



**T.C.
KTO Karatay Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**CAZİBELİ İSALE HATLARINDA ELEKTRİK
ÜRETİM SİSTEMİ**

Ali ALKAN

KONYA

2017

CAZİBELİ İSALE HATLARINDA ELEKTRİK
ÜRETİM SİSTEMİ

Ali ALKAN


KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

KONYA

Eylül,2017

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



Prof. Dr. Remzi ÇETİN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK

Anabilim Dalı Başkanı

Ali ALKAN tarafından hazırlanan Cazibeli İsale Hatlarında Elektrik Üretim Sistemi başlıklı bu çalışma 26/09/2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

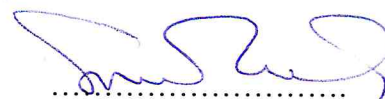
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Faik SEVİMLİ

Üye: Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK

Üye: Yrd. Doç. Dr. Alpaslan YARAR



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

26.09.2017

Ali ALKAN



ÖZET

CAZİBELİ İSALE HATLARINDA ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM SİSTEMİ

ALKAN, ALİ

Yüksek Lisans İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Eylül 2017

Enerji çağımızın temel ihtiyaçlarından. Gelişen ve sürekli nüfusu artan dünyamızda bu değişimle birlikte enerji tüketimi de doğru orantılı olarak artmaktadır. Enerji üretiminde fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak rezervler gün geçtikçe azaldığı için devletler alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimine yönelim artmakta ve gelecekte de kullanılacak alternatif kaynaklar olarak görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreyi kirletmemesi, ekolojik dengeyi bozmaması enerji üretiminde istenilen bir özelliktir. Toplumların temel ihtiyaçlarından birisi de sudur. Şebekeye sular terfili ve cazibeli isale hatlarıyla verilmektedir. Terfili isale hatlarında su pompa vasıtasıyla enerji kullanılarak şebekeye iletilmektedir. Cazibeli isale hatlarında ise sular kaynak çıkış kotu ve iletim hattındaki kot farkından yararlanılarak enerji kullanılmadan şebekeye iletilmektedir. Cazibeli isale hatlarında kot farkı fazla olduğu zaman iletim hattında basınç farkları olmakta ve bu basınç farkları maslaklarla, basınç kırıcı vanalarla kırılmaktadır. Cazibeli isale hatlarından kot farklarından dolayı su kinetik enerji de kazanmaktadır. Cazibeli isale hatlarında basınç kırıcı sistemlerden önce Hidroelektrik Santraller kurularak bu enerji elektrik enerjisine dönüştürülerek ve enerji kazanımı olmaktadır. Ülkemizde elektrik enerjisinin üretiminin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlarla yapılmaktadır. Bu yakıtlardan enerji üretiminde kullanılan doğalgazı yurtdışından almamız dışa bağımlılık unsuru oluşturmaktadır. Dışa bağımlılığı azaltmak için yerel yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemiz en doğrusudur. Cazibeli isale hatlarında küçük boyutlu hidroelektrik santraller kurularak, hidrolik gücün kullanılması ile enerji üretiminin artırılması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cazibeli İsale Hatları, Elektrik Enerjisi Üretimi, Maslak, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

ABSTRACT

ELECTRICITY PRODUCTION SYSTEM ON GRAVITY PIPE LINES

ALKAN, ALİ

M.Sc.Civil Engineering

Advisor: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

September 2017

Energy is the basic necessities of our time. In this world where our population is growing and developing continuously, energy consumption is increasing in proportion with this change. Due to the use of fossil fuels in energy production, as the reserves are getting smaller day by day, the states are turning to alternative energy sources. As a result, trends in energy production from renewable energy sources are increasing and are seen as alternative sources to be used in the future. The fact that renewable energy resources do not pollute the environment and do not disrupt ecological balance is a desirable feature in energy production. One of the basic needs of the communities is water. The water is provided to the network with promotional and gravity pipe lines. In the promotional pipe lines, the water is supplied to the network via the pump by using electricity. In gravity pipe lines, the water is transmitted to the network by utilizing the elevation difference between the source and the pipe line without using energy. When there is a lot of elevation difference in the gravity pipe lines, there are pressure differences in the transmission line and these pressure differences are broken by pressure breaker valves. Water gains kinetic energy due to elevation differences. In order not to lose this energy because of the transmission of water to the lower levels and the use of pressure crushing systems, Hydroelectric Power Plants are built so that these energy is converted to electric energy and gained. In our country, a great majority of the production of electricity is made with fossil fuels. From these fuels, the natural gas used for energy production which we purchase from abroad constitutes an external dependency. It is best that we head for local renewable energy sources to reduce external dependency. It is aimed to increase the energy production through the use of hydraulic power by installing small sized hydroelectric power plants on the gravity pipe lines.

Keywords: Break Pressure Tank, Electricity Energy Production, Gravity Pipe Line, Renewable Energy Sources

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmamda, KTO Karatay Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK, Yrd. Doç. Dr. A. Kerim İLGÜN, Arş. Gör. Vahdettin DEMİR ve diğer bütün hocalarıma da teşekkür ederim.

Tez çalışmamı yöneten, her türlü tecrübesini, bilgisini paylaşan, çalışmamda desteğini esirgemeyen ve tez çalışmamın ana fikrini oluşturmada yardımcı olan saygı değer hocam Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ' ye çok teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olan annem, babam ve kardeşime, tüm hoşgörü ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Ali ALKAN
Eylül 2017

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
KISALTMALAR	xii
SEMBOL LİSTESİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Ülkemizin Enerji Üretimi ve Kaynaklarının İncelenmesi	2
1.2. Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Kaynakların İncelenmesi	4
1.3. Cazibeli İsale Hatlarından Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi Amacı,Kapsamı	4
1.4. Türkiye’de İsale Hattı Üzerine Kurulan İlk HES ve Diğerleri	5
2. HİDROELEKTRİK SANTRALLER	9
2.1. Hidroelektrik Santrallerinin Sınıflandırılması	9
2.1.1. Düşülerine Göre Hidroelektrik Santralleri	9
2.1.2. Kurulum Güçlerine Göre Hidroelektrik Santralleri	10
2.2. Su Türbin Tipleri	11
2.2.1. Pelton Türbin Tipi	11
2.2.2. Kaplan Türbin Tipi	13
2.2.3. Francis Türbin Tipi	14
2.2.4. Banki (Michell-Ossberger) Türbin Tipi	15
2.3. Türbin Seçim Faktörleri	16
3. ÜLKEMİZDE ENERJİ ÜRETİMİ VE DESTEK MEKANİZMASI	19
3.1. Türkiye’de Lisanssız Elektrik Enerjisi Üretimi	19
3.2. Türkiye’de Lisanssız Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Başvurulması,Süreci	20
3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi	20
3.4. Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Lisans Alınması	22
4. TESİS TASARIMI VE ÇALIŞAN GİDERLERİ	24
4.1. Tesis Tasarımı	24
4.2. Tesisin Yaklaşık Maliyetinin Hesaplanması	27

4.3. Yıllık Çalışan Giderleri	29
4.4. Diğer Giderler ve Maliyetler	30
4.5. Yatırımcı Verilen Teşvikler	30
5. TESİS VE TÜRBİN SETLERİ MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ	31
5.1. 109 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması	33
5.1.1. 109 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri	33
5.1.2. 102 kW Jeneratörün Özellikleri	34
5.1.3. 109 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı	34
5.1.4. 109 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti	34
5.2. 140 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması	39
5.2.1. 140 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri	39
5.2.2. 132 kW Jeneratörün Özellikleri	40
5.2.3. 140 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı	40
5.2.4. 140 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti	40
5.3. 262 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması	45
5.3.1. 262 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri	45
5.3.2. 250 kW Jeneratörün Özellikleri	46
5.3.3. 262 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı	46
5.3.4. 262 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti	46
5.4. 500 kW Enerji İçin 250 kW' lık İki Türbin Setinin Kullanılması	51
5.5. 526 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması	56
5.5.1. 526 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri	56
5.5.2. 500 kW Jeneratörün Özellikleri	57
5.5.3. 526 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı	57
5.5.4. 526 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti	57
5.6. Pelton Türbin Setlerinin Tablo Olarak İncelenmesi	62
5.7. Pelton Türbin Setlerinin Çalışması ve Otomasyonu	63
6.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	65
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	73

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelgeler	Sayfa
Çizelge 1.1. 2014 Yılı Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli	4
Çizelge 3.1. Enerji Tesislerinin Ekipmanları Yerli Üretim Olursa Verilen Teşvik	21
Çizelge 3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Uygulanacak Fiyat	22
Çizelge 3.3. Önlisans Alma Ücretleri Tablosu	23
Çizelge 4.1. Yapı Elemanları Kesitleri	25
Çizelge 4.2. Yapı Yaklaşık Maliyet Hesabı	27
Çizelge 4.3. Tesis Yapısının Yaklaşık Maliyeti	28
Çizelge 4.4. İşverene 2.000 TL Net Maaş ile Çalışan bir Kişinin Maliyeti	29
Çizelge 5.1. 109 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri	33
Çizelge 5.2. 109 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri	33
Çizelge 5.3. 109 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri	33
Çizelge 5.4. 102 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri	34
Çizelge 5.5. 109 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı	34
Çizelge 5.6. 102 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	34
Çizelge 5.7. 102 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	37
Çizelge 5.8. 140 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri	39
Çizelge 5.9. 140 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri	39
Çizelge 5.10. 140 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri	39
Çizelge 5.11. 132 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri	40
Çizelge 5.12. 140 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı	40
Çizelge 5.13. 132 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	40
Çizelge 5.14. 132 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	43
Çizelge 5.15. 262 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri	45
Çizelge 5.16. 262 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri	45
Çizelge 5.17. 262 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri	45
Çizelge 5.18. 250 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri	46
Çizelge 5.19. 262 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı	46
Çizelge 5.20. 250 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	46
Çizelge 5.21. 250 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	49
Çizelge 5.22. İki Set 262 kW Pelton Türbinin Grubunun Fiyatı	51

Çizelge 5.23. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	51
Çizelge 5.24. 250 kW*2 Türbin Setiyle Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	54
Çizelge 5.25. 526 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri	56
Çizelge 5.26. 526 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri	56
Çizelge 5.27. 526 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri	56
Çizelge 5.28. 500 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri	57
Çizelge 5.29. 526 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı	57
Çizelge 5.30. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	57
Çizelge 5.31. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri	60
Çizelge 5.32. Türbin Setlerinin İncelenmesi	62

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekiller	Sayfa
Şekil 1.1. 2016 Yıl Sonu Türkiye Elektrik Enerji Üretim	2
Şekil 1.2. 2014 Yılı Türkiye'nin Dünyadaki Elektrik Enerji Üretimindeki Yeri	3
Şekil 1.3. Yuvacık HES Boru Hattı Çalışması Görüntüsü	5
Şekil 1.4. Yuvacık HES Rezervuar Kısmı Görüntüsü	6
Şekil 1.5. Yuvacık HES'teki Elektrik İletim Panoları ve Trafolar	6
Şekil 1.6. Yuvacık HES'teki Türbinler	7
Şekil 1.7. Yuvacık HES'teki Asenkron Jeneratörler	7
Şekil 1.8. Rize Andon HES Santrali	8
Şekil 1.9. Rize Andon HES Santraline Gelen Boru Hattı Çalışması	8
Şekil 2.1. Debi-Düşü İlişkisine Bağlı Olarak Türbin Seçimi	10
Şekil 2.2. Turgo Türbini	12
Şekil 2.3. Pelton Türbini	12
Şekil 2.4. Kaplan Türbini	13
Şekil 2.5. Francis Türbini	14
Şekil 2.6. Banki Türbini	15
Şekil 2.7. Enerji, Piyozemetre Çizgisi	16
Şekil 4.1. Tesisin Perspektif Görüntüsü	24
Şekil 4.2. Tesisin Perspektif Görüntüsü	25
Şekil 4.3. Tesisin Enerji ve Maslak Odası Çizimi	26
Şekil 5.1. 102 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	38
Şekil 5.2. 102 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	38
Şekil 5.3. 132 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	44
Şekil 5.4. 132 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	44
Şekil 5.5. 250 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	50
Şekil 5.6. 250 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	50
Şekil 5.7. 250 kW*2 Türbin Setiyle $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	55
Şekil 5.8. 250 kW*2 Türbin Setiyle Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	55
Şekil 5.9. 500 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	61

Şekil 5.10. 500 kW Tesisin Q_{max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi	61
Şekil 5.11. Uzaktan Kontrol Sistemi (SCADA)	63
Şekil 5.12. Uzaktan Kontrol Sistemiyle Üretim ve Diğer Veriler	64
Şekil 5.13. Uzaktan Kontrol Sistemiyle Pelton Türbininin Çalışma Verileri	64

KISALTMALAR

Kısaltmalar Açıklamalar

DSİ	Devlet Su İşleri
EPDK	Enerji Piyasası Denetleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EUD	Elektrik Üreticileri Derneği
EÜAŞ	Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GBMH	Gesellschaft Mit Beschränkter Haftung (Limited Şirketi)
GİB	Gelir İdaresi Başkanlığı
HES	Hidroelektrik Santrali
İMO	İnşaat Mühendisleri Odası
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma, Yakma, Değerlendirme Anonim Şirketi
KDV	Katma Değer Vergisi
RPM	Rounds Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
SAP2000	Structural Analysis Program
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (Uzaktan Kontrol ve Veri Gözlem Sistemi)
SGK	Sosyal Sigortalar Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMSAN	Türkiye Elektromekanik Sanayisi Anonim Şirketi
UPS	Uninterruptible Power Supply (Kesintisiz Güç Kaynağı)
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

SEMBOL LİSTESİ

Simgeler	Açıklamalar
D	Boru Çapı
f_s	Pürüzlülük Katsayısı
h_{net}	Net Düşü
ΔH	Yük Kaybı
g	Yer çekimi ivmesi
j	Joule
L	Boru Uzunluğu
N_{devir}	Türbin Devir Sayısı
N_s	Türbin özgül hızı
n_{jeneratör}	Jeneratör verimi
n_{kuarner-burg}	Kuarner Brug Türbinleri İçin Devir Sayısı
n_{trafo}	Transformatör (Trafo) verimi
n_{türbin}	Türbin Verimi
n_{voith}	Voith Türbinleri Devir Sayısı
n_{verim}	Türbin Setinin Verimi
P	Güç
P_{max}	Türbin Maksimum Gücü
P_{min-tesis}	Tesis İçin Minimum Gerekli Güç
P_{min-türbin}	Türbin Minimum Gücü
P_{türbin}	Türbin Beygir gücü
V	Su Hızı
Q	Debi
Q_{max}	Türbin Maksimum Debisi
Q_{min}	Türbin Minimum Debisi
Q_{min-tesis}	Tesis İçin Minimum Gerekli Debi

1. GİRİŞ

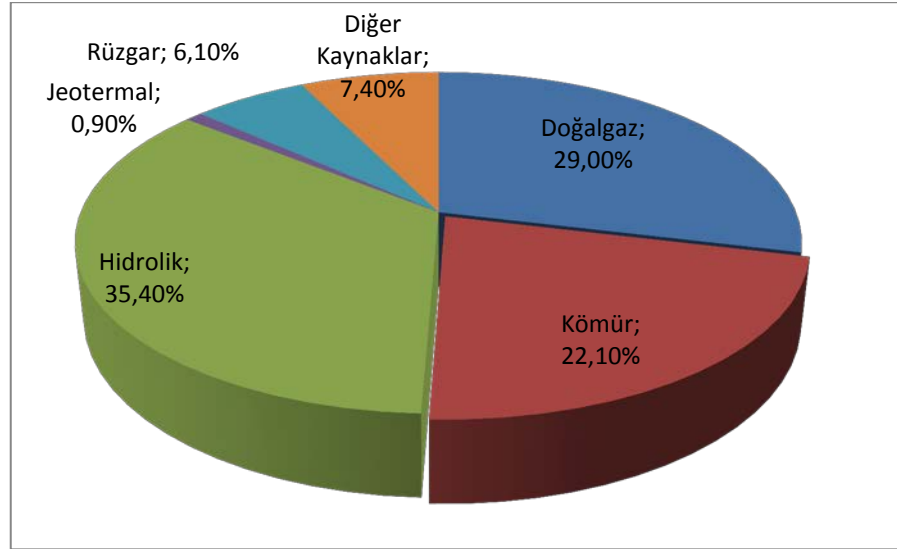
Günümüzün önemli ihtiyaçlarından olan enerji, tüm ülkelerde ve özellikle ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde önemli bir faktördür. Bu ülkelerde sermaye ve iş gücünün maliyetleri gün geçtikçe artmaktadır. Gelişen ülkelerde endüstrileşme ile enerji ihtiyacı açığa çıktığı için enerji üretimi önemli bir ihtiyaç olmaktadır. Enerji üretiminde kullanılacak kaynakların dışa bağımlılığı azaltılması ve çevre dostu olması önemli bir unsurdur. Bu yüzden ülkeler yenilebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir.

Enerji üretimi için su en önemli unsurlardan biri olup, iletimi isale hatları ile yapılmaktadır. Bu iletim sistemleri; Terfilili ve Cazibeli olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir [1-2]. Terfilili isale hatlarında enerjiyle çalışan pompa sistemleri bulunmaktadır. Cazibeli isale hatlarında ise suyun iletimi, yükseltisi (ya da kaptajın olduğu yerin) ve yerçekiminin etkisi sonucu gerçekleştirilir. Bu sistemde bulunan su, durgun vaziyette iken yükseklikle orantılı olarak bir Potansiyel Enerjiye sahiptir. Söz konusu su kütlelerinin iletim boruları vasıtasıyla iletilecek yere doğru hareket ettirilmesi sonucu hareket halindeki su kütlesi, hareket hızının büyüklüğü oranında bir enerjiye yani Kinetik Enerjiye sahip olmaktadır. Bu enerjinin yanında cazibeli isale hatlarında kot farkından dolayı oluşan basınç fazlalığı, belirli kademelerde maslak ya da basınç kırıcılar kullanılarak kontrol altına alınmaktadır ve bunun sonucu olarak da suyun enerjisi kırılmaktadır. Kırılan bu enerji boşa gitmektedir. Oluşan basıncın dengelenmesi için cazibeli iletim hatlarındaki su kütlelerinin, maslak yapılarına girerek ve beton kütleyle çarpılarak yavaşlatılması gerekir. Hidroelektrik santrallerde, maslaklardaki beton kütle yardımı ile su kütlelerinin enerjisi kırılmadan önce türbinler yardımı ile bu kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir. Türbinler enerjiyi mekanik enerjiye dönüştürerek şaft miline aktarırken, bu mil jeneratörü çalıştırarak elektrik enerjisine dönüştürür. Bu enerji trafolar yardımıyla bulunduğu bölgeye elektrik enerjisi olarak dağıtılmasını amaçlamaktadır. Bu sayede belirli bir

sürede tesis kendi yatırım maliyetini çıkartmakta, ilerleyen sürelerde yatırım kazanca dönüşebilmektedir.

1.1. Ülkemizin Enerji Üretimi ve Kaynaklarının İncelenmesi

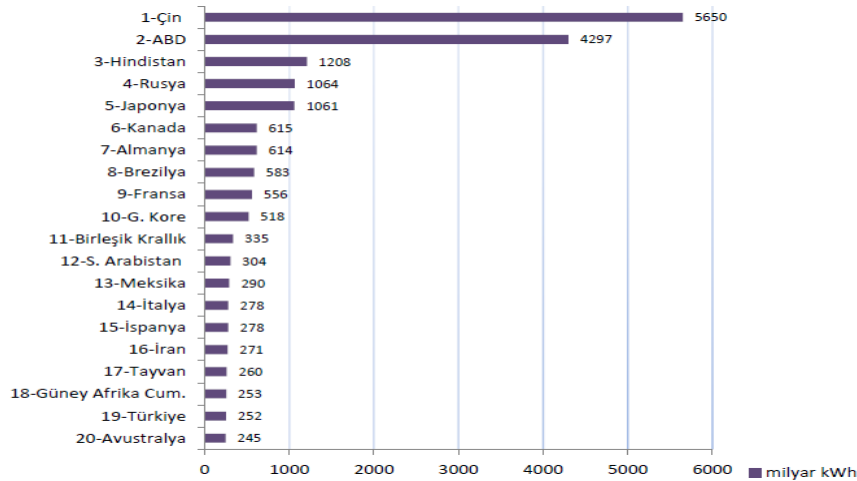
Ülkemizde 2016 yılı sonu verilerinde elektrik üretim kaynakları; %29'u doğalgazdan, %22,1'i kömür enerjisinden, %35,4'si hidrolik enerjisinden, %6,7'si rüzgar enerjisinden, %6,8'si diğer kaynaklar ve %0,9'u jeotermal enerji kaynaklarından elde edilmiştir [1]. Bu elektrik enerjisi üretiminin büyük çoğunluğunun fosil yakıtlardan elde edildiğini net bir oranda görmekteyiz. Doğalgaz ve petrol türevleri ülkemizde kaynak yönünden zengin olmayıp, yabancı ülkelerden ithal edilmektedir. İthal edilen bu petrol ve türevleri döviz ile alındığından üretim maliyetlerini artırmaktadır. Enerji üretiminde dışa bağımlılık unsuru azaltmak için alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemiz en doğrusudur. Bu sayede hem ekonomik kazanç sağlarız ve doğa dostu kaynaklar kullanmış oluruz.



Şekil 1.1. 2016 Yılı Sonu Türkiye Elektrik Enerji Üretim Kaynakları Oranları [3]

Fosil yakıtların kullanımı sonucunda çevreye yani atmosfere, C (Karbon), S (Kükürt), Pb (Kurşun), N (Azot) elementleriyle havadaki oksijenin (O) birleşmesi sonucunda oluşan CO_x, SO_x, PbO_x, NO_x formunda sağlık açısından zararlı olan gaz bileşikleri verilmektedir. Bu gazlar sera gazı etkisi olup ozon tabakasına da zarar vermektedir. Bu açığa çıkan gazlar iklim dengelerinin değişmesine bile sebep olmaktadır [4-6]. Örneğin: Kömür madenci sektöründe madenlerde çalışan kişilerde sağlık problemleri ortaya çıkmakta ve madenlerde metan gazı birikimiyle patlamalarda olabilmektedir. Denizlerde petrol taşıyan gemilerin neden olduğu kazalarda petrol denize yayılabilmekte ve deniz ekosistemi bozabilmektedir [4]. Sırf bu sebep için bile kalıcı ve çevreci yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmelidir.

Ülkemizde 2012 yılında 43,3 milyar m³ doğalgazın 23 milyar m³'ü elektrik enerjisi üretimde kullanılmıştır [7]. Rusya'dan ithal edilen doğalgazın 1000 m³ fiyatının, 2017 yılının ilk başlarında 175-180 \$ ve 1 Ekim 2017 tarihinden sonra ise 200-210 \$ civarında olması söz konusudur. Yani ortalama fiyat ele alınacak olunursa; 1000 m³ doğalgazın fiyatı yaklaşık 200 \$ hesaplanarak doğalgazdan enerji elde edilmesi için 4,6 milyar \$ dolar harcanmaktadır [8]. Enerji Bakanlığı ve devletimizde fosil yakıtların azalması ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarını günümüzde ve ilerleyen yıllarda alternatif enerji kaynağı olarak görmektedir. Bu yüzden yenilebilir enerji kaynakları ile enerji üretimine destek olmaktadır.



Şekil 1.2. 2014 Yılı Türkiye'nin Dünyadaki Elektrik Enerji Üretimindeki Yeri [9]

1.2. Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Kaynakların İncelenmesi

Yenilenebilir enerji kaynaklarının başlıcaları; hidrolik, rüzgar, güneş, biokütle, hidrojen, gelgit ve jeotermal enerjiler olarak incelenebilir [10]. Bu enerjiler; çevre dostu ve doğal olduğundan çevresel bir kirlenme söz konusu değildir. Dünyada fosil yakıtların azalması ile çevre dostu olan yenilenebilir enerjiler tercih edilmeye başlanmıştır. Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde hidroelektrik santrallerin 2015 yılındaki üretim payı %25,6 oranından 2016 yılında % 35,4'ye yükselmiştir [2].

