

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SOĞUKPINAR İSALE HATTI ÜZERİNDE TESİS EDİLEN 4 ADET
SIRALI HİDROELEKTRİK SANTRALİN EKONOMİK ANALİZİ**

FERHAT DEDE

KOCAELİ 2019

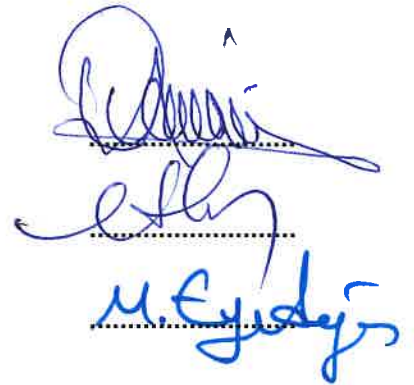
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SOĞUKPINAR İSALE HATTI ÜZERİNDE TESİS EDİLEN 4 ADET
SIRALI HİDROELEKTRİK SANTRALİN EKONOMİK ANALİZİ

FERHAT DEDE

Prof.Dr.Durmuş KAYA
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr.Ethem TOKLU
Jüri Üyesi, Düzce Üniversitesi
Dr.Öğr.Üyesi Muharrem EYİDOĞAN
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 26.12.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi bünyesinde su ve kanalizasyon hizmetlerini yürüten İSU Genel Müdürlüğü içmesuyu temini, atıksu bertarafı ve arıtma tesislerinin ihtiyaç duyduğu enerjinin maliyetlerini düşürmek amacı ile Hidroelektrik Santralleri kurarak yenilenebilir enerjiden fayda sağlamaktadır. İçme suyunun kullanıcılara ulaştırılması, arıtma tesislerinin faaliyet göstermesi, atık su ve yağmur suyunun bertarafı gibi faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için önemli ölçüde enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışmada; Kocaeli İli Başiskele İlçesinde bulunan, Soğukpınar su kaynağından alınarak İlçenin İçmesuyu ihtiyacını karşılamak üzere Şehir şebekesine verilen su üzerine kurulan 4 adet Hidroelektrik santrallerin fizibilite, uygulama, maliyet analizleri, türbin ve Jeneratör fabrika testleri ve yerine montajı gibi projelendirmeden başlayarak devreye alımına kadar ki süreç araştırılmıştır.

Bu çalışmamda beni destekleyen ve hiçbir desteğini esirgemeyen kıymetli hocam Prf. Dr. Durmuş KAYA beyefendiye ve bizzat içinde bulunduğum söz konusu projenin tez haline getirilmesinde müsaadelerini aldığım İSU Genel Müdürlüğü idaresine sonsuz teşekkür ederim.

Kasım 2019

Ferhat DEDE

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER.....	2
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Çalışma Yöntemleri.....	2
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI.....	3
2.1. Rüzgar Enerjisi.....	3
2.2. Güneş Enerjisi.....	3
2.3. Jeotermal Enerji.....	4
2.4. Biyokütle Enerjisi.....	4
2.5. Hidroelektrik Enerjisi.....	4
3. FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI.....	7
4. HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİ.....	9
4.1. Giriş.....	9
4.2. HES' lerde Güç Enerji Debi ve Düşü Kavramları.....	9
4.3. Yapılarına Göre Hidroelektrik Santraller.....	10
4.4. Biriktirme Durumuna Göre Santraller.....	12
4.5. Hidrolik Türbin Tipleri ve Kullanılma Sahaları.....	13
4.6. Aksiyon Türbinleri.....	13
4.6.1. Pelton türbini.....	14
4.6.2. Turgo türbini.....	15
4.7. Reaksiyon Türbinleri.....	15
4.7.1. Kaplan türbini.....	16
4.7.2. Francis türbini.....	17
5. HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE TÜRBİN TİPİNİN BELİRLENMESİ.....	18
5.1. Hidroelektrik Sistemlerin Tasarım Kriterleri.....	18
5.2. Hidrolojik Çalışma ve Yer Araştırması.....	19
5.3. Kapasite ve Talep Araştırması.....	19
5.4. Ön Fizibilite Çalışması.....	19
5.5. Tam Fizibilite Çalışması.....	19
6. İÇMESUYU İSALLE HATLARINDA SIRALI TESİS EDİLEN HES' LERE ÖRNEK SOĞUKPINAR HES 1-2-3-4.....	20
6.1. Genel Bilgilendirme ve Tesis Teknik Verileri.....	20
6.2. Proje Büyüklükleri.....	23
6.3. Proje Sahasının Tanıtılması.....	27
6.3.1. Proje yeri.....	27
6.3.2. Yer şekilleri ve arazi dağılışı.....	30
6.3.3. İklim ve su kaynakları.....	30
6.3.4. Proje yeri su temin çalışmaları.....	32
6.3.5. Jeolojik Durum.....	33
6.3.6. Depremsellik.....	33
6.3.7. Sonuçlar.....	34

6.4. Proje Kapsamındaki Tesisler.....	35
6.4.1. Genel.....	35
6.4.2. Kurulu güç optimizasyonu.....	35
6.4.3. Basınçlandırma havuzu.....	37
6.4.4. Santral binaları.....	37
6.4.5. Türbin tipi, ünite gücü ve adetleri.....	38
6.4.6. Jeneratör gücü ve kapasiteleri.....	39
6.4.7. Trafo tipi ve kapasiteleri.....	41
6.4.8. Şalt sahası ve enerji iletim hattı	42
6.4.9. İşletme çalışması özeti.....	47
6.5. Tesis Maliyeti.....	48
6.5.1. Maliyetin hesaplanmasındaki esaslar.....	48
6.5.2. Türk parasının değeri ve amerikan dolar kuru.....	49
6.5.3. Maliyetler.....	49
6.5.4. Yatırım programı ve yatırımın yıllara dağılımı.....	51
6.6. Projenin Ekonomik Analizi.....	52
6.6.1. Yatırım maliyeti ve yıllık giderler.....	52
6.6.2. Fayda ve yıllık gelirler.....	53
6.6.3. Gelir gider oranı.....	53
6.6.4. Birim enerji maliyeti.....	54
6.6.5. Gerçekleşen maliyetler ve gelir analizi.....	54
6.7. Türbin Ve Alternatör Fabrika Testleri.....	55
6.7.1. Türbin fabrika testleri.....	55
6.7.2. Alternatör fabrika testleri.....	56
6.7.3. Elektrik panoları fabrika testleri.....	57
6.8. Resmi Gereklilikler.....	58
6.8.1. Resmi kuruluşlardan alınan izinler.....	58
6.8.2. Temsan proje onayları.....	65
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR.....	69
EKLER	71
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	129
ÖZGEÇMİŞ.....	130

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	2018 yılı elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara dağılım oranı.....	5
Şekil 2.2.	2018 yılı elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara dağılımı.....	5
Şekil 2.3.	2006 ve 2016 yılları için birincil enerji kaynaklarına göre Türkiye kurulu gücü.....	5
Şekil 2.4.	Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün yıllara göre değişimi.....	6
Şekil 3.1.	Yerli ve ithal kaynakların Türkiye kurulu gücü içindeki payı.....	7
Şekil 4.1.	Tipik bir yerüstü santral uygulaması gösterimi.....	11
Şekil 4.2.	Tipik bir yerüstü santral uygulaması. (Beebe Lake-ABD).....	11
Şekil 4.3.	Tipik bir yer altı santrali uygulaması şematik gösterimi.....	12
Şekil 4.4.	Tipik bir kanal tipi santral uygulaması.....	12
Şekil 4.5.	Hidrolik türbin çark tipleri.....	13
Şekil 4.6.	Tipik bir reaksiyon türbinli enerji santralinin çalışma prensibi.....	14
Şekil 4.7.	Pelton çarkı ve nozul sistemi.....	14
Şekil 4.8.	Farklı tiplerdeki turgo kepçeleri.....	15
Şekil 4.9.	Tipik bir aksiyon türbinli enerji santralinin çalışma prensibi.....	16
Şekil 4.10.	Tipik bir kaplan türbin şematik gösterimi.....	16
Şekil 4.11.	Kaplan türbin çarkı sistemi.....	17
Şekil 4.12.	Tipik bir Francis türbini.....	17
Şekil 5.1.	Debi ve düşü değerlerine göre kullanılacak türbin çeşitleri grafiği.....	18
Şekil 6.1.	Soğukpınar HES 1-2-3-4 genel gösterimi.....	21
Şekil 6.2.	Soğukpınar HES 1-2-3-4 ün etkilediği içmesuyu alanı.....	22
Şekil 6.3.	Soğukpınar HES 1 coğrafi konumu ve büyüklükleri.....	23
Şekil 6.4.	Soğukpınar HES 2 coğrafi konumu ve büyüklükleri.....	24
Şekil 6.5.	Soğukpınar HES 3 coğrafi konumu ve büyüklükleri.....	25
Şekil 6.6.	Soğukpınar HES 4 coğrafi konumu ve büyüklükleri.....	26
Şekil 6.7.	Projenin Türkiye'deki yeri.....	29
Şekil 6.8.	Projenin Kocaeli'deki yeri.....	29
Şekil 6.9.	Kocaeli İli deprem haritası.....	34
Şekil 6.10.	HES-1 iletim hattı tek hattı.....	43
Şekil 6.11.	HES-1 iletim hattı bağlantı noktası.....	43
Şekil 6.12.	HES-2 iletim hattı tek hattı.....	44
Şekil 6.13.	HES-2 iletim hattı bağlantı noktası.....	45
Şekil 6.14.	HES-3 iletim hattı tek hattı.....	46
Şekil 6.15.	HES-3 iletim hattı bağlantı noktası.....	46
Şekil 6.16.	HES-4 iletim hattı tek hattı.....	47
Şekil 6.17.	Kullanılan türbinlere ait bir resim.....	55
Şekil 6.18.	Türbin fabrika testlerine ait resim.....	55
Şekil 6.19.	Kullanılan alternatöre ait bir resim.....	56
Şekil 6.20.	Alternatör fabrika testlerine ait resim.....	56
Şekil 6.21.	Kullanılan panolara ait bir resim.....	57
Şekil 6.22.	Panoların fabrika testlerine ait resim.....	57
Şekil 6.23.	Bağlantı anlaşması için gerekli evrak listesi	58
Şekil 6.24.	Su tahsis belgesi.....	59
Şekil 6.25.	Çağrı mektubu	63
Şekil 6.26.	HES-1 genel vaziyet planı.....	65
Şekil 6.27.	HES-1 tek hat planı.....	65
Şekil A.1.	Üç fazlı senkron makine için tip testi.....	71

Şekil A.2.	Gerilim, frekans grafiği.....	74
Şekil A.3.	Tam uyarımlı kısadevre karakteristiği eğrisi.....	75
Şekil A.4.	Alternatör güç faktörü eğrisi.....	76
Şekil A.5.	Alternatör akım- gerilim diyagramı.....	77
Şekil A.6.	Alternatör boşta çalışma karakteristiği eğrisi.....	78
Şekil A.7.	Alternatörün yüksüz durumdaki akım-gerilim grafiği.....	79
Şekil A.8.	Alternatörün kısadevre durumdaki akım grafiği.....	80
Şekil A.9.	Senkron alternatörün test değerleri.....	81
Şekil A.10.	Alternatörün kısadevre ve yükteki güç eğrileri.....	82
Şekil A.11.	Alternatör gürültü düzeyi test raporu.....	83
Şekil A.12.	Alternatöre ait boşta çalışma durumdaki kayıplara ait grafik.....	84
Şekil A.13.	Alternatöre ait Ia-Ie-I _f grafiği.....	85
Şekil A.14.	Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi... ..	86
Şekil A.15.	Alternatörün gerilim harmoniğinin analizi grafiği.....	98
Şekil A.16.	Toplam ve temel tit. dalga formu ve birinci harmonikgösterimi.....	99
Şekil A.17.	Harmonik bozulum grafiği.....	100
Şekil A.18.	Yüksüz gerilim eğrisi.....	104
Şekil A.19.	Alternatörün nominal hızda kendini uyarmasına ait grafik.....	105
Şekil A.20.	Alternatörün muayene kabul tutanağı.....	106
Şekil A.21.	Rotor protokolü.....	107
Şekil B.1.	Soğukpınar HES 1 türbin teknik verileri.....	110
Şekil B.2.	Soğukpınar HES 1 türbin verimi grafiği.....	114
Şekil B.3.	Soğukpınar HES 2 türbin teknik verileri.....	115
Şekil B.4.	Soğukpınar HES 2 türbin verimi grafiği.....	118
Şekil B.5.	Soğukpınar HES 4 türbin teknik verileri.....	119
Şekil B.6.	Soğukpınar HES 4 türbin verimi grafiği.....	123
Şekil C.1.	Alternatör testlerine ait bir resim.....	124
Şekil C.2.	Alternatör testlerine ait bir resim.....	124
Şekil C.3.	Alternatör testlerine ait bir resim.....	125
Şekil C.4.	Alternatör testlerine ait bir resim.....	125
Şekil C.5.	Pano imalatlarına ait bir resim.....	126
Şekil C.6.	Türbin testlerine ait bir resim.....	126
Şekil C.7.	Türbin testlerine ait bir resim.....	127
Şekil C.8.	Türbin testlerine ait bir resim.....	127
Şekil D.1.	Soğukpınar HES 1 saha imalatına ait bir resim.....	128
Şekil D.2.	Soğukpınar HES 1 saha imalatına ait bir resim.....	128
Şekil D.3.	Mekanik imalata ait bir resim.....	129
Şekil D.4.	Mekanik imalata ait bir resim.....	129
Şekil D.5.	Soğukpınar HES 4 saha imalatına ait bir resim.....	130
Şekil D.6.	Soğukpınar HES 4 saha imalatına ait bir resim.....	130
Şekil D.7.	Soğukpınar HES 2 ye ait bir resim.....	131
Şekil D.8.	Soğukpınar HES 3' e ait bir resim.....	131
Şekil D.9.	Soğukpınar HES 4' e ait bir resim.....	132
Şekil D.10.	Soğukpınar HES 2 ye ait tesis içini gösteren bir resim.....	132
Şekil D.11.	Soğukpınar HES 1'e ait tesis içini gösteren bir resim.....	133

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1.	Türkiye 2000-2020 yılları arasındaki enerji talebi.....	6
Tablo 6.1.	Tesis teknik verileri.....	22
Tablo 6.2.	HES-1 santral büyüklükleri.....	23
Tablo 6.3.	HES-2 santral büyüklükleri.....	24
Tablo 6.4.	HES-3 santral büyüklükleri.....	25
Tablo 6.5.	HES-4 santral büyüklükleri.....	26
Tablo 6.6.	Soğukpınar isale hattı HES projeleri keşif özeti.....	27
Tablo 7.7.	Bölgedeki ortalama yağış miktarları.....	31
Tablo 6.8.	Bölgedeki ortalama sıcaklık değerleri.....	32
Tablo 6.9.	HES lerin debileri.....	33
Tablo 6.10.	HES-1 Jeneratör bilgileri.....	39
Tablo 6.11.	HES-2 Jeneratör bilgileri.....	40
Tablo 6.12.	HES-3 Jeneratör bilgileri.....	40
Tablo 6.13.	HES-4 Jeneratör bilgileri.....	41
Tablo 6.14.	Ana güç trafoları bilgileri.....	41
Tablo 6.15.	İç ihtiyaç trafoları bilgileri.....	42
Tablo 6.16.	Dizel jeneratör bilgileri.....	42
Tablo 6.17.	İşletme çalışma özeti tablosu.....	48
Tablo 6.18.	Soğukpınar isale hattı HES projeleri iş programı.....	52
Tablo 6.19.	Soğukpınar HES 1-2-3-4 üretim miktarı ve gelirleri.....	53
Tablo 6.20.	Soğukpınar isale hattı HES projeleri için hesaplanan gelir/gider oranı.....	55
Tablo 6.21.	Birim enerji maliyetleri.....	54
Tablo 6.22.	Gelir tablosu.....	55

SOĞUKPINAR İSALE HATTI ÜZERİNDE TESİS EDİLEN 4 ADET SIRALI HİDROELEKTRİK SANTRALİN EKONOMİK ANALİZİ

ÖZET

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü içmesuyu kaynakları havzasında bulun Soğukpınar kaynağı üzerine 4 adet HES tesisini yapmayı planlamış ve hayata geçirmiştir. Bu projede HES 1, HES 2, ve HES 3 aynı isale hattında art arda, HES 4 ise diğer HES lerin bulunduğu isale hattından ayrılan kol üzerine tesis edilmiştir. 4 adet HES biriktirmesiz tip santral olup tesislerde kullanılan türbin tipleri ve kurulu güçler şu şekildedir HES 1 Francis 230 kW, HES 2 Pelton 841 kW, HES 3 Pelton 476 kW, HES 4 Pelton 639 kW.

Bu çalışma kapsamında tesislerin yapımı kararı için alınması gereken izinler, ön proje, sonrasında tesis devreye alma prosedürleri, inşaat yapım aşamaları, ekipmanlara ait fabrika testleri, kati projeler, kabul, devreye alma, maliyet ve yatırım geri dönüş analizleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: HES, İsale Hattı, Soğukpınar.

ECONOMIC ANALYSIS OF 4 ROW HYDROELECTRIC POWER PLANTS INSTALLED ON COLD WATERPINAR TRANSMISSION LINE

ABSTRACT

Kocaeli Metropolitan Municipality ISU General Directorate has planned and implemented 4 HPP facilities on Soğukpınar source in the drinking water resources basin. In this project, HPP 1, HPP 2, and HPP 3 were installed in the same transmission line. HPP 4 is installed on the branch separated from the transmission line where other HPPs are installed. 4 number of HPP is the type of power plant and turbine types and installed capacity are as follows: HPP 1 Francis 230 kW, HPP 2 Pelton 841 kW, HPP 3 Pelton 476 kW, HPP 4 Pelton 639 kW.

Within the scope of the thesis, the permits to be taken for the construction of the facilities, the preliminary project, the plant commissioning procedures, the construction stages, the factory tests of the equipments, the final projects, acceptance, commissioning, cost and investment return analysis were performed.

Keywords: HPP, Transmission Line, Soğukpınar.

GİRİŞ

Yerel yönetimlerin kendi sınırları içerisindeki kaynaklarını enerjiye dönüştürerek fayda sağlamaları ve bu doğrultuda gelir elde etmeleri yasal düzenlemeler ile kolaylaştırılmıştır. Belediyeler içmesuyu temini, içmesuyu ve atıksuların arıtılması gibi faaliyetler yürütürken önemli ölçüde enerji tüketirler. Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli bir şekilde faydaya dönüştürülmesi söz konusu enerji maliyetleri üzerinde olumlu etkiye sahiptir.

Bu kapsamda Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü içmesuyu kaynakları havzasında bulun Soğukpınar kaynağı üzerine 4 adet HES yapmayı planlamış tüm projelendirme, izin ve raporlama süreçlerinden sonra ihalesini yaparak tesis inşasına başlamıştır. 2019 yılı içerisinde enerji üretimine başlaması düşünülen tesisler Soğukpınar HES 1-2-3-4 adı ile adlandırılmıştır.

Bu projede HES 1, HES 2, ve HES 3 aynı isale hattında art arda, HES 4 ise diğer HES lerin bulunduğu isale hattından ayrılan kol üzerine tesis edilmiştir. HES ler her ne kadar aynı isale hattı üzerine tesis edilmiş olsa da her biri ayrı değerlendirilmiş ve hesaplamaları farklı veriler üzerinden yapılmıştır. 4 adet HES biriktirmesiz tip santral olup tesislerde kullanılan türbin tipleri ve kurulu güçler şu şekildedir HES 1 = Francis 230 kW, HES 2 = Pelton 841 kW, HES 3 = Pelton 476 kW, HES 4 = Pelton 639 kW.

Tesislerin yapım aşamasına geçilmeden önce alınması gereken izinler, ön proje onayı ve sonrasında tesis devreye alma prosedürleri karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu çalışmada HES yapım sürecindeki projelendirme, izin, test ve inşaat aşamaları adım adım anlatılmıştır. Türbin üreticisi WASSERKRAFT (Avusturya), alternatör üreticisi AEM (Almanya) ve pano üreticisi FEE (Almanya) tarafından üretilmiş olup ekipman testleri fabrikalarında tarafınca yapılmıştır.

HES 1-2-3-4 tesislerinin yatırım maliyetleri ve fiyat analizleri yapılmış olup projelendirilen değerlere göre üretim ve üretime dayalı gelir analizleri yapılarak yatırım geri dönüş hesaplamaları yapılmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun; “Bu Kanunun amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir.” (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, 5346, 10.05.2005)

6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu;

“Sermayesinin yarısından fazlası belediyeye ait olan tüzel kişilerce, belediyeler tarafından işletilen su isale hatları ile atık su isale hatları üzerinde teknik imkânın olması ve DSİ tarafından uygun bulunması hâlinde enerji üretim tesisi kurulabilir.” (Elektrik Piyasası Kanunu, 6446, 14.03.2013)

Yukarıda belirtilen kanunlar kapsamında Kocaeli İli sınırlarında kalan ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi su kullanım havzasında bulunan Soğukpınar su kaynağı isale hattı üzerinde bir dizi HES yapılması planlanmış ve DSİ’nden alınan izinler doğrultusunda projelendirme yapılmış ve uygulamaya geçilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, düşüsü ve debi değerleri incelenerek orta ölçekli HES sınıfında Soğukpınar HES 1-2-3-4 için Fizibilite raporu, ön ve kati proje, izinler, çağrı mektupları ve bağlantı anlaşmaları yapılarak bu tip bir çalışmanın başından sonuna kadar izlenecek metodoloji ve süreçler ortaya konulmuştur. Rapor, projelendirme ve inşaat süreçlerinin yanında donanım üreticileri ziyaret edilerek ekipman test yöntem ve verilerinin ortaya konulması hedeflenmiştir.

1.2. Çalışma Yöntemleri

Bu çalışma gerçek bir örnekleme üzerine yapılmış olup süreç başından sonuna kadar takip ve kontrol edilerek tüm iş programı gözetim altında yürütülmüştür. İnşaat, mekanik ve elektrik uygulamaları yanında resmi yazışma ve süreçleri takip edilmiştir.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji tanımı; suyun potansiyel enerjisi, rüzgar, jeotermal ısı, güneş ışığı ve gel-git gibi yenilenebilir doğal kaynakların basınç, ışık, ısı gibi enerjilerini kullanarak elde edilen fayda olarak yapılabilir. Bu kaynakların ayrıntılı açıklamaları aşağıda sunulmuştur.

2.1. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneş olup güneşin yeryüzüne aktardığı ısının yer küre üzerindeki topograf ve coğrafik değişiklikler nedeni ile oluşan ısı farklılıkları yeryüzündeki hava akımlarının oluşmasına neden olmaktadır. Farklı ısılardaki hava kütlelerinin yer değiştirmesi neticesinde oluşan hava akımları rüzgarı oluştururlar. Hava kütlelerinin birbiri ile yer değiştirmesine neden olan ise ısınan havanın yükselmesi prensibine dayanmaktadır. Bu prensibe göre oluşan hava akımları rüzgarları oluştururken, rüzgar basınçlarını farklı olmasını nedeni ise yüzey sürtünmeleri, farklı bölgelerin daha az ve ya daha fazla ısınması, yeryüzü şekillerinin farklılık göstermesi gibi değişkenlerle açıklanabilir.

Rüzgar, yön ve hız olmak üzere iki değişken ile ifade edilir. Rüzgarın hızı yeryüzü şekillerince yüksek kesimlerde hızını artırır. Rüzgar gücü ise hız ile doğrudan orantılıdır ve hızın küpü ile ifade edilir.

Rüzgar enerjisinin devamlı ve sürekli olması, yenilenebilir ve temiz olması, hammaddesinin yerli olması şeklinde sıralanırken, rüzgar türbinlerinin artık daha düşük maliyetler ile üretilebilmesi, bakım maliyetlerinin düşük olması gibi avantajları da sıralanabilir.

2.2. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, en basit ifadeyle güneşin yaydığı ısı ve ışık olarak tanımlanabilir. Güneşten dünyamıza aktarılan enerji tüm insanlığın ihtiyacı olan enerjiyi karşılayacak derecede fazladır. Bu sebeple güneş enerjisinden faydalanmak için ışığı ve ısıyı elektrik enerjisine dönüştürmek günümüzde önem kazanmış ve bu konuda önemli çalışmalar yapılmıştır. 2000 li yılların başında üretim maliyeti yüksek olan sistemler artık daha düşük maliyetlerle insanlığın hizmetine sunulmaktadır. Güneş enerjisi

çevreye etkisi bakımından son derece temiz bir kaynak olarak kabul görmüştür. Güneşten ısı ve ışık enerjisi olarak iki farklı şekilde faydalanırız. Isıyı Isıl Güneş Teknolojileri yardımı ile ışığı ise Fotovoltaik Güneş Teknolojileri yardımı kullanılabilir enerjiye dönüştürürüz. Güneş enerjisini dönüştüren teknolojilerde güneş enerjisinden ilk etapta direk olarak ısı elde edilir. Bu ısı direk kullanılabilceği gibi ilave ısı arttırıcıları ile elektrik üretimi de sağlanabilir. Fotovoltaik Güneş Teknolojilerinde ise Fotovoltaik hücreler olarak adlandırılan yarı-iletkenler sayesinde güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çevirirler.

2.3. Jeotermal Enerji

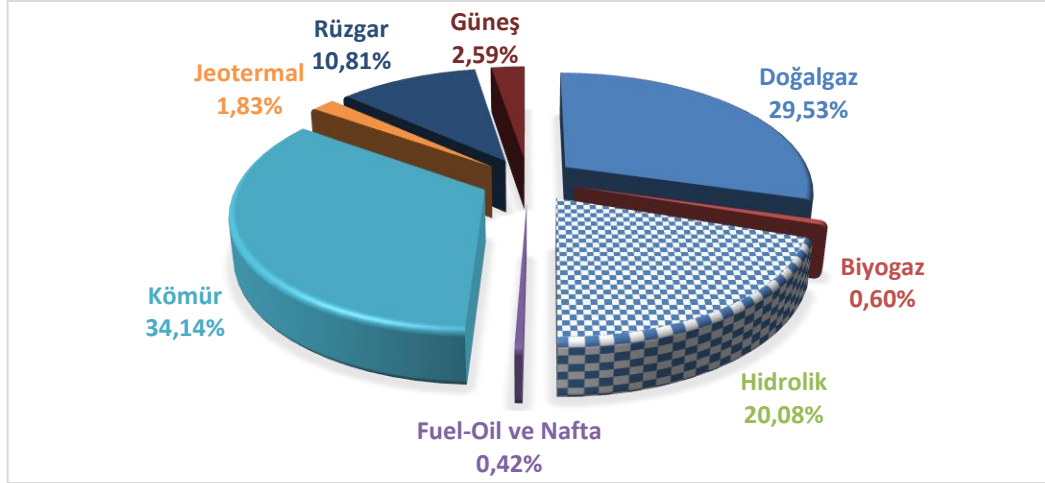
Jeotermal enerji, yeryüzü sularının muhtelif yer kabuğu çatlaklarından magmaya yaklaşan suların ısınarak tekrar yeryüzüne çıkması neticesinde, ısı 150 santigrat derecelere ulaşan sulardan faydalanarak üretilen enerjidir. Söz konusu sıcaklıklardaki su atmosfer basıncı ile karşılaştığında yoğun su buharına dönüşür ve bu su buharından türbinler vasıtası ile enerji üretilir.

2.4. Biyokütle Enerjisi

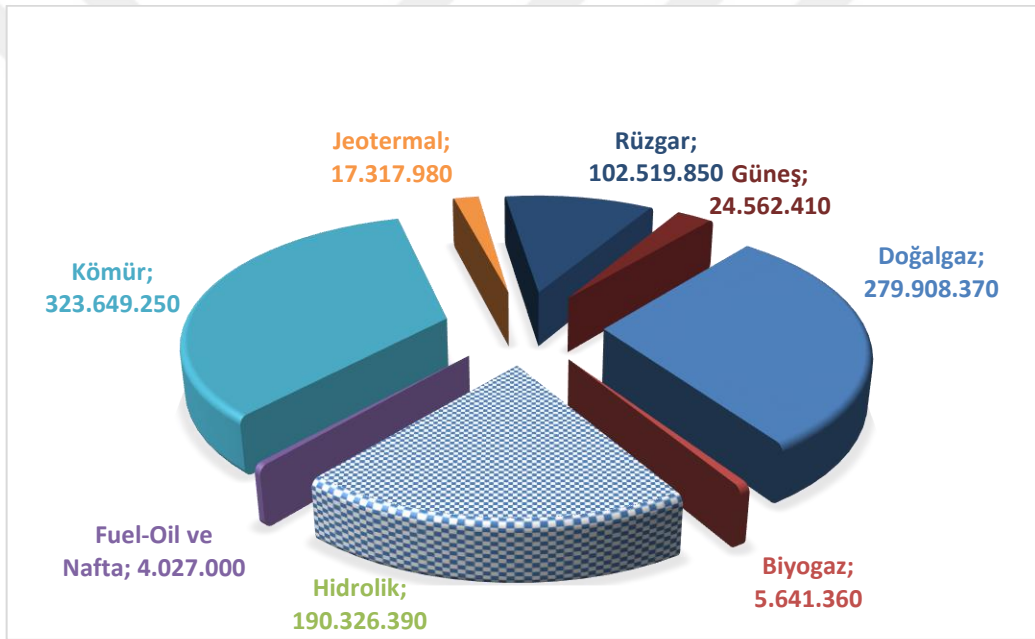
Biyokütle önemli bir enerji kaynağı olarak hayatımıza girmiştir. Biyokütle için buğday, mısır gibi özel olarak yetiştirilen mamuller, yosunlar, otlar, hayvan dışkıları ve sanayi atıkları ve evsel atıklar enerjinin kaynağını oluşturmaktadır. Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait canlı organizmaların belirli bir sürede sahip olduğu toplam kütle olarak da ifade edilebilir.

2.5. Hidroelektrik Enerjisi

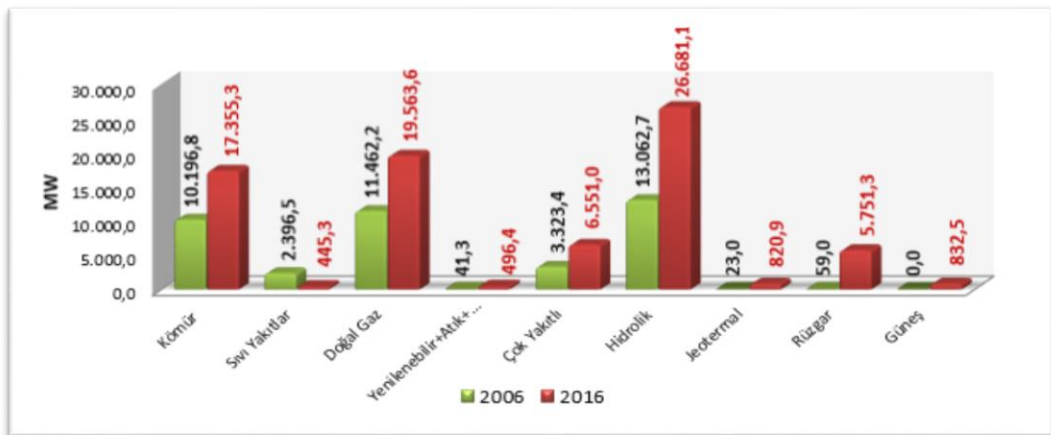
Hidroelektrik santraller (HES) suyun potansiyel enerjisini elektriğe dönüştürürler. Hareketli suyun üzerinde bulunan enerji miktarını suyun debisi ve düşü belirler. Yüksek kotlarda bulunan su, boru içerisine alınarak alçak kotlara inerken hız kazanır ve bir basınç oluşturur. Oluşan basınçtan elde edilen enerji türbin kanatlarına çarptırılarak türbine dairesel hareket kazandırılmış olur. Dairesel hareket bir mil yardımı ile elektrik üreticisine (alternatör) aktarılır ve burada elektrik üretilir. Hidroelektrik santrallerin bir çok avantajı bulunmakla beraber en önemli avantajları sera gazı emisyonu yaratmamaları, inşaatın yerli imkanlar ile yapılabilmesi, teknik ömrünün uzun olması, yakıt harcamalarının olmaması ve işletme bakım giderlerinin oldukça düşük olması şeklinde sıralanabilir.



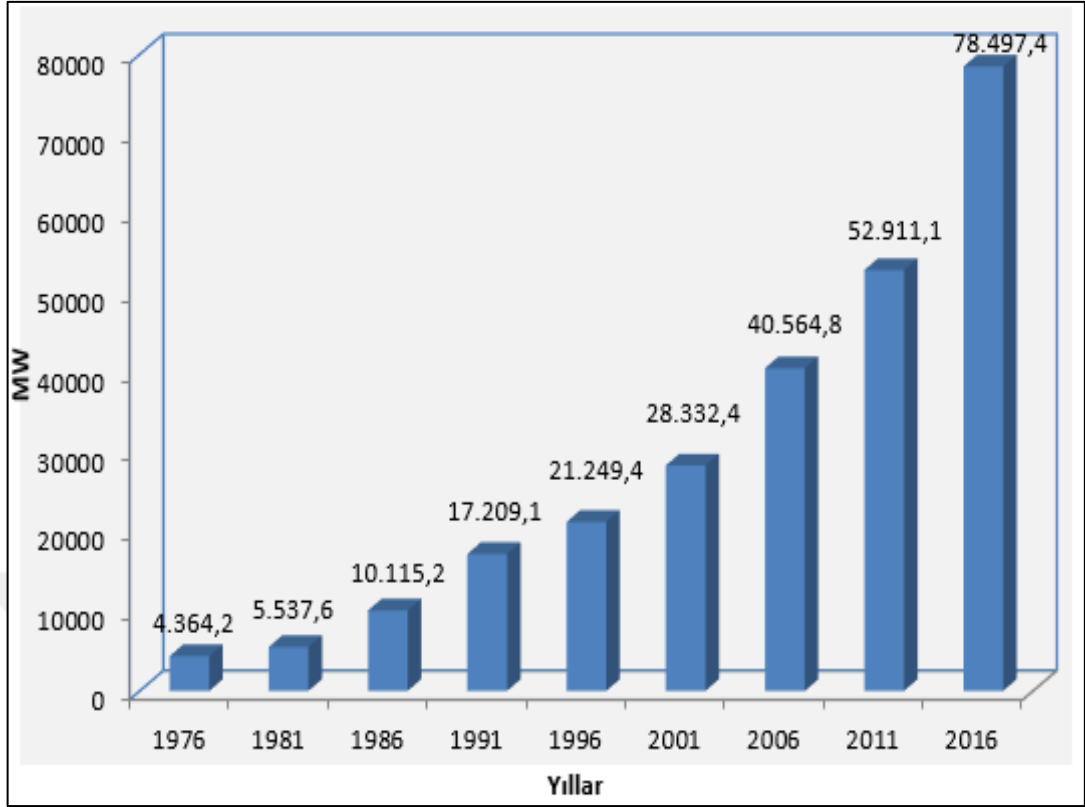
Şekil 2.1. 2018 yılı elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara dağılım oranı.



Şekil 2.2. 2018 Yılı elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara dağılımı.



Şekil 2.3. 2006-2016 Yılları enerji kaynaklarına göre Türkiye kurulu gücü.



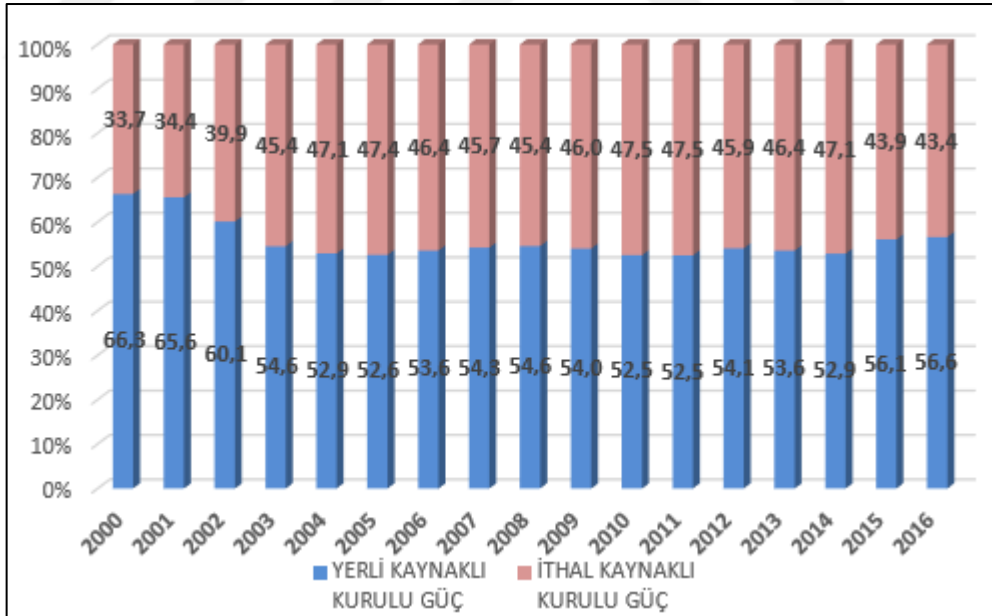
Şekil 2.4. Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün yıllara göre değişimi.

Tablo 2.1. Türkiye'nin 2000-2020 yılları arası enerji talebi.

YIL	PUANT TALEP		ENERJİ TALEBİ	
	MW	Artış (%)	GWh	Artış (%)
2005	25000		159650	
2006	28270	13,1	176400	10,5
2007	30560	8,1	190700	8,1
2008	33075	8,2	206400	8,2
2009	35815	8,3	223500	8,3
2010	38785	8,3	242020	8,3
2011	41965	8,2	262000	8,3
2012	45410	8,2	283500	8,2
2013	49030	8,0	306100	8,0
2014	52905	7,9	330300	7,9
2015	57050	7,8	356200	7,8
2016	60845	6,6	383000	7,5
2017	65245	7,2	410700	7,2
2018	69835	7,0	439600	7,0
2019	74585	6,8	469500	6,8
2020	79350	6,4	499490	6,4

3. FOSİL ENERJİ KAYNAKLARI

Fosil yakıtlar kömür, linyit, petrol, doğalgaz, asfaltit şeklinde sıralanabilir. Dünyanın enerji ihtiyacının %90 kadarı fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Uzmanlara göre 2040 yılında dünyanın enerji ihtiyacının %74 ünü fosil yakıtlardan karşılamaya devam edeceği öngörülmektedir. Bunun yanında hidroelektrik ve nükleer santraller ise uzun yıllardır enerji dönüşümünde önemli bir yer tutmuşlardır. Fosil yakıtların yüksek oranda enerjiye dönüştürülmesi kaynakların hızla tükenmesine neden olmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların çevreye verdiği zarar kaçınılmaz bir gerçektir. Bu sebeple insanlığın daha çevreci ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme isteği doğmuştur. Fosil enerji kaynakları karbon bazlı olup bunların dışında kalan enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını sıralayacak olursak rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, jeotermal, deniz dalgası ve gel-git olayı, yerküre ısı, akarsu ve nehirler, biyoenerji şeklinde sıralayabiliriz.



Şekil 3.1. Yerli ve ithal kaynakların Türkiye kurulu gücün içindeki payı.

Şekil 2.5.4.'e bakıldığında ülkemizin enerji ihtiyacının hızla arttığı görülmektedir. Yükselen enerji ihtiyacına karşılık verebilmek için yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda ya fosil kaynaklardan faydalanılacak ve fosil kaynakların tüketimi arttırılacak ya da yenilenebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç

duyulacaktır. Yukarıda da bahsi geçtiği üzere fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye doğru gittiği ve maliyetinin yüksek olması ülkemiz için yenilenebilir enerji kaynaklarını önemini açıkça ifade etmektedir.

2018 yılı itibarıyla ülkemizde enerji üretimi kaynak dağılımında %20,08 yer tutan hidroelektrik santrallerin önemi oldukça fazladır. 2018 yılı verilerine göre %20,08 dilime karşılık gelen kurulu güç 27.912 MW ve 636 adet Hidroelektrik santralle 190.GWh enerji üretilmektedir. 2018 Haziran ayı sonu itibarıyla, işletmede bulunan 636 adet HES toplam 27.912 MW'lık kurulu güce sahip ve Türkiye toplam kurulu gücünün %32'sine karşılık gelen bir tablo karşımıza çıkmaktadır.



4. HİDROELEKTRİK ENERJİ

4.1. Giriş

“Dünya üzerinde var olan hemen hemen bütün enerji kaynakları, güneş ışınımının maddeler üzerindeki fiziksel veya kimyasal tesirinden meydana gelmektedir.” (Miraç B., Hidroelektrik Enerji Ve Hidroelektrik Santrallerde Türbin Tipi Seçiminin Verime Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli 2013, 351927)

Yeryüzündeki tüm suların buharlaşmasının nedeni ısıdır ısının kaynağı ise güneştir. Isınan sular buharlaşır, hava akımları ile dağ yüzeylerinde yoğunlaşarak yağmur halinde tekrar yeryüzüne inerler. Böylelikle yükselti kazanmış su, potansiyel bir enerji kazanmış olur. Suyun kazandığı bu enerjinin türbinler yardımı ile elektrik enerjisine dönüştürülmesi için gerekli olan sisteme de hidroelektrik sistemleri denir ve kısaca HES olarak adlandırılır. Hidroelektrik santraller için gerekli ekipmanın hemen hemen hepsi yurt içi kaynaklar ile temin edilebilmektedir. Dayanıklı ürünler olması nedeni ile santral ekipman uzun ömürlüdür. İşletme giderleri oldukça azdır. Üretim için kullanılacak kaynak su olduğundan üretim maliyeti düşüktür. Yük dengesi yapabilme kabiliyeti yüksek ve kolaydır. Elektrik üretimi yaparken çevreyi kirletmezler. Tesis öncesinde yapılabilecek bir baraj yardımı ile enerji depolamak mümkündür.

4.2. HES’ lerde Güç Enerji Debi ve Düşü Kavramları

HES’ lerde elektrik enerjisinin üretilmesi için alternatörün dairesel harekete ihtiyacı vardır. Alternatöre dairesel hareketi verecek olan ise türbinin kendisidir. Türbin hareketini türbin kanatlarına çarpan su sayesinde kazanır. Dolayısı ile prensip olarak su üzerinde bir enerji olması gerekmektedir. İşte bu durumda su üzerindeki enerjinin hesaplanarak tespit edilmesi gerekmektedir. Su üzerindeki enerjinin hesaplanabilmesi için bazı değişkenlerin bilinmesi gerekmektedir. Suyun debisi ve düşü çarpan halinde formülde bulunur ve HES in konumlandırılacağı noktadan itibaren kapalı sistemdeki suyun kapalı sisteme girdiği nokta ile HES arasındaki yükselti yapının hidroligini verir ve söz konusu bu kot farkı düşü olarak ifade edilir. Debi ise bir noktadan birim zamanda geçen su miktarı olarak ifade edilir.

Bürüt düşü aksiyon ve reaksiyon türbin tiplerinde farklı tanımlanır. Reaksiyon tipi türbinlerde suyun membasındaki su yüzeyi kotu ile tesis kuyruk suyu kotu arasındaki farka denir. Aksiyon tipi türbinlerde ise suyun kaynağındaki kotu türbin eksen kotu arasındaki farka denir. Net (faydalı) düşü, brüt düşü kotundan suyun iletilmesi esnasındaki meydana gelen kayıplarını çıkatarak bulunur.

Enerjinin istenilen düzeyde üretilmesi için kullanılacak belirli bir zaman diliminde yani birim zamanda bir noktadan geçen su miktarına faydalı debi denir. Tesiste bir saniyede üretilen enerjiye güç, üretilebilecek maksimum aktif güçlerin toplamına kurulu güç, üretilebilecek en büyük güçlerin toplamına maksimum güç, belirli bir zaman aralığında bir hidroelektrik santralde üretilmesi mümkün olan enerjiye üretilen enerji, hesaplamalarda belirlenen ve sürekli olarak üretilen enerjiye firm enerji denir.

4.3. Yapılarına Göre Hidroelektrik Santraller

Hidroelektrik santralin konumlandırılacağı bölge ve yere göre tipleri değişiklik arz edebilir. Topografya, statik hesaplar, jeolojik durum, doğal afetler gibi sebeplere dayalı olarak yapı farklılıkları ortaya çıkar. Bu kapsamda farklılık gösteren santral tiplerini şu şekilde sıralayabiliriz;

Yerüstü Santralleri

Yer Altı Santralleri

Yarı Gömülü veya Batık Santraller

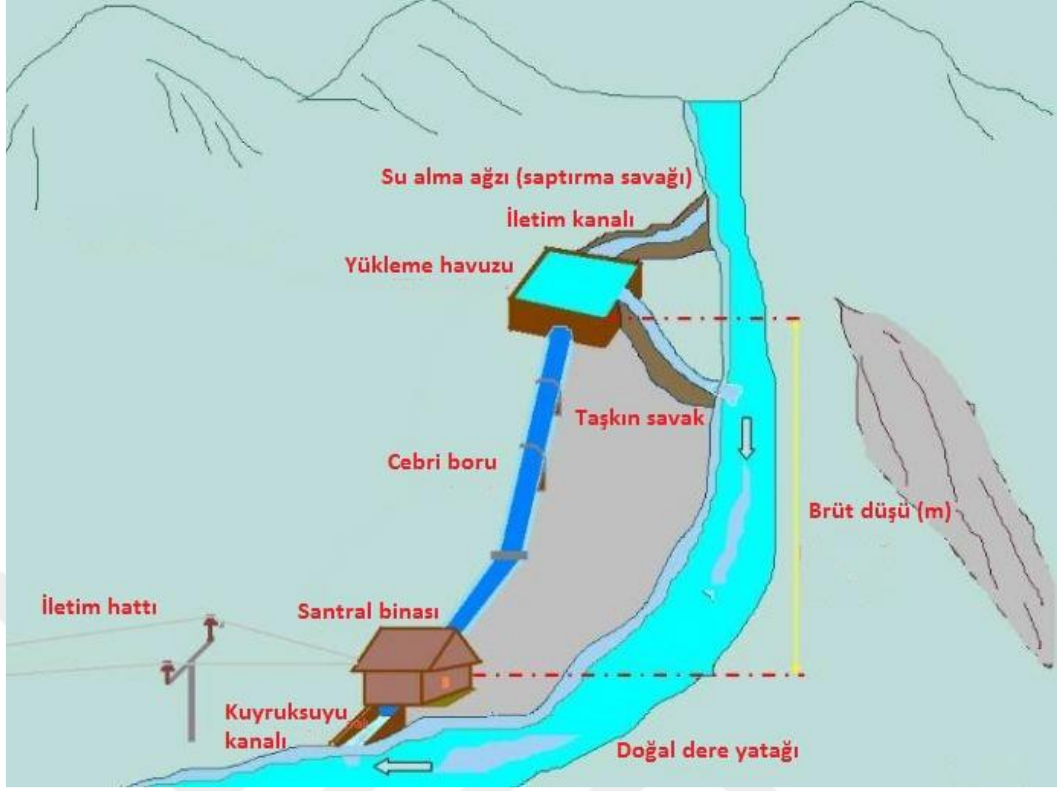
Çevirme Santralleri

Basınçlı Akışlı Çevirme Santralleri

Serbest Yüzeyli Akışlı Çevirme Santralleri

Hidroelektrik santralin konumlandırılacağı bölge ve yere göre yukarıdaki tiplerde santral tercihi yapılır. Doğru seçim hidroelektrik santralin verimini etkileyeceği gibi işletme aşamasında karşılaşılabilecek problemlerden kaçınmak için santral tipi seçimi önem arz etmektedir.

