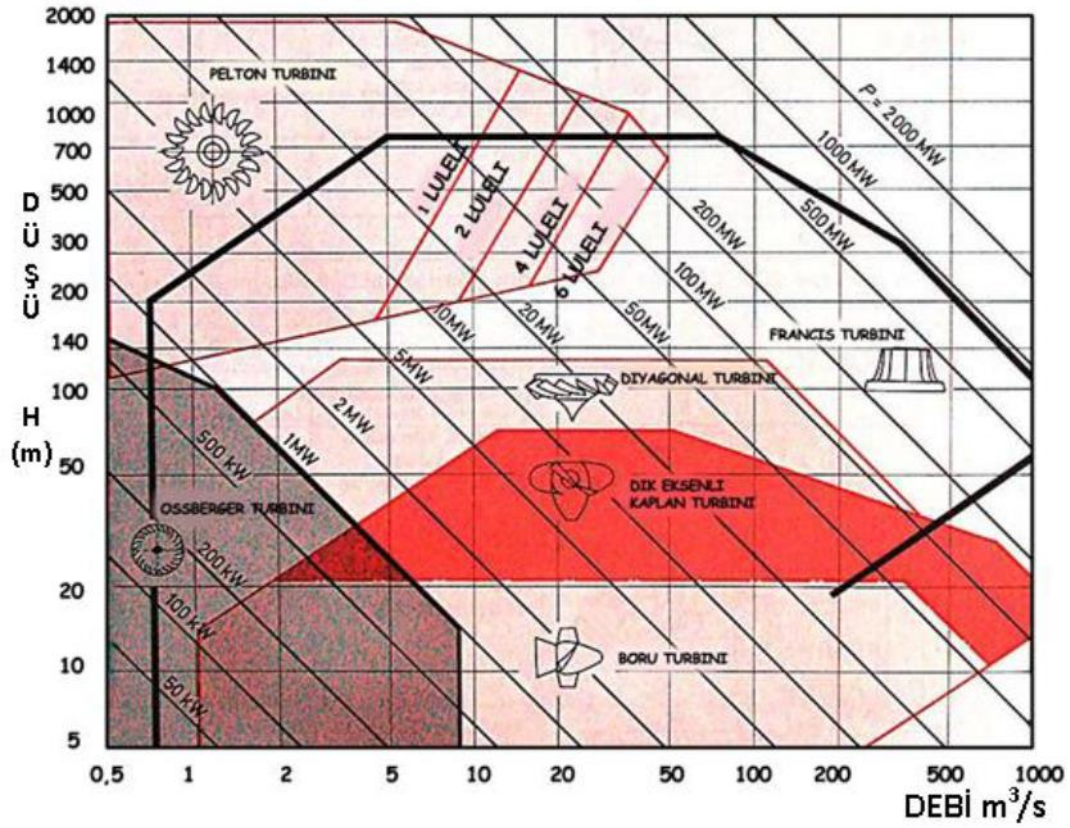
<b>EŞBASINÇ TÜRBİNLERİ (ETKİ TİPİ TÜRBİNLER)</b>			
Ortak özellikleri çark atmosfer basıncında ve kısmi giriş var			
<b>Adı</b>	<b>Resmi</b>	<b>Dönel Çark</b>	<b>Yöneltilici çark</b>
Serbest hüzmeli türbin (Pelton Türbini)		Çok sayıda çift taraflı keçe biçimli parçalarla çarkın ortasına teğetsel girişli ve ayarlanamaz çarklı	Güce göre 1 ila 6 ayarlanabilir püskürtücüden oluşur ve hüzmeye çelici.
Teğetsel giriş çıkışlı tambur çarklı (Banki-Michell Ossberger Su Türbini)		Tambur tipi basit radyal çark tipli. Su çarktan iki kez geçer.	Tek veya birden fazla yöneltilicili

Tablo 1.2. Türbinlerin çalışma tarzlarına göre Karşı Basıncılı Türbinler

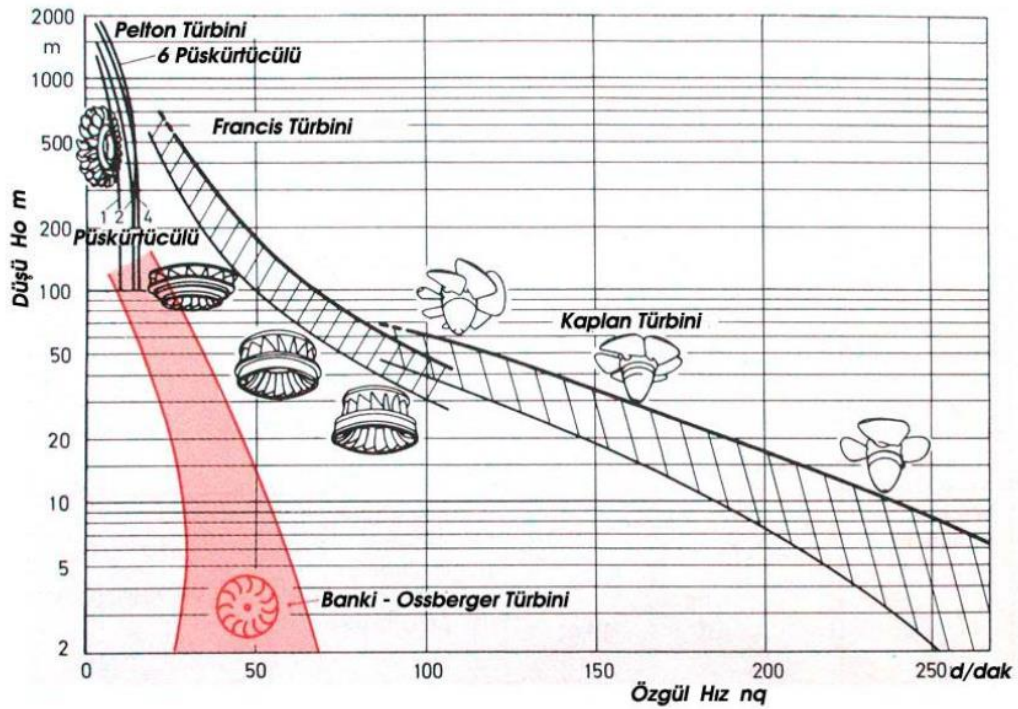
<b>KARŞI BASINÇLI TÜRBİNLERİ (REAKSİYON TİPİ)</b>			
Ortak özellikleri, çarkın girişindeki basınç çıkışından daha büyük. Çalışma anında çark kanatları tamamen su ile dolu			
<b>Adı</b>	<b>Resmî</b>	<b>Dönel Çark</b>	<b>Yöneltici çark</b>
Francis Tipi Türbin		Tek veya çift eğrilikli radyal çark kanatlı. Dıştan içe doğru akış söz konusu ve kanatlar ayarsız.	Ayarlanabilir radyal yöneltici çark kanatları
Kaplan Türbini		Taşıyıcı kanat teorisine göre çizilmiş kanatlar, aksenal akışlı ve ayarlanabilir dönel çarklı	Ayarlanabilir radyal veya aksenal yöneltici çark kanatları
Diyağonal Su türbini (Deriaz Türbini)		Taşıyıcı kanat teorisine göre düzenlemiş ve çoklu ayarlanabilir dönel kanatlı. Akış gidişi dıştan içe doğru diyağonal.	Radyal veya diyağonal ayarlanabilir yöneltici çark kanatları

### 1.2.3. Yapı tarzına göre sınıflandırma

Türbinler yapı tarzına göre ise düşey eksenli veya yatay eksenli olarak monte edilirler. İşletme biçimleri ise sadece su türbini olarak veya pompa-türbin şeklinde çalışabilirler. Ayar şekli ise peltonlarda olduğu gibi püskürtücülü sistem, Francis türbininde yöneltici ayarlanabilir kanatlı sistem ve kaplan tipinde ise hem dönel çark kanatları ve hem de yöneltici çark kanatlarının ayarı ile çalışan tipler olarak özetlenebilir. Şekil 1.8.'de Esher-Wyss firması tarafından verilmiş çeşitli türbin tiplerinin düşü ve debiye göre çalışma alanları geniş bir şekilde verilmiştir. Şekil 1.9.'da ise Voith firması tarafından verilen türbin cinslerinin düşü ve özgül hıza göre durumları görülmektedir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



Şekil 1.8. Çeşitli türbin tiplerinin debi ve düşüğe göre çalışma bölgeleri (Esher-Wyss firmasından).



Şekil 1.9. Çeşitli türbin tiplerinin düşüğe bağlı olarak özgül hız değişimleri (Voith firmasından). Şekilde verilen (n<sub>q</sub>) eski birimsistemine göre elde edilen olup, şu anda kullanılan (n<sub>q</sub>) ile arasında (n<sub>qeski</sub>=3.65\*n<sub>q</sub>) bağıntısı vardır.

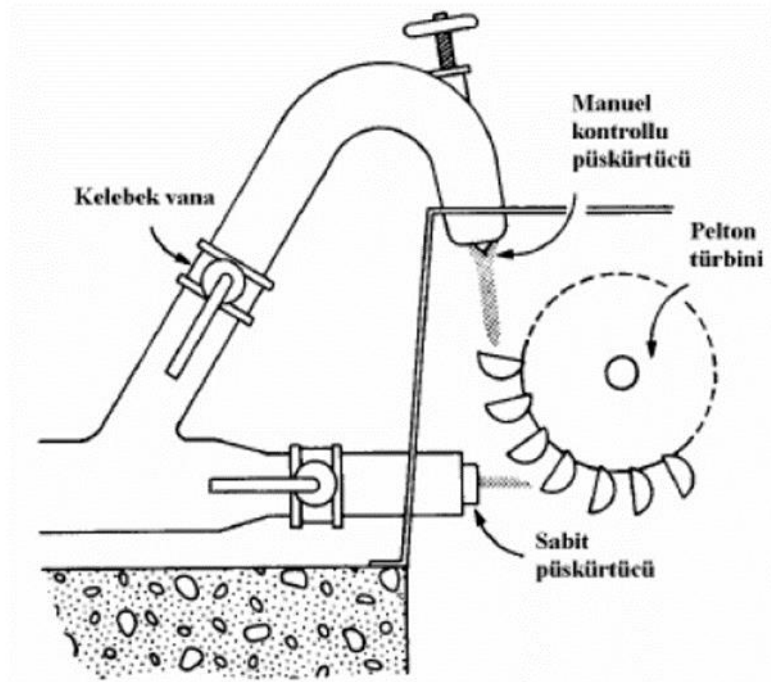


### 1.3. Türbin Çeşitleri

#### 1.3.1. Pelton türbini

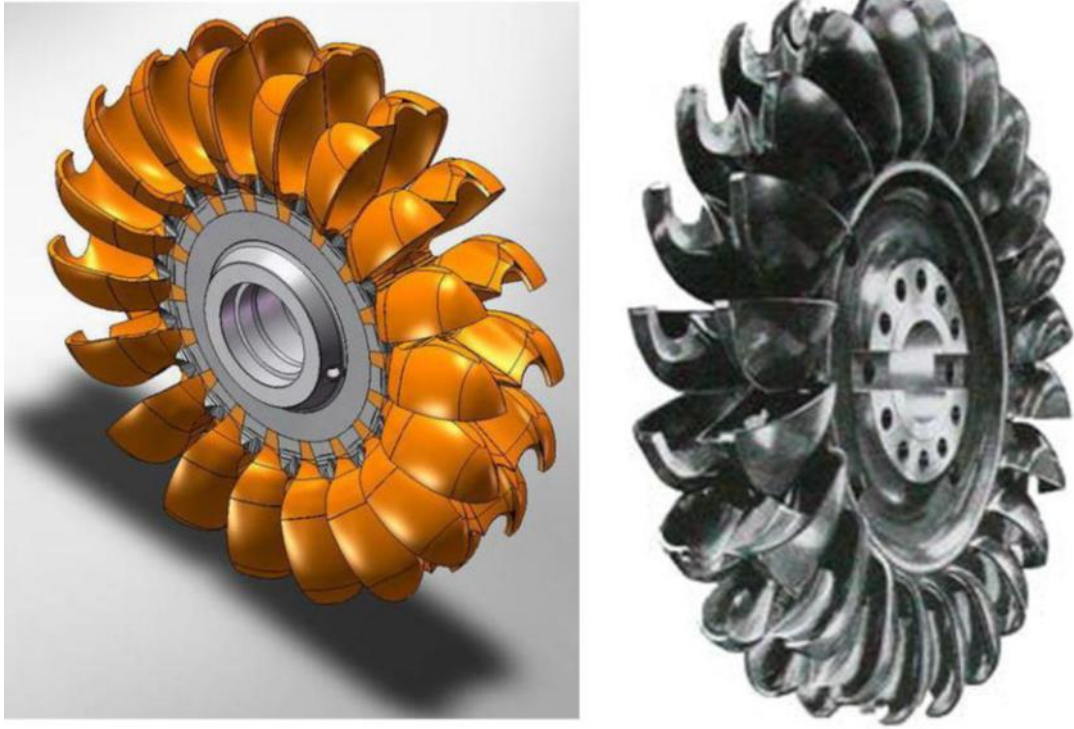
Pelton Türbini eş basınçlı bir türbin çeşididir. Bu türbinlerde akışkan kepçelere veya çarka giriş ve çıkışı atmosfer basıncında gerçekleşmektedir. Bu sebeple bu tip türbinlere eş basınçlı türbin adı verilmiştir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

Büyük hidroelektrik sistemlerde 150 m ile 300 m arasında brüt düşüde Pelton türbini uygulaması yapılmaktadır. Mikro hidrolik sistemlerde daha düşük düşüler de bu türbin kullanılabilir. Örneğin küçük çaplı yüksek hızda dönmekte olan bir Pelton türbini, 20m'nin altında düşülerde 1 kW güç üretmek için kullanılabilir. Yüksek güç ve düşük debide hızın çok azalması türbinin boyutunu artırır. Bu tip türbinlerde suyun enerjisi önce, uygun şekle sahip bir borudan geçirilip, sonra çıkış ağzında su jeti haline getirilerek, hidroelektrik enerji kinetik enerjiye dönüştürülür. Bu jet, kap şeklindeki rotor kanatlarına püskürtülür Şekil 1.10.. Kapların geometrisi, su jetinin enerjisini en yüksek oranda emecek biçimde tasarlanmış ve ortalarından geçen dikey bölücü plakalar, suyun iki yana doğru dağılmasını sağlıyor. Pelton türbinleri, dikey veya yatay olarak konumlandırılabilir. Jetlerin sayısını arttırmak suretiyle, tek bir rotordan sağlanan gücü arttırmak mümkündür. Yatay konum için genellikle iki olan jet sayısı, dikey konumlar için, çoğunlukla dört veya daha fazla olabilir. Yatay konumlandırma durumunda ise tek bir jeneratörü süren aynı shaft üzerine, bir yerine iki rotor yerleştirmek de mümkündür (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

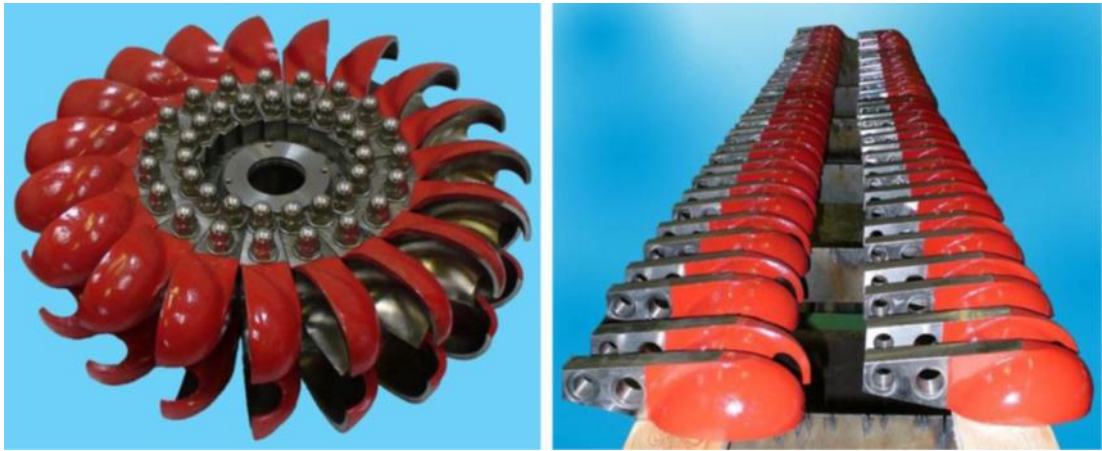


Şekil 1.10. Pelton türbini çalışma prensibi

Pelton türbininin dönel çarkının dış çevresinde ki kepçeye benzeyen kanatlar bulunmaktadır Şekil 1.11. Su, püskürtücüden çıktıktan sonra bu kepçelere girerek hidrolik enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesini sağlamaktadır Şekil 1.12.. Türbin gücüne göre genel olarak (1)'den (6)'ya kadar püskürtücü vardır. Şekil 1.13., Şekil 1.14.ve Şekil 1.15. En yüksek verim, rotor kaplarının hızı, su jetinin hızının yarısı kadar olduğunda elde edilir. Bu durumda, tam yükün de %60-80'i arasında çalışılıyor ise; türbinden geçen suyun kaybettiği potansiyel enerjinin %90'dan fazlası mekanik işe dönüştürülebilir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



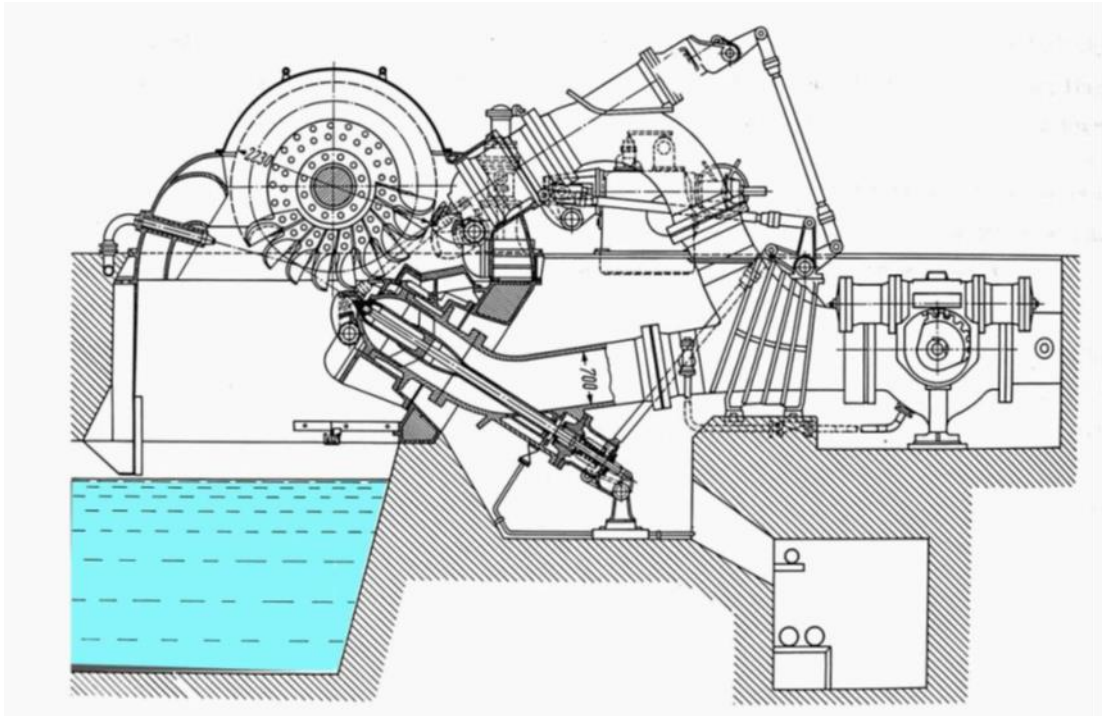
Şekil 1.11. Bir Pelton su türbinine ait kepçelerle donatılmış dönel çark örnekleri.



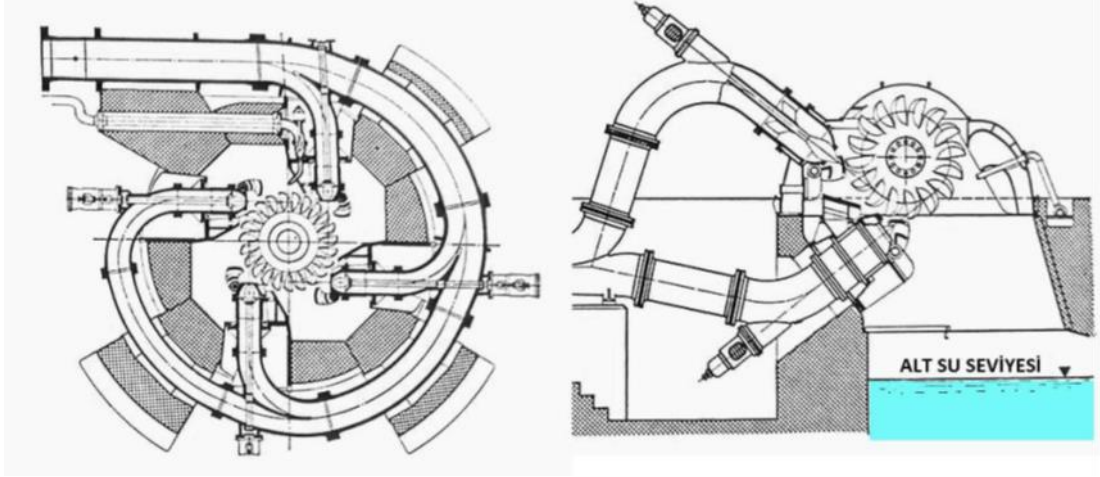
Şekil 1.12. Pelton çarkını meydana getiren kepçelerin detaylı görüntüsü. (www.cink-hydro-energy.com/en) Çark gövdesi ve kepçeler paslanmaz çelikten imal edilmiştir.