Çizelge 1.1. 2014 Yılı Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potans. [11]

	HİDROLİK	RÜZGÂR	GÜNEŞ	BİOKÜTLE	JEOTERMAL
Kurulu Güç	23640,9 MW	3629,7 MW	40,2 MW	288,2 MW	404,9 MW
Elektrik Üretimi (GWh)	40396,1	8385,4	-	1171,2	2249,9
Isı (Bin TEP)	-	-	795	***	4,99
2023 Hedefleri(MW)	36000	20000	5000	1000	1000
Potansiyeli	160 TWh/yıl	48000 MW	1500 kWh/m ² -yıl	20 000 000 TEP	2000 MW

(1 TEP =11600 kWh =3 ton linyit=1,6 ton taşkömürü=1200 m³ doğalgaz=1 ton fuel-oil)

1.3. Cazibeli İsale Hatlarından Elektrik Enerjisi Elde Edilmesi Amacı ve Kapsamı

Cazibeli isale hatlarından elektrik enerjisi elde etmek için, engebeli ve yüksek yerlerde olan su kaynaklarının iletimi esnasında kot farkından dolayı oluşan kinetik enerjinin kaybolmamasını sağlamak üzere, bu enerji önce mekanik

enerjiye sonra da elektrik enerjisine dönüştürülür. İletim hattına belirli bir su kaynağından gelen suyun boru hattındaki sürtünme kayıpları hesaplanarak net düşü farkı bulunur. Tesisin enerji üretim kapasite gücü gelen suyun debisine, net düşü farkına bağlıdır. İsale hattında basınç kontrol noktalarında basınç kırılmadan önce bu tesislerin kurulması hedeflenmektedir. Ülkemizde kurulacak olan bu tesisler, ithal edilen enerji kaynaklarına ihtiyacın azalması ve elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin düşürülmesine yönelik bir çalışmadır.

1.4. Türkiye’de İsale Hattı Üzerine Kurulan İlk HES ve Diğerleri

Türkiye’de ilk olarak içme suyu hattı üzerine kurulan hidroelektrik santrali Kocaeli Yuvacık HES projesidir. Yuvacık Barajı ve Kullar içme suyu isale hattı üzerine yapılan tesiste 2200 mm’lik çelik borularla su tesise gelmektedir. Bu tesisin yıllık üretim kapasitesi 14.000.000 kWh’tir. Kot farkından yararlanılarak yapılan tesis lisanslı bir üretime sahiptir ve elektrik üretim lisansı İZAYDAŞ tarafından yapılmaktadır. Kocaeli Belediyesi tesisin yaklaşık 5 (beş) yılda kendini amorti edeceğini açıklamıştır [12]. Yuvacık Hidroelektrik santralinin projesi, imalatı, malzeme temin, montaj, test ve devre alma çalışmaları TEMSAN A.Ş. tarafından yapılmıştır. 2015 yılında enerji üretimine başlanmıştır [13].



Şekil 1.3. Yuvacık HES Boru Hattı Çalışması Görüntüsü [12]



Şekil 1.4. Yuvacık HES Rezervuar Kısmı Görüntüsü [13]



Şekil 1.5. Yuvacık HES'teki Elektrik İletim Panoları ve Trafolar [13]



Şekil 1.6. Yuvacık HES'teki Türbinler [13]



Şekil 1.7. Yuvacık HES'teki Asenkron Jeneratörler [13]

Rize Andon İçme Suyu Arıtma hattında da, 1000 mm çelik borularla gelen suyun enerjisinden faydalanarak enerji üretimine geçmişlerdir. Bu sayede maslakdan önce suyun enerjisini kullanarak sadece yatırım maliyeti ile enerji üretime geçmişlerdir. Şuan 870 kW türbin ile üretime geçmişlerdir. RİZESU YAP-İŞ Başkanlığı Andon İçme Suyu hattına 6 adet türbin ile toplam 4,2 MW enerjiyle üretim yapmayı hedeflemektedirler [14].



Şekil 1.8. Rize Andon HES Santrali [14]



Şekil 1.9. Rize Andon HES Santraline Gelen Boru Hattı Çalışması [14]

2. HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Hidroelektrik santraller akan suyun enerjisini kullanarak elektrik enerjisine dönüştürürler [15]. Büyük bir akarsu ya da belirli bir yüksek noktadan iletilen suyun düşürülmesi ile yüksek oranda enerji elde edilmektedir. İletilecek olan sular kanal veya borulama sistemi ile türbinlere doğru akar, elektrik enerjisi üretimi için türbinin keççelerini (kanatlarını) suyun akışı ile hareket ettirerek türbin milini döndürür, bu mil yardımı ile asenkron jeneratör çalışmasıyla mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşür [15-16].

İsale hatları üzerine yapılacak olan hidroelektrik santraller barajlar gibi depolama (rezervuar) alanına ve gövde yapılarına gerek duymadığından, kurulumu, tesisinin yapılması daha alternatif olabilmektedir. Bu kurulacak olan tesislerin teknik ekipmanları, kullanım ömrünün uzun olması ekonomik bir avantajdır. Bu santraller çevre dostu, işletme ve bakım giderleri ekonomiktir.

2.1. Hidroelektrik Santrallerinin Sınıflandırılması

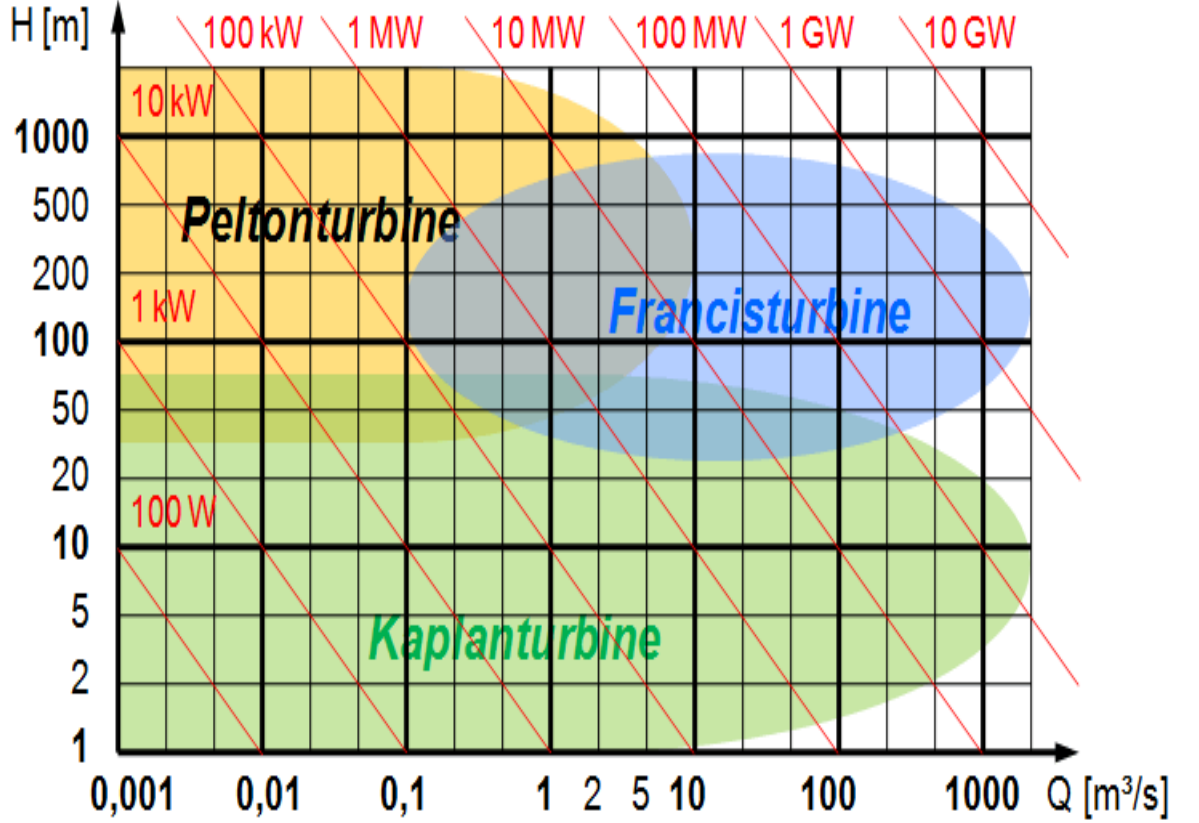
2.1.1. Düşülerine Göre Hidroelektrik Santralleri

a) Alçak Düşülü Hidroelektrik Santralleri: Net düşü yüksekliği 15 metre ve daha yükseltide olan santrallerdir. Büyük su debili ve alçak düşülü santrallerde Kaplan Türbini kullanılmaktadır [17].

b) Orta Düşülü Hidroelektrik Santralleri: Net düşü yüksekliği 30 metre ve 300 metre arasından olan santrallerdir. Orta düşü büyük debilerde Francis Türbinleri kullanılmaktadır. Orta düşüde de Pelton, Turgo Türbinleri de verimli bir şekilde kullanılmaktadır [17].

c) Yüksek Düşülü Hidroelektrik Santralleri: Net düşü yüksekliği 300 metreden daha fazla olan santrallerdir. Bu yüksek düşüde verimli çalışan türbinler Pelton ve Turgo Türbinleridir. Yüksek düşü kapasitesine sahip olan sistemlerde cebri boru ile

sisteme getirilmesi daha maliyetli olacaktır. Çünkü daha dayanıklılığı yüksek boru sistemi kullanılması gerekmektedir. Genelde bu sistemler türbinlere kanallar vasıtaıyla ulaşılmaktadır [17].



Şekil 2.1. Debi-Düşü İlişkinine Bağlı Olarak Türbin Seçimi [18]

2.1.2. Kurulum Güçlerine Göre Hidroelektrik Santralleri

a) Çok Küçük (Mikro) Kapasiteli Santraller: Bu santraller, elektrik enerjisi üretim kapasitesi 100 kilowatt-saat (kW-h) üretimden az olan santrallerdir [15-16].

b) Küçük (Mini) Kapasiteli Santraller: Bu santraller, elektrik enerjisi üretim kapasitesi 100 kilowatt-saat (kWh) ile 1 Megawatt-saat (MW-h) arası üretimi olan santrallerdir [15-16].

c) Orta Düzey Kapasiteli Santraller: Bu santraller, elektrik enerjisi üretim kapasitesi 1 Megawatt-saat (MW-h) ile 10 Megawatt-saat (MW-h) aralığı üretimi olan santrallerdir [15-16].

d) Büyük (Yüksek) Kapasiteli Santraller: Bu santraller, elektrik enerjisi üretimi 10 Megawatt-saat (MW-h)'ten fazla olan santrallerdir. Bu santrallerin çoğunluğu büyük akıntılı nehir veya depolamalı (rezervuarlı) baraj gövdeli santrallerdir [15-16].

2.2. Su Türbin Tipleri

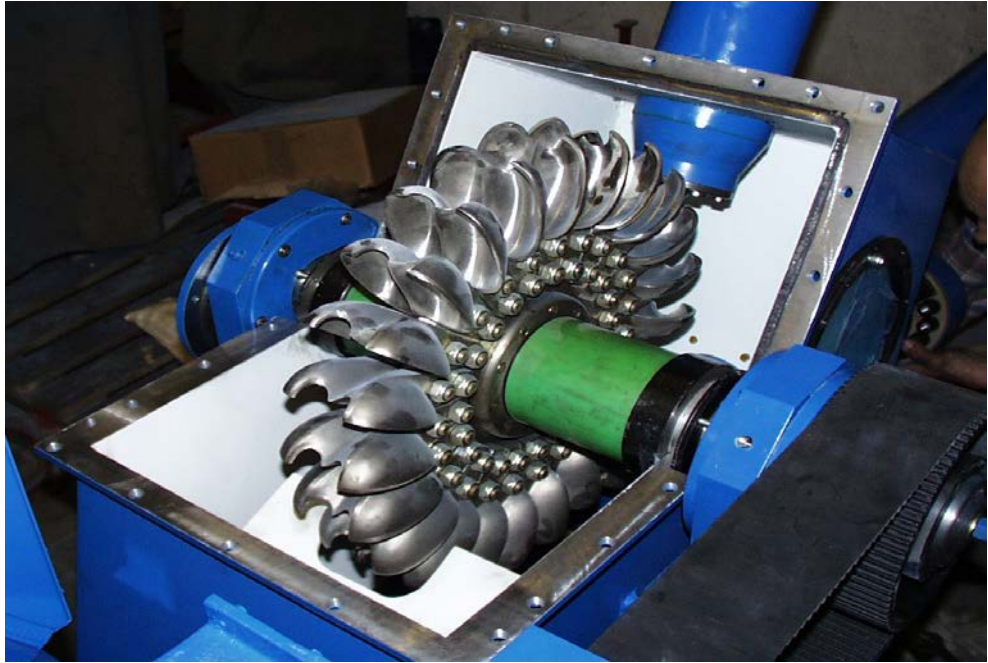
2.2.1. Pelton Türbin Tipi

Pelton Türbinleri, çalışma şekline göre yatay ve düşey eksenli olarak konumlandırılır [13]. Aksiyon tipi türbinlerdir. Türbinin kanatlarının (kepçelerinin) hareketini sağlamak için borudan gelen su türbine verildiğinde türbinin su çıkış ağızlarına gelen su, su jetlerinden püskürtülerek kepçelerinin hareketi sağlanır. Bu hareketle birlikte türbin kepçelerinin dairesel hareketi ile rotor mili hareket eder. Rotor milinin hareketi ile mekanik enerji elde edilir. Rotor mili ile jeneratörün çalışması sağlanır. Pelton Türbinleri % 90'dan fazla verimle çalışmaktadır [13]. Pelton Türbinlerinde su jetleri üç, dört, altı su jeti püskürtmeli olabilmektedir [19]. Orta ve yüksek düşü de çalışabilmektedirler. Pelton Türbinleri değişken debilerde çalışabilmektedir. Pelton Türbinleri daha küçük su debilerde çalışabilir [20].

Turgo türbinleri ile farkı dairesel hareket kısmındaki kepçelerin farklı olmasıdır. Çalışma prensipleri birbirine benzer ama Turgo Türbini daha yüksek devirlere çıkabilmektedir. Kepçe tasarımıdan dolayı Pelton Türbinlerine göre daha fazla suyu tutabilmektedir [20]. Bu tip su türbinlerinin küçük, orta ve büyük boyutta türbin tipleri üretilmektedir.



Şekil 2.2. Turgo Türbini [21]



Şekil 2.3. Pelton Türbini [22]

2.2.2. Kaplan Türbin Tipi

Kaplan Türbinlerinin, alçak düşülü ve yüksek debili sistemlere göre çalışması tasarlanmıştır [23]. Bu türbinin girişindeki ve çıkışındaki suyun arasında basınç farkı ile kanatları çevrilmektedir. Gövde pervanesi gemi pervanesine benzemektedir. Bu basınç farkından dolayı türbin yüksek devirlerde çalışmaktadır. Kaplan Türbininin gövdesinin tasarımlarında Salyangoz tipi, Uskur tipi, Stafalo tipi ve Boru tipi olan tipleri de mevcuttur. Değişken debilerde verimi oldukça düşmektedir. Pervaneleri Francis Türbine göre daha hızlı bir şekilde dönmektedir [24].



Şekil 2.4. Kaplan Türbini [25]

2.2.3. Francis Türbin Tipi

Francis Türbinleri, radyal ve aksenal akış olarak tasarlanmaktadır. Bu türbinine giren su basıncını türbinin kanatlarına vererek kanatları döndürür. Bu nedenle suyun girişteki basıncı yüksek, suyun çıkış basıncı düşüktür. Suyun giriş kısmı radyal, kanatlar türbin çarkına teğet olarak çalışmaktadır. Francis türbine giren su, yöneltici çarktan türbin ortasındaki çarka girerek, çark hareketi ile aşağı doğru hareket ederek türbini terk eder. Bu nedenle türbinin kanatlarında radyal akış tesiri oluşarak türbin çalışır. Yatay ve dikey eksenli olarak çalışması konumlandırılabilir. Değişken debilerde verimliliği düşmektedir. Francis Türbinler reaksiyon türbinleridir [26].



Şekil 2.5. Francis Türbini [26]

2.2.4. Banki (Michell-Ossberger) Türbin Tipi

Bu türbini Macar mühendis Banki ve İngiliz mühendis Michell-Ossberger bulmuştur. Genelde Banki (Michell-Ossberger) Türbini olarak adlandırılır. Bu türbin tipi bir aksiyon türbini türüdür. Bu türbin yerel bölgelerdeki akarsulardan enerji elde edilmesi için tasarlanmıştır. Avrupa da Banki Türbinlerinden çok sayıda imal edilmiştir. Alçak ve orta düzeydeki düşülerde verimli bir şekilde çalışmaktadır. 0,02-9 m³/s debi aralığında da çalışabilmektedir. Türbin konstrüksiyonu diğer türbinlerden daha basittir. Banki türbini bu yüzden diğer türbinlere göre daha kolay ve basit imal edilebilmektedir. Bu türbinin en önemli özelliği türbine giren suyun dönel çarktan 2 defa suyun çarka girip, çıkmasıdır [20].

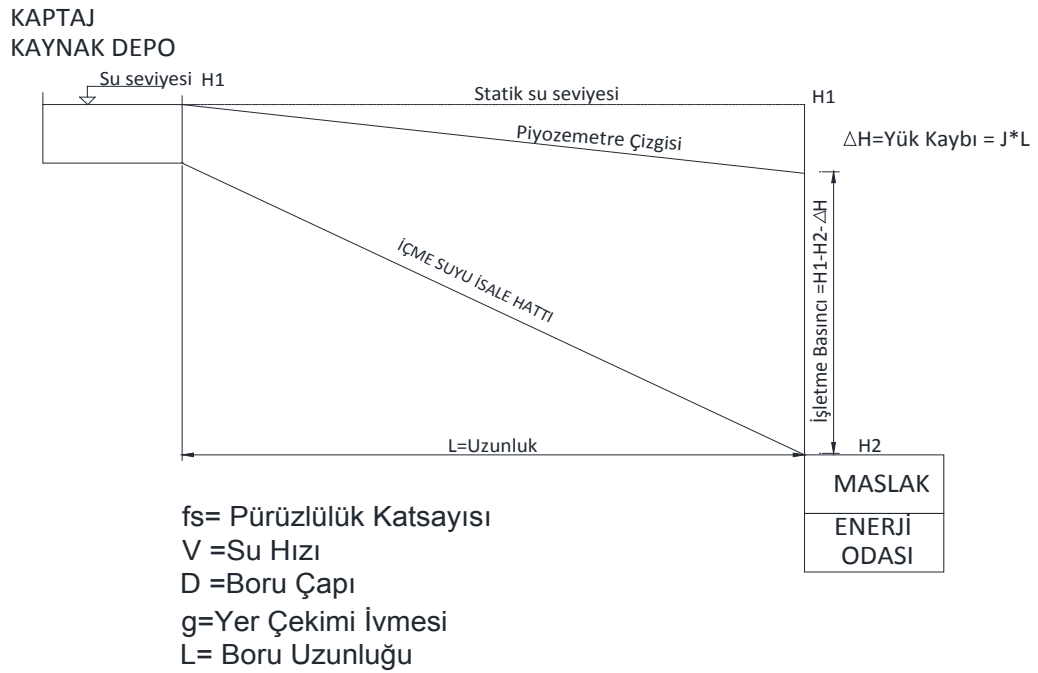


Şekil 2.6. Banki Türbini [27]

2.3. Türbin Seçim Faktörleri

Türbin seçimi, enerjinin üretileceği kaynağın sağladığı güce, kullanılacak türbinin üretici firmasının önerdiği çalışma hızlarına, seçilecek olan türbinin tasarımcılarının önerdiği jeneratöre ve sistemin genel verimliliğine bağlıdır.

Firmalar kendi ürettikleri türbinler ve jeneratörler için farklı devir ve hız formülleri vermektedirler. Hidrolik Türbin seçiminde güç formülünden yararlanarak türbin gücünü bulabiliriz. Yük farkı ile (h_{net}) net düşü hesaplanmalıdır [19,29].



Şekil 2.7. Enerji, Piyezometre Çizgisi [28]

$$\text{İşletme Basıncı} = \text{Statik Su Seviyesi (H1)} - \text{Maslak Kotu (H2)} - \text{Yük Kaybı}(\Delta H) \quad (2.1)$$

$$\text{Yük Kaybı} = \Delta H = f_s * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad (2.2)$$

$$\text{Hidrolik Eğim} = \frac{fs}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad (2.3)$$

Güç=iş / zaman formülü kullanılarak;

$$P = \text{Güç}$$

$$\text{Güç} = \text{İş (j)} \times \text{verim (\%)} / \text{zaman (sn)} = W \quad (2.4)$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times m \text{ (kg)} \times g \text{ (m/sn}^2\text{)} \times n = W \quad (2.5)$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3\text{/sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times g \text{ (m/sn}^2\text{)} \times n = W \quad (2.6)$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3\text{/sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times g \text{ (m/sn}^2\text{)} \times n / 10^3 = kW \quad (2.7)$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3\text{/sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times g \text{ (m/sn}^2\text{)} \times n / 10^6 = MW \quad (2.8)$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3\text{/sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times g \text{ (m/sn}^2\text{)} \times n / 10^9 = GW \quad (2.9)$$

$h_{\text{net}} \text{ (m)}$ = Net düşü (metre), isale hatlarındaki, boru yük kayıpları metre sütun olarak düşüldükten sonraki hali

$$Q = \text{Debi (m}^3\text{/sn)}$$

$$g = \text{Yer çekimi ivmesi (m/sn}^2\text{)}$$

$$W = \text{Watt}$$

$$kW = \text{Kilowatt}$$

$$MW = \text{Megawatt}$$

$$GW = \text{Gigawatt}$$

$$n = n_{\text{verim}} = n_{\text{trafo}} \times n_{\text{jeneratör}} \times n_{\text{türbin}} \quad (2.10)$$

$$n_{\text{türbin}} = \text{Türbin verimi}$$

$$n_{\text{trafo}} = \text{Transformatör (Trafo) verimi}$$

$$n_{\text{jeneratör}} = \text{Jeneratör verimi}$$

Türbin Devir Sayısı ;

$$N_{\text{devir}} = N_s \times h_{\text{net}}^{1,25} / P_{\text{türbin}}^{0,5} \quad (2.11)$$

$P_{\text{türbin}}$ = Türbin beygir gücü

1,341 Beygir = 1 Kilowatt

N_s = Türbin özgül hızı (d/d)

h_{net} (m) = Net düşü (metre)

N_{devir} = Türbin devir sayısı (d/d)

Voith türbinleri için devir sayısı ;

$$\text{Max } n_{\text{voith}} = 3500 / h_{\text{net}}^{0,55} \quad (2.12)$$

Kuarner Brug türbinleri için devir sayısı ;

$$\text{Max } n_{\text{kuarner-burg}} = 5000 / h_{\text{net}}^{0,7} \quad (2.13)$$

Her üretici firma türbin tiplerinde, çalışma devirlerine göre ampirik formüller vermektedir.

Üretici firmaların jeneratör, türbin, trafo verim yüzdeleri değişmektedir. Her birinden birer örnek verilmiştir.

Hydro-Energy firması da türbin seti verimini [19] ;

$n_{\text{türbin}}$ = Türbin verimi = 0,93 (Pelton Türbin için)

n_{trafo} = Transformatör (Trafo) verimi =0,98

$n_{\text{jeneratör}}$ = Jeneratör verimi = 0,95

n_{verim} = 0,87 genel sistem verimliliği vermiştir.

3. ÜLKEMİZDE ENERJİ ÜRETİMİ VE DESTEK MEKANİZMASI

3.1. Türkiye’de Lisanssız Elektrik Enerjisi Üretimi

Günümüzde gerçek ve tüzel kişiler, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından hidroelektrik enerjisi üretiminde, EPDK kanunlarına göre 1 MW’a kadar lisans almadan enerji üretebilirler [30].

EPDK kanunlarından lisanssız enerji üretimi ile ilgili kanunlarında ETKB lisanssız enerji üretiminde bakanlık kararı ile enerji kaynaklarının güç sınırının beş katına kadar artış yapılabilmesi söz konusu ve de 5 MW kadar trafo tahsis edilmektedir. Lisanssız elektrik enerji üretimiyle ilgili yönetmelikte 5.Madde de yer alan; sermayelerinin büyük çoğunluğunun Belediyelere ait olan tüzel kişilere ve Belediyeler tarafından işletilen isale hatlarının, atık su isale hatlarında enerji üretimine yeterli teknik düzeyde olması halinde DSİ kurumu tarafından uygun bulunursa enerji üretim tesisi kurulabilir. Bu isale hattında birden fazla Belediyenin tahsis hakları varsa Belediyeler arası anlaşmaya göre kurulur ve de işletilir. 22.10.2016 tarihinde güncellenen elektrik piyasasında lisanssız enerji üretimiyle ilgili olan yönetmelikte lisans alma muafiyeti 5. maddede Belediyelere ait olan isale hatlarından enerji üretimi ilgili kararda güç sınırı uygulaması kalkmıştır [30]. 22.10.2016 tarihinde güncellenen, elektrik piyasasında lisanssız enerji üretimiyle ilgili olan yönetmelikte 6. madde bağlantı ve sistem elemanları ile ilgili olan yönetmelikte 8. bendinde de enerji üretim tesisinin elektrik şebekesine olan uzaklığının belirlenmesinde güç üretimine göre; 0,499 MW üretimden az ise şebekeye olan uzaklığı kuş uçuşu mesafesi beş kilometreye kadar uygulanan projede elektrik şebekesine olan en fazla uzaklığı projede en fazla altı kilometreye kadar şebekeye bağlantı sağlanır [30].