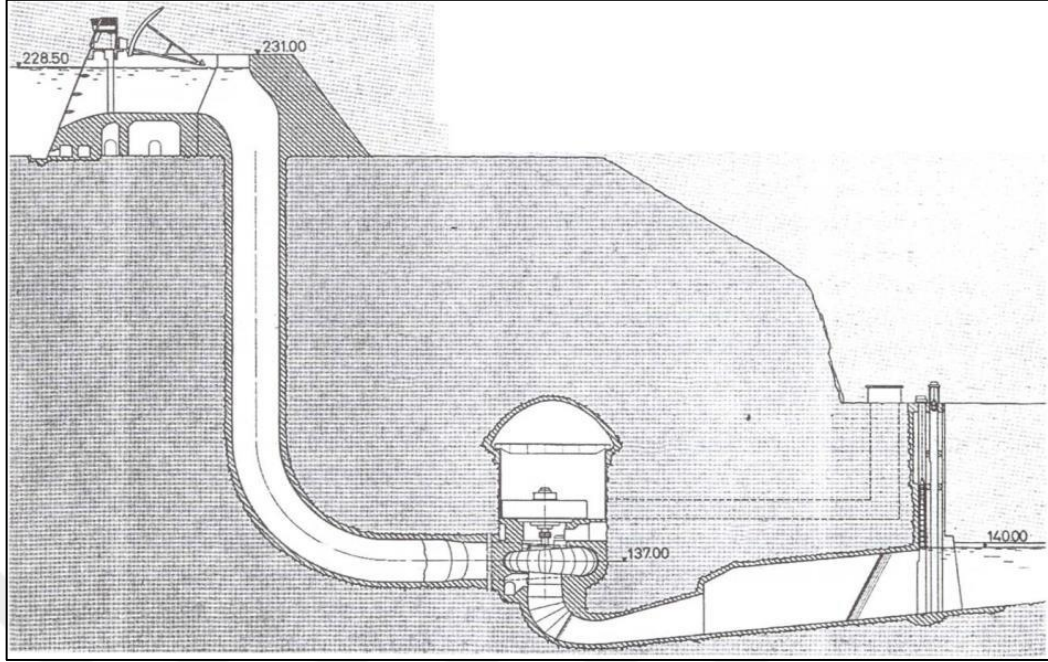
Bu çalışma yerüstü santrallere örnek bir çalışmadır. Mevcut durumdaki isale hatları üzerine tesis 4 adet hidroelektrik santral tesis edilmiş olup yerüstü santral tipi dışında kalan tipler bu çalışma için uygun değildir.



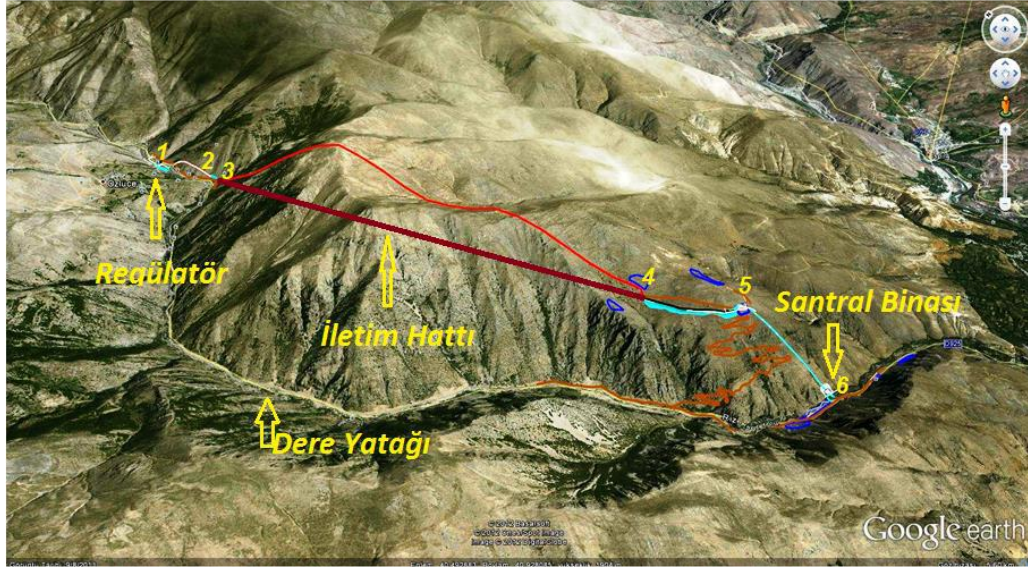
Şekil 4.1. Tipik bir yerüstü santral uygulaması gösterimi.



Şekil 4.2. Tipik bir yerüstü santral uygulaması (Beebe Lake-ABD).



Şekil 4.3. Tipik bir yer altı santrali uygulaması şematik gösterimi.



Şekil 4.4. Tipik bir kanal tipi santral uygulaması. (Özlüce HES-İspir)

4.4. Biriktirme Durumuna Göre Santraller

Biriktirmesiz Santraller

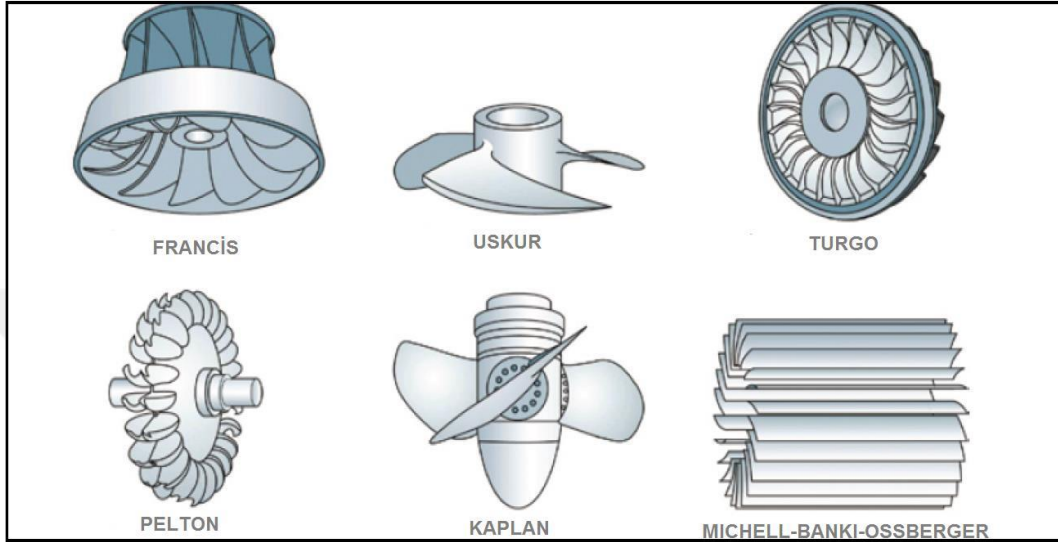
Nehir (Akarsu) Santralleri

Kanal Tipi Santraller

Biriktirmeli Santraller

4.5. Hidrolik Türbin Tipleri ve Kullanılma Sahaları

Hidroelektrik santrallerin tasarlanma aşamasında düşüleri ve debileri dikkate alınarak türbin tipleri belirlenir, bu türbin tiplerine göre inşaat ve mekanik detaylar ortaya konulur.

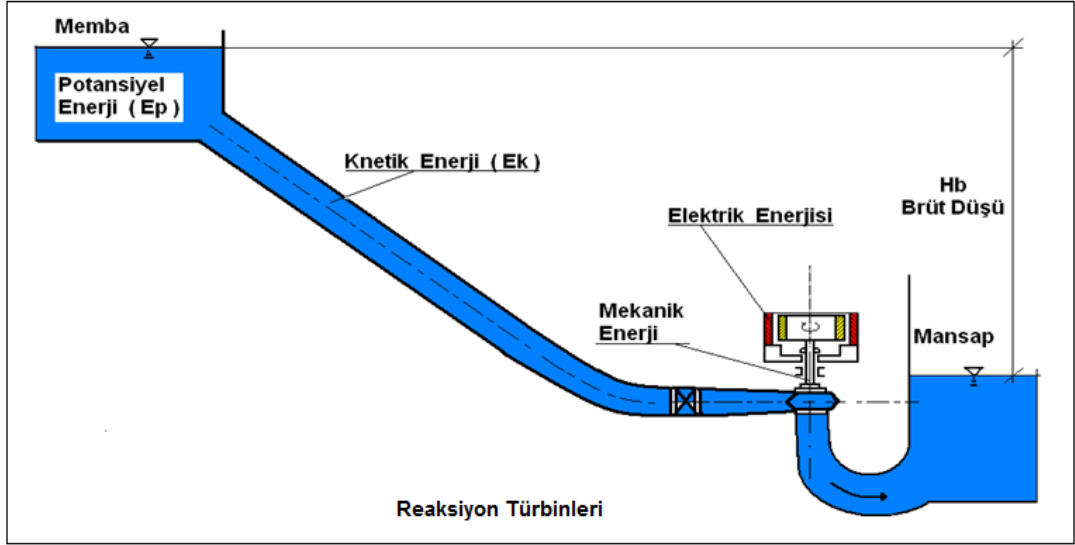


Şekil 4.5. Hidrolik türbin çark tipleri.

Hidrolik türbinler suyun kinetik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürürler. Tiplerine göre yatayda veya düşeyde dairesel hareket ederler. Türbinler aksiyon ve reaksiyon türbinler olarak iki ana sınıfta toplanırlar. Bu sınıflandırma türbinin tabi kaldığı enerjinin tipine göre değişiklik gösterir. Türbinler yalnız kinetik enerjiyi kullanacakları gibi hem kinetik hem de basınç enerjisini kullanabilirler. Bu sınıflandırmanın yanı sıra işletmenin biçimine hidrolik düşüye gibi faktörlerin çeşitliliğine göre türbin tipleri belirlenir.

4.6. Aksiyon Türbinleri

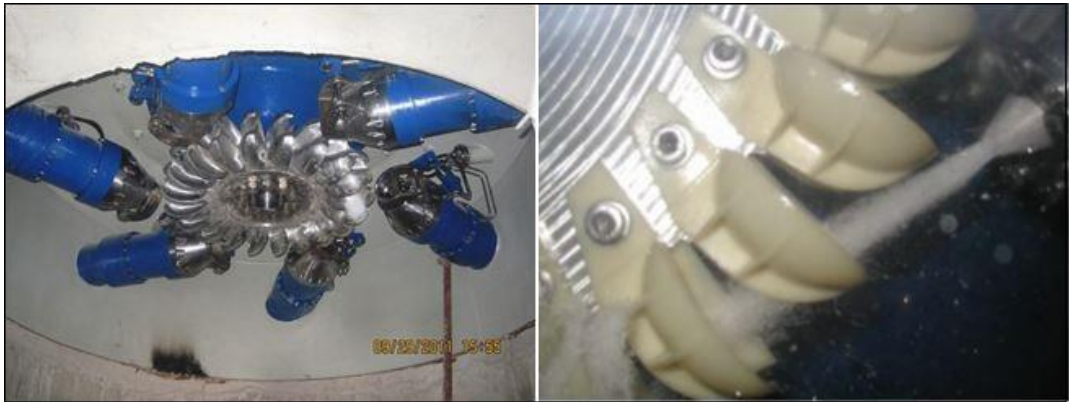
Debinin az olduğu ancak düşünün fazla olduğu şartlarda kullanılırlar. Düşü fazla olduğundan suyun hızı fazladır, türbine etki eden enerji suyun hızıdır. Söz konusu enerjinin türbine girdiği noktadaki değeri ile çıktığı noktadaki değeri arasındaki fark türbine etki eden kinetik enerjinin kendisidir.



Şekil 4.6. Tipik bir reaksiyon türbinli enerji santralinin çalışma prensibi.

4.6.1. Pelton türbini

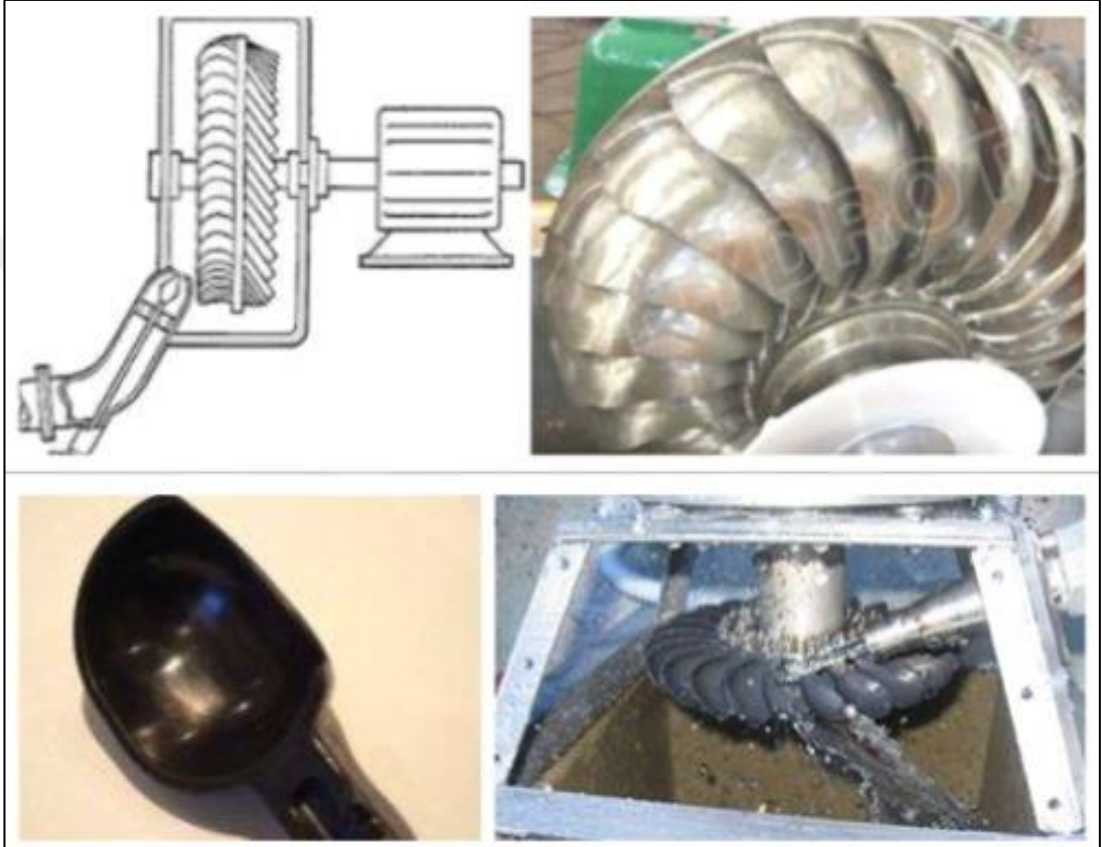
Pelton türbinler genelde 150 metre brüt düşünün üzerindeki düşülerde kullanılırlar. %90 verimi olan pelton türbinlerde su tesisattan geçirilerek nüzul denilen mekanik ekipman yardımı ile su hızlandırılarak jeti haline alarak kinetik enerjiye dönüştürülür. Bu jet pelton türbinin çarkı etrafında bulunan kepçelere teğet olarak püskürtülür. Kepçelerin ergonomisi, su jetinin tüm enerjisini en yüksek oranda üzerine alacak şekilde tasarlanmıştır. Bu çarpma sonucu suyun kinetik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür ve türbin rotoru döner. Nüzul dan püskürtülen suyun miktarı direk enerji ile ilintili olduğundan nüzulün içerisinde hareket eden bir kama yardımı ile suyun miktarı değiştirilerek değişken yük taleplerine göre ayarlanır.



4.7. Pelton çarkı ve nozul sistemi.

4.6.2. Turgo türbini

Turgo türbinlerin Çalışma prensibi pelton türbinlerle çok benzerlik göstermekle beraber kepçe yapıları farklılık gösterir. Tasarımındaki amaç kepçeye çarparak ortamı terk etmesi gereken suyun su jetinden çıkan suyun önünü kesmemesidir. Maliyet ve boyutları pelton türbinlere göre daha avantajlıdır.

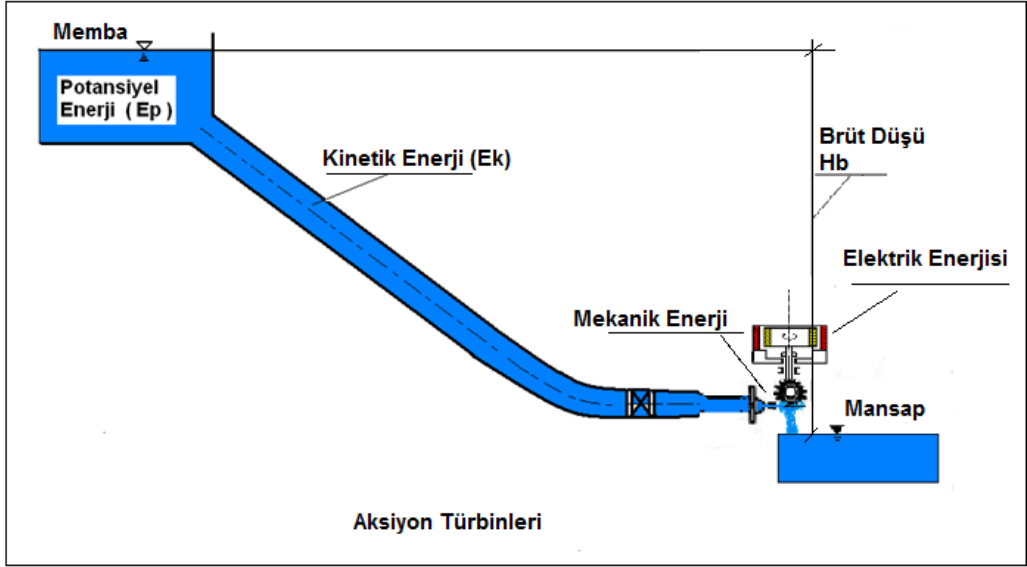


Şekil 4.8. Farklı tiplerdeki turgo kepçeleri.

4.7. Reaksiyon Türbinleri

Oldukça geniş bir kullanım alanı olan bu su türbinleri, suyun kinetik hem de potansiyel enerjisinden faydalanırlar. Çark girişindeki basınç değeri çıkış basınç değerinden fazla olur.

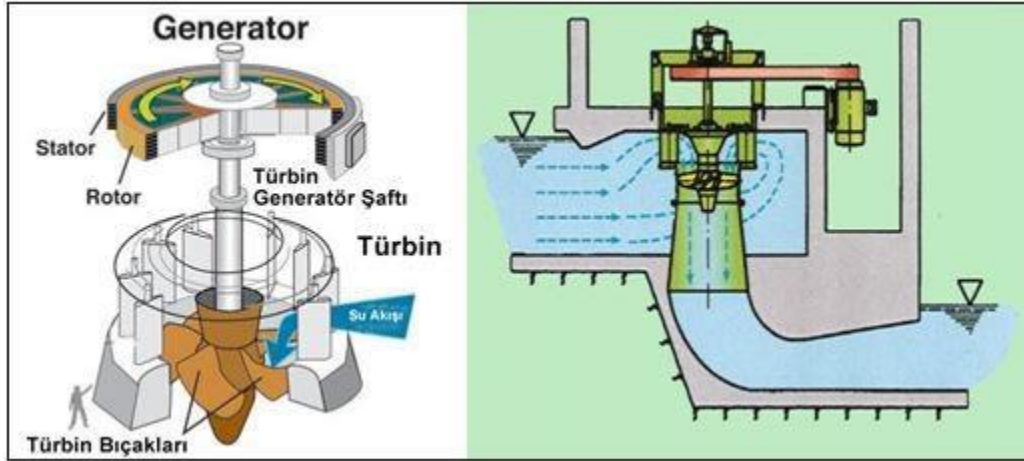
Aksiyon tipi türbinlere göre yüksek debilerde ancak küçük düşülerin olduğu yerlerde kullanılırlar. Aksiyon türbinlerine göre daha maliyetlidirler çünkü yapımları daha zordur.



Şekil 4.9. Tipik bir aksiyon türbinli enerji santralinin çalışma prensibi.

4.7.1. Kaplan türbini

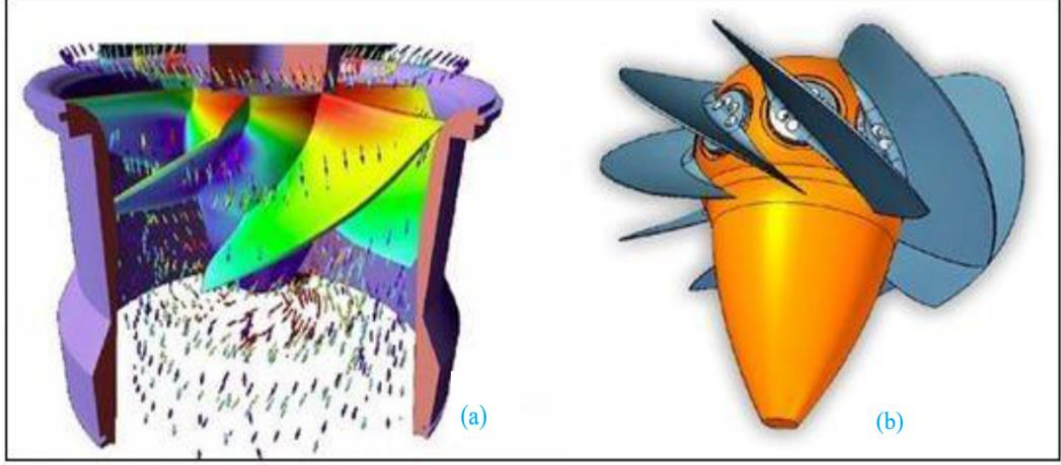
Genelde nehirlerde kullanılan türbin tipi olup, Propeller (Uskur), Bulb, Tube (Boru), Straflo diye adlandırılan türbinlerde kaplan türbinin varyasyonlarıdır.



Şekil 4.10. Tipik bir kaplan türbin şematik gösterimi.

Şekilleri gemi pervanesine benzer. Kaplan türbinin çarkı çevresinden geçen suyun etkisiyledöner. Bu türbinlerde su girişi ile çıkışı aynı yönlüdür. Değişken yüklere cevap verebilmek için kanat açıları ayarlanabilir şekilde tasarlanmışlardır. Gelen suyun debisine göre kanatların açısı ayarlanarak en ideal çevirim noktasını bulunur. Bu direk olarak verime etki eder. Kanatların açısı ayarı hidrolik ekipman yardımı ile ayarlanır.

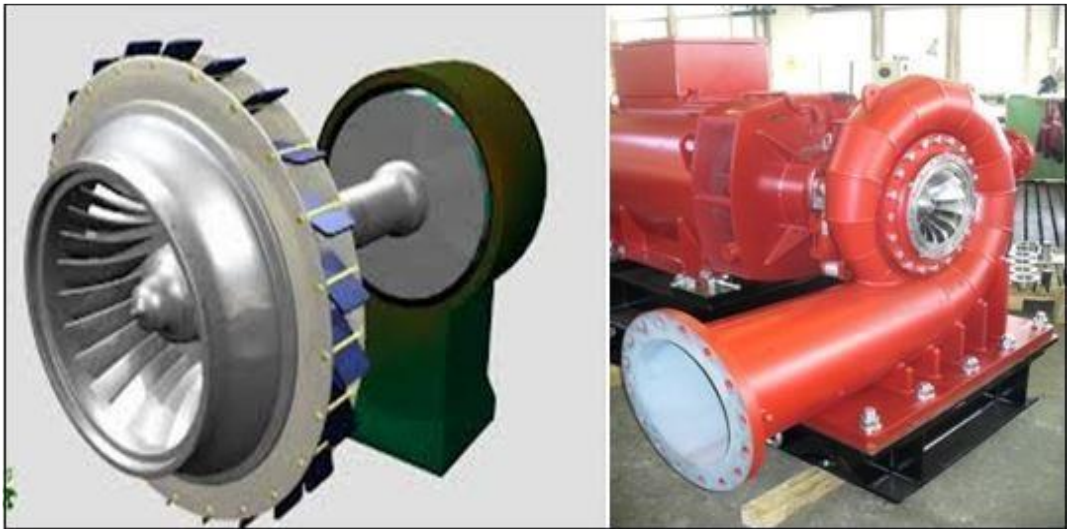
Kanat sayıları değişken olabilir. Bazı durumlarda kanatların ayarlanma özelliği ortadan kaldırılabilir. Bu şekildeki türbinlerde Uskur tipi adı verilir.



Şekil 4.11. Kaplan türbin çark sistemi.

4.7.2. Francis türbini

Bu türbin emme borusu dönele çark ve kanatlardan oluşur. Kanatlar ayarlanabilir olup su kanatlara teğet olarak çarptırılır. Su, türbin çarkına yaklaştıkça dönme yarıçapı azalır, sonrasında çarka çarpar. Suyun dairesel hareketinin çapı azaldıkça hız artar ve hız kazanan su kanatlara çarpar. Bu özellik Francis ve diğer iç akış türbinlerinin yüksek verimli olmasını sağlar.

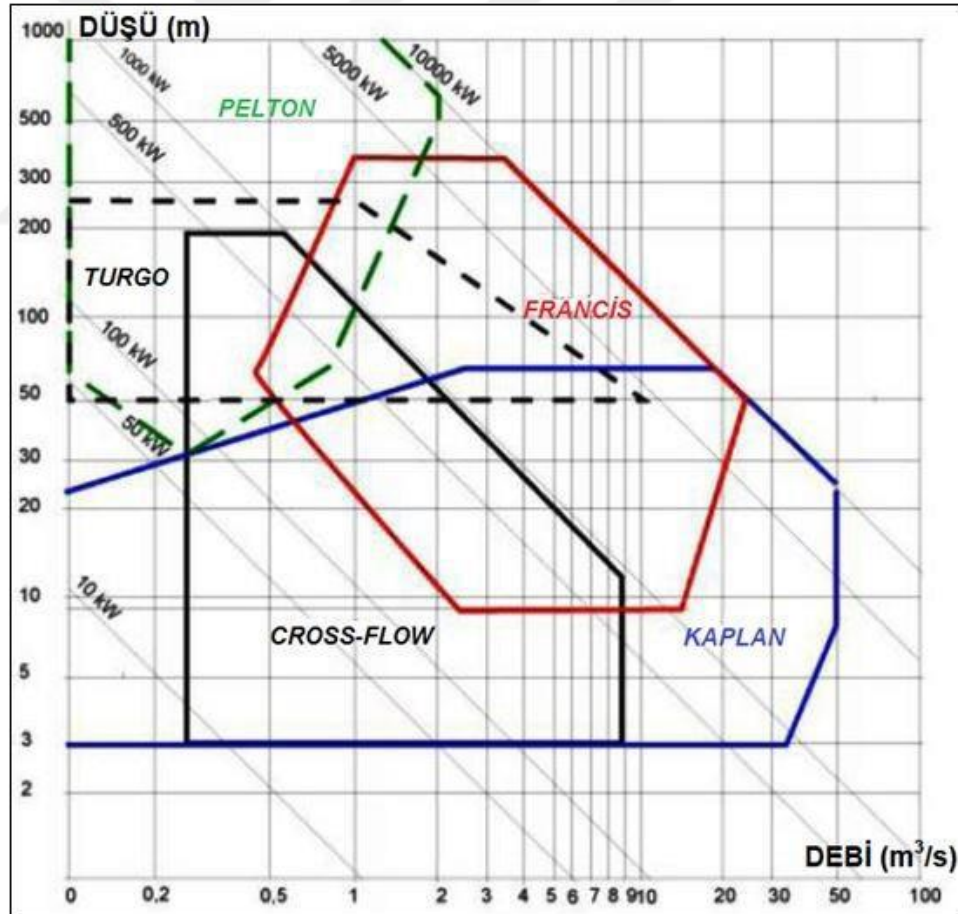


Şekil 4.12. Tipik bir Francis türbini.

5. HİDROELEKTRİK SANTRALLERDE TÜRBİN TİPİNİN BELİRLENMESİ

5.1. Hidroelektrik Sistemlerin Tasarım Kriterleri

Suyun debisi ve düşüsü göz önünde bulundurularak kurulacak hidro elektrik santralleri için ön fikir verebilecek bazı grafikler çeşitli firmalar tarafından hizmete sunulmuştur ancak bu grafikler bir öngörü oluşması için yeterli olsa da kesin hesaplamalar için sonuç vermez. Yine çeşitli firmaların hizmete sunduğu bir takım yazılımlar mevcuttur ve bu yazılımlar yardımı ile farklı modellemeler yapılabilmektedir. Bu modellemeler neticesinde en düşük maliyet ve en yüksek fayda analizi yapılarak türbin seçimi ve boyutlandırma yapılabilmektedir.



Şekil 5.1. Debi ve düşü değerlerine göre kullanılacak türbin çeşitleri grafiği.

5.2. Hidrolojik Çalışma ve Yer Araştırması

Hidroelektrik santralin kurulacağı noktanın hidrolojisi çıkartılarak potansiyel enerji değeri belirlenir. Su rejiminin yıllık ortalaması geçmiş yıllardaki verileri incelenerek belirlenir. Santrali konumu belirlenirken en ekonomik ve verimli yer seçilir. Cebri borunun en az maliyetle ve en az kayıpla tesis edilebilmesi için cebri boru hesaplamaları yapılır. Aynı şekilde üretilen enerjinin ileti hattına verilebilmesi için gerekli ilave iletim hatlarının maliyet ve projelendirilmesi yapılır.

5.3. Kapasite ve Talep Araştırması

Üretilen enerji iletim hattına verilerek satılabileceği gibi, santral yakınlarında bulunan bir alıcıya da direk olarak verilebilir. Bu durumlarda alıcının talep edeceği yüke göre hidroelektrik santralin hesaplaması gerekir.

5.4. Ön Fizibilite Çalışması

Ön fizibilite çalışmasında tesis edilecek hidroelektrik santralin hidrolojisi, yaklaşık maliyeti, üretebileceği maksimum enerji ve geri dönüş zamanı gibi (amorti süresi) ön bilgiler hazırlanır.

5.5. Tam Fizibilite Çalışması

Ön fizibilite çalışmasında tesisin kurulumuna dair bir engel olmadığı görüldüğü takdirde tam fizibilite çalışmasına geçilir. Tam fizibilite çalışmasında teknik, finansal ve uygulanabilirlik ile ilgili detaylı çalışmalar ortaya konulur.

6. İÇMESUYU İSALE HATLARINDA SIRALI TESİS EDİLEN HESLERE ÖRNEK SOĞUKPINAR HES 1-2-3-4

6.1. Genel Bilgilendirme ve Tesis Teknik Verileri

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamındaki tesisler şu şekildedir;

HES-1

- Su alma yapısı sonrası çökeltim havuzu,
- Planlanan İsale Hattının 681,00 m ile 622,00 m kotları arasında enerji üretimde bulunacak, proje debisi max. 700 l/s, min. 300 l/s olan konteyner tipi santral binası,
- Kuyruk suyu çıkışına inşa edilecek olan basınçlandırma havuzu ve kuyruk suyu kanalı.

HES-2

- Planlanan İsale Hattında Tevzi Maslağı kurulması düşünülen noktada, 616,00 m ile 400,00 m kotları arasında enerji üretimde bulunacak, proje debisi max. 500 l/s ve min. 300 l/s olan konteyner tipi santral binası,
- Kuyruk suyu çıkışına inşa edilecek olan basınçlandırma havuzu ve kuyruk suyu kanalı.

HES 3

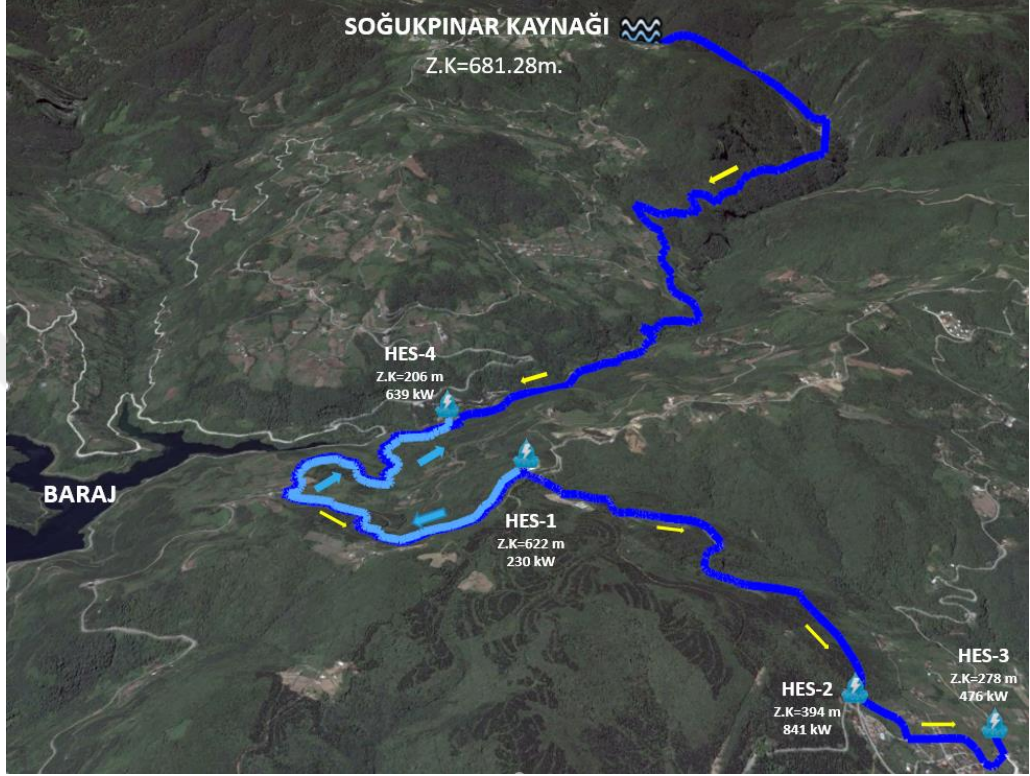
- Planlanan İsale Hattında, 393,70 m ile 277,00 m kotları arasında enerji üretimde bulunacak, proje debisi max. 430 l/s ve min. 230 l/s olan konteyner tipi santral binası,
- Kuyruk suyu çıkışına inşa edilecek olan basınçlandırma havuzu ve kuyruk suyu kanalı.

HES 4

- Planlanan İsale Hattında, 616,00 m ile 205,00 m kotları arasında enerji üretimde bulunacak, proje debisi 200 l/s olan konteyner tipi santral binası,
- Kuyruk suyu çıkışına inşa edilecek olan basınçlandırma havuzu ve kuyruk suyu kanalı.

Her 4 tesiste de santral binası klasik tip değil konteyner tipi olarak düşünülmüştür. Bu tip santral binalarında tüm elektromekanik ekipman bir konteynerin içerisinde

bulunmakta ve herhangi bir üst yapı inşaatına gerek kalmamaktadır. Bu tip tesislerde sadece temel ve draft tube inşa edilecek ve konteynerın bu yapılara montajı yapılacaktır.



Şekil 6.1. Soğukpınar HES 1-2-3-4 genel gösterimi.

Proje Adı	:	Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri
Şirket Adı	:	İSU Genel Müdürlüğü/İzmit Büyükşehir Belediyesi
1/25 000'lik Harita Adları	:	G 23 – c2
HES-1	:	748 092 Doğu, 4 498 381 Kuzey
HES-2	:	746 816 Doğu, 4 505 617 Kuzey
HES-3	:	746 392 Doğu, 4 505 689 Kuzey
HES-4	:	748 726 Doğu, 4 503 344 Kuzey
İli	:	Kocaeli
İlçesi	:	Başiskele
Havza Adı	:	Marmara Havzası DSİ Bölgesi
Akarsu Adı / Ana Kol Adı	:	Soğuksu Deresi
Soğukpınar Kay.Kotu (m)	:	684,00

Tablo 6.1. Tesis teknik verileri.

Veri Adı	HES-1	HES-2	HES-3	HES-4
İşletme Su Seviyesi(m)	681,00	616	393,70	616
Kuyruk suyu Kotu (m)	620	394	277	205
İsale Hattı Cebri Boru Çapı (m)	0,90	0,60	0,60	0,40
İsale Hattı Cebri Boru Boyu (m)	12661	2205	936	3998
Türbin Tipi	Francis	Pelton	Pelton	Pelton
Brüt Düşü (m)	60,90	222	116,70	411
Net Düşü (m)(Qmax.'da)	37,36	197,59	110,49	375,20
Proje Debisi (m ³ /s)	0,70	0,50	0,43	0,20
Kurulu Güç (kWe) (Max debide)	230	841	476	639
Toplam Enerji (GWh)	1,72	6,47	3,00	1,85



Şekil 6.2. Soğukpinar HES 1-2-3-4 ün etkilediği içmesuyu alanı.

6.2. Proje Büyüklükleri



Şekil 6.3. Soğukpınar HES 1 coğrafi konumu ve büyüklükleri.

Tablo 6.2. HES-1 santral büyüklükleri.

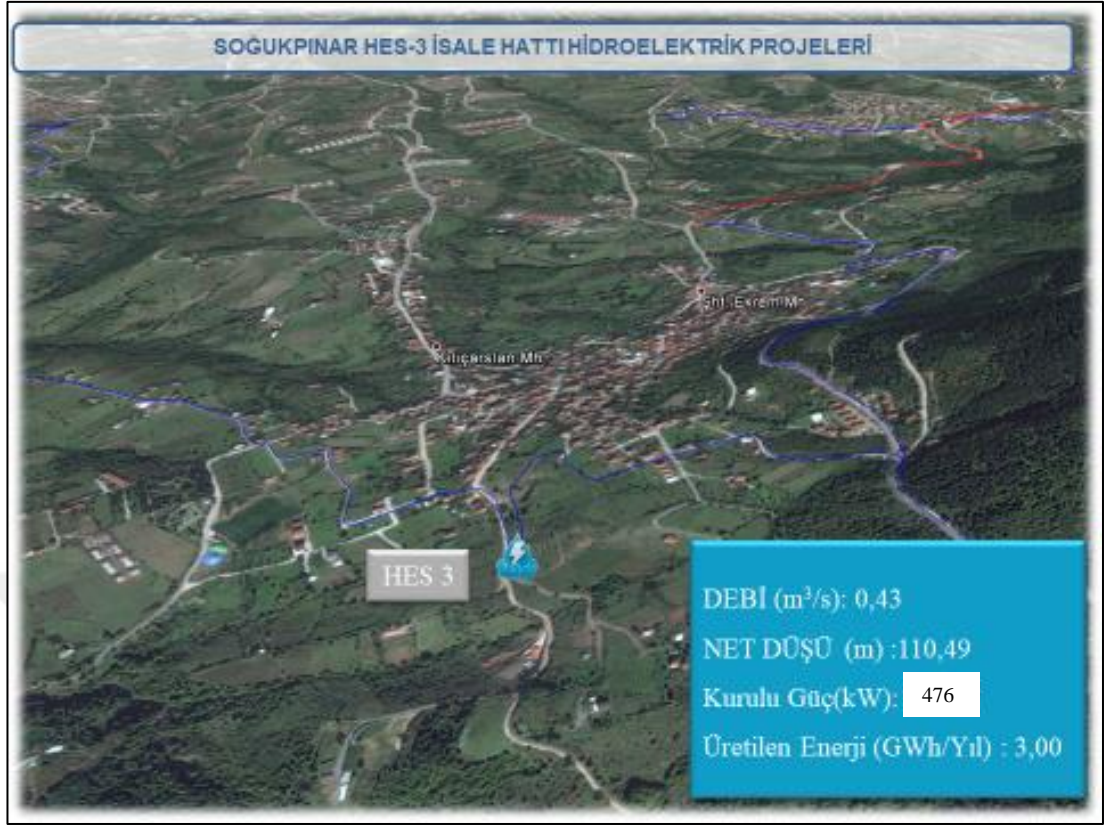
Türbin Tipi	Francis
Kurulu gücü	230 kW (max debide)
Ünite sayısı	1
Proje debisi	0,70 m ³ /s
Kuyruk suyu Kotu	622,00 m
Brüt Düşü	60,90 m
Türbin Verimi (Proje Debisinde)	0,93
Basınçlandırma Havuzu (Boy x En x Derinlik)	12.64 x 7 x 5,80



Şekil 6.4. Soğukpınar HES 2 coğrafi konumu ve büyüklükleri.

Tablo 6.3. HES-2 santral büyüklükleri.

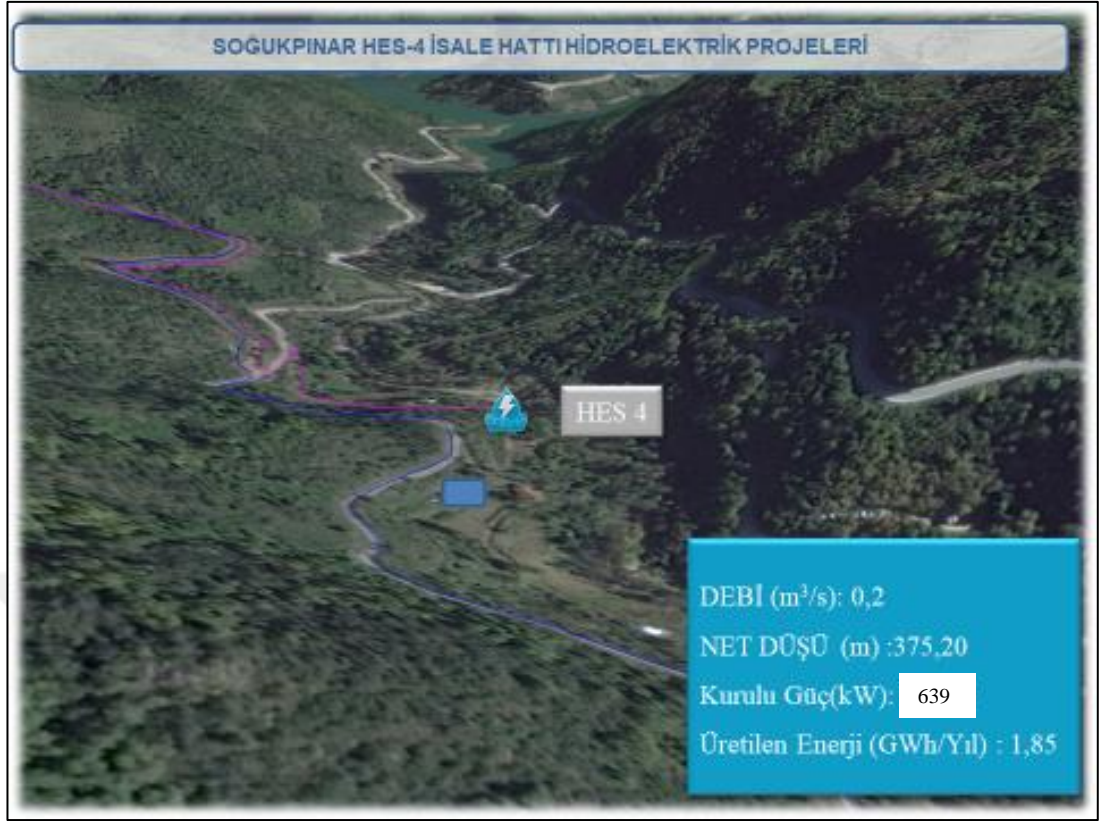
Türbin Tipi	Pelton
Kurulu gücü	841 kW (max debide)
Ünite sayısı	1
Proje debisi	0,50 m ³ /s
Kuyruk suyu Kotu	394,00 m
Brüt Düşü	222 m
Türbin Verimi (Proje Debisinde)	0,90
Basınçlandırma Havuzu (Boy x En x Derinlik)	11.90 x 7 x 5,80



Şekil 6.5. Soğukpınar HES 3 coğrafi konumu ve büyüklükleri.

Tablo 6.4. HES-3 santral büyüklükleri.

Türbin Tipi	Pelton
Kurulu gücü	476 kW (max debide)
Ünite sayısı	1
Proje debisi	0,430 m ³ /s
Kuyruk suyu Kotu	277 m
Brüt Düşü	116,70 m
Türbin Verimi (Proje Debisinde)	0,90
Basınçlandırma Havuzu (Boy x En x Derinlik)	11.90 x 7 x 5,80



Şekil 6.6. Soğukpınar HES 4 coğrafi konumu ve büyüklükleri.

Tablo 6.5. HES-4 santral büyüklükleri.

Türbin Tipi	Pelton
Kurulu gücü	639 kW (max debide)
Ünite sayısı	1
Proje debisi	0,200 m ³ /s
Kuyruk suyu Kotu	205 m
Brüt Düşü	411 m
Türbin Verimi (Proje Debisinde)	0,90
Basınçlandırma Havuzu (Boy x En x Derinlik)	12 x 7 x 5,80

Tablo 6.6. Soğukpınar isale hattı HES projeleri keşif özeti.