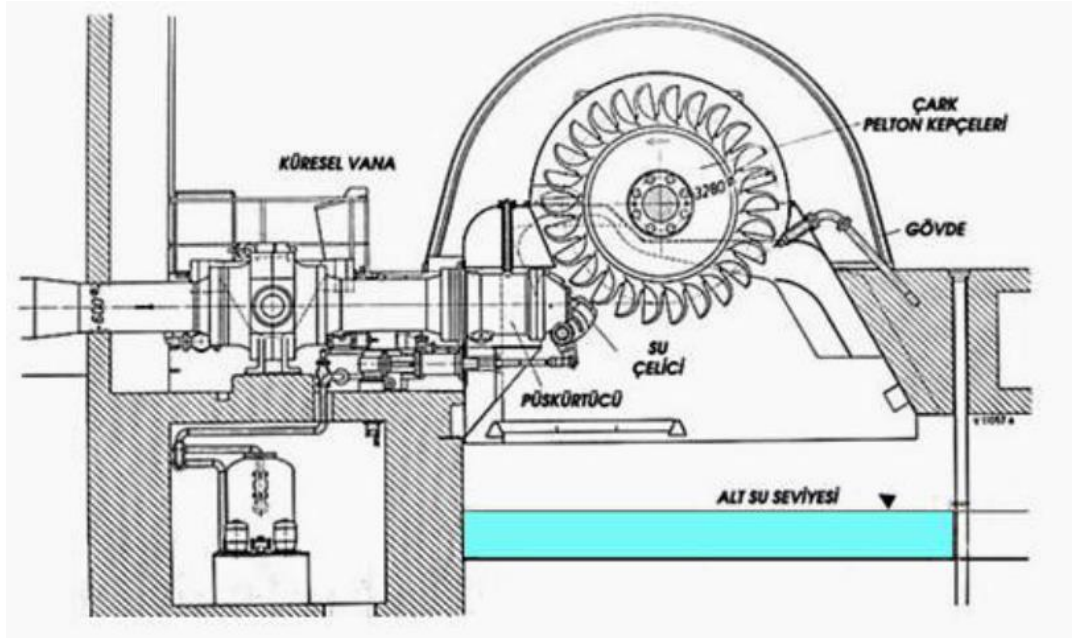
Şekil 1.13. İki püskürtücü ve yatay eksenli bir pelton türbini tesisi. Sağ altta püskürtücü de verilmiştir. (www.cink-hydro-energy.com/en). Bu firma (1) ve (2) püskürtücü yatay eksenli ile (1-6) püskürtücü düşey eksenli pelton türbini üretmektedir.



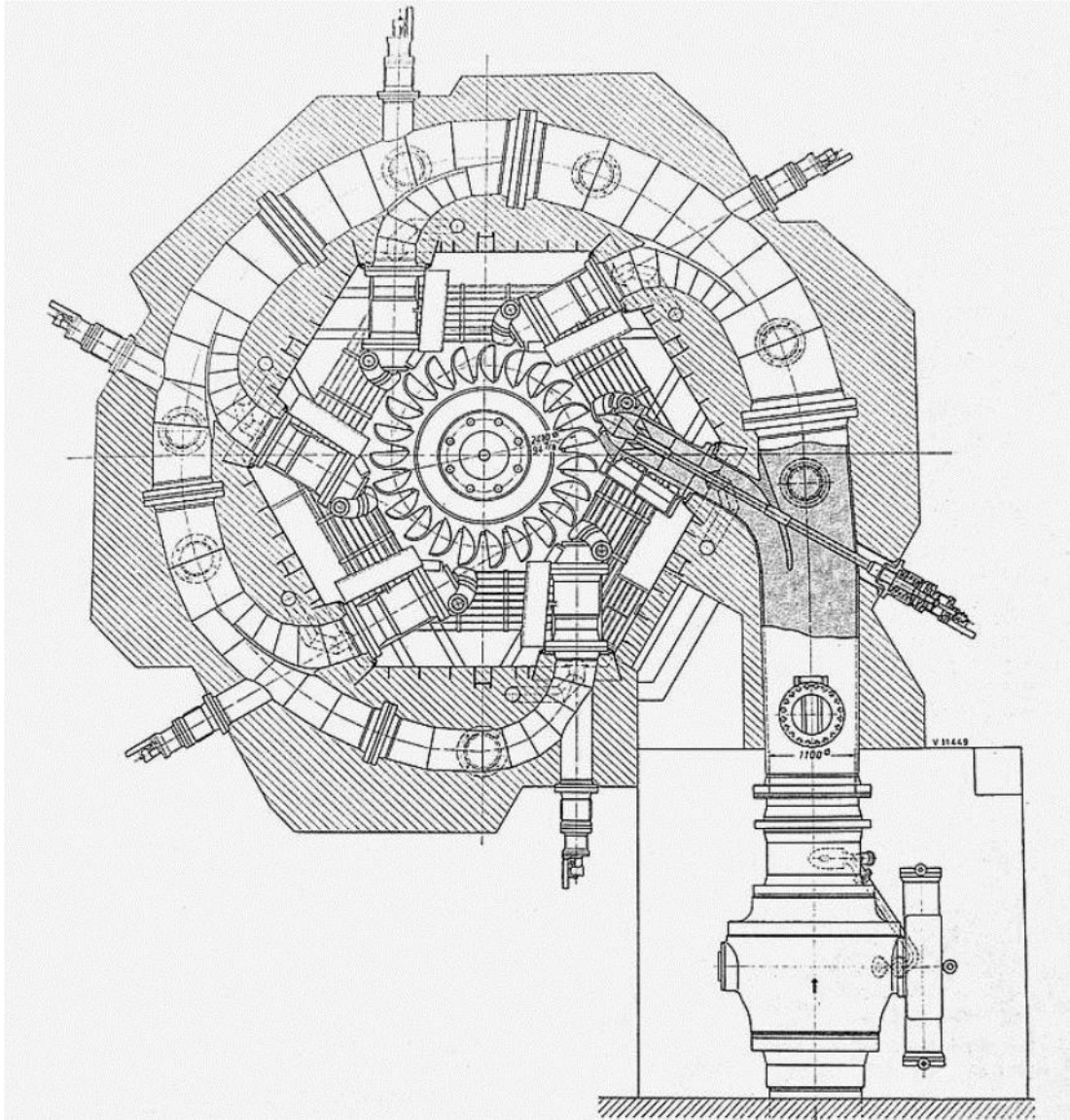
Şekil 1.14. Yatay eksenli ve iki püskürtücü bir Pelton türbini. ( $H_0=780\text{m}$ ,  $Q=5.5\text{m}^3/\text{s}$ ,  $P=37876\text{kW}$ ,  $n=500\text{d}/\text{dek}$  (Voith firması imalatı, [http://www.voithhydro.com/index\\_de.php](http://www.voithhydro.com/index_de.php))



Şekil 1.15. 4 püskürtücü bir pelton su türbini tesisi.



Şekil 1.16. Voith firmasının imalatı olan tek püskürtücü pelton tipi su türbini tesisi.

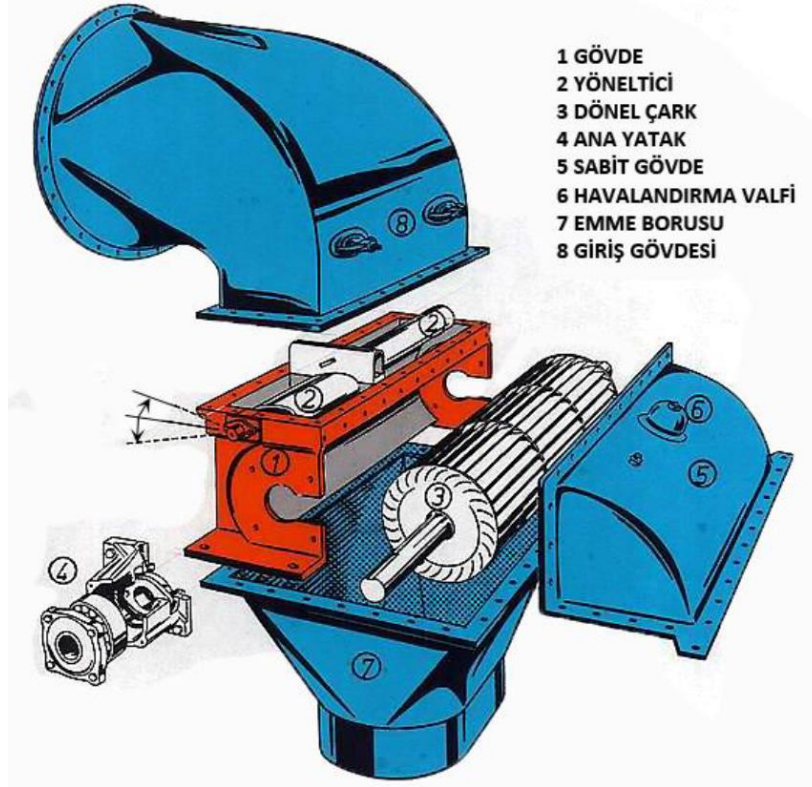


Şekil 1.17. Altı püskürtüçülü bir pelton su türbini tesisinin üstten görüntüsü. Çark çapı  $D=2400\text{mm}$ 'dir. (Voith firması imalatı, [http://www.voithhydro.com/index\\_de.php](http://www.voithhydro.com/index_de.php))

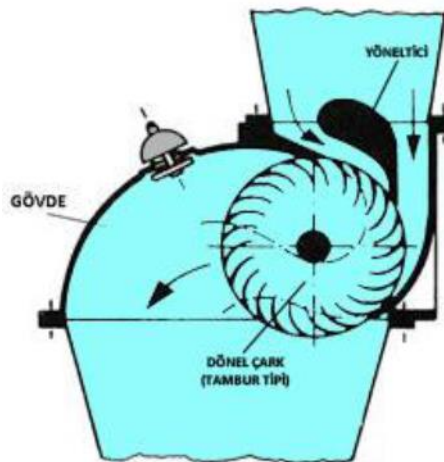
### 1.3.2. Banki Michell Ossberger türbini

Banki türbinini Macar asıllı Banki ve İngiliz asıllı Michell tarafından bulunmuştur. Ossberger firması da imalatı yaptığından dolayı genel olarak Banki-MichellOssberger su türbini adını almıştır. Avrupa da bu türbinlerden binlerce imal edilmiştir. Küçük ve orta güçlü su kuvvetlerinde rahatlıkla kullanılır. Tasarımı çok basit bir şekilde yapılmıştır.  $20\text{l/s}$  debiler ve  $9\text{m}^3/\text{s}$  debiler için  $1-200\text{m}$  arasında düşülerde  $1000\text{kW}$  güce kadar çıkabilirler. Verimleri genel olarak  $\%80$  civarındır. Çarkın dönme sayısı ise  $50-200\text{d/dak}$  arasında değişmektedir. Su türbini ise, gövde,

tambur tipi dönel çark ve yöneliciden oluşur Şekil 1.18..Banki-MichellOssberger türbininin en büyük özelliği suyun dönel çarktan iki kez girip çıkmasıdır Şekil1.19.(Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



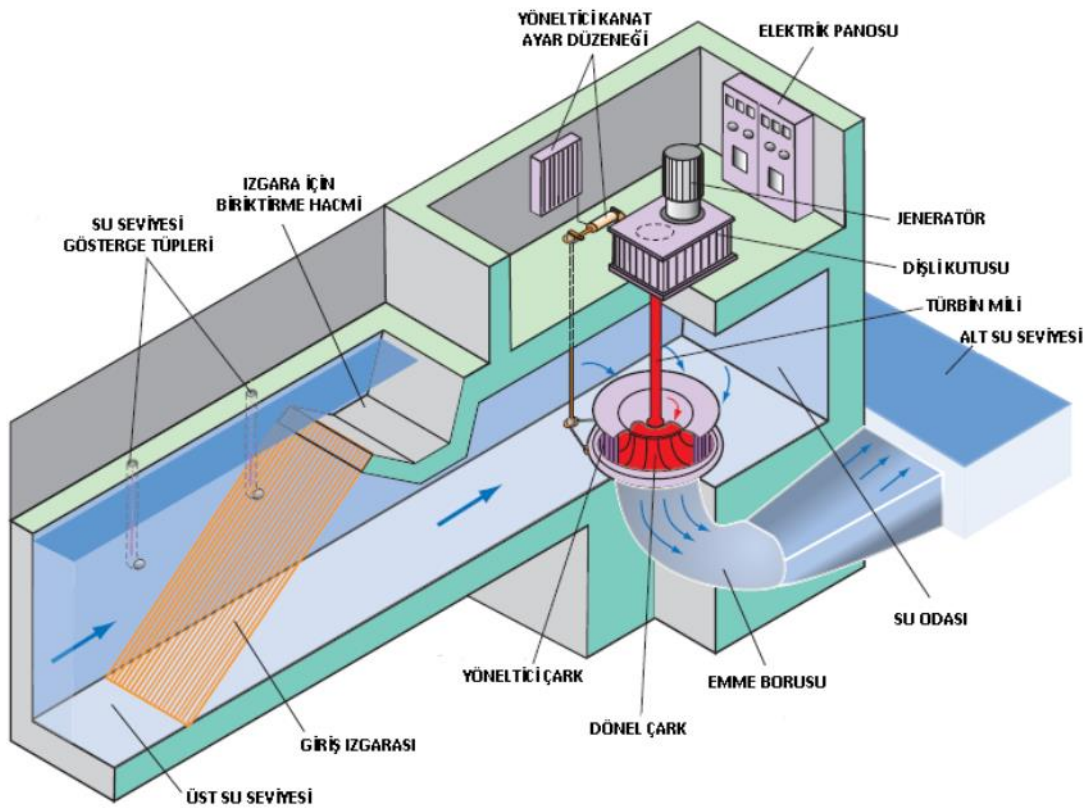
Şekil 1.18. Banki-Michell Ossberger Su türbininin genel görünüşü.  
(<http://www.ossberger.de/cms/de/hydro/ossberger-turbine>)



Şekil 1.19. Banki türbininde suyun çarktan iki kez geçmesi durumu.

### 1.3.3. Francis türbini

Francis türbin tipini ilk kez 1850 yılında James B. Francis tarafından bulunmuş ve faaliyete geçirmiştir. Su, Francis türbinine, yönlüci çarktan dönel çarka dıştan girip, çark kanatları boyunca aşağıya doğru giderek çarkı terk eder. Türbin tipi karşı basınçlıdır (Reaksiyon veya etki tipi). Şekil 1.20.'de tipik bir Francis türbin tesisi görülmektedir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

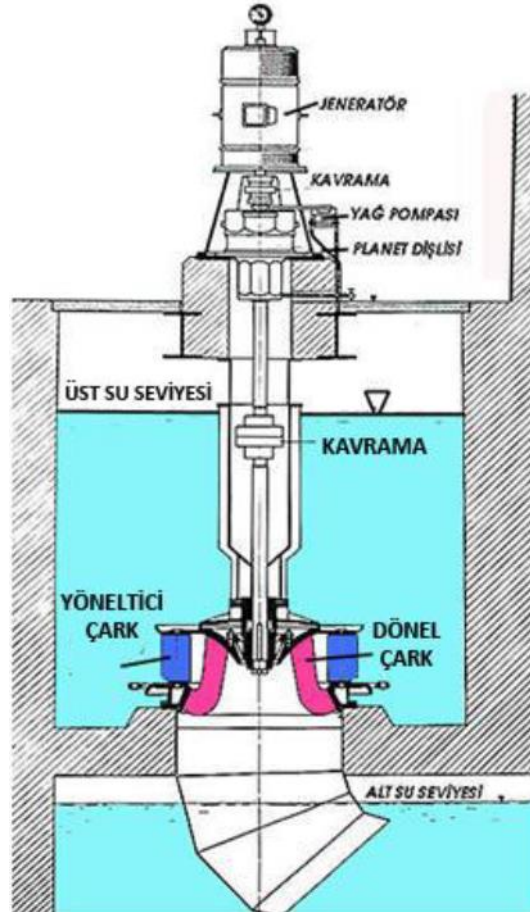


Şekil 1.20. Francis tipi su türbini tesisi örneği.

Francis türbinleri 600m düşüye kadar çalışırlar ve Francis türbinleri 500MW'a kadar güç elde edilebilmektedir. Bu türbin tipinin Pelton türbinine göre avantajı, daha küçük boyutlarda imal edilerek, daha yüksek dönme sayılarında çalıştırmak mümkündür. Bundan dolayı imalatında ekonomik olarak ucuz değildir. Ülkemiz Devlet Su İşlerinin denetiminde bulunan su türbini tesislerin büyük çoğunluğunda (Seyhan, Karakaya, Sarıyar, Atatürk Barajı) Francis tipi türbin kullanılmaktadır.

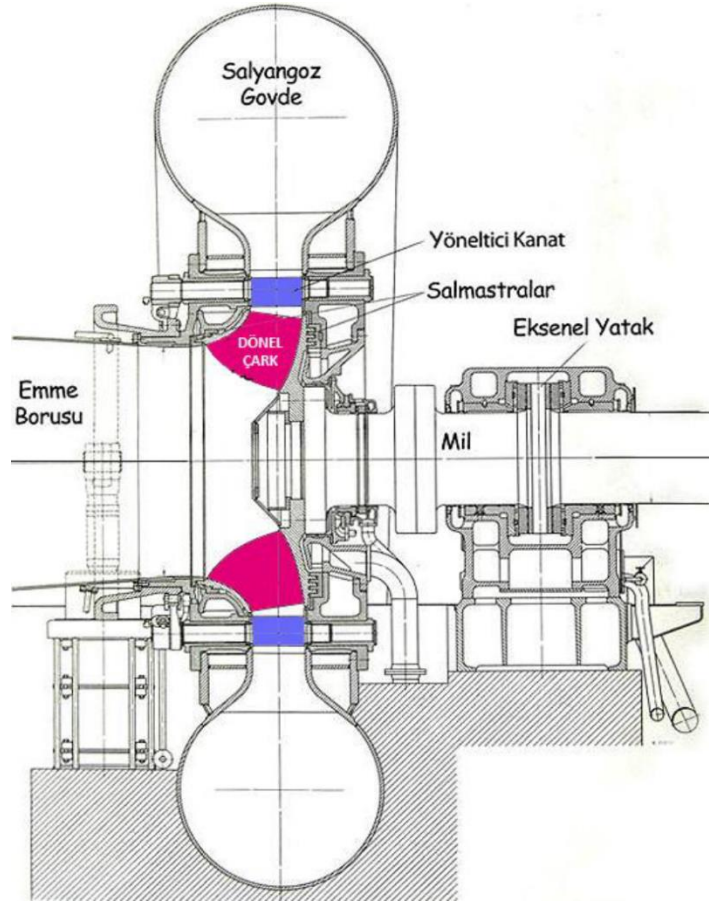


Küçük güçlerde örnek olarak 200kW'a kadar olan güçlerde ve 5m düşüden daha az yerlerde kamara tipi diye adlandırılan ve düşey eksenli Francis türbini kullanılır Şekil 1.21.(Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



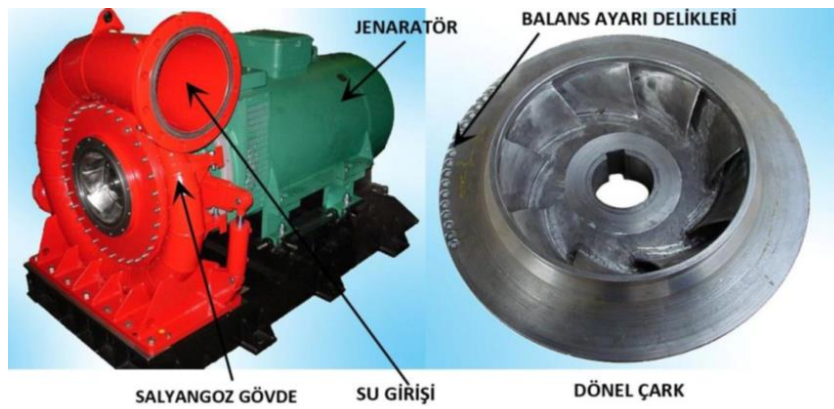
Şekil 1.21. Düşey eksenli kamara tipi Francis türbini tesisi.

Bazen yatay eksenli olarak da kullanılmaktadır. Bu türbin; ayarlanabilir yöneltici kanatlar, dönel çark ve emme borusundan meydana gelir. Yapısı basit ve kullanışlıdır. Şekil 1.22.'de ise büyük güç eldesinde kullanılan yatay eksenli ve salyangozlu Francis tipi denilen türbin kullanılmaktadır (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

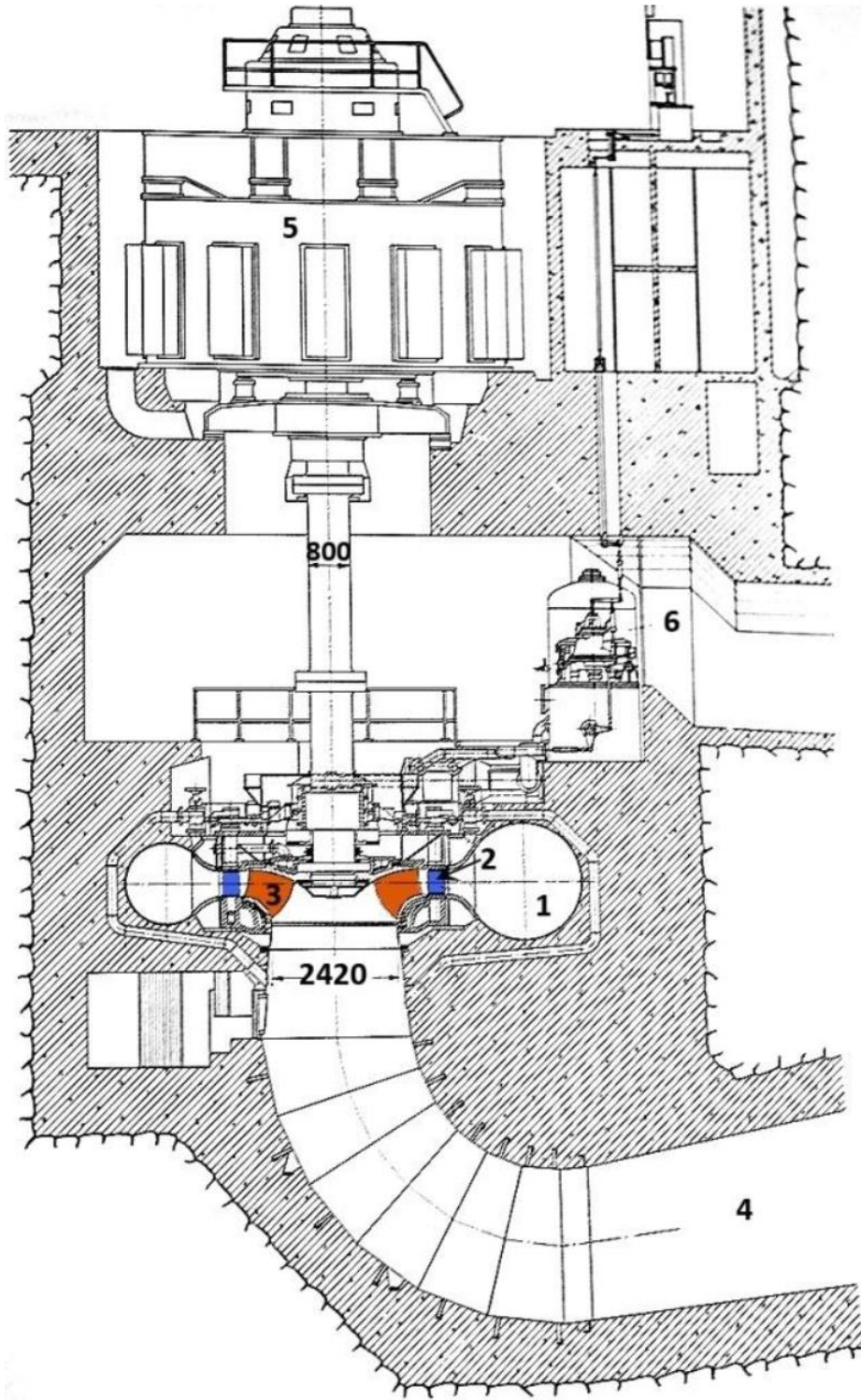


Şekil 1.22. Yüksek güçlü Francis Salyangoz tipli türbin tesisi örneği (Voith Firması imalatı).