1 MW ve 0,5 MW arası üretim olan tesislerde elektrik şebekesine bağlantısı kuş uçuşu mesafesi on kilometreye kadar, projede ise en fazla uzaklığı on iki kilometreye kadar elektrik şebeke bağlantısını kadar yapılabilmektedir. Şebeke verilecek olan

elektrik enerjisinin kooperatif olarak enerji üretimi yapan tesisinde ortak sayısına bağlı olarak trafo tahsis güçleri değişmektedir [30].

3.2. Türkiye’de Lisanssız Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Başvurulması ve Süreci

EPDK lisanssız enerji üretimi ile ilgili 22.10.2016 tarihinde güncellenen yönetmeliğin 9. maddesinde, hidrolik kaynaklı enerji üretim tesislerinde su kullanım hakkı, izinleri ve başvurularında İl Özel İdareleri yetkili kurumdur. Bu su kaynağının rejiminin uygun bulunması için o bölgeden sorumlu olan DSİ raporu da başvuru için gereklidir. Teknik değerlendirme raporu, su kullanım hakkını alan ve diğer kaynaklardan yeterli olan işletmecilere TEİAŞ tarafından çağrı mektubu ile iletilir. Bu süreçte toplam 180 gün işletmeciye süre verilir ve ilk üç ay işletme tesis projesi, ETKB ve Bakanlıkça yetkili kurumlar tarafından gerekli onaya sunulur. Tesisin kabulü bakanlıkça internet sitesinden belirli bir süre zarfında ilan edilir. 18. maddesinde ise tesisin üretilen enerjisi on sene boyunca YEKDEM belirlemiş olduğu fiyat üzerinden İşletmeciden alınır. İlgili yönetmeliğin 24. maddesinde ise hidrolik enerji kaynağına bağlı tesislerin yapılması ve kurul kararı ile faaliyete geçmesine 3 yıl süre verilmiştir [30]. T.C. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Başkanlığı Ajansı ’da lisanssız enerji üretim için başvurularda yatırımcıya teşvik ve bölgesel şartlara göre destek sağlamaktadır. Her bölgenin farklı teşvik destekleri bulunmaktadır [31].

3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi

18 Kasım 2013 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile çıkan 5625 sayılı kanunda 1 Ocak 2016 tarihi ile 31 Aralık 2020 tarihleri arasında kurulmuş olan enerji üreten tesislerden YEK belgesine sahip olan üreticilerden, YEK Destekleme Mekanizması adı altında üreticilerden ürettikleri elektrik enerjisi alınacaktır [32]. Bu kanuna ekli olarak 5346 sayılı kanunda da "Elektrik üretiminde tesisin enerji üretiminde kullandığı mekanik, elektromekanik sistemlerin yerli üretim olduğu takdirde de beş

sene süre zarfında alınan, satılan enerjinin kWh fiyatı haricinde destek verileceği" belirtilmiştir [32].

Çizelge 3.1. Enerji Tesislerinin Ekipmanları Yerli Üretim Olursa Verilen Teşvik [33]

Enerji Tesis Tipi	Yurt İçinde Üretimi Gerçekleşen Ekipman	Yerli Katkı Değeri
		(ABD Doları- cent/kWh)
1-Hidroelektrik	1. Türbin	1,3
	2. Jeneratör ve güç elektroniği	1
2-Rüzgar Enerjisi	1. Kanat	0,8
	2. Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3. Türbin kulesi	0,6
	4. Rotor, nasele gruplarındaki tüm mekanik ekipman (kanat grubu, jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç).	1,3
3-Fotovoltaik Güneş Enerjisiyle	1. PV panel entegrasyonu , güneş yapısal mekaniği üretimi	0,8
	2. PV modülleri	1,3
	3. PV modülünü, oluşturan hücreler	3,5
	4. İnvörtör	0,6
	5. Güneş ışınlarını, PV modülüne odaklayan malzeme	0,5
4-Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisiyle	1. Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2. Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3. Güneş izleme sistemi	0,6
	4. Isı enerjisi, depolama sisteminin mekanik aksesuarları	1,3
	5. Güneş ışınlarını, kule üzerinde toplayan buhar üretim sisteminin mekanik aksesuarları	2,4
	6. Stirling motoru	1,3
	7. Panel entegrasyonu, solar panel yapısal mekaniği	0,6
5-Biyokütle Enerjisiyle	1. Akışkan yataklı buhar tankı	0,8
	2. Sıvı ya da gaz yakıtlı buhar tankı	0,4
	3. Gazlaştırma, gaz temizleme grubu	0,6
	4. Buhar ya da gaz turbine	2,0
	5. İçten yanmalı motor ya da stirling motoru	0,9
	6. Jeneratör, güç elektroniği	0,5
	7. Tümleşik üretim sistemi	0,4
6-Jeotermal Enerjiyle	1. Buhar ya da gaz turbine	1,3
	2. Jeneratör, güç elektroniği	0,7
	3. Buhar enjektörü ya da vakum kompresörü	0,7

Çizelge 3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre Uygulanacak Fiyat Cetveli [33]

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Göre	Geçerli Tarife Fiyatları (ABD Doları - cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgâr enerjisi üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerji üretim tesisi	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)	13,3
Güneş enerjisiyle üretim tesisi	13,3

Ülkemizde kurumsal olarak hizmet veren TEMSAN A.Ş. yerli sermayeyle su türbinleri ve jeneratörleri üretmektedir. İsale hatlarından enerji elde ediminde TEMSAN A.Ş. ülkemizde ilk isale hattından enerji üreten firmadır. TEMSAN A.Ş. isale hatlarında kot farkından dolayı kazanılan enerjinin yükü kırılmadan enerji elde edilmesine rol model olmuştur. YEKDEM kapsamında yenilenebilir hidrolik enerjisi ile elektrik enerjisi üretimi yapılması durumunda ve tesisin ekipmanlarının yerli imalat olmasında teşvikler dahil örnek olarak 1 kWh hesaplırsak, 1 kWh fiyatı (7,3+1+1,3) 9,6 cent dolar 5 yıl boyunca üreticiye dönecektir. Sonraki yıllarda üretilen enerji EPDK kontrolündeki fiyatlandırma ile üreticiden alınacaktır. Günümüzde de devlet desteği ile yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretici sayısı artmaktadır.

3.4. Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Lisans Alınması

Lisanssız enerji üretimi güç sınırı gerçek, tüzel kişiler için 1 MW enerjiye kadardır. 1 MW ve üzeri tesisleri kuracak olan gerçek ve tüzel kişilerin enerji üretimi için lisans alması söz konusudur. EPDK' nun 22.12.2016 tarihli 6786 sayılı kurul kararlarında alınan kararlar 2017 yılında uygulanacak fiyatlar tabloda yer verilmiştir. İlk başta ön lisans alınmasına başvurulur. Ön lisans sureti çıkartma ücreti 1250 TL olarak üreticiden talep edilmektedir [34].

Çizelge 3.3. Önlisans Alma Ücretleri Tablosu [34]

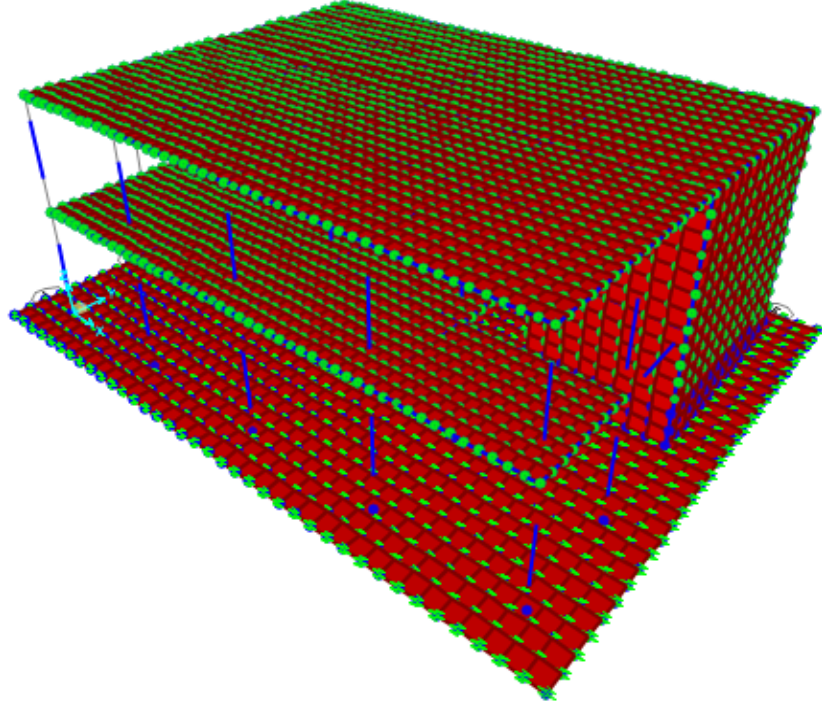
Kurulum Güç Değerleri “ P (MW) ”		
$0 < P \leq 10$ MW	6100	(altıbinüz) Türk Lirası
$10 < P \leq 25$ MW	12100	(onikibinüz) Türk Lirası
$25 < P \leq 50$ MW	18100	(onsekizbinüz) Türk Lirası
$50 < P \leq 100$ MW	30100	(otuzbinüz) Türk Lirası
$100 < P \leq 250$ MW	60200	(altmışbinikiüz) Türk Lirası
$250 < P \leq 500$ MW	120600	(yüzyirmibinaltıüz) Türk Lirası
$500 < P \leq 1000$ MW	180900	(yüzseksenbindokuzyüz)Türk Lirası
$P > 1000$ MW	301500	(üçyüzbirbinbeşyüz) Türk Lirası

Yerli yenilenebilir enerji kaynaklarından lisanslı enerji üretiminde bu başvuru ücretinin %10'u üreticiden tahsil edilmektedir. Eğer üreticinin başvurduğu güç üretim değeri bir üst sınıra çıkarsa 6100 TL lisans ücreti alınır. Lisanslı enerji üretiminde, 6786 sayılı kurul kararına göre enerji iletim bedeli 1 kWh'da 0,003 (sıfırtambindeüç) kuruşa, üretim bedeli 1 kWh da 0,003 kuruşa ve dağıtım bedeli 1 kWh'da 0,003 kuruştan hesaplanmaktadır. Yani 1 kWh lisanslı enerji üretiminde 0,009 kuruş maliyet gideri vardır. Lisans yenileme ve güncellemelerde 6100 TL ödenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminde de güç üretim koşullarına göre bu ücretin %50'si üreticiden temin edilmektedir [34].

Lisans alma ücretleri önlisans alma ücret dilimleri ile aynı fiyatta belirlenmiştir. Dağıtım, iletim ve tedarik lisansı almak içinde gerekli ücretleri lisans alma koşulları 6786 sayılı kanunda detaylı şekilde yer almaktadır. Organize Sanayi Bölgelerinde üretim, tedarik, dağıtım lisansları yine aynı kanunda detaylı bir şekilde ele alınmıştır [34].

4. TESİS TASARIMI VE ÇALIŞAN GİDERLERİ

4.1. Tesis Tasarımı



Şekil 4.1. Tesisin Perspektif Görüntüsü

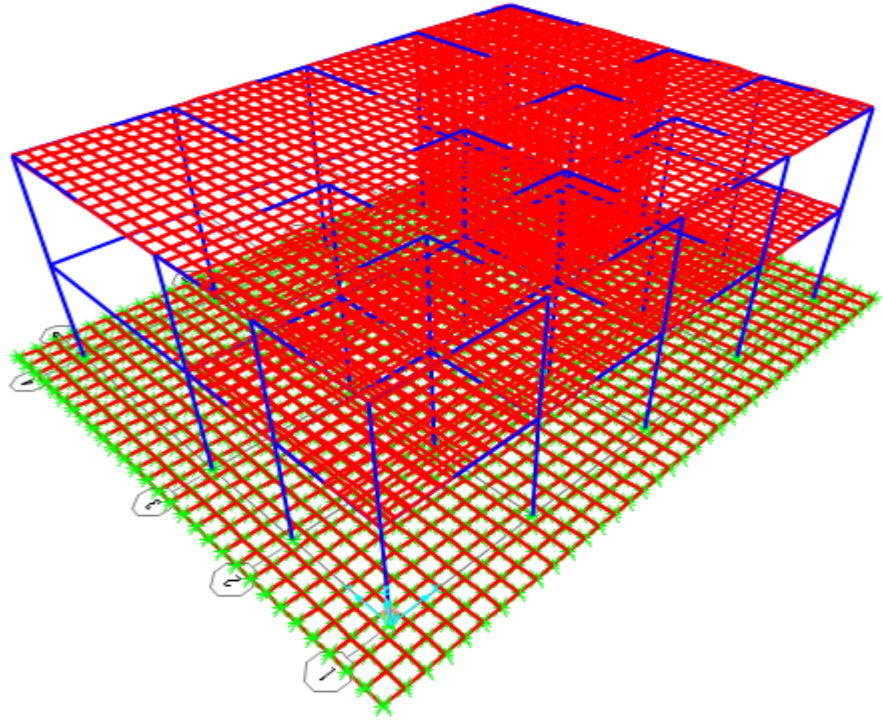
Bu tesisin yapısının SAP2000 programında analizi yapılmıştır. Kesitlerin dayanım koşullarına yeterli olduğunun analizi yapılmıştır. Tesis bu analizler doğrultusunda tasarlatılmıştır. Tesisin beton sınıfı C25, donatı sınıfı da S420 seçilmiştir. Yapı elemanlarının kesitleri tabloda yer verilmiştir. Buna bağlı olarak tesisin tasarımında iki kat olarak düşünülmesi bekçinin ya da tesisteki teknisyenin lojman olarak kullanması başka bir yapı ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Yapı maliyetini, İMO'nun yayınlamış olduğu yapı yaklaşık maliyet hesabıyla hesaplanmıştır.

Tesisin yapılacak olduğu isale hattındaki yerinin devlet arazisi üzerinde ise Milli Emlak Genel Müdürlüğü'ne başvurularak, arazinin kiralanması yapılabilir. İsale hattına kurulacak yenilenebilir enerji kaynaklı tesisin hazine arazisi olduğu yerlerde uygun fiyatlara üretici kiralayabilir ve belirli bir süre sonunda yaptığı yatırımları göz

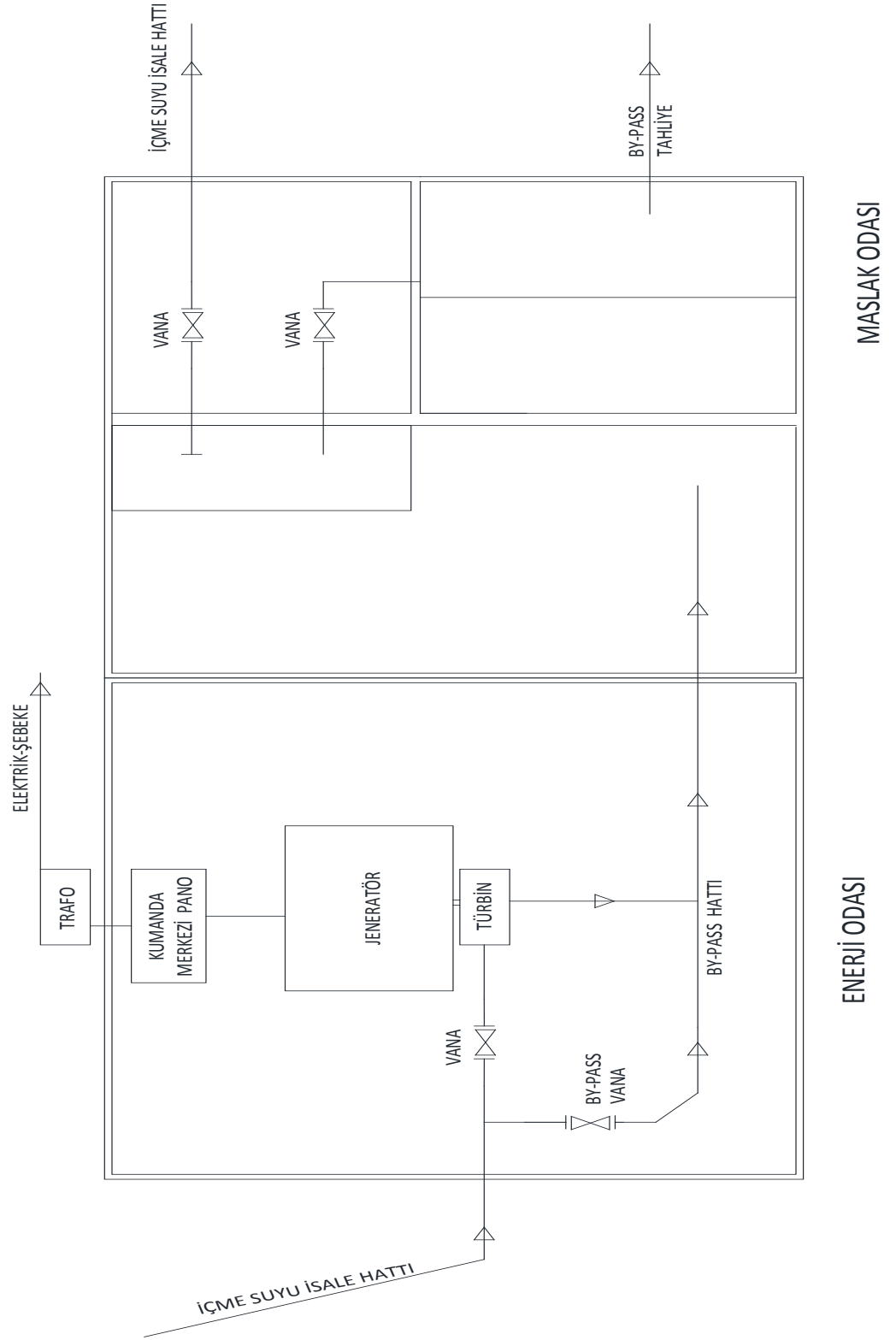
önünde bulundurarak, Milli Emlak Müdürlüğü'nce üreticiye arazinin yine uygun bir ücretten kiralanması ya da satışı söz konusu olmaktadır. Bu konu ile ilgili detaylı bilgilendirmeler Milli Emlak Genel Müdürlüğü'nden alınabilir [35].

Çizelge 4.1. Yapı Elemanları Kesitleri

Yapı Elemanları	En	Boy	Yükseklik
Kolonlar	0,50 m	0,50 m	3,50 m
1 Nolu Kirişler	0,50 m	3,00 m	0,40 m
2 Nolu Kirişler	0,50 m	4,00 m	0,40 m
1 Nolu Perde Duvarlar	0,25 m	3,00 m	3,50 m
2 Nolu Perde Duvarlar	0,25 m	4,00 m	3,50 m
Döşemeler	3,00 m	4,00 m	0,15 m
Radye Temel	13,20 m	17,60 m	0,50 m



Şekil 4.2. Tesisin Perspektif Görüntüsü



Şekil 4.3. Tesisin Enerji ve Maslak Odası Çizimi [36]

4.2. Tesisin Yaklaşık Maliyetinin Hesaplanması

Bu tesisin yaklaşık olarak maliyet analizindeki veriler İMO'nun yapı yaklaşık maliyet hesabına göre yapılmıştır [37]. Fiyatlandırmalar, malzemeli işçilikler, alt yüklenici fiyatları 2016 yılı piyasa fiyatlarından örnek alınmıştır.

Çizelge 4.2. Yapı Yaklaşık Maliyet Hesabı [37]

	İmalat Cinsi	Yığma	Betonarme	Birimi
1	Betonarme Betonu	0,250	0,380	m ³ /m ²
2	Betonarme Demiri	22	34	kg/m ²
3	Kalıp	1,75	2,60	m ² /m ²
4	Kalıp İskelesi	1,90	2,80	m ³ /m ²
5	İş İskelesi	1,43	1,43	m ² /m ²
6	Tuğla Duvar	0,20	0,15	m ³ /m ²
7	İç Sıva	2,40	2,40	m ² /m ²
8	Dış Sıva	1,30	1,30	m ² /m ²
9	Tavan Sıvası	0,90	0,90	m ² /m ²
10	Badana (İç Kıs.)	3,00	3,00	m ² /m ²
11	Fayans-Sera.	0,30	0,30	m ² /m ²
12	Ahşap Karkas, Yapı	0,15	0,15	m ² /m ²
13	Ahşap Pencere	0,12	0,12	m ² /m ²
14	Yağlı Boya	0,42	0,42	m ² /m ²
15	Ahşap Çatı*	1,25	1,25	m ² /m ²
16	Metal Örtü*	1,33	1,33	m ² /m ²
17	Mozaik Döşeme Kaplaması	0,90	0,90	m ² /m ²
18	Cam	0,10	0,10	m ² /m ²

* Tek kat inşaat alanı üzerinden yazılmıştır.

Çizelge 4.3. Tesis Yapısının Yaklaşık Maliyeti

	MALZEME TÜRÜ	KATSAYI	M2	KAT(ALAN)	TOPLAM	NET TOPLAM	BİRİM	BİRİM FİYATI	KDVLİ BİRİM FİYATI	TOPLAM TUTAR
1	BETONARME BETONU	0,38	192,00	3,00	218,88	219,00	m ³	128,00 ₺	151,04 ₺	33.077,76 ₺
	GROBETON	0,10	232,32	1,00	23,23	23,00	m ³	123,00 ₺	145,14 ₺	3.338,22 ₺
	ŞAP BETONU	0,05	192,00	2,00	19,20	19,00	m ³	109,00 ₺	128,62 ₺	2.443,78 ₺
	ŞAP BETONU İŞÇİLİĞİ	1,00	192,00	2,00	384,00	384,00	m ²	3,00 ₺	3,54 ₺	1.359,36 ₺
2	İNŞAAT DONATISI(DEMİRİ)	34,00	192,00	3,00	19.584,00	20.000,00	kg	1.810,00 ₺	2.135,80 ₺	42.716,00 ₺
3	KALIP İŞÇİLİĞİ BETON	2,80	192,00	2,00	1.075,20	1.075,00	m ²	38,14 ₺	45,00 ₺	48.375,00 ₺
	DÖKÜMÜ VE KALIPLAR(ALT YÜK.)	1,00	61,60	1,00	61,60	62,00	m ²	38,14 ₺	45,00 ₺	2.790,00 ₺
4	İŞ İSKELESİ KURULUMU VE KİRA.	1,43	192,00	2,00	549,12	549,00	m ²	5,00 ₺	5,90 ₺	3.239,10 ₺
5	TUĞLA DUVAR VE MLZ.İŞÇİLİK	0,15	192,00	2,00	57,60	58,00	m ³	38,70 ₺	45,67 ₺	2.648,63 ₺
6	İÇ SIVA MLZ. VE İŞÇİLİK	2,40	192,00	2,00	921,60	922,00	m ²	16,10 ₺	19,00 ₺	17.518,00 ₺
7	MANTOLAMA DIŞ SIVA İŞÇ.MLZLİ	1,30	192,00	2,00	499,20	499,00	m ²	42,37 ₺	50,00 ₺	24.950,00 ₺
8	TAVAN SIVASI MLZ.İŞÇİLİK	0,90	192,00	2,00	345,60	346,00	m ²	10,17 ₺	12,00 ₺	4.152,00 ₺
9	İÇ KISIM BOYA.İŞÇ.MLZLİ	3,00	192,00	2,00	1.152,00	1.152,00	m ²	11,02 ₺	13,00 ₺	14.976,00 ₺
10	FAYANS.SERAMİK.İŞÇ.MLZLİ	0,30	300,00	1,00	90,00	90,00	m ²	33,90 ₺	40,00 ₺	3.600,00 ₺
11	AHSAP ÇATI MLZ.İŞÇ.	1,25	192,00	1,00	240,00	240,00	m ²	52,97 ₺	62,50 ₺	15.000,00 ₺
12	TESİS DIŞI PANEL ÖRGÜ YAPILMASI	1,00	160,00	1,00	160,00	160,00	m ²	25,42 ₺	30,00 ₺	4.800,00 ₺
13	YAPI ALANI DÜZELTİLMESİ					4,00	saat	211,86 ₺	250,00 ₺	1.000,00 ₺
14	MUTFAK MLZ.İŞÇ.MONTAJ DAHİL.							2.966,10 ₺	3.500,00 ₺	3.500,00 ₺
15	KAPI PENCERE MONTAJ DAHİL									15.000,00 ₺
16	ELEKTRİK,SU TESİSATI MLZ.İŞÇ.									15.500,00 ₺
TOPLAM FİYAT KDV DAHİL										259.983,85 ₺
YAKLAŞIK TESİS MALİYETİ										260.000,00 ₺

4.3. Yıllık Çalışan Giderleri

Aylık net 2.000 TL maaşla çalışan bir kişinin işverene maliyeti 2017 yılı için sigortası ve diğer masrafları ile birlikte hesaplanmıştır. Tesiste aylık net 2.000 TL maaş üzerinden çalışan 1 bekçi ve 1 teknisyen olmak üzere 2 personelin işverene maliyeti hesaplanmıştır. Asgari geçim indirimi ücreti 133,31 TL olduğundan bir çalışanın maaşı 2.133,31 TL hesaplanmıştır [38]. İşverene 2 çalışanın toplam maliyeti 81.605,86 TL'dir.