Sıra No	İşin Adı ve Tarifi	Tutar (\$)
1	HES-1 Santral Binası	220.657
2	HES-1 Basınçlandırma Havuzu	42.610
3	HES-2 Santral Binası	163.618
4	HES-2 Basınçlandırma Havuzu	39.733
5	HES-3 Santral Binası	164.370
6	HES-3 Basınçlandırma Havuzu	41.900
7	HES-4 Santral Binası	185.796
8	HES-4 Basınçlandırma Havuzu	46.090
9	Hidromekanik Ekipman	205.936
10	Elektromekanik ekipman	3.002.655
11	HES-1 Elektromekanik Ekipman	532.060
12	HES-2 Elektromekanik Ekipman	860.315
13	HES-3 Elektromekanik Ekipman	786.780
14	HES-4 Elektromekanik Ekipman	823.500
15	Enerji Nakil Hattı	110.000
16	HES-1 Enerji Nakil Hattı	25.000
17	HES-2 Enerji Nakil Hattı	25.000
18	HES-3 Enerji Nakil Hattı	15.000
19	HES-4 Enerji Nakil Hattı	45.000
20	Etüt, proje, mühendislik, kontrollük	443.453
	TOPLAM KEŞİF BEDELİ	4.223.365

6.3. Proje Sahasının Tanıtılması

6.3.1. Projenin yeri

Proje alanı; Marmara Bölgesi'nde, Kocaeli ili Başiskele ilçesi sınırları içerisinde, Soğuksu deresinin üzerinde yer almaktadır. Proje sahasının güney batısında Düzlük ahallisi, güneyinde Böcekhan Mahallesi, kuzeydoğusunda Yukarı Çınarlıdere Mahallesi yer almaktadır.

Soğukpınar Kaynağı Başiskele ilçesi güneyinde Altıpınar tepe ile Küçükmiş tepe arasında kalan vadide yaklaşık 680.00 m kotlarından çıkmaktadır. Soğukpınar

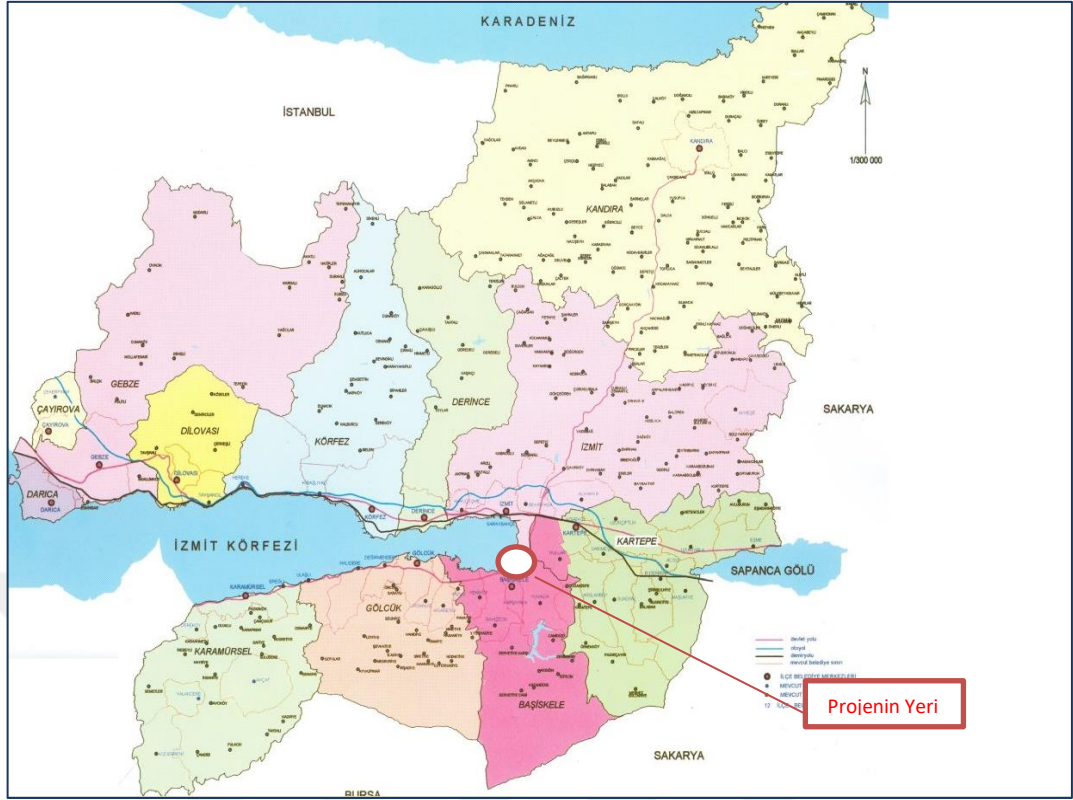
kaynağından çıkan sular kuzey yönünde akarak Soğuk dere ismini alır. Daha alt kotlarda sol sahilden Sıcak Dere ile birleşerek Kiraz Dere adını alır. Kiraz Dere'ye sağ sahilden akan Serin Dere katılır ve Kiraz Dere Başiskele ilçesinin içinden geçerek İzmit körfezine dökülür. Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri, ülkemizin kuzeyinde, Marmara Bölgesi'nde, Kocaeli ili, Başiskele ilçesi sınırları içinde, Soğuksu Deresi üzerinde yer alacaktır. Proje sahasının güneybatısında Düzlük Mahallesi, güneyinde Böcekhanne Mahallesi, kuzeydoğusunda Yukarı Çınarlıdere Mahallesi yer almaktadır.

Başiskele ilçesi sınırları içerisindeki Soğukpınar Kaynağından alınarak, Başiskele ve Gölcük ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere kurulacak isale hattı üzerine 4 ayrı noktada Soğukpınar HES tesislerinin kurulması planlanmaktadır. Soğukpınar Kaynağı Başiskele ilçesi güneyinde Altıpınar tepe ile Küçükmiş tepe arasında kalan vadide yaklaşık 684,00 m kotlarından çıkmaktadır. Soğukpınar kaynağından çıkan sular kuzey yönünde akarak Soğuk dere ismini alır. Daha alt kotlarda sol sahilden Sıcak Dere ile birleşerek Kiraz Dere adını alır. Kiraz Dere'ye sağ sahilden akan Serin Dere katılır ve Kiraz Dere Başiskele ilçesinin içinden geçerek İzmit körfezine dökülür.

Bu fizibilite raporu kapsamında yapılması planlanan Soğukpınar HES Projeleri, 4 adet ayrı basınçlandırma havuzu ve 4 adet ayrı santral binasından oluşacak olup, Soğukpınar İsale Hattı üzerine yapılması planlanmaktadır. Proje kapsamında tesis edilecek olan HES-1 748 092 Doğu ve 4 498 381 Kuzey, HES-2, 746 816 Doğu ve 4 505 617 Kuzey, HES-3 746 392 Doğu ve 4 505 689 Kuzey, HES 4 ise 748 726 Doğu ve 4 503 344 Kuzey koordinatlarında yer alacaktır. Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri G 23 – c2 no'lu 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritada yer almaktadır.



Şekil 6.7. Projenin Türkiye'deki yeri.



Şekil 6.8. Projenin Kocaeli'deki yeri.

6.3.2. Yer Şekilleri ve arazi dağılışı

Kocaeli ili Marmara Bölgesi'nin kuzeydoğu kısmında kalmaktadır. Coğrafi olarak Kocaeli ili 40°- 41° kuzey enlemleri ve 29°- 31° doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Kocaeli'nin yüzölçümü 3.418 km². İl, Sakarya Irmağının batı kıyısından başlayarak Pamukova ve İzmit Gölü'nün kuzeyinden Bozburun'a kadar uzanan Samanlı Dağları, İzmit, Sapanca ve Adapazarı çöküntü alanına nazır bir coğrafik oluşumdur. Önde gelen ovaları Kocaeli ile Sapanca havzası arasında uzanan düzlüklerdir.

6.3.3. İklim ve su kaynakları

Kocaeli ili Başiskele ilçesi sınırları içerisindeki Soğukpınar Kaynağından alınarak Başiskele ve Gölcük ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere kurulacak isale hattı üzerine 4 ayrı noktada Soğukpınar HES tesislerinin kurulması planlanmaktadır. Soğukpınar Kaynağı Başiskele ilçesi güneyinde Altıpınar tepe ile Küçükmiş tepe arasında kalan vadide yaklaşık 684,00 m kotlarından çıkmaktadır. Soğukpınar kaynağından çıkan sular kuzey yönünde akarak Soğuk dere ismini alır. Daha alt kotlarda sol sahilden Sıcak Dere ile birleşerek Kiraz Dere adını alır. Kiraz Dere'ye sağ

sahilden akan Serin Dere katılır ve Kiraz Dere Başiskele ilçesinin içinden geçerek İzmit körfezine dökülür.

Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri, 02 nolu Marmara Havzası içerisinde, Soğukpınar İsale Hattı üzerinde planlanmıştır. 02 nolu havza genel yerleşimi ve akım gözlem istasyonlarının konumları Şekil 4.1'de verilmiştir.

Soğukpınar HES projeleri Soğukpınar İsale Hattı kapsamında tesis edilecek su çevirme yapısı tarafından çevrilecek sular ile enerji üretimi amaçlanmaktadır. Su çevirme yapısı Soğukpınar Kaynağında bulunduğundan membaında herhangi bir proje bulunmamaktadır.

Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri kapsamında, planlanan yapılar; 4 ayrı santral binası ve 4 ayrı basınçlandırma havuzudur. Ana dağıtım noktasına yapılması planlanan HES-1 projesi, Soğukpınar Kaynağının 681,00 m kotlarından alınarak isale hattı boyunca gelen sulardan 620,10 m santral kuyruk suyunda enerji üretecek bir tesistir. Bu noktada enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna oradan da isale hattı ile tevzi maslağında kurulacak olan HES-2'ye ulaşacaktır. Santral kuyruk suyu kotu 394,00 m olan HES-2 de enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna iletilecektir. Bu nokta isale hattı Karşıyaka ve Gölcük bölgelerine içme suyu iletmek amacıyla ikiye ayrılmaktadır. HES-3 Gölcük tarafına giden isale hattı üzerinde, 277,00 m santral kuyruk suyu kotunda kurulacaktır. Daha sonra HES-3 santral binasında enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna iletilecektir. HES 4 planlanan isale hattının diğer kolunda 616,00 m ile 205,00 m kotları arasında enerji üretiminde bulunacaktır.

Proje yağış alanında klasik Marmara Bölgesel iklimi hakimdir. Bu iklim iki iklimin, Karadeniz ve Akdeniz iklimi, geçişidir. Yazları sıcak ve az yağışlı, kışları ılık ve yağışlıdır.

Soğukpınar İsale Hattı HES Proje sahaları civarında DSİ tarafından işletilen Yuvacık meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ) ve Kurtköy MGİ (40 m) ile DMİ tarafından işletilen Cengiz Topel MGİ (70 m), Kocaeli (İzmit) MGİ (90 m), Suadiye MGİ (125 m), Yakınşark MGİ (5 m) ve Pamukova MGİ (75 m) istasyonları bulunmaktadır.

Kocaeli DMİ'de 1975-2010 yılları arasında belirlenmiş olan toplam yağış ölçümleri ortalaması 68,71 mm olup, en çok yağış Aralık ayında olmuştur.

Tablo 7.7. Bölgedeki ortalama yağış miktarları.

Ortalama Yağış Periyodu	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ort.
1975-2010	91.2	80.2	71.9	55.6	45.9	50.6	39.1	50.4	50.4	94.2	87	108	68.71

Kocaeli meteoroloji istasyonu 76 m rakımında işletilmiş olup, yıllık ortalama sıcaklık 14,75 °C, ortalama aylık en düşük sıcaklık Ocak ayında 3,4 °C, ortalama aylık en yüksek sıcaklık Temmuz ayında 29,4 °C dir.

Tablo 6.8. Bölgedeki ortalama sıcaklık değerleri.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	6.3	6.7	8.6	13.1	17.5	21.8	23.8	23.6	20.1	15.9	11.5	8.1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.6	10.5	13.2	18.4	23.1	27.5	29.4	29.3	25.8	20.6	15.7	11.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	3.4	3.6	5.1	8.9	12.9	16.9	19.2	19.3	16	12.5	8.2	5.4

Soğukpınar İsale Hattı HES projelerinde esas amaç içme suyu olmasından dolayı herhangi bir depolama yapılmayacağından proje alanı buharlaşma değerlerinin tespiti için bir çalışma yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri'nin yerüstü su kaynağı Soğuk Pınar Kaynağı'dır. Soğukpınar Kaynağı Başiskele ilçesi güneyinde Altıpınar tepe ile Küçükmiş tepe arasında kalan vadide yaklaşık 684,00 m kotlarından çıkmaktadır. Soğukpınar kaynağından çıkan sular kuzey yönünde akarak Soğuk dere ismini alır. Daha alt kotlarda sol sahilden Sıcak Dere ile birleşerek Kiraz Dere adını alır. Kiraz Dere'ye sağ sahilden akan Serin Dere katılır ve Kiraz Dere Başiskele ilçesinin içinden geçerek

İzmit körfezine dökülür. Kaynak suların miktarını ölçen herhangi bir akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır.

6.3.4. Proje yeri su temin çalışmaları

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri içme suyu isale hattı üzerinde tesis edileceği için ve içme suyu kaynağında herhangi bir debi ölçümü yapılmamasından dolayı proje su temini idareden sağlanan bilgiler ve arazide yapılan gözlemler sonucu yapılmıştır. Soğukpınar Kaynağından yılın 4 ayı 700 l/s, 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s su alındığı öğrenilmiştir. Soğukpınar kaynağından HES 1'e sular bu debilerde gelmektedir. Dolayısıyla HES 1 yılın 4 ayı 700 l/s, 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s debiyle çalışacaktır. Yılın 4 ayında HES 1 de türbinlenen 700 l/s suyun, 200 l/s'si HES 4 e verilecektir. Yani HES 4, yılın 4 ayı bu debi ile çalışacaktır, diğer zamanlarda herhangi bir su geliri olmayacaktır. HES 1 den HES 2 ye, yılın 4 ayında HES 4 den geriye kalan 500 l/s su gelecektir. Geri kalan 4 ayda 500 l/s, 4 ayda 300 l/s su geliri olacaktır. HES 2 den HES 3'e ise 8 ay 430 l/s, geri kalan 4 ayda ise 230 l/s su geliri olacaktır. Özeti aşağıda verilmiştir.

Tablo 6.9. HES'lerin debileri.

HES DEBİLERİ 4 Aylık Periyotlar halinde gösterilmiştir.						
HES ADI	GÜNCEL (DEBİLER) lt/sn			GELECEK (DEBİLER) lt/sn		
	300,00	500,00	700,00	300,00	500,00	700,00
HES 1	300,00	500,00	700,00	300,00	500,00	700,00
HES 2	300,00	500,00	500,00	300,00	500,00	700,00
HES 3	230,00	430,00	430,00	130,56	330,56	530,56
HES 4	0	0	200,00	0	0	0

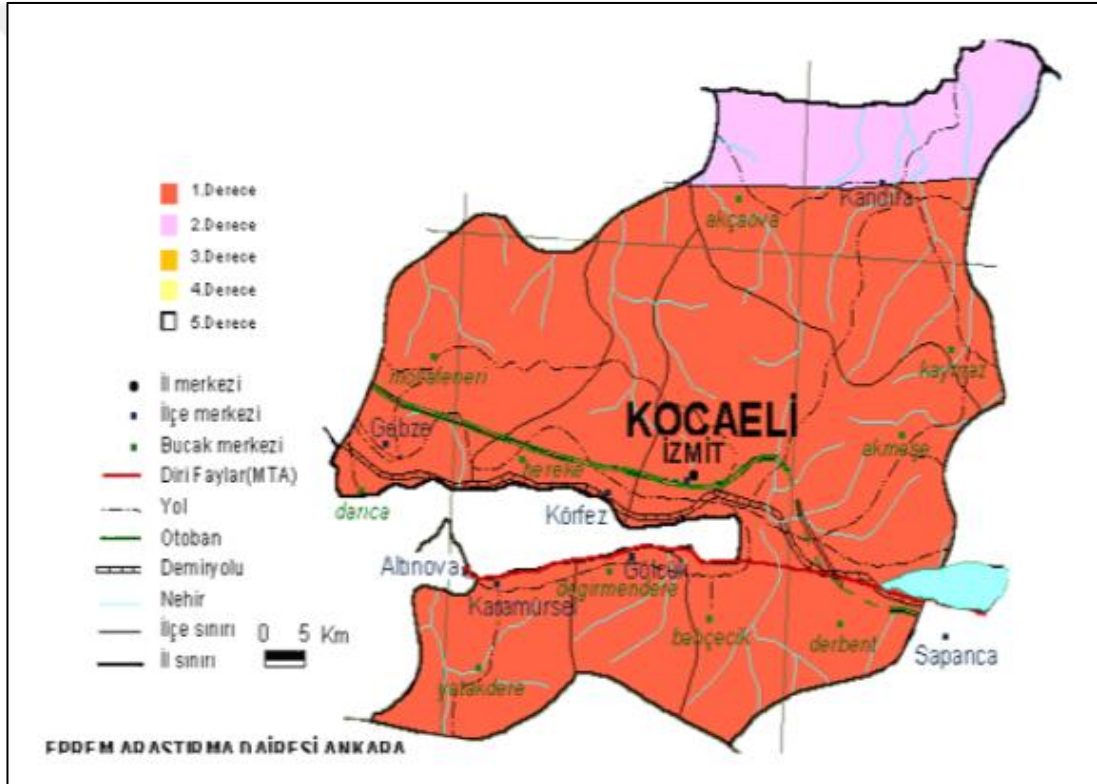
İçme suyu amacıyla çevrilerek isale hattına alınan sular, santral yapısında tesis edilecek türbinlerden geçirildikten sonra tekrar isale hattına bırakılacaktır. Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri sularını doğrudan Soğukpınar Kaynağından aldığından dolayı taşkın hesabı yapılmamıştır.

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kaptaj yapısı aksı Soğukpınar Kaynağına olmasından dolayı sediment sorunu yaşanması beklenmemektedir.

6.4. Jeolojik Durum

6.4.1. Depremsellik

Proje alanı ve yakın çevresi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996) verilerine göre 1. derecede tehlikeli deprem bölgesi içinde yer almaktadır (**Şekil 5.1**). Bu aşamada yapılan değerlendirmelere göre proje alanında yatay zemin ivmesi $>0,4$ g olarak kullanılabilir bir değerdir. Ancak kati proje aşamasında yapılacak sismik risk analizi sonuçları ile 2007 tarihli “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” de belirtilen esaslar göz önünde bulundurularak tasarım değerinin belirlenmesi uygun olacaktır.



Şekil 6.9. Kocaeli İli deprem haritası.

6.4.2. Sonuçlar

HES yapılacak alanlar içinde en büyük problem şev stabilite problemidir. İnşaat projelendirilmesi aşamasından önce her 4 bölge içinde şev stabilitesine yönelik ayrıntılı jeoteknik çalışma yapılmalıdır. Bu çalışma sırasında formasyona ait ayrışma yüzey kalınlığı belirlenmeli ve bu ayrışma yüzeyinin kaldırılmasına dikkat edilmelidir. Yapıların homojen olmayan birimlere oturtulması HES yapısının çalışma prensibinden

dolayı farklı oturmalarına sebep olacak ve boru bağlantı noktaları ve mekanik aksam üzerinde sık sık problemler yaşanacaktır. Statik esaslara altlık oluşturması açısından HES yapılarının min. 1,5 - 2,0 kg/cm² Zemin emniyet gerilmesi sağlayacak şekilde zemin ıslahının yapılması önerilir. Proje alanı 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.

6.5. Proje Kapsamındaki Tesisler

6.5.1. Genel

Proje alanı; Marmara Bölgesi'nde, Kocaeli ili Başiskele ilçesi sınırları içerisinde, Soğuksu deresinin üzerinde yer almaktadır. Proje sahasının doğusunda, Düzlük Mahallesi, güneyinde Böcek Mahallesi, kuzeydoğusunda Yukarı Çınarlıdere Mahallesi yer almaktadır. İletim kanalı ile gelen su, yükleme havuzu ve oradan da cebri boru yardımıyla santrale iletilecektir.

Kocaeli ili Başiskele ilçesi sınırları içerisindeki Soğukpınar Kaynağından alınarak Başiskele ve Gölcük ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere kurulacak isale hattı üzerine 4 ayrı noktada Soğukpınar HES tesislerinin kurulması planlanmaktadır. Soğukpınar Kaynağı Başiskele ilçesi güneyinde Altıpınar tepe ile Küçükmiş tepe arasında kalan vadide yaklaşık 684,00 m kotlarından çıkmaktadır. Soğukpınar kaynağından çıkan sular kuzey yönünde akarak Soğuk dere ismini alır. Daha alt kotlarda sol sahilden Sıcak Dere ile birleşerek Kiraz Dere adını alır. Kiraz Dere'ye sağ sahilden akan Serin Dere katılır ve Kiraz Dere Başiskele ilçesinin içinden geçerek İzmit körfezine dökülür.

Bu fizibilite raporu kapsamında yapılan çalışmalar sırasında, yapımı planlanan içme suyu isale hattına ilişkin karakteristik bilgilerden yararlanılmıştır. Mevcut durumda, su temin çalışmalarında kullanılacak herhangi bir su ölçümü bulunmadığından içme suyu hattına ilişkin debi bilgilerinin yanında alternatifli çalışma saatleri dikkate alınarak işletme çalışmaları yapılmıştır. Yapıların yerleşiminde, arazide yapılan incelemeler sonucunda, topoğrafik ve jeolojik olarak en uygun yerler seçilmiştir. Proje ile ilgili detay çizimler, Ekler Bölümü'nde bulunmaktadır. Projenin Türkiye'deki yerini ve Ulaşım Yollarını durumunu gösterir harita SGK-FZB-01 numaralı paftada bulunmaktadır.

6.5.2. Kurulu güç optimizasyonu

İşletme çalışmaları, Bölüm 4' te anlatılan su temini çalışmaları kullanılarak yapılmıştır. Soğukpınar İsale Hattı HES Projelerinin membaında ve mansabında herhangi bir

proje yer almamaktadır. Soğukpınar Kaynağından gelen sularla enerji üretecek olan tesisler için arazide yapılan gözlemler ve idare tarafından bildirilen değerler kullanılmıştır. Soğukpınar Kaynağından yılın 4 ayı 700 l/s, 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s su alındığı öğrenilmiştir. Soğukpınar kaynağından HES 1'e sular bu debilerde gelmektedir. Dolayısıyla HES 1 yılın 4 ayı 700 l/s, 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s debiyle çalışacaktır. Yılın 4 ayında HES 1 de türbinlenen 700 l/s suyun, 200 l/s'si HES 4 e verilecektir. Yani HES 4 yılın 4 ayı bu debi ile çalışacaktır, diğer zamanlarda herhangi bir su geliri olmayacaktır. HES 1 den HES 2 ye, yılın 4 ayında HES 4 den geriye kalan 500 l/s su gelecektir. Geri kalan 4 ayda 500 l/s, 4 ayda 300 l/s su geliri olacaktır. HES 2 den HES 3'e ise 8 ay 430 l/s, geri kalan 4 ayda ise 230 l/s su geliri olacaktır. Bu debilere göre yapılan hesaplamalarda cebri boru çapı mevcut isale hattı projesindekilerle uyumlu olmadığı durumlarda alternatif çaplar kullanılmıştır.

İşletme çalışmalarında, günlük su değerleri bulunmadığından çalışma saati prensibi kullanılmış ve idare ile görüşmeler sonucu HES 1-2-3'ün yıllık 8760 saat, HES 4'ün ise yıllık 2920 saat çalıştığı kabul edilmiştir.

Yukarıda anlatılan kabullere göre bulunan enerji üretim değerleri Denklem (6.1), (6.2), (6.3), (6.4)' deki gibidir.

HES-1

$$\text{Enerji (0,70 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 2920 \quad (6.1)$$

$$\text{Enerji (0,70 m}^3/\text{s)} = 230,24 \times 2920 = 689.628 \text{ kWh/yıl}$$

$$\text{Enerji (0,50 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 2920$$

$$\text{Enerji (0,50 m}^3/\text{s)} = 213,06 \times 2920 = 628.054 \text{ kWh/yıl}$$

$$\text{Enerji (0,30 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 2920$$

$$\text{Enerji (0,30 m}^3/\text{s)} = 146,72 \times 2920 = 398.999 \text{ kWh/yıl}$$

$$\text{Toplam Enerji} = 1,72 \text{ GWh/yıl}$$

HES-2

$$\text{Enerji (0,50 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 5840 \quad (6.2)$$

$$\text{Enerji (0,50 m}^3/\text{s)} = 841,73 \times 5840 = 4.866.530 \text{ kWh/yıl}$$

$$\text{Enerji (0,30 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 2920$$

$$\text{Enerji (0,30 m}^3/\text{s)} = 548,04 \times 2920 = 1.600.481 \text{ kWh/yıl}$$

$$\text{Toplam Enerji} = 6,47 \text{ GWh/yıl}$$

HES-3

$$\text{Enerji (0,43 m}^3/\text{s)} = (\text{Kurulu Güç}) \times 5840 \quad (6.3)$$

Enerji (0,43 m³/s) = 476 x 5840 = 2.721.321 kWh/yıl

Enerji (0,23 m³/s) = (Kurulu Güç) x 2920

Enerji (0,23 m³/s) = 225,47 x 2920 = 840.114 kWh/yıl

Toplam Enerji = 3,56 GWh/yıl

HES-4

Toplam Enerji (0,20 m³/s) = (Kurulu Güç) x 2920 (6.4)

Toplam Enerji (0,20 m³/s) = 639 x 2920 = 1 848 203

Toplam Enerji = 1.84 GWh/yıl

6.5.3. Basınçlandırma havuzu

Tesis edilecek basınçlandırma havuzları, kurulacak santral binalarının Kuyruk suyu kanalları üzerine inşa edilecektir. Basınçlandırma havuzları santralden çıkan suların tekrardan basınca alınmasını sağlamak amacıyla kurulacaklardır. İlk basınçlandırma havuzu 7 m genişliğinde, 12,64 m uzunluğunda ve 5,8 m derinliğindedir. İkinci basınçlandırma havuzu 7 m genişliğinde, 11,90 m uzunluğunda ve 5,8 m derinliğinde, üçüncü basınçlandırma havuzu 7m genişliğinde, 11,90 m uzunluğunda ve 5,8 m derinliğinde ve dördüncü basınçlandırma havuzu 7m genişliğinde, 12,00 m uzunluğunda ve 5,8 m derinliğinde projelendirilmiştir.

Santralin yüksek debilerde çalışırken aniden durması halinde isale hattının akış bütünlüğünü korumak amacıyla birer adet enerji kırıcı vana ve tahliye borusu yapılacaktır. Bu sistem sayesinde isale hattı hiçbir zaman susuz kalmayacaktır.

6.5.4. Santral binaları

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamında 4 adet santral binası inşa edilecektir. İlk santral binası 620,10 m Kuyruk suyu kotuna inşa edilecektir. 1 adet Francis tipi türbin bulunduracak santral binası yaklaşık olarak 28,00 m uzunluğunda, 19,30 m genişliğinde ve 17,00 m derinliğindedir. İkinci santral binası 394,00 m Kuyruk suyu kotuna inşa edilecektir. 1 adet Pelton tipi türbin bulunduracak santral binası yaklaşık olarak 18,00 m uzunluğunda, 16,30 m genişliğinde ve 18,00 m derinliğindedir. Üçüncü santral binası 277,00 m kuyruk suyu kotuna inşa edilecektir. 1 adet Pelton tipi türbin bulunduracak santral binası yaklaşık olarak 18,00 m uzunluğunda, 16,30 m genişliğinde ve 18,00 m derinliğindedir. Dördüncü santral binası 205,00 m kuyruk suyu kotuna inşa edilecektir. 1 adet Pelton tipi türbin

bulunduracak santral binası yaklaşık olarak 18,00 m uzunluğunda, 16,30 m genişliğinde ve 18,00 m derinliğindedir.

Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis dılecek olan HES projeleri, karakteristik bilgileri önceki bölümlerde verilmiş olan 4 adet HES projesinden oluşmaktadır. Söz konusu projeler planlaması yapılmış olan ve su iletimi için boru ihtiva eden iletim hattı üzerinde kurulacağı için işletme çalışmaları bu durum dikkate alınarak yapılmıştır.

Proje kapsamında santral binalarında tesis edilecek elektromekanik ekipmanların seçimi sırasında mevcut durumda yapımı planlanan Soğukpınar İsale Hattına ilişkin debi ve düşü gibi karakteristik bilgiler referans alınmıştır.

Mevcut veriler ışığında öncelikle isale hattı üzerinde kurulması düşünülen 4 adet HES projesi için gerekli debi ve düşü değerleri alternatifli olarak çalışılmış ve türbin seçimleri bu doğrultuda yapılmıştır.

Türbin seçimi konusunda yapılan çalışmalar sırasında hesaplamaların yanı sıra, kullanılacak olan mekanik ekipmanların içme suyu hattı üzerinde bulunacak olması durumu ayrıca değerlendirilerek seçimler yapılmıştır. Bu nedenle enerji üretimi için kullanılacak olan suların, santral binasında enerjileri alınmadan önceki haliyle akışına devam etmesi önemli bir husustur. Yapılan çalışmalar sırasında bu durum dikkate alınmış, türbin ekipmanlarının özellikle su ile temas edecek yüzeylerinde kaliteli paslanmaz çelik malzemeler kullanılması ve kaplama yapılması gibi özellikleri nedeniyle Avrupalı Türbin üreticileri referans alınmıştır.

Türbin ve jeneratör grupların belirlenmesi ile beraber giriş vanası, hidrolik güç ünitesi ve türbin kontrol sistemi gibi yardımcı sistemler ile santral binası elektromekanik ekipmanları tamamlanacaktır.

Soğukpınar İsale Hattı üzerinde kurulacak olan HES'lerin Ulusal Elektrik Sistemi ile paralele girmesi, OG barasında, senkronizasyon cihazı ile ünite kesicileri üzerinden otomatik olarak ya da el ile yapılacaktır. Bu amaçla ünite kesicilerden önce, 31,5 kV gerilim seviyesinde gerilim ölçü trafoları kullanılarak senkronizasyon yapılmıştır.

Santral iç ihtiyaç sisteminin, 31,5 kV baraya bağlı bir adet 31.5/0.4 kV, 70 kVA'lık kuru tip iç ihtiyaç transformatörü ile beslenmesi şeklinde projelendirilmiştir. Ayrıca, istenmeyen durumlar halinde, drenaj ve yağ pompaları, acil aydınlatma, ölçme, arıza ihbar gibi öncelikli sistemlerin kesintisiz olarak beslenmelerini sağlanabilmesi için bir adet 50 kVA'lık acil dizel-jeneratör gurubunun tesisi planlanmıştır.

6.5.5. Türbin tipi, ünite gücü ve adedi

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamında kurulacak tesisler için yapılan çalışmalar neticesinde ünite güçleri şu şekilde gerçekleşecektir;

HES-1 santral binasında tesis edilecek olan 1 adet türbin-jeneratör grubu, proje düşüsü ve debisi dikkate alınarak 230 kW gücünde Francis tipi türbin ve elektrik üretimi amacıyla bu türbine direkt olarak bağlanacak olan jeneratör ile yardımcı sistemlerden oluşacaktır.

Bu rapor kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde HES-2 santral binasında tesis edilecek olan 1 adet türbin-jeneratör grubu, proje düşüsü ve debisi dikkate alınarak, 841 kW gücünde Yatay Pelton tipi türbin ve elektrik üretimi amacıyla bu türbine direkt olarak bağlanacak olan jeneratör ile yardımcı sistemlerden oluşacaktır.

Bu rapor kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde HES-3 santral binasında tesis edilecek olan 1 adet türbin-jeneratör grubu, proje düşüsü ve debisi dikkate alınarak, 476 kW gücünde Yatay Pelton tipi türbin ve elektrik üretimi amacıyla bu türbine direkt olarak bağlanacak olan jeneratör ile yardımcı sistemlerden oluşacaktır.

Bu rapor kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde HES-4 santral binasında tesis edilecek olan 1 adet türbin-jeneratör grubu, proje düşüsü ve debisi dikkate alınarak, 639 kW gücünde Yatay Pelton tipi türbin ve elektrik üretimi amacıyla bu türbine direkt olarak bağlanacak olan jeneratör ile yardımcı sistemlerden oluşacaktır.

6.5.6. Jeneratör tipi ve kapasitesi

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamında kurulacak tesisler kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde, HES-1 projesinde kullanılacak olan ve türbin şaftına doğrudan akuple bağlanacak 3 fazlı jeneratör kapasitesi 260 kVA olarak belirlenmiştir. Çıkış gerilimi 400 V olarak seçilen jeneratörün hızı 750 d/d ve güç faktörü ise 0,9 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.10. HES-1 jeneratör bilgileri.

Tipi	3 Fazlı Senkron
Jeneratör Gücü	275 kVA
Ünite Adedi	1 Adet
Güç Faktörü	0,90

Tablo 6.10. (Devam) HES-1 jeneratör bilgileri.

Anma Gerilimi	0,4 kV
Frekansı	50 Hz
Senkron Hız	750 rpm
Verimi	96,5 %

HES-2 projesinde kullanılacak olan ve türbin şaftına doğrudan akuple bağlanacak 3 fazlı jeneratör kapasitesi 935 kVA olarak belirlenmiştir. Çıkış gerilimi 400 V olarak seçilen jeneratörün hızı 750 d/d ve güç faktörü ise 0,9 olacaktır.

Tablo 6.11. HES-2 jeneratör bilgileri.

Tipi	3 Fazlı Senkron
Jeneratör Gücü	975 kVA
Ünite Adedi	1 Adet
Güç Faktörü	0,90
Anma Gerilimi	0,4 kV
Frekansı	50 Hz
Senkron Hız	750 rpm
Verimi	96,5 %

HES-3 projesinde kullanılacak olan ve türbin şaftına doğrudan akuple bağlanacak 3 fazlı jeneratör kapasitesi 450 kVA olarak belirlenmiştir. Çıkış gerilimi 400 V olarak seçilen jeneratörün hızı 750 d/d ve güç faktörü ise 0,9 olacaktır.

Tablo 6.12. HES-3 jeneratör bilgileri.

Tipi	3 Fazlı Senkron
Jeneratör Gücü	485 kVA
Ünite Adedi	1 Adet
Güç Faktörü	0,90
Anma Gerilimi	0,4 kV
Frekansı	50 Hz
Senkron Hız	750 rpm
Verimi	96,5 %

HES-4 projesinde kullanılacak olan ve türbin şaftına doğrudan akuple bağlanacak 3 fazlı jeneratör kapasitesi 715 kVA olarak belirlenmiştir. Çıkış gerilimi 400 V olarak seçilen jeneratörün hızı 750 d/d ve güç faktörü ise 0,9 olacaktır.

Tablo 6.13. HES-4 jeneratör bilgileri.

Tipi	3 Fazlı Senkron
Jeneratör Gücü	770 kVA
Ünite Adedi	1 Adet
Güç Faktörü	0,90
Anma Gerilimi	0,4 kV
Frekansı	50 Hz
Senkron Hız	750 rpm
Verimi	96,5 %

6.5.7. Trafo tipi ve kapasitesi

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamında kurulacak tesisler kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde;

HES-1'de üretilen enerji şebekeye aktarılmadan önce yükseltici bir Ana Güç Trafosu yardımıyla 31,5 kV gerilim seviyesine yükseltilecektir. Bu amaçla tesis edilecek olan Ana Güç Trafosu 400 kVA gücünde 0,4 / 31,5 kV gerilim seviyelerinde olacaktır. HES-2'de üretilen enerji şebekeye aktarılmadan önce yükseltici bir Ana Güç Trafosu yardımıyla 31,5 kV gerilim seviyesine yükseltilecektir. Bu amaçla tesis edilecek olan Ana Güç Trafosu 1 000 kVA gücünde ve 0,4 / 31,5 kV gerilim seviyelerinde olacaktır. HES-3'de üretilen enerji şebekeye aktarılmadan önce yükseltici bir Ana Güç Trafosu yardımıyla 31,5 kV gerilim seviyesine yükseltilecektir. Bu amaçla tesis edilecek olan Ana Güç Trafosu 630 kVA gücünde ve 0,4 / 31,5 kV gerilim seviyelerinde olacaktır. HES-4'de üretilen enerji şebekeye aktarılmadan önce yükseltici bir Ana Güç Trafosu yardımıyla 31,5 kV gerilim seviyesine yükseltilecektir. Bu amaçla tesis edilecek olan Ana Güç Trafosu 800 kVA gücünde ve 0,4 / 31,5 kV gerilim seviyelerinde olacaktır.

Tablo 6.14. Ana güç trafoları bilgileri.

VERİ	HES-1	HES-2	HES-3	HES-4
Tipi	Yağlı, 3F, H.	Yağlı, 3F, H.	Yağlı, 3F, H.	Yağlı, 3F, H.
Ünite Gücü	400 kVA	1000 kVA	630 kVA	800 kVA
Ünite Adedi	1 Adet	1 Adet	1 Adet	1 Adet
Anma Gerilimi	0,4 / 31,5 kV	0,4 / 31,5 kV	0,4 / 31,5 kV	0,4 / 31,5 kV
Vektör Grubu	YNd 11	YNd 11	YNd 11	YNd 11
Soğutma Tipi	ONAN	ONAN	ONAN	ONAN
Verim	99 %	99 %	99 %	99 %

Tablo 6.15. İç ihtiyaç trafoları bilgileri.

VERİ	HES-1	HES-2	HES-3	HES-4
Tipi	Yağlı, 3F, D.	Yağlı, 3F, D.	Yağlı, 3F, D.	Yağlı, 3F, D.
Ünite Gücü	50 kVA	50 kVA	50 kVA	50 kVA
Ünite Adedi	1 Adet	1 Adet	1 Adet	1 Adet
Anma Gerilimi	31,5 / 0,4 kV	31,5 / 0,4 kV	31,5 / 0,4 kV	31,5 / 0,4 kV
Vektör Grubu	Dyn 11	Dyn 11	Dyn 11	Dyn 11
Soğutma Tipi	ONAN	ONAN	ONAN	ONAN
Verim	99 %	99 %	99 %	99 %

Tablo 6.16. Dizel jeneratör bilgileri.

VERİ	HES-1	HES-2	HES-3	HES-4
Gücü	33 kVA	33 kVA	33 kVA	53 kVA
Adedi	1 Adet	1 Adet	1 Adet	1 Adet
Gerilimi	400/230 V	400/230 V	400/230 V	400/230 V
Frekans	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Devir	1500 d/d	1500 d/d	1500 d/d	1500 d/d

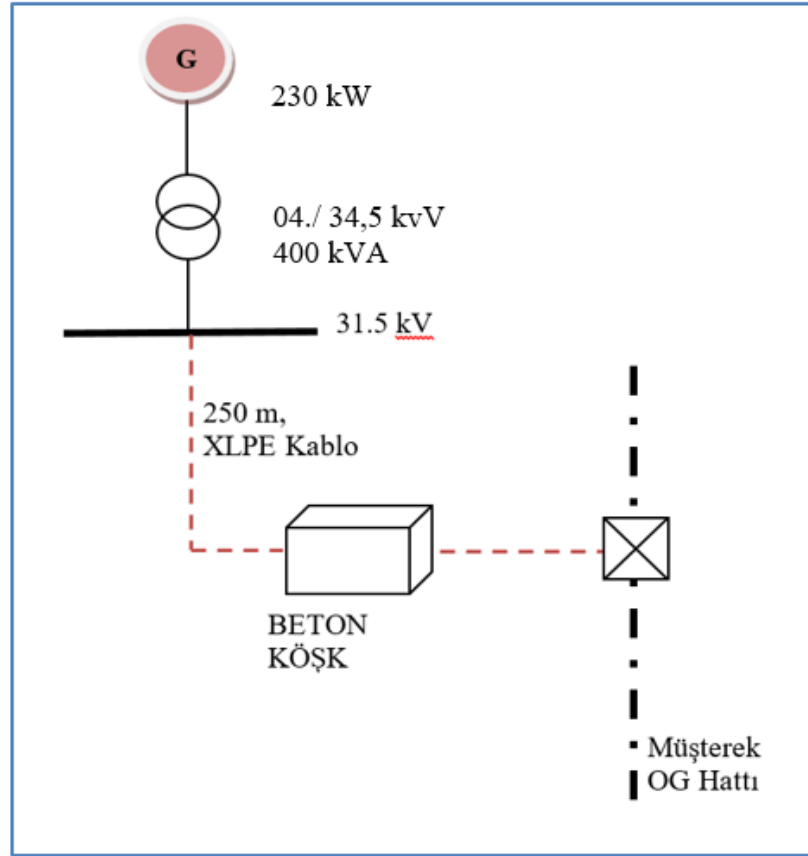
6.5.8. Şalt sahası ve enerji iletim hattı

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri kapsamında kurulacak tesisler kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde, HES-1'de tesis edilecek şalt sahası kapalı tip şalt sahası olarak düşünülmüştür. Kapalı şalt tesisinde ünite giriş ve hat çıkış hücrelerinin yanı sıra ölçüm hücreleri de bulunacaktır. Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES'lerin ulusal şebeke bağlantısı, saha incelemeleri ve ofis çalışmaları doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES-1 için şebeke bağlantısı şu şekilde belirlenmiştir.

Santral binası yol kenarına ve müşterek OG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır.(yaklaşık 250 m).

Proje yeri yakınından geçmekte olan müşterek OG hattı ile bağlantı yapılabileceği belirlenmiştir. Buna göre OG hattına girdi-çıkı şeklinde bağlantı yapılması için santral binasından itibaren yeraltı kablosu, ilgili Dağıtım Şirketi görüşleri doğrultusunda tesis edilecek olan beton köşk ile irtibatlandırılacaktır. Müşterek OG hattında ise bağlantı noktasında bir adet direk değişimi söz konusu olacaktır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu : 250 m
İletken Karakteristiği : 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer : Müşterek OG ENH (Girdi-Çıkı).



Şekil 6.10. HES-1 iletim hattı tek hattı.



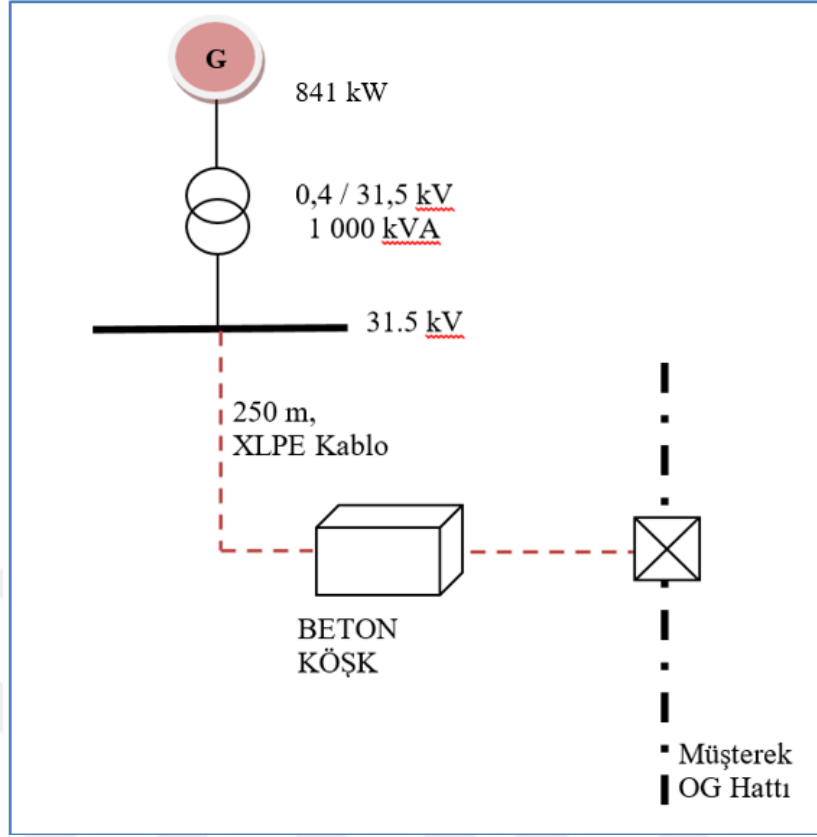
Şekil 6.11. HES-1 iletim hattı bağlantı noktası.

HES-2’de tesis edilecek şalt sahası kapalı tip şalt sahası olarak düşünülmüştür. Kapalı şalt tesisinde ünite giriş ve hat çıkış hücrelerinin yanı sıra ölçüm hücreleri de bulunacaktır.

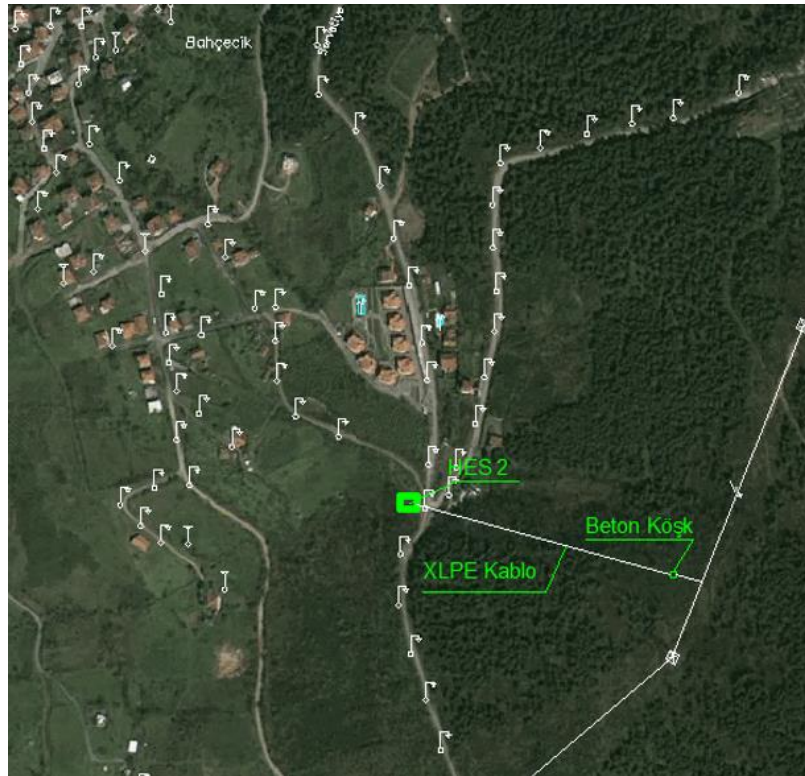
Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES’lerin ulusal şebeke bağlantısı, saha incelemeleri ve ofis çalışmaları doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES-2 için şebeke bağlantısı şu şekilde olacaktır.

HES-2 Santral binası yol kenarına ve müşterek OG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır.(yaklaşık 250). Proje yeri yakınından geçmekte olan müşterek OG hattı ile bağlantı yapılabileceği belirlenmiştir. Buna göre OG hattına girdi-çıkı şeklinde bağlantı yapılması için santral binasından itibaren yeraltı kablosu, ilgili Dağıtım Şirketi görüşleri doğrultusunda tesis edilecek olan beton köşk ile irtibatlandırılacaktır. Müşterek OG hattında ise bağlantı noktasında bir adet direk değişimi söz konusu olacaktır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu	: 250 m
İletken Karakteristiği	: 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer	: Müşterek OG ENH(Girdi-Çıkı).