Şekil 1.23.'de ise böyle bir türbin tesisinin fotoğrafı görülmektedir. Ayrıca Şekil 1.24.'de dikey eksenli ve büyük kapasiteli başka bir Francis tipi türbin tesisi görülmektedir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

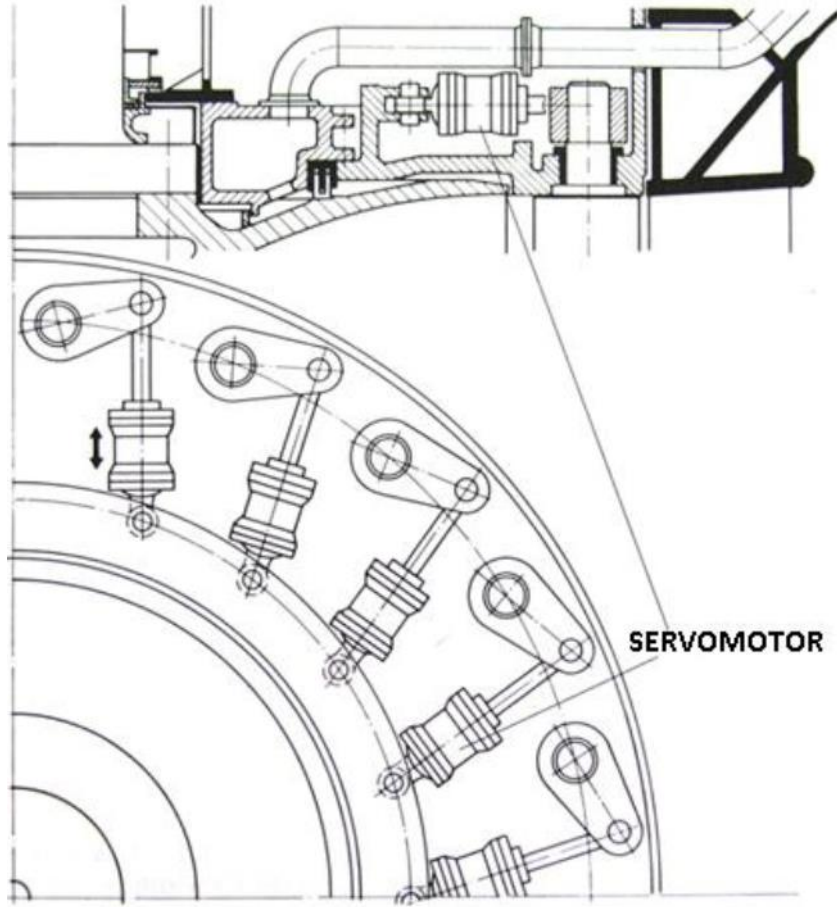


Şekil 1.23. Francis-Salyangoz tipli yatay eksenli ve kompakt bir su türbini ile dönel çarkı. (www.cink-hydro-energy.com/en). Bu firma 50 ila 150m düşü aralığında, 120m/s ile 430l/s debi olan yerlerde kullanılabilecek Francis tipi türbin imal etmektedir.

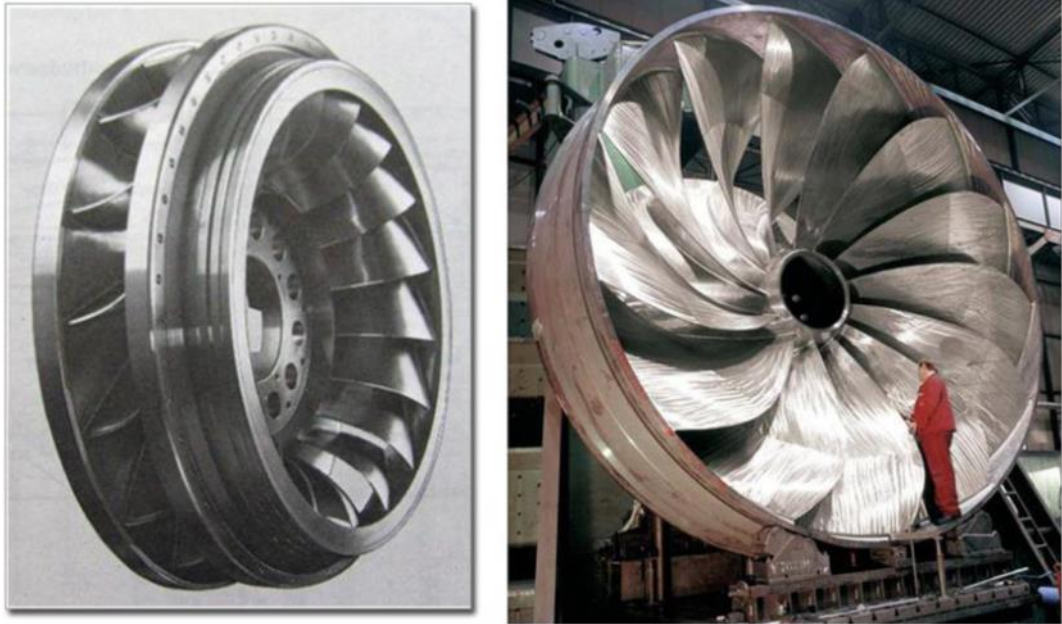


Şekil 1.24. Düşey eksenli Francis-Salyangozlu su türbini tesisi. (Voith imalatı Spilt'te kurulu,  $H_0=265\text{m}$ ,  $Q=51.3\text{m}^3/\text{s}$ ,  $n=300\text{d}/\text{dak}$ ,  $P=12\text{MW}$ ) 1 Çelik saç Salyangoz, 2 Yöneltili Çark, 3 Dönel çark, 4 Çelik ısı ayarı

Şekil 1.25.'de Francis tipi türbinde yöneltili kanatların tek tek servomotorlarla nasıl ayarlandığı gösterilmiştir.



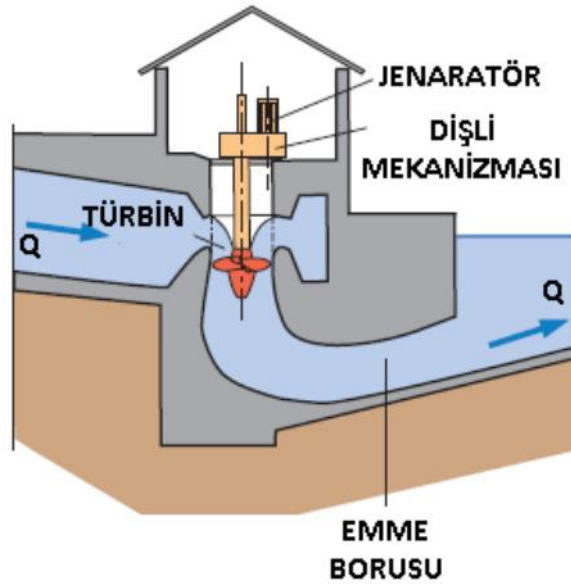
Şekil 1.25. Servomotor yardımıyla yönlendirici kanatların ayarı.



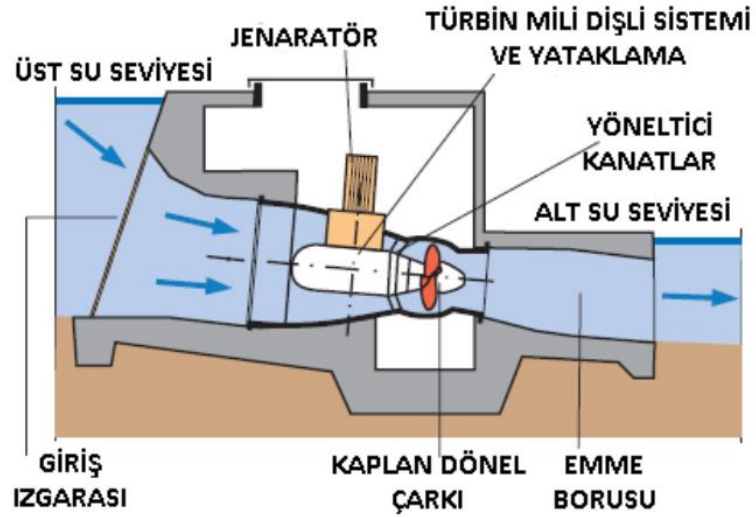
Şekil 1.26. Büyük güçlü iki adet birbirinden farklı Francis türbini dönel çarkları

### 1.3.4. Kaplan türbini

Kaplan türbinini, 1876-1934 yılları arasında yaşamış bir Avusturyalı makine mühendisi ve bilim adamı olan Prof. Dr. Victor Kaplan bulmuş ve patentini almıştır. Türbin dönel çarkı aksenal yani pervane tipi olup tepki yani reaksiyon türbinleri sınıfına girmektedir. Yani suyun girişi ile çıkışı arasında basınç farkı vardır. Bu çarkların özgül hızları büyük olup, yüksek debilerde ve buna karşılık düşük düşülerde çalışırlar. Bu türbinlerin ortalama düşü değerleri 80m'nin altındadır. Genel olarak 2m ile 60m düşüler arasında çalışırlar. Debi değeri de 2-4000 m<sup>3</sup>/s aralığında değişmektedir. Kaplan türbinleri, ya salyangoz gövdeli ya da boru tipi olarak imal edilmektedirler. İmal edilen Kaplan türbinlerinden bugüne kadar en büyük elde edilen güç 100MW olup dönel çark çapı 10m'nin üzerinde üretilmiştir. Genel verimleri de %80 ile %95 arasında değişir. Kaplan tipi türbinler klasik nehir türbinleri olarak da ifade edilirler. Düşey ya da yatay aksenli olarak monte edilip çalıştırılırlar Şekil 1.27. ve Şekil 1.28. (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).

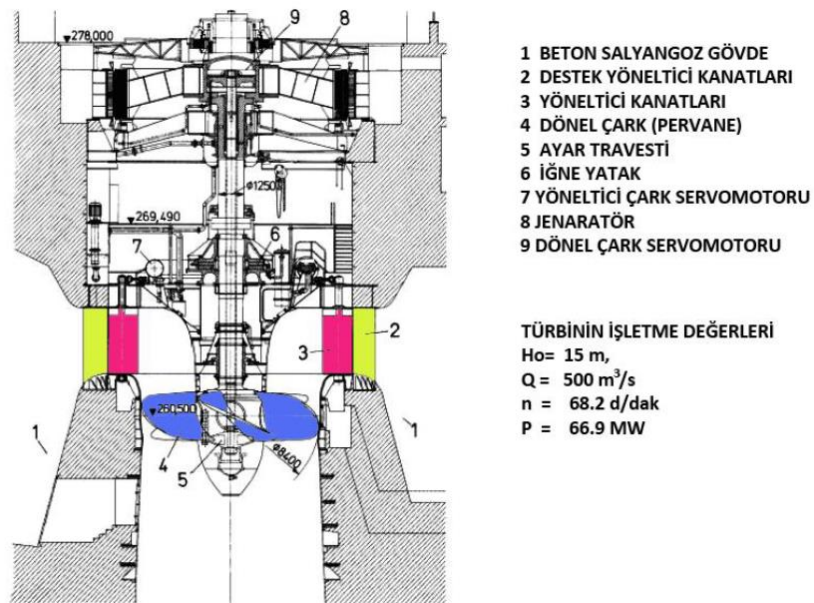


Şekil 1.27. Düşey aksenli Kaplan türbini.

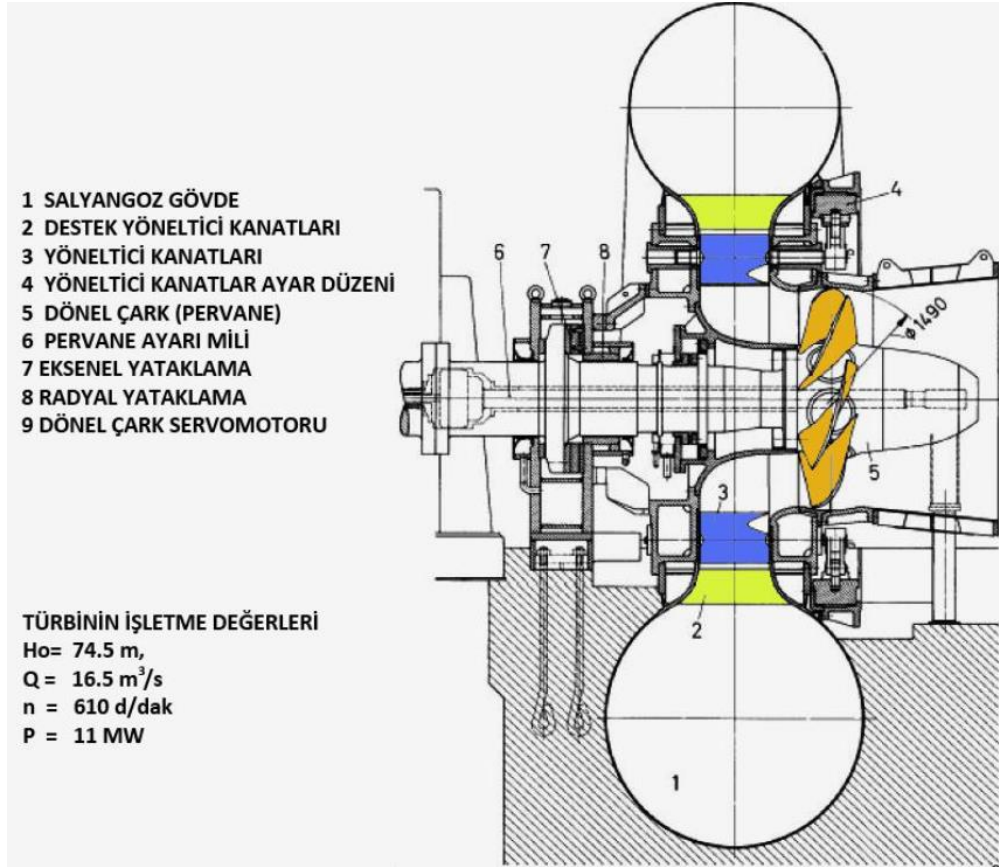


Şekil 1.28. Yatay eksenli Kaplan türbini.

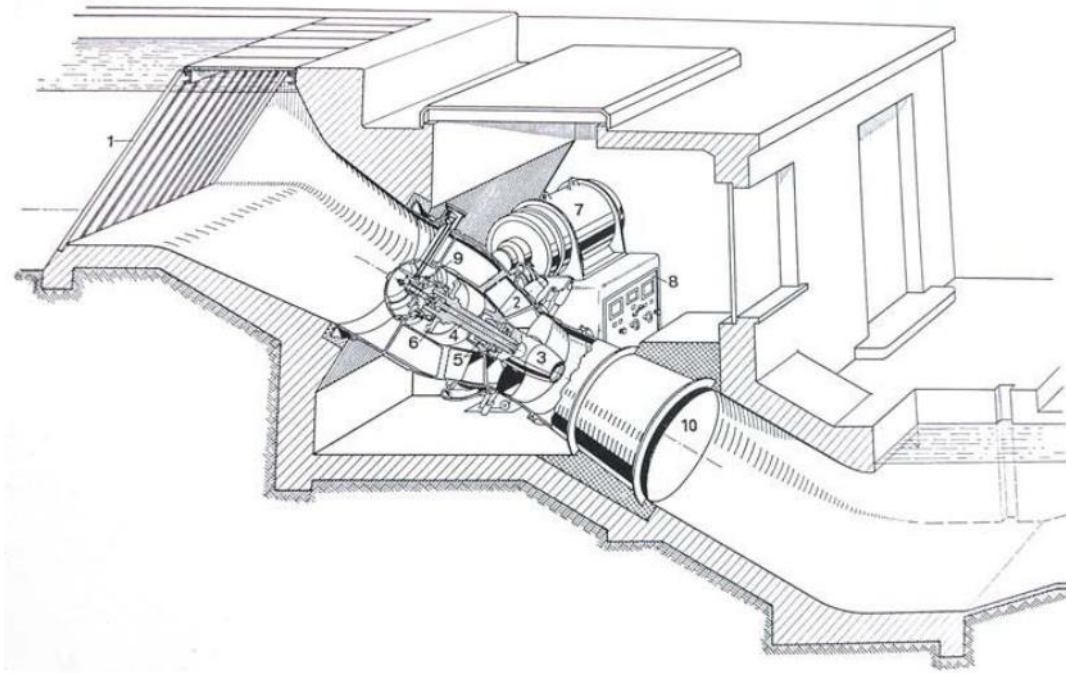
Kaplan türbini dönel çark çapı 3-8 metre arasında kanatlar ayarlanabilir olarak imal edilirler. Buradaki ayar, hidrolik servo-motorlarla sağlanır. Özel durumlarda kanatların ayarlı olmasından vazgeçilebilir. Bu durumda türbinin adı Uskur tipi olmaktadır. 20 metre düşüye kadar beton salyangoz gövdeli imal edilirler Şekil 1.29.. Daha büyük düşülerde ise salyangoz gövde saçıtan imal edilmelidir Şekil 1.30.. Bunun en büyük sebebi oluşan basınca karşı koyabilmesi içindir (Ergin, 1979; Varol, 1986; Başeşme, 2003; Karagöz, 2005; Pancar, 2007; Berkün, 2010; Çallı, 2011; Özen, 2014).



Şekil 1.29. Beton salyangozlu Kaplan su türbini tesisi. (Voith firmasından)



Şekil 1.30. Saç salyangozlu Kaplan su türbini tesisi. (Voith firmasından)



Şekil 1.31. Nehirlerde uygulanan Boru Tipi Kaplan Su Türbini tesisi.

## BÖLÜM 2. TÜRKİYE’NİN ENERJİ İHTİYACI VE ARTVIN İLİ

### 2.1. Türkiye’nin Enerji İhtiyacı ve Hidroelektrik Santral Kullanımının Durumu

Türkiye Elektrik Üretimi üretimdeki paylarına göre sırasıyla doğalgaz, hidroelektrik, taş kömürü ve linyit, ithal kömür, rüzgar, motorin ve fuel-oil gibi sıvı yakıtlar jeotermal, biyogaz ve güneş enerjisi ile yapılmaktadır (Öztürk, 2013)

Kaynaklara göre günlük elektrik üretimi, 13.06.2018 Çarşamba günü alınan verilere göre 811.459.960 kWh olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında hidroelektrik santrallerinin durumu incelendiğinde bir günlük elektrik üretimi 179.508.480 kWh olarak %22’lik büyük bir orana tekabül etmektedir. Üretimin kaynaklara dağılımı ve hidroelektrik santrallerin durumu aşağıdaki Tablo 2.1.’deki gibidir.

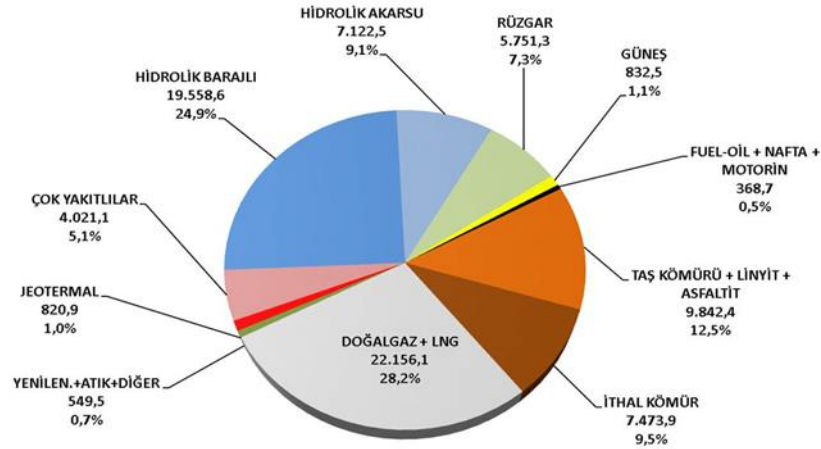
Tablo 2.1. Kaynaklara göre Türkiye’de bir günlük elektrik üretimi tablosu (<http://www.teias.gov.tr>)

13.06.2018 Çarşamba Türkiye Elektrik Üretimi (kWh)				
İthal	Fosil	Doğalgaz	223.311.580	%27,52
İthal	Fosil	İthal Kömür	188.899.620	%23,28
Yerli	Yenilenebilir	Hidrolik	179.508.480	%22,12
Yerli	Fosil	Taş Kömürü ve Linyit	137.637.620	%16,96
Yerli	Yenilenebilir	Rüzgar	28.992.360	%3,57
Yerli	Yenilenebilir	Güneş	24.578.220	%3,03
Yerli	Yenilenebilir	Jeotermal	17.348.700	%2,14
Yerli	Yenilenebilir	Biyogaz	6.714.480	%0,83
İthal	Fosil	Fuel-Oil ve Nafta	4.468.900	%0,55

Türkiye Elektrik İletim A.Ş.’den alınan Şekil 2.1.’deki verilere göre ülkemizin 2016 yılı enerji ihtiyacını sağlayan kurulu gücü 78.497,4 MW ve hidrolik durumuna bakıldığında, Hidrolik Barajlı 19.558,6 MW ile %24,9, Hidrolik Akarsu 7.122,5 MW ile %9,1’ini oluşturmaktadır. Bu durum, hidroelektrik santrallerinin Türkiye’deki elektrik üretiminde büyük çoğunluğu sağladığını göstermektedir.



## TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ – 2016

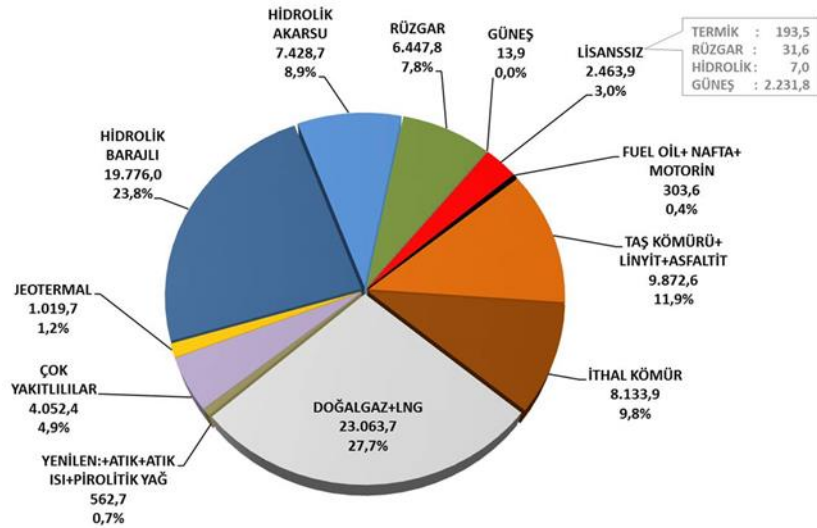


**KURULU GÜÇ (2016) : 78.497,4 MW**

Kaynak: TEİAŞ, 12.12.2017

Şekil 2.1. Türkiye'de 2016 yılı elektrik enerjisi kurulu gücü (<http://www.teias.gov.tr>)

## TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ – 2017 KASIM SONU

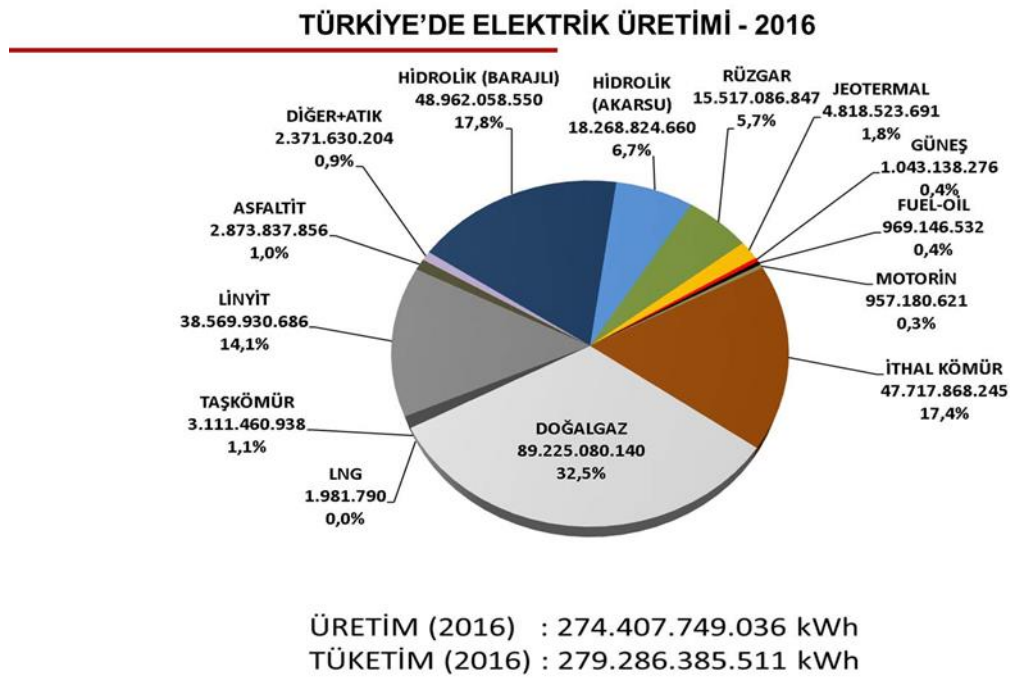


**KURULU GÜÇ (11/2017) : 83.138,9 MW**

Kaynak: TEİAŞ, 12.12.2017

Şekil 2.2. Türkiye'de 2017 Kasım ayı sonu elektrik enerjisi kurulu gücü (<http://www.teias.gov.tr>)

Türkiye’de 2016 yılında elektrik üretimi 274.407.749.036 kWh ve elektrik tüketimi 279.286.385.511 kWh olarak hidrolik durumuna bakıldığında, Hidrolik Barajlı 48.962.058.550 MW ile %17,8, Hidrolik Akarsu 18.268.824.660 MW ile %6,7’sini oluşturmaktadır ve Şekil 2.3.’de gösterilmektedir. Bu verilerden aldığımız bilgiye göre Türkiye 2016 yılında ki elektrik üretimi aynı yıl tüketilen elektriği karşılayamadığı görülmektedir.

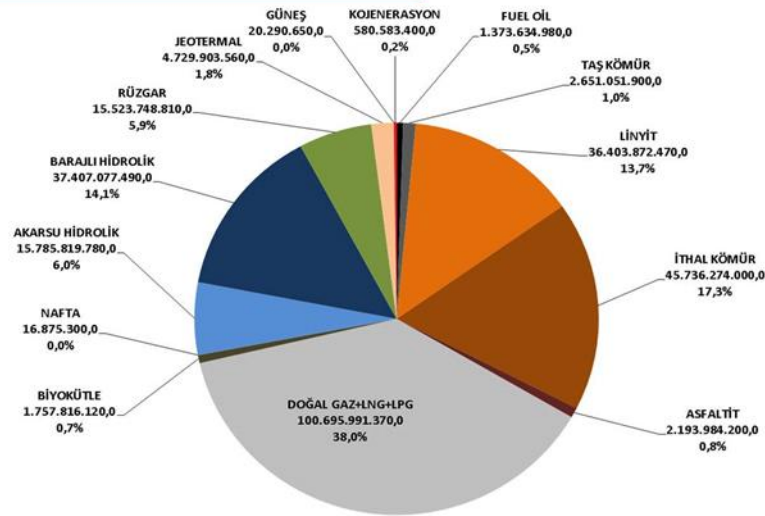


Kaynak: TEİAŞ, 12.12.2017

Şekil 2.3. Türkiye’de 2016 yılı elektrik üretim ve tüketimi (<http://www.teias.gov.tr>)

2017 Kasım sonu Türkiye’de elektrik üretimi 264.876.924.030 kWh ve elektrik tüketimi 264.380.709.320 kWh olarak hidrolik durumuna bakıldığında, Hidrolik Barajlı 37.407.077.490 MW ile %14,1, Hidrolik Akarsu 15.785.819.780 MW ile %6’sini oluşturmaktadır ve Şekil 2.4.’de gösterilmiştir. 2017 Kasım ayı sonunda ki veriler ışığında Türkiye’de elektrik üretiminin, elektrik tüketimini geçtiği görülmektedir. Ayrıca Hidroelektrik santrallerinin üretimdeki oranının düştüğü ve doğalgaz alımının arttığı görülmektedir.

### TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ÜRETİMİ - 2017 KASIM SONU



ÜRETİM (11/2017) : 264.876.924.030 kWh

TÜKETİM (11/2017) : 264.380.709.320 kWh

NOT: Lisanssız Üretim Hariçtir.

Kaynak: TEİAŞ, 12.12.2017

Şekil 2.4. Türkiye'de 2017 Kasım ayı sonu elektrik üretim ve tüketimi (<http://www.teias.gov.tr>)

Yapılan araştırmalar sonucunda [www.enerjiatlası.com](http://www.enerjiatlası.com) sitesi üzerinden alınan Şekil 2.5.'deki verilere göre ülkemizde hidroelektrik santralleri genel olarak 601 adet lisanslı santral, kurulu gücü 26.975 MWe, yıllık elektrik üretimi 70,985 GWh olduğu görülmüştür.

<b>HİDROELEKTRİK SANTRALLERİ PROFİLİ</b>	
AKTİF SANTRAL SAYISI	601
KURULU GÜÇ	26.975 MWe
KURULU GÜCE ORANI	% 33,57
YILLIK ELEKTRİK ÜRETİMİ	70.985 GWh
ÜRETİMİN TÜKETİME ORANI	% 27,30
LİSANS DURUMU	601 Lisanslı, 0 Lisanssız

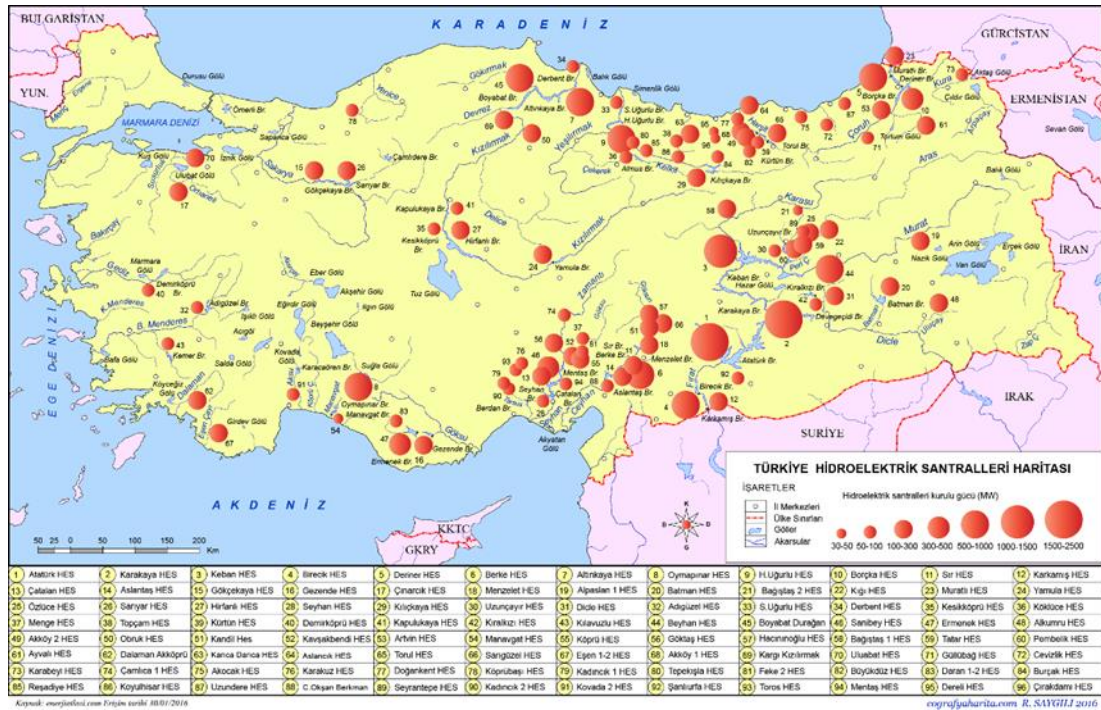
Şekil 2.5. Türkiye Hidroelektrik Santral Profili ([www.enerjiatlası.com](http://www.enerjiatlası.com))

Türkiye'deki Hidroelektrik santrallerin kurulu gücü ve proje kapasiteleri Şekil 2.6.'da durum, güç ve yüzdelik oran olarak gösterilmiştir.

Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri		
Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	27.044	%62,2
Kurulumu devam eden	6.716	%15,4
Üretim lisansı alınan	3.438	%7,9
Önlisans alınan	3.806	%8,8
Proje aşamasında	2.539	%5,8
<b>TOPLAM</b>	<b>43.474</b>	<b>%100</b>

Şekil 2.6. Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri (www.enerjiatlası.com)

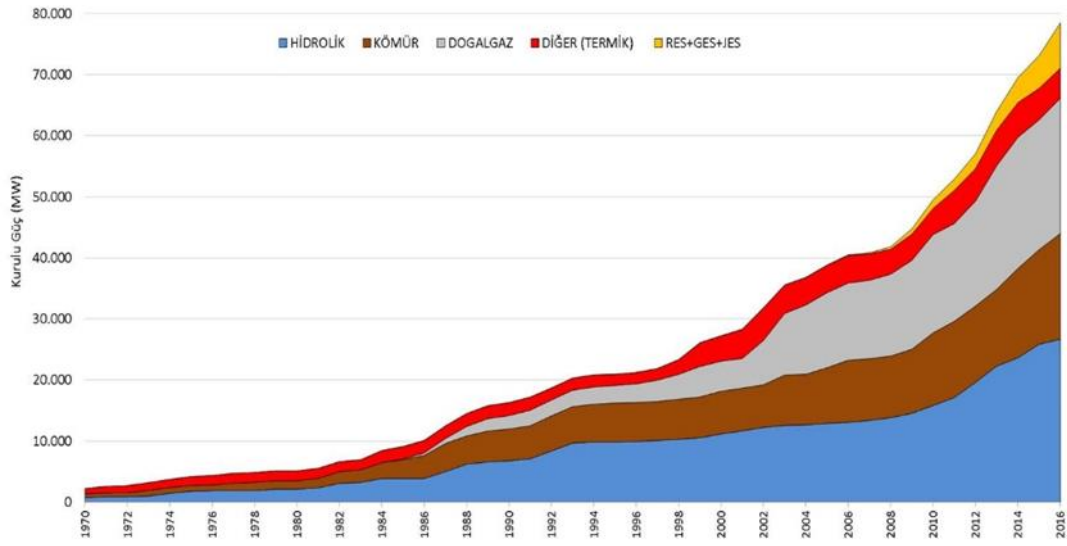
Aşağıda bulunan (www.enerjiatlası.com) adresinde 2016 yılında elde edilen Şekil 2.7.'deki verilere göre Türkiye de bulunan Hidroelektrik Santrallerinin bulunduğu yerlerde ve kurulu gücü resmedilmiştir.



Şekil 2.7. Türkiye hidroelektrik santralleri haritası (www.enerjiatlası.com)

Türkiye’de 1970 ila 2016 yılları arasında 46 yıl içerisindeki elektrik enerjisi kurulu gücünün yıllara göre artışı Şekil 2.8.’de gösterilmiştir. 1970-2016 yılları arasındaki hidroelektrik santral kurulumunun artışı dikkat çekmektedir.

## TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜNÜN DEĞİŞİMİ (1970 - 2016)



Kaynak: TEİAŞ, 16.06.2017

Şekil 2.8. Türkiye'de elektrik enerjisi kurulu gücünün 1970-2016 yılları arasındaki değişimi grafiği

## BÖLÜM 3. ARTVIN İLİNDE BULUNAN DERELER İÇİN UYGUN TÜRBİN SEÇİMİ

### 3.1. Artvin İli Hakkında Genel Bilgiler

Artvin ili 7.367 km<sup>2</sup> yüzölçümünde, Karadeniz Bölgesinin bir ilidir Şekil 3.1. Doğusunda Ardahan, güneyinde Erzurum, batısında Rize, Kuzeyinde Gürcistan ile komşudur. Kuzey-batısında Karadeniz vardır ve kıyı uzunluğu 34 km'dir. Doğu Karadeniz bölgesinde bulunan Artvin gerek coğrafi gerekse akarsu kaynaklarının enerji potansiyeli açısından önemlidir.



Şekil 3.1. Artvin ili konumu haritası

Coğrafi yapısı nedeniyle birçok küçük ve orta ölçekte 30'a yakın akarsu vardır Şekil 3.2. Bunlardan Karadeniz'e dökülenler hariç, diğerleri Çoruh Nehrinin kollarıdır. Karadeniz Havzası'nın belli başlı akarsularından olan Çoruh Nehrinin uzunluğu 376 km olup, 354 km'si yurdumuz sınırları içindedir. Nehrin il sınırları içindeki uzunluğu ise 150 km'dir. Çoruh'un maksimum debisi Artvin merkezine 2 km uzaklıkta yapımı

süren Deriner Barajı yerinde 1264 m<sup>3</sup>/sn, minimum debisi ise 31.4 m<sup>3</sup> /sn'dir. Yapılan bu çalışmada Doğu Karadeniz ve Çoruh nehri havzasında bulunan akarsuların enerji potansiyelleri araştırılmıştır.



Şekil 3.2. Artvin İli Açık Ve Kapalı Akım Gözlem İstasyonları haritası (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

### 3.1.1. Artvin ilinde bulunan mevcut santraller

Artvin ilinde bulunan 23 adet hidroelektrik santrallerden biri olan Yusufeli Barajı ve HES EÜAŞ tarafından yapımı devam etmektedir. Diğer 22 adet hidroelektrik santral ise devrededir. Bu santrallerin adı, firması ve kurulu gücünü Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Artvin ilinde bulunan kurulu hidroelektrik santraller (www.enerjiatlasi.com)

	<b>SANTRAL ADI</b>	<b>FİRMA</b>	<b>KURULU GÜÇ MW</b>
1.	Yusuflı Barajı ve HES	EÜAŞ	558
2.	Deriner Barajı ve HES	EÜAŞ	670
3.	Artvin Barajı ve HES	Doğuş Enerji	332
4.	Borçka Barajı ve HES	EÜAŞ	301
5.	Murath Barajı ve HES	EÜAŞ	115
6.	Erenler HES	Demiryörek Elektrik	45
7.	Arpa HES	Gürüş Holding	32
8.	Papart Regülatörü ve HES	Elite Elektrik Üretim	27
9.	Murgul HES	Cengiz Enerji	24
10.	Erenköy HES	Boydak Enerji	21
11.	Diyoban HES	Ati İnşaat Enerji	19
12.	Çakırlar HES	Gama Enerji	16
13.	Erik Regülatörü ve HES	Kıyı Enerji	15
14.	Aralık HES	Energo Pro	12
15.	Cansu HES	Cansu Elektrik Üretim	11
16.	Balklı 1, 2 ve 3 HES	Assu Elektrik Enerji Üretim	9,79
17.	Kabaca Reg. ve HES	Erva Enerji Elektrik Üretim	8,48
18.	Çifeköprü Regülatörü ve HES	Çifeköprü Elektrik Üretim	7,77
19.	Sıstuz HES	Omega Enerji	7,11
20.	Meşeli HES	Moği Elektrik	6,2
21.	Yayla HES	Boydak Enerji	4,67
22.	Hızır Regülatörü ve HES	Özyılmaz Enerji	1,96
23.	Esendal HES	Metek Hidro Enerji	0,29
		<b>TOPLAM</b>	<b>2244,27</b>

### 3.1.2. Artvin ilinde seçilen dereler ve kapasiteleri

Devlet Su İşlerine ait [www.rasatlar.dsi.gov.tr](http://www.rasatlar.dsi.gov.tr) adresinden Artvin ilinde bulunan akım gözlem istasyonu açık istasyonlarından seçilen 12 akarsuyun potansiyeli incelendi ve Tablo 3.2.'de gösterilmiştir. Örnek bir akarsu olarak Oltu Suyu deresinin konum, maksimum, minimum ve ortalama debileri ile geometrik yükseklik bilgileri ele alınarak tüm hesaplamalar detaylı bir şekilde yapılmıştır. Örnek olarak seçilen Oltu suyu deresine uygulanan tüm hesaplama yöntemleri diğer 11 dere üzerine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar tablolar halinde verilmiştir.



Tablo 3.2. Artvin ilinde bulunan derelerin geometrik özellikleri

İLÇE	HAVZA NUMARASI	DERE ADI	MAKSIMUM DEBİ	MINIMUM DEBİ	ORTALAMA DEBİ	GEOMETRİK YÜKSEKLİK	GUÇ
ARHAVI	22. Dogu Karadeniz Havzasi	BALLI DERE (KUÇUKKOY)	8,612	0,371	3,446	400-40 =360	2x5650KW
ARHAVI	22. Dogu Karadeniz Havzasi	KAPISTRE DERESİ (BAŞKOY)	18,074	0,586	8,602	400-40 =360	2x14125 KW
ARHAVI	22. Dogu Karadeniz Havzasi	KAPISTRE DERESİ (ÇAMLICA)	8,912	0,558	4,933	400-40 =360	2x8100 KW
YUSUFELI	23. ÇORUH HAVZASI	PETEREK	228,17	6,279	66,106	654-587 =67	4x10100K W
YUSUFELI	23. ÇORUH HAVZASI	HUNGEMEK	6,557	0,797	2,174	860-768 =92	1x1825 KW
YUSUFELI	23. ÇORUH HAVZASI	OLTU SUYU	82,369	0,752	21,732	850-572 =278	5x11020 KW
YUSUFELI	23. ÇORUH HAVZASI	PARHAL DERESİ (Altıparmak)	26,374	0,004	8,607	1122-805 =317	2x12425 KW
YUSUFELI	23. ÇORUH HAVZASI	PARHAL DERESİ (Dutdere)	39,415	0,361	12,272	705-587 =118	2x6600 KW
HOPA	22. Dogu Karadeniz Havzasi	SUNDURA DERESİ	5,307	0,104	2,965	38-0 =38	1x1028 KW
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	KARÇKAL DERESİ (Verenibağları)	10,562	0,361	3,281	523-366 =157	1x4700 KW
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	MANSURAT DERESİ	16,452	2,608	5,567	830-570 =260	2x6600 KW
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	MEYDANCIK DERESİ (DUTLU)	20,775	0,193	4,380	875-570 =305	2x6090 KW

Akarsu bilgileri Devlet Su İşlerine ait olan [www.rasatlar.dsi.gov.tr](http://www.rasatlar.dsi.gov.tr) adresinden alınmıştır. Bu bilgilere göre Artvin ilinde bulunan akarsulara ait maksimum ve minimum debiler ve akarsuyun akışı yönünde türbin kurulabilecek geometrik yükseklikler Tablo3.2.'de verilmiştir. Tabloda verilen akarsulara ait türbin seçimleri, maliyet hesaplamaları ve yapılabilirlik etütlerine örnek olarak Oltu suyuna ait veriler kullanılarak, türbin seçimi, maliyet hesaplamaları ve yapılabilirlik etütlerine ait hesaplamalar yapılmıştır. Türbin seçim kriterleri debiye ve geometrik yüksekliğe, özgül hıza göre yapılarak karşılaştırılmıştır. Maliyet hesaplamalarında kW başına düşen ortalama maliyet alınmıştır. Son olarak geri ödeme süresi ile kara geçiş noktası, yatırımın bugünkü değeri ve yatırımın iç karlılığı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar yatırımın Özsermaye-Teşvikli, Özsermaye-Teşviksiz ve yatırımın %30 kredili olması ile Teşvikli ve Teşviksiz olması durumuna göre incelenmiştir.

## **BÖLÜM 4. YAPILABİLİRLİK HESAPLAMA YÖNTEMLERİ**

### **4.1. Hesaplama Yöntemleri**

Yapılan araştırmalar ve hesaplamalar sonucunda Artvin ilinde 12 adet HES projesinin uygulamaya alınabileceği tespit edilmiştir. Bunların ekonomik olarak yapılabilirliğinin araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle literatürde bilinen 7 hesaplama yöntemden 3'ü sečilerek bu çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar örnekle bir türbin için detaylı olarak açıklanmıştır.

#### **4.1.1. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay backperiodmethod)**

Bu yöntemle “0” sıfır faiz oranı ile yatırımın getirisinin maliyeti kaç yıldakarşıladığı hesap edilmektedir. Bu yöntem yatırıma ilişkin kabaca bir fikir vermektedir. Farklı sečileneklerden uygunolanının çabuk bulunabilmesi nedeniyle tercih edilebilir. Kesin sonuç vermeyen ancak başlangıç için ivedi bir fikir ve sečilenekler arası tercih olanağı verebilen bir yöntemdir (Torkul, 2018).

Örnek: 10,000 YTL değerinde bir yatırım, 1 yıl 3,000 YTL, 2. yıl 3,000 YTL, 3. Yıl4,000 YTL getiri sağlıyorsa; yatırım kendini 3 yıl içerisinde geri ödemektedir. PBP 3yıldır.Bu sečilenek aynı yatırım tutarı fakat daha uzun bir Geri Ödeme Süresine sahip yatırıma yeđ tutulur (Torkul, 2018).