İşveren Çalışan Maliyeti = Brüt Maaş + SGK İşveren + İşsizlik İşveren = 34.725,89+5.382,51+694,53 = 40.802,93 TL [38]

(2.000 TL Net Maaşa Göre)

Çizelge 4.4. İşverene 2.000 TL Net Maaş ile Çalışan Bir Kişinin Maliyeti

Dönem	Brüt	SGK işçi	SGK işv.	İşsizlik işçi	İşsizlik işv.	KGVM	GV Matrahı	GV	DV	AGİ	Net
Ocak	2.797,56 ₺	391,66 ₺	433,62 ₺	27,98 ₺	55,95 ₺	2.377,93	2.377,93 ₺	356,69 ₺	21,23 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Şubat	2.797,56 ₺	391,66 ₺	433,62 ₺	27,98 ₺	55,95 ₺	4.755,86	2.377,93 ₺	356,69 ₺	21,23 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Mart	2.797,56 ₺	391,66 ₺	433,62 ₺	27,98 ₺	55,95 ₺	7.133,79	2.377,93 ₺	356,69 ₺	21,23 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Nisan	2.797,56 ₺	391,66 ₺	433,62 ₺	27,98 ₺	55,95 ₺	9.511,72	2.377,93 ₺	356,69 ₺	21,23 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Mayıs	2.797,56 ₺	391,66 ₺	433,62 ₺	27,98 ₺	55,95 ₺	11.889,65	2.377,93 ₺	356,69 ₺	21,23 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Haziran	2.891,81 ₺	404,85 ₺	448,23 ₺	28,92 ₺	57,84 ₺	14.347,69	2.458,04 ₺	436,09 ₺	21,95 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Temmuz	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	16.875,91	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Ağustos	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	19.404,13	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Eylül	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	21.932,35	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Ekim	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	24.460,57	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Kasım	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	26.988,79	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Aralık	2.974,38 ₺	416,41 ₺	461,03 ₺	29,74 ₺	59,49 ₺	29.517,01	2.528,22 ₺	505,64 ₺	22,58 ₺	133,31 ₺	2.133,31 ₺
Toplam	34.725,89 ₺	4.861,61 ₺	5.382,51 ₺	347,26 ₺	694,53 ₺	189.195,40	29.517,01 ₺	5.253,38 ₺	263,58 ₺	1.599,72 ₺	25.599,72 ₺

4.4. Diğer Giderler ve Maliyetler

Bu tesisin yıllık genel bakımları için türbin üretici firması Hydro Energy Michal Twardziszewski firmasından 14.800 TL fiyat alınmıştır [19]. Euro kuru 4 TL üzerinden hesaplanmıştır. Bu ücretlerde ekonomik şartlarda ve anlaşma koşullarında değişiklik olabilmektedir. Eğer lisanslı elektrik enerjisi üreticisi iseniz EPDK'nın yönetmeliklerdeki lisans üretim, iletim, dağıtım, üretim bedelleri ve lisans ücretleri de hesaplanmalıdır. Enerji üretiminde, işverene iki çalışan ve tesis genel bakımları dâhil bir senelik toplam maliyeti (81.605,86+14.800) 96.405,86 TL olmaktadır. Tesiste işverene bir sene boyunca bir bekçi ve bir teknisyen olarak çalışanların SGK ödemeleri ile devlet politikaları doğrultusunda toplam maliyetinde değişiklik göstermektedir. Yıllık bakımlarda üretici firmayla anlaşma koşullarına bağlıdır. 2017 yılı için toplam maliyet hesaplanmıştır.

4.5. Yatırımcı Verilen Teşvikler

Daha az maliyetle enerji üretimi için ülkemizin kazanımları amaçlanmıştır. Lisanssız enerji üretimine günümüzde devletimiz tarafından da teşvikler verilmektedir. ETKB, EPDK ve T.C. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Başkanlığı tarafından yürütülen 1 kWh yenilenebilir enerji kaynaklı desteklerine yukarıda belirtilen tablolarda yer verilmiştir. Gelir İdaresi Başkanlığı'na başvurulduğunda, enerji üretimi için yatırım teşvik belgesi olan işletmeci ithal edilen elektromekanik ekipmanların ülkemize tesliminde KDV istisna edilmesi söz konusu olmaktadır. 2011 yılında Erenköy HES santrallerine Avusturya merkezli Global Hydro Energy GMBH firmasının ülkemize getirilen teçhizatlardan KDV istisnası yapılmış olması bu konuda örnek teşkil etmektedir [39]. T.C. Başbakanlık Yatırım Destek ve Tanıtım Başkanlığı tarafından ülkemizdeki yatırımlara stratejik, genel, bölgesel, olarak teşvik verilmektedir. Bu yatırımlarda vergi indirimi, gümrük vergisi muafiyeti, arazi tahsisi, SGK çalışan payı prim desteği, KDV istisnası, üreticinin aldığı kredide faiz oran desteği gibi unsurlarda yatırımcılara destek sunulmaktadır [31].

5. TESİS VE TÜRBİN SETLERİ MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ

İsale hatlarında türbin seçiminde net düşünün etkisi, suyun debisi, seçilen türbinin çalışma devri ve gücü türbin seçiminde önemli faktörlerdir. Bu çalışmada net düşü farkından yararlanabilmek ve düşük debilerde çalışabilecek olan türbin tipi olarak Pelton türbinleri seçilmiştir. Pelton Türbinleri aksiyon türbin oldukları için cazibeli isale hatlarında daha verimli olarak çalışabilmesi düşünülmüştür. Pelton türbinlerinin çalışma devirleri 750 rpm, 1000 rpm devir bandında çalışması mekanik yönden de yıpranma oranlarını azalttığı için bu devir aralıkları seçilmiştir.

Pelton türbinlerinin yaklaşık 40-50 yıllık mekanik ömrü olduğu ve bu türbinlerin bakımları düzenli yapıldığı zaman ekonomik ömürleri artmaktadır. Günümüzde 100 yılı aşkın çalışan türbin setleri rastlamak mümkündür.

Tesisin yapısı, elektromekanik yönden ekipmanların maliyetleri, çalışan giderleri, bakımlarının maliyetleri göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalarda tesisin vanalarının, elektrik ekipmanlarının GİB'in sitesinde yayınlanan amortisman oranları 20 yıl olarak verildiğinden, tesisin 20 yıllık amortisman oranı normal amortisman oranı ile hesaplanmıştır [40]. Bu 20 yıllık zamanda tesisin kendini amorti etmesi için gereken debi ve maksimum debideki kazançları baz alınarak türbin gruplarındaki yatırım analizleri göz önünde bulundurulmuştur.

İsale hatlarına kurulacak olan yenilenebilir enerji tesislerinde bu türbin gruplarına göre orta düşülü, küçük (mini) HES'lerin üretimi baz alınmıştır. Bu isale hatlarına kurulacak tesislerde düşü farkı ile suyun enerji kazanmasıyla boşa giden enerji olmayacak, elektrik enerjisinin üretiminde kullanılması olumlu bir etkidir.

1 MW (Megawatt) yenilenebilir enerji gücüne kadar olan tesislerde lisanssız üretim yapılabildiğinden enerji üretiminde maliyetlerin az olması ve bölgesel hatta ülkesel enerji üretimine pozitif yönden katkı sağlamaktadır. 1 MW (Megawatt) ve 100 kW (Kilowatt) kadar olan mini Hes'ler hedef alınarak türbin setleri seçilmiştir. Lisanssız

yenilebilir enerji kaynaklı HES tesisi tasarımı düşünölmüş ve yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Tesisin, yatırım analizinde teşvikler ve destekleme mekanizmaları göz önünde bulundurulmayarak gereken debilerdeki amortisman, kazanımları hesaplanmıştır. Elektrik enerjisi üretiminde lisanssız küçük HES'ler göz önüne alınarak giderler hesaplanmıştır. Hatta belediyelerin isale hatlarından enerji üretiminde, lisanssız üretim kapasite sınırları kaldırılmıştır.

Bu yatırım analizinde çalışan giderleri olarak aylık 2000 TL net maaş alan 2 personelin yıllık maliyetleri hesaplanmış, periyodik bakımların yıllık 14.800 TL den işletmeciyeye toplam maliyeti 96.405,86 TL olarak hesaplanmıştır. Tesisin yapısal maliyeti de 260.000 TL olarak yatırım maliyetlerinde göz önünde bulundurulmuştur.

Bu çalışmadaki incelenen Pelton Türbin Setleri;

- 1)102 kW Pelton Türbin Setiyle 40 m net düşüde,
- 2)132 kW Pelton Türbin Setiyle 80 m net düşüde,
- 3)250 kW Pelton Türbin Setiyle 100 m net düşüde,
- 4)500 kW İki Pelton Türbin Setleriyle 100 m net düşüde,
- 5)500 kW Pelton Türbin Setiyle 100 m net düşüde,

Türbin setlerin enerji üretimlerine bağılı olarak yatırım maliyetleri hesaplanmıştır.

Bu türbinlerdeki ve jeneratördeki güç kayıpları göz önünde bulundurularak türbin setleri oluşturulmuştur.

Bu türbin setlerinin uzaktan kontrol mekanizması otomasyonu kontrol edilebilmesi mümkündür. Bu sayede veriler haftalık, aylık, yıllık kontrol edilmesini sağlayabilecektir. Tesis durumunu üretici telefonundan yada bilgisayarından takip edebilecektir. Pelton Türbin seti fiyatları Hydro Energy Michal Twarziszewski Polonya şirketinin teklif örneklerine göre hazırlanmıştır [19]. Euro kuru 4 TL olarak hesaplanmıştır. Türbin üreticisinin pazarlama ve ekonomik etkenlerden dolayı türbin seti teklif fiyatları değişebilmektedir.

5.1. 109 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması

5.1.1. 109 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri

Çizelge 5.1. 109 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri [19]

Türbin Modeli	PELTON VP6-2
Net Düşü	40 m
Max Debi Çalışması	0.310 m ³ /s
Min Debi Çalışması	0.021 m ³ /s
Türbin Çıkış Gücü	109 kW
Jeneratör Çıkış Gücü	102 kW
Türbin Çalışma Devri	1000 rpm
Jeneratör Çalışma Devri	1000 rpm

Çizelge 5.2. 109 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri [19]

Çalışma Tipi	Dikey Eksenli
Üretici Firma	Hydro Energy Michal Twardziszewski, Polonya
Model	PELTON VP6-2
Diametrik Eksen Çapı	610 mm
Subapların Çalışma Çapı	52 mm
Kepçe (Kanat) Genişliği	206 mm
Kepçe (Kanat) Sayısı	18
(Su Jeti) Subap Sayısı	6
Su Giriş Flanşı	DN500
Regülatörler	Hidrolik Düzenleyiciler, Optimal Kontroller ve Dengeleyiciler

Çizelge 5.3. 109 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri [19]

Jet Gövdesi, Subaplar, Regülatörler	1.4301 Paslanmaz Çelik(304 P. Çelik)
Çalışan Aksamlar	1.4301 Paslanmaz Çelik(304 P. Çelik)
Türbin Gövdesi	S355 Çelik
Gövde Boyası	Kloratlı Kauçuk İçeren Sprey Boya

5.1.2. 102 kW Jeneratörün Özellikleri

Çizelge 5.4. 102 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri [19]

Çalışma Tipi	Asenkron,Yatay Şaft
Üretici Firma	ABB Lub Cantoni Grup
Jeneratör Çıkış Gücü	102 kW
Jeneratör Voltajı	400-380 V (Trifaze)
Çalışma Devri	1000 rpm
Çalışma Frekansı	50 Hz
Koruma Derecesi	IP55(Toza ve Suya Karşı)
Soğutma Sistemi	Fan
Sıcaklık Sensör Algılayıcısı	PT 100

5.1.3. 109 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı

Çizelge 5.5. 109 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı

PELTON VP6-2 TÜRBİN	1 ADET	200,000.00 ₺
DN500 10 ATÜ KONTROL VANASI	1 ADET	12,000.00 ₺
ASENKRON JENERATÖR	1 ADET	28,800.00 ₺
ELEKTRİK EKİPMANLARI,PANOLAR	1 SET İÇİN	102,000.00 ₺
NAKLİYE	1 SET İÇİN	8,800.00 ₺
KURULUM,MONTAJ VE ÇALIŞTIRILMASI	1 SET İÇİN	51,200.00 ₺
MÜHENDİSLİK HİZM. VE YAZILIM	1 SET İÇİN	4,800.00 ₺
TOPLAM		407,600.00 ₺

5.1.4. 109 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti

Çizelge 5.6. 102 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

İLK YATIRIM MALİYETİ		
TÜRBİN SETİ	1 ADET	407,600.00 ₺
TESİS YAPILMASI	1 ADET	260,000.00 ₺
TOPLAM		667,600.00 ₺
YILLIK GİDERLER		
TOPLAM		96,405.86 ₺

Tesisin yıllık amortismanı ve giderleri toplamı 129.785,86 TL gideri söz konusudur. Türbin 0,021 m³/sn debi ile minimum düzeyde çalışabilmektedir. Fakat tesis amortisman değeri ve yıllık giderler dahilinde sistemin kendisi daha yüksek bir debi ile çalışması gerekmektedir.

1 gün 24 saat, 1 yıl 365 gün olarak yıllık hesaplamalar yapıldı.

$$1 \text{ kW-sa} = 0,25 \text{ TL üretim fiyatı}, \quad \eta \text{ (Türbin Sistem Verimi)} = 0,87$$

Türbinin çalıştırabileceği;

$$Q_{\max} = 0,31 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad Q_{\min} = 0,021 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad h_{\text{net}} \text{ (Net düşü)} = 40 \text{ m}$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3/\text{sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3) \times g \text{ (m/ sn}^2) \times \eta / 10^3 = \text{kW} \quad (2.7)$$

$$P_{\max} = 40 \times 0,31 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 105,83 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\max} = 105,83 \times 0,25 = 26,46 \text{ TL (1 saatte } Q_{\max} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\max} = 105,83 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 231.768,31 \text{ TL (1 senede)}$$

$$P_{\max} = 105,83 \times 24 \times 365 = 927.073,25 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\max} = 0,927 \text{ GW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 40 \times 0,021 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 7,17 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 7,17 \times 0,25 = 1,79 \text{ TL (1 saatte } Q_{\min} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 7,17 \times 24 \times 365 = 62.801,74 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 7,17 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 15.700,43 \text{ TL (1 senede)}$$

Normal Amortisman Oranı = 1/Ekonomik Ömür = 1/20 olarak hesaplanmıştır [40].

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = \text{Yatırım Bedeli/Ekonomik Ömür} \quad (5.1)$$

Normal Amortisman Tutarı = 667.600 TL /20 Yıl = 33.380 TL/ Yıl olarak

Yıllık Giderler = 96.405,86 TL/Yıl

$$P_{\text{min-tesis}} = 33.380 + 96.405,86 = 129785,86 \text{ TL/Yıl (1 Senede)}$$

$$129785,86 = 40 \times Q_{\text{min-tesis}} \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 0,25 \times 24 \times 365$$

$$Q_{\text{min-tesis}} = 0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 40 \times 0,174 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 24 \times 365$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 520357,25 \text{ kW-yıl} = 0,52 \text{ GW-Yıl}$$

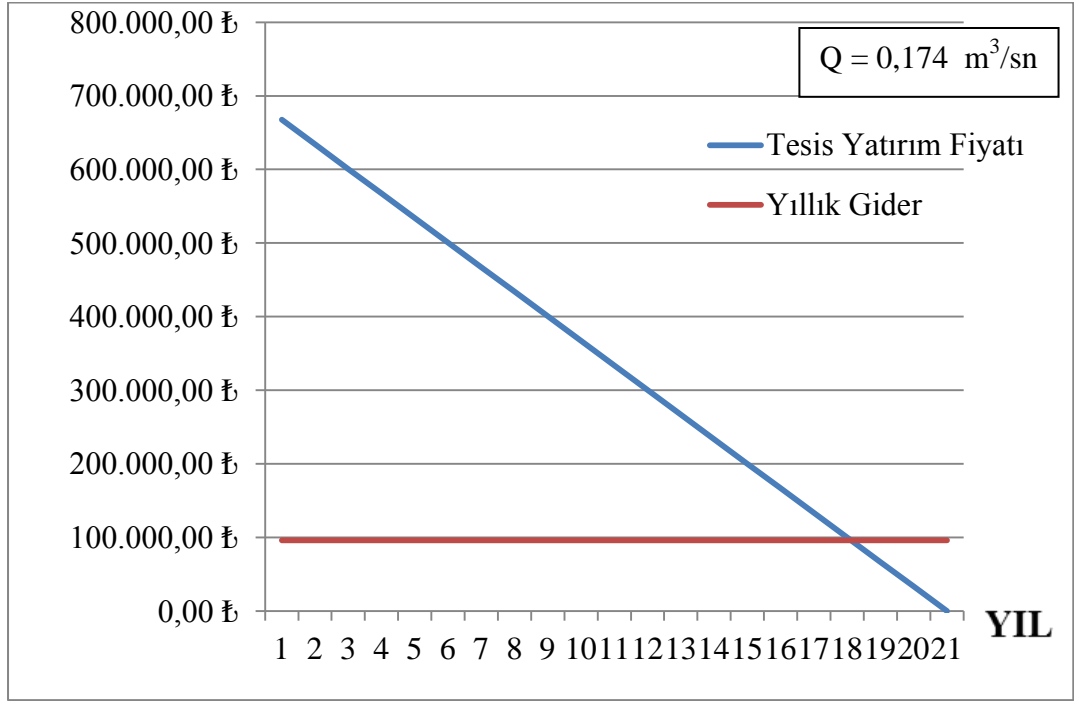
$Q_{\text{min}} = 0,021 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile tesis yıllık giderlerini ve yatırım maliyetini karşılayamaz. Bu tesisin yatırım maliyet amortisman ve gideri $0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile kar oranı olmadan sınır değerinde yatırım maliyetini kurtarmaktadır.

$Q_{\text{min-tesis}} = 0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiden fazla ve $Q_{\text{max}} = 0,31 \text{ m}^3/\text{sn}$ debilerinde çalışırsa kar söz konusu olmaktadır. Bu net düşü ve türbin tipinde tesisin $0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşük bir debide tesiste yatırımı kendi amorti edememektedir. Tesis $Q_{\text{min-tesis}} = 0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$ debisiyle 20 senede normal amortismanla yatırımı amorti edebilmektedir. Eğer Q_{max} ile tam kapasite tesis çalışırsa 6,55 yılda tesis kendi amorti edebilmektedir.

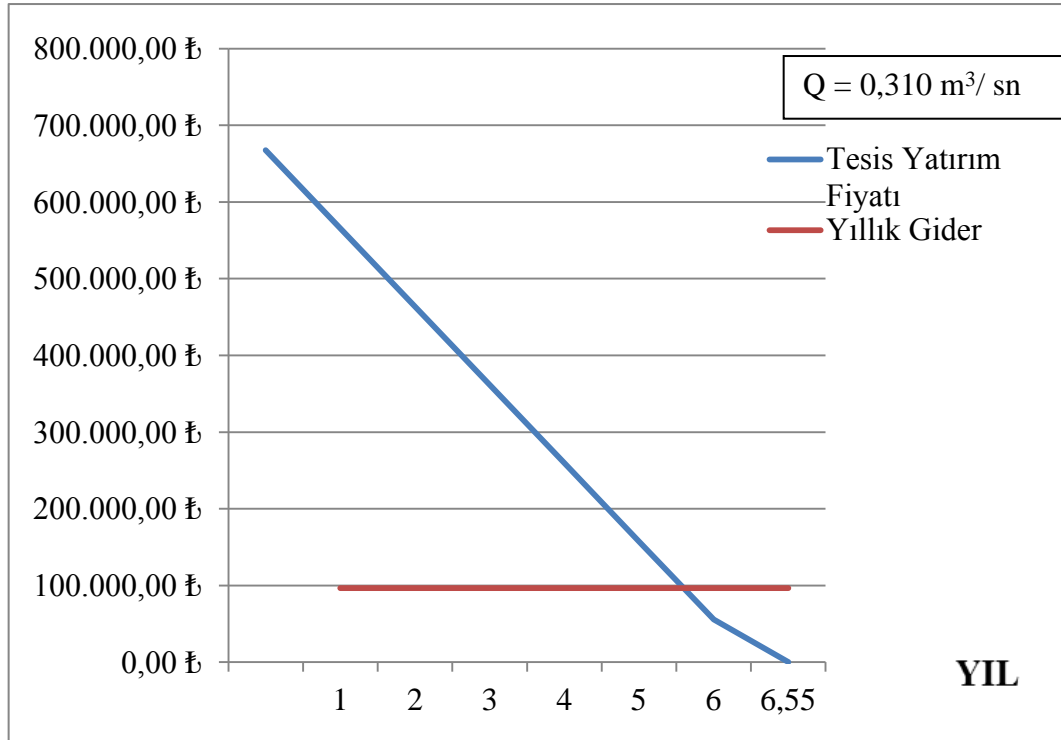
Tesisin $0,174 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle yılda 0,520 GW ve $0,310 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle 0,927 GW enerji üretimi mümkün olmaktadır.