Şekil 6.12. HES-2 iletim hattı tek hattı.



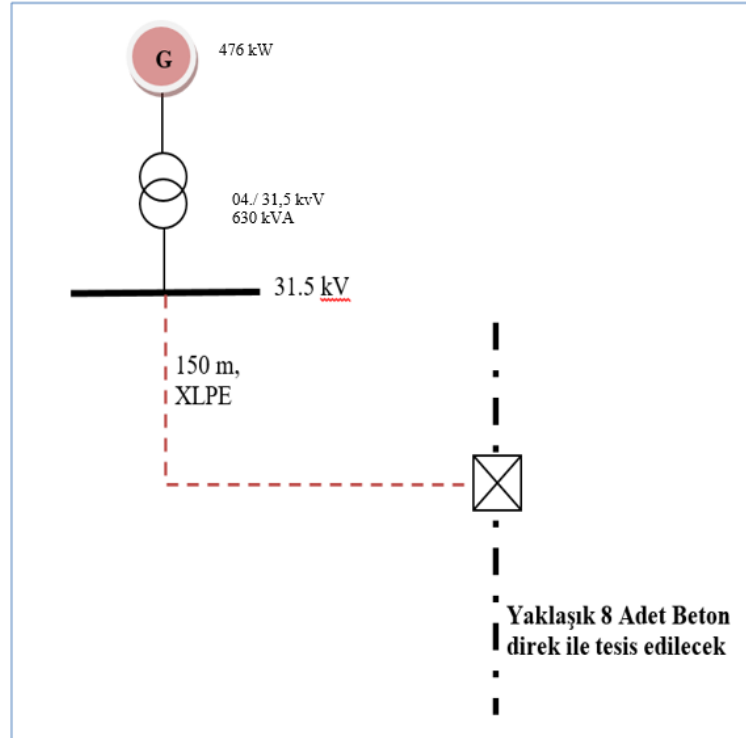
Şekil 6.13. HES-2 iletim hattı bağlantı noktası.

HES-3'de tesis edilecek şalt sahası kapalı tip şalt sahası olarak düşünülmüştür. Kapalı şalt tesisinde ünite giriş ve hat çıkış hücrelerinin yanı sıra ölçüm hücreleri de bulunacaktır.

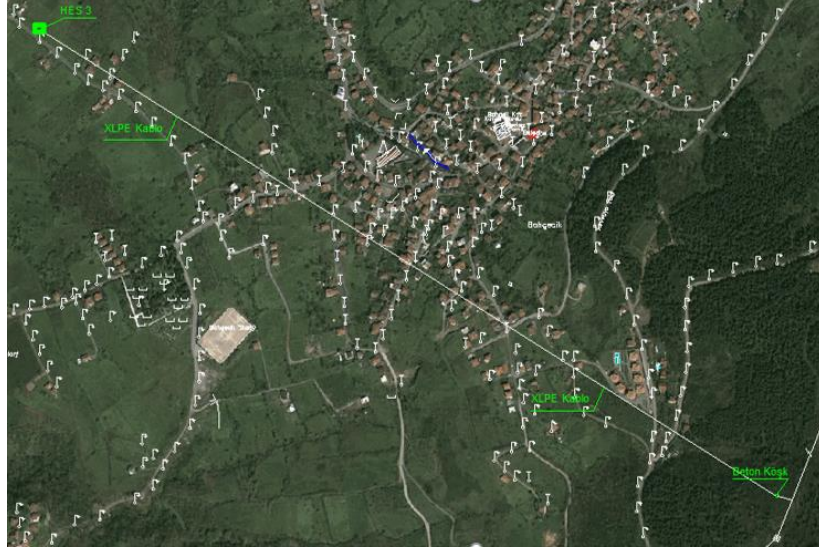
Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES'lerin ulusal şebeke bağlantısı, saha incelemeleri ve ofis çalışmaları doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES-3 için şebeke bağlantısı şu şekilde belirlenmiştir.

HES-3 Santral binası yol kenarına ve müşterek AG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır. Proje yeri yakınından geçmekte olan Alçak Gerilim Hattı ile beraber, 8-10 adet beton direk ve Swallow iletken kullanılarak OG hattı tesis edilecek ve HES-3 bu OG hattına girdi-çıkı şeklinde bağlanacaktır. HES-3 ile bağlantı yapılacak nokta arasında yaklaşık 150 m mesafe bulunmaktadır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu	: 150 m
İletken Karakteristiği	: 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer	: Müşterek OG ENH(Girdi-Çıktı).



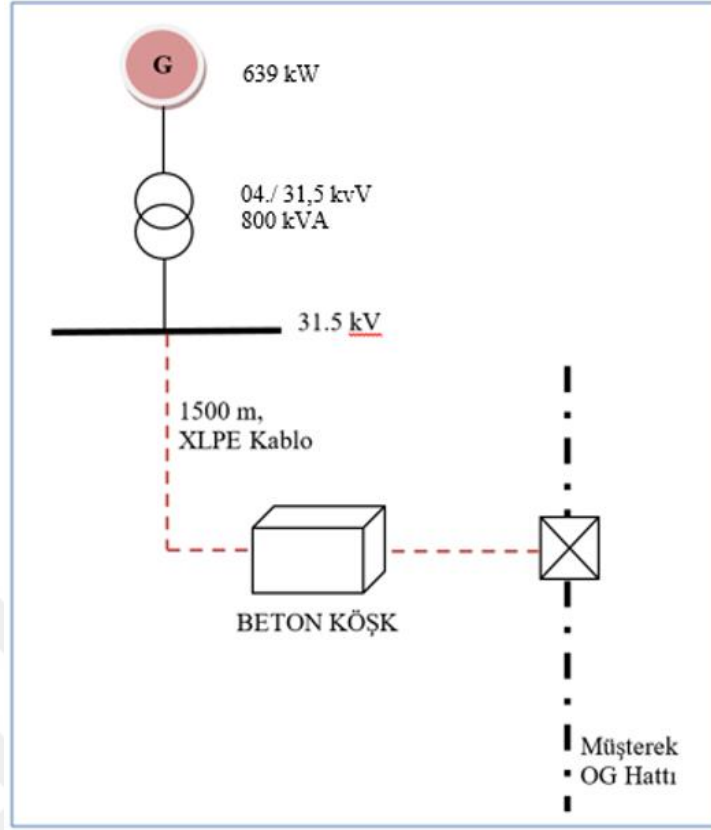
Şekil 6.14. HES-3 iletim hattı tek hattı.



Şekil 6.15. HES-3 iletim hattı bağlantı noktası.

HES-4'de tesis edilecek şalt sahası kapalı tip şalt sahası olarak düşünülmüştür. Kapalı şalt tesisinde ünite giriş ve hat çıkış hücrelerinin yanı sıra ölçüm hücreleri de bulunacaktır. Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES'lerin ulusal şebeke bağlantısı, saha incelemeleri ve ofis çalışmaları doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre Soğukpınar İsale Hattı üzerinde tesis edilecek olan HES-4 için şebeke bağlantısı şu şekilde olacaktır. HES-4 Santral binası yol kenarına ve müşterek AG Enerji Nakil Hattına 1500 m mesafede bir noktadadır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu	: 1500 m
İletken Karakteristiği	: 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer	: Müşterek OG ENH(Girdi-Çıktı).



Şekil 6.16. HES-4 iletim hattı tek hattı.

6.5.9. İşletme çalışması özeti

İşletme çalışması özet verileri bir halinde aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 6.17. İşletme çalışma özeti tablosu.

VERİLER	HES-1	HES-2	HES-3	HES-4
Cebri Boru Boyu	12 661 m	2 205 m	936,00 m	3998,00 m
Cebri Boru Çapı	0,90 m	0,60 m	0,60 m	0,40 m
Cebri Boru Yük Kaybı	23,54 m	24,41 m	6,21 m	35,80 m
Proje Debisi	0,70 m ³ /s	0,50 m ³ /s	0,43 m ³ /s	0,20
Brüt Düşü(H)	60,90 m	222,00 m	116,70 m	411,00 m
Net Düşü	37,36 m	197,59 m	110,49 m	375,20 m
Türbin Verimi (Vt)	0,930	0,900	0,900	0,900
Jeneratör Verimi (Vj)	0,965	0,965	0,965	0,965
Trafo Verimi (Vtr)	0,990	0,990	0,990	0,990
P	230 kW	841 kW	476 kW	639 kW
E _{Toplam}	1,7 GWh/yıl	6,47 GWh	3,56 GWh	1,84 GWh

6.6. Tesis Maliyeti

6.6.1. Maliyetlerin hesaplanmasındaki esaslar

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri sadece enerji üretim amaçlı bir projedir. Projenin maliyetini oluşturan başlıca yapılar; santral binaları, basınçlandırma havuzları ve elektrik ve elektromekanik ekipmanlardır. Izgara ve kapakların metrajlandırılmasında tablo ve abaklar, giriş vanası, türbin, jeneratör, trafo ve şalt elemanları gibi ithal edilecek elektromekanik ekipmanın maliyeti için üretici firmalardan alınan güncel fiyatlar kullanılmıştır. Metraj çalışmaları, projeleri oluşturan yapıların tümünü kapsamaktadır. Jeolojik, topoğrafik ve hidrolik açıdan boyutlandırılan yapıların metraj ve keşiflerinde, aşağıda sıralanan esaslar kabul edilmiştir.

- Keşiflerin çıkartılmasında, DSİ 2014 Birim Fiyatları kullanılmıştır.
- TL ve ABD Doları olarak verilen fiyatlarda, 1 \$= 2,45 TL eşitliği kullanılmıştır.

Çimento ve demir taşımaları, proje yerine en yakın merkezler temel alınarak mesafeler belirlenmiştir. Buna göre çimentonun Nuh Çimento Sanayi A.Ş.'den, demirin ise Ereğli Demir Çelik Fabrikası'ndan alındığı kabul edilmiştir. Kum-çakıl malzeme temin mesafeleri, proje alanında tespit edilen ocakları ve/veya malzeme alanları dikkate alınarak belirlenmiştir.

- Elektromekanik Donanım Maliyetleri, yurtdışı imalatçı firmalardan temin edilen teklif fiyatları kabul edilmiştir.
- Elektrik ve otomasyon fiyatları yurtiçi üretici firmalardan piyasa araştırması yapılarak belirlenmiştir.
- Enerji Nakil Hattı bedelleri, TEİAŞ tarafında tespit edilen fiyatlandırma üzerinden hesaplanmıştır.

6.6.2. Türk parasının değeri ve amerikan doları kuru

Ülkemizde, genel olarak birim enerji maliyetleri ve ithal edilecek makine ve ekipman US\$ bazında ifade edildiği için maliyet hesapları ve ekonomik değerlendirme US\$ bazında yapılacaktır. Ancak, diğer her türlü inşaat için yapılan harcamalar Türk Parası ile yapılacağından inşaat maliyetleri Türk Parası ile hesaplanacaktır.

6.6.3. Maliyetler

Hazırlanan projeler dikkate alınarak hesaplanan ve yukarıdaki öngörüler dahilinde elde edilen metrajlarla birim fiyatlar kullanılarak keşif bedelleri, keşif bedellerine %5

bilinmeyen giderler ilave edilerek tesis bedelleri, tesis bedelleri üzerine %10 etüt, proje kontrollük maliyetleri konularak proje keşif bedelleri hesaplanmıştır.

Kamulaştırma Maliyetleri;

Proje sahası geniş bir bölgede yayılmaktadır. Proje alanı Kocaeli Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılması planlanan isale hattı üzerinde yapılması planlandığından dolayı kamulaştırma yapılmayacak, eğer yapılacak ise bu kamulaştırma bedeli isale hattı projesi maliyetlerine ilave edilecektir.

Şantiye Tesisleri ve Kalıcı Yapılar Maliyetleri;

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri şantiye tesisleri ve kalıcı yapıları yapılması planlanan isale hattı şantiye tesislerini kullanacağından keşfe ilave bir maliyet eklenmemiştir.

Ulaşım Yolları Maliyeti;

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri tesis yerlerine ulaşım için mevcut yollar ile sağlanacak keşif tablosuna ilave bir maliyet eklenmeyecektir.

Elektromekanik Ekipman Maliyetleri;

Soğukpınar İsale Hattı HES projeleri için kullanılacak olan mekanik ekipmanların içme suyu hattı üzerinde bulunacak olması durumu, türbin seçimi konusunda hassasiyet gerektirdiğinden türbin ekipmanlarının özellikle su ile temas edecek yüzeylerinde kaliteli paslanmaz çelik malzemeler kullanılması ve kaplama yapılması gibi özellikleri nedeniyle, bu konudaki deneyimleri ve kaliteli malzeme kullanımı dikkate alınarak Avrupalı Türbin üreticileri referans alınmıştır.

Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri için giriş vanası, türbin, jeneratör, hidrolik güç ünitesi, türbin kontrol ve koruma sistemi, mekanik ekipmanların montajı, SCADA, trafo, şalt elemanları ve elektrik montajı gibi elektromekanik ekipmanların maliyeti için temin edilen teklifler doğrultusunda, HES-1 için kilovat başına birim maliyet 2 334 \$, HES-2 için kilovat başına birim maliyet 1 032 \$, HES-3 için kilovat başına birim maliyet 1 963 \$ ve HES-4 için kilovat başına birim maliyet 1 301 \$ olarak ortaya çıkmıştır. Bu değerler elektromekanik donanım bedellerini ve şalt sahalarını kapsamakta olup, ünite siparişlerinin Avrupa ülkelerinden birinden yapılacağı düşünülmüştür.

Enerji İletim Hattı Maliyetleri;

HES-1 santral binası yol kenarına ve müşterek OG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır.(yaklaşık 250 m). Proje yeri yakınından geçmekte olan müşterek OG hattı ile bağlantı yapılabileceği belirlenmiştir. Buna göre OG hattına girdi-çıkıtı şeklinde bağlantı yapılması için santral binasından itibaren yeraltı kablosu, ilgili Dağıtım Şirketi görüşleri doğrultusunda tesis edilecek olan beton köşk ile irtibatlandırılacaktır. Müşterek OG hattında ise bağlantı noktasında bir adet direk değişimi söz konusu olacaktır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu : 250 m
İletken Karakteristiği : 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer : Müşterek OG ENH (Girdi-Çıkıtı).

HES-2 Santral binası yol kenarına ve müşterek OG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır.(yaklaşık 250 m). Proje yeri yakınından geçmekte olan müşterek OG hattı ile bağlantı yapılabileceği belirlenmiştir. Buna göre OG hattına girdi-çıkıtı şeklinde bağlantı yapılması için santral binasından itibaren yeraltı kablosu, ilgili Dağıtım Şirketi görüşleri doğrultusunda tesis edilecek olan beton köşk ile irtibatlandırılacaktır. Müşterek OG hattında ise bağlantı noktasında bir adet direk değişimi söz konusu olacaktır.

Hattın Uzunluğu : 250 m
İletken Karakteristiği : 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer : Müşterek OG ENH(Girdi-Çıkıtı).

HES-3 Santral binası yol kenarına ve müşterek AG Enerji Nakil Hattına yakın bir noktadadır. Proje yeri yakınından geçmekte olan Alçak Gerilim Hattı ile beraber, 8-10 adet beton direk ve Swallow iletken kullanılarak OG hattı tesis edilecek ve HES-3 bu OG hattına girdi-çıkıtı şeklinde bağlanacaktır. HES-3 ile bağlantı yapılacak nokta arasında yaklaşık 150 m mesafe bulunmaktadır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu : 150 m
İletken Karakteristiği : 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer : Müşterek OG ENH.

HES-4 Santral binası müşterek OG Enerji Nakil Hattına yaklaşık 1500 m uzaklıktadır. Detaylı bağlantı bedelleri nihai projelerin tamamlanması ile oluşacaktır.

Hattın Uzunluğu : 1500 m

İletken Karakteristiği : 1x95/16 XLPE
Bağlanacağı Yer : Müşterek OG ENH(Girdi-Çıktı).

Yukarı detayları verilen bağlantılar ile ilgili olarak oluşan maliyet HES-1 için 25 000 \$, HES-2 için 25 000 \$, HES-3 için 15 000 \$ ve HES-4 için 45 000 \$ olarak alınmıştır.

6.6.4. Yatırım programı ve yatırımın yıllara dağılımı

Soğukpınar İsale Hattı HES Projelerinin her biri esas itibariyle bünyesinde santral binası ve basınçlandırma havuzu ihtiva eden HES projeleridir. Projelerin 1 yılda rahatlıkla tamamlanabileceği düşünülmektedir. Burada inşaat süresini belirleyecek olan en önemli nokta elektromekanik ekipmanın ihale edilerek imalat ve montajdır.

Türkiye ve Dünya piyasalarında HES sektöründe mevcut durumdaki hareketlilik sebebi ile Elektromekanik Donanım imalatı da kritik hat üzerinde yer almakta ve birçok HES projesinde yatırımın süresini belirleyici unsur olmaktadır. Avrupa Türbin imalatçıları sözleşmenin imzalanmasını takiben 10–15 ay (ortalama olarak 12 ay kabul edilebilir) gibi teslim süreleri vermektedir. Dolayısıyla proje için devralma kararının alınmasını takiben biran önce elektromekanik donanım için görüşmelere ve teklif alınmaya başlanması ve bu kısım ile ilgili termin süresini netleştirerek yatırımı buna göre programlamak en uygun yöntemdir.

Tablo 6.18. Soğukpınar isale hattı hes projeleri iş programı.

SIRA NO	YAPILAN İŞİN ADI	1. yıl											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	HES-1 SANTRAL BİNASI	■	■	■	■	■	■	■					
2	HES-1 BASINÇLANDIRMA HAVUZU					■	■	■					
3	HES-2 SANTRAL BİNASI	■	■	■	■	■	■						
4	HES-2 BASINÇLANDIRMA HAVUZU					■	■	■					
5	HES-3 SANTRAL BİNASI	■	■	■	■	■	■						
6	HES-3 BASINÇLANDIRMA HAVUZU					■	■	■					
7	HES-4 SANTRAL BİNASI	■	■	■	■	■	■						
8	HES-4 BASINÇLANDIRMA HAVUZU					■	■	■					
9	HİDROMEKANİK EKİPMAN						■	■	■				
10	ELEKTROMEKANİK EKİPMAN			■	■	■	■	■	■	■			
11	İLETİM HATTI								■	■	■		
12	MONTAJ VE DENEME TESTİ											■	■

TİCARİ ÜRETİME GEÇİŞ

6.7. Projenin Ekonomik Analizi

6.7.1. Yatırım maliyeti ve yıllık giderler

Soğukpınar İsale Hattı HES Projelerinde inşa edilecek olan tesislerin maliyetleri Bölüm 8'deki tablolarda ayrı ayrı hesaplanarak gösterilmiştir. Ayrıca toplam yatırım maliyeti de keşif maliyetlerinin üzerine %5 bilinmeyen gider, %10 etüd, proje, mühendislik ve kontrollük giderleri ve faiz eklenerek elde edilmiştir.

Projenin ekonomik ömrü, 1 yıl sürecek inşaat faaliyetlerinden sonra 50 yıl olarak alınmıştır. Proje ekonomik analizi yapılırken inşaat başlangıç yılı olarak günümüz kabul edildiğinden, inşaat faaliyetleri boyunca kredi faizleri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca yıllık giderler hesaplanırken sigortalar ve vergiler dâhil edilmemiştir.

Yıllık işletme bakım, onarım, yenileme ve genel giderler Tablo 9.1 ve Tablo 9.2'de gösterilmiştir. Yıllık işletme ve bakım gideri 62 345 \$ olarak hesaplanmış ve Tablo 9.1'de gösterilmiştir. Ayrıca 37. işletme yılında elektromekanik ekipman maliyetinin %100'ü kadar bakım ve onarım gideri analize dahil edilmiştir.

6.7.2. Fayda ve yıllık gelirler

Soğukpınar İsale Hattı HES Projelerinde enerji faydaları hesaplanırken DSİ'nin belirlediği güvenilir ve sekonder enerji fiyatları kullanılmıştır. Elektrik piyasasındaki güncel satış fiyatlarındaki değişimlere bağlı olarak fiyatlar ve enerji faydaları güncelleştirilmelidir. Raporda bu durum göz önüne alınmış ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları'na dayalı elektrik üretimini teşvik etmeyi amaçlayan 5346 sayılı kanunda belirtilen satış fiyatlarına ek olarak, üretilen toplam enerji 10,0 ¢ ile satılmıştır.

Tablo 6.19. Soğukpınar HES 1-2-3-4 üretim miktar ve gelirleri.

	\$/kWh	E (kWh)	Gelir (\$)	E (kWh)	Gelir (\$)	E (GWh)	Gelir (\$)	E GWh	Gelir (\$)
		HES-1		HES-2		HES-3		HES-4	
E _{güvenilir}	0,073								
E _{sekonder}	0,073	1.716.131	125.278	6.466.839	472.079	3.560	218.905	1.840	134.919
Toplam		1.716.131	125.278	6.466.839	472.079	3.560	218.905	1.840	134.919
Soğukpınar HES Projeleri Toplamı				E (kWh)		Gelir (\$)			
				13.590.000		984.510			

Soğukpınar İsale Hattı HES Projelerinde enerji satış gelirinun dışında, Hidroelektrik Santraller atmosfere salınan sera gazları miktarında dolaylı olarak azaltma sağladığından, yıllık bazda karbon geliri olacaktır. Bu raporda ve ekonomik analiz çalışmalarında bu gelir dikkate alınmamıştır. Ancak kredileme çalışmasında mutlaka dikkate alınması gereken bir kriterdir.

6.7.3. Gelir gider oranı

Gelir gider oranı 50 yıllık gelir ve gider nakit akışlarına göre yapılmıştır. % 9.5 iskonto oranı ile birinci yıla taşınan gelir ve giderin bölümünden gelir/gider oranı hesaplanmıştır.

Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri için hesaplanan gelir/gider oranı Tablo 6.7.3.1' de verilmiştir. Tablo 9.4, Tablo 9.7, Tablo 9.10 ve Tablo 9.12'de DSİ birim fiyatları ve % 20 indirimli maliyetlerin kullanılıp, 10.0 ¢ ve DSİ satış fiyatlarıyla satış yapılarak gelir gider oranları da elde edilmiştir.

Tablo 6.20. Soğukpınar İsale Hattı HES Projeleri için hesaplanan gelir/gider oranı.

	Gelir / Gider
DSİ birim fiyatlarına göre maliyetler (3.3¢ ve 6¢ ile satış)	1,75
% 20 indirimli maliyetler (3.3¢ ve 6¢ ile satış)	1,84
DSİ birim fiyatlarına göre maliyetler (10.0¢ satış)	2,39
% 20 indirimli maliyetler (10.0¢ satış)	2,52

6.7.4. Birim enerji maliyeti

Birim enerji maliyeti yıllık giderin bir yılda üretilen toplam enerjiye bölünmesi ile bulunmaktadır. Buna göre proje için hesaplanan birim enerji maliyeti Tablo 6.7.4.1'de verilmiştir.

Tablo 6.21. Birim Enerji Maliyetleri.

	Birim Enerji Maliyeti (¢/kWh)
DSİ birim fiyatlarına göre	3,33
% 20 indirimli maliyetler ile	3,13

6.7.5. Gerçekleşen maliyetler ve gelir analizi

2019 yılı itibariyle enerji üreterek sisteme verecek olan Soğukpınar HES 1-2-3-4 tesislerinin gerçekleşen maliyet analizlerini yapacak olursak, toplamda KDV dahil 19.683.756 TL. bedel karşılığı tesisler tamamlanmıştır. Söz konusu tesislerde üretilen yıllık enerji, HES 1 de 1.700.200 kWh, HES 2 de 6.470.000 kWh, HES 3 te 3.000.000 kWh, HES 4 te ise 1.850.000 kWh olacaktır. Bu üretimlerin karşılığı olarak toplamda 13.040.000 kWh enerji üretilenektir. Bu üretim sonucunda dolar kuru 2019 Mayıs ayı dolar kuru ve lisanslı HES enerji satış birim fiyatı göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalarda toplam 5.521.136 TL., dağıtım bedeli çıkartıldığında ise 5.330.217 TL. (KDV dahil 6.289.656,48 TL.) gelir elde edilecektir.

Tablo 6.22. Gelir Tablosu.

Tesisler	Proje Debisi (m ³) 1.Dönem = 4 Ay	Yıllık Çalışma Süresi (Saat)	Kurulu Güç (kW/kWp)	Yıllık Enerji Üretimi (kWh)	Yatırım Maliyeti (KDV'siz)	Toplam Gelir (TL)	Dağıtım Bedeli (TL)	Diğer Giderler (TL)	Net Gelir (TL)	Geri Kazanım Süresi (YIL)
SOĞUKPINAR HES-1	1.Dönem 0,7 2. Dönem 0,5 3. Dönem 0,3	2920 2920 2920	230	1.720.000	4.517.914,00	728.248,00	32.176,04	35.000,00	661.071,96	6,83
SOĞUKPINAR HES-2	1.Dönem 0,5 2. Dönem 0,5 3. Dönem 0,3	2920 2920 2920	841	6.470.000	3.960.524,00	2.692.167,00	121.034,29	35.000,00	2.536.132,71	1,56
SOĞUKPINAR HES-3	1.Dönem 0,5 2. Dönem 0,5 3. Dönem 0,3	2920 2920 2920	476	3.560.000	5.774.866,75	1.507.304,00	66.596,92	35.000,00	1.405.707,08	4,11
SOĞUKPINAR HES-4	1. Dönem 0,2	2920	639	1.840.000	3.971.617,00	782.443,20	34.570,00	35.000,00	712.873,20	5,57
TOPLAM/ORT	-	-	2.186	13.590.000	18.224.921,75	5.710.162,20	254.377,25	140.000,00	5.315.784,95	3,43

6.8. Türbin ve Alternatör Fabrika Testleri

6.8.1. Türbin fabrika testleri

Tesislerde kullanılan türbinler Avusturya firması olan WASSERKRAFT farikasında imal edilmiştir. Pelton tipi türbin hidrolik test düzeneğinde test edilmiş ve mızrak hareketleri kontrol edilmiştir. Test sonuçlarını gösterir belgeler çalışmanın ekinde sunulmuştur.



Şekil 6.17. Kullanılan türbinlere ait bir resim.



Şekil 6.18. Türbin fabrika testlerine ait resim.

6.8.2. Alternatör fabrika testleri

Tesislerde kullanılan alternatörler Almanya firması olan AEM farikasında imal edilmiştir. Tüm alternatörlerin elektriksel çıkış verileri, titreşim verileri, sargı izolasyonları gibi ölçülebilir veriler ölçülmüş ve testleri yapılmıştır. Test sonuçlarını gösterir belgeler çalışmanın ekinde sunulmuştur.



Şekil 6.19. Kullanılan alternatörlere ait bir resim.



Şekil 6.20. Alternatörlerin fabrika testlerine ait resim.

6.8.3. Elektrik panoları testleri

Tesislerde kullanılan alternatörler Almanya firması olan FEE farikasında imal edilmiştir. Tüm pano ve şalt malzemelerinin testleri yapılmıştır.



Şekil 6.21. Kullanılan panolara ait bir resim.




Şekil 6.22. Panoların fabrika testlerine ait bir resim.

6.9. Resmi Gereklilikler

Enerji üretim tesislerinde proje aşamasında ve uygulama aşamasında gerekli olan resmi belgelerin ilgili Kurumlardan alınması ve istenen projelerin onaylatılması gerekmektedir.

6.9.1. Resmi kuruluşlardan alınan izinler

Her hidroelektrik santralının hayata geçirilmesi için DSI' den su tahsis izni alınması gerekmektedir. Soğukpınar hidroelektrik santralleri için alınan su tahsis belgesi ve dağıtım şirketinden alına çağrı mektubu örnek olarak aşağıda gösterilmiştir.

 s e d a ş	LİSANSLI ÜRETİM ŞİRKETLERİNDEN TALEP EDİLECEK BELGELER LİSTESİ
<ol style="list-style-type: none">1. Kullanıcı(Abone) No su (Yeni Anlaşmalarda SEDAŞ tarafından verilecektir.)2. Lisanslı Üretim Şirket bilgileri (Talep Edilen Form)3. Lisans (Bağlantı Anlaşmasında)4. Özel Hükümler (Bağlantı Anlaşmasında)5. Ticaret Sicil Gazetesi sureti (Bağlantı Anlaşmasında)6. Şirket Kaşesi (Bağlantı Anlaşmasında)7. İmza Sirküsü(Bağlantı Anlaşmasında)8. Vekaletname((Bağlantı Anlaşmasında)9. İmzaya yetkili kişi/kişilerin kimlik fotokopisi. (Bağlantı Anlaşmasında)10. Tapu kaydı/ yapı kullanma izni veya yetkili kurumlarca yazı (Bağlantı Anlaşmasında)11. Kira Sözleşmesi (Bağlantı Anlaşmasında)12. EPDK görüş yazısı (Bağlantı Anlaşmasında)13. Satışa esas enerjinin (Veriş-Çekiş) ölçüm noktası, ölçüm sistemi tek hat şeması14. Santralin sisteme bağlandığı/bağlanacağı tarih.(ANLAŞMADA BELİRTİLECEK)15. Proje (İlgili kurumlarca onaylanıp Geçici kabul yapıldıktan sonra sistem enerji vereceği zaman)16. Kurulu güç, Anlaşma gücü (Üretim), Tahsis edilen güç ve Bağlantı gücü(ANLAŞMADA BELİRTİLECEK)17. Tüketim Faturası (Kurulacak üretim tesisinde tüketim sayacı mevcut ise)18. Geçici Kabul (Tesis Devreye alındığında)19. Çed raporu (HES için)20. Yakın abone Numarası21. Kofre Numarası (SEDAŞ Coğrafi Bilgi Sistemlerinden talep edilecek) (Bağlantı Anlaşmasında)22. HES'ler onaylı proje (TEMSAN onaylayacak) (Sistem Kullanım Anlaşması)23. İrtibat Projesi (Sistem Kullanım Anlaşması)	

Şekil 6.23 Bağlantı anlaşması için gerekli evrak listesi.



T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DSİ Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı

İADELİ TAAHHÜTLÜ

Sayı : 12716989-118-514451
Konu : Kocaeli Büyükşehir Belediyesi
Soğukpınar HES Hk.

06.08.2015

**KOCAELİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ İSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE
(Serdar Mahallesi D-100 Karayolu Üzeri İzmit / KOCAELİ)**

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun 14 üncü maddesinin beşinci fıkrasında dayanılarak enerji üretimi amacıyla, Belediyeler tarafından işletilen içme-kullanma suyu isale hatları ile atık su isale hatları üzerinde lisanssız üretim yapmak üzere, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İSU Genel Müdürlüğü tarafından başvurusu yapılan ve enerji kazanımı projesi kapsamında hazırlanmış olan, "**Soğukpınar İsale Hattı HES Projesi**"ne ait **Mart-2015** tarihli *Fizibilite Raporu* Kurumumuz tarafından incelenmiştir. Raporla ilişkin oluşturulan görüşlerimiz aşağıda verilmiştir.

Soğukpınar İsale Hattı Projesi Soğukpınar Kaynağından alınarak Başiskele ve Gölcük ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere planlanmıştır. İsale hattının mevcut durumda var olduğu ancak güncel nüfusa göre ve borularda meydana gelen hasarlardan ötürü rehabilitasyon çalışması yapıldığı Büyükşehir Belediyesi ile yapılan şifahi görüşmelerde belirtilmiştir.

1-Soğukpınar İsale Hattı HES Projesi, Kocaeli ili Başiskele ilçe sınırları içerisinde Soğukpınar Kaynağından alınarak Başiskele ve Gölcük ilçelerinin içme suyu ihtiyacını karşılamak üzere kurulacak isale hattı üzerine 4 ayrı noktada Soğukpınar İsale Hattı HES tesislerinin kurulması planlanmıştır. Anılan HES'ler 1/25 000 ölçekli G 23-c 2 nolu topoğrafik haritada yer almaktadır.

2- Soğukpınar Kaynağı 684,00 m kotundan iletim kanalı vasıtasıyla alınan su yükleme havuzu ve oradan da cebri boru yardımıyla 4 ayrı santrale iletilecektir.

-Birinci kademede ; 614,83 m işletme su seviyesinde alınan su $Q_p=0,70 \text{ m}^3/\text{s}$ maksimum proje debisinde ve 620,10 m kuyuksuyu kotunda tesis edilecek olan 238,59 kWm / 230,24 kWe kurulu güçteki (1 adet yatay Francis türbin) HES-1 santrale (748 092 : D , 4 498 381 : K) düşürülerek yılda toplam 1 716 131 kWh/yıl enerji üretilmesi planlanmaktadır. Enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna, oradan da isale hattı ile tevzi maslağında kurulacak olan ikinci kademede HES-2' ye ulaşacaktır.

-İkinci kademede ; 616,00 m işletme su seviyesinde alınan su $Q_p=0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ maksimum proje debisinde ve 394,00 m kuyuksuyu kotunda tesis edilecek olan 872,26 kWm / 841,73 kWe kurulu güçteki (1 adet yatay Pelton türbin) HES-2 santrale (746 816 : D , 4 505 617 : K) düşürülerek yılda toplam 6 466 839 kWh/yıl enerji üretilmesi planlanmaktadır. Enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna iletilecek olup, bu noktada isale hattı, Karşıyaka ve Gölcük bölgelerine içme suyu iletmek amacıyla ikiye ayrılmaktadır. Üçüncü kademede HES-3 Gölcük bölgesine giden isale hattı üzerinde planlanmaktadır.

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Aynıdır

**Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Orijinal elektronik belge adresi: "https://evrakdogrula.dsi.gov.tr". Doğrulama Kodu: XSJV-YVJ8-MP02-1365**

Adres : Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı Etlik Caddesi No:47 06110
Etlik/ANKARA
Telefon : (312) 454 33 82 Belgegeçer (Fax) : (312) 341 33 83 Elektronik Ağ:
www.dsi.gov.tr

Bilgi İçin:
Seda KIZIRGİL Mühendis
Telefon : 0312-3412160/3642
e-posta : sedakizirgil@dsi.gov.tr

Şekil 6.24. Su tahsisi belgesi.

-Üçüncü kademede ; 393,70 m işletme su seviyesinde alınan su $Q_p=0,43 \text{ m}^3/\text{s}$ maksimum proje debisinde ve 277,00 m kuyruksuyu kotunda tesis edilecek olan 493,46 kWm / 476,19 kWe kurulu güçteki (1 adet yatay Pelton türbin) HES-3 santrale (746 392 : D , 4 505 689 : K) düşürülerek yılda toplam 2 998 700 kWh/yıl enerji üretilmesi planlanmaktadır. Enerjisi alınan sular basınçlandırma havuzuna iletilecektir.

-Dördüncü kademede ; 616,00 m işletme su seviyesinde alınan su $Q_p=0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ maksimum proje debisinde ve 205,00 m kuyruksuyu kotunda tesis edilecek olan 662,53 kWm / 639,34 kWe kurulu güçteki (1 adet yatay Pelton türbin) ve isale hattının diğer kolunda projelendirilmiş olan HES-4 santrale (748 726 : D , 4 503 344 : K) düşürülerek yılda toplam 1 848 203 kWh/yıl enerji üretilmesi planlanmaktadır.

3- Soğukpınar İsale Hattı HES Projesi, içme suyu isale hattı üzerinde tesis edileceğinden içme suyu kaynağında herhangi bir debi ölçümünün yapılmadığı raporda belirtilmiş olup, proje su temini değerlerinin Büyükşehir Belediyesinden alınan içme suyu ihtiyacı debi verilerinin esas alındığı belirtilmiştir. Soğukpınar Kaynağından içme suyu ihtiyacı için yılın 4 ayı 700 l/s, 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s su alındığı belirtilmiştir. Soğukpınar kaynağından içme suyu için alınan suyun aynı zamanda HES-1'e elektrik üretimi için de bu debilerde geldiği belirtilmiştir. Dolayısıyla HES-1 yılın 4 ayı 700 l/s , 4 ayı 500 l/s ve geri kalan 4 ayda ise 300 l/s su debisiyle çalışacaktır. Yılın 4 ayında HES-1 de türbinlenen 700 l/s suyun , 200 l/s'si HES-4 e verilecektir. HES-4 yılın 4 ayı bu debi ile çalışacaktır diğer zamanlarda herhangi bir su geliri olmayacaktır. HES-1 den HES-2'ye yılın 4 ayında HES-4 den geriye kalan 500 l/s su gelecektir. Geri kalan 4 ayda 500 l/s, diğer 4 ayda 300 l/s su geliri olacaktır. HES-2 den HES-3 e ise 8 ay 430 l/s geri kalan 4 ayda ise 230 l/s su geliri olacaktır. Debi farklılıklarının nedeni raporda belirtilmemiştir.

4- İçme suyu isale hattının 4 ayrı noktasında projelendirilen HES'lere gelen debilere göre yapılan hesaplamalarda; cebri boru çapı, mevcut isale hattı projesindekilerle uyumlu olmadığı durumlarda alternatif çapların kullanıldığı belirtilmiştir. Ancak yılın belli aylarda Soğukpınar İsale Hattı HES Projesindeki hidroelektrik santrallere gelen debi değerleri farklılık gösterdiğinden, çap-debi optimizasyonunun dönemsel debiler dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Ancak raporda herhangi bir debi-çap optimizasyonu yapılmamıştır.

5- Birinci kademede suyun 614,83 m kotundan alınarak 620,10 m kuyruk suyu kotunda tesis edilecek santrale iletileceği belirtilmiştir. Ancak hidroelektrik enerji üretim tesisindeki amaç daha üst kotlarda alınan suyun, daha düşük kotlara düşürülmesi ile mekanik enerji kazandırılmış olan suyun enerjisinin sonrasında türbinlerde elektrik enerjisine dönüştürülmesidir. Bu nedenle bu kademede kot uyumsuzluğunun yanlış yazılmadan kaynaklı olduğu kanaatine varılmıştır.

6- Raporda Bölüm-4 (İklim ve Su Kaynakları)'de Soğukpınar Kaynağından suyun alındığı kotun diğer bölümlerden farklı olarak 681,00 m olduğu belirtilmiştir.

7- Santralin yüksek debilerde çalışırken aniden durması halinde isale hattının akış bütünlüğünü korumak amacıyla birer adet enerji kırıcı vana ve tahliye borusu yapılacağı ve dolayısıyla bu sistem sayesinde isale hattının susuz kalmayacağı belirtilmiştir.

8- Projede 4 ayrı HES projelendirildiğinden ve ayrıca 4'er ay olarak gelen debiler farklılık gösterdiğinden , türbinlerin seçiminde farklı proje debilerine göre sırasıyla $0,70 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$, $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ debi ve net düşü verileri ise sırasıyla $H = 37,36 \text{ m}$, $H = 197,59 \text{ m}$, $H = 110,49 \text{ m}$ ve $H = 375,20 \text{ m}$ lik düşü (kayıplar düşülmüştür) değerleri dikkate alınarak türbin

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. Elektronik İmza ile Aynıdır
Orjinal elektronik belge adresi: <https://evrakdogrula.dsi.gov.tr> Doğrulama Kodu: XSJV-YVJ8-MP02-1365

Adres : Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı Etlük Caddesi No:47 06110
Etlük/ANKARA
Telefon : (312) 454 33 82 Belgegeçer (Fax) : (312) 341 33 83 Elektronik Ağ:
www.dsi.gov.tr

Bilgi için:
Seda KIZIRGİL Mühendis
Telefon : 0312-3412160/3642
e-posta : sedakizirgil@dsi.gov.tr

Şekil 6.24. (Devam) Su tahsisi belgesi.

seçimi yapılmıştır. Enerji kazanımı projelerinde kullanılacak olan elektromekanik ve hidromekanik ekipman seçimindeki tüm teknik ve ekonomik sorumluluk, yazı ekinde gönderilmekte olan Ek-10 "Su Kullanım İzin Belgesi" taslağında belirtilen hususlar çerçevesinde yatırımcı tüzel kişiliğe (Belediyeye) ait olacaktır.

9- Soğukpınar İsale Hattı HES Projesi üzerinde, Soğukpınar Kaynağından HES tesislerine giden cebri boru boyu ve çap verileri sırasıyla; 12661,00 m- 0,90 m, 2205,00 m- 0,60 m, 936,00 m- 0,60 m ve 3998,00 m -0,40 m olarak seçilmiştir. Cebri borularda meydana gelecek hız değerleri, cebri boru su darbesi hesapları ile türbinin ani kapanma sırasında oluşacak basınç artışı (koç darbesi) hesaplarına raporda yer verilmemiştir.

10- Raporda genel vaziyet planında Soğukpınar İsale Hattını besleyen yan kollar belirtilmiş, ancak suyun seyahat yönleri belirtilmemiştir. Ana su kaynağının yeri belirtilmemiş olup yalnızca santral binasının kot bilgileri yer almaktadır. İçme ve kullanma suyu isale hattı üzerine kurulacak olan HES projesinin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için, içme suyu projesinin genel hatlarıyla görülmesi ve her iki projenin bütünlüğü açısından birlikte tetkik edilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle, enerji kazanımı projesinin üzerine entegre edileceği içme ve kullanma suyu temini projesi kapsamında yer alan; içme suyu kaynaklarının, su depoları ile bunlara ait manevra odalarının, maslakların, iletim hatlarının, basınç kırıcı vanaların temel karakteristikleriyle (kot, koordinat, çap, uzunluk, ekonomik ömürleri ve malzeme niteliği gibi...) birlikte, suyun seyahat yönlerinin üzerinde oklarla gösterildiği tüm şebekenin ana hatlarıyla yer aldığı bir **genel yerleşim planı** rapor içerisinde sunulmalıdır.

11- Mevcut isale hatları üzerine tesis edilecek olan enerji kazanımı projelerinde, uygulamada eşitliğin sağlanması ve yapılacak olan planlamaların mansap haklarını olumsuz etkilemeden kontrollü bir şekilde yapılmasının temin edilebilmesi amacıyla, tasarlanan santrallarda **tahsis edilen su miktarından fazlasının kullanılması uygun görülmemektedir.**

12- İçme ve kullanma suyu isale hattının öncelikli amacı içme suyunun sağlanması olup, Belediyeler tarafından bu hatlar üzerinde enerji tesisi kurulmasına yönelik yapılan mevzuat düzenlemeleri ile mevcut veya yapılacak hatlarda suyun basıncını kırmak amacıyla yapılan/planlanan enerji kırıcı yapılar yerine enerji tesisi kurularak işletme basıncıyla enerji üretilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle enerji üretim tesisi kurulduktan sonra enerji üretim amacı öncelikli bir işletme planı yapılmaması ve içme suyu talebine bağlı olarak sisteme alınan su ile enerji üretimi yapılması, içme suyu arz güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir.

13- Mevcutta imalatı yapılmış, çalışır durumda olan Soğukpınar İsale Hattı üzerinde kurulacak HES'in yeri ve işletme şartları belirlenirken, mevcut hattın projeleri doğrultusunda, darbe durumunda oluşacak **negatif basınç** ve **pozitif basınç** da hesap edilerek, isale hattında herhangi bir hasar meydana getirmeyecek şekilde emniyetli olarak *hatta kullanılan boru atıkları ve tespit kitleleri boyutlandırılmasında, dikkate alınan basınçlar üzerine kesinlikle çıkılmaması*, bunun sağlanamaması durumunda isale hattında gerekli revizyonların yapılması gerekmektedir.

Yapılan bu başvuruların değerlendirilmesine yönelik düzenlenen mevzuatlar, başvurulara ilişkin olarak Kurumumuza "**su rejimi açısından uygunluk**" yönünden değerlendirme görevi vermiş olup, başvuruya ilişkin olarak sunulan bilgiler dahilinde yapılan yukarıdaki değerlendirme çerçevesinde başvuru, Kurumumuz tarafından **su rejimi açısından uygun bulunmuştur.**

Güvenli Elektronik İmza
Aslı ile Aynıdır

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Orjinal elektronik belge adresi: <https://evrakdogrula.dsi.gov.tr> Doğrulama Kodu: XSJV-YVJ8-MP02-1365

Adres : Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı Etlık Caddesi No:47 06110
Etlık/ANKARA
Telefon : (312) 454 33 82 Belgegeçer (Fax) : (312) 341 33 83 Elektronik Ağ:
www.dsi.gov.tr

Bilei İçin:
Seda KIZIRGİL Mühendis
Telefon : 0312-3412160/3642
e-posta : sedakizirgil@dsi.gov.tr

3 / 4

Şekil 6.24. (Devam) Su tahsisi belgesi.

Su Kullanım Hakkı İzin Belgesini düzenlemeye yetkili olan Kurumunuz bu belgeyi, ekte gönderilmekte olan **Ek-10** "Su Kullanım İzin Belgesi"ni dikkate alınarak düzenlemelidir.

Düzenlenecek "Su Kullanım Hakkı İzin Belgesi" imzalandığı tarihten itibaren yürürlüğe girecek olup, ilgili mevzuat gereği **10 yıl** süreyle geçerli olacaktır.

Tesisin, ekte gönderilmekte olan Belge (Ek-10)'de yer alan hususlar çerçevesinde, Kurumunuz ile yatırımcı tüzel kişilik arasında imzalanacak olan Su Kullanım Hakkı İzin Belgesi dikkate alınarak kurulması ve işletilmesi gerekmektedir. Söz konusu belgede ve mer'i mevzuatta ifade edilmemiş olan ve uygulamada ortaya çıkabilecek olan her türlü teknik ve hukuki durumdan da yatırımcı tüzel kişilik sorumlu olacaktır.

Gereğini ve bilgilerinizi arz/rica ederim.

Yakup BAŞOĞLU
Genel Müdür a.
Genel Müdür Yardımcısı

EK/EKLER :

1- Su Kullanım İzin Belgesi (EK-10)

DAĞITIM :

Gereği:
T.C Kocaeli Valiliği Yatırım İzleme ve
Koordinasyon Başkanlığına (Körfez Mah.
Ankara Karayolu Cad. No:129 Pk:41040
İzmit/ Kocaeli)

(Eke Su Kullanım İzin Belgesi Konulmuştur)

Bilgi:
DSİ İçmesuyu Dairesi Başkanlığına

DSİ 1. Bölge Müdürlüğüne
Kocaeli Büyükşehir Belediyesi İsu Genel
Müdürlüğüne(Serdar Mahallesi D-100
Karayolu Üzeri İzmit / Kocaeli)
(Eke Su Kullanım İzin Belgesi Konulmuştur)

Güvenli Elektronik İmza
Asli ile Aynıdır

**Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Orijinal elektronik belge adresi: <https://evrakedogrula.dsi.gov.tr> Doğrulama Kodu: XSJV-YYJ8-MP02-1365**

Adres : Hidroelektrik Enerji Dairesi Başkanlığı Etlik Caddesi No:47 06110
Etlik/ANKARA
Telefon : (312) 454 33 82 Belgegeçer (Fax) : (312) 341 33 83 Elektronik Ağ:
www.dsi.gov.tr

Bilgi için:
Seda KIZIRGİL Mühendis
Telefon : 0312-3412160/3642
e-posta : sedakizirgil@dsi.gov.tr

4 / 4

Şekil 6.24. (Devam) Su tahsisi belgesi.