#### **4.1.2. Bugünkü değer yöntemi – PV (Presentvaluemethod)**

Yatırıma ilişkin tüm “Nakit Akış” değerlerinin yani gelir ve giderlerinin başlangıç zamanı ( $t = 0$ ) itibariyle belirli bir faiz ( $i$ ) oranı ile ıskonto edilerek bugünkü değerlerinin (başlangıç değerlerinin) bulunması yöntemidir. Bugünkü değer yöntemi

aşağıdaki formül (1)'e göre hesaplanmaktadır:

$$Pv = \sum_{t=0}^h At(1+i)^{-t} \quad (4.1.)$$

Burada;

$Pv$  : Yatırımın bugünkü değeri

$H$  : Yatırımın işletilmesi için öngörülen süre

$At$  : Yatırımın tüm nakit akış değerleri

$i$  : Öngörülen faiz oranı

$t$  : zaman

Farklı seçenekler göz önüne alınırsa yukarıdaki ifade;

$$Pvj(i) = \sum_{t=0}^h A_j t(1+i)^{-t} \quad (4.2.)$$

şeklinde formül (2) belirlenecektir. Farklı yatırım seçenekleri (J) arasından daha büyük pozitif ( $Pv$ )değeri olan tercih edilmektedir (Torkul, 2018).

#### 4.1.3. Gelecek değer yöntemi – FV (Future value method)

Yatırımın öngörülen süre sonundaki değerini belirleme yöntemidir. Farklı seçeneklerden pozitif ve daha büyük olan tercih edilir. Bugünkü değer yönteminden farklı olarak tüm nakit akış değerleri belirlenen dönem sonundaki karşılığı bulunur. Bu değerlerin toplamı yatırımın “Gelecek Değeri”dir. Yatırımcı için seçenekler arasında dönem sonu ulaşılacak varlıklara göre karar verilecekse bu yöntem tercih edilmektedir (Torkul, 2018).

Gelecek Değeri;

$$Fv = \sum_{t=0}^n At(1+i)^{n-t} \quad (4.3.)$$

bağıntısı ile formül (3)'den hesaplanır.

Yatırımın bugünkü değeri (ve/veya periyodik değeri) bulunmuş olduğuna göre, geleneksel serilerle hesaplanarak düzenlenmiş tablolar (Ek.3) yardımıyla ‘gelecek değer’ aşağıdaki ifadelerdeki gibi formül (4) veya (5) ile bulunabilir.

$$Fv(i) = Pv(i) (F/P i, n) \quad (4.4)$$

veya

$$Fv(i) = Av(i) (F/A i, n) \quad (4.5)$$

Burada;

- $F_v$  : Yatırımın gelecek değeri
- $A_t$  : Yatırımın tüm nakit akış değerleri
- $i$  : Faiz oranı
- $n$  : Öngörülen zaman
- $(F/P i, n)$  : Birleşik faiz faktörü
- $(F/A i, n)$  : Periyodik birleşik faiz faktörü

#### 4.1.4. Periyodik değer yöntemi – AV (Annual value method)

Bu yöntemde yatırımın tüm nakit akış değerleri, eşdeğer düzgün bir nakit akışı serisine dönüştürülür. Nakit akışı pozitif ve daha büyük olan seçenek tercih edilir. Periyodik Değer ( $Av$ ), Bugünkü Değer ( $Pv$ ) hesaplandıktan sonra aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir (Torkul, 2018).

$$Av(i) = \left\{ \sum_{t=0}^n At(F/P i, t) \right\} \cdot (F/P i, n) \quad (4.6)$$

$$(P/F i, t) = (1 + i)^{-t} \quad (4.7)$$

formül (6) ve (7) gösterildiği gibi olduğu için;

$$AV(i) = PV(i) \cdot (A/P, i, n) \quad (4.8)$$

formül (8) ortaya çıkmıştır.

Burada;

$A_v$ : Yatırımın eşdeğer (dönemsel) periyodik nakit akış değerleri  
 $A_t$ : Yatırımın tüm nakit akış değerleri

$P_v$  : Yatırımın bugünkü değeri

$i$  : Öngörülen faiz oranı

$n$  : Öngörülen zamanı ifade eder.

$(A/P, i, n)$ : Yatırımın geri dönüş faktörü; farklı  $(i)$  faiz oranları ve zaman  $(n)$  değerleri için seriler yardımıyla hesaplanmış bir sabit değerdir ve tablo halinde yayınlanmıştır.

Bugünkü değer yöntemiyle bulunan değer Uniform seri sonucu, bulunan  $(A/P, i, n)$  değerlerinin çarpımı sonucu periyodik eşdeğer nakit akış değeri bulunur.

Bu yöntem özellikle, yatırım için kredi kullanılması ve bu kredilerin dönemsel taksitler halinde geri ödenmesi durumunda yatırımcıya ödenebilecek taksit büyüklüğü hakkında fikir vermektedir (Torkul, 2018).

#### 4.1.5. Tasarruf yatırım oranı – SIR (Saving investment ratio method)

Bu yöntem tüm (-) negatif nakit akış değerleri (harcamalar, giderler) ve (+) pozitif nakit akış değerleri (gelirler) arasındaki bağlantıyı tespit eden formül (9) ve buna göre değerlendirme yapılan yöntemdir.

$$SIR(i) = \frac{\sum_{t=0}^n R_t(1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t(1+i)^{-t}} \quad (4.9)$$

Burada;

SIR : Tasarruf / Yatırım Oranı

$A_t$  : t zamanındaki nakit akış değeri

$R_t$  : {  $A_t$  eğer  $A_t \geq 0$  ise; diğer durumlarda 0

$C_t$  : {  $-A_t$  eğer  $A_t \leq 0$  ise; diğer durumlarda 0

SIR yöntemi tüm (+) nakit akış değerlerinin ( $R_t$ ) bugünkü değerinin tüm (-) nakit akışı mutlak değerlerinin ( $C_t$ ) bugünkü değerine oranıdır. SIR değeri (1) den büyük olmalı yani (+) nakit akış değerleri toplamı (gelirler) (-) nakit akışı değerleri toplamından büyük olmalıdır. Yatırım seçeneklerinden daha büyük SIR oranı olan tercih edilir (Torkul, 2018).

#### 4.1.6. Kapitalize değer yöntemi – CV (Capitalized value method)

Nakit akışı değerleri, çok uzun bir süreyi kapsıyor ve tekrar ediyorsa, projenin yapılabiliş formül (10)'da ki bu yöntemle değerlendirilmektedir.

$$A = P_V \cdot i \quad (4.10)$$

Burada;

$P_V$  : Yatırımın bugünkü değeri

A : Dönemsel faiz getirisi

i : Cari faiz oran veya

$$P_V = A/i \quad (4.11)$$

Görüldüğü üzere dönemsel getirisi A olan bir yatırımın değeri cari faiz oranına bölünerek formül (11)'de ki gibi bulunmaktadır.

Bu yöntemle, söz gelişi Boğaziçi Köprüsü'nün otoyolların veya telefon sistemi gibi iletişim sistemlerinin dönemsel getirisi bilindiğinde sistemin tümünün değeri tespit

edilebilmektedir. Örneğin özelleştirme işlemlerinde bugünkü değerinin ( $P_V$ ), dolayısı ile ‘özelleştirme başlangıç değerinin’ bu yöntemle belirlendiği bilinmektedir (Torkul, 2018).

#### 4.1.7. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method)

Bu yöntemde yatırımın öngörülen süre sonunda, gelecek değerini  $F_v = 0$  yapacak faiz oranı tespit edilmektedir. Bu faiz oranı cari faiz oranlarından yüksek ise yatırım (proje) yapılabilir kabul edilir. Bu faiz oranı ‘İç Karlılık’ olarak kabul edilen faiz oranıdır. Bir başka yaklaşımla, yatırımcının razı olacağı faiz, IRR (bir diğer deyişle iç karlılık oranı veya ROI- Return on Investment) ile yatırımın geri ödeneceği süre; öngörülen süreden kısa ise yatırım (proje) yapılabilir kabul edilmektedir (Torkul, 2018).

$$0 = \sum_{t=0}^n At(1+i)^{n-t} \quad (4.12.)$$

İç Karlılık Yönteminde hazırlanan tablolarda yatırımın getirisi, öngörülen iç karlılık oranı ile elde edilebilecek getiriden mahsup edilmekte, mahsup dışı yatırım tutarı sonraki yıla aktarılmakta ve işlem mahsup dışı tutar ‘0’ veya (+) olana kadar sürdürülmektedir. Mahsup dışı tutarın (0) veya (+) olduğu yıl öngörülen süreden kısa olmalıdır. Bu yöntemle, alternatif yatırım olanaklarından yatırımı, öngörülen faiz oranı ile daha kısa sürede ödeyen yatırım tercih edilmektedir (Torkul, 2018).

## 4.2. Yatırım Yöntemleri

Bir yatırımı yapan yatırımcı, birkaç yöntem ile yatırımı gerçekleştirebilir. Bu yöntemler kendi özsermayesi ile veya kredi desteği alınarak yapılabilir. Resmi Gazetede yayınlanan 08.01.2011 tarihli 27809 Sayı 6094 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda, elektrik üreticisinden alış fiyatı kWh cinsinden ve yerli katkı ilavesi belirlenmiştir. Bunlar ile birlikte ülkemizde Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi Hidroelektrik Üretim Tesisinde, uygulanacak fiyatlar 7,3 ABD Doları cent/kWh

olarak belirlendi ve Tablo 4.1.'de Resmi Gazete 29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun I Sayılı Cetvelinde gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları için Uygulanacak fiyatlar

<b>I Sayılı Cetvel</b> (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Resmi Gazete II Sayılı Cetvelinde yurt içinde gerçekleşen imalatta Türbin için 1,3 ABD Doları cent/kWh ve Jeneratör ile Güç Elektroniği için 1,0 ABD Doları cent/kWh yerli katkı ilavesi yapılmaktadır ve Tablo 4.2. de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Resmi Gazete Yerli Katkı İlavesi Hidroelektrik üretim tesisi kısmı

<b>II Sayılı Cetvel</b> (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent/kWh)
A- Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0

Resmi Gazete 18/11/2013 Tarihli Ve 2013/5625 Sayılı Kararnamenin Ekinde alınan kararda; MADDE 1 – (1) 1/1/2016 tarihinden 31/12/2020 tarihine kadar işletmeye girecek olan Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) Destekleme Mekanizmasına tabi YEK Belgeli üretim lisansı sahipleri için 5346 sayılı Kanuna ekli I sayılı Cetvelde yer alan fiyatlar, on yıl süreyle uygulanır.



(2) 1/1/2016 tarihinden 31/12/2020 tarihine kadar işletmeye girecek YEK Belgeli üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde, bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için 5346 sayılı Kanuna ekli I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle aynı Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.

Yurt içinde imal edilen aksam ve bütünleştirici parçalar listesi ile bu aksam ve bütünleştirici parçaların yerli olma oranına göre uygulanacak yerli katkı ilavesi formülü 24 Haziran 2016 Tarihli ve 29752 Sayılı Resmî Gazete "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik" ve ekinde gösterilmektedir.

Yapılacak olan hesaplama yöntemlerinde yurt içinde imal edilen aksam ve bütünleştirici parçaların %100 olması durumuna göre I Sayılı Cetvel ve II Sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlarla Teşvikli gelir ve bu aksam ve parçaların yurt içinde imal olmaması durumuna göre I Sayılı Cetvelde belirtilen fiyat Teşviksiz gelir olarak sermaye tipi belirlenecektir.

Teşvikli gelir kanunda belirtildiği ve I ve II Sayılı Cetvellerdeki gibi 5 yıl süreyle ve sonrasında ki 5 yıl sadece I Sayılı Cetvelden belirtilen fiyat üzerinden hesaplamalar yapılacaktır. Teşviksiz gelir kanunda belirtildiği I Sayılı Cetvelde 10 yıl süreyle fiyat hesaplamaları yapılacaktır.

Bu teşvikler ile birlikte yatırımcının yatırımını gerçekleştirmesi için Yatırım sermaye tipinin Özsermaye-Teşvikli ve Teşviksiz olması ile Kredili-Teşvikli ve Teşviksiz olarak 4 farklı şekilde yapılabileceği anlaşılmıştır.

Bu durumlardikkate alındığında Artvin ilinde seçilen 12 derenin ve bu derelerden örnek olarak seçilip detaylı açıklaması yapılan Oltu Suyu Deresi bu 4 farklı tip yatırım şekline göre hesaplamaları incelenmiştir.

#### 4.2.1. Oltu Suyu deresi yapılabirlik örneği

Bu alıřmada Artvin ilinde bulunan derelerden örneđ olarak seçilen Oltu Suyu Deresi üzerine kurulması dűřünűlen bir tűrbin için önce tűrbin seçimi, seçimin dođrulanması ve tűrbin kurulum maliyeti hesaplamaları yapılacaktır. Yapılan bu hesaplamalara göre Tűrbin yapılabirliđi geri ödeme sűresi, bugűnkű deđer ve iç karlılık yöntemleri kullanılarak incelenmiřtir.

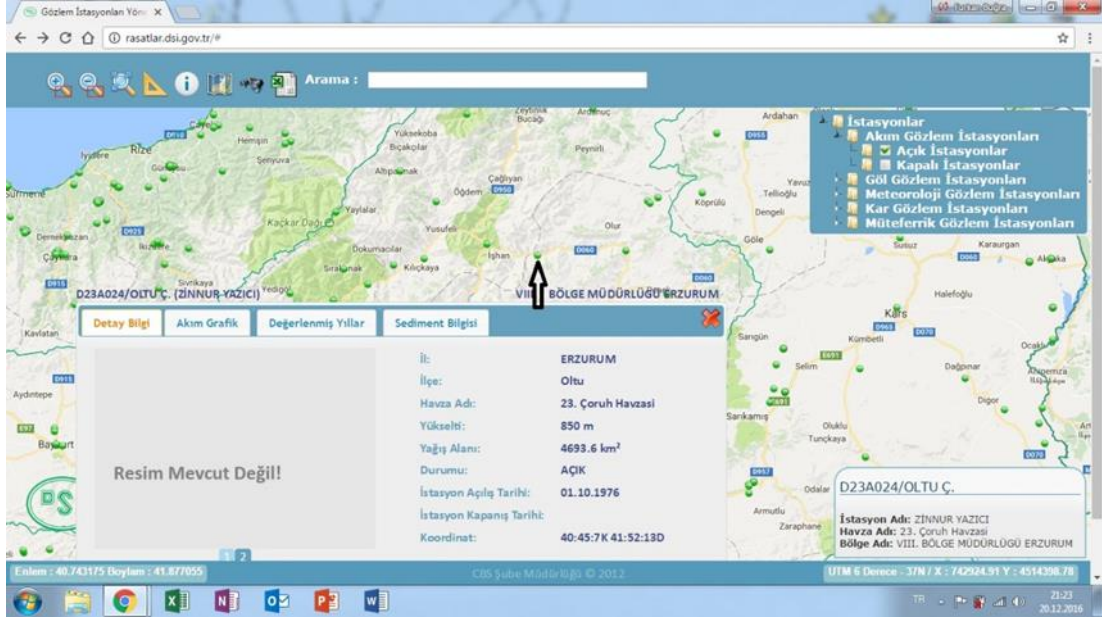
#### 4.2.2. Enerji potansiyelinin belirlenmesi

Ülkemizde Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından tűm bölgelerde akarsu potansiyelinin tespiti amacıyla açık gözlem debi lűm istasyonları kurulmuştur. Bu istasyonlardan elde edilen her akarsuya ait debi değişimleri aylık ortalama veriler her yıl için [www.rasatlar.dsi.gov.tr](http://www.rasatlar.dsi.gov.tr) adresinde yayınlanmaktadır. Bu çalışmada 2016 yılına ait DSİ tarafından yayınlanan açık gözlem istasyon bilgileri kullanılmıştır. Açık gözlem istasyonundan her akarsuyun (Derenin) aylık ortalama akım değerleri verilmektedir. Aylık ortalama akım değerleri alınarak o yıla ait maksimum, minimum ve 12 ayın ortalama debileri tespit edilmiştir. Tűrbin tipi seçiminde 12 ayın ortalama debisi kullanılmıştır. Aşağıdaki şekil 4.1.'de DSİ'ye ait olan web sayfasından alınan Ballı deresine ait iki akım gözlem istasyonlarının arasında ki akım ynu ve dereye ait lűm verileri ekran grűntűleri grűlmektedir.

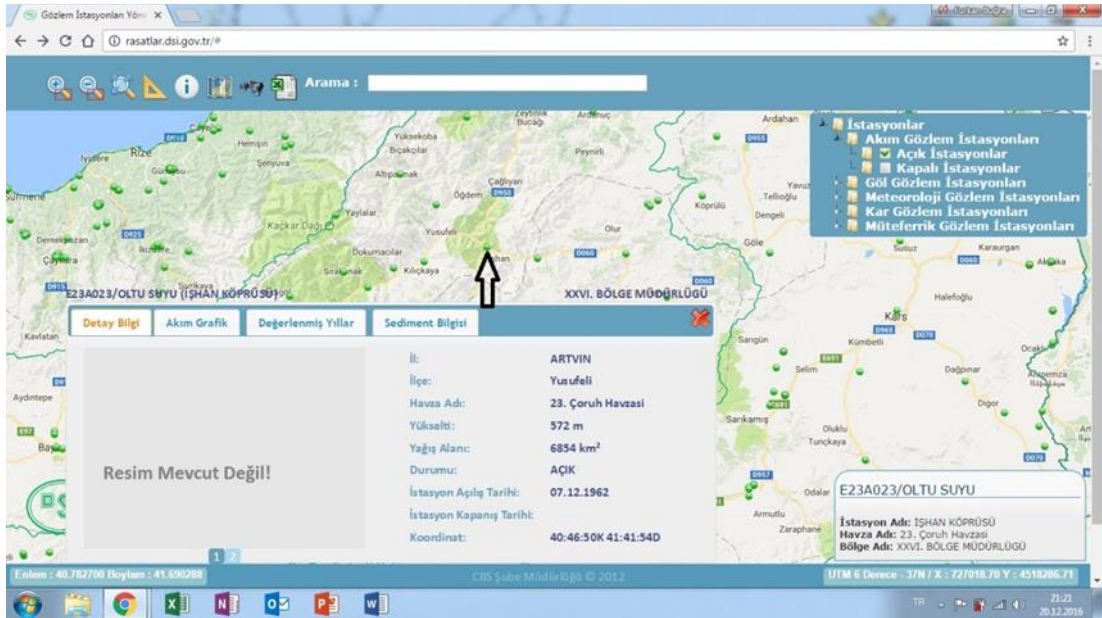


şekil 4.1. Oltu suyu deresi akış ynu ve akım gözlem istasyonlarının coğrafi konumları (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

Açık istasyonlardan seçilen Oltu Suyu deresi için seçilen açık iki istasyonun konum, debi ve geometrik yükseklik bilgileri [www.rasatlar.dsi.gov.tr](http://www.rasatlar.dsi.gov.tr) adresinden alınarak 1. istasyon Oltu Çayı-Zinnur Yazıcı Şekil 4.2.'de ve 2. istasyon Oltu Suyu-İşhan Köprüsü olarak seçilmiş ve Şekil 4.3.'de gösterilmiştir.

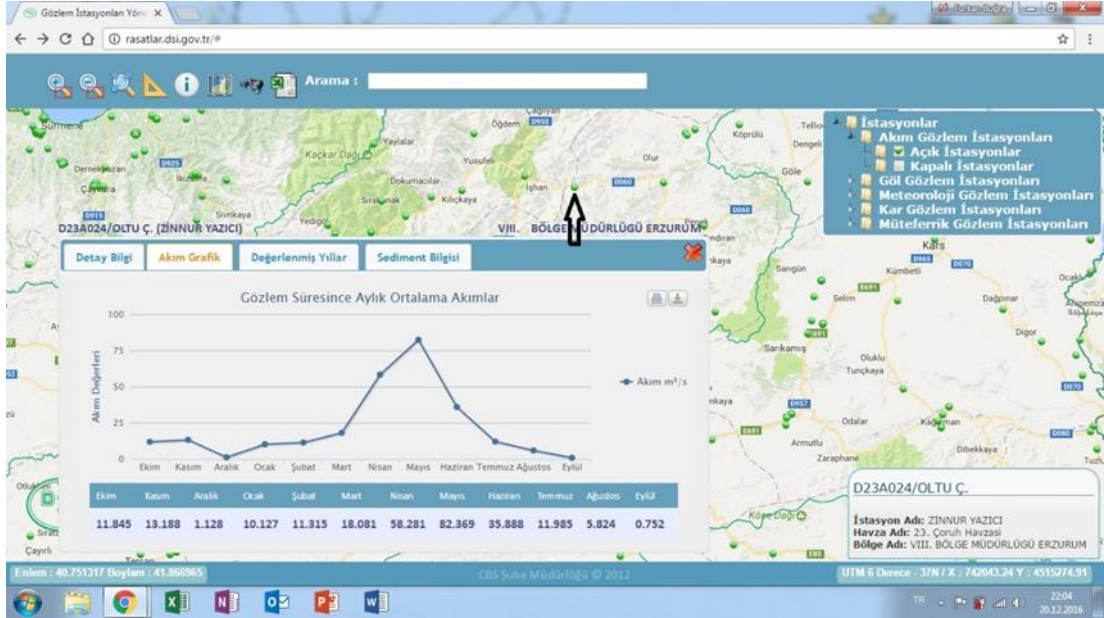


Şekil 4.2. Oltu Suyu deresine ait 1. Akım gözlem istasyon bilgisi (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

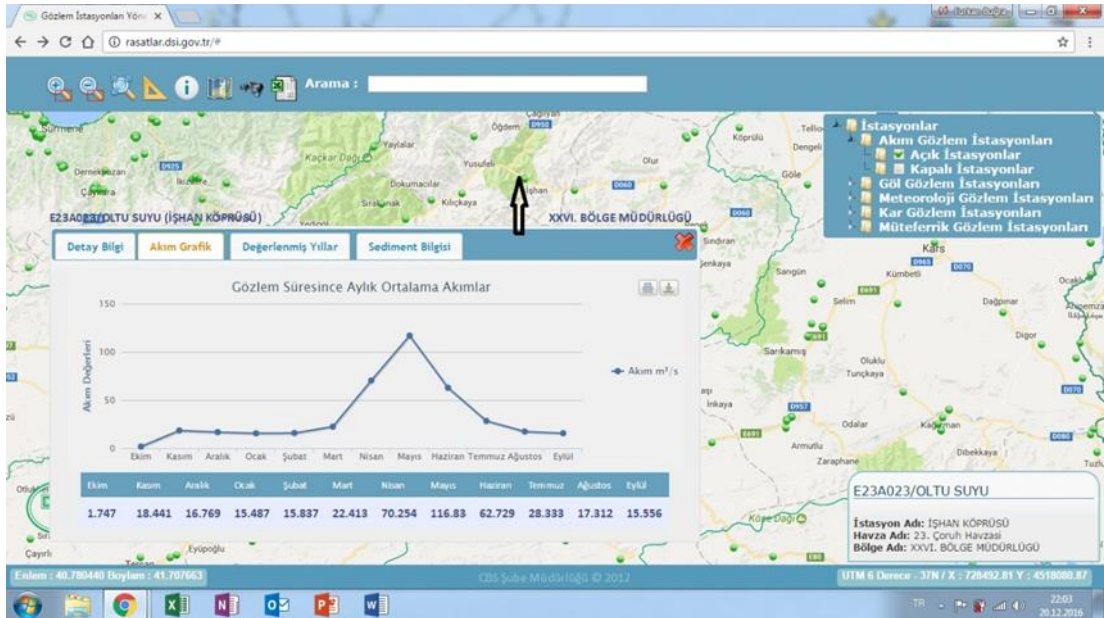


Şekil 4.3. Oltu Suyu deresine ait 2. Akım gözlem istasyon bilgisi (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

Oltu Suyu Deresinin seçilen açık iki istasyonun 12 ayın aylık ortalama debi değerleri ve bu değerlere bağlı olarak akım grafiği 1. Şekil 4.4.'de ve 2. istasyonun bilgileri Şekil 4.5.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Oltu Suyu deresine ait 1. Akım gözlem istasyonu Akım Grafiği bilgisi (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)



Şekil 4.5. Oltu Suyu deresine ait 2. Akım gözlem istasyonu Akım Grafiği bilgisi (<http://rasatlar.dsi.gov.tr>)

DSI tarafından kurulan ölçüm istasyonlarında her akarsuyun kaynağında ve akarsunun başka bir akarsuya bağlandığı nokta arasında veya denize dökülmeye yakın noktada olmak en az iki akım gözlem istasyonu vardır. Her akarsuya ait net düşü değeri olarak dere kaynağı ile bağlantı noktası veya denize dökülmeye yakın olan DSI akım gözlem istasyonları arasındaki kot farkları alınmıştır. DSI akım gözlem istasyon verilerinden Oltu Suyu deresine ait yıllık maksimum, minimum ve 12 ayın ortalama debileri ve iki akım gözlem istasyonu arasındaki kot farkından geometrik yükseklik tespit edilmiştir. Maksimum verim ve sürekli ve yerel kayıpların olmadığı kabul edilerek geometrik yükseklik net düşü olarak alınmıştır. Bu bilgiler aşağıda Tablo 4.3.'de sunulmuştur.