Çizelge 5.7. 102 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

Yıl	Yıllık Amortisman Tutarı	Birikmiş Amortisman	Yatırımın Amortismanı	Yıllık Çalışan ve Bakım Giderleri	Yıllara Göre Giderler Top.	Yıllık Giderler ve Tesis Amortismanı	Yıllara Göre Gider ve Amortisman Birikimi	Max Debi ile Çalışırsa	Max Debi Yıllara Göre Kazanç	Max Debiye Göre Net Gelir	Max Debiyle Yıllara Göre Net Kazanç
1	33,380.00 ₺	33,380.00 ₺	634,220.00 ₺	96,405.86 ₺	96,405.86 ₺	129,785.86 ₺	129,785.86 ₺	231,768.31 ₺	231,768.31 ₺	101,982.45 ₺	101,982.45 ₺
2	33,380.00 ₺	66,760.00 ₺	600,840.00 ₺	96,405.86 ₺	192,811.72 ₺	129,785.86 ₺	259,571.72 ₺	231,768.31 ₺	463,536.63 ₺	101,982.45 ₺	203,964.91 ₺
3	33,380.00 ₺	100,140.00 ₺	567,460.00 ₺	96,405.86 ₺	289,217.58 ₺	129,785.86 ₺	389,357.58 ₺	231,768.31 ₺	695,304.94 ₺	101,982.45 ₺	305,947.36 ₺
4	33,380.00 ₺	133,520.00 ₺	534,080.00 ₺	96,405.86 ₺	385,623.44 ₺	129,785.86 ₺	519,143.44 ₺	231,768.31 ₺	927,073.25 ₺	101,982.45 ₺	407,929.81 ₺
5	33,380.00 ₺	166,900.00 ₺	500,700.00 ₺	96,405.86 ₺	482,029.30 ₺	129,785.86 ₺	648,929.30 ₺	231,768.31 ₺	1,158,841.57 ₺	101,982.45 ₺	509,912.27 ₺
6	33,380.00 ₺	200,280.00 ₺	467,320.00 ₺	96,405.86 ₺	578,435.16 ₺	129,785.86 ₺	778,715.16 ₺	231,768.31 ₺	1,390,609.88 ₺	101,982.45 ₺	611,894.72 ₺
7	33,380.00 ₺	233,660.00 ₺	433,940.00 ₺	96,405.86 ₺	674,841.02 ₺	129,785.86 ₺	908,501.02 ₺	231,768.31 ₺	1,622,378.17 ₺	101,982.45 ₺	713,877.15 ₺
8	33,380.00 ₺	267,040.00 ₺	400,560.00 ₺	96,405.86 ₺	771,246.88 ₺	129,785.86 ₺	1,038,286.88 ₺	231,768.31 ₺	1,854,146.48 ₺	101,982.45 ₺	815,859.60 ₺
9	33,380.00 ₺	300,420.00 ₺	367,180.00 ₺	96,405.86 ₺	867,652.74 ₺	129,785.86 ₺	1,168,072.74 ₺	231,768.31 ₺	2,085,914.79 ₺	101,982.45 ₺	917,842.05 ₺
10	33,380.00 ₺	333,800.00 ₺	333,800.00 ₺	96,405.86 ₺	964,058.60 ₺	129,785.86 ₺	1,297,858.60 ₺	231,768.31 ₺	2,317,683.10 ₺	101,982.45 ₺	1,019,824.50 ₺
11	33,380.00 ₺	367,180.00 ₺	300,420.00 ₺	96,405.86 ₺	1,060,464.46 ₺	129,785.86 ₺	1,427,644.46 ₺	231,768.31 ₺	2,549,451.41 ₺	101,982.45 ₺	1,121,806.95 ₺
12	33,380.00 ₺	400,560.00 ₺	267,040.00 ₺	96,405.86 ₺	1,156,870.32 ₺	129,785.86 ₺	1,557,430.32 ₺	231,768.31 ₺	2,781,219.72 ₺	101,982.45 ₺	1,223,789.40 ₺
13	33,380.00 ₺	433,940.00 ₺	233,660.00 ₺	96,405.86 ₺	1,253,276.18 ₺	129,785.86 ₺	1,687,216.18 ₺	231,768.31 ₺	3,012,988.03 ₺	101,982.45 ₺	1,325,771.85 ₺
14	33,380.00 ₺	467,320.00 ₺	200,280.00 ₺	96,405.86 ₺	1,349,682.04 ₺	129,785.86 ₺	1,817,002.04 ₺	231,768.31 ₺	3,244,756.34 ₺	101,982.45 ₺	1,427,754.30 ₺
15	33,380.00 ₺	500,700.00 ₺	166,900.00 ₺	96,405.86 ₺	1,446,087.90 ₺	129,785.86 ₺	1,946,787.90 ₺	231,768.31 ₺	3,476,524.65 ₺	101,982.45 ₺	1,529,736.75 ₺
16	33,380.00 ₺	534,080.00 ₺	133,520.00 ₺	96,405.86 ₺	1,542,493.76 ₺	129,785.86 ₺	2,076,573.76 ₺	231,768.31 ₺	3,708,292.96 ₺	101,982.45 ₺	1,631,719.20 ₺
17	33,380.00 ₺	567,460.00 ₺	100,140.00 ₺	96,405.86 ₺	1,638,899.62 ₺	129,785.86 ₺	2,206,359.62 ₺	231,768.31 ₺	3,940,061.27 ₺	101,982.45 ₺	1,733,701.65 ₺
18	33,380.00 ₺	600,840.00 ₺	66,760.00 ₺	96,405.86 ₺	1,735,305.48 ₺	129,785.86 ₺	2,336,145.48 ₺	231,768.31 ₺	4,171,829.58 ₺	101,982.45 ₺	1,835,684.10 ₺
19	33,380.00 ₺	634,220.00 ₺	33,380.00 ₺	96,405.86 ₺	1,831,711.34 ₺	129,785.86 ₺	2,465,931.34 ₺	231,768.31 ₺	4,403,597.89 ₺	101,982.45 ₺	1,937,666.55 ₺
20	33,380.00 ₺	667,600.00 ₺	0.00 ₺	96,405.86 ₺	1,928,117.20 ₺	129,785.86 ₺	2,595,717.20 ₺	231,768.31 ₺	4,635,366.20 ₺	101,982.45 ₺	2,039,649.00 ₺



Şekil 5.1. 102 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi



Şekil 5.2. 102 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi

5.2. 140 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması

5.2.1. 140 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri

Çizelge 5.8. 140 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri [19]

Türbin Modeli	PELTON VP4
Net Düşü	80 m
Max Debi Çalışması	0.200 m ³ /s
Min Debi Çalışması	0.020 m ³ /s
Türbin Çıkış Gücü	140 kW
Jeneratör Çıkış Gücü	132 kW
Türbin Çalışma Devri	750 rpm
Jeneratör Çalışma Devri	750 rpm

Çizelge 5.9. 140 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri [19]

Çalışma Tipi	Dikey Eksenli
Üretici Firma	Hydro Energy Michal Twardziszewski,Polonya
Model	PELTON VP4
Diametrik Eksen Çapı	480 mm
Subapların Çalışma Çapı	44 mm
Kepçe(Bıçak) Genişliği	140 mm
Kepçe(Bıçak) Sayısı	18
(Su Jeti)Subap Sayısı	4
Su Giriş Flanş	DN500
Regülatörler	Hidrolik Düzenleyiciler,Optimal Kontroller ve Dengeleyiciler

Çizelge 5.10. 140 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri [19]

Jet Gövdesi,Subaplar,Regülatörler	1.4301 Paslanmaz Çelik (304 P. Çelik)
Çalışan Aksamlar	1.4301 Paslanmaz Çelik (304 P. Çelik)
Türbin Gövdesi	S355 Çelik
Gövde Boyası	Kloratlı Kauçuk İçeren Sprey Boya

5.2.2. 132 kW Jeneratörün Özellikleri

Çizelge 5.11. 132 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri [19]

Çalışma Tipi	Asenkron, Dikey Şaft
Üretici Firma	ABB Lub Cantoni Grup
Jeneratör Çıkış Gücü	132 kW
Jeneratör Voltajı	400-380 V (Trifaze)
Çalışma Devri	750 rpm
Çalışma Frekansı	50 Hz
Koruma Derecesi	IP55(Toza ve Suya Karşı)
Soğutma Sistemi	Fan
Sıcaklık Sensör Algılayıcısı	PT 100

5.2.3. 140 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı

Çizelge 5.12. 140 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı

PELTON VP4 TÜRBİN	1 ADET	200,000.00 ₺
DN500 10 ATÜ KONTROL VANASI	1 ADET	12,000.00 ₺
ASENKRON JENERATÖR	1 ADET	28,200.00 ₺
ELEKTRİK EKİPMANLARI,PANOLAR	1 SET İÇİN	102,000.00 ₺
NAKLİYE	1 SET İÇİN	8,800.00 ₺
KURULUM,MONTAJ VE ÇALIŞTIRILMASI	1 SET İÇİN	51,800.00 ₺
MÜHENDİSLİK HİZM. VE YAZILIM	1 SET İÇİN	4,800.00 ₺
TOPLAM		407,600.00 ₺

5.2.4. 140 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti

Çizelge 5.13. 132 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

İLK YATIRIM MALİYETİ		
TÜRBİN SETİ	1 ADET	407,600.00 ₺
TESİS YAPILMASI	1 ADET	260,000.00 ₺
TOPLAM		667,600.00 ₺
YILLIK GİDERLER		
TOPLAM		96,405.86 ₺

Tesisin yıllık amortismanı ve giderleri toplamı 129.785,86 TL gideri söz konusudur. Türbin 0,020 m³/sn debi ile minimum düzeyde çalışabilmektedir. Fakat tesis amortisman değeri ve yıllık giderler dahilinde sistemin kendisi daha yüksek bir debi ile çalışması gerekmektedir.

1 gün 24 saat, 1 yıl 365 gün olarak yıllık hesaplamalar yapıldı.

$$1 \text{ kW-sa} = 0,25 \text{ TL üretim fiyatı}, \quad \eta \text{ (Türbin Sistem Verimi)} = 0,87$$

Türbinin çalıştırabileceği;

$$Q_{\max} = 0,200 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad Q_{\min} = 0,020 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad h_{\text{net}} \text{ (Net düşü)} = 80 \text{ m}$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3/\text{sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3) \times g \text{ (m/ sn}^2) \times \eta / 10^3 = \text{kW} \quad (2.7)$$

$$P_{\max} = 80 \times 0,200 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 136,56 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\max} = 136,56 \times 0,25 = 34,14 \text{ TL (1 saatte } Q_{\max} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\max} = 136,56 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 299.055,89 \text{ TL (1 senede)}$$

$$P_{\max} = 136,56 \times 24 \times 365 = 1.196.223,55 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\max} = 1,196 \text{ GW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 80 \times 0,020 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 13,66 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 13,66 \times 0,25 = 3,41 \text{ TL (1 saatte } Q_{\min} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 13,66 \times 24 \times 365 = 119.622,35 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 13,66 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 29.905,59 \text{ TL (1 senede)}$$

Normal Amortisman Oranı = 1/Ekonomik Ömür = 1/20 olarak hesaplanmıştır [40].

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = \text{Yatırım Bedeli/Ekonomik Ömür} \quad (5.1)$$

Normal Amortisman Tutarı = 667.600 TL /20 Yıl = 33.380 TL/ Yıl olarak

Yıllık Giderler = 96.405,86 TL/Yıl

$$P_{\text{min-tesis}} = 33.380 + 96.405,86 = 129785,86 \text{ TL/Yıl (1 Senede)}$$

$$129785,86 = 80 \times Q_{\text{min-tesis}} \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 0,25 \times 24 \times 365$$

$$Q_{\text{min-tesis}} = 0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 80 \times 0,087 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 24 \times 365$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 520357,25 \text{ kW-yıl}$$

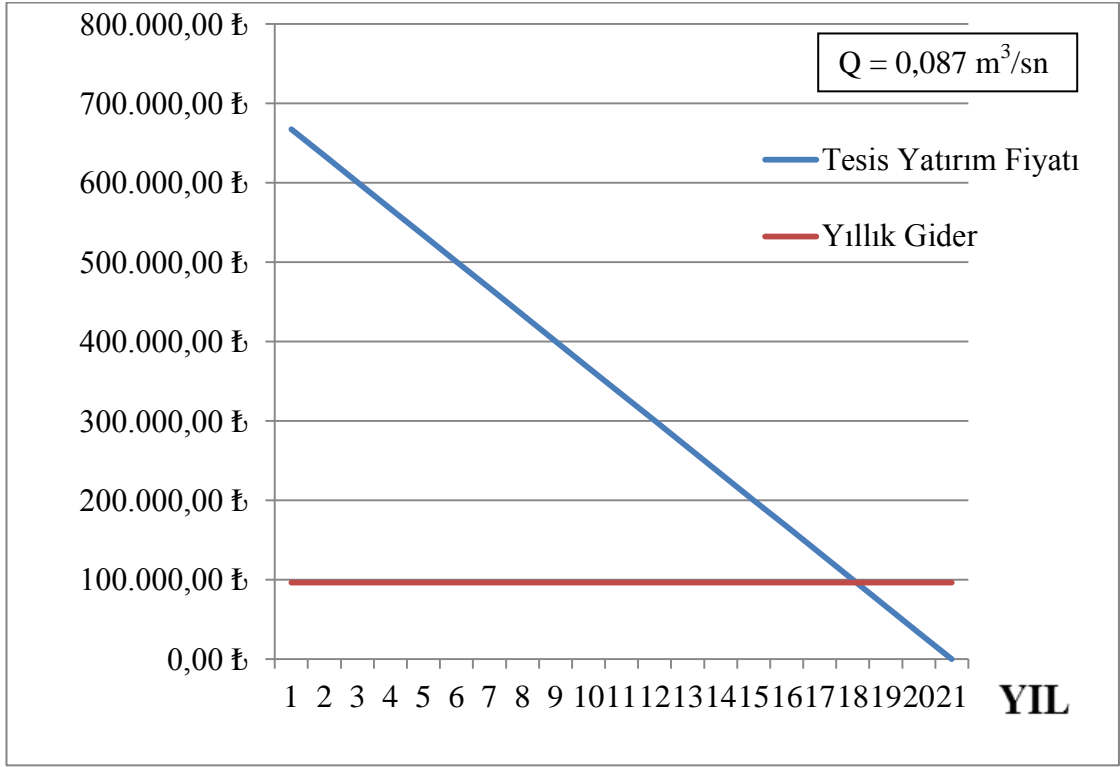
$Q_{\text{min}} = 0,020 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile tesis yıllık giderlerini ve yatırım maliyetini karşılayamaz. Bu tesisin yatırım maliyet amortisman ve gideri $0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile kar oranı olmadan sınır değerinde yatırım maliyetini kurtarmaktadır.

$Q_{\text{min-tesis}} = 0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiden fazla ve $Q_{\text{max}} = 0,200 \text{ m}^3/\text{sn}$ debilerinde çalışırsa kar söz konusu olmaktadır. Bu net düşü ve türbin tipinde tesisin $0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşük bir debide tesiste yatırımı kendi amorti edememektedir. Tesis $Q_{\text{min-tesis}} = 0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$ debisiyle 20 senede normal amortismanla yatırımı amorti edebilmektedir. Eğer Q_{max} ile tam kapasite tesis çalışırsa yaklaşık 4 (3,94) yılda tesis kendi amorti edebilmektedir.

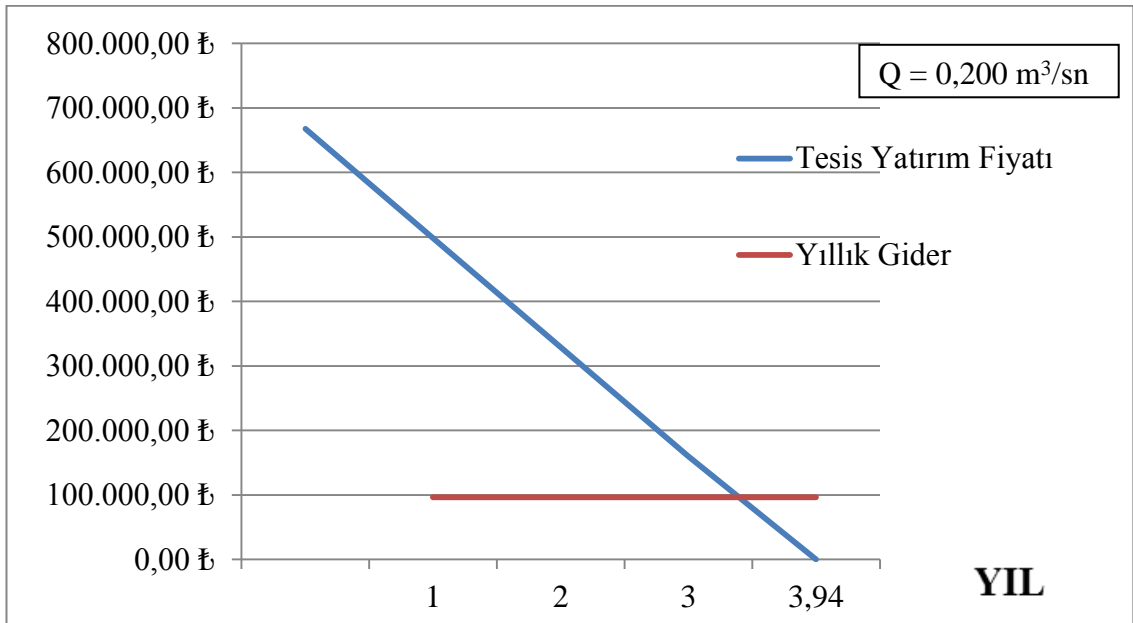
Tesisin $0,087 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle yılda 0,520 GW ve $0,200 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle 1,196 GW enerji üretimi mümkün olmaktadır.

Çizelge 5.14. 132 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

Yıl	Yıllık Amortisman Tutarı	Birikmiş Amortisman	Yatırımın Amortismanı	Yıllık Çalışan ve Bakım Giderleri	Yıllara Göre Giderler Top.	Yıllık Giderler ve Tesis Amortismanı	Yıllara Göre Gider ve Amortisman Birikimi	Max Debi ile Çalışırsa	Max Debi Yıllara Göre Kazanç	Max Debiye Göre Net Gelir	Max Debiyle Yıllara Göre Net Kazanç
1	33,380.00 ₺	33,380.00 ₺	634,220.00 ₺	96,405.86 ₺	96,405.86 ₺	129,785.86 ₺	129,785.86 ₺	299,055.89 ₺	299,055.89 ₺	169,270.03 ₺	169,270.03 ₺
2	33,380.00 ₺	66,760.00 ₺	600,840.00 ₺	96,405.86 ₺	192,811.72 ₺	129,785.86 ₺	259,571.72 ₺	299,055.89 ₺	598,111.78 ₺	169,270.03 ₺	338,540.06 ₺
3	33,380.00 ₺	100,140.00 ₺	567,460.00 ₺	96,405.86 ₺	289,217.58 ₺	129,785.86 ₺	389,357.58 ₺	299,055.89 ₺	897,167.66 ₺	169,270.03 ₺	507,810.08 ₺
4	33,380.00 ₺	133,520.00 ₺	534,080.00 ₺	96,405.86 ₺	385,623.44 ₺	129,785.86 ₺	519,143.44 ₺	299,055.89 ₺	1,196,223.55 ₺	169,270.03 ₺	677,080.11 ₺
5	33,380.00 ₺	166,900.00 ₺	500,700.00 ₺	96,405.86 ₺	482,029.30 ₺	129,785.86 ₺	648,929.30 ₺	299,055.89 ₺	1,495,279.44 ₺	169,270.03 ₺	846,350.14 ₺
6	33,380.00 ₺	200,280.00 ₺	467,320.00 ₺	96,405.86 ₺	578,435.16 ₺	129,785.86 ₺	778,715.16 ₺	299,055.89 ₺	1,794,335.33 ₺	169,270.03 ₺	1,015,620.17 ₺
7	33,380.00 ₺	233,660.00 ₺	433,940.00 ₺	96,405.86 ₺	674,841.02 ₺	129,785.86 ₺	908,501.02 ₺	299,055.89 ₺	2,093,391.22 ₺	169,270.03 ₺	1,184,890.20 ₺
8	33,380.00 ₺	267,040.00 ₺	400,560.00 ₺	96,405.86 ₺	771,246.88 ₺	129,785.86 ₺	1,038,286.88 ₺	299,055.89 ₺	2,392,447.10 ₺	169,270.03 ₺	1,354,160.22 ₺
9	33,380.00 ₺	300,420.00 ₺	367,180.00 ₺	96,405.86 ₺	867,652.74 ₺	129,785.86 ₺	1,168,072.74 ₺	299,055.89 ₺	2,691,502.99 ₺	169,270.03 ₺	1,523,430.25 ₺
10	33,380.00 ₺	333,800.00 ₺	333,800.00 ₺	96,405.86 ₺	964,058.60 ₺	129,785.86 ₺	1,297,858.60 ₺	299,055.89 ₺	2,990,558.88 ₺	169,270.03 ₺	1,692,700.28 ₺
11	33,380.00 ₺	367,180.00 ₺	300,420.00 ₺	96,405.86 ₺	1,060,464.46 ₺	129,785.86 ₺	1,427,644.46 ₺	299,055.89 ₺	3,289,614.77 ₺	169,270.03 ₺	1,861,970.31 ₺
12	33,380.00 ₺	400,560.00 ₺	267,040.00 ₺	96,405.86 ₺	1,156,870.32 ₺	129,785.86 ₺	1,557,430.32 ₺	299,055.89 ₺	3,588,670.66 ₺	169,270.03 ₺	2,031,240.34 ₺
13	33,380.00 ₺	433,940.00 ₺	233,660.00 ₺	96,405.86 ₺	1,253,276.18 ₺	129,785.86 ₺	1,687,216.18 ₺	299,055.89 ₺	3,887,726.54 ₺	169,270.03 ₺	2,200,510.36 ₺
14	33,380.00 ₺	467,320.00 ₺	200,280.00 ₺	96,405.86 ₺	1,349,682.04 ₺	129,785.86 ₺	1,817,002.04 ₺	299,055.89 ₺	4,186,782.43 ₺	169,270.03 ₺	2,369,780.39 ₺
15	33,380.00 ₺	500,700.00 ₺	166,900.00 ₺	96,405.86 ₺	1,446,087.90 ₺	129,785.86 ₺	1,946,787.90 ₺	299,055.89 ₺	4,485,838.32 ₺	169,270.03 ₺	2,539,050.42 ₺
16	33,380.00 ₺	534,080.00 ₺	133,520.00 ₺	96,405.86 ₺	1,542,493.76 ₺	129,785.86 ₺	2,076,573.76 ₺	299,055.89 ₺	4,784,894.21 ₺	169,270.03 ₺	2,708,320.45 ₺
17	33,380.00 ₺	567,460.00 ₺	100,140.00 ₺	96,405.86 ₺	1,638,899.62 ₺	129,785.86 ₺	2,206,359.62 ₺	299,055.89 ₺	5,083,950.10 ₺	169,270.03 ₺	2,877,590.48 ₺
18	33,380.00 ₺	600,840.00 ₺	66,760.00 ₺	96,405.86 ₺	1,735,305.48 ₺	129,785.86 ₺	2,336,145.48 ₺	299,055.89 ₺	5,383,005.98 ₺	169,270.03 ₺	3,046,860.50 ₺
19	33,380.00 ₺	634,220.00 ₺	33,380.00 ₺	96,405.86 ₺	1,831,711.34 ₺	129,785.86 ₺	2,465,931.34 ₺	299,055.89 ₺	5,682,061.87 ₺	169,270.03 ₺	3,216,130.53 ₺
20	33,380.00 ₺	667,600.00 ₺	0.00 ₺	96,405.86 ₺	1,928,117.20 ₺	129,785.86 ₺	2,595,717.20 ₺	299,055.89 ₺	5,981,117.76 ₺	169,270.03 ₺	3,385,400.56 ₺



Şekil 5.3. 132 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi



Şekil 5.4. 132 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi

5.3. 262 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması

5.3.1. 262 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri

Çizelge 5.15. 262 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri [19]

Türbin Modeli	PELTON HP3
Net Düşü	100 m
Max Debi Çalışması	0.300 m ³ /s
Min Debi Çalışması	0.030 m ³ /s
Türbin Çıkış Gücü	262 kW
Jeneratör Çıkış Gücü	250 kW
Türbin Çalışma Devri	750 rpm
Jeneratör Çalışma Devri	750 rpm

Çizelge 5.16. 262 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri [19]

Çalışma Tipi	Yatay Eksenli
Üretici Firma	Hydro Energy Michal Twardziszewski,Polonya
Model	PELTON HP3
Diametrik Eksen Çapı	535 mm
Subapların Çalışma Çapı	59 mm
Kepçe (Kanat) Genişliği	188 mm
Kepçe (Kanat) Sayısı	18
(Su Jeti)Subap Sayısı	3
Su Giriş Flanşı	DN500
Regülatörler	Hidrolik Düzenleyiciler, Optimal Kontroller ve Dengeleyiciler

Çizelge 5.17. 262 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri [19]

Jet Gövdesi,Subaplar,Regülatörler	1.4301 Paslanmaz Çelik (304 P. Çelik)
Çalışan Aksamlar	1.4301 Paslanmaz Çelik (304 P. Çelik)
Türbin Gövdesi	S355 Çelik
Gövde Boyası	Kloratlı Kauçuk İçeren Sprey Boya

5.3.2. 250 kW Jeneratörün Özellikleri

Çizelge 5.18. 250 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri [19]

Çalışma Tipi	Asenkron ,Yatay Şaft
Üretici Firma	ABB Lub Cantoni Grup
Jeneratör Çıkış Gücü	250 kW
Jeneratör Voltajı	400-380 V (Trifaze)
Çalışma Devri	750 rpm
Çalışma Frekansı	50 Hz
Koruma Derecesi	IP55(Toza ve Suya Karşı)
Soğutma Sistemi	Fan
Sıcaklık Sensör Algılayıcısı	PT 100 (0-100' C)

5.3.3. 262 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı

PELTON HP3 TÜRBİN	1 ADET	354,400.00 ₺
DN500 10 ATÜ KONTROL VANASI	1 ADET	12,000.00 ₺
ASENKRON JENERATÖR	1 ADET	108,800.00 ₺
ELEKTRİK EKİPMANLARI, PANOLAR	1 SET İÇİN	102,000.00 ₺
NAKLİYE	1 SET İÇİN	8,800.00 ₺
KURULUM,MONTAJ VE ÇALIŞTIRILMASI	1 SET İÇİN	51,200.00 ₺
MÜHENDİSLİK HİZM. VE YAZILIM	1 SET İÇİN	4,800.00 ₺
TOPLAM		642,000.00 ₺

Çizelge 5.19. 262 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı

5.3.4. 262 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti

Çizelge 5.20. 250 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

İLK YATIRIM MALİYETİ		
TÜRBİN SETİ	1 ADET	642,000.00 ₺
TESİS YAPILMASI	1 ADET	260,000.00 ₺
TOPLAM		902,000.00 ₺
YILLIK GİDERLER		
TOPLAM		96,405.86 ₺

Tesisin yıllık amortismanı ve giderleri toplamı 141.505,86 TL gideri söz konusudur. Türbin 0,030 m³/sn debi ile minimum düzeyde çalışabilmektedir. Fakat tesis amortisman değeri ve yıllık giderler dahilinde sistemin kendisi daha yüksek bir debi ile çalışması gerekmektedir.

1 gün 24 saat, 1 yıl 365 gün olarak yıllık hesaplamalar yapıldı.

$$1 \text{ kW-sa} = 0,25 \text{ TL üretim fiyatı}, \quad \eta \text{ (Türbin Sistem Verimi)} = 0,87$$

Türbinin çalıştırabileceği;

$$Q_{\max} = 0,300 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad Q_{\min} = 0,030 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad h_{\text{net}} \text{ (Net düşü)} = 100 \text{ m}$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3/\text{sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3) \times g \text{ (m/ sn}^2) \times \eta / 10^3 = \text{kW} \quad (2.7)$$

$$P_{\max} = 100 \times 0,300 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 256,04 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\max} = 256,04 \times 0,25 = 64,01 \text{ TL (1 saatte } Q_{\max} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\max} = 256,04 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 560.729,79 \text{ TL (1 senede)}$$

$$P_{\max} = 256,04 \times 24 \times 365 = 2242919,16 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\max} = 2,243 \text{ GW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 100 \times 0,030 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 25,60 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 25,6 \times 0,25 = 6,40 \text{ TL (1 saatte } Q_{\min} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 25,6 \times 24 \times 365 = 224291,92 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 25,6 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 56072,98 \text{ TL (1 senede)}$$

Normal Amortisman Oranı = 1/Ekonomik Ömür = 1/20 olarak hesaplanmıştır [40].