SAKARYA ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.
Dağıtım Direktörlüğü
Dağıtım Varlıkları Müdürlüğü
(Ar-Ge Planlama ve Şebeke Sağlama Müdürlüğü)

Sayı: TR10.DIS.DST.040/

Konu: Lisanssız Üretim – Soğukpınar 1 HES Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubu

20.01.2016

İSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
D-100 Karayolu yanı Sekapark No:59
İzmit/KOCAELİ

İlgi: 16.09.2015 tarihli lisanssız elektrik üretimi başvurunuz;

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik kapsamında Hidroelektrik enerjisine dayalı 227,94 kW kurulu gücünde Lisanssız Elektrik Üretimi için yapılan başvurunuz incelenmiş olup, yapılan teknik değerlendirme neticesinde;

İrtibat Merkezi: 154/34,5 kV GÖLCÜK YENİKÖY TM Fider 1

Bağlantı Noktası: TEİAŞ 154/34,5 kV Gölcük Yeniköy TM den sırasıyla enerjilenen Bingo DM 2503, Yeniköy DM2502-TR2652, Bahçecik DM2508-TR2591, TR9 Dahili TR 2618, Soğuksu TRP2614, TRP2684 A20 nolu direk olarak belirlenmiştir.

Genel Maddeler

1. Bu Yönetmeliğin uygulanması amacıyla üçüncü fıkra hükmü saklı kalmak kaydıyla;
 - a. Üretim ve tüketim tesislerinin aynı yerde bulunması halinde, bağlantı anlaşmasında belirlenen yere İlgili Mevzuatta dengeleme mekanizmasının gerektirdiği haberleşmeyi sağlayabilecek çift yönlü ölçüm yapabilen saatlik sayaç takılır.
 - b. Üretim tesisinin tüketim tesisleriyle aynı yerde bulunmaması halinde bağlantı anlaşmasında belirlenen yere İlgili Mevzuatta dengeleme mekanizmasının gerektirdiği haberleşmeyi sağlayabilecek sayaçlar için belirlenen özelliklere sahip çift yönlü ölçüm yapabilen saatlik sayaç takılır. Bu kapsamda tesis edilecek sayaçların, ilgili tesislerin bağlantı noktasında yer alması esastır.
2. Şebekeye bağlı her bir üretim tesisinin üretimini ölçmek amacıyla ayrı bir sayaç bulundurulması zorunludur. Faturalamaya esas ölçüm noktası Şebekeye bağlantı noktasında birinci veya ikinci fıkraya uygun olarak tesis edilecek sayaçtır.
3. Kurulu gücü 50 kW'nın üzerinde olan üretim tesisleri için birinci ve ikinci fıkralara göre tesis edilen sayaçların, İlgili Mevzuata göre tesis edilecek otomatik sayaç okuma sistemine uyumlu olması zorunludur.

Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.

Orhangazi Cad. Trafo Tesisleri PK. 160 54100 Sakarya / TÜRKİYE T: +90 (264) 295 85 00 - F: +90 (264) 275 10 48
SEDAŞ Tüketiciler Hizmetleri Hattı: +90 (262) 675 10 10 Ticaret Sicil No: 10941 www.sedas.com - info@sedas.com



Şekil 6.25. Çağrı mektubu.

4. Bir tüketim tesisi için kurulacak, farklı teşvik fiyatlarına tabi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri ile kojenerasyon ve mikro kojenerasyon tesislerinde üretilen elektrik enerjisinin ayrı ayrı saatlik ölçülmesine imkân verecek şekilde sayaç tesis edilir.
5. Üretim tesisinin dağıtım sistemine bağlantısı için kullanılan, üretim tesisi üzerinde ve/veya üretim tesisi ile bağlantı noktası arasına tesis edilecek bağlantı ekipmanı şebeke kaybı olması veya kısa devre arızası oluşması durumlarında Tebliğde belirtilen koşullara uygun olarak Şebekeyle bağlantısı kesilecektir.

Özel Maddeler

- TRP2684 A13 nolu direk ile TRP2684 A20 nolu direk arası AG şebeke, müşterek şebekeye dönüştürülecektir.
- TRP2684 A13 nolu direk ile TRP2684 A20 nolu direk arası müşterek şebeke dönüşümü için Bağlantı Anlaşması aşamasında Şirketimiz ile Tesis Sözleşmesi imzalanacaktır.

10.03.2012 tarih ve 28783 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine ilişkin Yönetmeliğin "Bağlantı ve Sistem Kullanım İçin Başvuru" başlıklı 9. Maddesinin 2. Fıkrasında "Hidrolik kaynağa dayalı üretim tesisleri bakımından ilgili İl Özel İdaresinden su kullanım hakkı izin belgesini alan ve diğer kaynaklar bakımından bağlantı başvurusu uygun bulunan veya İlgili Şebeke İşletmecisi tarafından teklif edilen alternatif bağlantı noktası önerisini kabul edenler ile rüzgar enerjisine dayalı başvurularda Teknik Değerlendirme Raporu olumlu olanlara İlgili Şebeke İşletmecisi Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubu gönderilir. Kendisine Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubu gönderilen gerçek veya tüzel kişilere, söz konusu su kullanım hakkı izin belgesinin alınma veya Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubunun tebliğ tarihinden itibaren yüzseksen gün süre verilir. Gerçek veya tüzel kişiler söz konusu sürenin ilk doksan günü içerisinde üretim tesisi ve varsa irtibat hattı projesini Bakanlık veya Bakanlığın yetki verdiği kurum ve/veya tüzel kişilerin onayına sunar. Doksan gün içinde proje onayı için başvuruda bulunmayan gerçek veya tüzel kişilerin bağlantı başvuruları geçersiz sayılarak sunmuş oldukları belgeler kendilerine iade edilir" denilmektedir.

Bağlantı Anlaşmasına Çağrı Mektubunu alan başvuru sahiplerinin 180 gün içinde aşağıdaki bilgi ve belgeleri tamamlayarak Şirketimize bağlantı ve sistem kullanım anlaşmalarını yapmak üzere başvuru yapması gerekmektedir.

Şekil 6.25. (Devam) Çağrı mektubu.

6.9.2. Temsan proje onayları

Tesislerin projelendirme işlemleri iki adımda yürütülür. Öncelikle ön projeler çizilerek TEMSAN' a onaylatılır. Onaylatılan projelere göre tesislerin inşası tamamlanır. Daha sonra uygulama esnasında ön proje ile farklılık gösteren noktalar kati projede gösterilerek tekrar onaya sunulur. Tesislere ait geçici kabuller ise onaylı kati projeler üzerinden yaptırılır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi bünyesinde sular idaresi olarak faaliyet yürüten İSU Genel müdürlüğü 2015 yılında başlattığı Soğukpınar HES 1-2-3-4 projesinin tüm fizibilite çalışmalarını yapmış, gerekli izin, proje ve sunumlarını hazırlayarak Belediye ve DSİ den onay almıştır. 2017 tarihinde keşif ve şartnameleri tamalayarak işin ihalesini yapmıştır. 2019 yılı başlarında tesisler devreye alınarak enerji üretimine başlanacaktır. Kurum olarak daha önce devreye aldığı 1709 kW gücündeki Namazgah HES ve 165 kW gücündeki Avluburun HES'e ilave olarak 4 adet daha HES inşa ederek toplam HES sayısını 6 ya çıkarmıştır. Ön çalışmaları tamamlanarak izinleri alınan ve önümüzdeki yıllarda yapılması planlanan 1326 kW gücündeki Paşadağ HES, 337 kW gücündeki Gölcük DM-2 HES, 336 kW gücündeki Karamürsel İhsaniye HES ile birlikte toplam HES sayısı 7' ye çıkarılacaktır. Bu tesisler devreye alındığında toplamda 5988 kW kurulu güce sahip olunacaktır. Bu güce karşılık gelen yıllık enerji üretimi 24.0000.0000 kWh üzerinde olacak ve bu üretimin karşılı olan 11.000.000 TL. Kurum kasasına girecektir. Ayrıca 2019 yılı itibariyle projelendirme ve fizibilite çalışmaları yapılan tesislerde bulunmaktadır. Yuvacık üstü kaynakların içmesuyu kullanımını etkilemeden enerjiye dönüştürülmeleri planlanmakta ve bu kapsamda Yuvacık Üstü HES 1-2-3-4-5 tesislerinin izinlerinin alınabilmesi için hazırlıklar başlatılmıştır. Yuvacık üstü HES ler sırası ile güçleri 342 kW, 439 kW, 1071 kW, 60 kW, 2600 kW olarak hesaplanmaktadır. Tüm tesisler devreye alındığında Kocaeli, yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ekonomisini kazandırılması açısından üzerine düşeni yapmış olacaktır.

Türkiye'nin kalkınma politikaları kapsamında enerji ihtiyacının gün geçtikçe arttığı, petrol ve doğalgaz fiyatlarının değişkenlik göstermesi yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilimini zorunlu kılmaktadır. Ülke olarak enerji darboğazına girilmemesi için enerji kaynaklarının süratle enerji üretilebilir hale dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Hidroelektrik santrallerin kurulması enerji ihtiyacının karşılanması anlamında önemli rol oynayacaktır. 2019 itibariyle üzerinde DSİ' nin yetkilerinin bulunduğu 600 adedin üzerinde hali hazırda bekleyen Hidroelektrik santral projesi bulunmaktadır. Yatırımcıları bekleyen bu projeler, hayata geçirilmediği her geçen gün ülke ekonomisini kayba uğratmaktadır. Bu kapsamda yatırımcıların önünü açmak gereklidir. Gerek mevzuat gerekse ekonomik açıdan yapılacak düzenlemeler ile söz

konusu projelerin bekleyen ve talep edilmeyen projeler kapsamından çıkartılarak yatırımcıların yarış halinde talip olacağı projeler haline getirilmesi gerekmektedir.

Aynı zamanda enerji üretimi anlamında yerel yönetimlerin üzerine büyük bir görev düşmektedir. Belediyeler içme ve kullanma suyu temini ve dağıtımını işinde yetkili ve görevli kurumlardır. Şehirlerimizin sınırları içerisinde bulunan su kaynaklarını kullanım hakları belediyelere aittir. Bu sebeple DSI'nin yanında su kaynaklarının verimliliği ve nasıl kullanılacağı konusunda belediyeler de söz hakkına sahiptir. Dolayısı ile her belediyede enerji birimlerinin olması ve su kaynaklarının enerjiye dönüşebilecek düzeylerinin incelenerek Hidroelektrik santrallerin yapılması için çalışma yürütmeleri önemli ölçüde faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

- [1] Bacanak M.S., Yeşilirmak Nehrinin Hidroenerji Potansiyelinin Değerlendirilmesinin Araştırılması Ve Uygun Türbin Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011, 296977
- [2] Bozdemir M., Hazneli Pompalı Hidroelektrik Santrallerin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi Ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 2013, 348409
- [3] Bulut M., Hidroelektrik Enerji Ve Hidroelektrik Santrallerde Türbin Tipi Seçiminin Verime Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 2013, 351927
- [4] Buttanrı B., Türkiye’de Küçük Hidroelektrik Santrallerin Tarihsel Gelişimi Ve Bugünkü Durum, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006,222555
- [5] Çetinkaya S., Sulama Göletlerinin Orta Ölçekli Hidroelektrik Santrale Dönüştürülmesi Ve Elektrik Üretim, Potansiyelinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 2018, 506996
- [6] Dağhan M.M., Hidroelektrik Enerji Üretimi İçin Baraj Yeri Seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (Cbs) Kullanılması Ve Uygulamaları (Seydisuyu Havzası), Yüksek Lisans Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilecik, 2018, 512024
- [7] Demirhan A.Y., Küçük Hidroelektrik Santrallerde Türbin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 182759
- [8] Göktaş H., Türkiye İçin Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallerin Önemi Ve Durum Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli, 2018, 520820
- [9] Gölbaşı H., Karadeniz Bölgesi Küçük Hidroelektrik Santralleri Ve Potansiyel Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2010, 276366
- [10] Gümüşel S., Hidroelektrik Santral Kurulumu İçin Fizibilite Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2007, 212199

- [11] Mercan B., Orta Ölçekli Hidro Elektrik Enerji Tesislerinin İncelenmesi İçin Örnek Bir Çalışma Bağışlı Regülatörü ve HES, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul, 2014, 354584
- [12] Kaçar O., Akarsu Tipi Bir Hidroelektrik Santralden Güç Üretiminin Termodinamik Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde,2009, 245153
- [13] Karaca A. E., Hidroelektrik Santraller İçin Uygun Çevresel Akış Metodolojilerinin Belirlenmesi – Çoruh Havzası Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013, 365631
- [14] Karakoyun Y., Hidroelektrik Santrallerde Çevresel Akış Miktarının Belirlenmesi Ve Çambaşı Hes Örneği, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014, 411180
- [15] Kaysal A., Adıgüzel Hidroelektrik Santrali' nin Modellenmesi, Kısa Devre Analizi Ve Bulanık Mantık Kontrolör İle Yük-Frekans Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon, 2013, 346769
- [16] Kızılel G., Türkiye'deki Hidroelektrik Enerjisi İle Diğer Enerji Türlerinin Karşılaştırılması Ve Muğla İlinin Hidroelektrik Enerji Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2016, 455482
- [17] Koçak M.E., Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Hidroelektrik Santraller Ve Sırakonaklar Hes Projesi, Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2011, 306815
- [18] Koçak E., Su Dağıtım Sistemlerinde Su Türbinleri Kullanarak Enerji Üretimi, Yüksek Lisans Tezi , Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2017, 493685
- [19] Küçükerdem H., Hidroelektrik Santralleri İçin Yeni Bir Model Türbin Hız Regülatörü Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2015, 397028
- [20] Özdemir M.T., Küçük Güçlü Hidroelektrik Santrallerde Düşü,Debi, Yük, ve Verimlilik İlişkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2002, 116627
- [21] Özbay E., Küçük Hidroelektrik Santrallerin Modellenmesi Ve Benzetimi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2009, 245664
- [22] Yıldırım E., Enerji Depolanması, Verimliliği, Pompaj Depolamalı Hidro-Elektrik Santraller Ve Türkiye'deki Uygulamaları: Bayramhacılı Pompajlı Hibrit Destekli Hes Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray, 2014, 430169



EKLER

Ek-A

Alternatör Test Raporları

Typprüfung für Drehstromsynchronmaschine				Typprüfungs-Nr.: QP 330 18 011				
Typ: SF 315 M 4		Blatt:		1 d				
Technische Angaben								
Berechnungsblatt:	4 S 314-4-87-35							
Hauptstückliste:	4 S 314-4317-301							
Bemerkung:								
Bezugsvorschrift:	EN 60034							
Bauform:	IM	B3						
Kühlart:	IC	01						
Läuferart:	Vollpolläufer							
Isolationsklasse, Ständer:	F							
Isolationsklasse, Läufer:	F							
Schutzgrad:	IP	44						
maximale Aufstellungshöhe:	m üNN							
Betriebsart:	S1							
Werks-Auftragsnummer:	S 61 314 4 510	Werk-Nummer:	3018 00037					
Ständer-Nr.:		Läufer-Nr.:						
Regler-Nr.:	9492600028							
Drossel Typ:								
Anzapfung der Drossel:	Luftspalt der Drossel:				mm			
Stromtrafo Typ:								
Anzapfung des Stromtrafos:								
Übersetzungsverhältnis des Stromtrafos:								
Erregermaschinen-Typ:	4 SAF 192-8.901							
Regler Typ:	DECS 150							
Absetzwiderstand:	Rabs/Ω							
Stillstandsheizung:	Ω	350,0						
Wellenspannung:	mV	41,0						
Wicklungskapazität:	nF	19,0						
Nenn Daten :								
Nennleistung:	Sn / kVA	275,0						
Nennwirkleistung:	Pn/kW	247,5						
Nennspannung:	Un / V	400,0						
Nennstrom:	In / A	397,0						
Frequenz:	fn / Hz	50,0						
Drehzahl:	nn / 1/min	1500,0						
Nennleistungsfaktor :	cosφn	0,90						
max. Umgebungstemperatur:	θum / °C	40						
max. Kühlmitteltemperatur :	θKue / °C	40						
max. Kühlwassertemperatur:	max. H2O-Temp./°C	20						
Nennererregerspannung:	Uefn / V	26						
Nennererregersstrom:	iefn / A	2,85						
Nennfeldspannung:	Ufn / V							
Nennfeldstrom:	Ifn / A							
Wicklungswiderstände bei : 20 °C								
Ständer	Ra:	0,007835 Ω/ Phase						
Hauptfeld	Rf:	1,2930 Ω						
Erregeranker	Rea:	0,14690 Ω/ verkettet (U-V)						
Erregerfeld	Ref:	7,49 Ω						
Hilfswicklung	RHW:	Ω						
Isolationswiderstände								
		kalt	warm					
Ständer/Körper:		500	500	500	MΩ			
Ständer/Fühler:		500	500	500	MΩ			
Ständer-Phase/Phase:					MΩ			
Läufer/Körper:		500	400	500	MΩ			
Erregereinrichtung/Körper:		500	500	500	MΩ			
Heizung-Körper:		500	500	500	MΩ			
Fühler/Körper:		500	300	500	MΩ			
Schwingungsmessungen								
(Schwinggeschwindigkeit v _{eff})			fest aufgestellt					
D-Seite		N-Seite		veff(mm/s)				
x-	y-	z-	SPM	x-	y-	z-	SPM	- Richtung
	0,31	0,49	0,22		0,22	0,41	0,26	

Şekil A.1.Üç fazlı senkron makine için tip testi.

Typprüfung für Drehstromsynchronmaschine				Typprüfungs-Nr.:	
Typ: SF 315 M 4				QP 330 18 011	
				Blatt: 2 d	
Allgemeine Messungen					
Drehfeldrichtung an U-V-W:				--->	
bei Drehrichtung (von D-Seite gesehen):				<---	
Trägheitsmoment des Läufers:				I eig./kgm ²	7,5
Luftgeschwindigkeit :				vLuft / m/s	
Luftspalte					
links	oben	rechts	unten	Mittelwert	
1,9	1,9	1,85	1,85 mm	1,88 mm	
Erregungszeit bei Nenndrehzahl:				terr/s 5,03	
Klirrfaktormessungen				U-V	U-N (bei Nennspannung)
im Leerlauf		0,708 %		3,895 %	
bei Wirklast		%		%	
im Leerlauf		$\Delta u/\sin U1$	1,22 %	3,65 %	
Dynamische Spannungsänderung:					
$\Delta Uzu/\%$	$\Delta Uab/\%$	Ia/IN	Art der Last		
	8,5	0,6	Drossel/reactive load		
Statische Spannungsänderung:				$\Delta UstatN$	15,5 % (bei Nennlast)
Kurzschlußmessung					
Kurzschlußstrom, fremderregt, bei Leerlauferregung		Iko/A	314,7	Iko/In	0,79
Kurzschlußstrom, fremderregt, bei Nennerregung		Ikn/A	687,0	Ikn/In	1,73
* * *					
Spezifische Kenngrößen				Nennimpedanz	0,582 Ω Zn=Un ² /Sn
Synchrone Reaktanz der Längsachse, ungesättigt		Xdus	1,1530 Ω	1,982 p.u.	
Synchrone Reaktanz der Längsachse, gesättigt		Xds	0,7340 Ω	1,262 p.u.	
überflüchtige Reaktanz der Längsachse, ungesättigt		Xd''us	0,0699 Ω	0,120 p.u.	
überflüchtige Reaktanz der Querachse, ungesättigt		Xq''us	0,0981 Ω	0,169 p.u.	
Potier-Reaktanz		Xp	0,0577 Ω	0,099 p.u.	
Synchron-Widerstand		r1		0,023 p.u.	
* * *					
Sättigungsgrad				1,57	
Charakteristische Werte				Hauptfeld	Erregermaschine
Feldstrom	Leerlauf	Un	Ifo/A	leo/A	1,25
Feldstrom	Leerlauf	Ep	Ifp/A	lep/A	1,7
Feldstrom	bei Nennlast	Un,In	Ifn/A	len/A	2,85
Feldstrom	im Kurzschluß	In	Ifk/A	lek/A	1,7
Feldstrom	bei Nennstrom	cos ϕ =0	Ifü/A	leü/A	3,67
Ifn/Ifo=	len/leo=	2,28	Ifo/leo=	Ifn/len=	

Şekil A.1. (Devam) Üç fazlı senkron makine için tip testi.

Typprüfung für Drehstromsynchronmaschine				Typprüfungs-Nr.: QP 330 18 011				
Typ: SF 315 M 4		Blatt:		3 d				
Wirkungsgradberechnung								
Leistung	247,5				kW			
Spannung	400,0				V			
Strom	397,0				A			
Feldstrom					A			
Leistungsfaktor	0,90							
Eisenverluste	2,662				kW			
Reibungs- u. Lüfterverluste	1,354				kW			
Ständerwicklungsverluste	4,938				kW			
Feldwicklungsverluste	2,607				kW			
Zusatzverluste	1,375				kW			
Erreger- und Hilfseinrichtungsverluste	0,725				kW			
Gesamtverluste	13,741				kW			
Aufgenommene Leistung	261,241				kW			
Wirkungsgrad	94,74				%			
Temperaturen:								
Kühlmittel	25				°C			
Übertemperaturen	Ständer	80			K			
	Läufer	78			K			
Charakteristische Lastpunkte								
Stellbereich der Spannung								
f/Hz	Ua/V	Ia/A	Uf/V	If/A	Ue/V	Ie/A	U/UN	
50	355,8				6,6	0,8	0,89	Minimum
50	434,7				15,8	1,85	1,09	Maximum
Charakteristische Lastpunkte								
Nr.:	f/Hz	Ua/V	Ia/A	cosφ	Uf/V	If/A	Ue/V	Ie/A
1	50	401,1					10,4	1,25
2	50	401,1	403,2	0,9			24,4	2,86
3	50 -		614,7	0,06			46,2	5,4
Nr.:	U/Un	I/In	Bemerkungen					
1	1,00		geregelt, Leerlauf					
2	1,00	1,02	geregelt, Last					
3		1,55	Überlast 2 min					
Festigkeitsmessungen								
Schleuderprüfung:		3154	1/min		(2,10	x nn)	
Windungsprüfung:			3 min					
Ständer:		520,7	V			1,30	x UN	
Hauptfeld:			V					
Wicklungsprüfung			1 min					
Ständer/Körper:						2500	V	
Ständer, Phase/Phase (nur bei offenen Wicklungen):							V	
Läufer/Körper:						2000	V	
Fühler/Körper:						1500	V	
Erregereinrichtung/Körper (mit Hilfswicklung):						2500	V	
Bemerkungen:								
Auswertungingenieur		gez.: Bō/Ku		Prüfdatum:		Dessau, 01.08.2017		

Şekil A.1. (Devam) Üç fazlı senkron makine için tip testi.

Regelkennlinien bei $U=\text{const.}$, $f=\text{const.}$ /excitation characteristics at $U=\text{const.}$, $f=\text{const.}$

Typ/type:

SF 315 M 4

Auftrags-Nr./factory order-no.:

S 61 314 4 510

Werknummer/serial-no.:

3018 00037

Spannung/voltage U/V:

400

Nennstrom/nominal current I/A:

397

Frequenz/frequency f/Hz:

50

Diagramme/characteristics:

 $\cos\varphi=$ 0,9 $I_{en}/A=$ 3,00

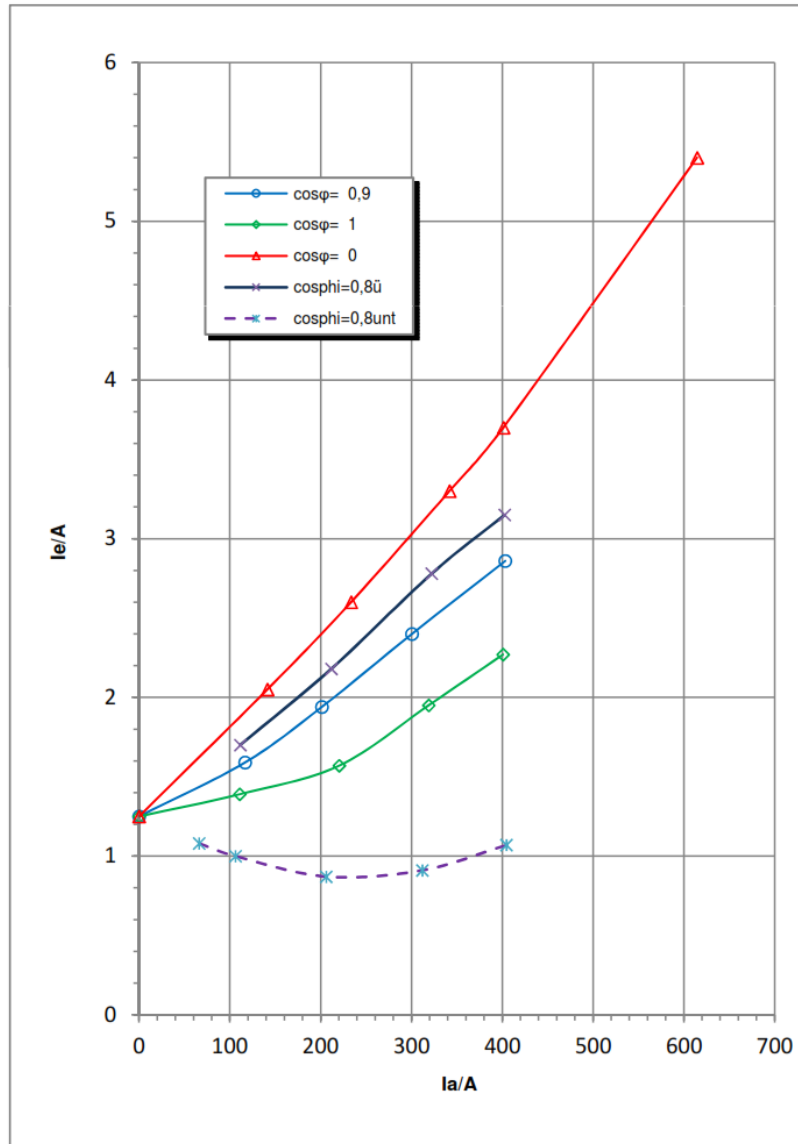
I_a/A	I_e/A
0	1,25
116,7	1,59
201,3	1,94
300,5	2,4
403,2	2,86

 $\cos\varphi=$ 1

I_a/A	I_e/A
0	1,25
110,8	1,39
220,4	1,57
319	1,95
400,9	2,27

 $\cos\varphi=$ 0

I_a/A	I_e/A
0	1,25
141,4	2,05
233,6	2,6
342	3,3
401,4	3,7
614,7	5,4



Şekil A.2. Gerilim, frekans grafiği.

Kennlinien bei f=const./characteristics with f=const.
Typ/type: SF 315 M 4

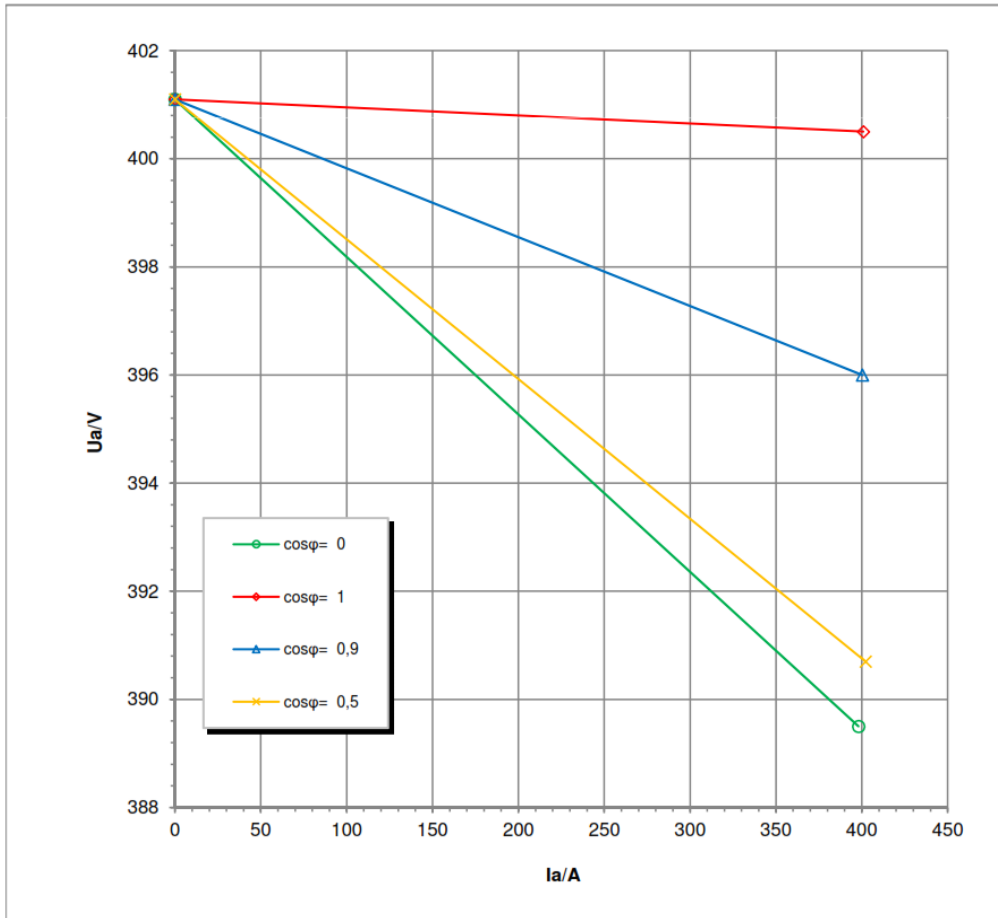
Auftrags-Nr./factory order-no.: S 61 314 4 510
 Werknummer/serial-no.: 3018 00037
 Spannung/voltage U/V: 400
 Nennstrom/nominal current I/A: 397
 Frequenz/frequency f/Hz: 50

Diagramme/characteristics:

cosφ= 0			cosφ= 0,9			cosφ= 1			
Ia/A	Ie/A	Uast/V	Ia/A	Ie/A	Uast/V	Ia/A	Ie/A	Uast/V	
0	1,25	401,1	0	0	1,25	401,1	0	1,25	401,1
398,1	3,41	389,5	400,3	2,76	396	400,9	2,27	400,5	

cosφ= 0,5		
Ia/A	Ie/A	Uast/V
0	1,25	401,1
402,2	3,34	390,7

geregelt mit Statik/with reactive droop



Şekil A.3. Tam uyarımlı kısadevre karakteristiği eğrisi.

Kennlinien bei f=const./characteristics with f=const.
Typ/type: SF 315 M 4

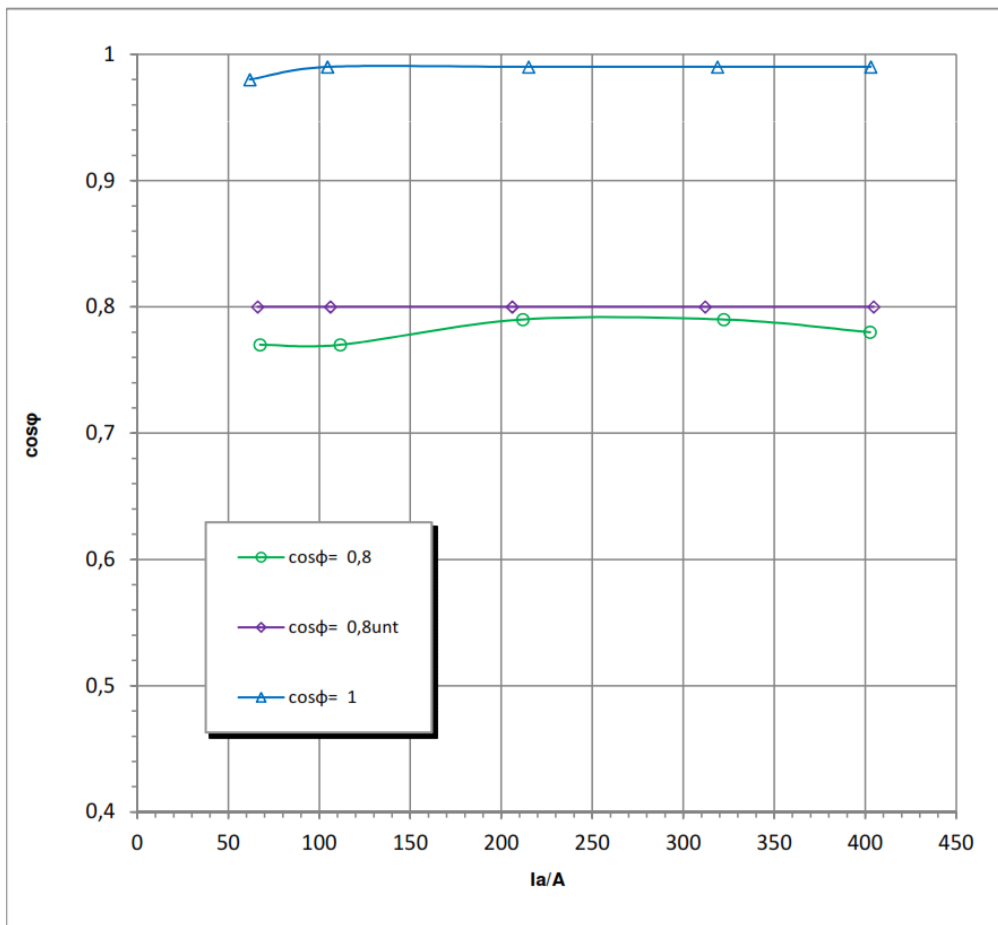
Auftrags-Nr./factory order-no.: S 61 314 4 510
 Werknummer/serial-no.: 3018 00037
 Spannung/voltage U/V: 400
 Nennstrom/nominal current I/A: 397
 Frequenz/frequency f/Hz: 50

U=UN=const.

Diagramme/characteristics:

cosφ= 0,8			cosφ= 1			cosφ= 0,8unt		
Ia/A	cosφ	Ua/V	Ia/A	cosφ	Ua/V	Ia/A	cosφ	Ua/V
67,4	0,77	402,4	61,8	0,98	399,6	66,1	0,8	402,8
111,5	0,77	401,4	104,5	0,99	400,6	106,1	0,8	401,6
211,8	0,79	402,5	215	0,99	401	206	0,8	400
322,2	0,79	402,1	318,8	0,99	401,3	312	0,8	400,1
402,6	0,78	401,3	403	0,99	401,6	404,6	0,8	400,5

geregelt, cosφ-Betrieb / p.f. - control



Şekil A.4. Alternatör güç faktörü eğrisi.

Kennlinien/characteristics**Typ/type:**

Auftrags-Nr./factory order-no.:

Werknummer/serial-no.:

Nennspannung/nom. voltage U/V:

Nennstrom/nominal current I/A:

Nennfrequenz/nom. frequency f/Hz:

SF 315 M 4

S 61 314 4 510

3018 00037

400

397

50

Regler/AVR:

Nr./AVR-no.:

QP 330 18 011

Blatt/sheet: 8

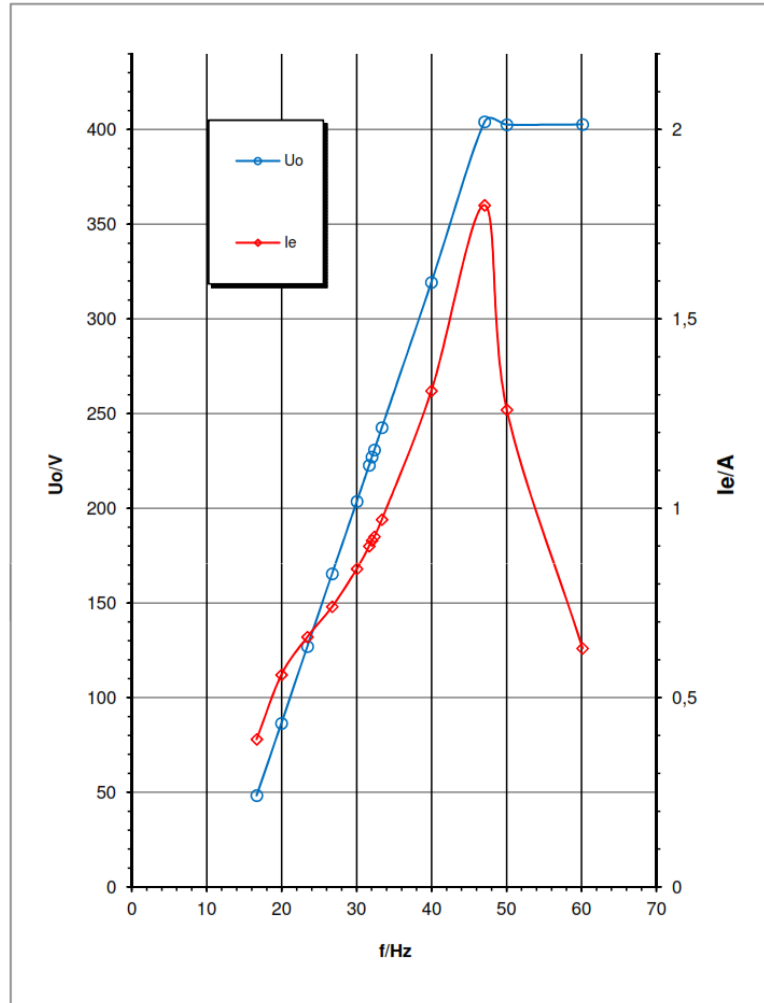
DECS 150

9,49E+09

Diagramme/characteristics:

U/V Ie/A f/Hz

48,3	0,39	16,7
86,4	0,56	20,0
127	0,66	23,4
165,4	0,74	26,7
203,6	0,84	30,0
222,7	0,9	31,7
227,1	0,915	32,0
230,8	0,925	32,4
242,6	0,97	33,4
319,3	1,31	40,0
404,1	1,8	47,1
402,6	1,26	50,0
402,7	0,63	60,1



Şekil A.5. Alternatör akım- gerilim diyagramı.

Leerlaufkennlinie/saturation-curve

Prüfungs-Nr./test-no.: QP 330 18 011

Blatt/sheet: 9

Typ/type:

SF 315 M 4

Werk-Nr.: 3018 00037

Auftrags-Nr./order-no.:

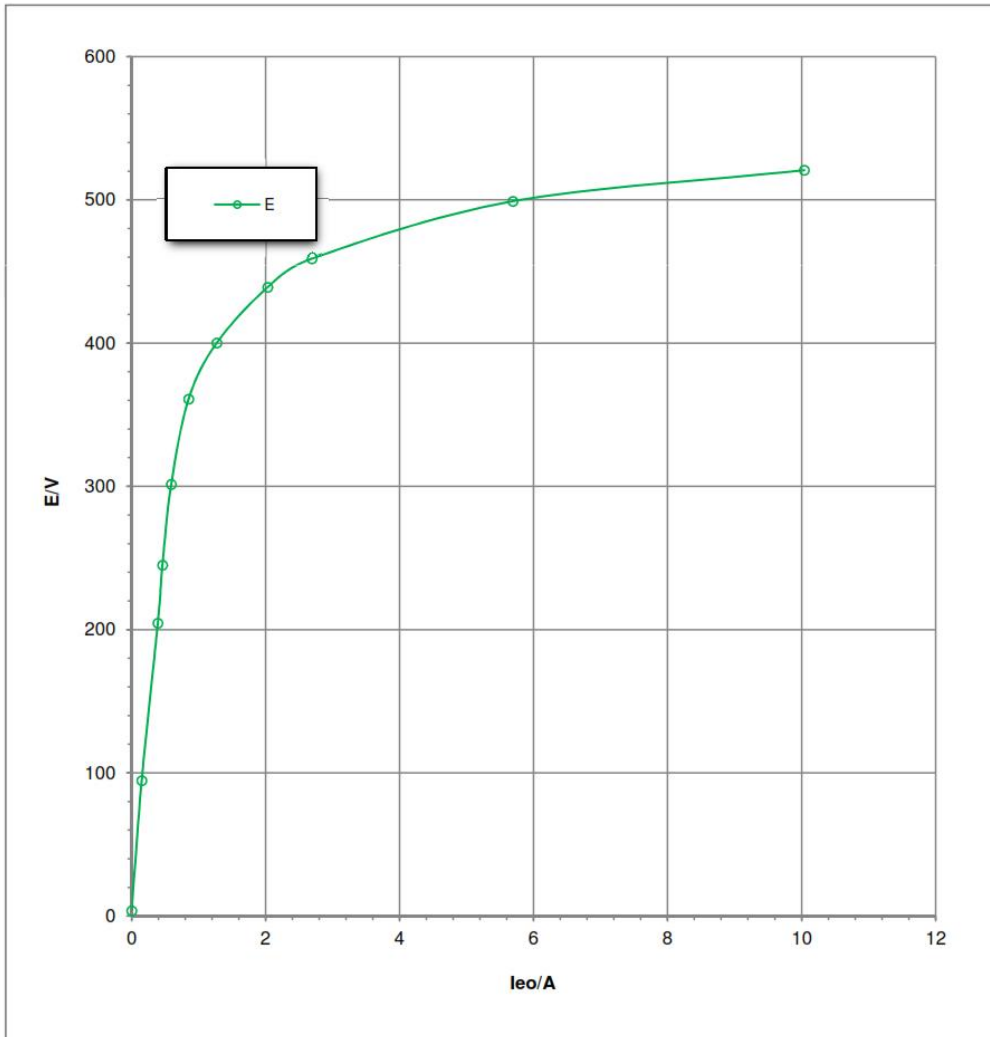
S 61 314 4 510

serial-no.:

Bemerkungen:

remarks:

E/V	Ufo/V	Ifo/A	Ueo/V	leo/A	$\bar{u}=Ifo/leo$	Un/V :	400
3,7					0	fn/Hz :	50
94,6			1,6	0,15		In/A :	397
204,5			3,7	0,39		Sn/kVA :	275
245			4,4	0,46			
301,4			5,6	0,59			
360,9			7,9	0,85			
400,1			11,5	1,27			
439			18,2	2,03			
458,9			23,9	2,69			
499			50,6	5,69			
520,7			89,8	10,04			



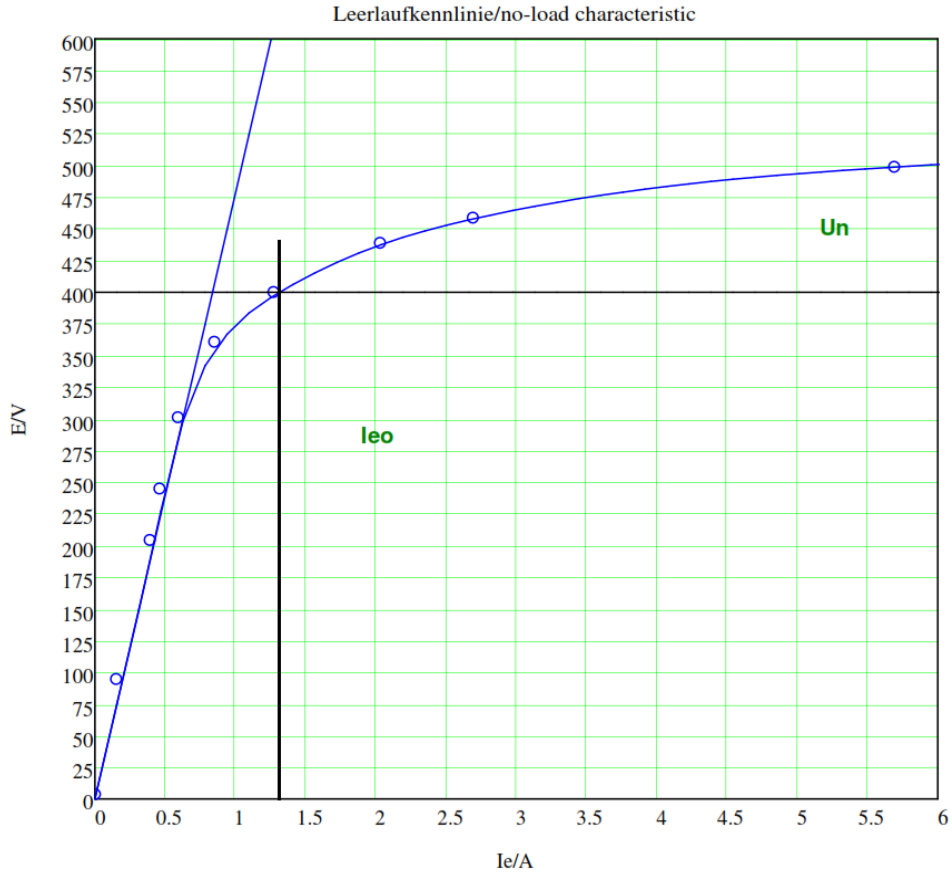
Şekil A.6. Alternatör boşa çalışma karakteristiği eğrisi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

Typ/Type

Typ = "SF 315 M 4"

Bestimmung des Leerlaufwerts / Calculation of the no-load values



Nennspannung/rated voltage

U/V $U_n = 400$

Leerlaufwerte/no-load values

Leerlauferregerstrom/no-load excitation

Ifo/A: $I_{fo} = 1.3$

Sättigungsgrad/saturation ratio

Sattgrd = 1.57

ungesättigter Leerlauferregerstrom
/ no-load excitation, non saturated

Ifo/A: $I_{fousatt} = 0.8$

Rem = ""