Tablo 4.3. Oltu Suyu Deresine ait ana büyüklük bilgileri

İLÇE	HAVZA NUMARASI	DERE ADI	MAKSİMUM DEBİ	MİNİMUM DEBİ	ORTALAMA DEBİ	GEOMETRİK YÜKSEKLİK
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	OLTU SUYU	82,369	0,752	21,732	850-572=278

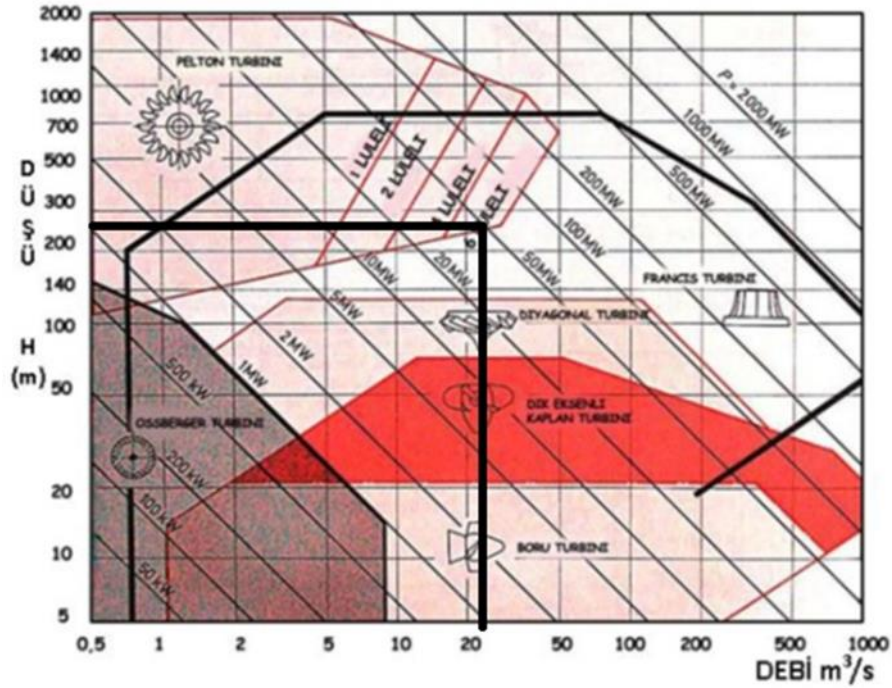
#### 4.2.3. Türbin tipinin belirlenmesi

Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda üç farklı türbin tipi tespit metodunun olduğu anlaşılmıştır. Sırayla akarsuyun veya derenin ortalama debi ve düşüye göre çalışma alanları Esher-Wyss firması tarafından geliştirilen Şekil 4.6. grafiğinden, ikincisi (ns)'e göre Tablo 4.2.'den, üçüncüsü Voith firması tarafından özgül hız (nq) ile düşüye göre belirlenen Şekil 4.7.'dir. Her akarsu için bu seçimler teker teker yapılarak doğrulama yapılmıştır. Bu hesaplamalar için hidrolik güç ve özgül hesaplamaları yapılmalıdır (Yazıcı, 1983; Varol, 1986; Pancar, 2007; Çallı, 2011).

##### 4.2.3.1. Debi-Düşüye göre türbin tipinin belirlenmesi

Ölçüm istasyon verilerinden Oltu Suyunun yıllık ortalama debisinin 21,732 m<sup>3</sup>/s olduğu, iki istasyon arasındaki geometrik yüksekliğin ise 278 m olduğu tespit edilmiştir. Aşağıda verilen debi-net düşü ye bağlı türbin seçimi için kullanılan Esher-Wyss firması tarafından verilen grafikten Oltu suyu için uygun olan türbin tipinin

FRANCİS tip türbin olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Oltu Suyu için türbin tiplerinin düşü ve debiye göre çalışma bölgesi (Esher-Wyss Firmasından).

#### 4.2.3.2. Özgül hız doğrulanması $ns'$ 'e göre

Özgül hızlara göre türbin tipinin doğrulanması için türbin mil gücünün hesaplanması gereklidir. Yapılan araştırmalarda Francis türbin veriminin 0,80-0,95 aralığında olduğu görülmüştür. Buna göre türbin mil gücü hesaplamalarında türbin verimi 0,93 olarak alınmıştır (Yazıcı, 1983; Varol, 1986; Pancar, 2007; Çallı, 2011).

$$P_{mil} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_0 \cdot \eta \quad (4.13)$$

$$P_{mil} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 21,732 \cdot 278 \cdot 0,93$$

$$P_{mil} = 55118380,5 \text{ W}$$

$$P_{mil} = 55118,4 \text{ kW olarak hesaplanabilir.}$$

Burada;

$P_{mil}$  : Mil gücü

$P$  : Akışkan yoğunluğu

- g : Yerçekimi katsayısı  
 Q : Akışkan hacimsel debisi  
 H<sub>0</sub> : Net geometrik yükseklik  
 η : Türbin verimini ifade etmektedir.

Özgül hız hesabı yapılırsa;

Yapılan araştırmalarda bu tip akarsular için kullanılan türbin devir sayılarının genelde 400-800 d/d aralığında olduğu görülmüştür. Buna göre özgül hızı hesaplamasında türbin devir sayısı 500 d/dk olarak kabul edilmiştir (Yazıcı, 1983; Varol, 1986; Pancar, 2007; Çallı, 2011).

Tablo 4.4. ns değerlerine göre türbin seçim tablosu (Skat Corp. Hydraulics Engineering Manuel Tablosundan).

Türbin Tipi	ns Değerleri
Kaplan/Uskur Türbini	270-1000
Francis Türbini	60-350
Banki Türbini	42-170
Pelton Türbini	8-62

$$n_s = n \frac{\sqrt{P}}{(H_{net})^{5/4}} = 500 \frac{\sqrt{55118,4}}{(278)^{5/4}} = 103 \quad (4.14)$$

Burada;

- ns : Özgül hız  
 n : türbin ortalama devir sayısı  
 P : türbin gücü  
 H<sub>net</sub> : Net geometrik yüksekliği ifade etmektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen özgül hız değerlerine göre Tablo 4.4. Skat Corp. Hydraulics Engineering Manuel tablosundan alınan bilgiye göre uygun türbinin FRANCİS tipi türbin olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.2.3.3. Oltu suyu için özgül hız doğrulanması n<sub>q</sub>'ya göre

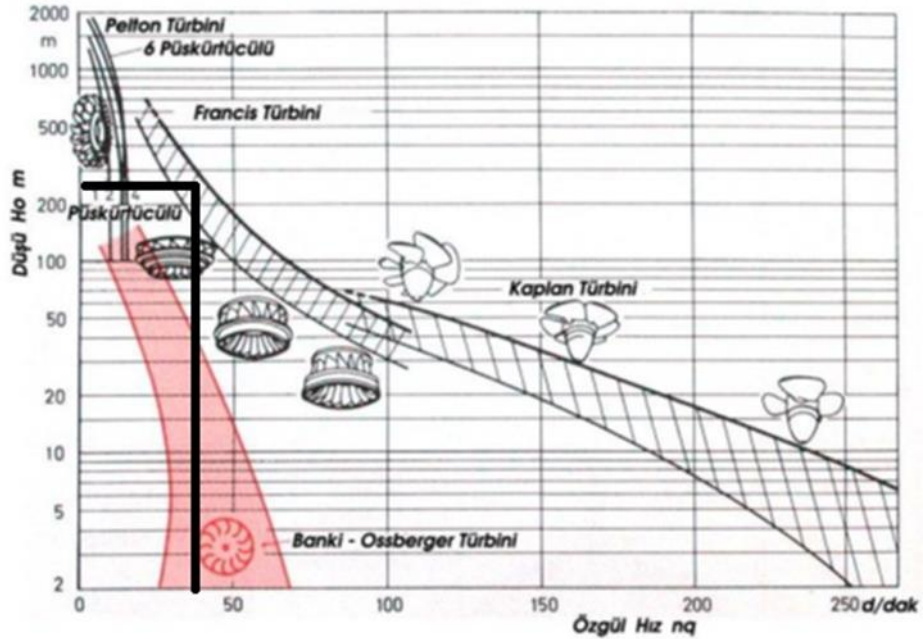
ns hesaplamalarına benzer şekilde türbin devir sayısı 500 d/dk, debi 21,732 ve geometric yükseklik 278 metre olarak alınırsa n<sub>q</sub> değerinin 34 olduğu hesaplanabilir.

$$n_q = n \frac{\sqrt{Q}}{(H_{net})^{3/4}} = 500 \frac{\sqrt{21,732}}{(278)^{3/4}} = 34 \quad (4.15)$$

Burada;

- n<sub>q</sub> : Özgül hız  
n : Türbin ortalama devir sayısı  
Q : Akışkan hacimsel debisi  
H<sub>net</sub> : Net geometrik yüksekliği ifade etmektedir.

Yapılan hesaplama sonucunda elde edilen n<sub>q</sub> değeri ve net düşü değerine göre aşağıdaki türbin tipi seçimi Voith firması tarafından verilen grafikten FRANCİS türbin tipinin uygun olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Oltu Suyu için türbin tipinin özgül hızı bağı olarak düşü değışimleri (Voith Firmasından).



Tüm akarsular için ayrı ayrı yapılan hesaplamalarda elde edilen hidrolik güç,  $n_s$  ve  $n_q$  özgül hızları hesaplanmıştır. Literatürde bulunan türbin seçim yöntemlerinden seçtiğimiz 3 farklı yöntem her dere için uygulandı. Bu türbin tipi seçimleri ve doğrulamaları yapılarak aşağıdaki tabloda her akarsu için uygun türbin tipleri ve ana büyüklükler Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Artvin ilinde bulunan 12 akarsu için uygun türbin tipleri ve ana büyüklükler

İLÇE	HAVZA NUMARASI	DERE ADI	MAKSİMUM DEBİ	MİNİMUM DEBİ	ORTALAMA DEBİ	GEOMETRİK YÜKSEKLİK	GÜÇ	$n_s$ ÖZGÜL HIZ	$n_q$ ÖZGÜL HIZ	UYGUN TÜRBİN TİPİ
ARHAVİ	22. Dogu Karadeniz Havzası	BALLI DERE (KÜÇÜKKÖY)	8,612	0,371	3,446	400-40 =360	2x5650 KW	33,9 d/d	11,2 d/d	PELTON
ARHAVİ	22. Dogu Karadeniz Havzası	KAPISTRE DERESİ (BAŞKÖY)	18,074	0,586	8,602	400-40 =360	2x14125 KW	53,6 d/d	17,7 d/d	PELTON
ARHAVİ	22. Dogu Karadeniz Havzası	KAPISTRE DERESİ (ÇAMLICA)	8,912	0,558	4,933	400-40 =360	2x8100 KW	40,6 d/d	13,4 d/d	PELTON
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	PETEREK	228,17	6,279	66,106	654-587 =67	4x10100 KW	524,3 d/d	173,6 d/d	FRANCIS
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	HÜNGEMEK	6,557	0,797	2,174	860-768 =92	1x1825 KW	75 d/d	25 d/d	FRANCIS
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	OLTU SUYU	82,369	0,752	21,732	850-572 =278	5x11020 KW	103 d/d	34 d/d	FRANCIS
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	PARHAL DERESİ (Altıparmak)	26,374	0,004	8,607	1122-805 =317	2x12425 KW	59 d/d	19,5 d/d	PELTON
YUSUFELİ	23. ÇORUH HAVZASI	PARHAL DERESİ (Dutdere)	39,415	0,361	12,272	705-587 =118	2x6600 KW	148 d/d	49 d/d	FRANCIS
HOPA	22. Dogu Karadeniz Havzası	SUNDURA DERESİ	5,307	0,104	2,965	38-0 =38	1x1028 KW	170 d/d	56 d/d	FRANCIS
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	KARÇKAL DERESİ (Verenibağları)	10,562	0,361	3,281	523-366 =157	1x4700 KW	62 d/d	20 d/d	PELTON
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	MANSURAT DERESİ	16,452	2,608	5,567	830-570 =260	2x6600 KW	55 d/d	18 d/d	PELTON
ŞAVŞAT	23. ÇORUH HAVZASI	MEYDANCIK DERESİ	20,775	0,193	4,380	875-570 =305	2x6090 KW	43 d/d	14 d/d	PELTON

#### 4.2.4. Türbin maliyet hesabı

Türbin maliyetinin hesaplanması için öncelikle kurulum için gerekli giderlerin tespit edilmesi gereklidir. Türbin kurulum giderleri ön hesaplamaların yapılan araştırmalarda, genellikle 1 MW güce karşılık gelen bir ortalama maliyet değeri imalatçı firmalar tarafından uygulandığı ve bu tutarının 250.000,00 € olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.2.4.1. Kurulum giderleri

Türbin+Jeneratör+Güç Elektroniği maliyeti ise önceden yapılmış santrallerdeki birim MW'a düşen maliyet ortalaması alınarak, seçilen akarsuyun türbininin kW değerine uyarlanması ile maliyet hesabı yapılmıştır.

$$(T. K. M.) = \frac{(T.G.) \cdot (K.M.)}{1000} \quad (4.16)$$

Türbin Gücü = 55.100 kW

Kurulum Maliyeti (1MW) = € 250.000,00

$$T. K. M. = \frac{55.100 \cdot 250.000,00}{1000} \text{ €}$$

T. K. M. = 13.775.000 €

Burada;

T.K.M. : Türbin kurulum maliyeti

T.G. : Türbin gücü

K.M. : 1 MW türbin kurulum maliyetini ifade etmektedir.

#### 4.2.4.2. İşletme giderleri

Aşağıda ki Tablo 4.6.'da 10 MW üstü güce sahip santrallerde çalışan personel sayısı ve bu personellerin aylık ortalama giderleri verilmiştir.

Tablo 4.6. Personel Sayısı ile Personel Giderleri Tablosu

	İŞLETME GİDERLERİ PERSONEL BİLGİSİ	10MW ÜSTÜ SANTRALLER İÇİN ÇALIŞAN SAYISI	AYLIK GİDERLER
1	Güvenlik	6 Personel	4.834 €
2	Mekanik	2 Personel	2.417 €
3	Elektrik	2 Personel	2.417 €
4	Kumanda	5 Personel	6.042 €
5	Temizlik	2 Personel	1.450 €
6	Aşçı	1 Personel	725 €
7	Mühendis	2 Personel	3.625 €
8	Müdür	1 Personel	2.417 €
	<b>TOPLAM</b>	<b>21 PERSONEL</b>	<b>23.928 €</b>

Personel giderleri aylık toplam 23.928 € olduğundan yıllık 287.130 € ile giderlere eklenmiştir.

Yıllık santral bakımı için Türbin, Jeneratör ve Güç Elektroniği kurulum maliyetinin %3'ü kadar bir gider ortaya çıkmaktadır.

$$Y. B. M. = \frac{(T.K.M.) \cdot 3}{1000} \quad (4.17)$$

$$\text{Türbin+Jeneratör+Güç Elektroniği} = 13.775.000 \text{ €}$$

$$Y. B. M. = \frac{13.775.000 \cdot 3}{100} = 413.250 \text{ €}$$

Burada;

Y.B.M. : Santral yıllık bakım masrafı

T.K.M. : Türbin kurulum maliyetidir.

#### 4.2.4.3. İşletme gelirleri

Santralin yıllık ortalama saat çalışması durumuna göre her derenin türbininin Toplam kW değeri ile Yıllık MWs üretimi hesap edilmiştir. Yerli yatırım Teşvikli ya da teşviksiz enerji alış bedeli desteği ile yıllık gelir hesaplanmıştır. Türkiye Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.'den alınan verilerine göre üretilen elektriğin devlete satılması yatırımda kullanılan Türbin, Jeneratör ve Güç Elektroniğinin yerli olması durumunda devlet ek destek sağlayarak teşvikli alış bedeli, yatırım için kullanılan Türbin, Jeneratör ve Güç Elektroniğinin yerli olmaması durumunda teşviksiz alış bedeli uygulamaktadır. Aşağıda devletin MWs başına teşvikli ve teşviksiz enerji alış bedeli gösterilmiştir. Enerji alış bedeli Resmi Gazetede belirtildiği gibi alınmıştır. Bu çalışmada türbinin yıllık çalışması ortalama olarak 4000 saat olarak alınmıştır. Ortalama MWs ücret ile türbinin ürettiği elektriğin üretici firma tarafından satış maliyetinden elde edilen gelir hesap edilerek işletme geliri ortaya çıkmıştır.

Ortalama Çalışma Süresi	: 4000 saat
Türbin Gücü	: 55100 kW
Teşviksiz MWs satış fiyatı	: 73 \$ = 62,09 €
Teşvikli MWs satış fiyatı	: 96 \$ = 81,65 €

$$Y. E. Ü. = \frac{(O.Ç.S.) \cdot (T.G.)}{1000} \quad (4.18)$$

$$Y. E. Ü. = \frac{4000 \cdot 55100}{1000} \text{ MWs} = 220400 \text{ MWs}$$

$$\text{Tsiz. Y. G.} = (Y. E. Ü.) \cdot (S. F.) = 220400 \cdot 62,09 = 13.684.636 \text{ €}$$

$$\text{Tli. Y. G.} = (Y. E. Ü.) \cdot (S. F.) = 220400 \cdot 81,65 = 17.995.660 \text{ €}$$

Burada;

Y.E.Ü.	: Yıllık elektrik üretimi
O.Ç.S.	: Türbin yıllık ortalama çalışma süresi
T.G.	: Türbin gücünü ifade etmektedir.
Tsiz.Y.G.	: Teşviksiz yıllık gelir
Y.E.Ü.	: Yıllık elektrik üretimi
S.F.	: Teşviksiz MWs elektrik satış fiyatını
Tli.Y.G.	: Teşvikli yıllık gelir
Y.E.Ü.	: Yıllık elektrik üretimi
S.F.	: Teşvikli MWs elektrik satış fiyatını ifade etmektedir.

Yatırım gelir ve giderleri aşağıda yatırımın sermaye şekline göre gruplandırılmış ve bir tablo halinde Tablo 4.7.'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Yatırımın sermaye şekline göre gelir gider tablosu

GELİR-GİDER DURUMU		ÖZ SERMAYE TEŞVİKSİZ YATIRIM	ÖZ SERMAYE TEŞVİKSİZ YATIRIM	KREDİLİ TEŞVİKLİ YATIRIM	KREDİLİ TEŞVİKSİZ YATIRIM
KURULUM GİDERLERİ		13.775.000 €	13.775.000 €	13.775.000 €	13.775.000 €
İŞLETME GİDERLERİ	YILLIK PERSONEL	287.130 €	287.130 €	287.130 €	287.130 €
	YILLIK BAKIM	413.250 €	413.250 €	413.250 €	413.250 €
	KREDİ	0 €	0 €	909.604 € (12 AY)	954.810 € (24 AY)
İŞLETME GELİRLERİ		17.995.660 €	13.684.636 €	17.995.660 €	13.684.636 €

### 4.3. Oltu Suyu için seçilen hesaplama yöntemleri

Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda 7 ayrı yapılabirlik hesap yöntemi olduğu öğrenilmiştir.

Bu hesaplama yöntemleri;

Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay backperiodmethod)

Bugünkü değer yöntemi – PV (Presentvaluemethod)

Gelecek değer yöntemi – FV (Futurevaluemethod)

Periyodik değer yöntemi – AV (Annualvaluemethod)

Tasarruf yatırım oranı – SIR (Savinginvestmentrationmethod)

Kapitalize değer yöntemi – CV (Capitalizedvaluemethod)

İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of returnmethod)’dir.

Yukarıda ki ‘Yapılabirlik Hesaplama yöntemlerinden Geri Ödeme Süresi Yöntemi (Pay BackPeriodMethod–PBP) - Bugünkü Değer Yöntemi (Present Value Method – Pv) - İç Karlılık Yöntemi (Internal Rate of Return Method – IRR) herhangi bir proje için değerlendirme yapılması gerekli ve yeterlidir. Gelecek Değer ( $F_v$ ) Periyodik Değer ( $A_v$ ) Tasarruf Yatırım Oranı Yöntemleri bir anlamda ( $P_v$ ) Bugünkü Değer Yöntemi’nin farklı ifade şekilleridir. Bu nedenle örnek olarak ele alınan Oltu Suyu ve seçilen 11 dere üzerine kurulması planlanan türbin için yapılabirliği bu yöntemlere göre değerlendirilmiştir.