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = \text{Yatırım Bedeli/Ekonomik Ömür} \quad (5.1)$$

Normal Amortisman Tutarı = 902.000 TL /20 Yıl = 45.100 TL/ Yıl olarak

Yıllık Giderler = 96.405,86 TL/Yıl

$$P_{\text{min-tesis}} = 45.100 + 96.405,86 = 141.505,86 \text{ TL/Yıl (1 Senede)}$$

$$141.505,86 = 100 \times Q_{\text{min-tesis}} \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 0,25 \times 24 \times 365$$

$$Q_{\text{min-tesis}} = 0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 100 \times 0,076 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 24 \times 365$$

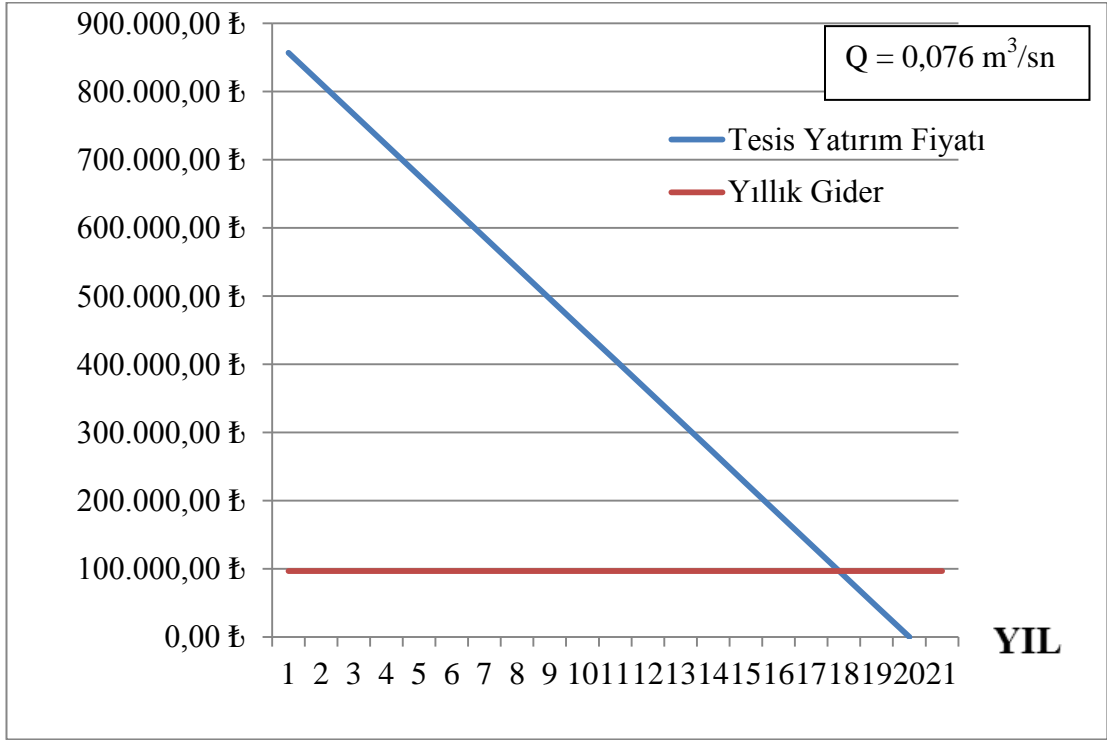
$$P_{\text{min-tesis}} = 566.023,44 \text{ kW-yıl} = 0,566 \text{ GW-Yıl}$$

$Q_{\text{min}} = 0,030 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile tesis yıllık giderlerini ve yatırım maliyetini karşılayamaz. Bu tesisin yatırım maliyet amortisman ve gideri $0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile kar oranı olmadan sınır değerinde yatırım maliyetini kurtarmaktadır.

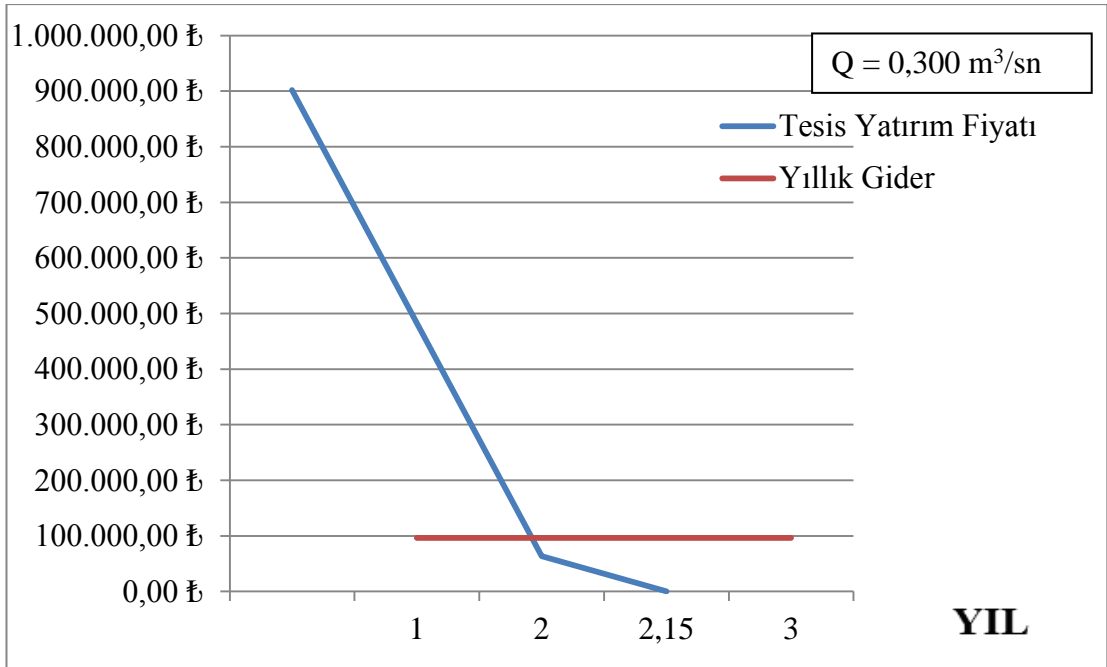
$Q_{\text{min-tesis}} = 0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiden fazla ve $Q_{\text{max}} = 0,300 \text{ m}^3/\text{sn}$ debilerinde çalışırsa kar söz konusu olmaktadır. Bu net düşü ve türbin tipinde tesisin $0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşük bir debide tesiste yatırımı kendi amorti edememektedir. Tesis $Q_{\text{min-tesis}} = 0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$ debisiyle 20 senede normal amortismanla yatırımı amorti edebilmektedir. Eğer Q_{max} ile tam kapasite tesis çalışırsa 2,15 yılda tesis kendi amorti edebilmektedir. Tesisin $0,076 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle yılda 0,566 GW ve $0,300 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle 2,243 GW enerji üretimi mümkün olmaktadır.

Çizelge 5.21. 250 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

Yıl	Yıllık Amortisman Tutarı	Birikmiş Amortisman	Yatırımın Amortismanı	Yıllık Çalışan ve Bakım Giderleri	Yıllara Göre Giderler Top.	Yıllık Giderler ve Tesis Amortismanı	Yıllara Göre Gider ve Amortisman Birikimi	Max Debi ile Çalışırsa	Max Debi Yıllara Göre Kazanç	Max Debiye Göre Net Gelir	Max Debiye Yıllara Göre Net Kazanç
1	45,100.00 ₺	45,100.00 ₺	856,900.00 ₺	96,405.86 ₺	96,405.86 ₺	141,505.86 ₺	141,505.86 ₺	560,729.79 ₺	560,729.79 ₺	419,223.93 ₺	419,223.93 ₺
2	45,100.00 ₺	90,200.00 ₺	811,800.00 ₺	96,405.86 ₺	192,811.72 ₺	141,505.86 ₺	283,011.72 ₺	560,729.79 ₺	1,121,459.58 ₺	419,223.93 ₺	838,447.86 ₺
3	45,100.00 ₺	135,300.00 ₺	766,700.00 ₺	96,405.86 ₺	289,217.58 ₺	141,505.86 ₺	424,517.58 ₺	560,729.79 ₺	1,682,189.37 ₺	419,223.93 ₺	1,257,671.79 ₺
4	45,100.00 ₺	180,400.00 ₺	721,600.00 ₺	96,405.86 ₺	385,623.44 ₺	141,505.86 ₺	566,023.44 ₺	560,729.79 ₺	2,242,919.16 ₺	419,223.93 ₺	1,676,895.72 ₺
5	45,100.00 ₺	225,500.00 ₺	676,500.00 ₺	96,405.86 ₺	482,029.30 ₺	141,505.86 ₺	707,529.30 ₺	560,729.79 ₺	2,803,648.95 ₺	419,223.93 ₺	2,096,119.65 ₺
6	45,100.00 ₺	270,600.00 ₺	631,400.00 ₺	96,405.86 ₺	578,435.16 ₺	141,505.86 ₺	849,035.16 ₺	560,729.79 ₺	3,364,378.74 ₺	419,223.93 ₺	2,515,343.58 ₺
7	45,100.00 ₺	315,700.00 ₺	586,300.00 ₺	96,405.86 ₺	674,841.02 ₺	141,505.86 ₺	990,541.02 ₺	560,729.79 ₺	3,925,108.53 ₺	419,223.93 ₺	2,934,567.51 ₺
8	45,100.00 ₺	360,800.00 ₺	541,200.00 ₺	96,405.86 ₺	771,246.88 ₺	141,505.86 ₺	1,132,046.88 ₺	560,729.79 ₺	4,485,838.32 ₺	419,223.93 ₺	3,353,791.44 ₺
9	45,100.00 ₺	405,900.00 ₺	496,100.00 ₺	96,405.86 ₺	867,652.74 ₺	141,505.86 ₺	1,273,552.74 ₺	560,729.79 ₺	5,046,568.11 ₺	419,223.93 ₺	3,773,015.37 ₺
10	45,100.00 ₺	451,000.00 ₺	451,000.00 ₺	96,405.86 ₺	964,058.60 ₺	141,505.86 ₺	1,415,058.60 ₺	560,729.79 ₺	5,607,297.90 ₺	419,223.93 ₺	4,192,239.30 ₺
11	45,100.00 ₺	496,100.00 ₺	405,900.00 ₺	96,405.86 ₺	1,060,464.46 ₺	141,505.86 ₺	1,556,564.46 ₺	560,729.79 ₺	6,168,027.69 ₺	419,223.93 ₺	4,611,463.23 ₺
12	45,100.00 ₺	541,200.00 ₺	360,800.00 ₺	96,405.86 ₺	1,156,870.32 ₺	141,505.86 ₺	1,698,070.32 ₺	560,729.79 ₺	6,728,757.48 ₺	419,223.93 ₺	5,030,687.16 ₺
13	45,100.00 ₺	586,300.00 ₺	315,700.00 ₺	96,405.86 ₺	1,253,276.18 ₺	141,505.86 ₺	1,839,576.18 ₺	560,729.79 ₺	7,289,487.27 ₺	419,223.93 ₺	5,449,911.09 ₺
14	45,100.00 ₺	631,400.00 ₺	270,600.00 ₺	96,405.86 ₺	1,349,682.04 ₺	141,505.86 ₺	1,981,082.04 ₺	560,729.79 ₺	7,850,217.06 ₺	419,223.93 ₺	5,869,135.02 ₺
15	45,100.00 ₺	676,500.00 ₺	225,500.00 ₺	96,405.86 ₺	1,446,087.90 ₺	141,505.86 ₺	2,122,587.90 ₺	560,729.79 ₺	8,410,946.85 ₺	419,223.93 ₺	6,288,358.95 ₺
16	45,100.00 ₺	721,600.00 ₺	180,400.00 ₺	96,405.86 ₺	1,542,493.76 ₺	141,505.86 ₺	2,264,093.76 ₺	560,729.79 ₺	8,971,676.64 ₺	419,223.93 ₺	6,707,582.88 ₺
17	45,100.00 ₺	766,700.00 ₺	135,300.00 ₺	96,405.86 ₺	1,638,899.62 ₺	141,505.86 ₺	2,405,599.62 ₺	560,729.79 ₺	9,532,406.43 ₺	419,223.93 ₺	7,126,806.81 ₺
18	45,100.00 ₺	811,800.00 ₺	90,200.00 ₺	96,405.86 ₺	1,735,305.48 ₺	141,505.86 ₺	2,547,105.48 ₺	560,729.79 ₺	10,093,136.22 ₺	419,223.93 ₺	7,546,030.74 ₺
19	45,100.00 ₺	856,900.00 ₺	45,100.00 ₺	96,405.86 ₺	1,831,711.34 ₺	141,505.86 ₺	2,688,611.34 ₺	560,729.79 ₺	10,653,866.01 ₺	419,223.93 ₺	7,965,254.67 ₺
20	45,100.00 ₺	902,000.00 ₺	0.00 ₺	96,405.86 ₺	1,928,117.20 ₺	141,505.86 ₺	2,830,117.20 ₺	560,729.79 ₺	11,214,595.80 ₺	419,223.93 ₺	8,384,478.60 ₺



Şekil 5.5. 250 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi



Şekil 5.6. 250 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi

5.4. 500 kW Enerji İçin 250 kW'lık İki Türbin Setinin Kullanılması

250 kW'lık 2 adet türbin setleriyle kullanıldığında 500 kW enerji üretimi elde edilmesi düşünülmüştür. Maksimum su debisiyle ikisinin toplam işletebileceği kapasite 0,6 m³/sn debi çıkmaktadır. İki türbin setinin otomasyon kontrolleri, verim kapasitesi bir tesiste aynı şekilde kontrol edilmesi veya isale hattı üzerinde buna yakın benzerlikteki bir enerji tesisi ile yazılımsal kontrolleri ile birbirine uyumlu çalışması için harici ekipmanlar kullanılmaktadır. Hydro Energy Michal firmasının sitesinde türbin gruplarının veya tesislerin otomasyonla bağlanması için 196.000 TL gibi bir maliyeti olmaktadır [19]. Euro döviz kuru 4 TL hesaplanmıştır. İki türbin setinin maliyetleri incelenmiştir. 20 yıllık ekonomik ömür ile normal amortisman gideri (eşit) olarak tesisin maliyeti hesaplanmıştır. Tesisin yıllık giderleri çalışan ve 20 yıllık amortisman gideri oranı toplamı 183.405,86 TL'dir.

Çizelge 5.22. İki Set 262 kW Pelton Türbinin Grubunun Fiyatı

PELTON HP3 TÜRBİN	2 ADET	708,800.00 ₺
DN500 10 ATÜ KONTROL VANASI	2 ADET	24,000.00 ₺
ASENKRON JENERATÖR	2 ADET	217,600.00 ₺
ELEKTRİK EKİPMANLARI, PANOLAR	2 SET İÇİN	204,000.00 ₺
NAKLİYE	2 SET İÇİN	17,600.00 ₺
KURULUM, MONTAJ VE ÇALIŞTIRILMASI	2 SET İÇİN	102,400.00 ₺
MÜHENDİSLİK HİZM. VE YAZILIM	2 SET İÇİN	9,600.00 ₺
TOPLAM		1,284,000.00 ₺

Çizelge 5.23. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

İLK YATIRIM MALİYETİ		
TÜRBİN SETİ	2 ADET	1,284,000.00 ₺
TESİS YAPILMASI	1 ADET	260,000.00 ₺
TÜRBİN SETİ BAĞL.	1 ADET	196,000.00 ₺
TOPLAM		1,740,000.00 ₺
YILLIK GİDERLER		
TOPLAM		96,405.86 ₺

Tesisin yıllık amortismanı ve giderleri toplamı 183.405,86 TL gideri söz konusudur. Türbin 0,060 m³/sn debi ile minimum düzeyde çalışabilmektedir. Fakat tesis amortisman değeri ve yıllık giderler dahilinde sistemin kendisi daha yüksek bir debi ile çalışması gerekmektedir.

1 gün 24 saat, 1 yıl 365 gün olarak yıllık hesaplamalar yapıldı.

$$1 \text{ kW-sa} = 0,25 \text{ TL üretim fiyatı}, \quad \eta \text{ (Türbin Sistem Verimi)} = 0,87$$

Türbinin çalıştırabileceği;

$$Q_{\max} = 0,600 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad Q_{\min} = 0,060 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad h_{\text{net}} \text{ (Net düşü)} = 100 \text{ m}$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3/\text{sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3) \times g \text{ (m/ sn}^2) \times \eta / 10^3 = \text{kW} \quad (2.7)$$

$$P_{\max} = 100 \times 0,600 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 512,08 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 0,25 = 128,02 \text{ TL (1 saatte } Q_{\max} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 1.121.459,58 \text{ TL (1 senede)}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 24 \times 365 = 4.485.820,8 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\max} = 4,486 \text{ GW-yıl}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 100 \times 0,060 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 51,20 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 51,20 \times 0,25 = 12,80 \text{ TL (1 saatte } Q_{\min} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\min\text{-türbin}} = 51,20 \times 24 \times 365 = 448.582,8 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\text{min-türbin}} = 51,2 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 112.145,96 \text{ TL (1 senede)}$$

Normal Amortisman Oranı = 1/Ekonomik Ömür = 1/20 olarak hesaplanmıştır [40].

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = \text{Yatırım Bedeli/Ekonomik Ömür} \quad (5.1)$$

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = 1.740.000 \text{ TL} / 20 \text{ Yıl} = 87.000 \text{ TL/ Yıl olarak}$$

$$\text{Yıllık Giderler} = 96.405,86 \text{ TL/Yıl}$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 87.000 + 96.405,86 = 183.405,86 \text{ TL/Yıl (1 Senede)}$$

$$183.405,86 = 100 \times Q_{\text{min-tesis}} \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 0,25 \times 24 \times 365$$

$$Q_{\text{min-tesis}} = 0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$$

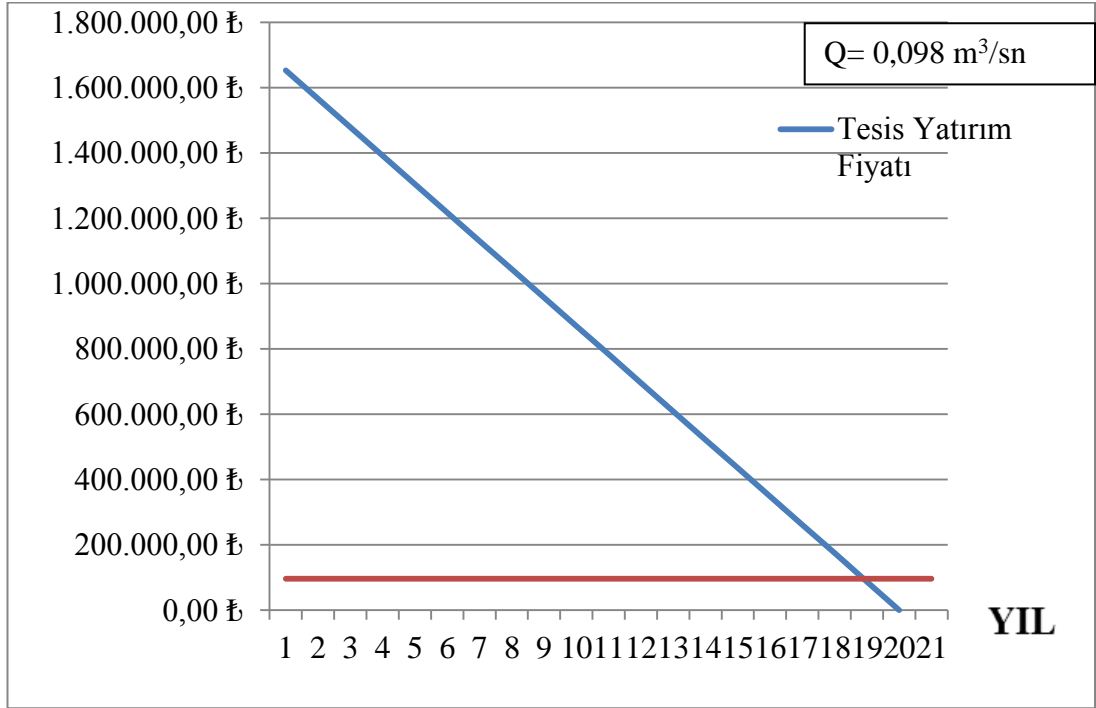
$$P_{\text{min-tesis}} = 100 \times 0,098 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 24 \times 365$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 733.623,44 \text{ kW-yıl} = 0,733 \text{ GW-Yıl}$$

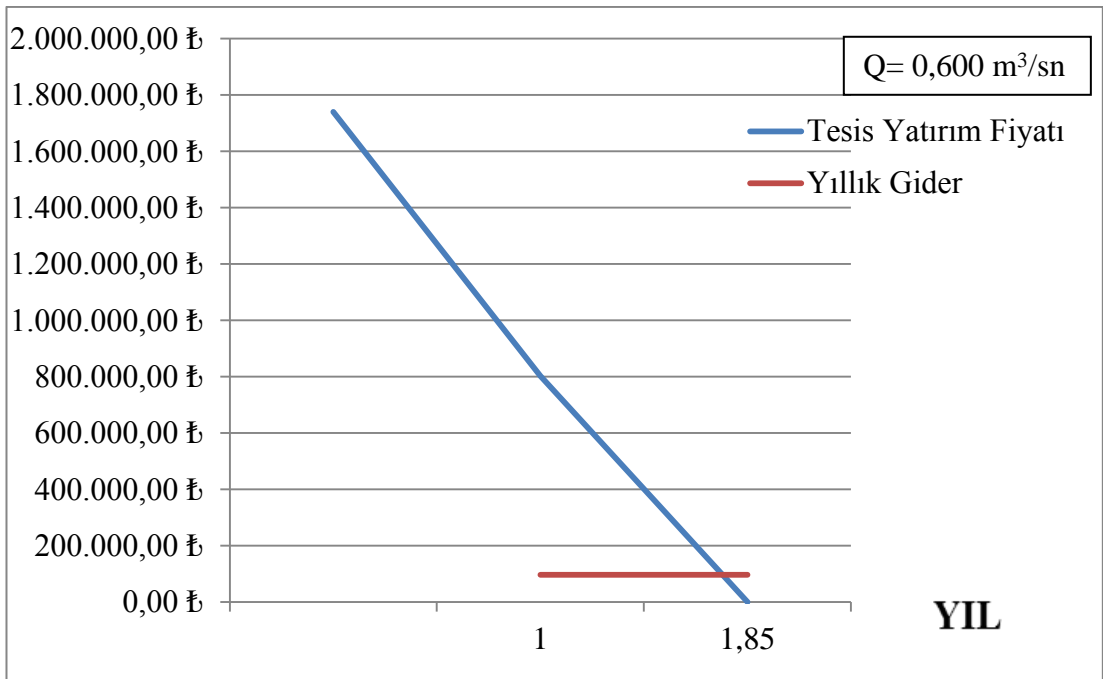
$Q_{\text{min}} = 0,060 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile tesis yıllık giderlerini ve yatırım maliyetini karşılayamaz. Bu tesisin yatırım maliyet amortisman ve gideri $0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile kar oranı olmadan sınır değerinde yatırım maliyetini kurtarmaktadır. Tek bir türbine $0,049 \text{ m}^3/\text{sn}$ minimum debi düşmektedir. Tesisteki herhangi bir türbinde arıza olması durumunda diğer türbinin çalışması devam edilebilmektedir. $Q_{\text{min-tesis}} = 0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiden fazla ve $Q_{\text{max}} = 0,600 \text{ m}^3/\text{sn}$ debilerinde çalışırsa kar söz konusu olmaktadır. Bu net düşü ve türbin tipinde tesisin $0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşük bir debide tesiste yatırımı kendi amorti edememektedir. Tesis $Q_{\text{min-tesis}} = 0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$ debisiyle 20 senede normal amortismanla yatırımını amorti edebilmektedir. Eğer Q_{max} ile tam kapasite tesis çalışırsa yaklaşık 2 (1,85) yılda tesis kendi amorti edebilmektedir. Tesisin $0,098 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle yılda $0,733 \text{ GW}$ ve $0,600 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle $4,486 \text{ GW}$ enerji üretimi mümkün olmaktadır.