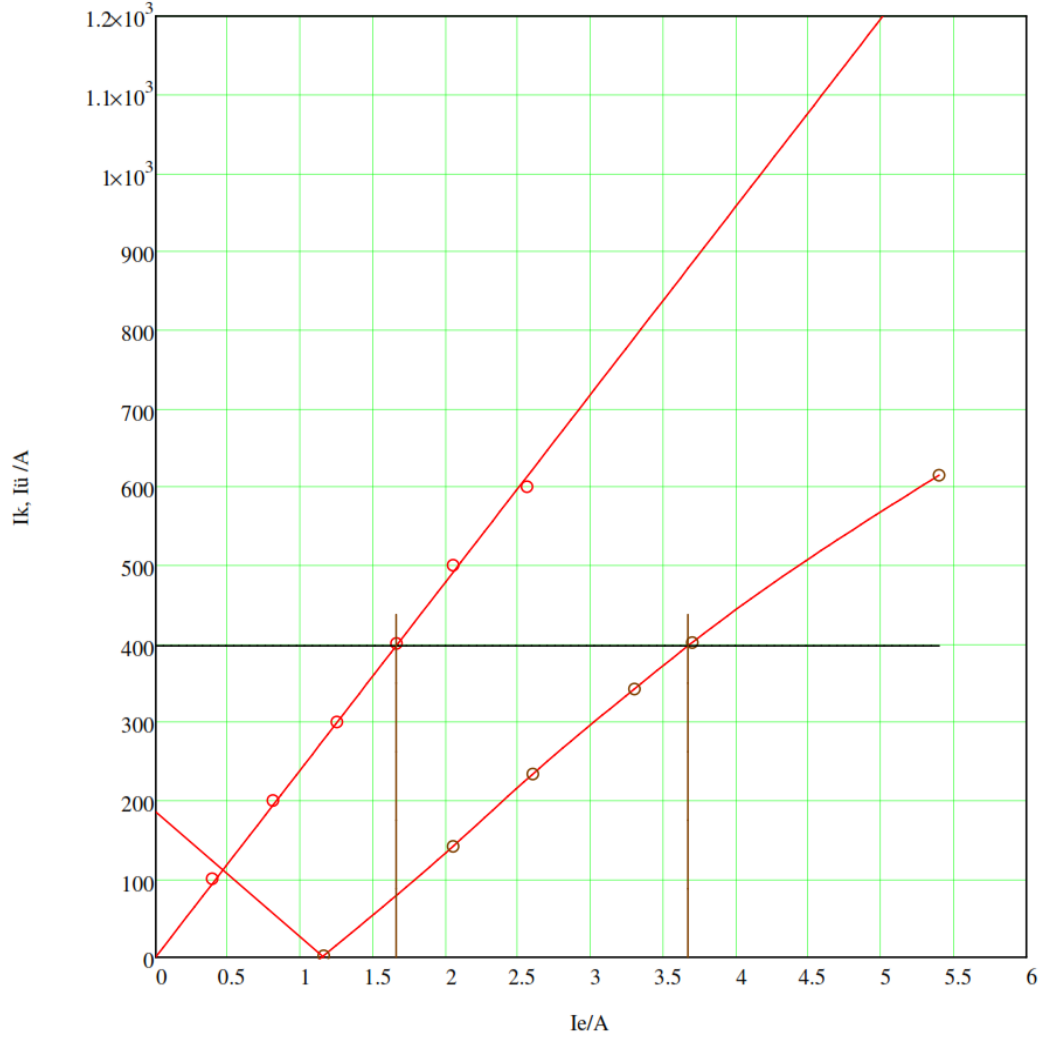
(Leerlaufkurve auf Neukurve korrigiert/no-load characteristic calculated to non-magnetized values {EN 60034})

Şekil A.7. Alternatörün yüksüz durumdaki akım-gerilim grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

Typ/Type Typ = "SF 315 M 4"

V-Kurve (übererregt) u. Kurzschlußkennlinie / V-curve (overexcited) & short-Circuit Characteristics



Kurzschlußwerte/short circuit values

Kurzschlußstrom bei Leerlauferregung/ short-circuit current with no-load excitation	$I_{k0}/A:$	$I_{k0} = 314.7$
Leerlaufkurzschlußverhältnis/no-load short-circuit ratio	$K_{co}=I_{k0}/I_n$	$K_{co} = 0.79$
Kurzschlußerregestrom/field current with rated current	I_{fk}/A	$I_{fkn} = 1.7$
Feldstrom bei Nennstrom und Übererregung/ field current with rated current, overexcited	$I_{f\ddot{u}}/A:$	$I_{fue} = 3.67$
Ankerstrom ohne Erregung/inductor-current while deexcitation ($I_a(I_f=0)$)	$I_{aif=0}/A$	$I_{aif0} = 186$
Rem = ""		

Şekil A.8. Alternatörün kısadevre durumdaki akım grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine Typ/Test for Synchronous Alternator Type

Typ = "SF 315 M 4"

Charakteristische Werte aus den Leerlauf-, Kurzschluß- und Übererregten Kennlinien nach EN 60034 (Potier-Verfahren) / Characteristic values calculated from no-load, short-circuit and overexcitation measurements (EN 60034)

Nennstrom/rated current	I_n/A	$I_n = 397$
Nennleistung/rated power	S_n/kVA	$S_n = 275$
Nennleistungsfaktor/rated p.f.	$\cos\phi_n$	$\cos\phi_n = 0.9$
Nennimpedanz/rated impedance	Z_n/Ω	$Z_n = 0.5818$
Nennererregstrom/rated field current	I_{fn}/A	$I_{fn} = 2.87$
Polradspannung/emf	E_p/V	$E_p = 425$
Potierspannung/potier-voltage	e_p/V	$e_p = 39.7$
Erregerstrom der Ankerrückwirkung/ field current of load induction	I_{fa}/A	$I_{fa} = 1.6$
statische Spannungsüberhöhung/static over-voltage	$\Delta U/V$	$\Delta U_n = 62.1$
relative stat. Spannungsüberhöhung/ relative statik over-voltage	$\Delta U/\%$	$\Delta U_n\% = 15.5$
Polradwinkel/field angle	$ca. \delta^\circ/el$	$\delta_n = 59.8$
Kurzschlußwerte/short circuit values		
Kurzschlußstrom bei Nennerregung/ short circuit current with rated excitation	I_{kn}/A	$I_{kn} = 687$
Nennkurzschlußverhältnis/rated short circuit ratio	$K_c = I_{kn}/I_n$	$K_{cn} = 1.73$
Kurzschlußstrom bei Leerlauferregung/ short-circuit current with no-load excitation	I_{ko}/A	$I_{ko} = 314.7$
Leerlaufkurzschlußverhältnis/no-load short-circuit ratio	$K_{co} = I_{ko}/I_n$	$K_{co} = 0.79$
Kurzschlußerregstrom/field current with rated current	I_{fk}/A	$I_{fkn} = 1.7$
Polradererregstrom/field current of emf	I_{fp}/A	$I_{fp} = 1.7$
Feldstromverhältnis/rated load no-load ratio of excitation	I_{fn}/I_{fo}	$\frac{I_{fn}}{I_{fo}} = 2.18$
ungesättigter Kurzschlußstrom bei Leerlauferregung short circuit current with no-load excitation, non saturated	I_{kou}/A	$I_{koun} = 200.2$
Reaktanzen/reactances		
Längsreaktanz, gesättigt/ synchronous reactance, direct axles	X_{dges}/Ω	$X_{dges} = 0.734$
relative Längsreaktanz, gesättigt/ synchronous reactance, direct axles, saturated	$x_{dges}/p.u.$	$x_{dges} = 1.261$
Längsreaktanz, ungesättigt/ synchronous reactance, direct axles, non saturated	X_d/Ω	$X_{dun} = 1.153$
relative Längsreaktanz, ungesättigt/ synchronous reactance, direct axles, non saturated	$x_d/p.u.$	$x_{dun} = 1.9822$
Potierreaktanz/potier reactance	X_p/Ω	$X_p = 0.0577$
relative Potierreaktanz/relative potier reactance	$x_p/p.u.$	$x_p = 0.0992$
Ankerstrom unerregt/current without excitation:	$I_a(I_f=0)/A$	$I_{aI_f0} = 186$

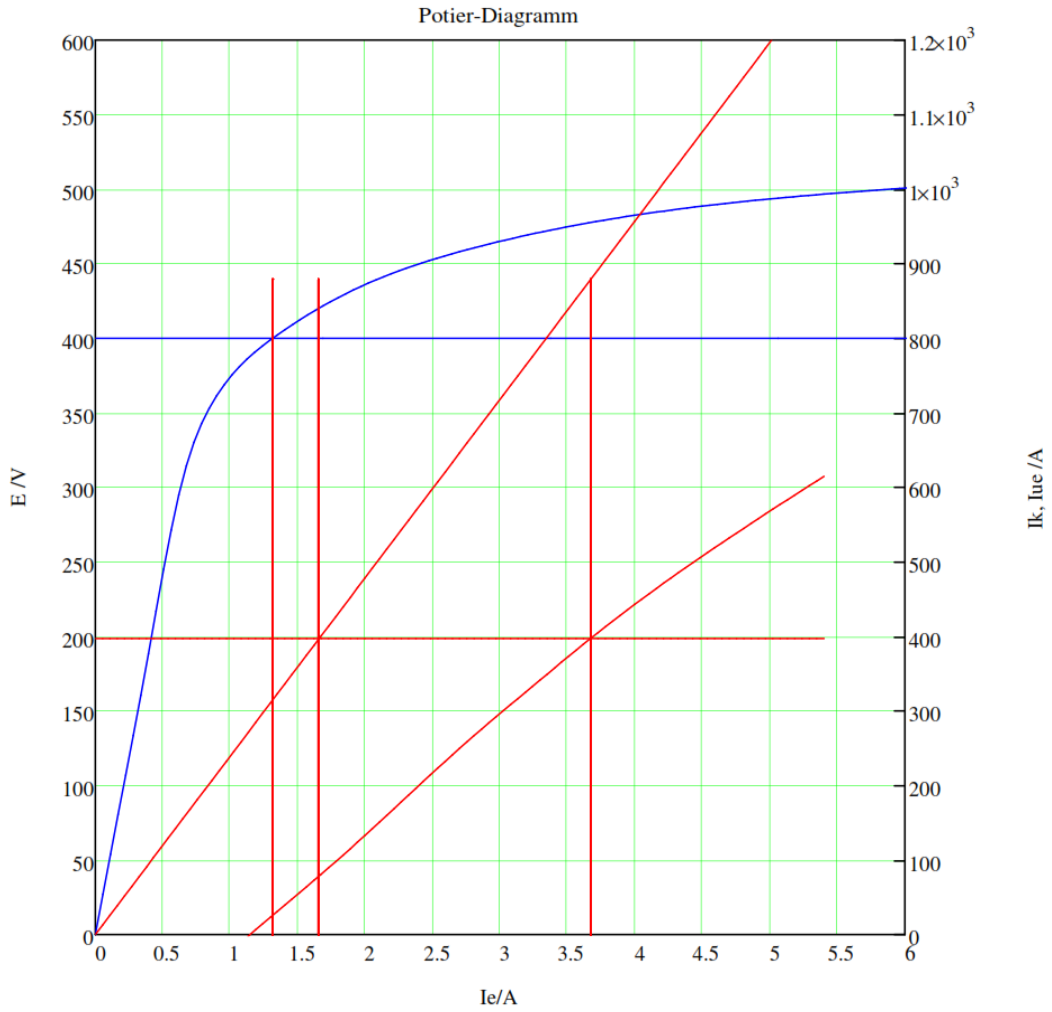
Rem = ""

Şekil A.9. Senkron alternatörün test değerleri.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

Typ/Type Typ = "SF 315 M 4"

Potier-Diagramm/ V-curve (overexcited), short-circuit characteristic and no-load characteristic



$I_{fo} = 1.31$	A	$I_{fkn} = 1.66$	A	$I_{fue} = 3.67$	A	
$I_{fn} = 2.87$	A	$U_n = 400$	V	$e_p = 39.7$	V	Sattgrd = 1.57
$I_{fa} = 1.58$	A	$I_n = 397$	A	$E_p = 425.3$	V	Uremt = 22 V
$I_{fp} = 1.73$	A	$\cos\phi_n = 0.9$		$\Delta U_n = 62.1$	V	
Rem = ""						

Şekil A.10. Alternatörün kısadevre ve yükteki güç eğrileri.

Ergebnisbericht zur Schalleistungsbestimmung nach DIN EN ISO 3746, Genauigkeitsklasse 3

Brüel & Kjær


Untersuchte Schallquelle

AEM-Typ: SF 315 M 4
 Auftrags-Nr: S 61 314 4 510
 Werk-Nr: 3018 00036
 Typprüfungs-Nr: QP 330 18 011

Technische Daten

Höhe h : 1,24 m
 Länge l : 1,40 m
 Breite b : 1,04 m

Betriebszustände während der Messung: Leerlauf, Un
 als Motor, ohne Schwungrad
 weitere Angaben: mit Wasser

Verwendete Messgeräte:

Hersteller: Brüel & Kjaer
 Schallanalysator-Typen-Nr: 2250
 Serien-Nr: 2704731
 Mikrofontype: 4189
 Serien-Nr: 2689605

Akustische Umgebung

Art der Messfläche: Quader
 Beschreibung des Messraumes: reflexionsarmer Raum über
 reflektierender Ebene

Wände: Absorbierend
 Decke: Absorbierend
 Boden: schallhart

Maße

Länge: 42,00 m
 Breite: 24,00 m
 Höhe: 7,00 m
 Volumen: 7056,00 m³

Messabstand d : 1,00 m

Lufttemperatur: 30 °C

stat. Luftdruck: 1003 hPa

relative Luftfeuchte: 60 %

mittl. Fremdgeräuschkorrekt. K_1 : 0,1 dB

berücksichtigte Raumbückwirkung K_2 : 0,9 dB

Windschirm (d in mm): 90 mm

Schallkalibrator-Typ: 4228

Serien-Nr: 1798931

Kalibrierdatum: 26. Juli 2018

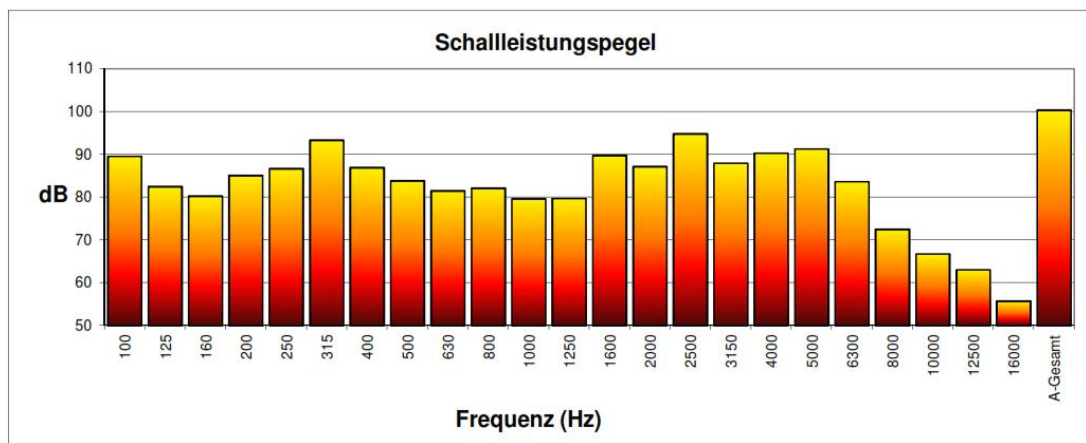
Datum der Messung: 26. Juli 2018

Ergebnis:

Schalleistungspegel L_{WA} : **100 dB** *Vergleichstandardabweichung nach DIN ISO 3744, Genauigkeitsklasse 2, $\sigma_R \leq 1,5$ dB - Messunsicherheit 3 dB nicht berücksichtigt!*

Arbeitsplatzbezogener Emissionswert L_{pA} : **84 dB** *Wert ermittelt nach DIN EN ISO 11203*

Höchstwert L_{Cpeak} : **101 dB** *Wert ermittelt nach DIN EN ISO 11200 u. ISO 6081*



Firma: AEM Dessau GmbH

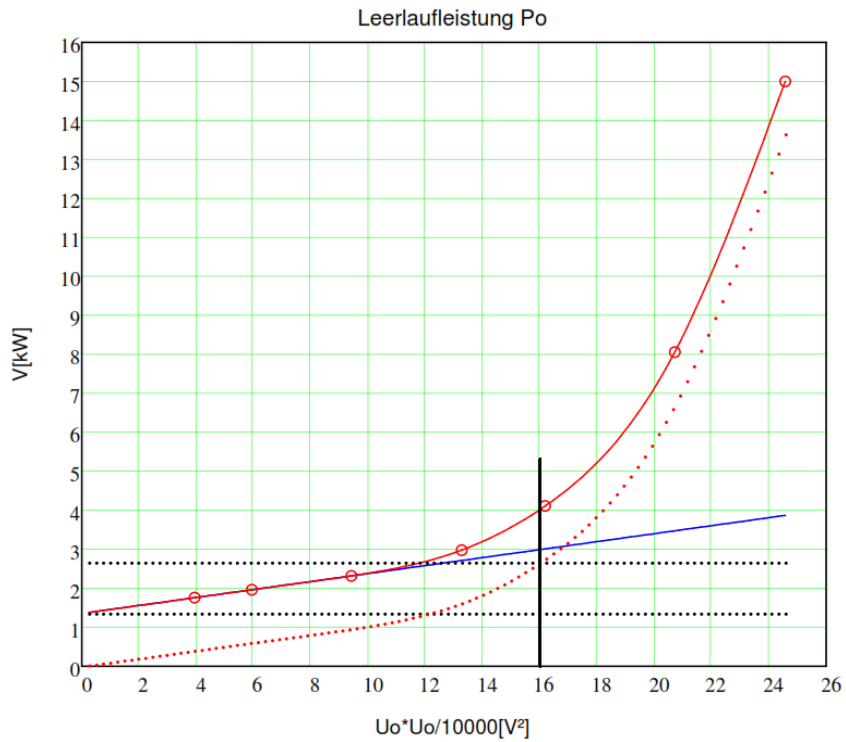
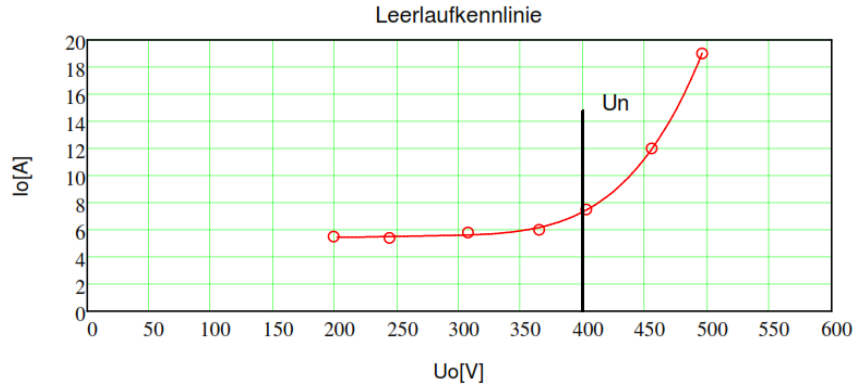
Unterschrift: Böhme

Ort: Dessau

Datum: 26.07.2018

Şekil A.11. Alternatör gürültü düzeyi test raporu.

Leerverluste für Typ / No-Load Losses for Type: Typ = "SF 315 M 4"



Nennspannung/nominal voltage	V	U _n = 400
Leerlaufstrom/no-load current	A	I _{0n} = 7.3
Leerverluste/no-load power	kW	V _{0n} = 4.018
Leerlaufleistungsfaktor/no-load power factor		cosφ ₀ = 0.79
Eisenverluste/core-losses	kW	V _{Fen} = 2.662
Reibungsverluste/losses of ventilation & friction	kW	V _{reib} = 1.354

Rem = ""

Şekil A.12. Alternatöre ait boşa çalışma durumundaki kayıplara ait grafik.

Kennlinien / characteristics**Typ/type:****SF 315 M 4**

Auftrags-Nr./factory order-no.:

S 61 314 4 510

Werknummer/serial-no.:

3018 00036

Spannung/voltage U/V:

400

Nennstrom/nominal current I/A:

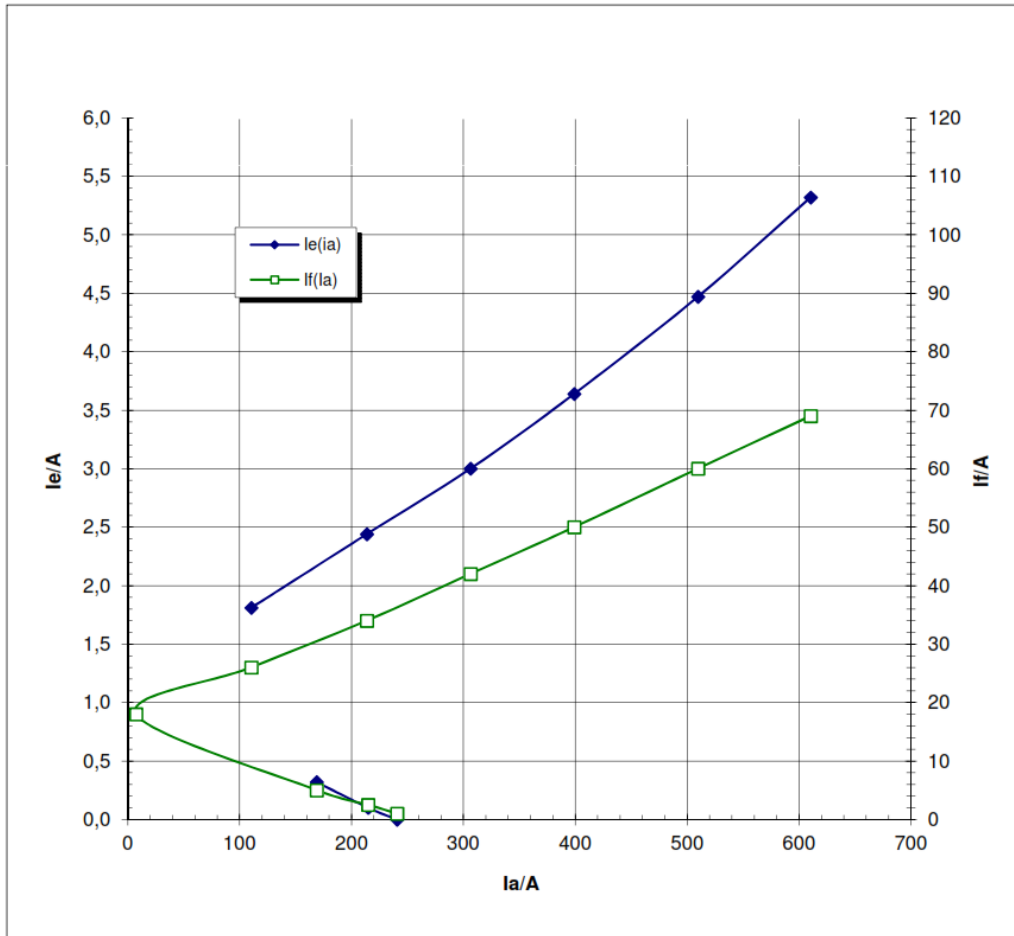
397

Frequenz/frequency f/Hz:

50

Diagramme/characteristics:cosj = **0,04**

Ia/A	Ie/A	If/A
240,70	0,00	1,00
214,90	0,10	2,50
168,90	0,32	5,00
7,50		18,00
110,40	1,81	26,00
213,70	2,44	34,00
306,40	3,00	42,00
399,10	3,64	50,00
509,70	4,47	60,00
610,40	5,32	69,00



Şekil A.13. Alternatöre ait Ia-Ie-If grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

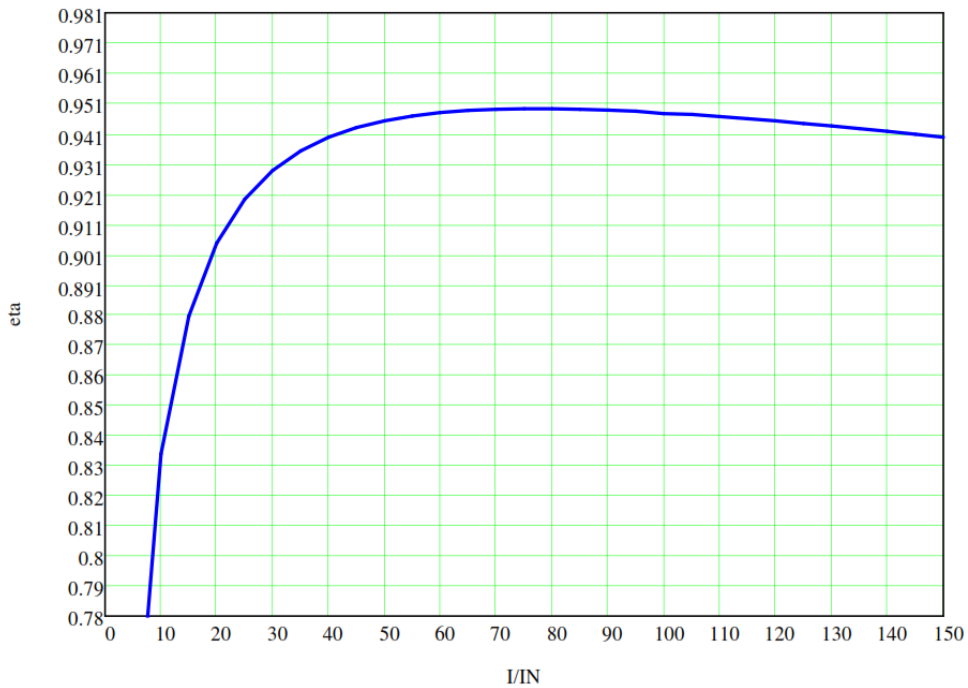
Blatt/sheet: 19

Typ/type

Typ = "SF 315 M 4"

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.

$I_{at_nhi1} =$	$P_{2t_nhi1} =$	$P_{1t_nhi1} =$	$V_{gest_nhi1} =$	$I_{ft_nhi1} =$	$\eta_{t_nhi1} =$	$I_{relt_nhi1} =$
0	0	4.751	4.751	17	0	0
99.2	61.9	67.336	5.461	20.8	0.9189	25
198.5	123.8	130.949	7.199	26.2	0.945	50
297.7	185.6	195.595	9.97	32.5	0.949	75
396.9	247.5	261.24	13.74	39	0.9474	100
496.2	309.4	327.677	18.302	44.6	0.9441	125
595.4	371.3	395.137	23.887	50.6	0.9395	150



Raumtemperatur/ambiente temperature: $\theta_u = 25$ °C $U_{aN} = 400$ V
Ständerübertemperatur/temp. rise stator: $\Delta\theta_{aN} = 80$ K $I_{aN} = 396.9$ A
Läuferübertemperatur/temp. rise rotor: $\Delta\theta_{fN} = 78$ K $I_{fN} = 39$ A
Nennwirkungsgrad / nominal efficiency: $\eta_N = 0.947$ $\cos\phi_N = 0.9$
 temptex = "konst. Temperatur/const. temp." $f_N = 50$ Hz
 $U_{fN} = 67$ V
Bemerkung / remark: Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzulinf"

Şekil A.14. Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Blatt/sheet: 20	
		Typ = "SF 315 M 4"	
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.			
Nennspannung / nominal voltage/ V:	UaN = 400		
Nennstrom / nominal current/ A:	IaN = 396.9		
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:	cosφN = 0.9		
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:	P2N = 247.5		
aufgenommene Leistung / input / kW:	P1N = 261.24		
Verluste / losses:			
Eisenverluste / core losses / kW:	VFeN = 2.662		
Reibungsverluste / friction losses / kW:	VrN = 1.354		
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:	Vw1N = 4.938		
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:	VzusN = 1.375		
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:	Vw2N = 2.607		
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:	VbueN = 0		
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:			
konstante / constantanous:	Vzusconst = 0.08		
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:	Vzusquadra = 0		
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):	Vzusquadrf = 0		
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):	Vzuslinf = 0.068		
Verluste der Erregereinrichtung / losses of excitor system / kW:			
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:	VDrN = 0		
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:	VTrN = 0		
Reglerverluste / losses of AVR:	VRegN = 0.005		
Absetzverluste / losses of shunt resistor:	VabsN = 0		
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:	VGRN = 0		
Transistorverluste / losses of transistor:	VTransN = 0		
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):	VEMAN = 0.652		
Gesamtverluste / summary losses / kW:	VgesN = 13.74		
Wirkungsgrad / efficiency / %:	ηN = 0.9474		
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17	A	IfN = 39 A UfN = 67 V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"		
Kaltwiderstände / cold resistances:	RaPh20 = 0.007835		Rf20 = 1.293 Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Typ/type		Blatt/sheet: 20		
				Typ = "SF 315 M 4"		
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.						
Nennspannung / nominal voltage/ V:				UaN = 400		
Nennstrom / nominal current/ A:				IaN = 396.9		
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:				cosφN = 0.9		
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:				P2N = 247.5		
aufgenommene Leistung / input / kW:				P1N = 261.24		
Verluste / losses:						
Eisenverluste / core losses / kW:				VFeN = 2.662		
Reibungsverluste / friction losses / kW:				VrN = 1.354		
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:				Vw1N = 4.938		
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:				VzusN = 1.375		
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:				Vw2N = 2.607		
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:				VbueN = 0		
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:						
konstante / constantanous:				Vzusconst = 0.08		
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:				Vzusquadra = 0		
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):				Vzusquadrf = 0		
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):				Vzuslinf = 0.068		
Verluste der Erregereinrichtung / losses of excitor system / kW:						
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:				VDrN = 0		
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:				VTrN = 0		
Reglerverluste / losses of AVR:				VRegN = 0.005		
Absetzverluste / losses of shunt resistor:				VabsN = 0		
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:				VGRN = 0		
Transistorverluste / losses of transistor:				VTransN = 0		
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):				VEMAN = 0.652		
Gesamtverluste / summary losses / kW:				VgesN = 13.74		
Wirkungsgrad / efficiency / %:				ηN = 0.9474		
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17	A	IfN = 39	A	UfN = 67	V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"					
Kaltwiderstände / cold resistances:			RaPh20 = 0.007835		Rf20 = 1.293	Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Blatt/sheet: 20	
Typ/type		Typ = "SF 315 M 4"	
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.			
Nennspannung / nominal voltage/ V:		UaN = 400	
Nennstrom / nominal current/ A:		IaN = 396.9	
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:		cosφN = 0.9	
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:		P2N = 247.5	
aufgenommene Leistung / input / kW:		P1N = 261.24	
Verluste / losses:			
Eisenverluste / core losses / kW:		VFeN = 2.662	
Reibungsverluste / friction losses / kW:		VrN = 1.354	
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:		Vw1N = 4.938	
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:		VzusN = 1.375	
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:		Vw2N = 2.607	
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:		VbueN = 0	
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:			
konstante / constantanous:		Vzusconst = 0.08	
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:		Vzusquadra = 0	
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):		Vzusquadrf = 0	
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):		Vzuslinf = 0.068	
Verluste der Erregereinrichtung / losses of excitor system / kW:			
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:		VDrN = 0	
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:		VTrN = 0	
Reglerverluste / losses of AVR:		VRegN = 0.005	
Absetzverluste / losses of shunt resistor:		VabsN = 0	
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:		VGRN = 0	
Transistorverluste / losses of transistor:		VTransN = 0	
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):		VEMAN = 0.652	
Gesamtverluste / summary losses / kW:		VgesN = 13.74	
Wirkungsgrad / efficiency / %:		ηN = 0.9474	
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17 A	IfN = 39 A	UfN = 67 V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"		
Kaltwiderstände / cold resistances:	RaPh20 = 0.007835	Rf20 = 1.293	Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Blatt/sheet: 20	
Typ/type		Typ = "SF 315 M 4"	
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.			
Nennspannung / nominal voltage/ V:		UaN = 400	
Nennstrom / nominal current/ A:		IaN = 396.9	
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:		cosφN = 0.9	
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:		P2N = 247.5	
aufgenommene Leistung / input / kW:		P1N = 261.24	
Verluste / losses:			
Eisenverluste / core losses / kW:		VFeN = 2.662	
Reibungsverluste / friction losses / kW:		VrN = 1.354	
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:		Vw1N = 4.938	
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:		VzusN = 1.375	
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:		Vw2N = 2.607	
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:		VbueN = 0	
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:			
konstante / constantanous:		Vzusconst = 0.08	
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:		Vzusquadra = 0	
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):		Vzusquadrf = 0	
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):		Vzuslinf = 0.068	
Verluste der Erregereinrichtung / losses of excitor system / kW:			
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:		VDrN = 0	
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:		VTrN = 0	
Reglerverluste / losses of AVR:		VRegN = 0.005	
Absetzverluste / losses of shunt resistor:		VabsN = 0	
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:		VGRN = 0	
Transistorverluste / losses of transistor:		VTransN = 0	
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):		VEMAN = 0.652	
Gesamtverluste / summary losses / kW:		VgesN = 13.74	
Wirkungsgrad / efficiency / %:		ηN = 0.9474	
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17 A	IfN = 39 A	UfN = 67 V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"		
Kaltwiderstände / cold resistances:	RaPh20 = 0.007835	Rf20 = 1.293	Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Typ/type		Blatt/sheet: 20		
				Typ = "SF 315 M 4"		
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.						
Nennspannung / nominal voltage/ V:				UaN = 400		
Nennstrom / nominal current/ A:				IaN = 396.9		
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:				cosφN = 0.9		
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:				P2N = 247.5		
aufgenommene Leistung / input / kW:				P1N = 261.24		
Verluste / losses:						
Eisenverluste / core losses / kW:				VFeN = 2.662		
Reibungsverluste / friction losses / kW:				VrN = 1.354		
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:				Vw1N = 4.938		
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:				VzusN = 1.375		
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:				Vw2N = 2.607		
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:				VbueN = 0		
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:						
konstante / constantanous:				Vzusconst = 0.08		
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:				Vzusquadra = 0		
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):				Vzusquadrf = 0		
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):				Vzuslinf = 0.068		
Verluste der Erregeranlage / losses of excitor system / kW:						
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:				VDrN = 0		
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:				VTrN = 0		
Reglerverluste / losses of AVR:				VRegN = 0.005		
Absetzverluste / losses of shunt resistor:				VabsN = 0		
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:				VGRN = 0		
Transistorverluste / losses of transistor:				VTransN = 0		
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):				VEMAN = 0.652		
Gesamtverluste / summary losses / kW:				VgesN = 13.74		
Wirkungsgrad / efficiency / %:				ηN = 0.9474		
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17	A	IfN = 39	A	UfN = 67	V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"					
Kaltwiderstände / cold resistances:			RaPh20 = 0.007835		Rf20 = 1.293	Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator		Blatt/sheet: 20	
Typ/type		Typ = "SF 315 M 4"	
Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten. Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.			
Nennspannung / nominal voltage/ V:		UaN = 400	
Nennstrom / nominal current/ A:		IaN = 396.9	
Nennleistungsfaktor / nominal power factor:		cosφN = 0.9	
abgegebene Nennleistung / nominal output/ kW:		P2N = 247.5	
aufgenommene Leistung / input / kW:		P1N = 261.24	
Verluste / losses:			
Eisenverluste / core losses / kW:		VFeN = 2.662	
Reibungsverluste / friction losses / kW:		VrN = 1.354	
Ankerwicklungsverluste /armature wind. losses/ kW:		Vw1N = 4.938	
Stromabhängige Zusatzverluste / other losses / kW:		VzusN = 1.375	
Feldwicklungsverluste / field winding losses / kW:		Vw2N = 2.607	
Bürstenübergangsverluste /brush losses / kW:		VbueN = 0	
Sonstige Verluste / divers other losses / kW:			
konstante / constantanous:		Vzusconst = 0.08	
ankerstromabhängige (quadratisch) / armatur. cur. dep.:		Vzusquadra = 0	
feldstromabhängige (quadratisch) / dep. from field current (quad.):		Vzusquadrf = 0	
feldstromabhängige (linear) / depend. from field cur. (lin.):		Vzuslinf = 0.068	
Verluste der Erregereinrichtung / losses of excitor system / kW:			
Leerlaufdrosselverluste / losses of choke:		VDrN = 0	
Stromtrafoverluste / losses of current transformer:		VTrN = 0	
Reglerverluste / losses of AVR:		VRegN = 0.005	
Absetzverluste / losses of shunt resistor:		VabsN = 0	
Gleichrichterverluste / losses of rectifier:		VGRN = 0	
Transistorverluste / losses of transistor:		VTransN = 0	
Verluste der Erregermaschine / losses of excitor (generator):		VEMAN = 0.652	
Gesamtverluste / summary losses / kW:		VgesN = 13.74	
Wirkungsgrad / efficiency / %:		ηN = 0.9474	
Feldgrößen / field values:	Ifo = 17 A	IfN = 39 A	UfN = 67 V
Bemerkungen / remarks:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"		
Kaltwiderstände / cold resistances:	RaPh20 = 0.007835	Rf20 = 1.293	Ω

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

Typ/type

Typ = "SF 315 M 4"

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.

Ia/A	P2/kW	P1/kW	Vges/kW	If/A	η (eta)	Ia/IN
Iat _{nhi12} =	P2t _{nhi12} =	P1t _{nhi12} =	Vgest _{nhi12} =	Ift _{nhi12} =	η t _{nhi12} =	Irelt _{nhi12} =
0	0	4.751	4.751	17	0	0
39.7	24.8	29.674	4.924	18.4	0.8341	10
79.4	49.5	54.742	5.242	20	0.9042	20
119.1	74.3	79.971	5.721	21.8	0.9285	30
158.8	99	105.374	6.374	23.9	0.9395	40
198.5	123.8	130.949	7.199	26.2	0.945	50
238.2	148.5	156.69	8.19	28.7	0.9477	60
277.8	173.3	182.589	9.339	31.2	0.9489	70
317.5	198	208.636	10.636	33.7	0.949	80
357.2	222.8	234.827	12.077	36.1	0.9486	90
396.9	247.5	261.24	13.74	39	0.9474	100
436.6	272.3	287.654	15.404	41	0.9464	110
476.3	297	314.298	17.298	43.4	0.945	120
516	321.8	341.094	19.344	45.8	0.9433	130
555.7	346.5	368.04	21.54	48.2	0.9415	140
595.4	371.3	395.137	23.887	50.6	0.9395	150

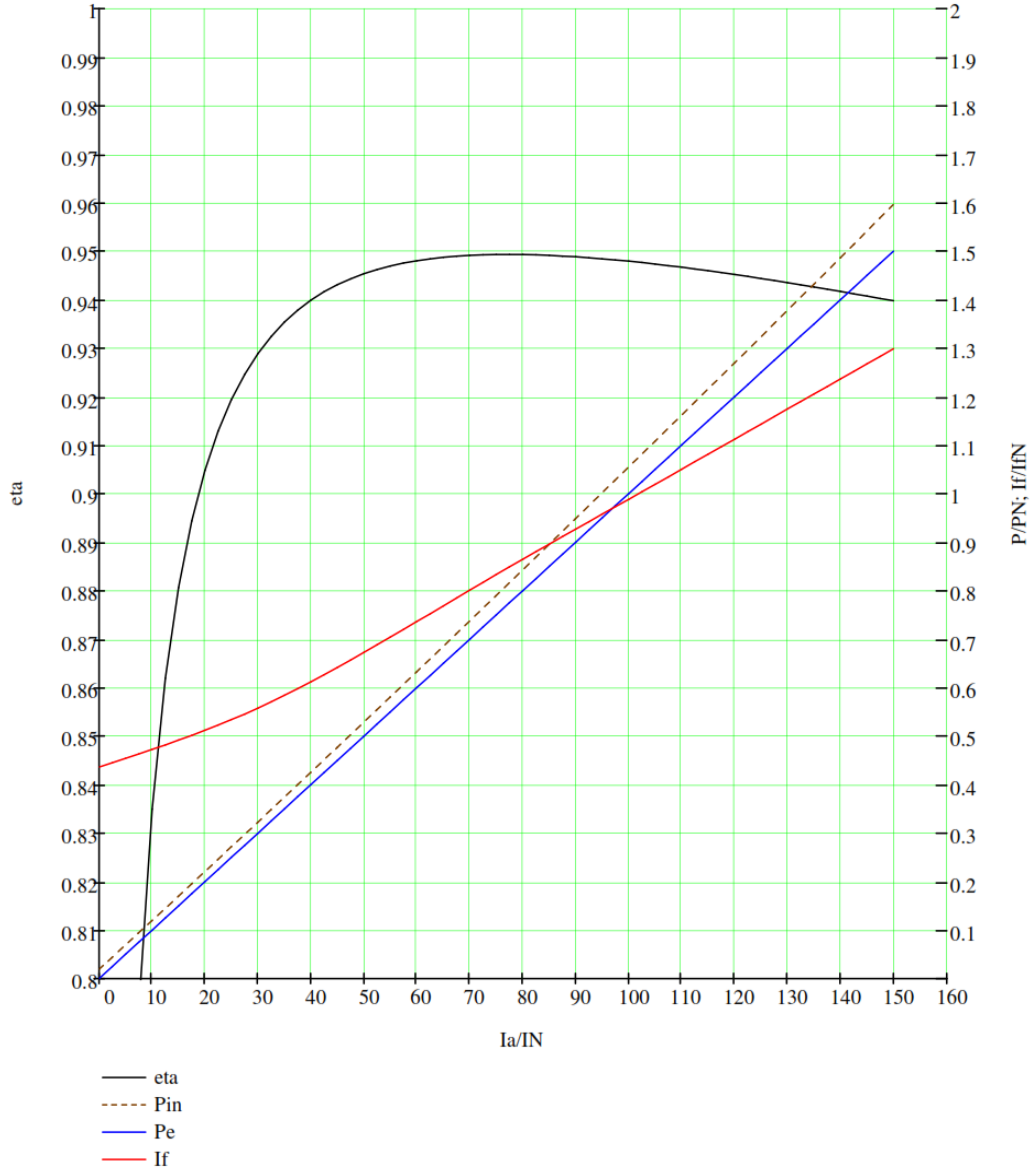
Raumtemperatur/ambiente temperature:	$\theta_u = 25$	°C	$U_{aN} = 400$	V
Ständerübertemperatur/temp. rise stator:	$\Delta\theta_{aN} = 80$	K	$I_{aN} = 396.9$	A
Läuferübertemperatur/temp. rise rotor:	$\Delta\theta_{fN} = 78$	K	$I_{fN} = 39$	A
Nennwirkungsgrad / nominal efficiency:	$\eta_N = 0.947$		$\cos\phi_N = 0.9$	
tempex = "konst. Temperatur/const. temp."			$f_N = 50$	Hz
			$U_{fN} = 67$	V

Bemerkung / remark: Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"

Ia - Ankerstrom /current of the inductor
 IN - Nennankerstrom/nominal current
 P2 (Pe) - abgegebene Leistung/output
 P1 (Pi) - aufgenommene Leistung/input
 Vges - gesamte Verluste/total losses
 If - Feldstrom/current of the field
 η (eta) - Wirkungsgrad/efficiency

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.



$U_{aN} = 400$ V $f_N = 50$ Hz $\cos\phi_N = 0.9$ $I_{aN} = 396.9$ A
 $I_{fN} = 39$ A $\eta_N = 0.947$ $U_{fN} = 67$ V $I_{fo} = 17$ A
Bemerkung / remark: Rem = "Vzuz = 0,5% S_n; Vreg: Vzuzlinf"
temp_{tex} = "konst. Temperatur/const. temp."

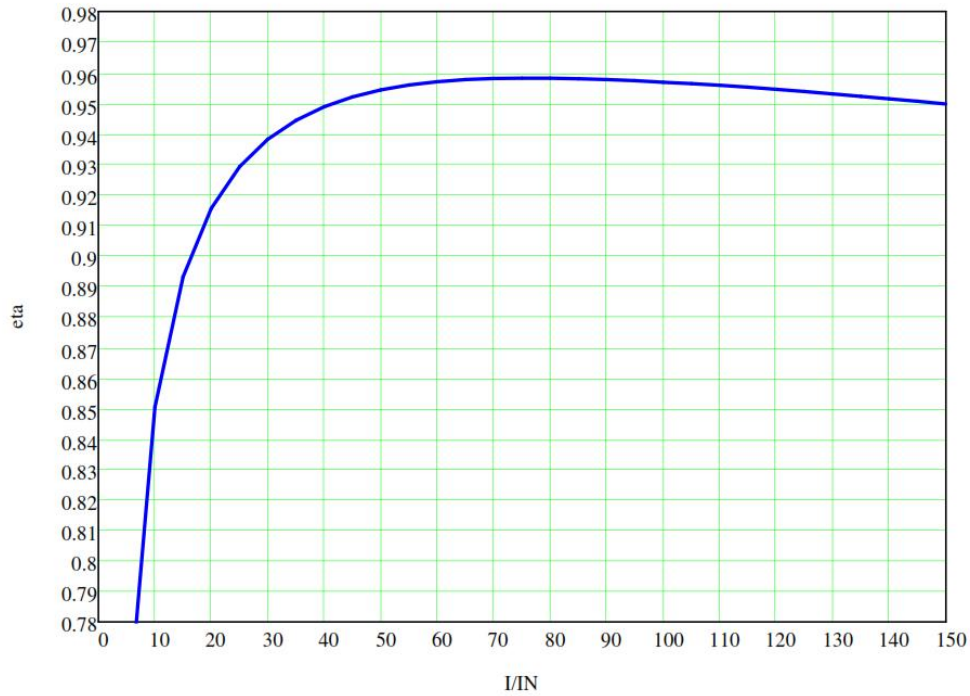
Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

**Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous
Alternator**

Typ = "SF 315 M 4"

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.

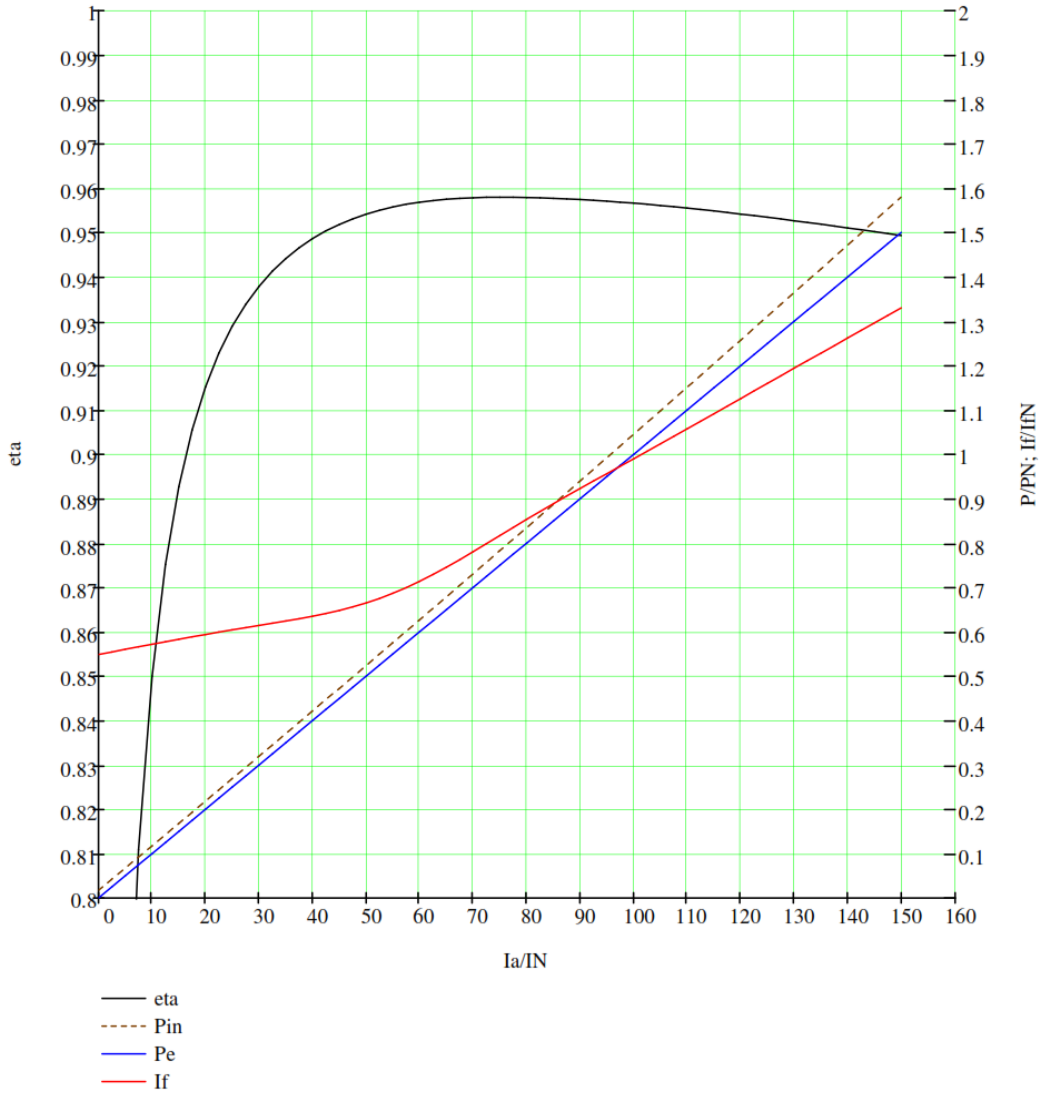
$I_{a2_nhi1} =$	$P_{2t2_nhi1} =$	$P_{1t2_nhi1} =$	$V_{gest2_nhi1} =$	$I_{ft2_nhi1} =$	$\eta_{t2_nhi1} =$	$I_{relt2_nhi1} =$
0	0	4.721	4.721	17	0	0
99.2	68.8	73.995	5.245	18.7	0.9291	25
198.5	137.5	144.083	6.583	20.6	0.9543	50
297.7	206.3	215.255	9.005	25.3	0.9582	75
396.9	275	287.429	12.429	31	0.9568	100
496.2	343.8	360.417	16.667	36	0.9538	125
595.4	412.5	434.347	21.847	41.2	0.9497	150



Raumtemperatur/ambiente temperature:	$\theta_u = 25$ °C	$U_{aN} = 400$ V
Ständerübertemperatur/temp. rise stator:	$\Delta\theta_{aN} = 80$ K	$I_{aN} = 396.9$ A
Läuferübertemperatur/temp. rise rotor:	$\Delta\theta_{fN2} = 49$ K	$I_{fN2} = 31$ A
Wirkungsgrad / efficiency: (bei Nennstrom / at nom. cur.)	$\eta_{N2} = 0.957$	$\cos\phi_{N2} = 1$
tempex = "konst. Temperatur/const. temp."		$f_N = 50$ Hz
Bemerkung / remark:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzuslinf"	

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.



$U_{aN} = 400$ V $f_N = 50$ Hz $\cos\phi_{N2} = 1$ $I_{aN} = 396.9$ A
 $I_{fN2} = 31$ A $\eta_{N2} = 0.9568$ $I_{f0} = 17$ A $U_{fN2} = 49$ V

Bemerkung / remark: Rem = "Vzus = 0,5% S_n; Vreg: Vzuslinf"
temptex = "konst. Temperatur/const. temp."

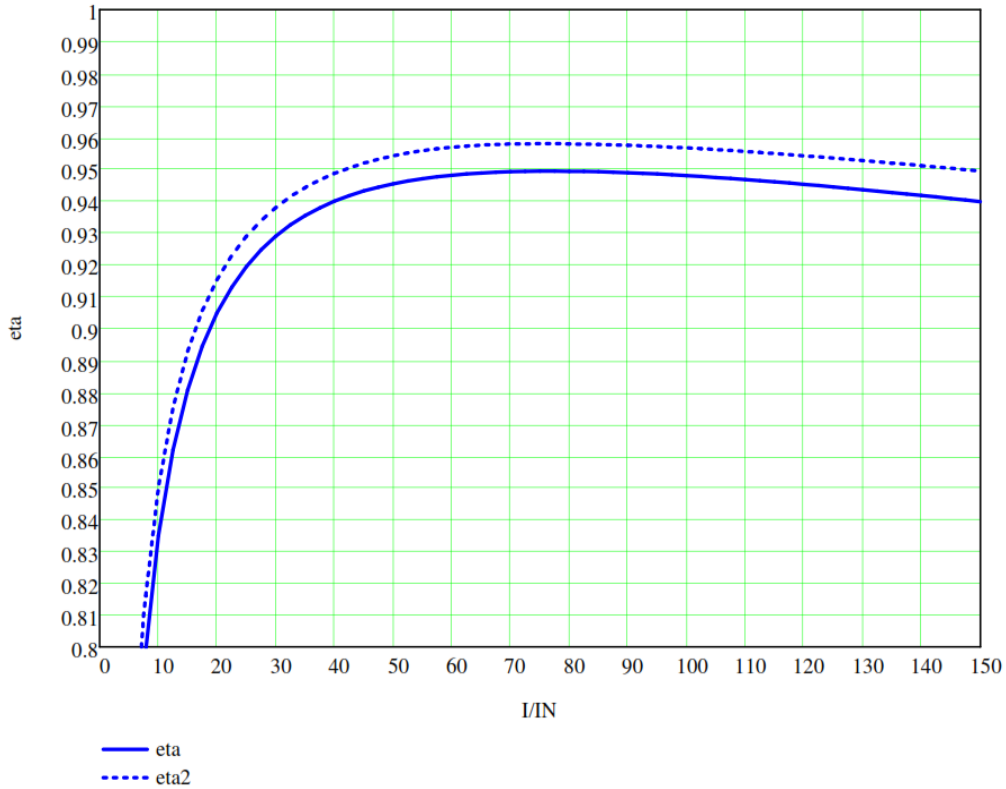
Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

**Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous
Alternator**

Typ/type

Typ = "SF 315 M 4"

Bestimmung des Wirkungsgrades aus den gemessenen Werten der Kennlinie und den Verlusten.
Calculation of the efficiency from the measured characteristic and the losses.



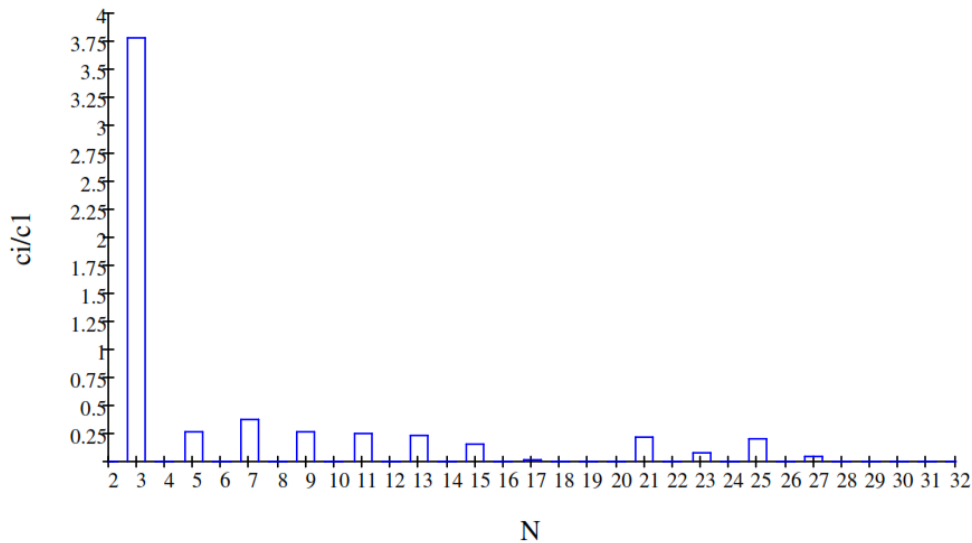
Raumtemperatur/ambiente temperature:	$\theta_u = 25$	°C	$U_{aN} = 400$	V
Ständerübertemperatur/temp. rise stator:	$\Delta\theta_{aN} = 80$	K	$I_{aN} = 396.9$	A
Läuferübertemperatur/temp. rise rotor:	$\Delta\theta_{fN} = 78$	K	$\Delta\theta_{fN2} = 49$	K
Leistungsfaktor / power factor:	$\cos\phi_N = 0.9$		$\cos\phi_{N2} = 1$	
Wirkungsgrad / efficiency:	$\eta_N = 0.947$		$\eta_{N2} = 0.957$	
Feldstrom / field current:	$I_{fN} = 39$	A	$I_{fN2} = 31$	A
Feldspannung / field voltage:	$U_{fN} = 67$	V	$U_{fN2} = 49$	V
temptex = "konst. Temperatur/const. temp."			$f_N = 50$	Hz
Bemerkung / remark:	Rem = "Vzus = 0,5% Sn; Vreg: Vzulinf"			

Şekil A.14.(Devam) Alternatörün karakteristik ve kayıplara göre veriminin belirlenmesi.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator
Typ/Type SF 315 M 4
U U-N ; I_a = 0 A, Unverk = 400 V

Harmonische Analyse der Spannung, Klirrfaktor k , Telefonüberschwingungsfaktor k_T / Analyses of the waveform of voltage-curve, harmonic factor k , valued harmonic factor (FHT) k_T / Определение гармонических составляющих кривой напряжения, коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения K , коэффициента телефонных гармоник k_T

Amplitudenspektrum



Klirrfaktor (THD)	k	$k = 3.859$	%
Telefonüberschwingungsfaktor (THF)	THF	$k_T = 0.647$	%
Effektivwert (rms)	U _{eff}	U _{eff} = 230.6	V
Mittelwert (ams)	U _{gr}	U _{gr} = 204.6	V
Spitzenwert (max. value)	U _{max}	U _{max} = 337.8	V
Formfaktor	k _F	k _F = 1.127	
Amplitude der Grundschwingung	Ū ₁	C ₁ = 325.9	V (amplitude of C1)
max. Abweichung v.d. Grundschwingung	DU _{max}	Δu _{max} = 3.65	% (deviation to C1)

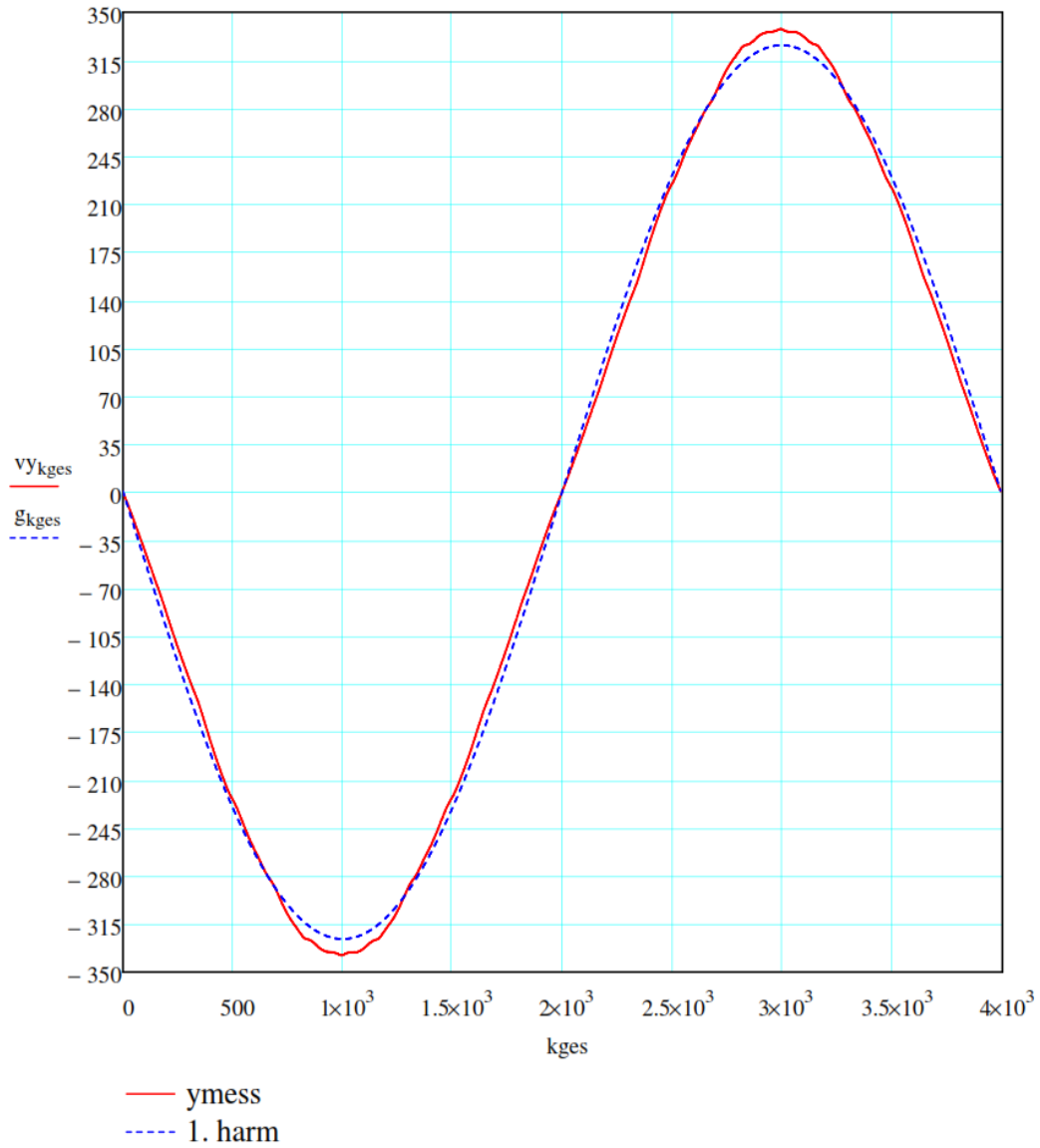
Oberschwingungsamplituden c_i bezogen auf die Grundschwingungsamplitude c_1 in %:

$crel_3 = 3.78659$	$crel_{19} = 0.00568$	$crel_1 = 100$
$crel_5 = 0.26596$	$crel_{21} = 0.22086$	
$crel_7 = 0.38173$	$crel_{23} = 0.07682$	
$crel_9 = 0.25942$	$crel_{25} = 0.2082$	
$crel_{11} = 0.24589$	$crel_{27} = 0.03954$	
$crel_{13} = 0.23427$	$crel_{29} = 0.00152$	
$crel_{15} = 0.16222$	$crel_{31} = 0.0049$	
$crel_{17} = 0.01919$	$crel_{33} = 0.0113$	

Şekil A.15. Alternatörün gerilim harmoniğinin analizi grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator
Typ/Type SF 315 M 4
U U-N ; I_a = 0 A, Unverk = 400 V

Darstellung der Gesamtschwingung und der Grundschiwingung / wave-form and first harmonic /
колебание и первая гармоника



Şekil A.16. Toplam ve temel titreşimin dalga formu ve birinci harmonik gösterimi.

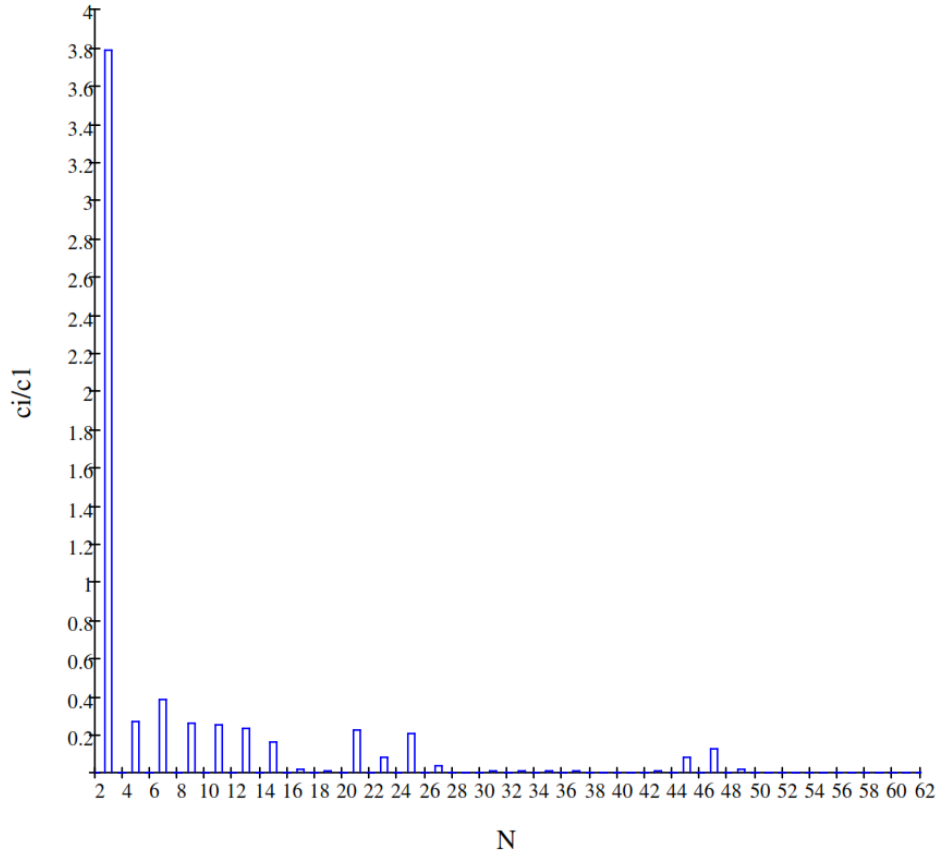
Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator

Typ/Type SF 315 M 4

U U-N ; I_a = 0 A, Unverk = 400 V

Harmonische Analyse der Spannung, Klirrfaktor k, Telefonüberschwingungsfaktor k_T / Analyses of the waveform of voltage-curve, harmonic factor k, valued harmonic factor (FHT) k_T / Определение гармонических составляющих кривой напряжения, коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения k, коэффициента телефонных гармоник k_T

Amplitudenspektrum



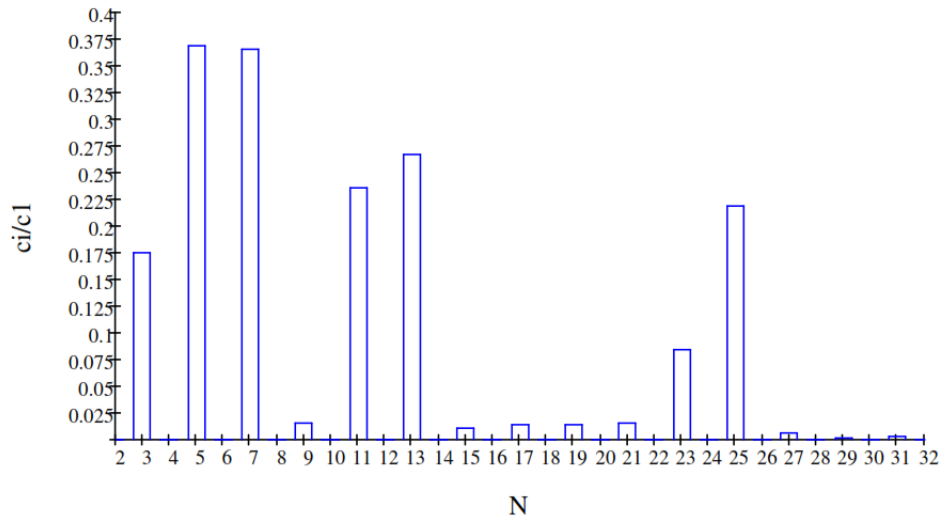
Klirrfaktor (THD)	k	k = 3.859	%
Telefonüberschwingungsfaktor (THF)	THF	k _T = 0.647	%
Effektivwert (rms)	U _{eff}	U _{eff} = 230.6	V
Mittelwert (ams)	U _{gr}	U _{gr} = 204.6	V
Spitzenwert (max. value)	U _{max}	U _{max} = 337.8	V
Formfaktor	k _F	k _F = 1.127	
Amplitude der Grundschiwingung (amplitude of basic harmonic wave)	Ū ₁	C ₁ = 325.9	V
max. Abweichung v.d. Grundschiwingung	ΔU _{max}	Δu _{max} = 3.65	% (deviation to C1)

Şekil A.17. Harmonik bozulum grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator
Typ/Type SF 315 M 4
U U-V ; Ia = 0 A, Unverk = 400 V

Harmonische Analyse der Spannung, Klirrfaktor k , Telephonüberschwingungsfaktor kT / Analyses of the waveform of voltage-curve, harmonic factor k , valued harmonic factor (FHT) kT / Определение гармонических составляющих кривой напряжения, коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения k , коэффициента телефонных гармоник kT

Amplitudenspektrum



Klirrfaktor (THD)	k	$k = 0.708$	%
Telephonüberschwingungsfaktor (THF)	THF	$kT = 0.517$	%
Effektivwert (rms)	U_{eff}	$U_{eff} = 399.2$	V
Mittelwert (ams)	U_{gr}	$U_{gr} = 359.6$	V
Spitzenwert (max. value)	U_{max}	$U_{max} = 563.4$	V
Formfaktor	kF	$kF = 1.11$	
Amplitude der Grundschiwingung	\hat{U}_1	$C_1 = 564.5$	V (amplitude of C1)
max. Abweichung v.d. Grundschiwingung	ΔU_{max}	$\Delta u_{max} = 1.22$	% (deviation to C1)

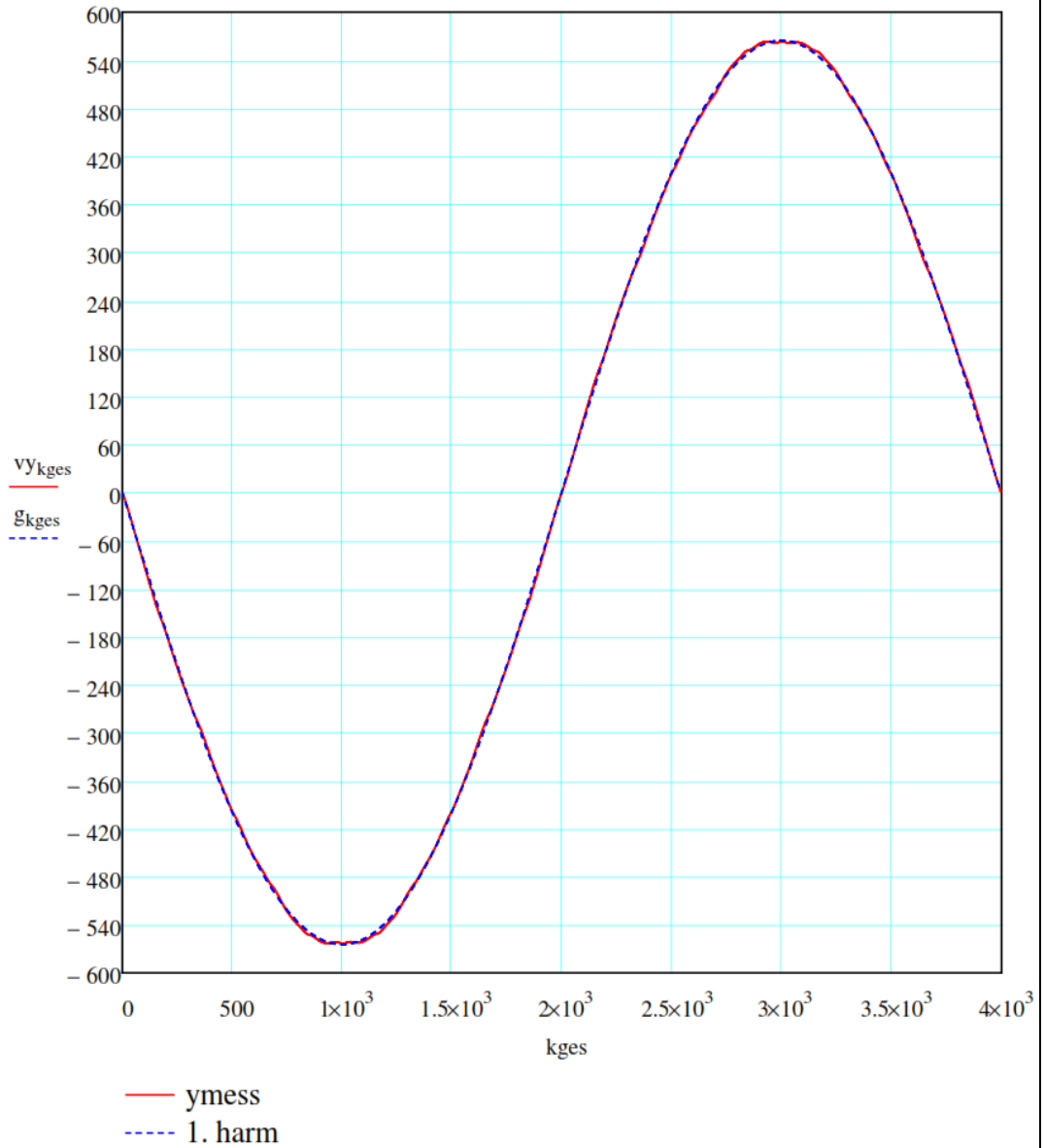
Oberschwingungsamplituden c_i bezogen auf die Grundschiwingungsamplitude c_1 in %:

$crel_3 = 0.17477$	$crel_{19} = 0.01425$	$crel_1 = 100$
$crel_5 = 0.36871$	$crel_{21} = 0.0153$	
$crel_7 = 0.36618$	$crel_{23} = 0.08371$	
$crel_9 = 0.015$	$crel_{25} = 0.2181$	
$crel_{11} = 0.23555$	$crel_{27} = 0.0064$	
$crel_{13} = 0.26713$	$crel_{29} = 0.00146$	
$crel_{15} = 0.01065$	$crel_{31} = 0.00281$	
$crel_{17} = 0.01448$	$crel_{33} = 0.00076$	

Şekil A.17. (Devam) Harmonik bozulum grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator
Typ/Type SF 315 M 4
U U-V ; I_a = 0 A, Unverk = 400 V

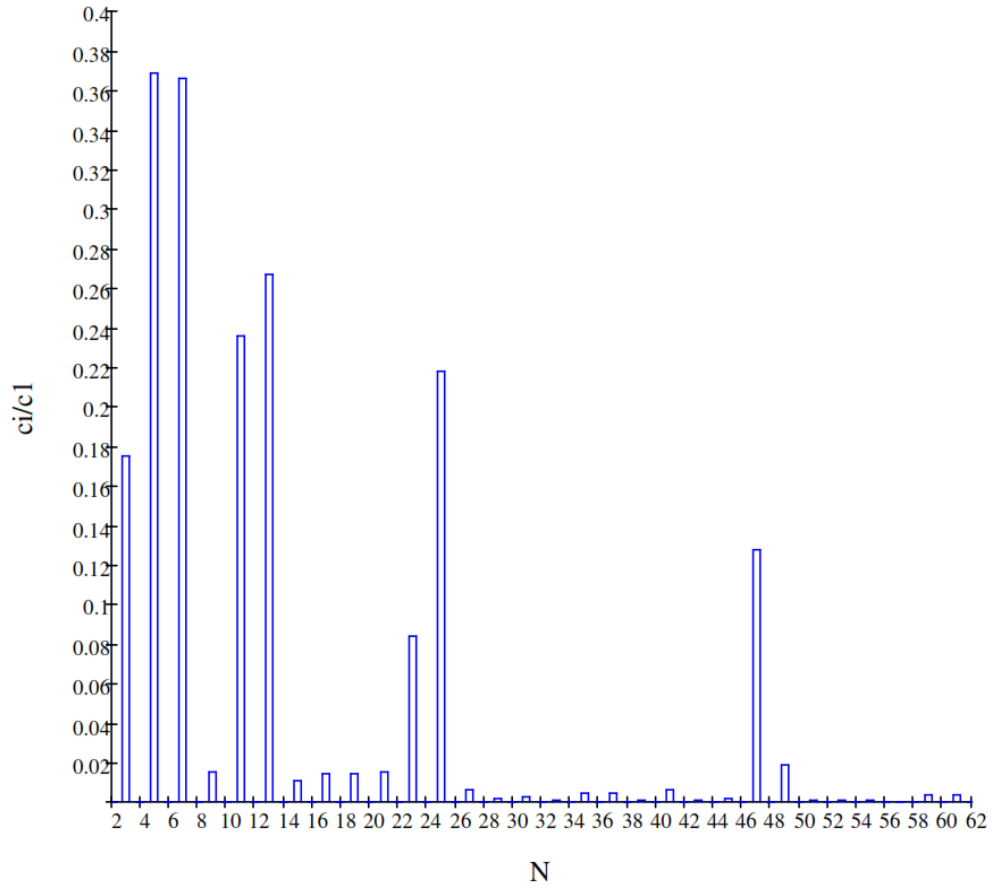
Darstellung der Gesamtschwingung und der Grundschiwingung / wave-form and first harmonic /
колебание и первая гармоника



Şekil A.17. (Devam) Harmonik bozulum grafiği.

Prüfung für die Synchronmaschine/Test for Synchronous Alternator**Typ/Type SF 315 M 4****U U-V ; Ia = 0 A, Unverk = 400 V**

Harmonische Analyse der Spannung, Klirrfaktor k , Telephonüberschwingungsfaktor k_T / Analyses of the waveform of voltage-curve, harmonic factor k , valued harmonic factor (FHT) k_T / Определение гармонических составляющих кривой напряжения, коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения k , коэффициента телефонных гармоник k_T

Amplitudenspektrum

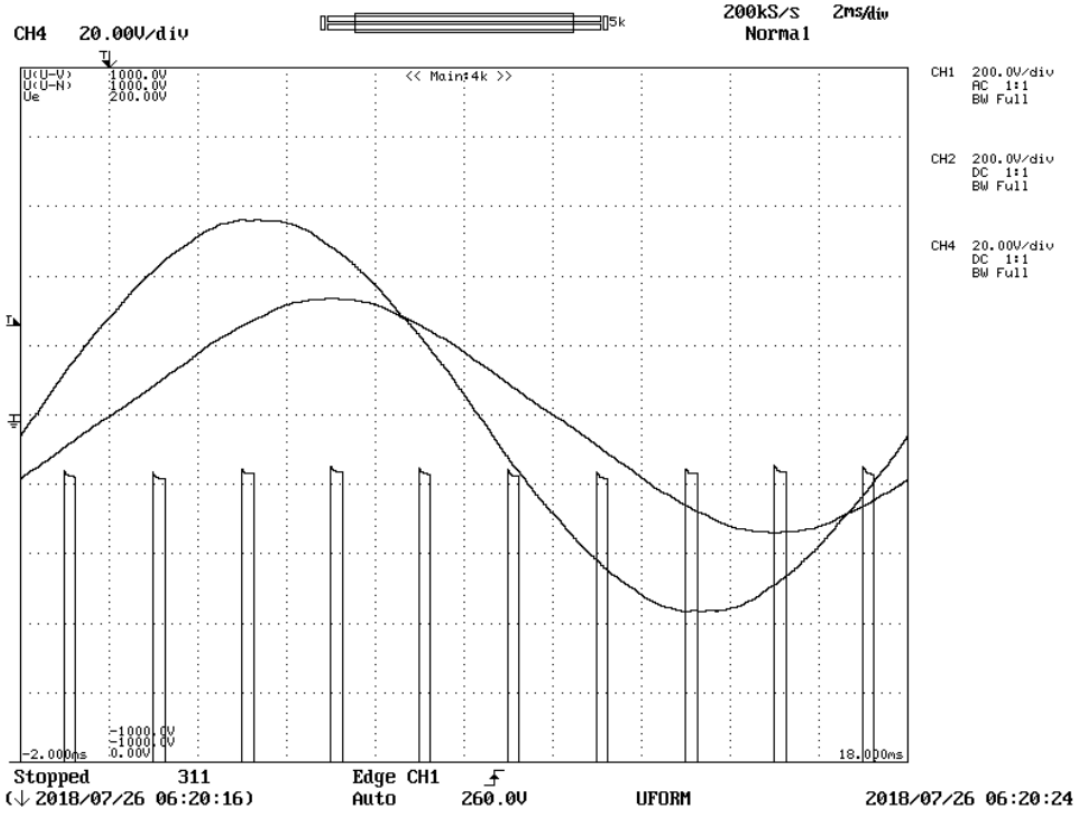
Klirrfaktor (THD)	k	$k = 0.708$	%
Telephonüberschwingungsfaktor (THF)	THF	$k_T = 0.517$	%
Effektivwert (rms)	U_{eff}	$U_{eff} = 399.2$	V
Mittelwert (ams)	U_{gr}	$U_{gr} = 359.6$	V
Spitzenwert (max. value)	U_{max}	$U_{max} = 563.4$	V
Formfaktor	k_F	$k_F = 1.11$	
Amplitude der Grundschwingung (amplitude of basic harmonic wave)	\hat{U}_1	$C_1 = 564.5$	V
max. Abweichung v.d. Grundschwingung	ΔU_{max}	$\Delta U_{max} = 1.22$	% (deviation to C_1)

Şekil A.17. (Devam) Harmonik bozulum grafiği.

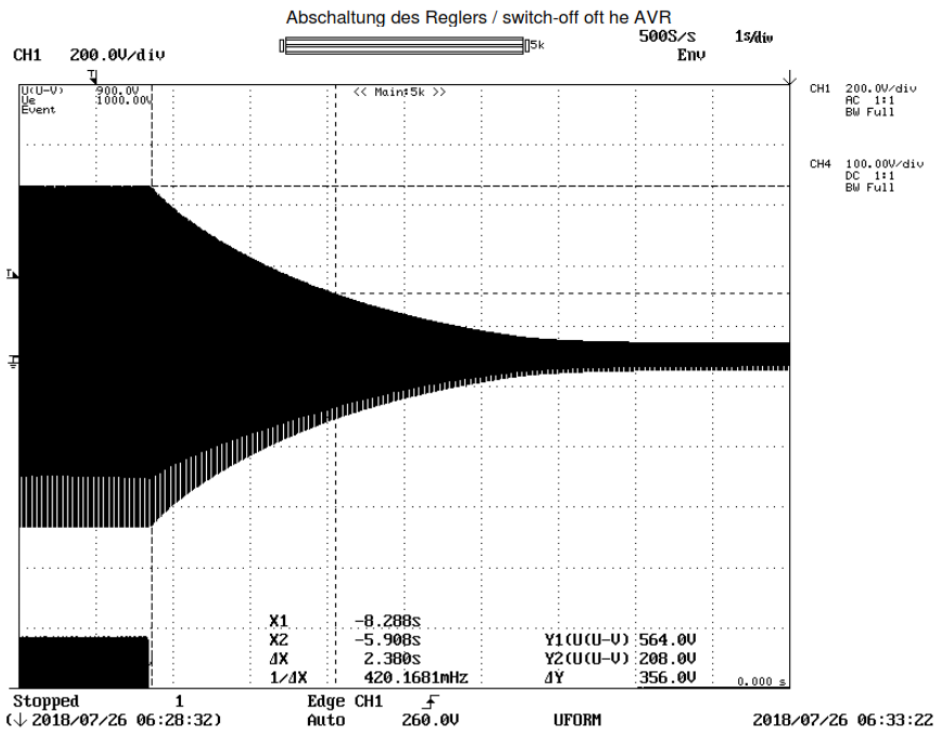
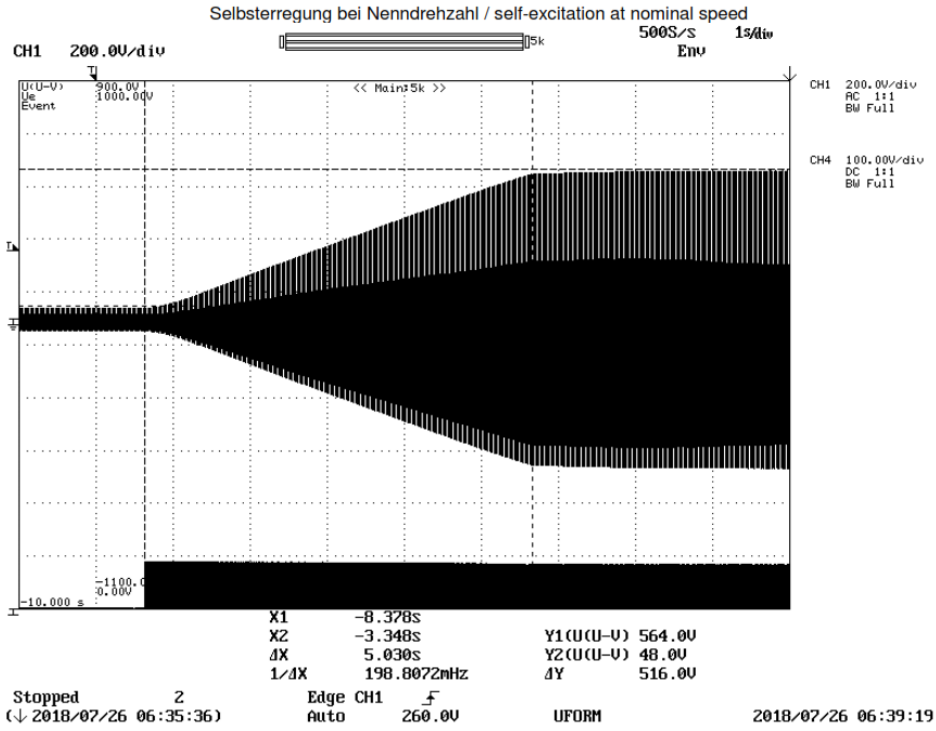
Prüfung für Generator/Test with Alternator
Typ/Type SF 315 M 4

Blatt/sheet : 200

Spannungsform im Leerlauf / voltage curve, no-load



Şekil A.18. Yüksüz gerilim eğrisi.



Şekil A.19. Alternatörün nominal hızda kendini uyarmasına ait grafik.



**Prüfbescheinigung für Synchrongeneratoren / Test Certificate for 3-Phase- Alternators /
Certificat d'essai génératrices triphasés synchrones**

Typ / Type / Type **SF 315 M4**
 Werksauftrags-Nr. plant-order no./ n° d'ordre: **S61 314 4 510**
 Werk-Nr. Serial No. / n° de la machine: **3018 00036**
 Nennzahl / nominal speed / vitesse nominale **1 500 1/min / rpm**
 Nennleistung / Rated output / puissance nominale **275 kVA**
 Nennspannung / Rated voltage / Tension nominale **Y 400 V**
 Nennstrom / nominal current/ courant assigné **397 A**
 Nennleistungsfaktor/nominal power factor/ facteur de puissance nominale **cosφ 0,9**
 Regler Typ / typ of AVR / régulateur, type: **DECS 150** Regler-Nr. / no of AVR/ no. du régulateur: **E0248479**
 Ständer-Nr. / stator-no. / n° d'stator: **181097** Läufer-Nr. / rotor-no. / n° d'rotor:

Prüfungen / Tests / Essais

Luftspalt / air-gape / entrefer: (mm) **1,9 1,9 1,85 1,85**

Widerstand (kalt) / resistance (cold) / Resistance(froid) : bei / at / du 20,0 °C

Hauptmaschine / main winding / stator :		Erregeranker / exiter armature / enroulement d'induit d'excitatrice:	
U1 - V1	0,01567 Ω	U-V	0,1469 Ω
U1 - W1	0,01570 Ω	U-W	0,1468 Ω
V1 - W1	0,01583 Ω	V-W	0,1470 Ω
Hauptfeld / main field / enroulement d'champ		Erregerfeld / exciter field / enroulement d'champ d'excitatrice	
F1-F2	1,293 Ω	K3-K4	7,490 Ω
Heizung / heater / chauffage :		Fühler / sensors / sensores thermique :	
	350,0 Ω	(kalt-cold-froid)	
D-Lager :	4x 108,5 Ω	Pt 100 U 2x	110,0 / 111,0 Ω
N-Lager :	2x 108,0 Ω	Pt 100 V 2x	110,0 / 111,0 Ω
Kaltluft :	2x 108,0 Ω	Pt 100 W 2x	110,0 / 111,0 Ω

Isolationswiderstände (kalt / warm) / resistances of insulation (cold / hot) / Résistance d'isolement (froid / chaud):

Ständer / stator / stator:	> 500 MΩ	Läufer / rotor / rotor	> 500 MΩ
Erregereinrichtung / excitation devices / excitatrice:	>500 MΩ	(EMA / excitor /excitateur)	
Heizung / heater / chauffage:	> 500 MΩ	Fühler / sensores / sensores thermique:	> 500 MΩ

Wicklungsprüfung / High-voltage-test / Essai de bobinage (1 min):

Ständer / stator / stator :	2 500 V	Läufer / rotor / rotor:	2 000 V
Erregereinrichtung / excitation devices / excitatrice:	2 500 V		

Schwingungsmessungen / Vibration measurement / mesure de vibrations:

(Schwinggeschwindigkeit / velocity of vibration / vitesse de vibrations v_{eff} (mm / s))

D-Seite / Drive-end / Côté accouplement				N-Seite / Non-drive-end / Côté opposé accouplement			
x-	y-	z-	SPM	x-	y-	z-	SPM
0,25	0,17	0,22		0,16	0,13	0,20	

Richtung / Direction / Direction

Schleuderprüfung / Overspeed test / Essai de Vitesse surpasser (2min): **3 154 1 / min (2,1 x nn)**

Drehfeldrichtung an / Phase sequence to / sens des phases du U-V-W : →
bei Drehrichtung / with direction of rotation / sens de rotation: ←

Wellenspannung / shaft-voltage / tension dans l'arbre Uwelle = 41 mV

Datum der Prüfung / date of the test / essayé le:

Dessau, 07.08.2018

gez. / signed / marqué: Hanl / Sackewitz
 Prüfer / tester / monteur d'essais

Şekil A.20. Alternatörün muayene kabul tutanağı.

Auswuchtprotokoll

Rotor S61 314 4 510 181097

Bediener: Michael Kehlitz

Datum: 06.07.2018

Kunde: F.EE Industrieautomation GmbH

Plannummer: 05231

Wellennummer: 181097

Auswuchtmaschine: WuchtmaschineUHK 26 HS

Rotordaten

Güteberechnung nach ISO 1940

Gütestufe:

G 5

Rotormasse:

490,00 kg

Betriebsdrehzahl:

1500 UPM

Gewichtsverteilung der Ebenen:

1 / 1

Statische Toleranz:

Ebene 1

7798,60 gmm

Ebene 2

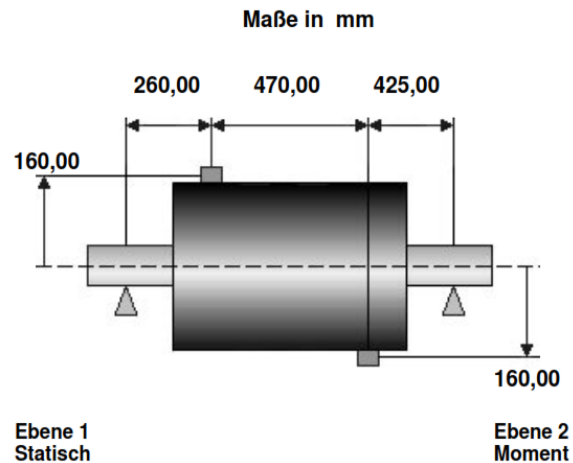
7798,60 gmm

Statisch

15597,19 gmm

Moment

7798,60 gmm



Messwerte

Urunwucht

erreichte Güte G 21,2 v 176 UPM

Drehzahl:

407 UPM

Ebene 1:

23739,87 gmm

267,10 °

ausser Toleranz

Ebene 2:

33128,44 gmm

85,76 °

ausser Toleranz

Statisch:

9411,44 gmm

82,38 °

in Toleranz

Moment:

28432,27 gmm

266,32 °

ausser Toleranz

Restunwucht

erreichte Güte G 0,5 v 14592 UPM

Drehzahl:

1502 UPM

Ebene 1:

801,64 gmm

249,64 °

in Toleranz

Ebene 2:

628,84 gmm

17,62 °

in Toleranz

Statisch:

646,27 gmm

299,73 °

in Toleranz

Moment:

643,91 gmm

227,01 °

in Toleranz

Bemerkung :

Şekil A.21. Rotor protokolü.

Auswuchtprotokoll

Rotor S61 314 4 510 181097

Bediener: Michael Kehlitz

Datum: 06.07.2018

Kunde: F.EE Industrieautomation GmbH

Plannummer: 05231

Wellennummer: 181097

Auswuchtmaschine: WuchtmaschineUHK 26 HS

Rotordaten

Güteberechnung nach ISO 1940

Gütestufe:

G 5

Rotormasse:

490,00 kg

Betriebsdrehzahl:

1500 UPM

Gewichtsverteilung der Ebenen:

1 / 1

Statische Toleranz:

Ebene 1

7798,60 gmm

Ebene 2

7798,60 gmm

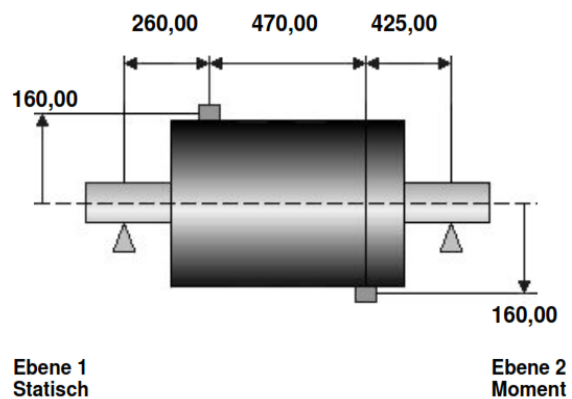
Statisch

15597,19 gmm

Moment

7798,60 gmm

Maße in mm



Messwerte

Urunwucht erreichte Güte **G 21,2 v 176 UPM**

Drehzahl: 407 UPM

Ebene 1: 23739,87 gmm 267,10 °

Ebene 2: 33128,44 gmm 85,76 °

Statisch: 9411,44 gmm 82,38 °

Moment: 28432,27 gmm 266,32 °

ausser Toleranz

ausser Toleranz

in Toleranz

ausser Toleranz

Restunwucht erreichte Güte **G 1,4 v 5342 UPM**

Drehzahl: 3154 UPM

Ebene 1: 4733,43 gmm 244,89 °

Ebene 2: 6780,01 gmm 256,13 °

Statisch: 11459,92 gmm 251,51 °

Moment: 1163,83 gmm 99,46 °

in Toleranz

in Toleranz

in Toleranz

in Toleranz

Bemerkung: Schleudern 2 min.

Şekil A.21. (Devam) Rotor protokolü.

Auswuchtprotokoll

Rotor S61 314 4 510 181097

Bediener: Michael Kehlitz

Datum: 09.07.2018

Kunde: F.EE Industrieautomation GmbH

Plannummer: 05231

Wellennummer: 181097

Auswuchtmaschine: WuchtmaschineUHK 26 HS

Rotordaten

Maße in mm

Güterechnung nach ISO 1940

Gütestufe:

G 1

Rotormasse:

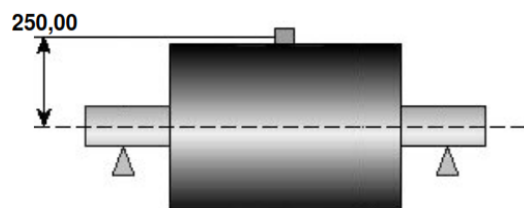
950,00 kg

Betriebsdrehzahl:

1500 UPM

Statische Toleranz:

6047,89 gmm



Statisch

Messwerte

Urunwucht erreichte Güte G 1,2 v 1210 UPM
Drehzahl: 406 UPM

Statisch: 3864,68 gmm 222,98 ° **in Toleranz**

Nullung

Restunwucht erreichte Güte G 0,5 v 3301 UPM
Drehzahl: 1500 UPM

Statisch: 2761,99 gmm 20,39 ° **in Toleranz**

Nullung

Bemerkung : Wuchten mit Schwungscheibe

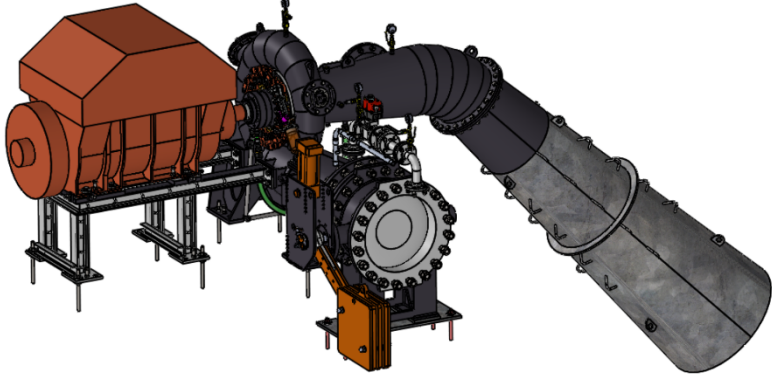
Şekil A.21. (Devam) Rotor protokolü.

Ek-B

Türbin Performans Eğrileri

The contents of this drawing is the intellectual property of wws wasserkraft GmbH and dedicated to the absolutely personal use of the donee. Any unauthorised copying, or making available to third party is strictly prohibited. Trespasses will be prosecuted.

Der Inhalt dieser Zeichnung ist unser geistiges Eigentum der Firma wws wasserkraft GmbH. Die Zeichnung ist dem Empfänger nur zum persönlichen Gebrauch anvertraut. Ohne unsere schriftliche Bewilligung darf sie weder vervielfältigt noch dritten Personen zugänglich gemacht werden. Zuwiderhandeln wird von uns gerichtlich verfolgt.




Technische Daten/technical data: Sogukpinar 1	
Bezeichnung/type:	FSP330-1500
Leistung/power P:	231kW
Durchfluss/flow rate Q:	0,7m³/s
Nettofallhöhe/net height H:	37,36m
Anzahl der Turbinen/quantity of turbines:	1
Turbinendrehzahl/turbine speed n:	1500U/min
Generatordrehzahl/generator speed nG:	1500U/min
Durchgangsdrehzahl/overspeed nD:	3150U/min
Laufgrad Ø/runner diameter:	330mm
Drehrichtung Turbine/sense of rotation turbine:	Rechts/right
Drehrichtung Generator/sense of rotation generator:	Links/left
Einlauf Ø/inlet diameter:	DN600
Druckstufe/nominal pressure:	PN10
Saughöhe /suction height:	+2,0m

GEPRÜFT checked	DATUM date	WERKSTOFF material	GEWICHT weight
zuletzt BEARB. last saved	s.meisinger	DATUM date	25.04.2018
ERSTELLT drawn	Stefan	DATUM date	14.06.2012
PROJEKT project	A17.00144 Sogukpinar 1		OBERFLÄCHENRAUHEIT surface roughness
BENENNUNG title	Francis-Spiralturbine Ø330		OBERFLÄCHENBEHANDLUNG surface treatment
MASSTAB scale	1:40	EINHEIT unit	mm
ZEICHNUNGSNUMMER drawing nr.	17.00144.1010		STÜCK absolut pieces absolut
P:\00\ Auftraege\17.00144_Sogukpinar 1\04\ Zeichnungen\03\ Turbine1\		MODELLNR. model no.	BLATT sheet
			VON of
			1 3

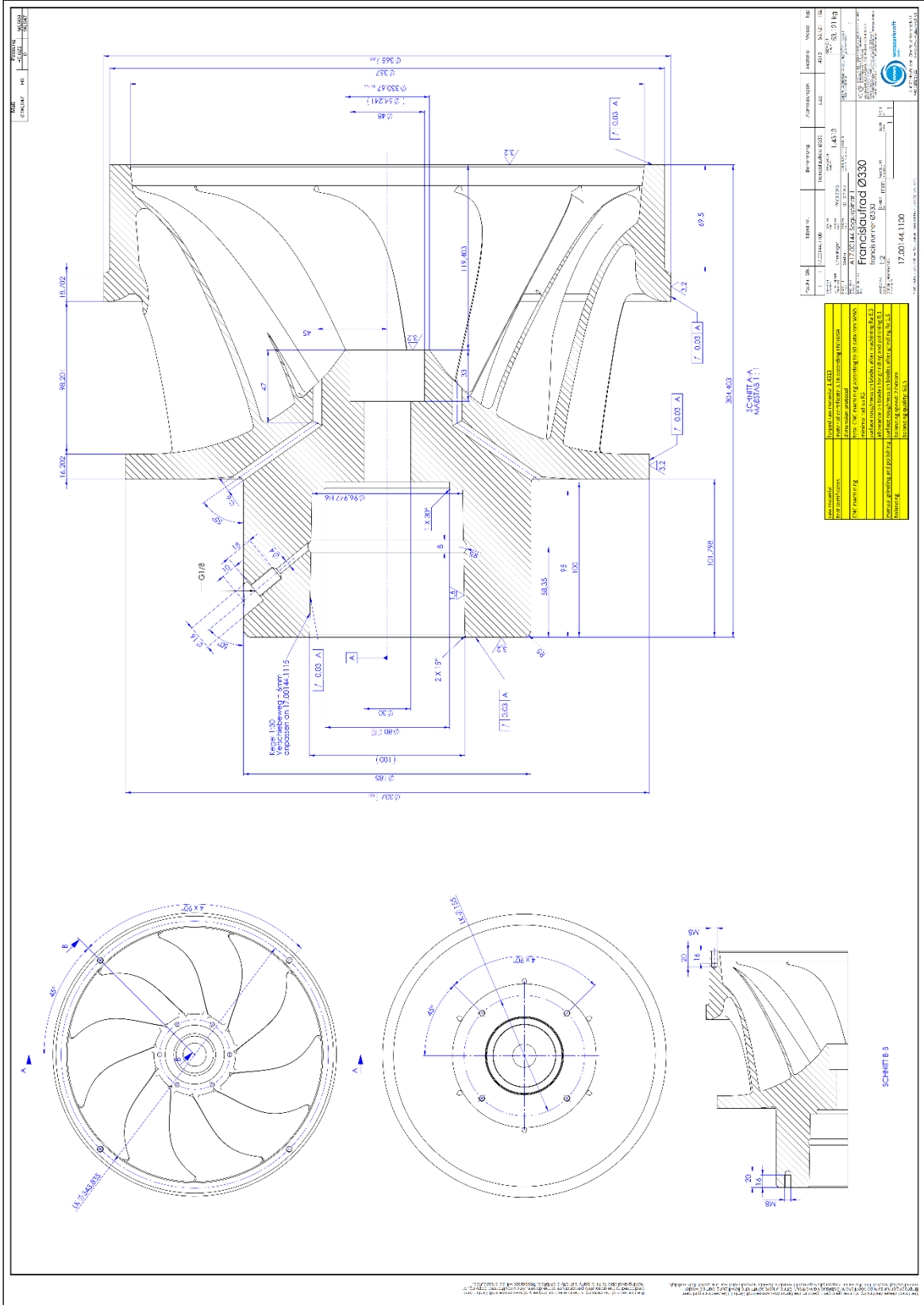
MASSE OHNE TOLERANZANGABE NACH DIN 7168 MITTEL
Dimensions without indication of tolerances according to DIN 7168 medium.

ALLGEMEINTOLERANZEN FUER SCHWEISSKONSTRUKTIONEN
NACH ISO 13920 KLASSE C
General tolerances for welding design acc. to ISO 13920 class C
Gewindetoleranzen ISO 965-2: Außengewinde 6g, Innengewinde 6H
Thread tolerance ISO 965-2: outside thread 6g, inside thread 6H



A-4120 Neufelden, Oberfeuchtenbach 11
+43 7282 5922 www.wws-wasserkraft.at

Şekil B.1. Soğukpinar HES 1 türbin teknik verileri.

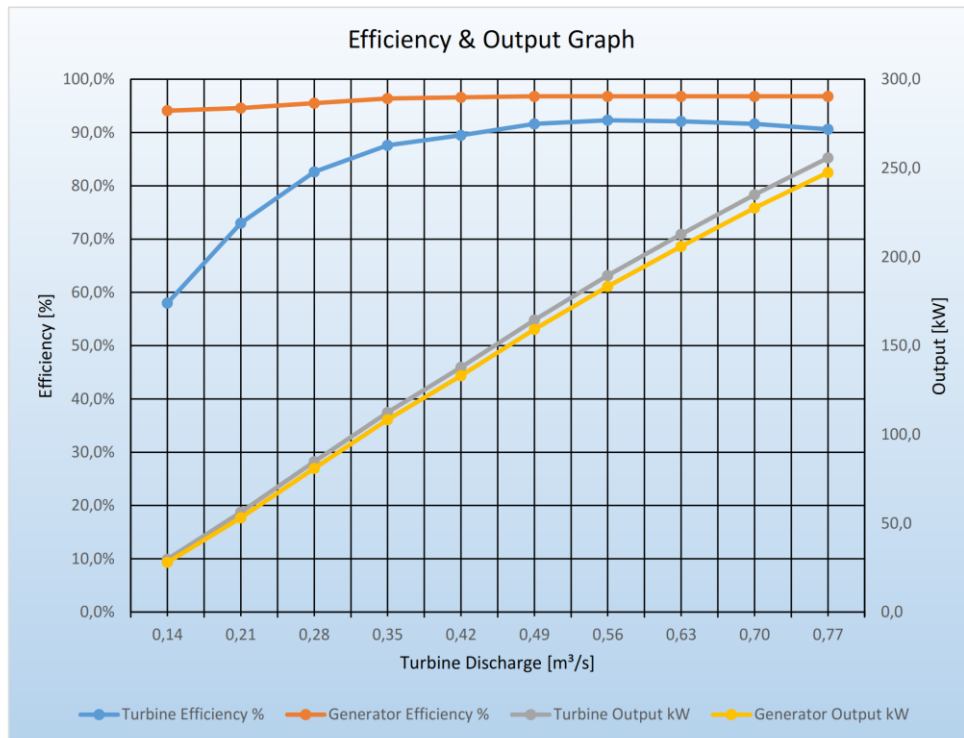


Şekil B.1. (Devam) Soğukpınar HES 1 türbin teknik verileri.

II) PERFORMANCE & EFFICIENCY	per Unit at rated net head of:	37,4 m
---	---------------------------------------	---------------

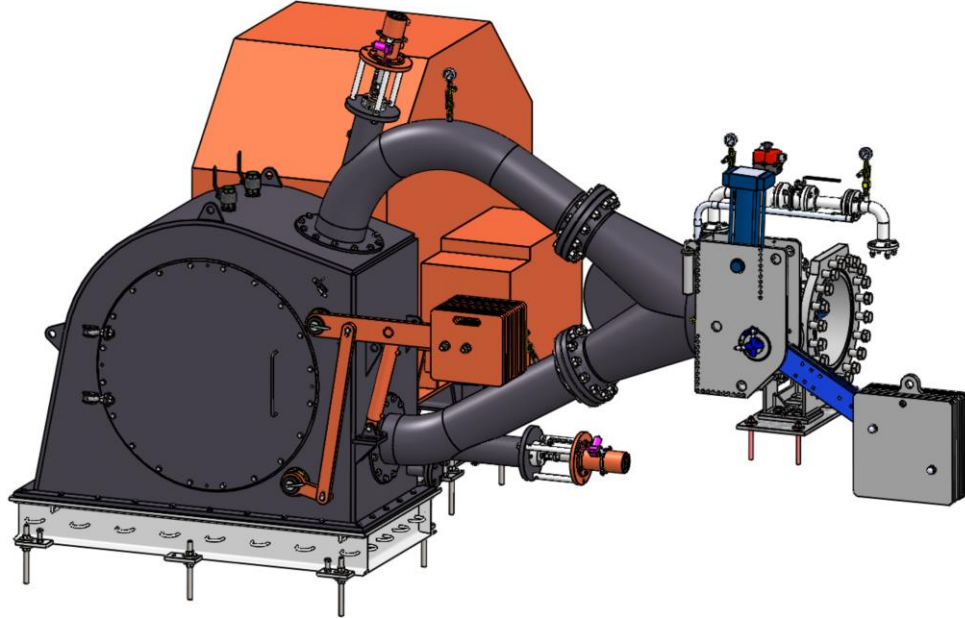
The Turbines are manufactured at WWS Wasserkraft GmbH & Co KG. Every hydraulic profile was developed with a numeric simulation performed by the renowned technical university of Graz, Austria and guarantess highest efficiency. The below mentioned values are stated with a margin for saftety and higher efficiency can be expected in operation.

QT	Turbine Discharge	Net Head	Efficiency Turbine	Turbine Output	Efficiency Generator	Generator Output	
%	m ³ /s	m	%	kW	%	kW	
20	0,14	37,36	58,0%	29,8	94,1%	28,0	
30	0,21	37,36	73,0%	56,2	94,6%	53,2	
40	0,28	37,36	82,6%	84,8	95,5%	81,0	
50	0,35	37,36	87,6%	112,4	96,4%	108,3	
60	0,42	37,36	89,5%	137,8	96,6%	133,1	
70	0,49	37,36	91,6%	164,5	96,8%	159,2	
80	0,56	37,36	92,3%	189,4	96,8%	183,4	
90	0,63	37,36	92,1%	212,7	96,8%	205,9	
100	0,70	37,36	91,6%	235,0	96,8%	227,5	
110	0,77	37,36	90,6%	255,7	96,8%	247,5	void




Şekil B.2. Soğukpinar HES 1 türbin verimi grafiği.

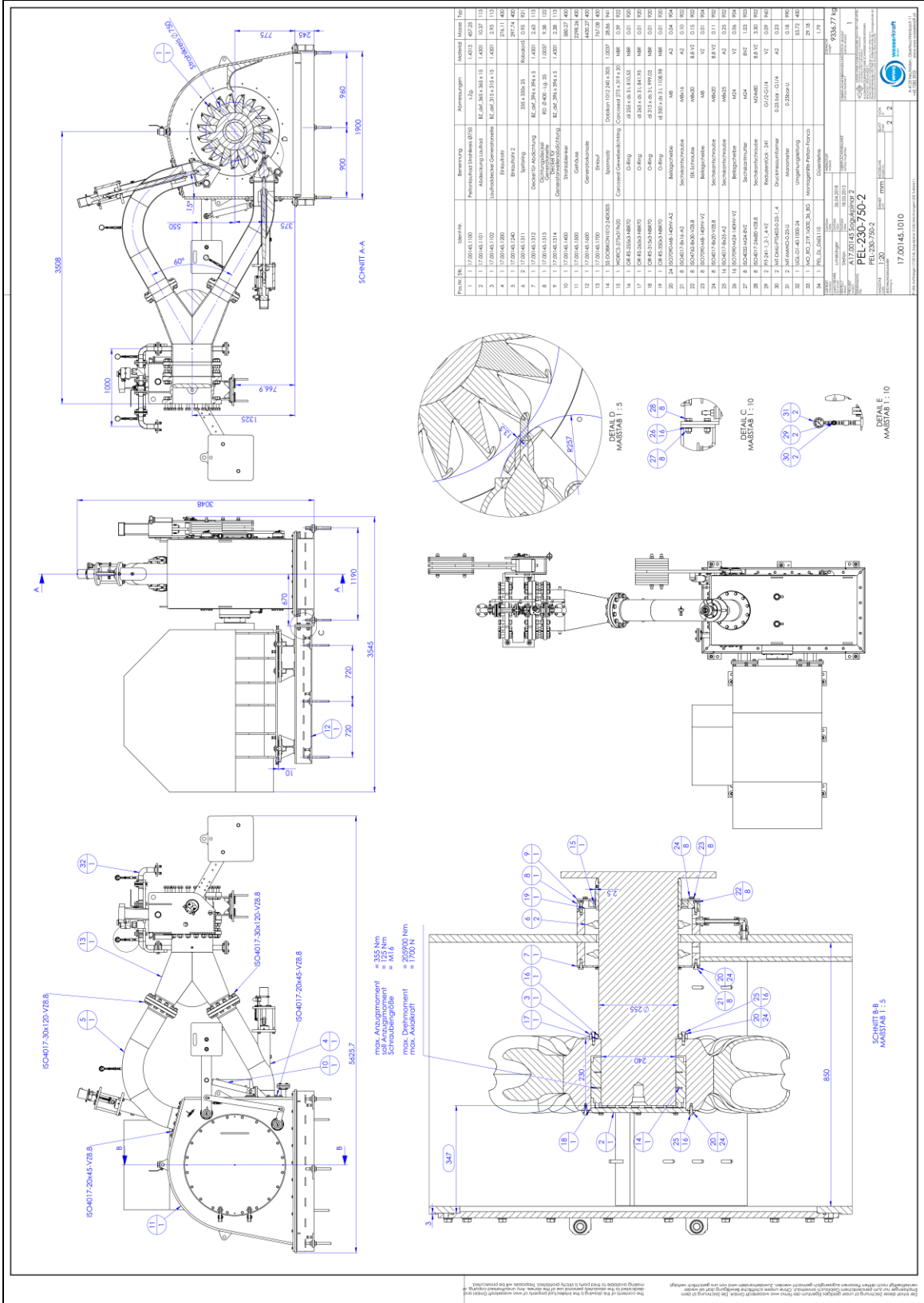
The contents of this drawing is the intellectual property of wws wasserkraft GmbH and dedicated to the absolutely personal use of the donee. Any unauthorised copying, or making available to third party is strictly prohibited. Trespasses will be prosecuted.



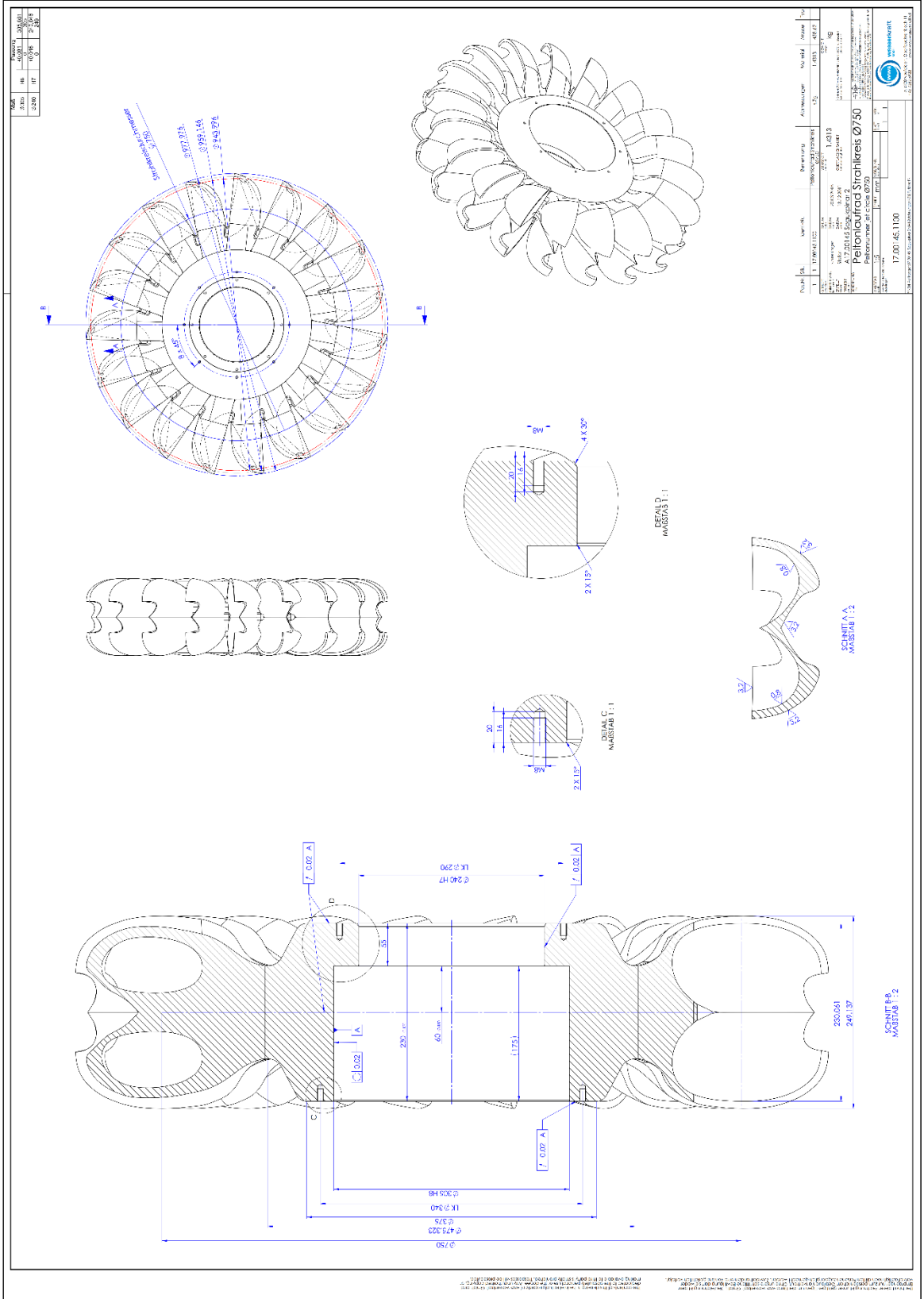
Der Inhalt dieser Zeichnung ist unser geistiges Eigentum der Firma wws wasserkraft GmbH. Die Zeichnung ist dem Empfänger nur zum persönlichen Gebrauch anvertraut. Ohne unsere schriftliche Bewilligung darf sie weder vervielfältigt noch dritten Personen zugänglich gemacht werden. Zuwiderhandeln wird von uns gerichtlich verfolgt.

Bezeichnung / name:		PEL 230-750-2	
Leistung / turbine output:		925kW	
Fallhöhe / net head:		197,6m	
Durchfluss / flow:		0,5m ³ /sec	
Drehzahl Generator / speed generator:		750U/min	
Druckstufe / pressure stage		PN40	
Ø Strahlkreis/ runner diameter:		750mm	
Becherbreite / runner width:		230mm	
Ø Einlaufklappe / inlet valve diameter:		DN500	
Hydraulikaggregat / hydraulic power unit:		P2-20-P1	
GEPRÜFT checked	DATUM date	WERKSTOFF material	GEWICHT weight
zuletzt BEARB. last saved	s.meisinger	26.04.2018	9336.77kg
ERSTELLT drawn	Stefan	18.03.2013	OBERFLÄCHENBEHANDLUNG surface treatment
PROJEKT project	A17.00145 Sogukpinar 2		STÜCK absolut pieces absolut
BENENNUNG file	PEL-230-750-2		1
MASSTAB scale		EINHEIT unit	MODELLNR. model no.
1:30		mm	BLATT sheet
ZEICHNUNGSNUMMER drawing nr.		17.00145.1010	VON of
			2
<p>MASS O HNE TOLERANZANGABE NACH DIN 7168 MITTEL Dimensions without indication of tolerances according to DIN 7168 medium</p> <p>ALLGEMEINTOLERANZEN FÜR SCHWEISSKONSTRUKTIONEN NACH ISO 13920 KLASSE C General tolerances for welding design acc. to ISO 13920 class C Gewindetoleranzen ISO 965-2; Außengewinde ög, Innengewinde öH Thread tolerance ISO 965-2; outside thread ög, inside thread öH</p>			
P:\00\ Auftraege\17.00145_Sogukpinar 2\04\ Zeichnungen\03\ Turbine 1\		 <p>A-4120 Neufelden, Oberfeuchtenbach 11 +43 7282 5922 www.wws-wasserkraft.at</p>	

Şekil B.3. Soğukpinar HES 2 türbin teknik verileri.



Şekil B.3. (Devam) Soğukpınar HES 2 türbin teknik verileri.

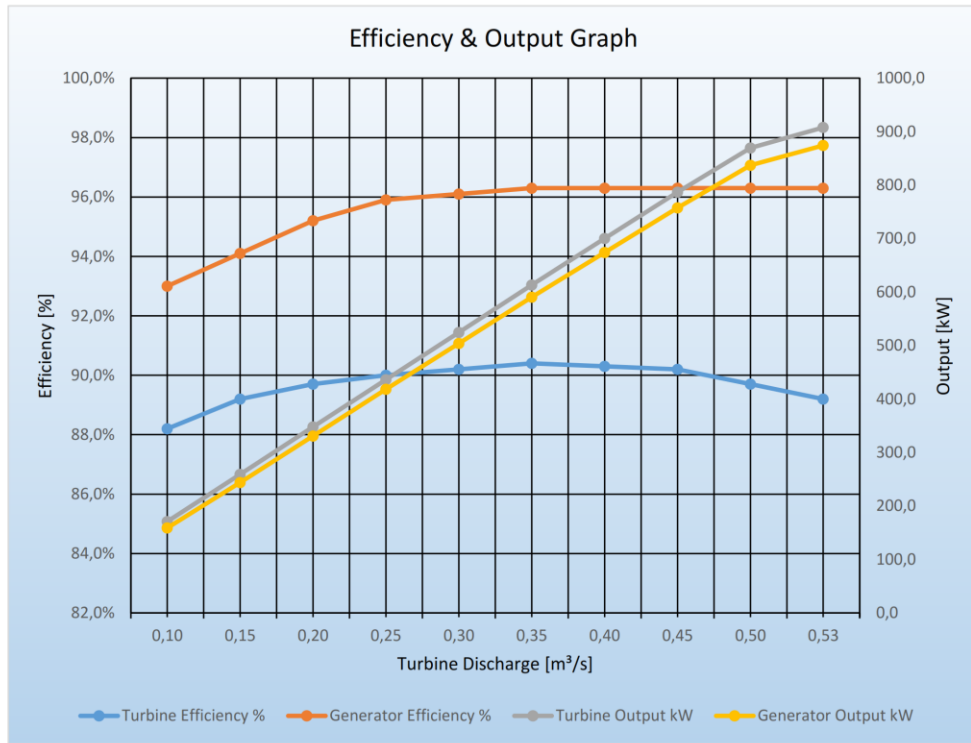


Şekil B.3. (Devam) Soğukpınar HES 2 türbin teknik verileri.

II) PERFORMANCE & EFFICIENCY per Unit at rated net head of: **198 m**

The Turbines are manufactured at WWS Wasserkraft GmbH & Co KG. Every hydraulic profile was developed with a numeric simulation performed by the renowned technical university of Graz, Austria and guarantess highest efficiency. The below mentioned values are stated with a margin for safety and higher efficiency can be expected in operation.

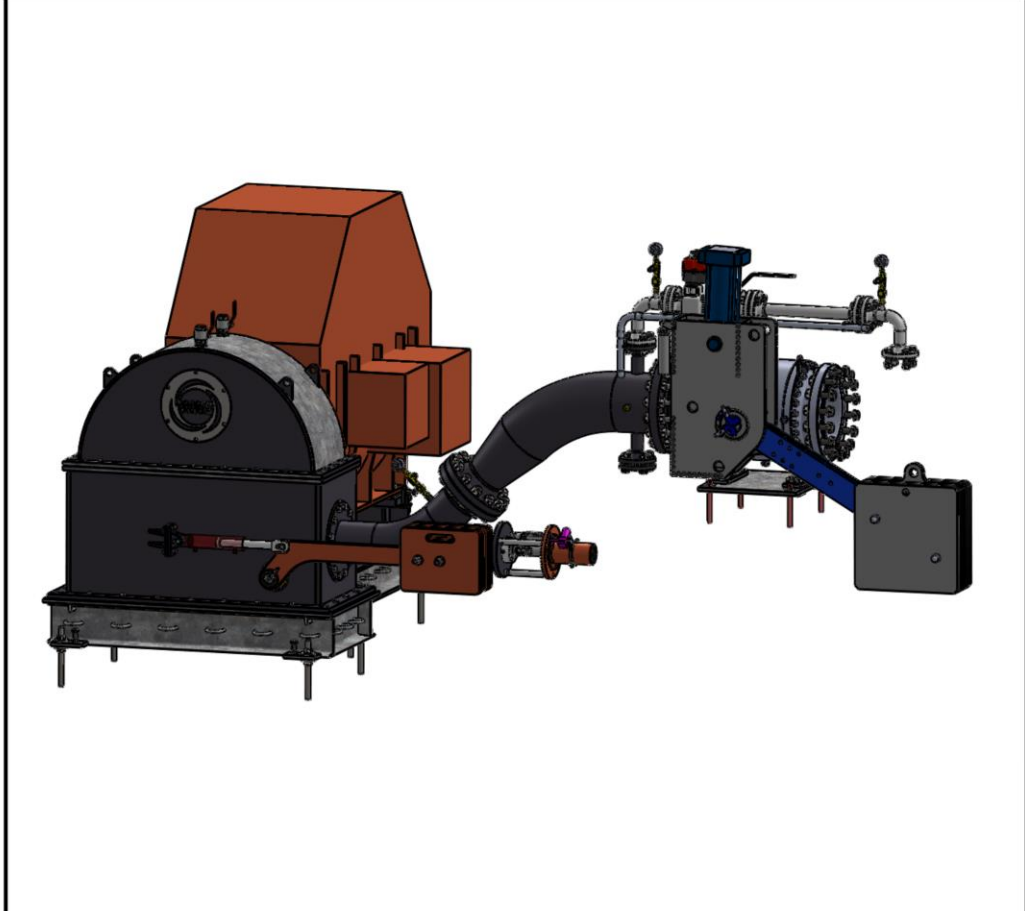
QT	Turbine Discharge	Net Head	Efficiency Turbine	Turbine Output	Efficiency Generator	Generator Output
%	m ³ /s	m	%	kW	%	kW
20	0,10	197,59	88,2%	171,0	93,0%	159,0
30	0,15	197,59	89,2%	259,4	94,1%	244,1
40	0,20	197,59	89,7%	347,7	95,2%	331,0
50	0,25	197,59	90,0%	436,1	95,9%	418,2
60	0,30	197,59	90,2%	524,5	96,1%	504,1
70	0,35	197,59	90,4%	613,3	96,3%	590,6
80	0,40	197,59	90,3%	700,1	96,3%	674,2
90	0,45	197,59	90,2%	786,8	96,3%	757,7
100	0,50	197,59	89,7%	869,4	96,3%	837,2
105	0,53	197,59	89,2%	907,7	96,3%	874,1




Şekil B.4. Soğukpinar HES 2 türbin verimi grafiği.

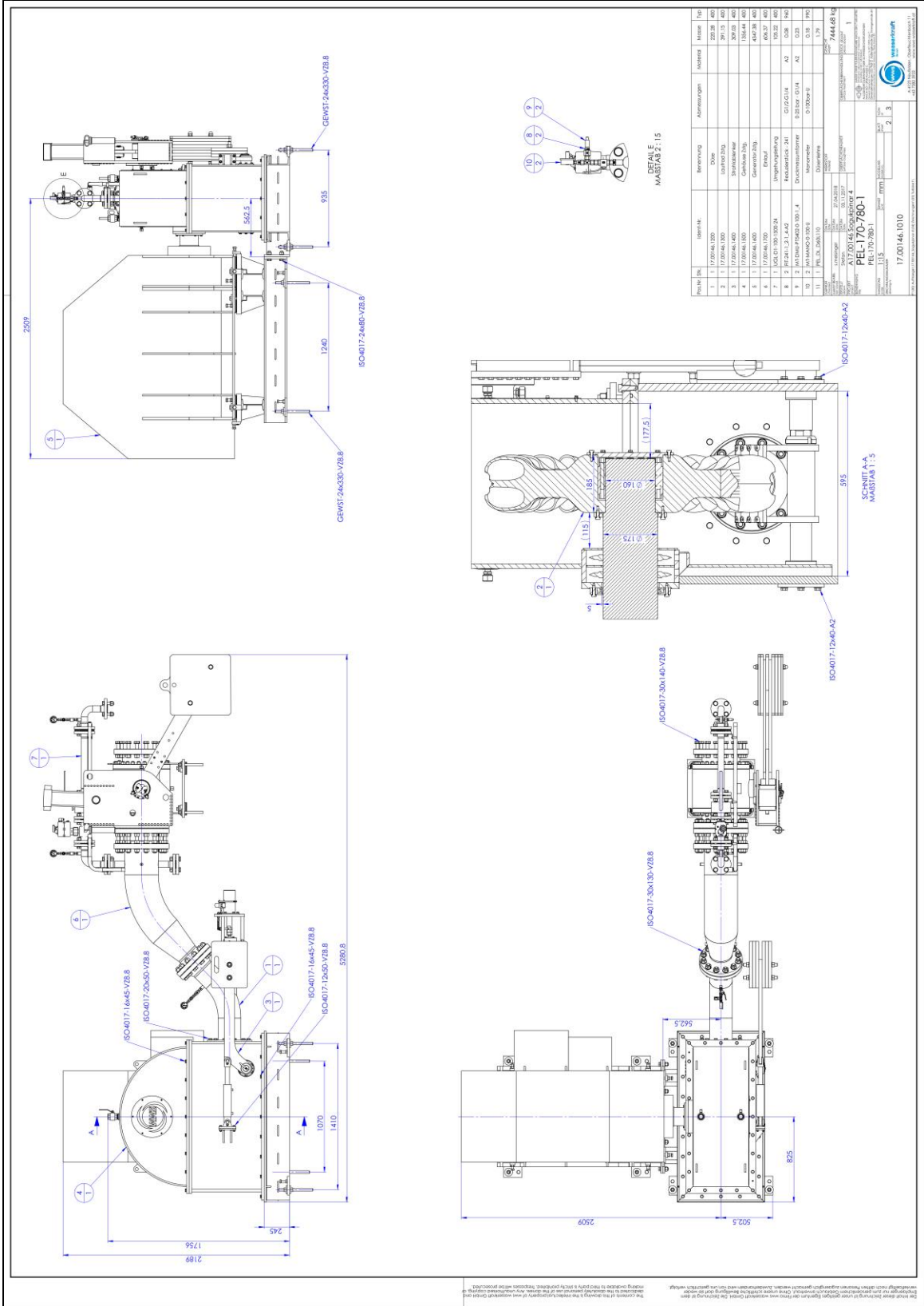
The contents of this drawing is the intellectual property of wws wasserkraft GmbH and dedicated to the absolutely personal use of the donee. Any unauthorised copying, or making available to third party is strictly prohibited. Trespasses will be prosecuted.

Der Inhalt dieser Zeichnung ist unser geistiges Eigentum der Firma wws wasserkraft GmbH. Die Zeichnung ist dem Empfänger nur zum persönlichen Gebrauch anvertraut. Ohne unsere schriftliche Bewilligung darf sie weder vervielfältigt noch dritten Personen zugänglich gemacht werden. Zuwiderhandeln wird von uns gerichtlich verfolgt.



Bezeichnung / name:		PEL 170-780-1	
Leistung / turbine output:		663kW	
Fallhöhe / net head:		375,2m	
Durchfluss / flow:		0,2m³/sec	
Drehzahl Generator / speed generator:		1000U/min	
Druckstufe / pressure stage:		PN63	
Ø Strahlkreis/ runner diameter:		780mm	
Becherbreite / runner width:		170mm	
Ø Einlaufklappe / inlet valve diameter:		DN200	
Hydraulikaggregat / hydraulic power unit:		P2 - 20 - P1	
GEPRÜFT checked	DATUM date	WERKSTOFF material	GEWICHT weight
zuletzt BEARB. last saved	s.meisinger	DATUM date	27.04.2018
ERSTELLT drawn	Stefan	DATUM date	03.11.2017
PROJEKT project	A17.00146 Sogukpinar 4		OBERFLÄCHENBEHANDLUNG surface treatment
BENENNUNG title	PEL-170-780-1 PEL-170-780-1		STÜCK absolut pieces absolut
MASSTAB scale		EINHEIT unit	1
1:30		mm	
ZEICHNUNGSNUMMER drawing nr.		MODELLNR. model no.	BLATT sheet
17.00146.1010			1
		VON of	3
		<p>MASSE OHNE TOLERANZANGABE NACH DIN 7168 MITTEL Dimensions without indication of tolerances according to DIN 7168 medium</p> <p>ALLGEMEINTOLERANZEN FÜR SCHWEISSKONSTRUKTIONEN NACH ISO 13920 KLASSE C General tolerances for welding design acc. to ISO 13920 class C Gewindetoleranzen ISO 965-2: Außengewinde 6g, Innengewinde 6H Thread tolerance ISO 965-2: outside thread 6g, inside thread 6H</p>	
		 <p>A-4120 Neufelden, Oberfeuchtenbach 11 +43 7282 5922 www.wws-wasserkraft.at</p>	
P:\00\ Auftraege\17.00146_Sogukpinar 4\04\ Zeichnungen\03\ Turbine\			

Şekil B.5. Soğukpinar HES 4 türbin teknik verileri.

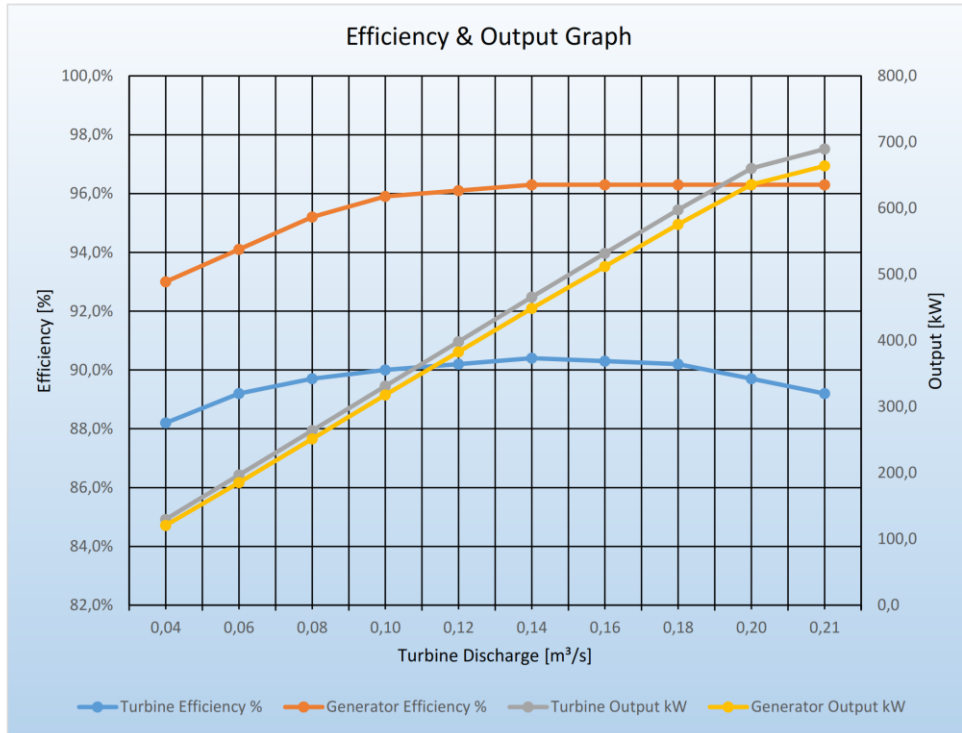


Şekil B.5. (Devam) Soğukpınar HES 4 türbin teknik verileri.

II) PERFORMANCE & EFFICIENCY per Unit at rated net head of: **375 m**

The Turbines are manufactured at WWS Wasserkraft GmbH & Co KG. Every hydraulic profile was developed with a numeric simulation performed by the renowned technical university of Graz, Austria and guarantess highest efficiency. The below mentioned values are stated with a margin for saftey and higher efficiency can be expected in operation.

QT	Turbine Discharge	Net Head	Efficiency Turbine	Turbine Output	Efficiency Generator	Generator Output
%	m ³ /s	m	%	kW	%	kW
20	0,04	375,20	88,2%	129,9	93,0%	120,8
30	0,06	375,20	89,2%	197,0	94,1%	185,4
40	0,08	375,20	89,7%	264,1	95,2%	251,4
50	0,10	375,20	90,0%	331,3	95,9%	317,7
60	0,12	375,20	90,2%	398,4	96,1%	382,9
70	0,14	375,20	90,4%	465,8	96,3%	448,6
80	0,16	375,20	90,3%	531,8	96,3%	512,1
90	0,18	375,20	90,2%	597,6	96,3%	575,5
100	0,20	375,20	89,7%	660,3	96,3%	635,9
105	0,21	375,20	89,2%	689,5	96,3%	664,0



Şekil B.6. Soğukpinar HES 4 türbin verimi grafiği.

Ek-C

Fabrika Testi Görselleri



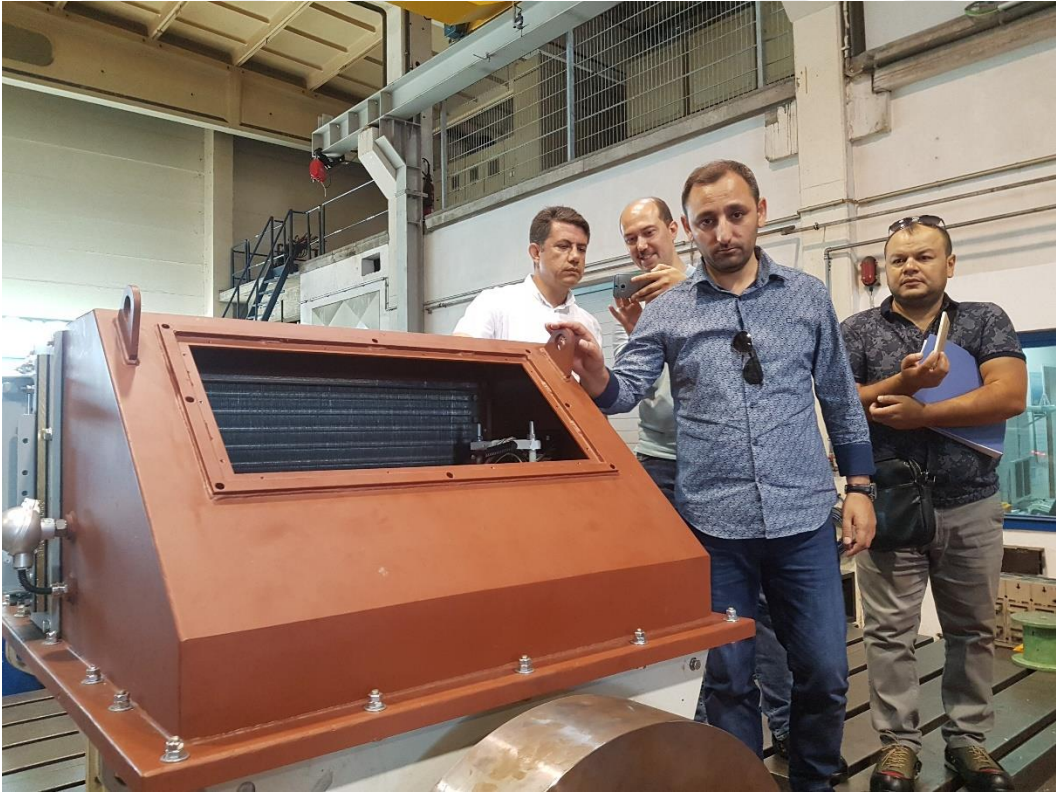
Ŗekil C.1. Alternatör testlerine ait bir resim.



Ŗekil C.2. Alternatör testlerine ait bir resim.



Şekil C.3. Alternatör testlerine ait bir resim.



Şekil C.4. Alternatör testlerine ait bir resim.



Şekil C.5. Pano imalatlarına ait bir resim.



Şekil C.6. Türbin testlerine ait bir resim.



Şekil C.7. Türbin testlerine ait bir resim.



Şekil C.8. Türbin testlerine ait bir resim.

Ek-D

Saha Montaj Görselleri



Şekil D.1.Soğukpınar HES 1 saha imalatına ait bir resim.



Şekil D.2.Soğukpınar HES 1 saha imalatına ait bir resim.



Şekil D.3.Mekanik imalata ait bir resim.



Şekil D.4.Mekanik imalata ait bir resim.



Şekil D.5. Soğukpınar HES 4 saha imalatına ait bir resim.



Şekil D.6. Soğukpınar HES 4 saha imalatına ait bir resim.



Şekil D.7. Soğukpınar HES 2 ye ait bir resim.



Şekil D.8. Soğukpınar HES 3' e ait bir resim.



Şekil D.9. Soğukpınar HES 4' e ait bir resim.



Şekil D.10. Soğukpınar HES 2 ye ait tesis içini gösteren bir resim.



Şekil D.11. Soğukpınar HES 1'e ait tesis içini gösteren bir resim.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Dede F.**, Kaya D., Özdemir C.N, Yüce M. Soğukpınar İsale Hattı Üzerinde Tesis Edilen 4 Adet Sıralı Hidroelektrik Santralin Ekonomik Analizi, *IMASCON Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongresi*, Kocaeli 01-03 Kasım 2019

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Muş'ta doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kocaeli'de tamamladı. 2013 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü'nden 2016 yılında Elektrik Mühendisi olarak mezun oldu. 2018-2020 yılları arasında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. 2005 yılından beri Kocaeli Büyükşehir Belediyesinde görev yapmaktadır.