Ülkemizde yapılan HES'ler için hükümet tarafından Resmi Gazetede yayımlanan üretilen elektrik enerjisi alış fiyatı ve Türbin, Jeneratör ve Güç Elektroniğinin üretiminin ülkemiz sınırları içerisinde yapılması durumuna göre projenin faaliyete başladığı andan itibaren ilk 5 yıl ek elektrik enerjisi alış fiyatı uygulanmaktadır. Bu nedenle yapılan hesaplamalarda teşvikli ve teşviksiz olma durumu göz önüne alınmıştır. Ayrıca yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması nedeniyle yatırım yapan kuruluşlar belli oranlarda öz sermaye belli oranlarda da kredi kullanmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda örnek akarsu için yapılan hesaplamalarda öz sermayeli teşvikli ve teşviksiz, yatırımın %70 öz sermaye %30 kredili olarak kredili teşvikli ve teşviksiz olacak şekilde 4 farklı yatırım şekli göz önüne alınmıştır. Yapılabilirlik hesaplamalarında 3 farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler sırayla geri ödeme süresi yöntemi, bugünkü değer yöntemi, iç karlılık oranı yöntemidir. Yapılan hesaplamalar yapılabilirlik yöntemlerine göre aşağıda sunulmuştur.

#### **4.3.1. Geri ödeme süresi yöntemi**

Bir yatırım için geri ödeme süresi (paybackperiod), yatırım için harcanan toplam sermayenin ne kadar sürede geri alınabildiğini gösteren sayısal bir değerdir. Bir diğer ifade ile yatırımın sağlayacağı net nakit girişlerinin yatırım tutarını karşılayabilmesi için geçmesi gereken süredir. Yatırımın geri ödeme süresi hesaplanırken yatırımdan elde edilen yıllık net nakit akışları kümülatif olarak toplanır. Net nakit akışlarının kümülatif toplamının ilk yatırım tutarına eşit olduğu yıl, yatırımın geri ödeme süresidir. Aynı miktarda getiri sağlayan projelerden, geri ödeme süresi daha kısa olan proje, yatırım açısından daha tercih edilen yatırımdır (Torkul, 2018).

Yatırımın geri ödeme süresi yöntemi 4 ayrı sermaye şekline göre sınıflandırılması ve kara geçiş noktası aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Yatırımın özsermaye-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli

elektrik satış ve sonra ki 5 yıl teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır. Yapılan yapılabirlik hesap yönteminden elde edilen sonuçlara göre 2 Yıl 4 Ay süre içerisinde kara geçer ve geri ödeme süresi yöntemi tablosu ile kara geçiş noktası Tablo 4.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ																																																																																		
ÖZSERMAYE	GERİ ÖDEME SÜRESİ YÖNTEMİ TABLOSU	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">OLTU SUYU</th> </tr> <tr> <th>SÜRE YIL</th> <th>YATIRIM (A) MİLYON EURO</th> <th>GİDER (B) MİLYON EURO</th> <th>GELİR (C) MİLYON EURO</th> <th>KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO</th> <th>NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.</td><td>14,50</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>-14,50</td></tr> <tr><td>1.</td><td>14,50</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>18,00</td><td>2,80</td></tr> <tr><td>2.</td><td>-2,80</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>35,99</td><td>20,09</td></tr> <tr><td>3.</td><td>-20,09</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>53,99</td><td>37,39</td></tr> <tr><td>4.</td><td>-37,39</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>71,98</td><td>54,68</td></tr> <tr><td>5.</td><td>-54,68</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>89,98</td><td>71,98</td></tr> <tr><td>6.</td><td>-71,98</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>103,66</td><td>84,96</td></tr> <tr><td>7.</td><td>-84,96</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>117,35</td><td>97,94</td></tr> <tr><td>8.</td><td>-97,94</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>131,03</td><td>110,93</td></tr> <tr><td>9.</td><td>-110,93</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>144,72</td><td>123,91</td></tr> <tr><td>10.</td><td>-123,91</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>158,40</td><td>136,90</td></tr> </tbody> </table>					OLTU SUYU						SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO	0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50	1.	14,50	0,70	18,00	18,00	2,80	2.	-2,80	0,70	18,00	35,99	20,09	3.	-20,09	0,70	18,00	53,99	37,39	4.	-37,39	0,70	18,00	71,98	54,68	5.	-54,68	0,70	18,00	89,98	71,98	6.	-71,98	0,70	13,68	103,66	84,96	7.	-84,96	0,70	13,68	117,35	97,94	8.	-97,94	0,70	13,68	131,03	110,93	9.	-110,93	0,70	13,68	144,72	123,91	10.	-123,91	0,70	13,68	158,40	136,90
	OLTU SUYU																																																																																			
SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO																																																																															
0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50																																																																															
1.	14,50	0,70	18,00	18,00	2,80																																																																															
2.	-2,80	0,70	18,00	35,99	20,09																																																																															
3.	-20,09	0,70	18,00	53,99	37,39																																																																															
4.	-37,39	0,70	18,00	71,98	54,68																																																																															
5.	-54,68	0,70	18,00	89,98	71,98																																																																															
6.	-71,98	0,70	13,68	103,66	84,96																																																																															
7.	-84,96	0,70	13,68	117,35	97,94																																																																															
8.	-97,94	0,70	13,68	131,03	110,93																																																																															
9.	-110,93	0,70	13,68	144,72	123,91																																																																															
10.	-123,91	0,70	13,68	158,40	136,90																																																																															
KARA GEÇİŞ NOKTASI	<p style="text-align: center;"><b>Geri Ödeme Süresi Yöntemine Göre Kara Geçiş Grafiği</b></p>																																																																																			
AÇIKLAMA	2 YIL 4 AY İÇERİSİNDE KARA GEÇER																																																																																			

Yatırımın özsermaye-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yapılan yapılabirlik hesap yönteminden elde edilen sonuçlara göre 2 Yıl 8 Ay sene sonrasında kara geçtiği ve geri ödeme süresi

yöntemi tablosu ile kara geçiş noktası Tablo 4.9.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.9. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ																																																																																		
ÖZSERMAYE	GERİ ÖDEME SÜRESİ YÖNTEMİ TABLOSU	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">OLTU SUYU</th> </tr> <tr> <th>SÜRE YIL</th> <th>YATIRIM (A) MİLYON EURO</th> <th>GİDER (B) MİLYON EURO</th> <th>GELİR (C) MİLYON EURO</th> <th>KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO</th> <th>NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.</td><td>14,50</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>-14,50</td></tr> <tr><td>1.</td><td>14,50</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>13,68</td><td>-1,52</td></tr> <tr><td>2.</td><td>1,52</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>27,37</td><td>11,47</td></tr> <tr><td>3.</td><td>-11,47</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>41,05</td><td>24,45</td></tr> <tr><td>4.</td><td>-24,45</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>54,74</td><td>37,44</td></tr> <tr><td>5.</td><td>-37,44</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>68,42</td><td>50,42</td></tr> <tr><td>6.</td><td>-50,42</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>82,11</td><td>63,41</td></tr> <tr><td>7.</td><td>-63,41</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>95,79</td><td>76,39</td></tr> <tr><td>8.</td><td>-76,39</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>109,48</td><td>89,37</td></tr> <tr><td>9.</td><td>-89,37</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>123,16</td><td>102,36</td></tr> <tr><td>10.</td><td>-102,36</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>136,85</td><td>115,34</td></tr> </tbody> </table>					OLTU SUYU						SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO	0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50	1.	14,50	0,70	13,68	13,68	-1,52	2.	1,52	0,70	13,68	27,37	11,47	3.	-11,47	0,70	13,68	41,05	24,45	4.	-24,45	0,70	13,68	54,74	37,44	5.	-37,44	0,70	13,68	68,42	50,42	6.	-50,42	0,70	13,68	82,11	63,41	7.	-63,41	0,70	13,68	95,79	76,39	8.	-76,39	0,70	13,68	109,48	89,37	9.	-89,37	0,70	13,68	123,16	102,36	10.	-102,36	0,70	13,68	136,85	115,34
	OLTU SUYU																																																																																			
SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO																																																																															
0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50																																																																															
1.	14,50	0,70	13,68	13,68	-1,52																																																																															
2.	1,52	0,70	13,68	27,37	11,47																																																																															
3.	-11,47	0,70	13,68	41,05	24,45																																																																															
4.	-24,45	0,70	13,68	54,74	37,44																																																																															
5.	-37,44	0,70	13,68	68,42	50,42																																																																															
6.	-50,42	0,70	13,68	82,11	63,41																																																																															
7.	-63,41	0,70	13,68	95,79	76,39																																																																															
8.	-76,39	0,70	13,68	109,48	89,37																																																																															
9.	-89,37	0,70	13,68	123,16	102,36																																																																															
10.	-102,36	0,70	13,68	136,85	115,34																																																																															
KARA GEÇİŞ NOKTASI																																																																																				
AÇIKLAMA	2 YIL 8 AY İÇERİSİNDE KARA GEÇER																																																																																			

Yatırımın kredili-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli elektrik satış ve sonra ki 5 yılı teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır. Yapılan yapılabirlik hesap yönteminden elde edilen sonuçlara göre3. Yıl içerisinde kara geçtiği ve geri ödeme süresi yöntemi tablosu ile kara geçiş noktası Tablo 4.10.'da gösterilmiştir.



Tablo 4.10. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ																																																																																		
KREDİLİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ YÖNTEMİ TABLOSU	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">OLTU SUYU</th> </tr> <tr> <th>SÜRE YIL</th> <th>YATIRIM (A) MİLYON EURO</th> <th>GİDER (B) MİLYON EURO</th> <th>GELİR (C) MİLYON EURO</th> <th>KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO</th> <th>NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.</td><td>14,50</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>0,00</td><td>-14,50</td></tr> <tr><td>1.</td><td>14,50</td><td>11,62</td><td>18,00</td><td>18,00</td><td>-8,12</td></tr> <tr><td>2.</td><td>8,12</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>35,99</td><td>9,18</td></tr> <tr><td>3.</td><td>-9,18</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>53,99</td><td>26,47</td></tr> <tr><td>4.</td><td>-26,47</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>71,98</td><td>43,77</td></tr> <tr><td>5.</td><td>-43,77</td><td>0,70</td><td>18,00</td><td>89,98</td><td>61,06</td></tr> <tr><td>6.</td><td>-61,06</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>103,66</td><td>74,05</td></tr> <tr><td>7.</td><td>-74,05</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>117,35</td><td>87,03</td></tr> <tr><td>8.</td><td>-87,03</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>131,03</td><td>100,01</td></tr> <tr><td>9.</td><td>-100,01</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>144,72</td><td>113,00</td></tr> <tr><td>10.</td><td>-113,00</td><td>0,70</td><td>13,68</td><td>158,40</td><td>125,98</td></tr> </tbody> </table>					OLTU SUYU						SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO	0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50	1.	14,50	11,62	18,00	18,00	-8,12	2.	8,12	0,70	18,00	35,99	9,18	3.	-9,18	0,70	18,00	53,99	26,47	4.	-26,47	0,70	18,00	71,98	43,77	5.	-43,77	0,70	18,00	89,98	61,06	6.	-61,06	0,70	13,68	103,66	74,05	7.	-74,05	0,70	13,68	117,35	87,03	8.	-87,03	0,70	13,68	131,03	100,01	9.	-100,01	0,70	13,68	144,72	113,00	10.	-113,00	0,70	13,68	158,40	125,98
	OLTU SUYU																																																																																			
SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO																																																																															
0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50																																																																															
1.	14,50	11,62	18,00	18,00	-8,12																																																																															
2.	8,12	0,70	18,00	35,99	9,18																																																																															
3.	-9,18	0,70	18,00	53,99	26,47																																																																															
4.	-26,47	0,70	18,00	71,98	43,77																																																																															
5.	-43,77	0,70	18,00	89,98	61,06																																																																															
6.	-61,06	0,70	13,68	103,66	74,05																																																																															
7.	-74,05	0,70	13,68	117,35	87,03																																																																															
8.	-87,03	0,70	13,68	131,03	100,01																																																																															
9.	-100,01	0,70	13,68	144,72	113,00																																																																															
10.	-113,00	0,70	13,68	158,40	125,98																																																																															
	KARA GEÇİŞ NOKTASI	<p>Geri Ödeme Süresi Yöntemine Göre Kara Geçiş Grafiği</p> <p>— YATIRIM (A) MİLYON EURO — KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO — NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO</p>																																																																																		
AÇIKLAMA		3 YIL İÇERİSİNDE KARA GEÇER																																																																																		

Yatırımın kredili-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yapılan yapılabirlik hesap yönteminden elde edilen sonuçlara göre 3 Yıl 5 Ay süre içerisinde kara geçtiği ve geri ödeme süresi yöntemi tablosu ile kara geçiş noktası Tablo 4.11.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.11. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda Geri ödeme süresi yöntemi ve kara geçiş noktası tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ					
KREDİLİ	GERİ ÖDEME SÜRESİ YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU					
		SÜRE YIL	YATIRIM (A) MİLYON EURO	GİDER (B) MİLYON EURO	GELİR (C) MİLYON EURO	KÜMÜLATİF GELİR (D) MİLYON EURO	NET GELİR (A+B-C) MİLYON EURO
		0.	14,50	0,00	0,00	0,00	-14,50
		1.	14,50	6,43	13,68	13,68	-7,24
		2.	7,24	6,43	13,68	27,37	0,01
		3.	-0,01	0,70	13,68	41,05	13,00
		4.	-13,00	0,70	13,68	54,74	25,98
		5.	-25,98	0,70	13,68	68,42	38,96
		6.	-38,96	0,70	13,68	82,11	51,95
		7.	-51,95	0,70	13,68	95,79	64,93
		8.	-64,93	0,70	13,68	109,48	77,92
9.	-77,92	0,70	13,68	123,16	90,90		
10.	-90,90	0,70	13,68	136,85	103,88		
	KARA GEÇİŞ NOKTASI						
AÇIKLAMA		3 YIL 5 AY İÇERİSİNDE KARA GEÇER					

#### 4.3.2. Bugünkü değer yöntemi

Yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağladığı getirinin bugünkü değerinden yatırım giderlerinin bugünkü değerinin düşülmesi ile elde edilen farkı ifade eder. Yani net bugünkü değer; yatırımın nakit girişlerinin bugünkü değeri ile nakit çıkışlarının bugünkü değeri arasındaki farka eşittir (Torkul, 2018).

NBD = Nakit girişlerinin bugünkü değeri – Nakit çıkışlarının bugünkü değeri

Bugünkü değer, sermaye maliyetini gösteren belli bir iskonto üzerinden hesaplanır.

NBD, bir yatırımın veya projenin karlılığını analiz etmeye yarayan bir ölçüttür. NBD

pozitif ise yapılması düşünülen yatırım karlı demektir, yani yatırımın sağlayacağı getirinin yatırım için kullanılan sermaye maliyetinden yüksek olduğu anlaşılır.

Yatırımın bugünkü değer yöntemi 4 ayrı sermaye şekline göre sınıflandırılması aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Yatırımın özsermaye-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli elektrik satış ve sonra ki 5 yıl teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın net bugünkü değeri 0'dan büyükpozitif bir değer olduğu görülmektedir. Bu durum yatırım için uygun olduğunu göstermektedir ve elde edilen veriler Tablo 4.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ					
ÖZSERMAYE	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU					
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ	NET BUGÜNKÜ DEĞER
		0	14,50	0,00	0,10	-14,50	81,63
		1	0,70	18,00	0,10	15,72	
		2	0,70	18,00	0,10	14,29	
		3	0,70	18,00	0,10	12,99	
		4	0,70	18,00	0,10	11,81	
		5	0,70	18,00	0,10	10,74	
		6	0,70	13,69	0,10	7,33	
		7	0,70	13,69	0,10	6,66	
		8	0,70	13,69	0,10	6,06	
		9	0,70	13,69	0,10	5,51	
10	0,70	13,69	0,10	5,01			
AÇIKLAMA		NET BUGÜNKÜ DEĞER 0'DAN YÜKSEK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.					

Yatırımın özsermaye-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yatırımın net bugünkü değeri 0'dan büyükpozitif bir değer olduğu görülmektedir. Bu durum yatırım için uygun olduğunu

göstermektedir ve elde edilen veriler Tablo 4.13.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.13. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ					
ÖZSERMAYE	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU					
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ	NET BUGÜNKÜ DEĞER
		0	14,50	0,00	0,10	-14,50	65,29
		1	0,70	13,69	0,10	11,81	
		2	0,70	13,69	0,10	10,73	
		3	0,70	13,69	0,10	9,76	
		4	0,70	13,69	0,10	8,87	
		5	0,70	13,69	0,10	8,06	
		6	0,70	13,69	0,10	7,33	
		7	0,70	13,69	0,10	6,66	
		8	0,70	13,69	0,10	6,06	
		9	0,70	13,69	0,10	5,51	
10	0,70	13,69	0,10	5,01			
AÇIKLAMA		NET BUGÜNKÜ DEĞER 0'DAN YÜKSEK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.					

Yatırımın kredili-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli elektrik satış ve sonra ki 5 yıl teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır., yatırımın net bugünkü değeri 0'dan büyükpozitif bir değer olduğu görülmektedir. Bu durum yatırım için uygun olduğunu göstermektedir ve elde edilen veriler Tablo 4.14.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ					
KREDİLİ	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU					
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ	NET BUGÜNKÜ DEĞER
		0	14,50	0,00	0,10	-14,50	71,71
		1	11,62	18,00	0,10	5,80	
		2	0,70	18,00	0,10	14,29	
		3	0,70	18,00	0,10	12,99	
		4	0,70	18,00	0,10	11,81	
		5	0,70	18,00	0,10	10,74	
		6	0,70	13,69	0,10	7,33	
		7	0,70	13,69	0,10	6,66	
		8	0,70	13,69	0,10	6,06	
		9	0,70	13,69	0,10	5,51	
		10	0,70	13,69	0,10	5,01	
AÇIKLAMA		NET BUGÜNKÜ DEĞER 0'DAN YÜKSEK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.					

Yatırımın kredili-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yatırımın net bugünkü değeri 0'dan büyük pozitif bir değer olduğu görülmektedir. Bu durum yatırım için uygun olduğunu göstermektedir ve elde edilen veriler Tablo 4.15.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda Bugünkü değer yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ					
KREDİLİ	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU					
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ	NET BUGÜNKÜ DEĞER
		0	14,50	0,00	0,10	-14,50	55,35
		1	6,43	13,69	0,10	6,60	
		2	6,43	13,69	0,10	6,00	
		3	0,70	13,69	0,10	9,76	
		4	0,70	13,69	0,10	8,87	
		5	0,70	13,69	0,10	8,06	
		6	0,70	13,69	0,10	7,33	
		7	0,70	13,69	0,10	6,66	
		8	0,70	13,69	0,10	6,06	
		9	0,70	13,69	0,10	5,51	
		10	0,70	13,69	0,10	5,01	
AÇIKLAMA		NET BUGÜNKÜ DEĞER 0'DAN YÜKSEK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.					

### 4.3.3. İç karlılık oranı yöntemi

Literatürde “iç karlılık oranı”, “iç getiri oranı”, “sermayenin marjinal verimliliği, “yatırımın marjinal verimliliği” olarak da adlandırılan iç verim oranı (İVO), yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir orandır. İç verim oranı, bir yatırım projesinin net bugünkü değerini sifira eşitleyen diğer bir deyişle nakit girişlerinin bugünkü değerini nakit çıkışlarının bugünkü değerine eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanır. İç verim oranı aynı zamanda yatırımın ne oranda katma değer yaratacağını ifade eder. Yatırım kararı alınmasında iç verim oranı, yatırımcının yatırımdan beklediği karlılık oranı ile karşılaştırılır. Projenin riskine, yatırımcının beklentisine vb. parametrelere göre değişmekle birlikte yatırımdan beklenen karlılık oranının minimum değeri sermaye maliyeti olarak kabul edilir. Karşılaştırma sonucunda projenin kabulüne veya reddine karar verilir. Herhangi bir proje için hesaplanan iç verim oranı, yatırımdan beklenen karlılık oranından yüksek ise proje kabul edilir, değil ise proje red edilir (Torkul, 2018).

İç verim oranı > Yatırımdan beklenen karlılık oranı = Proje için yatırım kararı alınır.

İç verim oranı < Yatırımdan beklenen karlılık oranı = Proje red edilir.

Birden fazla projenin karşılaştırılması söz konusu ise iç verim oranı yüksek olan proje tercih edilir.

Yatırımın iç karlılık oranı yöntemi 4 ayrı sermaye şekline göre göre sınıflandırılması aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Yatırımın özsermaye-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli elektrik satış ve sonra ki 5 yıl teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın iç karlılık oranı iskonto oranından büyük olduğu için yatırıma uygun olduğu görülmektedir ve elde edilen veriler tablo 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.16. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşvikli olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ				
ÖZSERMAYE	İÇ KARLILIK ORANI YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU				
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	İÇ KARLILIK ORANI
		0	14,50	0,00	10%	119%
		1	0,70	18,00	10%	
		2	0,70	18,00	10%	
		3	0,70	18,00	10%	
		4	0,70	18,00	10%	
		5	0,70	18,00	10%	
		6	0,70	13,68	10%	
		7	0,70	13,68	10%	
		8	0,70	13,68	10%	
9	0,70	13,68	10%			
10	0,70	13,68	10%			
AÇIKLAMA		İÇ KARLILIK ORANI İSKONTO ORANINDAN BÜYÜK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.				

Yatırımın özsermaye-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yatırımın iç karlılık oranı iskonto oranından büyük olduğu için yatırıma uygun olduğu görülmektedir ve elde edilen veriler tablo 4.17'de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Oltu Suyu deresi yatırımın Özsermaye-Teşviksiz olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ				
ÖZSERMAYE	İÇ KARLILIK ORANI YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU				
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	İÇ KARLILIK ORANI
		0	14,50	0,00	10%	89%
		1	0,70	13,68	10%	
		2	0,70	13,68	10%	
		3	0,70	13,68	10%	
		4	0,70	13,68	10%	
		5	0,70	13,68	10%	
		6	0,70	13,68	10%	
		7	0,70	13,68	10%	
		8	0,70	13,68	10%	
9	0,70	13,68	10%			
10	0,70	13,68	10%			
AÇIKLAMA		İÇ KARLILIK ORANI İSKONTO ORANINDAN BÜYÜK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.				