Çizelge 5.24. 250 kW*2 Türbin Setiyle Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

Yıl	Yıllık Amortisman Tutarı	Birikmiş Amortisman	Yatırımın Amortismanı	Yıllık Çalışan ve Bakım Giderleri	Yıllara Göre Giderler Top.	Yıllık Giderler ve Tesis Amortismanı	Yıllara Göre Gider ve Amortisman Birikimi	Max Debi ile Çalışırsa	Max Debi Yıllara Göre Kazanç	Max Debiye Göre Net Gelir	Max Debiyle Yıllara Göre Net Kazanç
1	87,000.00 ₺	87,000.00 ₺	1,653,000.00 ₺	96,405.86 ₺	96,405.86 ₺	183,405.86 ₺	183,405.86 ₺	1,121,459.58 ₺	1,121,459.58 ₺	938,053.72 ₺	938,053.72 ₺
2	87,000.00 ₺	174,000.00 ₺	1,566,000.00 ₺	96,405.86 ₺	192,811.72 ₺	183,405.86 ₺	366,811.72 ₺	1,121,459.58 ₺	2,242,919.16 ₺	938,053.72 ₺	1,876,107.44 ₺
3	87,000.00 ₺	261,000.00 ₺	1,479,000.00 ₺	96,405.86 ₺	289,217.58 ₺	183,405.86 ₺	550,217.58 ₺	1,121,459.58 ₺	3,364,378.74 ₺	938,053.72 ₺	2,814,161.16 ₺
4	87,000.00 ₺	348,000.00 ₺	1,392,000.00 ₺	96,405.86 ₺	385,623.44 ₺	183,405.86 ₺	733,623.44 ₺	1,121,459.58 ₺	4,485,838.32 ₺	938,053.72 ₺	3,752,214.88 ₺
5	87,000.00 ₺	435,000.00 ₺	1,305,000.00 ₺	96,405.86 ₺	482,029.30 ₺	183,405.86 ₺	917,029.30 ₺	1,121,459.58 ₺	5,607,297.90 ₺	938,053.72 ₺	4,690,268.60 ₺
6	87,000.00 ₺	522,000.00 ₺	1,218,000.00 ₺	96,405.86 ₺	578,435.16 ₺	183,405.86 ₺	1,100,435.16 ₺	1,121,459.58 ₺	6,728,757.48 ₺	938,053.72 ₺	5,628,322.32 ₺
7	87,000.00 ₺	609,000.00 ₺	1,131,000.00 ₺	96,405.86 ₺	674,841.02 ₺	183,405.86 ₺	1,283,841.02 ₺	1,121,459.58 ₺	7,850,217.06 ₺	938,053.72 ₺	6,566,376.04 ₺
8	87,000.00 ₺	696,000.00 ₺	1,044,000.00 ₺	96,405.86 ₺	771,246.88 ₺	183,405.86 ₺	1,467,246.88 ₺	1,121,459.58 ₺	8,971,676.64 ₺	938,053.72 ₺	7,504,429.76 ₺
9	87,000.00 ₺	783,000.00 ₺	957,000.00 ₺	96,405.86 ₺	867,652.74 ₺	183,405.86 ₺	1,650,652.74 ₺	1,121,459.58 ₺	10,093,136.22 ₺	938,053.72 ₺	8,442,483.48 ₺
10	87,000.00 ₺	870,000.00 ₺	870,000.00 ₺	96,405.86 ₺	964,058.60 ₺	183,405.86 ₺	1,834,058.60 ₺	1,121,459.58 ₺	11,214,595.80 ₺	938,053.72 ₺	9,380,537.20 ₺
11	87,000.00 ₺	957,000.00 ₺	783,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,060,464.46 ₺	183,405.86 ₺	2,017,464.46 ₺	1,121,459.58 ₺	12,336,055.38 ₺	938,053.72 ₺	10,318,590.92 ₺
12	87,000.00 ₺	1,044,000.00 ₺	696,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,156,870.32 ₺	183,405.86 ₺	2,200,870.32 ₺	1,121,459.58 ₺	13,457,514.96 ₺	938,053.72 ₺	11,256,644.64 ₺
13	87,000.00 ₺	1,131,000.00 ₺	609,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,253,276.18 ₺	183,405.86 ₺	2,384,276.18 ₺	1,121,459.58 ₺	14,578,974.54 ₺	938,053.72 ₺	12,194,698.36 ₺
14	87,000.00 ₺	1,218,000.00 ₺	522,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,349,682.04 ₺	183,405.86 ₺	2,567,682.04 ₺	1,121,459.58 ₺	15,700,434.12 ₺	938,053.72 ₺	13,132,752.08 ₺
15	87,000.00 ₺	1,305,000.00 ₺	435,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,446,087.90 ₺	183,405.86 ₺	2,751,087.90 ₺	1,121,459.58 ₺	16,821,893.70 ₺	938,053.72 ₺	14,070,805.80 ₺
16	87,000.00 ₺	1,392,000.00 ₺	348,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,542,493.76 ₺	183,405.86 ₺	2,934,493.76 ₺	1,121,459.58 ₺	17,943,353.28 ₺	938,053.72 ₺	15,008,859.52 ₺
17	87,000.00 ₺	1,479,000.00 ₺	261,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,638,899.62 ₺	183,405.86 ₺	3,117,899.62 ₺	1,121,459.58 ₺	19,064,812.86 ₺	938,053.72 ₺	15,946,913.24 ₺
18	87,000.00 ₺	1,566,000.00 ₺	174,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,735,305.48 ₺	183,405.86 ₺	3,301,305.48 ₺	1,121,459.58 ₺	20,186,272.44 ₺	938,053.72 ₺	16,884,966.96 ₺
19	87,000.00 ₺	1,653,000.00 ₺	87,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,831,711.34 ₺	183,405.86 ₺	3,484,711.34 ₺	1,121,459.58 ₺	21,307,732.02 ₺	938,053.72 ₺	17,823,020.68 ₺
20	87,000.00 ₺	1,740,000.00 ₺	0.00 ₺	96,405.86 ₺	1,928,117.20 ₺	183,405.86 ₺	3,668,117.20 ₺	1,121,459.58 ₺	22,429,191.60 ₺	938,053.72 ₺	18,761,074.40 ₺



Şekil 5.7. 250 kW*2 Türbin Setiyle $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi



Şekil 5.8. 250 kW*2 Türbin Setiyle Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi

5.5. 526 kW Pelton Türbinin Özellikleri ve Yatırımın Hesaplanması

5.5.1. 526 kW Pelton Türbin Setinin Özellikleri

Çizelge 5.25. 526 kW Pelton Türbinin Çalışma Özellikleri [19]

Türbin Modeli	PELTON VP6-1
Net Düşü	100 m
Max Debi Çalışması	0.600 m ³ /s
Min Debi Çalışması	0.060 m ³ /s
Türbin Çıkış Gücü	526 kW
Jeneratör Çıkış Gücü	500 kW
Türbin Çalışma Devri	750 rpm
Jeneratör Çalışma Devri	750 rpm

Çizelge 5.26. 526 kW Pelton Türbinin Teknik Parametreleri [19]

Çalışma Tipi	Dikey Eksenli
Üretici Firma	Hydro Energy Michal Twardziszewski,Polonya
Model	PELTON VP6-1
Diametrik Eksen Çapı	535 mm
Subapların Çalışma Çapı	59 mm
Kepçe (Kanat) Genişliği	188 mm
Kepçe (Kanat) Sayısı	18
(Su Jeti) Subap Sayısı	6
Su Giriş Flanşı	DN500
Regülatörler	Hidrolik Düzenleyiciler,Optimal Kontroller ve Dengeleyiciler

Çizelge 5.27. 526 kW Pelton Türbinin Malzeme Özellikleri [19]

Jet Gövdesi,Subaplar,Regülatörler	1.4301 Paslanmaz Çelik (P. Çelik 304)
Çalışan Aksamlar	1.4301 Paslanmaz Çelik (P. Çelik 304)
Türbin Gövdesi	S355 Çelik
Gövde Boyası	Kloratlı Kauçuk İçeren Sprey Boya

5.5.2. 500 kW Jeneratörün Özellikleri

Çizelge 5.28. 500 kW Jeneratörün Çalışma Özellikleri [19]

Çalışma Tipi	Asenkron ,Dikey Şaft
Üretici Firma	ABB Lub Cantoni Grup
Jeneratör Çıkış Gücü	500 kW
Jeneratör Voltajı	400-380 V (Trifaze)
Çalışma Devri	750 rpm
Çalışma Frekansı	50 Hz
Koruma Derecesi	IP55(Toza ve Suya Karşı)
Soğutma Sistemi	Fan
Sıcaklık Sensör Algılayıcısı	PT 100 (0-100' C)

5.5.3. 526 kW Pelton Türbin Setinin Fiyatı

Çizelge 5.29. 526 kW Pelton Türbinin Setinin Fiyatı

PELTON VP6-1 TÜRBİN	1 ADET	705,200.00 ₺
DN500 10 ATÜ KONTROL VANASI	1 ADET	12,000.00 ₺
ASENKRON JENERATÖR	1 ADET	248,400.00 ₺
ELEKTRİK EKİPMANLARI, PANOLAR	1 SET İÇİN	184,400.00 ₺
NAKLİYE	1 SET İÇİN	20,800.00 ₺
KURULUM, MONTAJ VE ÇALIŞTIRILMASI	1 SET İÇİN	99,600.00 ₺
MÜHENDİSLİK HİZM. VE YAZILIM	1 SET İÇİN	9,600.00 ₺
TOPLAM		1,280,000.00 ₺

5.5.4. 526 kW Pelton Türbin Seti, Tesis Maliyeti

Çizelge 5.30. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

İLK YATIRIM MALİYETİ		
TÜRBİN SETİ	1 ADET	1,280,000.00 ₺
TESİS YAPILMASI	1 ADET	260,000.00 ₺
TOPLAM		1,540,000.00 ₺
YILLIK GİDERLER		
TOPLAM		96,405.86 ₺

Tesisin yıllık amortismanı ve giderleri toplamı 173.405,86 TL gideri söz konusudur. Türbin 0,060 m³/sn debi ile minimum düzeyde çalışabilmektedir. Fakat tesis amortisman değeri ve yıllık giderler dahilinde sistemin kendisi daha yüksek bir debi ile çalışması gerekmektedir.

1 gün 24 saat, 1 yıl 365 gün olarak yıllık hesaplamalar yapıldı.

$$1 \text{ kW-sa} = 0,25 \text{ TL üretim fiyatı}, \quad \eta \text{ (Türbin Sistem Verimi)} = 0,87$$

Türbinin çalıştırabileceği;

$$Q_{\max} = 0,600 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad Q_{\min} = 0,060 \text{ m}^3/\text{sn}, \quad h_{\text{net}} \text{ (Net düşü)} = 100 \text{ m}$$

$$P = h_{\text{net}} \text{ (m)} \times Q \text{ (m}^3/\text{sn)} \times 1000 \text{ (kg/m}^3) \times g \text{ (m/ sn}^2) \times \eta / 10^3 = \text{kW} \quad (2.7)$$

$$P_{\max} = 100 \times 0,600 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 512,08 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 0,25 = 128,02 \text{ TL (1 saatte } Q_{\max} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 1.121.459,58 \text{ TL (1 senede)}$$

$$P_{\max} = 512,08 \times 24 \times 365 = 4.485.820,8 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\max} = 4,486 \text{ GW-yıl}$$

$$P_{\min-\text{türbin}} = 100 \times 0,060 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} = 51,20 \text{ kW-sa}$$

$$P_{\min-\text{türbin}} = 51,20 \times 0,25 = 12,80 \text{ TL (1 saatte } Q_{\min} \text{ ile kazanılan para)}$$

$$P_{\min-\text{türbin}} = 51,20 \times 24 \times 365 = 448.582,8 \text{ kW-yıl}$$

$$P_{\min-\text{türbin}} = 51,2 \times 0,25 \times 24 \times 365 = 112.145,96 \text{ TL (1 senede)}$$

Normal Amortisman Oranı = 1/Ekonomik Ömür = 1/20 olarak hesaplanmıştır [40].

$$\text{Normal Amortisman Tutarı} = \text{Yatırım Bedeli/Ekonomik Ömür} \quad (5.1)$$

Normal Amortisman Tutarı = 1.540.000 TL /20 Yıl = 77.000 TL/ Yıl olarak

Yıllık Giderler = 96.405,86 TL/Yıl

$$P_{\text{min-tesis}} = 77.000 + 96.405,86 = 173.405,86 \text{ TL/Yıl (1 Senede)}$$

$$173.405,86 = 100 \times Q_{\text{min-tesis}} \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 0,25 \times 24 \times 365$$

$$Q_{\text{min-tesis}} = 0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$$

$$P_{\text{min-tesis}} = 100 \times 0,093 \times 1000 \times 9,81 \times 0,87 \times 10^{-3} \times 24 \times 365$$

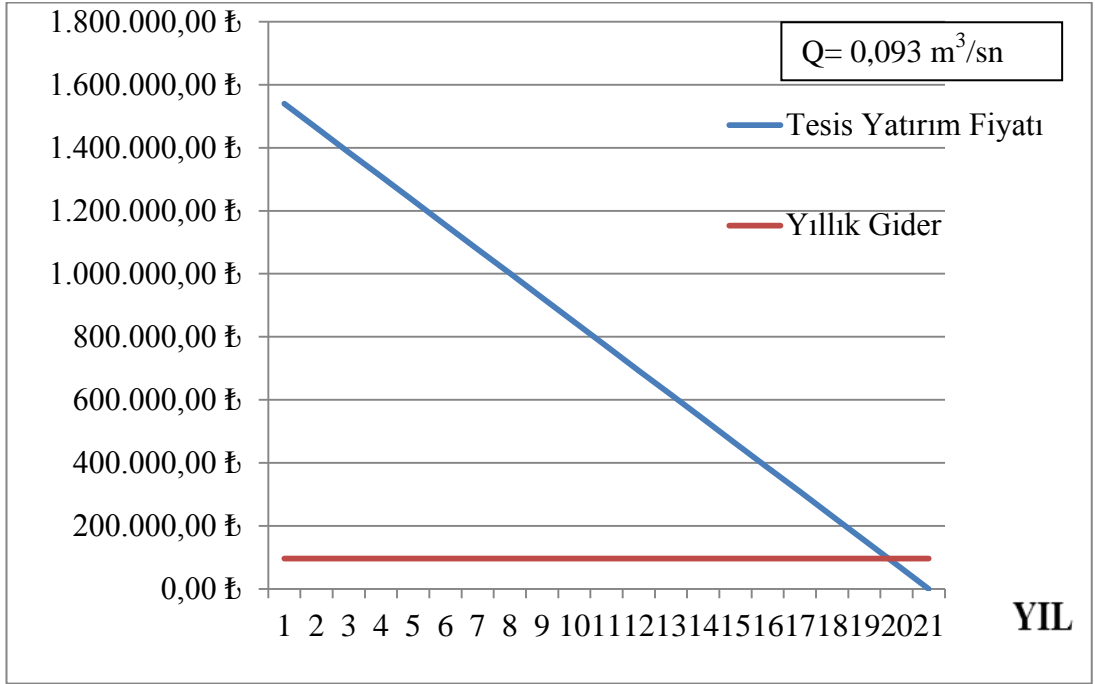
$$P_{\text{min-tesis}} = 693.623,44 \text{ kW-yıl} = 0,694 \text{ GW-Yıl}$$

$Q_{\text{min}} = 0,060 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile tesis yıllık giderlerini ve yatırım maliyetini karşılayamaz. Bu tesisin yatırım maliyet amortisman ve gideri $0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$ debi ile kar oranı olmadan sınır değerinde yatırım maliyetini kurtarmaktadır.

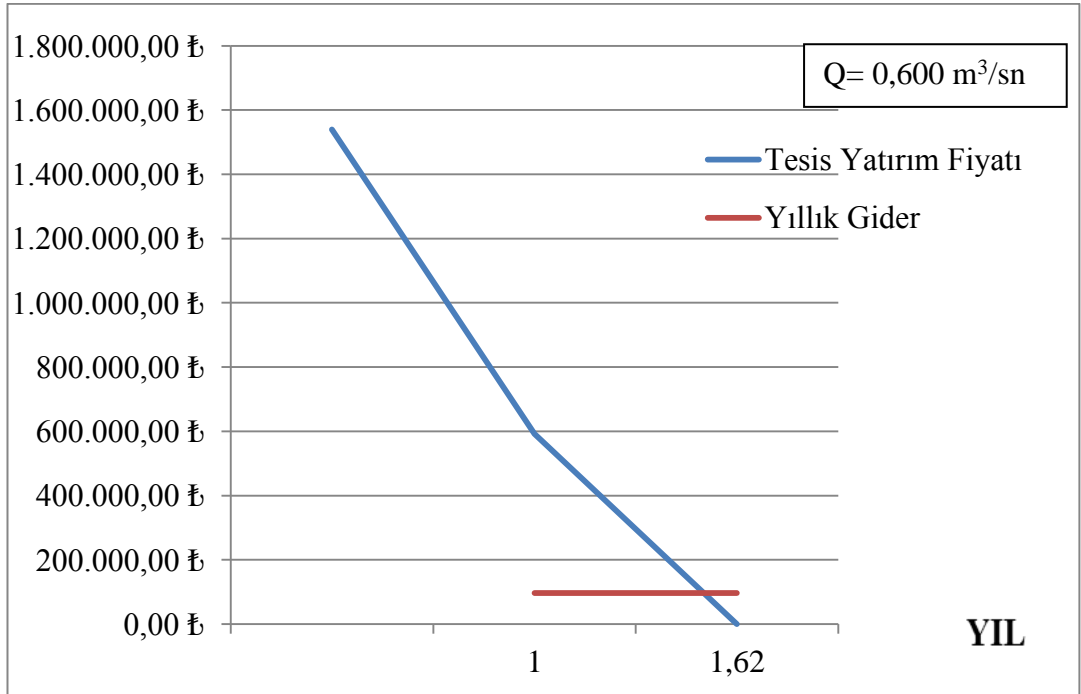
$Q_{\text{min-tesis}} = 0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiden fazla ve $Q_{\text{max}} = 0,600 \text{ m}^3/\text{sn}$ bu debi aralıklarında çalışırsa kar söz konusu olmaktadır. Bu net düşü ve türbin tipinde tesisin $0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$ düşük bir debide tesiste yatırımı kendi amorti edememektedir. Tesis $Q_{\text{min-tesis}} = 0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$ debisiyle 20 senede normal amortismanla yatırımını amorti edebilmektedir. Eğer Q_{max} ile tam kapasite tesis çalışırsa yaklaşık 1,62 yılda tesis kendi amorti edebilmektedir. Tesisin $0,093 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle yılda 0,694 GW ve $0,600 \text{ m}^3/\text{sn}$ debiyle 4,486 GW enerji üretimi mümkün olmaktadır.

Çizelge 5.31. 500 kW Enerji Üreten Tesis Maliyetleri

Yıl	Yıllık Amortisman Tutarı	Birikmiş Amortisman	Yatırımın Amortismanı	Yıllık Çalışan ve Bakım Giderleri	Yıllara Göre Giderler Top.	Yıllık Giderler ve Tesis Amortismanı	Yıllara Göre Gider ve Amortisman Birikimi	Max Debi ile Çalışırsa	Max Debi Yıllara Göre Kazanç	Max Debiye Göre Net Gelir	Max Debiyle Yıllara Göre Net Kazanç
1	77,000.00 ₺	77,000.00 ₺	1,463,000.00 ₺	96,405.86 ₺	96,405.86 ₺	173,405.86 ₺	173,405.86 ₺	1,121,459.58 ₺	1,121,459.58 ₺	948,053.72 ₺	948,053.72 ₺
2	77,000.00 ₺	154,000.00 ₺	1,386,000.00 ₺	96,405.86 ₺	192,811.72 ₺	173,405.86 ₺	346,811.72 ₺	1,121,459.58 ₺	2,242,919.16 ₺	948,053.72 ₺	1,896,107.44 ₺
3	77,000.00 ₺	231,000.00 ₺	1,309,000.00 ₺	96,405.86 ₺	289,217.58 ₺	173,405.86 ₺	520,217.58 ₺	1,121,459.58 ₺	3,364,378.74 ₺	948,053.72 ₺	2,844,161.16 ₺
4	77,000.00 ₺	308,000.00 ₺	1,232,000.00 ₺	96,405.86 ₺	385,623.44 ₺	173,405.86 ₺	693,623.44 ₺	1,121,459.58 ₺	4,485,838.32 ₺	948,053.72 ₺	3,792,214.88 ₺
5	77,000.00 ₺	385,000.00 ₺	1,155,000.00 ₺	96,405.86 ₺	482,029.30 ₺	173,405.86 ₺	867,029.30 ₺	1,121,459.58 ₺	5,607,297.90 ₺	948,053.72 ₺	4,740,268.60 ₺
6	77,000.00 ₺	462,000.00 ₺	1,078,000.00 ₺	96,405.86 ₺	578,435.16 ₺	173,405.86 ₺	1,040,435.16 ₺	1,121,459.58 ₺	6,728,757.48 ₺	948,053.72 ₺	5,688,322.32 ₺
7	77,000.00 ₺	539,000.00 ₺	1,001,000.00 ₺	96,405.86 ₺	674,841.02 ₺	173,405.86 ₺	1,213,841.02 ₺	1,121,459.58 ₺	7,850,217.06 ₺	948,053.72 ₺	6,636,376.04 ₺
8	77,000.00 ₺	616,000.00 ₺	924,000.00 ₺	96,405.86 ₺	771,246.88 ₺	173,405.86 ₺	1,387,246.88 ₺	1,121,459.58 ₺	8,971,676.64 ₺	948,053.72 ₺	7,584,429.76 ₺
9	77,000.00 ₺	693,000.00 ₺	847,000.00 ₺	96,405.86 ₺	867,652.74 ₺	173,405.86 ₺	1,560,652.74 ₺	1,121,459.58 ₺	10,093,136.22 ₺	948,053.72 ₺	8,532,483.48 ₺
10	77,000.00 ₺	770,000.00 ₺	770,000.00 ₺	96,405.86 ₺	964,058.60 ₺	173,405.86 ₺	1,734,058.60 ₺	1,121,459.58 ₺	11,214,595.80 ₺	948,053.72 ₺	9,480,537.20 ₺
11	77,000.00 ₺	847,000.00 ₺	693,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,060,464.46 ₺	173,405.86 ₺	1,907,464.46 ₺	1,121,459.58 ₺	12,336,055.38 ₺	948,053.72 ₺	10,428,590.92 ₺
12	77,000.00 ₺	924,000.00 ₺	616,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,156,870.32 ₺	173,405.86 ₺	2,080,870.32 ₺	1,121,459.58 ₺	13,457,514.96 ₺	948,053.72 ₺	11,376,644.64 ₺
13	77,000.00 ₺	1,001,000.00 ₺	539,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,253,276.18 ₺	173,405.86 ₺	2,254,276.18 ₺	1,121,459.58 ₺	14,578,974.54 ₺	948,053.72 ₺	12,324,698.36 ₺
14	77,000.00 ₺	1,078,000.00 ₺	462,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,349,682.04 ₺	173,405.86 ₺	2,427,682.04 ₺	1,121,459.58 ₺	15,700,434.12 ₺	948,053.72 ₺	13,272,752.08 ₺
15	77,000.00 ₺	1,155,000.00 ₺	385,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,446,087.90 ₺	173,405.86 ₺	2,601,087.90 ₺	1,121,459.58 ₺	16,821,893.70 ₺	948,053.72 ₺	14,220,805.80 ₺
16	77,000.00 ₺	1,232,000.00 ₺	308,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,542,493.76 ₺	173,405.86 ₺	2,774,493.76 ₺	1,121,459.58 ₺	17,943,353.28 ₺	948,053.72 ₺	15,168,859.52 ₺
17	77,000.00 ₺	1,309,000.00 ₺	231,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,638,899.62 ₺	173,405.86 ₺	2,947,899.62 ₺	1,121,459.58 ₺	19,064,812.86 ₺	948,053.72 ₺	16,116,913.24 ₺
18	77,000.00 ₺	1,386,000.00 ₺	154,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,735,305.48 ₺	173,405.86 ₺	3,121,305.48 ₺	1,121,459.58 ₺	20,186,272.44 ₺	948,053.72 ₺	17,064,966.96 ₺
19	77,000.00 ₺	1,463,000.00 ₺	77,000.00 ₺	96,405.86 ₺	1,831,711.34 ₺	173,405.86 ₺	3,294,711.34 ₺	1,121,459.58 ₺	21,307,732.02 ₺	948,053.72 ₺	18,013,020.68 ₺
20	77,000.00 ₺	1,540,000.00 ₺	0.00 ₺	96,405.86 ₺	1,928,117.20 ₺	173,405.86 ₺	3,468,117.20 ₺	1,121,459.58 ₺	22,429,191.60 ₺	948,053.72 ₺	18,961,074.40 ₺



Şekil 5.9. 500 kW Tesisin $Q_{\min\text{-tesis}}$ Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi



Şekil 5.10. 500 kW Tesisin Q_{\max} Debi ile Yatırım Maliyeti-Yıl İlişkisi

5.6. Pelton Türbin Setlerinin Tablo Olarak İncelenmesi

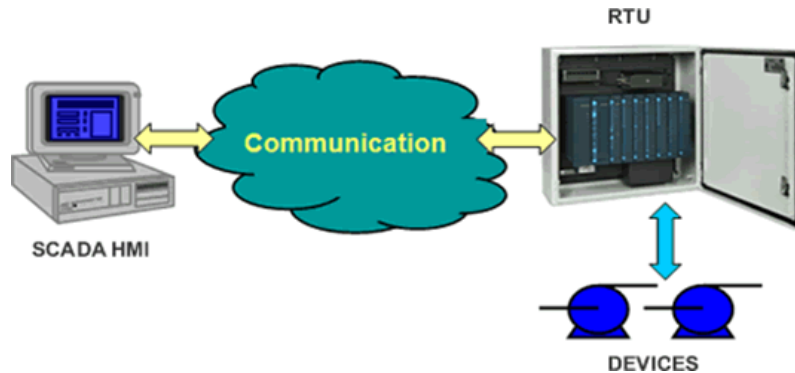
Çizelge 5.32. Türbin Setlerinin İncelenmesi

Türbin Seti (Kilowatt)	Yatırım Maliyeti (TL)	H _{net}	Q _{min-tesis} (m ³ /sn)	Q _{max-tesis} (m ³ /sn)	Q _{min-tesis} GW (Yıllık)	Q _{max-tesis} GW (Yıllık)	Q _{min-tesis} Normal Amortisman Süresi (Yıl)	Q _{max-tesis} Amortisman Süresi (Yıl)
102	667.000	40	0,174	0,310	0,520	0,927	20	6,55
132	667.000	80	0,087	0,200	0,520	1,196	20	3,94
250	902.000	100	0,076	0,300	0,566	2,243	20	2,15
500 (250*2)	1.740.000	100	0,098	0,600	0,733	4,486	20	1,85
500	1.540.000	100	0,093	0,600	0,694	4,486	20	1,62

5.7. Pelton Türbin Setlerinin Çalışması ve Otomasyonu

Türbinin iç çarkındaki kepçelerinin hareket etmesi su jetleriyle sağlanmaktadır. Su jetleri gelen suyun basıncıyla türbin kepçelerine suyu püskürtür ve harekete başlayarak türbin milini hareket ettirerek jeneratörün elektrik enerjisi üretmesini sağlar. Su jetleri türbinin iç kısmında dairesel olarak konumlandırılmış üç, dört veya altı adet olarak türbinlerde bulunmaktadır. Su jetlerinde (nozzles) bu sistemde algılayıcı sensörler yardımıyla gelen debiyi algılamakta, yetersiz debide türbinin hareketini durdurmaktadır. İsale hattından gelen yetersiz debideki suyun SCADA sistemi yardımıyla, türbinin enerji üretimi kısmına gelen vanayı kapatarak isale hattına su tekrar verilir [19].