Yatırımın kredili-teşvikli olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşvikli olması, Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğinde Türbin, Jeneratör ile Güç Elektroniği teşviği elektrik satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın ilk 5 yılı teşvikli elektrik satış ve sonra ki 5 yıl teşviksiz satış bedeli uygulanmıştır. Yatırımın iç karlılık oranı iskonto oranından büyük olduğu için yatırıma uygun olduğu görülmektedir ve elde edilen veriler tablo 4.18’de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşvikli olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKLİ				
KREDİLİ	İÇ KARLILIK ORANI YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU				
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	İÇ KARLILIK ORANI
		0	14,50	0,00	10%	83%
		1	11,62	18,00	10%	
		2	0,70	18,00	10%	
		3	0,70	18,00	10%	
		4	0,70	18,00	10%	
		5	0,70	18,00	10%	
		6	0,70	13,68	10%	
		7	0,70	13,68	10%	
		8	0,70	13,68	10%	
9	0,70	13,68	10%			
10	0,70	13,68	10%			
AÇIKLAMA		İÇ KARLILIK ORANI İSKONTO ORANINDAN BÜYÜK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.				

Yatırımın kredili-teşviksiz olması durumunda, yatırım 10 yıllık bir süre üzerinden incelenmiştir. Yatırımın teşviksiz olması Resmi Gazetede belirtilen Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hidroelektrik Santral desteğindeki fiyat üzerinden 10 yıllık bir süre ile hesaplanmıştır. Yatırımın iç karlılık oranı iskonto oranından büyük olduğu için yatırıma uygun olduğu görülmektedir ve elde edilen veriler tablo 4.19’da gösterilmiştir.



Tablo 4.19. Oltu Suyu deresi yatırımın Kredili-Teşviksiz olması durumunda İç karlılık oranı yöntemi tablosu

YATIRIM TÜRÜ		TEŞVİKSİZ				
KREDİLİ	İÇ KARLILIK ORANI YÖNTEMİ TABLOSU	OLTU SUYU				
		SÜRE YIL	GİDER MİLYON EURO	GELİR MİLYON EURO	İSKONTO	İÇ KARLILIK ORANI
		0	14,50	0,00	10%	64%
		1	6,43	13,68	10%	
		2	6,43	13,68	10%	
		3	0,70	13,68	10%	
		4	0,70	13,68	10%	
		5	0,70	13,68	10%	
		6	0,70	13,68	10%	
		7	0,70	13,68	10%	
		8	0,70	13,68	10%	
		9	0,70	13,68	10%	
		10	0,70	13,68	10%	
AÇIKLAMA		İÇ KARLILIK ORANI İSKONTO ORANINDAN BÜYÜK OLDUĞU İÇİN YATIRIM UYGUNDUR.				

#### 4.4. Artvin İline Ait Tüm Akarsuların Yapılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Yapılan bu çalışmada Artvin ilinde bulunan 12 ayrı derenin içinden örnek olarak alınan Oltu Suyu deresi yapılabilirlik yönünden detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Oltu suyu deresinde yapılan işlemler diğer 11 dere için de yapılmıştır. Artvin ilinde bulunan bu 12 ayrı dere yapılabilirlik yönünden incelenmiştir. Bulunan sonuçlar tablolar halinde gösterilmiştir.

##### 4.4.1. Artvin ilinde bulunan derelerin geri ödeme süresi yöntemi

Artvin ilinde bulunan akım gözlem istasyonları açık istasyonlarından seçilen 12 ayrı derenin maliyet hesapları yapıldı ve yatırımın yapılabilirliği yönünden incelendi. Bu yöntemlerden Geri Ödeme Süresi Yöntemini yatırım şekline göre hesaplanan değerleri Tablo 4.20.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.20. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun Geri Ödeme Süresi Yöntemi Tablosu

YAPILABİLİRLİK YÖNTEM TİPİ		GERİ ÖDEME SÜRESİ YÖNTEMİ			
DERE ADI	TÜRBİN TİPİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKLİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKSİZ	KREDİLİ TEŞVİKLİ	KREDİLİ TEŞVİKSİZ
BALLI DERE (KÜÇÜKKÖY)	PELTON	2 YIL 8 AY	3 YIL	3 YIL 3 AY	4 YIL
KAPİSTRE DERESİ (BAŞKÖY)	PELTON	2 YIL 5 AY	2 YIL 9 AY	3 YIL 3 AY	3 YIL 5 AY
KAPİSTRE DERESİ (ÇAMLICA)	PELTON	2 YIL 5 AY	2 YIL 10 AY	3 YIL 3 AY	3 YIL 5 AY
PETEREK	FRANCİS	2 YIL 5 AY	2 YIL 9 AY	3 YIL	3 YIL 5 AY
HÜNGEMEK	FRANCİS	3 YIL	3 YIL 10 AY	4 YIL 3 AY	5 YIL 5 AY
OLTU SUYU	FRANCİS	2 YIL 4 AY	2 YIL 8 AY	3 YIL	3 YIL 5 AY
PARHAL DERESİ (Altıparmak)	PELTON	2 YIL 5 AY	2 YIL 9 AY	3 YIL	3 YIL 6 AY
PARHAL DERESİ (Dutdere)	FRANCİS	2 YIL 6 AY	2 YIL 10 AY	3 YIL 10 AY	4 YIL
SUNDURA DERESİ	FRANCİS	4 YIL 5 AY	7 YIL	6 YIL 6 AY	10 YIL ÜZERİ
KARÇKAL DERESİ (Verenibağları)	PELTON	2 YIL 8 AY	3 YIL	3 YIL	4 YIL
MANSURAT DERESİ	PELTON	2 YIL 6 AY	2 YIL 10 AY	3 YIL 3 AY	3 YIL 8 AY
MEYDANCIK DERESİ (DUTLU)	PELTON	2 YIL 6 AY	2 YIL 10 AY	3 YIL 3 AY	4 YIL

Özsermayeli-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde; Ballı dere ve Karçkal Deresi (Verenibağları) 2 Yıl 8 Ay, Kapistre (Başköy ve Çamlıca) dereleri, Peterek, Parhal Altıparmak 2 Yıl 5 Ay, Oltu Suyu 2 Yıl 4 Ay, Parhal Deresi (Dutdere), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) 2 Yıl 6 Ay, Hüngemek Deresi 3 Yıl ve Sundura Deresi 4 Yıl 5 Ay bir süre içerisinde kara geçtiği görülmüştür. Özsermaye-teşvikli yatırım şekline göre bu 12 derenin yapılabilirliği geri ödemesi kısa bir süre içerisinde olmasından dolayı yatırımın uygun olduğu anlaşılmıştır.

Özsermayeli-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde; Ballı dere, Karçkal Deresi (Verenibağları) 3 Yıl, Kapistre (Başköy), Peterek, Parhal Deresi (Altıparmak) 2 Yıl 9 Ay, Oltu Suyu 2 Yıl 8 Ay, Kapistre (Çamlıca), Parhal Deresi (Dutdere), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) 2 Yıl 10 Ay, Hüngemek 3 Yıl 10 Ay, Sundura Deresi 7 Yıl bir süre içerisinde kara geçtiği gözlemlenmiştir. Özsermayeli-Teşviksiz yatırım şekline göre bu 12 derenin yapılabilirliği geri ödemesi kısa bir süre içerisinde olmasından dolayı yatırımın uygun olduğu anlaşılmıştır.

Kredili-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde;Ballı Dere, Kapistre (Başköy-Çamlıca), Mansurat, Meydancık Deresi (Dutlu) 3 Yıl 3 Ay, Peterek, Oltu Suyu, Parhal

(Altıparmak), Karçkal Deresi (Verenibağları) 3 Yıl, Parhal Deresi (Dutdere) 3 Yıl 10 Ay, Hüngemek Deresi 4 Yıl 3 Ay, Sundura Deresi 6 Yıl 6 Ay bir süre içerisinde kara geçtiği gözlemlenmiştir. Kredili-Teşvikli yatırım şekline göre bu 12 derenin yapılabilirliği geri ödemesi kısa bir süre içerisinde olmasından dolayı yatırımın uygun olduğu anlaşılmıştır.

Kredili-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde; Ballı Dere, Parhal Deresi (Dutdere), Karçkal Deresi (Verenibağları), Meydancık Deresi (Dutlu) 4 Yıl, Kapistre (Başköy ve Çamlıca) dereleri, Oltu suyu, Peterek, 3 Yıl 5 Ay, Parhal Deresi (Altıparmak) 3 Yıl 6 Ay, Mansurat Deresi 3 Yıl 8 Ay, Sundura Deresi 10 Yıl üzerinde bir süre içerisinde kara geçtiği gözlemlenmiştir. Kredili-Teşviksiz yatırım şekline göre Sundura Deresi dışındaki bu 11 derenin yapılabilirliği geri ödemesi kısa bir süre içerisinde olmasından dolayı yatırımın uygun olduğu anlaşılmıştır. Sundura Deresi geri ödeme süresi 10 Yılın üzerinde olması yatırım için uygun değildir.

Geri ödeme süresi yönteminde 4 farklı sermaye şekline göre elde edilen verilere göre seçilen 12 dere içerisinde geri ödeme süresi en kısa süre olan yatırım Oltu suyu deresi yatırımı olarak görülmektedir.

#### **4.4.2. Artvin ilinde bulunan derelerin bugünkü değer yöntemi**

Artvin ilinde bulunan akım gözlem istasyonları açık istasyonlarından seçilen 12 ayrı derenin maliyet hesapları yapıldı ve yatırımın yapılabilirliği yönünden incelendi. Bu yöntemlerden Bugünkü Değer Yöntemi yatırım şekline göre hesaplanan değerleri Tablo 4.21.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun Bugünkü Değer Yöntemi Tablosu

YAPILABİLİRLİK YÖNTEM TİPİ		BUGÜNKÜ DEĞER YÖNTEMİ			
DERE ADI	TÜRBİN TİPİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKLİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKSİZ	KREDİLİ TEŞVİKLİ	KREDİLİ TEŞVİKSİZ
BALLI DERE (KÜÇÜKKÖY)	PELTON	14,81	11,46	12,33	8,91
KAPİSTRE DERESİ (BAŞKÖY)	PELTON	40,67	32,30	35,32	26,64
KAPİSTRE DERESİ (ÇAMLICA)	PELTON	22,52	17,71	19,41	14,43
PETEREK	FRANCİS	59,26	47,28	51,83	39,64
HÜNGEMEK	FRANCİS	1,64	1,10	1,17	0,69
OLTU SUYU	FRANCİS	81,63	65,29	71,71	55,35
PARHAL DERESİ (Altıparmak)	PELTON	35,63	28,26	30,97	23,47
PARHAL DERESİ (Dutdere)	FRANCİS	17,94	14,02	12,99	11,29
SUNDURA DERESİ	FRANCİS	0,42	0,12	0,09	-0,20
KARÇKAL DERESİ (Verenibağları)	PELTON	5,89	4,50	4,86	3,38
MANSURAT DERESİ	PELTON	17,94	14,02	15,35	11,29
MEYDANCİK DERESİ (DUTLU)	PELTON	16,37	12,76	13,96	10,21

Özsermayeli-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin net bugünkü değeri 0'dan büyük pozitif bir değer olduğundan yatırım için uygundur.

Özsermayeli-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin net bugünkü değeri 0'dan büyük pozitif bir değer olduğundan yatırım için uygundur.

Kredili-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin net bugünkü değeri 0'dan büyük pozitif bir değer olduğundan yatırım için uygundur.

Kredili-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutedere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin 11'inin net bugünkü değeri 0'dan büyük pozitif bir değer olduğundan yatırım için uygundur. Sundura Deresi 0'dan küçük negatif bir değer olduğundan yatırım için uygun değildir.

Bugünkü değer yönteminde 4 farklı sermaye şekline göre elde edilen verilere göre seçilen 12 dere içerisinde en karlı yatırım Oltu suyu deresi olarak görülmektedir.

#### 4.4.3. Artvin ilinde bulunan derelerin iç karlılık yöntemi

Artvin ilinde bulunan akım gözlem istasyonları açık istasyonlarından seçilen 12 ayrı derenin maliyet hesapları yapıldı ve yatırımın yapılabilirliği yönünden incelendi. Bu yöntemlerden İç Karlılık Oranı Yöntemi yatırım şekline göre hesaplanan değerleri Tablo 4.22.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.22. Artvin ilinde bulunan 12 akarsuyun İç Karlılık Yöntemi Tablosu

YAPILABİLİRLİK YÖNTEM TİPİ		İÇ KARLILIK ORANI YÖNTEMİ			
DERE ADI	TÜRBİN TİPİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKLİ	ÖZSERMAYE TEŞVİKSİZ	KREDİLİ TEŞVİKLİ	KREDİLİ TEŞVİKSİZ
BALLI DERE (KÜÇÜKKÖY)	PELTON	94 %	69 %	66 %	48 %
KAPİSTRE DERESİ (BAŞKÖY)	PELTON	112 %	84 %	78 %	61 %
KAPİSTRE DERESİ (ÇAMLICA)	PELTON	108 %	80 %	74 %	58 %
PETEREK	FRANCİS	117 %	88 %	81 %	62 %
HÜNGEMEK	FRANCİS	63 %	42 %	40 %	26 %
OLTU SUYU	FRANCİS	119 %	89 %	83 %	64 %
PARHAL DERESİ (Altıparmak)	PELTON	113 %	84 %	78 %	59 %
PARHAL DERESİ (Dutedere)	FRANCİS	104 %	77 %	56 %	55 %
SUNDURA DERESİ	FRANCİS	33 %	16 %	14 %	1 %
KARÇKAL DERESİ (Verenibağları)	PELTON	88 %	65 %	58 %	45 %
MANSURAT DERESİ	PELTON	104 %	77 %	71 %	55 %
MEYDANCIK DERESİ (DUTLU)	PELTON	102 %	75 %	69 %	53 %

Özsermayeli-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve

Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin de iç karlılık oranı, iskonto oranı yani indirmeye oranı % 10'dan yüksek olduğu için yatırımların karlı olduğu görülmektedir.

Özsermayeli-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin iç karlılık oranı, iskonto oranı %10'dan yüksek olduğu için yatırımların karlı olduğu görülmektedir.

Kredili-Teşvikli yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu) bu 12 derenin iç karlılık oranı, iskonto oranı %10'dan büyük olduğu için yatırıma uygundur.

Kredili-Teşviksiz yatırım şekli incelendiğinde, Ballı Dere (Küçükköy), Kapistre (Başköy ve Çamlıca), Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal Deresi (Altıparmak ve Dutdere), Sundura, Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat Deresi, Meydancık Deresi (Dutlu)bu 12 derenin Sundura deresi dışındaki 11 derenin iç karlılık oranı, iskonto oranından büyük bir değer olduğu için yatırıma uygundur.Sundura deresinin iç karlılık oranı % 1 ve bu oran iskonto oranı % 10'dan düşük olduğundan yatırım için uygun değildir.

İç karlılık oranı yönteminde 4 farklı sermaye şekline göre elde edilen verilere göre seçilen 12 dere içerisinde en karlı yatırım ve iç karlılık oranı en yüksek olan yatırım Oltu suyu deresi yatırımı olarak görülmektedir.

## **BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada Artvin ilinde bulunan 12 ayrı dere ve örnek çalışma olarak alınan Oltu Suyu Deresi debi, düşü, türbin seçimi, maliyeti ve yapılabilirliği yönünden incelenmiştir.

Yapılan araştırmada türbin seçim yöntemlerinden derelerin debi, düşü ve özgül hızlarına göre türbin seçimleri yapılmıştır. Ballı dere, Kapistre deresi (Başköy), Kapistre deresi (Çamlıca), Parhal deresi (Altıparmak), Karçkal deresi (Verenibağları), Mansurat deresi ve Meydancık deresi (Dutlu) yapılan türbin seçim metotlarının üçünde de Pelton tipi türbin yapılmasının uygun olduğu tespit edilmiştir. Peterek, Hüngemek, Oltu Suyu, Parhal deresi (Dutdere), Sundura derelerinde yapılan türbin seçim metotlarının üçünde de Francis tipi türbin yapılmasının uygun olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen türbin maliyet hesapları kullanılarak türbin maliyeti, işletme giderleri ve işletme gelirleri hesaplanmıştır. Yatırımın sermaye şekline göre özsermaye-teşvikli, özsermaye-teşviksiz, kredili-teşvikli ve kredili-teşviksiz olarak 4 farklı yatırım şekli kabul edilerek türbin yapılabilirliği incelenmiştir. Türbin yatırımının yapılabilirliğini incelemek için literatürde bulunan 7 yöntemden 3'ü seçilmiştir. Seçilen bu 3 yöntemde türbin yatırımının ilk 10 senesi üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Yatırımın uygun olup olmadığı incelenmiştir.

Seçilen 12 dereден Oltu Suyu deresi en karlı sermaye şekli özsermaye-teşvikli olması durumudur. Sırasıyla en karlı olan sermayeden daha düşük karlı olana doğru özsermaye-teşvikli, kredili-teşvikli, özsermaye-teşviksiz, kredili-teşviksiz olduğu görülmüştür. Bu sıralamayı göz önünde bulundurarak örnek olarak seçilen dere Oltu

Suyu 2 Yıl 4 Ay ile 3 Yıl 5 Ay bir süre içerisinde yatırımların kara geçtiği görülmüştür. Seçilen diğer 11 derede ise özsermaye-teşvikli, kredili-teşvikli, özsermaye-teşviksiz ve kredili-teşviksiz olarak en karlı olan sermayeden daha düşük karlı sermayeye doğru sıralanmıştır. Bu sıralama göz önünde bulundurularak yatırım için uygun olanların 2,5 ile 6,5 Yıl içerisinde kara geçtikleri tespit edilmiştir.

Yapılabilirlik hesap yöntemlerinden elde edilen verilere göre Sundura deresinin Kredili-Teşviksiz yatırım şeklinde yatırım için uygun olmadığı görülmüştür.

Yapılabilirlik hesaplama yöntemlerinden elde edilen verilere göre Oltu Suyu Deresinin sonuçları diğer 11 derenin sonuçlarıyla kıyasladığımızda geri ödeme süresi kısa ve mali getirisinin yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan araştırma sonucunda hem yatırımın karlı olması hemde ülke ekonomisine katkı sağlaması bakımından Özsermaye-Teşvikli yatırım şekli önerilmektedir.

Ülkemizde son yıllarda özellikle HES yatırımları artmaktadır. Bu yatırımlara devletin vermiş olduğu teşviklerden dolayı yatırımın kısa süre içerisinde geriye dönmesi ve daha sonrasında karlılığın devam etmesi yatırımların daha cazip hale gelmesine neden olduğu anlaşılmıştır.



## KAYNAKLAR

- Başaran, B., 2010. Rüzgar Enerjisi Santrali Esentepe Yerleşkesi Örneği. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Başşme, H., 2003. Hidroelektrik Santraller ve Hidroelektrik Santral Tesisleri, EÜAŞ Genel Müdürlüğü Hidrolik Santraller Dairesi Başkanlığı Yayınları.
- Berkün, M., 2010. Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Literatür Yayıncılık.
- Çallı, İ., 2004 Hidrolik Makinaları Ders Notları, SAÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Sakarya.
- Çallı, İ., 2011. Uygulamalı Hidrolik Makineleri, Seçkin Yayıncılık.
- Çengel, Y.A., Cimbala, J.M., Engin, T., Öz, H.R., Küçük, H., Çeşmeci, Ş., 2008. Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları, İzmir Güven Kitabevi.
- DSİ. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. Akım Gözlem İstasyonları. Web sayfası: <http://rasatlar.dsi.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 20.12.2016.
- EİE. Elektrik İşleri Etüt İdaresi. Web sayfası: <http://www.eie.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 02.04.2017.
- EMO. Elektrik Mühendisleri Odası. 2017. Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri. Web sayfası: <http://www.emo.org.tr/index.php>, Erişim Tarihi: 15.04.2018.
- Enerji Atlası, 2017. Türkiye Elektrik Üretimi. Web sayfası: [www.enerjiatlası.com](http://www.enerjiatlası.com), Erişim Tarihi: 07.03.2017.
- EPIAŞ. Elektrik Piyasaları İşletme A.Ş. Günlük Elektrik Fiyatları. Web sitesi: <https://rapor.epias.com.tr/>, Erişim tarihi: 02.04.2017.
- Ergin, A., 1979. Su Makinaları Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Ofset Atölyesi.
- Karagöz, İ., 2005. Hidrolik Makinalar, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Bursa.
- Özen, N. B., 2014. Hidroelektrik Santraller ve Tarihçesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi. Burdur.
- Öztürk, H. H., 2013. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Birsen Yayınevi.
- Pancar, Y., Ergür, S., 2007. Hidrolik Makinalar ve Uygulamaları, Birsen Yayınevi.

- Resmi Gazete, 27809 Sayı 6094 numaralı “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, Web Sayfası: <http://www.resmigazete.gov.tr/>., Yayınlanma Tarihi: 08.01.2011.
- TEDAŞ. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Web sayfası: <http://www.teias.gov.tr/>., Erişim Tarihi:02.04.2017.
- Torkul, O., Selvi, H. İ., 2018. Mühendislik Ekonomisi Temelleri. ikinci baskıdan çeviri Palme Yayıncılık. Ankara.
- Tutaşı, C. C., 2012. Hidroelektrik Santral ve Çeşitleri. Enerji Üzerine Yazılarım. Web sitesi: <https://tutasi.com/2012/11/26/95/>., Erişim Tarihi: 08.04.2018.
- Uysal, Ü., Öztaşkın, F.B.,2017. “Artvin ili Oltu suyu deresi HES enerji potansiyelinin incelenmesi”, 21.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi-ULIBTK’17,Çorum/TÜRKİYE, 1180-1188.
- Varol, A., 1986. Hidrolik Makinaları, Su Türbinleri 1 Çözümlü Problemler, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Yazıcı, H. F., 1983. Hidrolik Makinaları Problemleri, İTÜ Yayını 2. Baskı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

## ÖZGEÇMİŞ

Furkan Buğra ÖZTAŞKIN, 29.05.1993'de Ankara'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini sırasıyla Kuyubaşı İlk ve Ortaöğretim ile Fatih Sultan Mehmet Lisesi'nde 2011 yılında Ankara'da tamamladı. 2011 yılında başladığı Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü 2013 yılında Üniversiteler arası yatay geçiş programı aracılığıyla Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne geçiş yaptı ve 2015 yılında bitirdi. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2016 yılında Türk Standartları Enstitüsü Araç Proje Grup Başkanlığı'nda Araç Muayene Uzmanlığı Teknik Yöneticisi olarak çalışmaya başladı ve akabinde Araç Kontrol Merkezi İşletmeleri Grup Başkanlığı'nda çalışmaya devam etti. Eylül 2017'de İngiltere'de İngilizce dil eğitimi almak için Türk Standartları Enstitüsünden ayrıldı. 14.10.2017-23.06.2018 tarihleri arasında Londra'da kaldı ve Wimbledon Centre of English Studies dil okulunda 7 ay (28 Hafta) İngilizce dil eğitimi aldı. 2018 Ağustos ayında Ankara Ticaret Odası Sanayi Müdürlüğünde eksper olarak işe başladı.