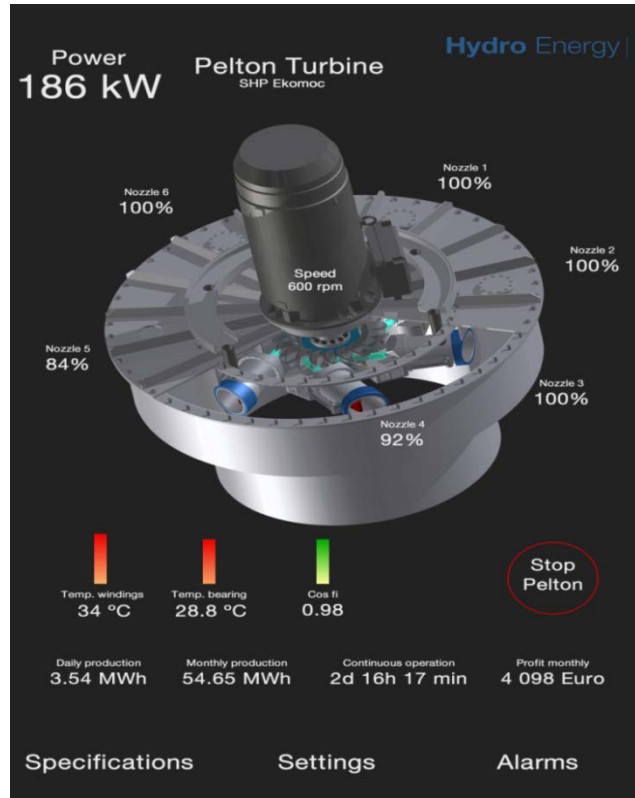
Bu otomasyon sisteminin çalışmasında enerji üretimi olmadığında yedek bir kesintisiz güç kaynağı (UPS) mevcut olmalıdır. Eğer bu algılayıcı sensörler olmazsa düşük debide gelen suyu türbin çalışmasıyla vakum etkisi yaparak boru hattına zarar verebilmektedir. Otomasyon sistemiyle işletmeciye, tesisin ürettiği enerjiyi, yetersiz debi ve değişimleri, mesaj yoluyla cep telefonuna, tabletine ya da bilgisayarına gönderebilmektedir. Hydro Energy Michal firması üreticiye otomasyon sistemiyle tesisin kontrol edilmesini, üretimin yapılması ve tesisin açılıp tekrar kapanmasını, cep telefonuna bakıldığında görebilecek önemli olaylardan bizzat kendisi de haberdar olacaktır. Uzaktan bağlantı sistemiyle, tesisin günlük, aylık, yıllık verimlilik ölçümleri, acil durumlarda türbinlerinin açılıp kapanması, tesis ekipmanlarının sıcaklığı, su debisinin ölçülmesi, vanalarının kontrolü ve de su jetlerinin açılıp kapanmasının idaresi uzaktan kontrol sistemiyle yapılacaktır [19].



Şekil 5.11. Uzaktan Kontrol Sistemi (SCADA) [19]



Şekil 5.12. Uzaktan Kontrol Sistemiyle Üretim ve Diğer Veriler [19]



Şekil 5.13. Uzaktan Kontrol Sistemiyle Pelton Türbininin Çalışma Verileri [19]

6.SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Günümüzde ülkemizin enerji üretiminin büyük bir çoğunluğu yenilenebilir enerji kaynağı olmayan fosil yakıtlı enerji üretim tesislerinden yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklı tesisler yüksek üretim kapasitesinde olmadığından bu santraller kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklı tesislerin artırılması için gerekli olan bölgesel elektrik enerji üretimine de ağırlık verilmesi fosil yakıtlı tesislere olan ihtiyacı azaltmaktadır.

Ülkemizde doğalgazdan enerji elde edilmesi maliyetleri milyar dolarları bulmaktadır. Örnek verecek olursak 2012 yılında yaklaşık 4,6 milyar \$ (dolar) enerji üretimine ülkemiz para ödemiştir [8]. Bu enerji üretimine verilen parayla yenilenebilir enerji kaynaklarından yerel enerji üretim tesisleri kurularak, elektrik enerjisi üretimiyle yurtdışına bağımlılık oranı azaltılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde bu büyük bir kazanımdır. Gelişmiş ülkeler artık çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimine ağırlık vermişlerdir. Fosil yakıt kaynaklarının kullanımlarının gün geçtikçe artması ile bu kaynaklar azalmaktadır. Bu kaynakların azalması sonucunda ilerleyen zamanlarda enerji üretimi için alternatif enerji kaynakları arama durumunu ortaya çıkarmıştır. Fosil yakıtlı enerji üretim tesisleri çevreyi kirletmektedir. Bu konuda küreselleşen dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması enerji üretiminde önemli bir faktör olmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrolik güçle enerji üretimi en yaygın ve kullanılan kaynaktır. Cazibeli isale hatlarında kot farkından dolayı basınç değişimleri oluşmakta ve bu kazanılan enerjide basınç farkı nedeniyle kaybedilmektedir. Cazibeli isale hatlarında suyun kaynağıyla şebekeye iletim hattında düşü farkından oluşan basınçlardan dolayı isale hatlarına belirli bir aralıkta maslak ya da basınç kırıcı sistemler kullanılmaktadır. Cazibeli isale hatlarında kaynaktan şebekeye su iletilirken, su belirli bir kinetik enerji kazanmaktadır. Cazibeli isale hatlarında maslaktan önce bu enerji kaybolmadan önce su türbinleri yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürmek mümkün olabilmektedir. Bu sayede uzun yıllar çalışabilecek ekonomik, çevre dostu elektrik enerjisi üretimi yapılabilir.

Fosil yakıtlı santrallerde elektrik enerji üretimi yapabilmek için yakıta ihtiyaç vardır. Bu da enerji elde edilmesinde üretim maliyetleri ortaya çıkarmaktadır. Cazibeli isale hatlarına kurulacak olan bu HES'lerde böyle bir üretim maliyeti söz konusu değildir. Kurulacak olan bu tesisler belirli bir süreden sonra kendi yatırım maliyetlerini amorti edebilecektir. İsale hatlarındaki şebekede debi oranı yükseldikçe üretilen elektrik enerjisi gücü artacağından tesisin kendini amorti etme süresi kısalmaktadır. Amorti etme süresi kısalmadığından elektrik enerjisinin üretimi bölgeye yada üreticiye daha çok kazanç sağlayabilecektir.

İsale hattına kurulan bu tesislerde enerji elde edilmesini sağlamak amacıyla türbin seti, grupları kullanılması gereklidir. Tesisteki su türbini seçimi düşü farklarına ve isale hattından gelen suyun debilere bağlı olarak seçilir. Türbinler yardımıyla elektrik enerjisi üretimi sağlanmakta, yetersiz debide ise SCADA otomasyon sistemiyle gerekli durumlarda enerji üretimi durdurulup şebekenin su ihtiyaçlarının karşılanması sağlanmaktadır.

Çizelge 5.32. görüldüğü ve incelenen türbin setlerinin debilere göre ve normal amortisman yöntemi ile maliyetleri incelenmiştir. Bu tesisin yıllık giderleri, ilk yatırım ve çalışan maliyetleri hesaplanmıştır. Gelir idaresinin belirlemiş olduğu mekanik, elektrik ekipman ömürleri ortalama 20 yıl üzerinden hesaplanmıştır.

102 kW enerji üreten türbin seti, 40 metre düşüde çalışmaktadır. Bu 102 kW tesisin ilk yatırım maliyeti 667.000 TL'dir. Tesis ekipmanları ortalama kullanım ömürleri 20 yıl üzerinden minimum 0,174 m³/sn debi ile amorti edebilmektedir. 0,174 m³/sn debi ile yılda 0,520 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir. Eğer 102 kW bu türbin seti 0,310 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle tam kapasite çalışırsa 6,55 yılda maliyetlerini kurtarabilmektedir. Türbin seti 0,310 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle yılda 0,927 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir.

132 kW enerji üreten türbin seti, 80 metre düşüde çalışmaktadır. Bu 132 kW tesisin ilk yatırım maliyeti 667.000 TL'dir. Tesis ekipmanları ortalama kullanım ömürleri 20 yıl üzerinden minimum 0,087 m³/sn debi ile amorti edebilmektedir. 0,087 m³/sn

debi ile yılda 0,520 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir. Eğer 132 kW bu türbin seti 0,200 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle tam kapasite çalışırsa 3,94 yılda maliyetlerini kurtarabilmektedir. Türbin seti 0,200 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle yılda 1,196 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir.

250 kW enerji üreten türbin seti, 100 metre düşüde çalışmaktadır. Bu 250 kW tesisin ilk yatırım maliyeti 902.000 TL'dir. Tesis ekipmanları ortalama kullanım ömürleri 20 yıl üzerinden minimum 0,076 m³/sn debi ile amorti edebilmektedir. 0,076 m³/sn debi ile yılda 0,566 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir. Eğer 250 kW bu türbin seti 0,300 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle tam kapasite çalışırsa 2,15 yılda maliyetlerini kurtarabilmektedir. Türbin seti 0,300 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle yılda 2,243 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir.

500 kW enerji için iki adet 250 kW enerji üreten türbin setleri, 100 metre düşüde çalışmasının maliyetleri hesaplanmıştır. Bu tesiste kullanılan iki türbin seti farklı otomasyon kontrol sistemiyle kurulması ilk yatırım maliyet miktarı artırmaktadır. Türbinlerden birinin arızası durumunda diğer türbinle enerji üretimi aksamadan enerji üretimi yapılmasını sağlayabilmektedir. Bu 500 kW tesisin ilk yatırım maliyeti 1.740.000 TL'dir. Tesis ekipmanları ortalama kullanım ömürleri 20 yıl üzerinden minimum 0,098 m³/sn debi ile amorti edebilmektedir. 0,098 m³/sn debi ile yılda 0,733 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir. Eğer bu iki 250 kW bu türbin setleri 0,600 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle tam kapasite çalışırsa 1,85 yılda maliyetlerini kurtarabilmektedir. Türbin seti 0,600 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle yılda 4,486 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir.

500 kW enerji üreten tek türbin seti, 100 metre düşüde çalışmaktadır. Bu 500 kW tesisin ilk yatırım maliyeti 1.540.000 TL'dir. Tesis ekipmanları ortalama kullanım ömürleri 20 yıl üzerinden minimum 0,093 m³/sn debi ile amorti edebilmektedir. 0,093 m³/sn debi ile yılda 0,694 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir. Eğer 500 kW bu türbin seti 0,600 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle tam kapasite çalışırsa 1,62 yılda maliyetlerini kurtarabilmektedir. Türbin seti 0,600 m³/sn maksimum türbin çalışma debisiyle yılda 4,486 GW elektrik enerjisi üretebilmektedir.

Bu tesislerin kurulması sırasında bulunduğu bölgede gereken debilerde yapılabilecek fizibilite çalışması sonucunda, üretim güçlerin de tesis kurulması bölgesel enerji üretimi ihtiyacını karşılayacaktır. İsale hatlarının maslaktan önceki kısımlarına daha fazla hidroelektrik santrali kurularak, birkaç bölgenin elektrik enerjisi ihtiyacı sağlanabilir.

Bu isale hatlarında kurulan tesislerin avantajlarını sıralarsak;

- 1) İsale hattında basınç farklarını düzenleyici tesis elemanları (maslak, basınç kırıcı vanalar vs.) kullanılmakta olup, basınç farkının düzenlenmesiyle kinetik enerjinin kaybolmadan önce ortaya çıkan bu enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinin fazla bir maliyet olmadan üretiminin sağlanabilmesi.
- 2) Ülkemizin enerji üretimine katkı sağlaması.
- 3) Küçük HES tesislerinin kurulması için, diğer enerji üretimi tesisleri gibi fazla bir yatırım maliyeti yoktur.
- 4) EÜAŞ bölgedeki yakın elektrik dağıtım şebekesinin üretim kapasitesine göre trafo mesafesine göre trafo da tahsis etmektedir [30,32].
- 5) Devletimiz yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmekte ve bu kaynaklardan enerji üretim tesisi kurulmasını da desteklemektedir.
- 6) Geçmiş yıllardaki türbin ekipmanlarının çoğu ülkemize yurtdışından getirilmiştir. Günümüzde ise türbin ekipmanlarının sınırlı sayıda üreticileri olsa da ülkemizde türbin ve ekipmanları üretilmektedir.
- 7) SCADA otomasyon sistemiyle kontrol edilmektedir [19].
- 8) Bu tesislerde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi yapıldığı için çevre dostu olup, doğayı kirletmemektedir.
- 9) Bu tesislerde türbinler uzun yıllar kullanılabilir. Örnek; Meram Dere Tesisinin türbinleri 1927 Macar GANZ Firmasının üretimi olup, halen günümüzde enerji üretmektedir [29].
- 10) Bu tesislerin kurulması, ülkemizde elektrik enerjisi üretimi maliyetinin azaltılmasını ve tüketicilerin uygun fiyattan elektrik enerjisi kullanmasını sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Sungur, H., Nisan 2017 Su İletim Hatlarının Dere, Akarsu Vb. Üstünden Geçişleri İçin Alternatiflerin Araştırılması, *Uzmanlık Tezi, İller Bankası Anonim Şirketi*, 7-8, [Online] Erişim İçin: <http://www.ilbank.gov.tr/dosyalar/uzmanliktezleri/14713.pdf> Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.
- [2] Enerji ve Tabii Kaynak Bakanlığı "2015, 2016 Yılları Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretim Verileri" [Online] Erişim İçin: <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [3] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:12, Ankara, Türkiye, 1994 [Online] Erişim İçin: <http://sbu.saglik.gov.tr/ekutuphane/kitaplar/css12.pdf> Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.
- [4] Kumbur, H., Özer, Z., Özsoy, H.D., Türkiye’de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması, III.Yenilebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu , 1-3, Mersin, Türkiye, 19-21 Ekim 2005 [Online] Erişim İçin: www.emo.org.tr/ekler/3f445b0ff5a783e_ek.pdf Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.
- [5] Seçgin, B., Erdoğan, D.C., Demirbilek, R.,2008, Yenilebilir Enerjiler, *Alan Eğitiminde Araştırma Projesi, Y.T.Ü., İstanbul*, [Online] Erişim İçin: www.yildiz.edu.tr/~oscg/AlanegitimindeBitirmeProjeleri/YenilenebilirEnerjiler.pdf Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.
- [6] Topcu, C., Türtükyünel, D., Yenilebilir Enerji Araştırma Raporu, Çukurova Kalkınma Ajansı, 4-5, 2012/03, [Online] Erişim İçin: www.cka.org.tr/dosyalar/enerji.pdf Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.
- [7] Enerji Energy Haber 28 Mart 2012. "En pahalı doğalgaz İran'dan satın alındı. " [Online] Erişim İçin: http://www.enerjienergy.com/haber.php?haber_id=713 Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [8] Enerji Haber 19 Aralık 2016. "Doğal gaza yeni zam kapıda! " [Online] Erişim İçin: <http://www.enerjihaber.com/dogalgaz/2017-dogalgaz-za/9386/> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[9] Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Sektör Raporu 2015 [Online] Erişim İçin: <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FE%C3%9CA%C5%9E%202015%20Sekt%C3%B6r%20Raporu.pdf> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[10] Enerji Beş Temiz Enerji Portalı "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir?" [Online] Erişim İçin: <http://www.enerjibes.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[11] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü ,2015 Yılı Faaliyet Raporları ve Hedef Politikaları [Online] Erişim İçin: <http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FFaaliyet%20Raporu%2F2015.pdf> Erişim Tarihi: 07 Eylül 2017.

[12] Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Yuvacık HES Projesi 06 Kasım 2014. "Büyükşehir HES ile enerji üretecek" [Online] Erişim İçin: <http://www.kocaeli.bel.tr/icerik/buyuksehir-hes-ile-enerji-uretecek/316/31490> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[13] Temsan A.Ş. Yuvacık HES "Temsan Bir İlk'e Daha İmza Attı. " [Online] Erişim İçin: http://www.temsan.gov.tr/yuvacik_gk.htm ve <http://www.temsan.gov.tr/> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[14] RİZESU YAP-İŞ Andon İçme Suyu Hattındaki HES Projesi "İçme Suyu Sisteminde Enerji Elde Edilmesi " [Online] Erişim İçin: <http://www.rizesuyapis.gov.tr/Haber/TURBIN-BAGLANTILARI-YAPILDI-30.html> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[15] Elektrik Üretim Anonim Şirketi, HES Mühendislik Oryantasyon Eğitim Notları Notları, Sivas, Türkiye, 2008-2009.

[16] İlbank Hidroelektrik Santralleri, [Online] Erişim İçin: <http://www.ilbank.gov.tr/index.php?Sayfa=htmlsayfa&hid=2162> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[17] Elektrik Port Teknik Kütüphane "Hidroelektrik Santrallerde Su Türbinlerinin Seçim Kriterleri" [Online] Erişim İçin: <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/hidroelektrik-santrallerde-su-turbinlerinin-secim-kriterleri/11568#ad-image-0> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

[18] Elektrotesisat Blog "Hidroelektrik Santrallerde Kullanılan Türbin Tiplerinin Debi ve Yükseklik Grafiği Kriterleri" [Online] Erişim İçin: <http://elektrotesisat.blogspot.com.tr/2015/02/hidroelektrik-santrallerde-kullanilan.html> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

- [19] Hydro Energy Michal Twardziszewski Polonya "Türbin verileri, 2015 ve 2016 Yılları Türbin Fiyat Teklifleri" [Online] Erişim İçin: <http://hydroenergy.pro> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [20] TeknoTasarım "Hidroelektrik Enerji ve Türbinler " [Online] Erişim İçin: https://www.konya.edu.tr/storage/files/department/elektrikelektronikmuhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik_Enerji_T%C3%BCrbinleri.pdf Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [21] Chongqing Hydropower Equipment Co. "Turgo Türbini" [Online] Erişim İçin: <http://www.cchpe.net/ProductInfo.aspx?get=32> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [22] Zeco Co. "Zeco commission the first Pelton turbine in Sri Lanka. " [Online] Erişim İçin: <http://voiceofrenewables.com/tag/sri-lanka/page/2/> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [23] İginisa Türbinleri 2017. "Kaplan Türbinleri " [Online] Erişim İçin: <http://www.iginsa.com/tr/productos/turbinas/6.html> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [24] İbrahim Çayıroğlu "Hidrolik Türbin Tasarımı " [Online] Erişim İçin: www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/BilgisayarDestekliTasarim/Proje4-Hidrolik_Turbin_Tasarimi.pdf+&cd=2&hl=tr&ct=clnk&gl=tr Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [25] Wien Tech. Museum Victor Kaplan Türbini [Online] Erişim İçin: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kaplan_Turbine.JPG Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [26] Wikipedia "Francis Türbini " [Online] Erişim İçin: https://tr.wikipedia.org/wiki/Francis_t%C3%BCrbin_i Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [27] Smart Mech. "Banki Türbini " [Online] Erişim İçin: <http://www.smart-mechanics.ro/portfolio> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [28] Selçuk Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Su Temini ve Atıksuların Uzaklaştırılması Ders Notları, 2014.
- [29] İlgün, K.,1988, Su Kuvvetleri Bitirme Projesi, Dere Hidrolik Santrali.
- [30] Elektrik Piyasası Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelikler V.3 Resmi Gazete 02 Ekim 2013 tarihli ve 28783 sayılı yönetmelik [Online] Erişim İçin: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/10/20131002-3.htm> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [31] Başbakanlık Yatırım ve Destek Tanıtım Başkanlığı Ajansı Resmi Sitesi [Online] Erişim İçin: <http://www.invest.gov.tr/tr-TR/sectors/Pages/Energy.aspx> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

- [32] Yenilebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi , Resmi Gazete 29 Aralık 2010 tarihli ve 6094 sayılı yönetmelik ve eki, [Online] Erişim İçin: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [33] YEKDEM, 18 Kasım 2013, 5625 sayılı ve 5346 sayılı ekleri, [Online] Erişim İçin: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/12/20131205-8.htm> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [34] Elektrik Enerjisi Lisans Alma Şartları, 22 Aralık 2016, 6786 Sayılı Kurul Kararı [Online] Erişim İçin: <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokumanlar/Elektrik/Lisanslar/LisansBedelleri> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [35] 2886 sayılı Devlet İhale Kurumu ve 300 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği Hükümleri, [Online] Erişim İçin: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/10/20051020-18.htm> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [36] Kiraz, S., İsale Hatlarında Enerji Elde Edilmesi Patenti, 2013/ 05438 [Online] Erişim İçin: <http://online.turkpatent.gov.tr/EPATENT/servlet/PreSearchRequestManager> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [37] "İnşaat Mühendisleri Odası Yaklaşık Yapı Maliyet Hesabı " [Online] Erişim İçin: http://www.imo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=3357&tipi=83&sube=0#.WZysgShJbIU Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [38] "Netten Brüte Çalışan Maaşların Hesaplanması Türbini " [Online] Erişim İçin: <http://net-brut.com/#/NettenBrute> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [39] Gelir İdaresi Başkanlığı ,2011 Yılı Erenköy HES Türbin İthalatında Katma Değer Vergisi İstisnası, [Online] Erişim İçin: <http://www.orgtr.org/tr/kdv-kanununun-13d-maddesi-kapsaminda-ithal-edilen-makine-ve-techizatin-insaa-ve-montajinin-denetlenmesi-hizmetinin-istisna-kapsaminda-degerlendirilip-degerlendirilmeyecegi> Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.
- [40] Gelir İdaresi Başkanlığı "Amortisman Oran Yılları " [Online] Erişim İçin: http://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/user_upload/Yararli_Bilgiler/amortisman_oranlari.pdf Erişim Tarihi: 22 Ağustos 2017.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ALKAN, Ali
Uyruđu : TC
Doğum Tarihi : 15.06.1992
Telefon : +90 535 372 33 47
e-mail : alialkan18@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Selçuk Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği	2014

İş Deneyimleri

Yıl	Kurum	Görevi
2015	Defne Peyzaj Mim.Müh.	İnşaat Mühendisi
2015-2017	Altsis Mühendislik	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce