T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DİYARBAKIR KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİNİN BİLEŞİK ISI GÜÇ SİSTEMİ SEÇİMİ VE SİSTEM KURULUM ANALİZİ

Nermin ÜSTÜNTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DİYARBAKIR
Temmuz 2019

T.C

DİCLE UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

DİYARBAKIR

Nermin ÜSTÜNTAŞ tarafından yapılan "Diyarbakır Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesinin Bileşik Isı Güç Sistemi Seçimi ve Sistem Kurulum Analizi." konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir

Jüri Üyesinin

Ünvanı Adı Soyadı

Başkan: Prof. Dr. Hüseyin AYDIN

Üye : Prof. Dr. Hasan BAYINDIR

Üye : Doç. Dr. Atilla Gencer DEVECİOĞLU

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 11/07/2019

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

../...../2019

Prof.Dr.Sevtap SÜMER EKER

ENSTİTÜ MÜDÜR

(MÜHÜR)

TEŞEKKÜR

Tüm eğitim öğretim hayatımda hep yanımda olan desteğini esirgemeyen değerli babam Sait TOSUN' a, sevgili eşim Resul ÜSTÜNTAŞ' a, ve teknik desteklerinden dolayı Danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Hasan BAYINDIR ile Teksan Jeneratöre teşekkürlerimi borç bilirim.

Nermin ÜSTÜNTAŞ

İÇİNDEKİLER

		Sayfa
TEŞEKKÜR		**I**
İÇİNDEKİLER		**II**
ÖZET		**V**
ABSTRACT		**VI**
ÇİZELGE LİSTESİ		**VII**
ŞEKİL LİSTESİ		**VIII**
EK LİSTESİ		**X**
KISALTMA VE SİMGELER		**XI**
1.	**GİRİŞ**	**1**
1.1.	Tezin Amacı	1
1.2.	Enerjinin Tanımı ve Enerji Kaynakları Görünümü	1
1.2.1	Dünyadaki Enerji Kaynakları Görünümü.	2
1.2.2.	Türkiye'deki Enerji Kaynakları Görünümü	3
1.2.3.	Doğalgaz Tüketim Miktarı ve Sektörel Dağılımı	4
1.2.4.	Yakıt Tipine Bağlı Olarak Yakıt Tüketiminin Çevresel Etkileri	8
1.3.	Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	9
1.3.1.	Birincil Enerji (Primer Enerji) Kaynakları	9
1.3.2.	İkincil Enerji(Sekonder Enerji) Kaynakları	10
1.4.	Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistem Tanımı	10
1.4.1.	Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemi Tarihsel Gelişimi	10
1.4.2.	Kojenerasyon Sisteminde Yakıt Türü Seçimi	11
1.5.	Sistemde Kullanılacak Ekipman Tipi Seçimi	11
1.5.1.	Gaz Türbini	11
1.5.2.	Buji Ateşlemeli Motor	13
1.5.3.	Gaz Türbinin Buji Ateşlemeli Motor İle Verim Karşılaştırması	18
1.6.	Buhar Türbinleri	18
1.7.	Ceket Suyu Eşanjörü(Plakalı Eşanjör)	19
1.8.	Egzoz Eşanjörü	20
1.9.	Intercooler	21
1.10.	Soğutma Radyatörleri	21
1.11.	Alternatör	21
1.12.	Tek Etkili Absorbsiyonlu Soğutma	22
1.13.	Su Soğutma Kulesi	25
1.14.	Pompalar	26
2.	**ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**	**27**
3.	**MATERYAL VE METOT**	**31**

3.1.	Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi	31
3.2.	Kurulu Isıtma ve Soğutma Kapasitesi	33
3.3.	Elektrik Tüketimi	34
3.3.1.	Hastanedeki Elektrik Tüketiminin Zaman Dilimlerine ve Aylara Göre Dağılımı	34
3.3.2.	Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Günlere Göre Dağılımı	35
3.3.3.	Ocak 2018 Döneminde Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Gün Bazında Dağılımı (MWh)	36
3.3.4.	Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Mevsimsel Analizi	36
3.4.	Termodinamik Yaklaşımlar	38
3.4.1.	Termodinamiğin İkinci Yasası	38
3.4.2.	Kelvin-Planck İfadesi	38
3.4.3.	Clausius İfadesi	38
3.4.4.	Ekserji	38
4.	**ARAŞTIRMA BULGULARI**	**41**
4.1.	Hastanenin Çalışma Rejimi ve Tüketim Grafikleri Analizi	41
4.2.	Buji Ateşlemeli Motor Seçimi	42
4.2.1.	Buji Ateşlemeli Motor Verilerinin Analizi	42
4.2.2.	Mekanik Verim	43
4.3.	Alternatör Seçimi	44
4.3.1.	Alternatör Verilerinin Analizi	44
4.3.2.	Elektriksel Verim	44
4.3.3.	Sistem Birim Gaz Tüketimi	45
4.4.	Ceket Suyu Eşanjörü (Plakalı Eşanjör) Seçimi	46
4.5.	Egzoz Eşanjörü Seçimi	46
4.6.	Absorbsiyonlu Soğutma Grubu Seçimi	46
4.7.	Pompa Seçimi	47
4.8.	Trijenerasyon Ekipmanları ve Isı Akış Şeması	48
4.9.	Sistem Elektrik Üretimi	52
4.10.	Sistemin Hesaplanan Çalışma Yükü Verilerine Göre Isıl Üretimi	53
4.11.	Güncel Enerji Maliyetleri	56
4.11.1.	Elektrik Birim Fiyatı	56
4.11.2.	Doğalgaz Birim Fiyatı	56
4.12.	Yıllık Çalışma Saatleri	58
4.12.1.	Kojenerasyon Sistemi Elektrik Üretimi Çalışma Saatleri	58
4.12.2.	Trijenerasyon Sistemi Elektrik Üretimi Çalışma Saatleri	58
4.13.	Kojenerasyon Sisteminin Yıllık Çalışma Süresi İçerisinde Aktif Kullanılabilir Enerji Miktarı	58
4.13.1.	Kojenerasyon Sistemi Isı Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı	58
4.13.2.	Üretilen Isının Hastanedeki Mevcut Sisteme Göre Tüketilecek Doğalgaz Karşılığı	59

4.13.3 Kojenerasyon Kurulumu Sonrası Hastanenin Enerji Görünümü 59
4.14. Trijenerasyon Sisteminin Yıllık Çalışma Süresi İçerisinde Aktif Kullanılabilir Enerji 60
4.14.1. Trijenerasyon Sistemi Isı Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı 60
4.14.2. Trijenerasyon Sistemi Soğutma Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı 60
4.14.3. Trijenerasyon Kurulumu Sonrası Hastanenin Enerji Görünümü 61
4.15. Üretilmesi Planlanan Elektriğin Elektrik Dağıtım Şirketinden Alınması Durumunda Hastane İçin Yıllık Toplam Maliyeti 62
4.15.1. Kojenerasyon Sistemi Ön Görülen Elektrik Üretimi İçin 62
4.15.2. Trijenerasyon Sistemi Ön Görülen Elektrik Üretimi İçin 62
4.16. Elektrik Üretimi İçin Gaz Dağıtım Firmasından Temin Edilen Gazın Toplam Maliyeti 62
4.16.1. Kojenerasyon Kurulumu Durumunda 62
4.16.2. Trijenerasyon Kurulumu Durumunda 63
4.17. Sistemin İşletmesinde İç Maliyet Unsurları 63
4.17.1. Motor Yağlama Yağı Tüketimi 63
4.17.2. İç Elektrik Tüketimi 63
4.17.3. Su Tüketim Maliyeti 64
4.18. Bakım, Onarım ve Yedek Parça Giderleri 65
4.19. Kurulum Maliyeti 65
4.20. Enerji Bedelleri Görünümü 66
4.21. İşletme Maliyetleri Tabloları 67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **73**
6. KAYNAKLAR **77**
EKLER 81
ÖZGEÇMİŞ 95

ÖZET

DİYARBAKIR KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİNİN BİLEŞİK ISI GÜÇ SİSTEMİ SEÇİMİ VE SİSTEM KURULUM ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nermin ÜSTÜNTAŞ

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

2019

Ülkelerin gelişebilmelerinde ve gelişmeyi sürdürebilmelerindeki temel etken enerjidir. Enerjide dışa bağımlı olan ülkeler, enerji kaynaklarının tüketim miktarını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi üzerine çalışmalara ağırlık vermenin yanı sıra diğer kaynaklarla üretilen enerjinin daha verimli kullanılması üzerinde de çalışmaktadır. Bu çalışmada atık ısının geri kazanımı ile enerjinin daha verimli kullanılacağı öngörülen Kojenerasyon ve Trijenerasyon sistemlerinin Diyarbakır kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde uygulanabilirliği üzerine hesaplamalar yapılmıştır. Hastanenin elektrik tüketimleri ve doğalgaz tüketimleri incelenmiş saatlik, günlük ve mevsimlik analizleri yapılmıştır. Lisanssız üretilen elektrik fazlasının mevcut mevzuata göre dağıtım hattına satılamayacağı göz önünde bulundurularak elektrik üretimi için ekipman seçimi yapılmıştır. Seçilen ekipmanların teknik verileri, hastanenin elektrik, su ve doğalgaz tedarik bedelleri ile ısı kullanımı göz önünde bulundurularak amortisman hesabı yapılmıştır. Enerji maliyetlerinin birim fiyatının sistem tarafından üretilmesi planlanan elektriğin birim fiyatına etkileri incelenmiştir. Kojenerasyon ve Trijenerasyon sistemlerinden hangisinin uygulanmasının daha verimli olacağı, verim- maliyet analizi ilişkisinin kurulması mevsimlik tüketimlerin değerlendirilmesi ile benzer uygulamalar için yapılacak hesaplamalarda izlenmesi gereken yol açıklanmıştır.

Yapılan hesaplamalarda kompozit kullanımına dair mevcut mevzuat ve fiyatlandırma tarifelerine göre, Diyarbakır kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde trijenerasyon tesisi kurulması durumunda tesisin üreteceği elektriğin birim fiyatı 0.4891 TL/kWh olacağı hesaplanmıştır. Hesaplamaların yapıldığı tarihte elektriğin vergiler dahil birim fiyatı 0.6577 TL/kWh olduğundan sistem kurulumu durumunda elektriğin %25,63 oranında daha ucuza temin edileceği tespiti yapılmıştır. Kojenerasyon sistemi için amortisman süresinin 2.04 yıl olduğu, Trijenerasyon sistemi için ise 2.46 yıl olduğu tespiti yapılmıştır. Sürenin uzamasındaki temel faktör eklenen soğutma grubudur. Soğutma grubunun üretimde sağladığı net kazançtaki artış ile kurulum maliyetine, soğutucu ekipman ve soğutucu ekipman kaynaklı enerji sarfiyatından doğan farka oranlanması sonucu soğutucu ekipmanların amortisman süresinin 4.26 yıl olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kojenerasyon, Trijenerasyon, maliyet analizi, fizibilite, enerji, tasarruf, bileşik ısı ve güç sistemleri

ABSTRACT

DIYARBAKIR WOMEN BIRTH AND CHILD DISEASES HOSPITAL COMPOUND HEAT POWER SYSTEM SELECTION AND SYSTEM INSTALLATION ANALYSIS

MSC THESIS

Nermin ÜSTÜNTAŞ

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2019

Energy is the main factor in the development and sustainability of countries. Countries that are dependent on foreign energy are focusing on the production of renewable energy sources in order to reduce the consumption of energy resources, as well as on the more efficient use of energy produced by other sources. In this study, the calculations of Cogeneration and Trigeneration systems in Diyarbakır maternity and pediatric hospital were made. Electricity consumption and natural gas consumption of the hospital were examined and hourly, daily and seasonal analyzes were performed. Considering that unlicensed electricity surplus cannot be sold to distribution line according to current legislation, equipment selection has been made for electricity generation. The technical data of the selected equipment, the electricity, water and natural gas supply costs of the hospital and the use of heat were taken into consideration and depreciation was calculated. Which of the cogeneration and trigeneration systems will be more efficient to implement, the establishment of the relationship between efficiency and cost analysis, evaluation of seasonal consumption and the method to be followed in the calculations to be made for similar applications are explained.

According to the current legislation and pricing tariffs on the use of composite in the calculations, the unit price of electricity to be generated by the plant will be 0.4891 TL / kWh in case of the establishment of a trigeneration plant in Diyarbakır maternity and pediatric hospital. Since the unit price of the electricity including taxes was 0.6577 TL / kWh on the date of the calculations, it was determined that the electricity would be supplied 25.63% cheaper in case of system installation. It has been determined that the depreciation period for the cogeneration system is 2.04 years and for the trigeneration system it is 2.46 years. The main factor in the prolongation of time is the added chiller. The depreciation period of the refrigeration equipment was found to be 4.26 years due to the increase in the net profit generated by the refrigeration group and the cost of installation and the value obtained for the energy consumption from the refrigeration equipment and refrigeration equipment.

Key words: cogeneration, Trigeneration, cost analysis, feasibiliyt, energy, combined heat and power systems

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No		Sayfa
Çizelge 1.1	Sektörlere göre doğal gaz tüketim miktarları	4
Çizelge 1.2	Dönüşüm ve çevirim sektörü alt tüketimlerinin yıllara göre değişimi	5
Çizelge 1.3	Lisanssız elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (MWh-%)	8
Çizelge 3.1	Diyarbakır ili meteorolojik verileri	31
Çizelge 3.2	Ardahan ili meteorolojik verileri	32
Çizelge 4.1	Buji ateşlemeli motor veri grafiğine göre düzeltilmiş verimlilik verileri	43
Çizelge 4.2	Alternatör verim değerleri	44
Çizelge 4.3	Alternatör veri çizelgesine göre düzeltilmiş verimlilik verileri	44
Çizelge 4.4	Sistem kurulumu ile gerçekleşmesi planlanan elektrik üretimi	52
Çizelge 4.5	Sistemin hesaplanan çalışma yükü verilerine göre ısıl üretimi	53
Çizelge 4.6	Yıllık bazda elde edilebilecek tasarruf hesabı doğalgaz birim fiyatı kompozit kullanım yapan serbest tüketici için temel alınmış	67
Çizelge 4.7	Doğalgaz birim fiyatı kademe 2 kullanımı serbest tüketici için temel alınmış işletme maliyetleri tablosu	69
Çizelge 4.8	Kojenerasyon tesisinin kompozit kullanım doğalgaz birim fiyatına göre tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısı hesabı	70
Çizelge 4.9	Kojenerasyon tesisinin kademe 2 kullanımı doğalgaz birim fiyatına göre tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısının hesabı	71

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.1.	Dünyadaki küresel enerji talebinin sektörlere göre dağılımı	2
Şekil 1.2.	OECD ülkesi olmayan ülkelerin konut ve ticari alanlardaki enerji talepleri yüzdesi	3
Şekil 1.3.	Türkiye'deki kurulu güçte kaynakların paylarının görünümü	4
Şekil 1.4.	2017 yılı doğal gaz sektörsel tüketim dağılımı (%)	5
Şekil 1.5.	Yıllar itibariyle kurulu güçte kaynakların paylarının gelişimi (%)	6
Şekil 1.6.	2017 yılı sonu itibariyle lisanssız kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı (%)	7
Şekil 1.7.	Gaz türbini görseli	12
Şekil 1.8.	Gaz türbinli motor bölümleri	12
Şekil 1.9.	Gaz türbinli kojenerasyon sistemi akış şeması	13
Şekil 1.10.	Dört zamanlı otto çevrimli motor kesiti	14
Şekil 1.11	İçten yanmalı motor görseli	15
Şekil 1.12	Buji ateşlemeli motorlu kojenerasyon sistemi akış şeması	17
Şekil 1.13.	Buji ateşlemeli motor & gaz türbini verim kıyaslaması	18
Şekil 1.14.	Plakalı eşanjör	20
Şekil 1.15.	Egzoz eşanjörü	20
Şekil 1.16.	Alternatör	21
Şekil 1.17.	Tek etkili absorbsiyonlu soğutma çevirimi çalışma prensibi	22
Şekil 1.18.	Kondenser ile evaparatör arasındaki akışkan işlem döngüsü	23
Şekil 1.19.	Soğutucu su buharı ile absorber arasındaki işlem döngüsü	23
Şekil 1.20.	Absorber ile jeneratör arasındaki işlem döngüsü	24
Şekil 1.21.	Jeneratörde ayrıştırılan soğutucu akışkanın işlem döngüsü	24
Şekil 1.22.	Absorbsiyonlu soğutucu görseli	25

Şekil 1.23.	Su soğutma kulesi	25
Şekil 3.1.	Dkçhh 2017/2018 yılları ortalamasına göre aylık tüketim	34
Şekil 3.2	Dkçhh 2017/2018 yılları saatlik elektrik tüketimi ortalaması	35
Şekil 3.3	Türkiye'deki elektrik tüketiminin günlere göre dağılımı	35
Şekil 3.4.	Ocak 2018 döneminde elektrik tüketiminin gün bazında gelişimi (kWh)	36
Şekil 3.5.	Nisan 2018 döneminde elektrik tüketiminin saat bazında dağılımı (MWh)	36
Şekil 3.6.	Temmuz 2018 döneminde elektrik tüketiminin saat bazında dağılımı (MWh)	37
Şekil 3.7.	Ekim 2018 döneminde elektrik tüketiminin saat bazında dağılımı (MWh)	37
Şekil 4.1.	Buji ateşlemeli motorun kataloğuna göre gücün rakım ile ilişkisi	42
Şekil 4.2.	Akış 1	49
Şekil 4.3.	Akış 1 in devamı-1	50
Şekil 4.4.	Akış 1 in devamı-2	51
Şekil 4.5.	DKÇHH günlük ortalama gaz tüketim değerleri	53
Şekil 4.6.	Hastanenin ısıl tüketim verilerinin planlanan ısıl üretim ile kıyaslanması	54
Şekil 4.7.	Kojenerasyon sistemi kurulumu sonrası elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması planlanan kaynaklar	59
Şekil 4.8.	Trijenerasyon sistemi kurulumu sonrası elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması planlanan kaynaklar	61
Şekil 4.9.	Enerji bedelleri görünümü	66

EK LİSTESİ

Ek No		Sayfa
Ek 1	Etilen glikol/su karışımın oranına göre özgül ısısı	81
Ek 2	Suyun termal özellikleri	82
Ek 3	Motor veri sayfası	83
Ek 4	Alternatör veri sayfası	86
Ek 5	Absorbsiyonlu soğutucu veri sayfası	87
Ek 6	Egzoz eşanjörü veri sayfası	88
Ek 7	Plakalı eşanjör veri sayfası	89
Ek 8	Su faturası	90
Ek 9	Hastane doğalgaz tüketim verileri	91
Ek 10	BOTAŞ tarife bilgileri veri sayfası	92
Ek 11	EPDK tarafından belirlenen tarife bilgileri	93
Ek 12	Akış şeması	94

KISALTMA VE SİMGELER

BOTAŞ	:Boru Hatlarıyla Petrol Taşıma Anonim Şirketi
DKDÇHH	:Diyarbakır Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi
EPDK	:Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
Kcal	:Kilokalori
Kcal/Gün	:1 Günlük Kilo Kalori Değeri
Kcal/Yıl	:1 Yıllık Kilo Kalori Değeri
KDÇHH	:Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesi
KWh/Gün	:1 Günlük Kilowatt Saat
KWh/Yıl	:1 Yıllık Kilowatt Saat
Lt/Yıl	:1 Yıllık Litre
M^3/Yıl	:1 Yıllık Metre Küp
P_{el}	:Elektriksel Güç(kWe)
P_m	:Mekanik güç(kW)
Rpm	:Dakikadaki Devir Sayısı(devir/dakika)
Sm^3	:1 atmosfer (1,01325 bar) ve 15 °C koşullarındaki gaz hacmi
SGDB	:Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı
TEP	:Ton Eşdeğer Petrol
TRT	:Türkiye Radyo ve Televizyon Kurumu
OECD	:Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
W_e	:Efektif İş(kW)
W_i	:İndike İş(kW)
€	:AB Para Birimi Euro
η	:Verim
η_{el}	:Elektriksel Verim

1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı

Ülkelerin gelişmeyi sürdürebilmesinde, sosyal gelişmeyi ve ekonomik kalkınmayı sağlayabilmesinde temel unsurlardan biri enerjidir. Dünya genelinde birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de fosil kaynaklı yakıtlar temel enerji kaynakları olarak kullanılmaktadır. Fosil kaynaklı enerji tüketiminin azaltılması amacıyla;

- Diyarbakır kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesi(DKDÇHH) özelinde yataklı işletmelerde enerji kullanımını karakteristik olarak belirlemek,
- Tüketim eğrilerine uygun olarak bileşik ısı güç sistemi kurulumunun gerekliliğini belirlemek,
- Enerji temin bedellerinin bileşik ısı güç sistemleri üzerindeki etkilerini belirlemek,
- Sistemin ana ekipmanlarını tanıtmak, ekipman seçimi ve hesaplamaları yaparak sisteme uygun akış şeması oluşturmak,
- DKDÇH Hastanesinde sistem kurulumu sonucu oluşacak yakıt tasarrufunu belirlemek,
- Benzer uygulamalar için yapılacak uygulanabilirlik hesaplamalarında kılavuzluk etmek,

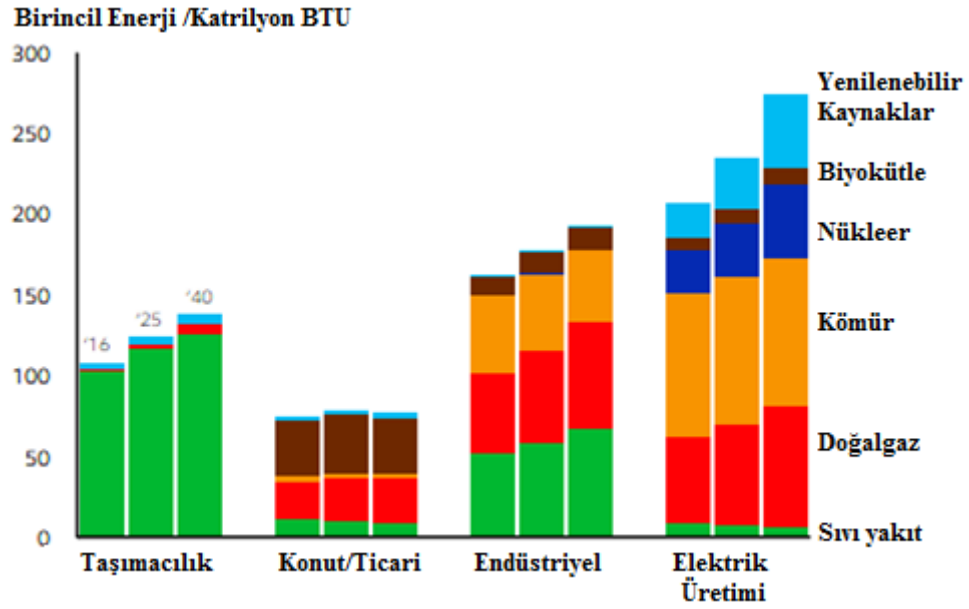
Bileşik ısı güç sistemleri, ekipmanları ve enerji tasarrufu üzerine etkilerinin tanıtılması ile sistem kurulumlarında rehberlik edilerek sistem uygulamalarının arttırılması sağlanacaktır. Bu sayede; Türkiye'deki fosil kaynaklı yakıt tüketiminin, sera etkisinin ve enerjide dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmektedir.

1.2. Enerjinin Tanımı ve Enerji Kaynakları Görünümü

Enerji, maddede var olan ısı, ışık biçiminde ortaya çıkan güçtür. Günlük yaşamın her anında ve yapılan her etkinlikte insanın en önemli gereksinimidir. Yeterli düzeyde ve çevresel değerleri tehdit etmeyen enerji sağlama ve kullanma toplumların en önemli sorunlarından biri haline gelmektedir. Enerji sağlamada yenilenemez ve yenilenebilir kaynaklar olarak başlıca iki grup vardır.

1.2.1. Dünyadaki Enerji Kaynakları Görünümü

Aşağıda küresel enerji talebinin sektörlere göre dağılımı verilmiştir.



Şekil 1.1. Dünyadaki küresel enerji talebinin sektörlere göre dağılımı (2018 outlook for energy A View to 2040, 2018)

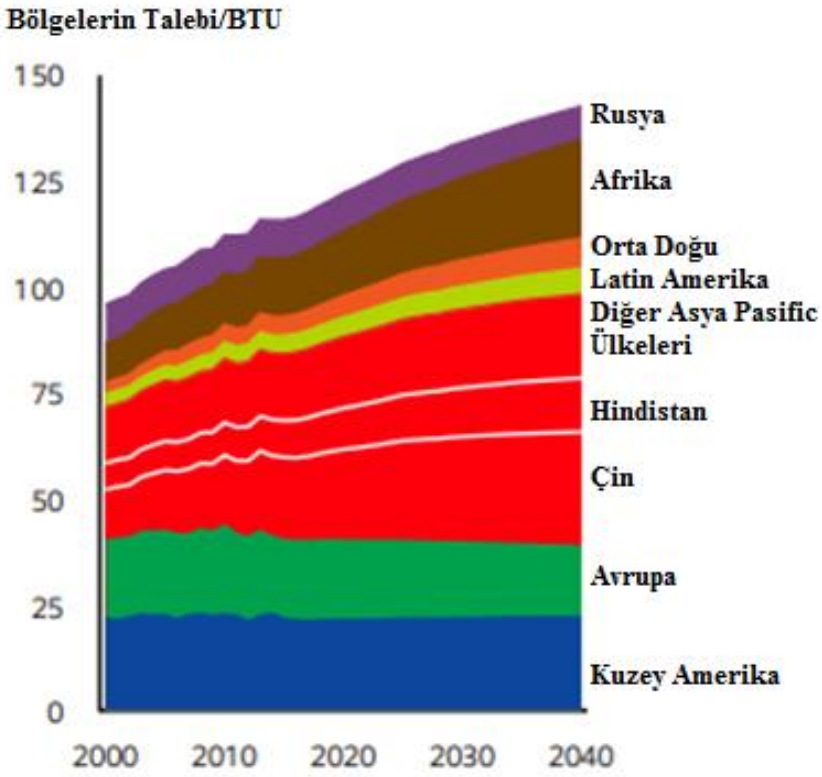
Şekil 1.1 e göre; "Her sektörde kullanılmış olan enerji, ekonomik arz seçeneklerini ve bu seçeneklerin genel uygunluğunu yansıtmaktadır.

• Elektrik üretimi, küresel elektrik talebindeki güçlü büyümeyi yansıtan en büyük ve en hızlı büyüyen talep sektörüdür.

• Çok çeşitli enerji türleri, doğal gaz, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji paylarını artırarak elektrik üretimini destekleyecektir.

• Doğal gaz talebi önemli ölçüde artmakta ve tüm sektörlerde pay kazanmaktadır.

• Ticari taşımacılık ve kimyasal ihtiyaçları desteklemek için petrol talebi artacağı" ön görülmektedir.



Şekil 1.2. OECD ülkesi olmayan ülkelerin konut ve ticari alanlardaki enerji talepleri yüzdesi (2018 outlook for energy : A View to 2040, 2018)

Şekil 1.2'e göre; "Hanelerde büyüme, refahın artması ve ticari faaliyetlerin artması, evlerde ve ofislerde aydınlatma, ısı ve güç talebini artıracağı,

Konut ve ticari enerji talebinin, toplam nüfus artışına paralel olarak, 2040 yılına kadar yüzde 20'nin üzerine çıkacağı,

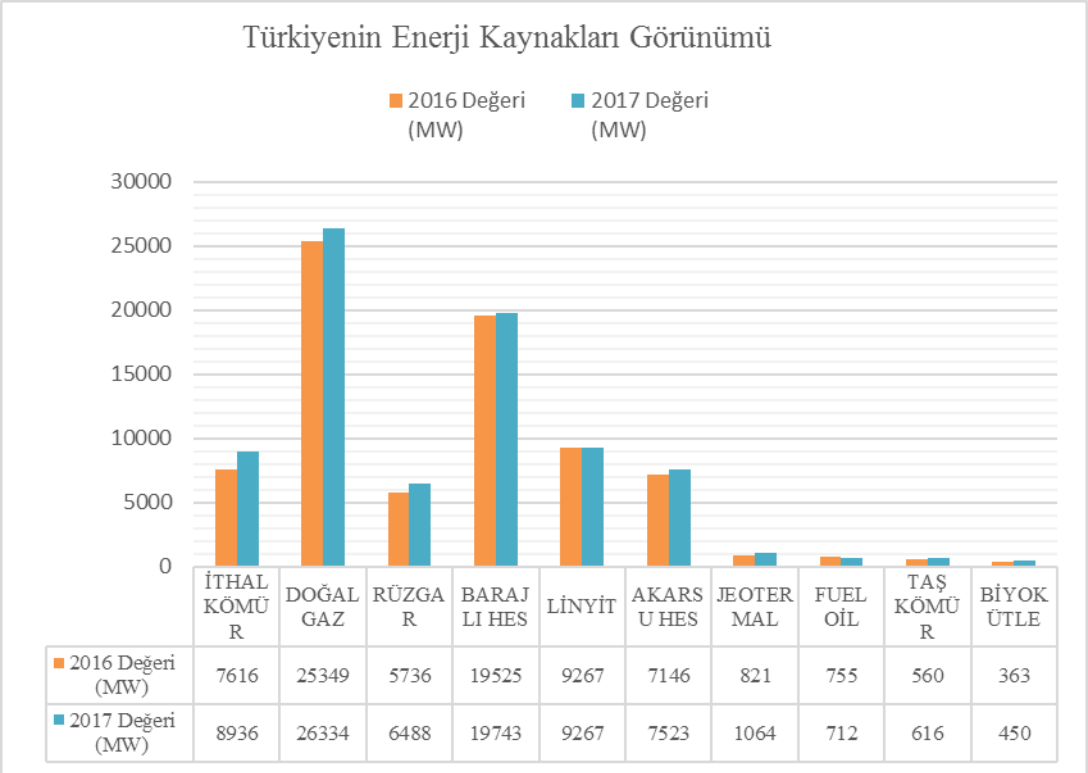
Temel olarak büyümenin, talebin yaklaşık olarak yüzde 40'a yükseleceği OECD üyesi olmayan ülkelerde olacağı,

Afrika ve Çin, konut ve ticari enerji talebindeki artışın yaklaşık yüzde 30'unu oluşturacağı" ön görülmektedir.

1.2.2. Türkiye'nin Enerji Kaynakları Görünümü

Şekil 1.3.'e göre Türkiye'nin enerji kaynaklarının 2016 ve 2017 yılları arasında %5,16 artış gösterdiği bu artışın temel kaynaklarını ise 1320 MW'lık artış ile ithal kömürün, 985,09 MW'lık artış ile doğalgazın, 752,2 MW'lık kısmını ise rüzgâr enerjisinin oluşturduğu görülmektedir. En fazla artışın olduğu ithal kömür ve

doğalgazın dışa bağımlı olduğumuz kaynaklar olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Enerjide dışa bağımlı olmamız nedeniyle de, enerji kaynakların üretimi üzerine çalışmalara ağırlık vermenin yanı sıra, diğer kaynaklarla üretilen enerjinin de daha verimli kullanımı konuları üzerinde çalışılmaktadır.



Şekil 1.3. Türkiye'deki kurulu güçte kaynakların paylarının görünümü

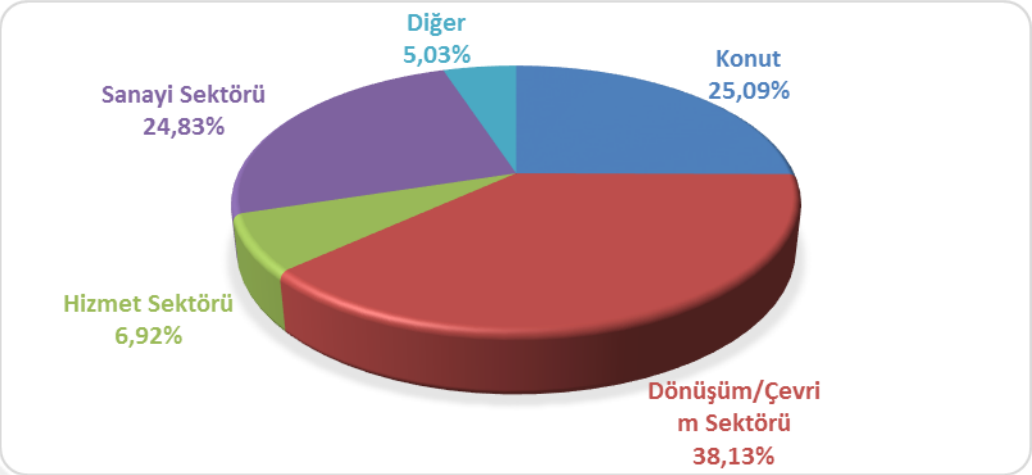
1.2.3 Doğalgaz Tüketim Miktarı ve Sektörel Dağılımı

Çizelge 1.1. Sektörlere göre doğal gaz tüketim miktarları (milyon Sm^3)

(SGDB, *Doğalgaz piyasa raporları* 2018)

Sektör	2016	2017
Dönüşüm/Çevrim Sektörü	16 736.28	20 536.52
Enerji Sektörü	1 756.54	2 056.51
Ulaşım Sektörü	456.05	529.42
Sanayi Sektörü	12 600.34	13 372.13
Hizmet Sektörü	3 123.33	3 725.76
Konut	11 701.25	13 514.94
Diğer Sektörler	106.99	121.86
Genel Toplam	46 480.78	53 857.14

Çizelge 1.1. de belirtilen 2016 yılının sektörlere göre tüketim miktarları ile 2017 yılı tüketim miktarları karşılaştırıldığında tüm sektörlerde gaz tüketiminde artış olduğu görülmektedir.



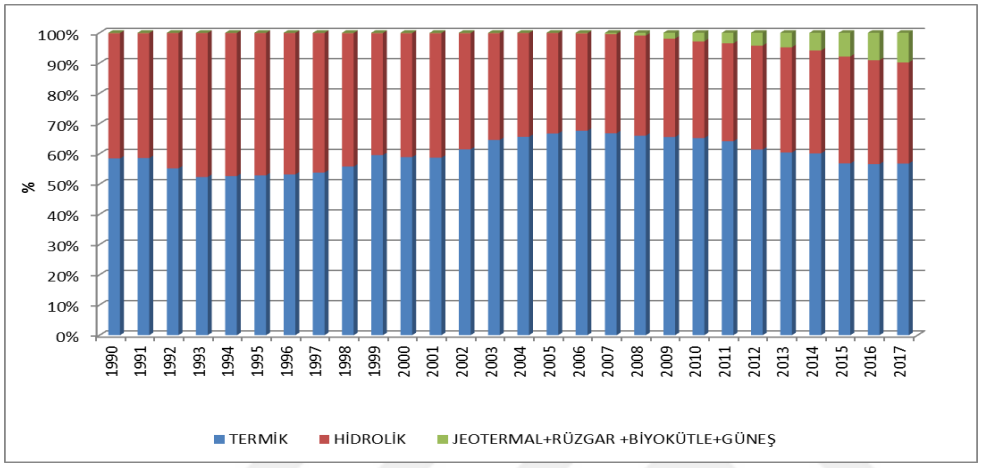
Şekil 1.4. 2017 Yılı Doğal Gaz Sektörsel Tüketim Dağılımı (%)
(SGDB, *Doğalgaz piyasa raporları* 2018)

2017 yılının sektörel dağılımı yüzde olarak hesaplandığında; konut tüketimi %25,09, elektrik üretimi için tüketim %38,13 ve sanayi tüketimi %24,83 olarak gerçekleşmiştir. Diğer temel sektörleri de kapsayan bu durum şekil 1-4'de görülmektedir.

Çizelge 1.2. Dönüşüm ve çevirim sektörü alt tüketimlerinin yıllara göre değişimi
(Milyon Sm^3)(SGDB, *Doğalgaz piyasa raporları*, 2018)

Sektör	2016	2017	2017 Pay (%)	Değişim (%) 2016 → 2017
1. Dönüşüm/Çevrim Sektörü	16 736.28	20 536.52	38.13	22.71
1.1. Elektrik Santralleri	12 509.80	19 367.08	35,96	54,82
1.2.Otoprodüktör Elektrik Santralleri	3 490.31	351.13	0.65	-89.94
1.3. Isı ve Elektrik (CHP) Santralleri	33.21	72.67	0.13	118.81
1.4. Otoprodüktör Isı ve Elektrik Santralleri	482.05	738.46	1.37	53.19
1.5. Isı Santralleri	25.62	0.00	0.00	-100.00
1.6. Otoprodüktör Isı Santralleri	195.22	7.09	0.01	-96.37
1.7. Diğer Çevrim Sektörü Tüketicileri	0.07	0.10	0.00	56.24

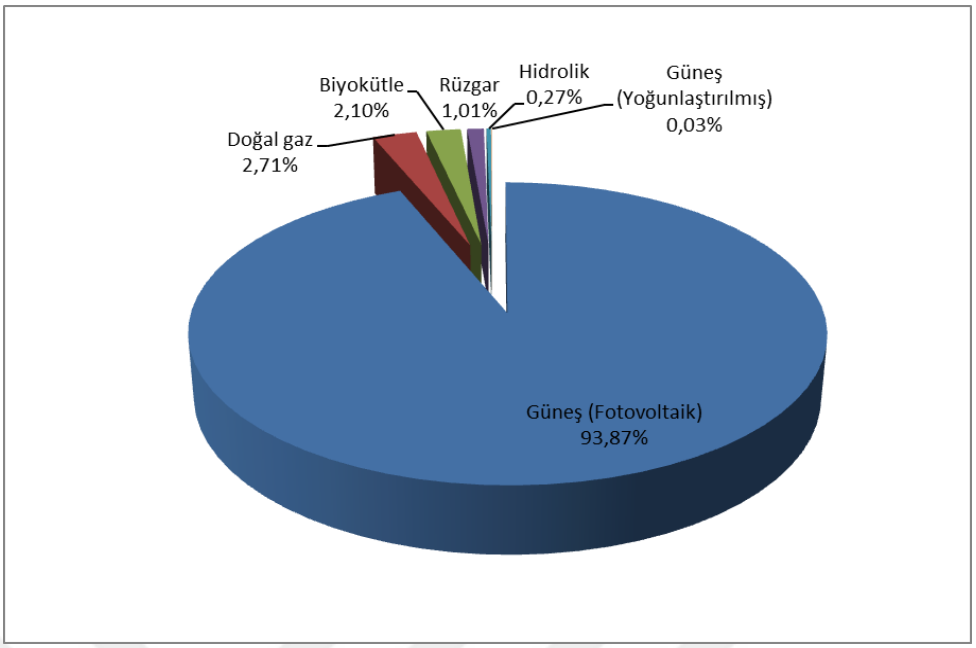
Enerji kurulu gücünün temelini oluşturan dönüşüm ve çevrim sektörünün kendi içindeki alt tüketimleri Çizelge 1.2'de yer almaktadır. Dönüşüm ve çevirim sektöründeki tüketimin temelini doğalgaz yakıtlı termik elektrik santralleri oluşturmaktadır. Otoprodüktör üretimlerde belirgin artış ve azalışlar görülmüştür. Bu değişkenliğin temelinde mevzuattaki değişiklikler, elektrik ve doğalgaz birim fiyatları ile dağıtım bedellerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 1.5. Yıllar İtibariyle Kurulu Güçte Kaynakların Paylarının Gelişimi (%)
(SGDB, *Enerji piyasası geliştirme raporu* ,2018)

Şekil 1.5.' e göre yıllar itibarıyla kurulu güçte kaynakların paylarının gelişimi yüzdesel olarak incelendiğinde elektrik kurulu gücünün büyük kısmını % 50'nin üzerinde bir payla termik santrallerin oluşturduğu görülmektedir. Termik santraller linyit, kömür, doğalgaz gibi primer enerji kaynaklarından sekonder bir enerji kaynağı olan elektrik üretimi sağlamaktadırlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç içerisindeki payının ise her geçen yıl arttığı görülmektedir. Ancak hala elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların kullanımı % 50 oranının üzerine çıkamamıştır.

Şekil 1.6 incelendiğinde lisanssız üretimin %93.87 sini güneş (Fotovoltaik) oluşturmaktadır.



Şekil 1.6. 2017 yılı sonu itibariyle lisanssız kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı(%) (SGDB, *Enerji piyasası geliştirme raporu* , 2018)

Ülkemizdeki "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" kapsamında yapılan yasal düzenlemeler çerçevesinde; yeni yapılacak olan ve yapı ruhsatına esas kullanım alanı yirmi bin metrekarenin üzerinde olan binalarda iklimlendirme, sıhhi sıcak su, elektrik ve aydınlatma enerjisi ihtiyaçlarının tamamının veya bir kısmının karşılanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının, hava, toprak veya su kaynaklı ısı pompası, kojenerasyon ve mikrokojenerasyon gibi sistem çözümleri tasarımcılar tarafından projelendirme sırasında analiz edilmesi gerekmektedir.

Yapılacak hesaplamalar ve analizler sonucunda ise Bakanlık tarafından yayımlanan birim fiyatlar esas alınmak suretiyle hesaplanan, binanın toplam maliyetinin en az %10'una karşılık gelecek şekilde uygulamalarından biri veya birkaçının yapılması gerekli kılınmıştır. Binalar veya bağımsız bölümlere ilişkin alım, satım ve kiraya verme ile ilgili iş ve işlemlerde enerji kimlik belgesi düzenlenmiş olması şartı aranıp uygun olamayan yapıların alım satımı ve kiralamasına izin verilmemesi ile enerjinin verimli kullanılmasına yönelik uygulamalar ortaya konulmasına yönelik çalışmalar ekonomik yaptırımlarla desteklenmeye çalışılmaktadır.

Çizelge 1.3. Lisanssız elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (MWh-%)

(SGDB, *Enerji piyasası geliştirme raporu* , 2018)

Kaynak Türü	2016		2017	
	İhtiyaç fazlası olarak sisteme verilen enerji miktarı (MWh)	Oran (%)	İhtiyaç fazlası olarak sisteme verilen enerji miktarı (MWh)	Oran (%)
Güneş (Fotovoltaik)	1 031 358.00	90.64	2 836 553.09	93.57
Biyokütle	92 129.90	8.10	138 657.08	4.57
Rüzgar	8 268.44	0.73	36 801.92	1.21
Hidrolik	6 115.42	0.54	19 434.29	0.64
Doğal gaz	0.00	0.00	111.67	0.00
Genel Toplam	1 137 871.75	100.00	3 031 558.05	100.00

Elektrik ihtiyacı öncelikle yenilenebilir kaynaklardan karşılanmaya çalışılır bu kaynaklardan üretilen elektrik enerjisi ihtiyacı karşılamadığında ise termik santrallerden üretilen elektrik ile sistem ihtiyacı karşılanır.

Yani; Termik Santraller+ Hidroelektrik Santraller+ Jeotermal + Rüzgâr + Biokütle +Güneş = Tüketilen Elektrik Enerjisi

1.2.4 Yakıt Tipine Bağlı Olarak Yakıt Tüketiminin Çevresel Etkileri

Çevresel etki, tüketilen enerji miktarının azaltılması ile sağlanır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimi artırılmaktadır. Bu çalışmada, amortisman süresi daha kısa olacağı ön görüldüğünden, enerjinin verimli kullanımı üzerine bir çalışma yürüterek, tüketilen enerji miktarının azaltılmasına katkıda bulunulması planlanmıştır. Kullanılan bu fosil kaynaklı yakıtların hem enerji maliyetleri hem de yakıtların çevresel etkileri atmosfere verilen değişik kirleticilerin miktarı ve kullanılan yakıtın tipine bağlı olarak değişmektedir.

Bileşik ısı güç üretim tesislerinde yakıt olarak yaygın şekilde doğal gaz kullanılmaktadır.

Böylelikle; kömürün yanması sonucu ortaya çıkan Kül ve kükürt oksitler ile fuel-oil' in sebep olduğu diğer emisyonlar kadar doğalgaz yakıtlı Kojenerasyon santrallerinde ortaya çıkmamaktadır.

Enerji üretiminde, çevresel etkilerin dikkate alınması ile birlikte enerji santrallerindeki atıklar ve özellikle baca gazı konusu oldukça önemli bir hale gelmiştir. Santral bacalarından atılan başlıca gazlar; SO_2, NO_X ve CO_2'dır. Bu üç gaz santraldeki yanmanın ürünü olarak açığa çıkar.

Sıvı yakıt kullanıldığı (petrol türevi) takdirde yakıttaki sülfür oranına bağlı olarak SO_2 ortaya çıkar. SO_2 gazı, ya baca gazı arıtma ya da yanma sisteminde değişik teknikler (akışkan yataklı sistemler vb.) kullanılarak, kabul edilebilir seviyelere çekilmektedir. Yakıt olarak doğalgaz tüketildiğinde SO_2 gazı oluşumu söz konusu değildir.

Kojenerasyonda temel emisyon sorunu NO_X gazı ile ilgilidir. Küçük bir bölgede meydana gelen yanma, anma sıcaklığının yüksek olmasına bağlı olarak NO_X oluşumu artırır. Son teknolojik gelişmeler (alevin yayılması ve/veya su ya da buhar püskürterek yanma sıcaklığının düşürülmesi) NO_X oluşumunun kabul edilebilir seviyelere düşürülmesini sağlamıştır. Bunun dışında, aynı SO_2 de olduğu gibi çeşitli baca gazı NO_X ($DENO_X$) arıtma sistemleri de kullanılmaktadır (katalitik konvektör). Bu filtrelerde amonyak yardımıyla nitrojen oksitler; azot gazı ve suya parçalanmaktadır.

CO_2 gazı ise, yanma sırasında açığa çıkan ve SO_2 ile NO_2 gibi arıtılması veya azaltılması yapılamayan bir gaz olup yeryüzündeki sera etkisinin birincil sebebini oluşturmaktadır. Bu gazın birim enerji için açığa çıkan miktarını azaltmaktan başka yapılacak bir yöntem yoktur. Bu ise direkt olarak enerji çevrim veriminin artırılmasıyla mümkündür (Özalp, 2017).

Fosil kaynaklar kullanılarak üretilecek enerjinin ekserjisinin arttırılması ve aynı enerji ihtiyacının daha az fosil kaynak kullanılarak karşılanması da yenilenebilir kaynaklarla enerji üretilmesi kadar önemlidir.

1.3. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji, kaynakları açısından iki ana başlık altında incelenmektedir.

1.3.1. Birincil Enerji (Primer enerji) Kaynakları

Birincil enerji, petrol, doğal gaz, kömür, nükleer, hidro, jeotermal, rüzgar, güneş ve biyokütle şeklinde enerji içeren doğrudan tüketilebilen enerji kaynaklarıdır. Birincil

enerji herhangi bir ekipman içinde kullanılmadan önce, doğal olarak kaynağın sahip olduğu enerjidir. Dünyada birincil enerji kaynağı kullanımı açısından fosil yakıtlar ilk sırada yer almakta olup, bunların arasında petrol en çok kullanılandır.

Türkiye'nin ithal enerji bağımlılığı %70 seviyelerindedir. Bu durumda mevcut enerji kaynaklarının verimli kullanılması önem arz etmektedir. Enerjinin kullanılabilir miktarının uygun ekipmanlar vasıtasıyla etkin şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

1.3.2. İkincil Enerji (Sekonder Enerji) Kaynakları

Birincil enerji kaynaklarından kullanılabilir formlara dönüştürülen elektrik, fuel oil, motorin gibi enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar elde edilirken termik santral, rafineri gibi tesislerde dönüşüm kayıpları oluşmaktadır. Bu nedenle ikincil kaynaklar kendisinden enerji üretilebilen birincil kaynaklara göre çok daha pahalıdır.

Elektrik ikincil enerji kaynağıdır. Bileşik ısı güç sistemlerinin tarihsel gelişimi araştırıldığında elektrik üretimi sırasında birincil enerji kaynaklarından sisteme verilen enerjinin ekserjisinin arttırılması amacıyla yapılan araştırmaların ürünü olarak geliştirilen bir sistem tasarımı olduğu görülecektir.

Belirli bir çevreye ait bir halde bulunan sistemden elde edilebilecek en fazla yararlı işe ekserji denir. Diğer bir deyişle, bir düzeneğin verebileceği işin üst sınırını temsil eder. Ekserji genellikle "kullanılabilirlik" olarak ifade edilmekte olup, enerji kalitesinin bir ölçüsüdür. İş ise tamamen başka tür bir enerjiye dönüştürülebilen en kaliteli enerjidir. Termodinamikte ekserji, bir miktar enerji veya madde referans çevre ile denge haline ulaştırıldığında, o enerjiden veya maddeden elde edilebilecek en fazla teorik iştir.

1.4. Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistem Tanımı

Doğalgaz ile elektrik üretimi yapılan standart bir termik santralde elektrik üretimi esnasında oluşan atık ısının fikri üzerine kojenerasyon sistemleri oluşturulmuştur. Kojenerasyon sistemi, elektrik üretimi esnasında oluşan atık ısının çeşitli ekipmanlar ile geri kazanılması işlemidir. Geri kazanılan atık ısının kış aylarında ısıtmada yaz aylarında ise buhar soğurmalı soğutucular aracılığı ile soğutma da yararlanılması esasına dayanan sisteme ise "Trijenerasyon sistemi" denir.

1.4.1. Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemi Tarihsel gelişimi

Bu teknolojinin, ilk basit örnekleri 20'nci yüzyılın ilk yarısında görülmüştür. Ancak ucuz yakıt döneminde terk edilmiştir. 1973-1979 petrol krizlerinin ardından geliştirilerek yeniden uygulanmaya konulmuştur. Kojenerasyon, 20'nci yüzyılın başlarından itibaren, güç santrallerinin yerleşim birimlerinde kurulması ve bölge ısıtması yapılmasıyla başlamış, 1940'lı yıllarda yakıt fiyatlarının düşmesiyle çekiciliğini yitirmiştir, ancak 1970'li yıllarda yakıt fiyatlarının hızla yükselmesiyle bu tür santrallerin kurulması hızlanmıştır. Kojenerasyon Türkiye'de yeni olmayıp, devlete ait rafineri, çimento, şeker, kâğıt ve demir-çelik fabrikaları ile Petro-kimya tesislerinde yaklaşık 1960'lardan beri kullanılan bir teknolojidir. 1985'de hazırlanan yasal düzenlemeyle, özel sektörün konuya ilgilisi artmıştır (Aydoğan, 2009).

Türkiye'deki devlet hastanelerinden ilk lisanssız elektrik üretimi Manisa Turgutlu devlet hastanesinde trijenerasyon sistemi ile gerçekleştirilmiştir.

Mevcut hastanelerde ise henüz Kojenerasyon sistemine bilinen bir dönüşüm planlaması yapılmamıştır.

1.4.2 Kojenerasyon Sisteminde Yakıt Türü Seçimi

Ülkemizde elektrik birim fiyatı doğalgaz birim fiyatının yaklaşık 3,5 misli olduğu, ayrıca; Buji ateşlemeli motorlardaki elektrik verimi diğer motorlara oranla daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulduğunda, buji ateşlemeli motor seçmenin daha ekonomik olacağı düşünülmektedir.

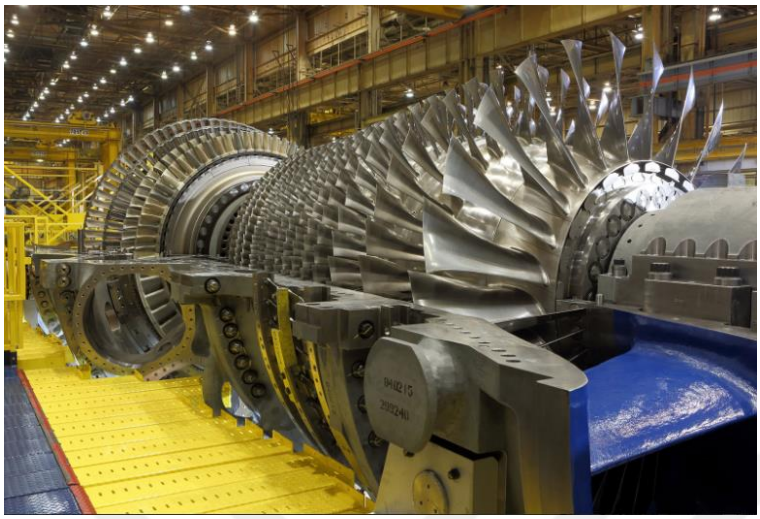
1.5. Sistemde Kullanılacak Ekipman Tipi Seçimi

1.5.1. Gaz Türbini

Gaz türbinleri kompresör, yanma odası ve türbin olmak üzere üç ana donanımdan oluşmaktadır. Gaz türbini, dönen kompresörde havayı sıkıştıran, yanma odasında yakıt-hava karışımını yakarak yanmış gazların elde edilmesini ve bunların türbinde genişlemesini sağlayarak iş elde eden içten yanmalı bir makinedir.

Havayı sıkıştırıp gaz veya sıvı yakıtı yakarak elektrik jeneratörünü döndüren sistemde gaz türbininden çıkan egzoz gazları; sıcaklığı çok fazla olduğundan, atık ısı kazanında değerlendirilip yüksek verimde ısı enerjisi elde etmede kullanılmaktadır.

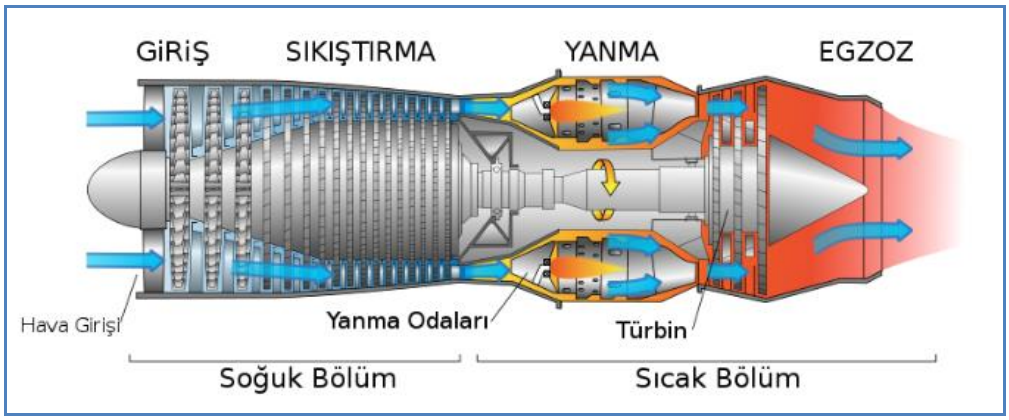
Hava ile karıştırılıp gaz türbinine gönderilen gaz, türbinde sıkıştırılarak yanma sağlar. Gaz türbinlerinin devir sayısı oldukça yüksektir.



Şekil 1.7. Gaz türbini görseli (Uniturbine, 2019)

Gaz Türbininin Temel Bileşenleri

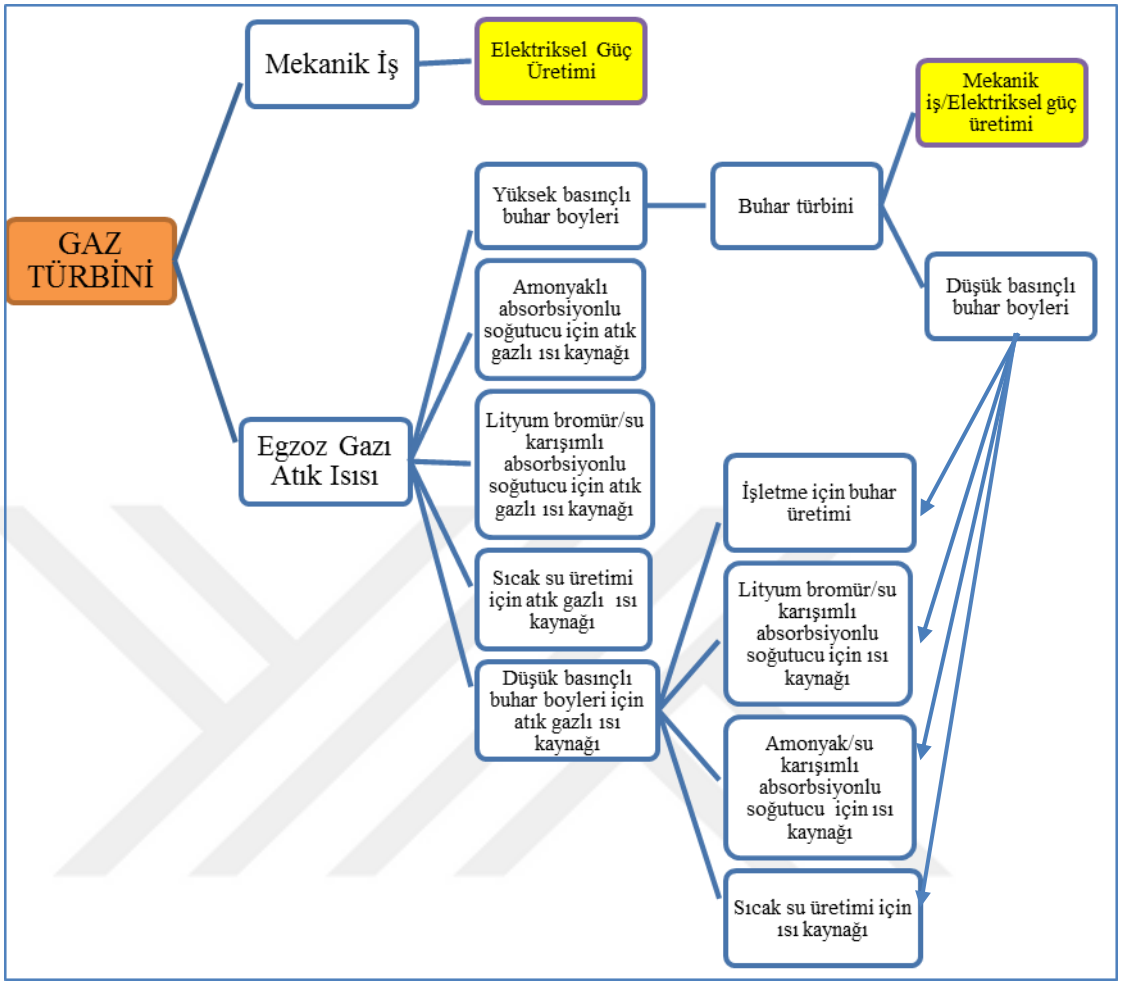
- Hava Alığı
- Kompresör
- Yanma odası
- Türbin
- Nozul



Şekil 1.8. Gaz türbinli motor bölümleri (Elektrikport, 2019)

Türbin ve kompresör bir mille birleştirilmiş olup, türbin aynı zamanda kompresörü çalıştırır. Sıkıştırma ve genişleme basınçları oranları hemen hemen aynıdır. Türbine giren gaz yüksek sıcaklıktadır ve genişlemesi sonucu, sıkıştırma için gerekli

olandan daha fazla iş ortaya çıkar. Ortaya çıkan fazla iş ise motorda kullanılır.



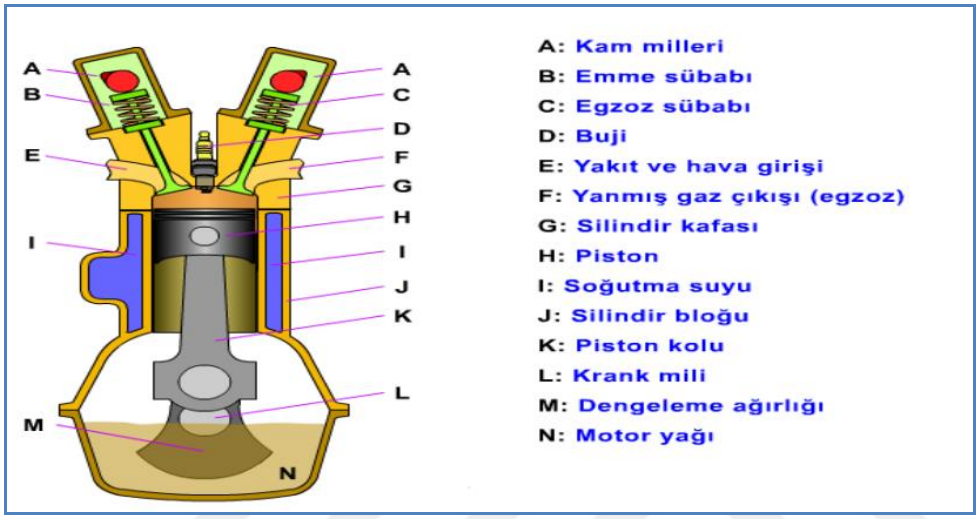
Şekil 1.9. Gaz türbinli Kojenerasyon sistemi akış şeması

Gaz türbinli Kojenerasyon sistemi akış şeması analizi; yüksek basınçlı ısı geri kazanımı buhar kazanı, düşük basınçlı ısı geri kazanımı buhar kazanı, atık ısı geri kazanım sıcak su üreteci, işletmede kullanmak için sıcak akışkan üretmekte veya sıcak hava üretmekte kullanılabilir. Buhar kazanı ile üretilecek yüksek basınçlı buhar ile buhar türbini vasıtasıyla yeniden elektrik üretilebilecektir. Elektrik üretiminin ilk adımında atık gazdan elde edilen düşük basınçlı buhar, ikinci adımda elektrik üretimi esnasında buhar türbinine yüksek basınç ile girip basıncı düşen buhar, sistemde işletmeye düşük basınçlı buhar sağlamada ve absorbsiyonlu soğutma gruplarında kullanılabilecektir.

1.5.2. Buji Ateşlemeli Motor

Otto çevrimine göre çalışan buji ateşlemeli motorlar, zamanlarına göre, 2 ve 4

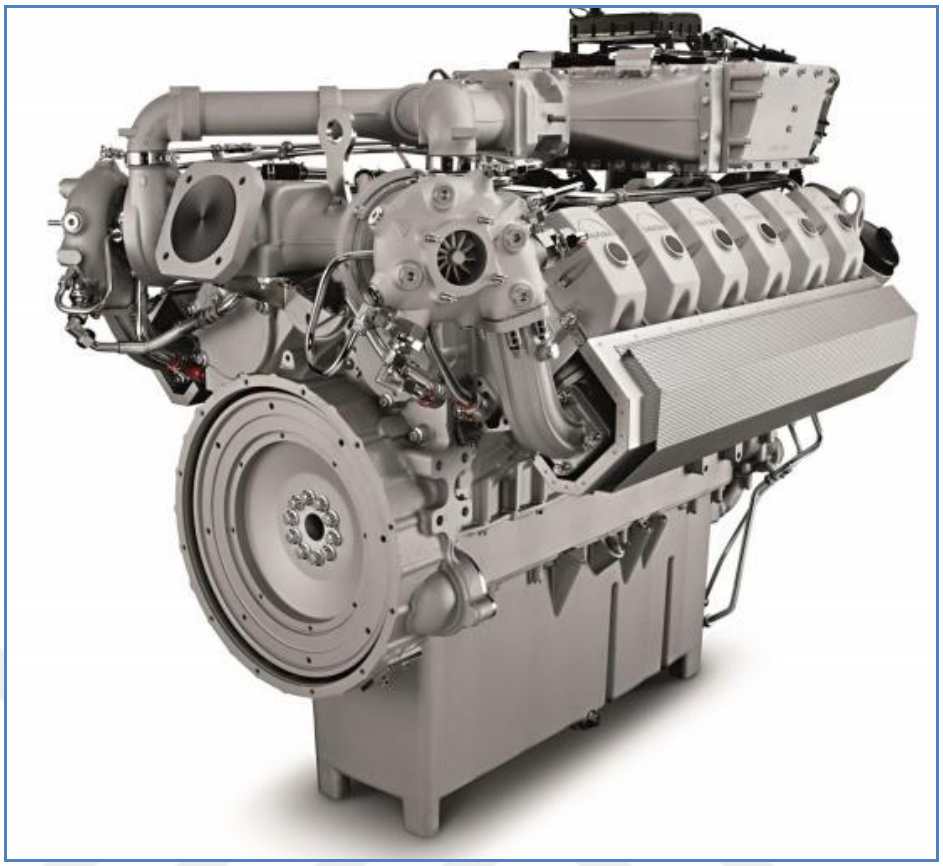
zamanlı olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Buji ateşlemeli motorlar, aynı zamanda benzin motoru olarak da adlandırılmakta olup özellikle dört zamanlı olanların kullanım alanı çok daha geniştir. Bu tip motorlar genel olarak otomobillerde kullanılmaktadır. Bu motorlarda yanma olayı, yanma odası içerisinde gerçekleştiğinden içten yanmalı motorlar sınıfında yer almaktadır. Şekil 1.10'da Tipik 4 zamanlı benzinli bir motorun kesit resmi verilmiştir.



Şekil 1.10. Dört zamanlı otto çevirimli motor kesiti

Benzinli motorlarda ana yapıyı motor gövdesi ve üst kapak oluşturur. Silindirler motor bloğu da denilen gövde içerisinde yer alır. Motor bloğu alt kısmında krank mili bulunur. Üst kapak ise motor bloğunun üst kısmını kapatacak, supap ve kam milini üstünde taşıyan ana parçalardan birisidir. Piston genellikle hafif metal alaşımdan yapılmış olup, silindir içinde öteleme hareketi yapmaktadır. Pistonlar biyel (piston kolu) aracılığı ile krank miline bağlıdır. Bu tür motorlarda ilk hareket genellikle marş motoru ile krank miline verilir. Krank milinin dönmesi ile biyel aracılığı ile pistonlar silindir içerisinde hareket ederek zamanların meydana gelmesini sağlar. Zamanlar çevrimi meydana getirir ve motor çalışmaya başladıktan sonra, krank mili piston ve biyel mekanizması tarafından hareket ettirilir. Böylece içten yanmalı motorda dönme hareketi elde edilir. Elde edilen dönme hareketi çok değişik amaçlı kullanılır.

Bu çalışmada, benzinli motorun ürettiği dönme hareketi ve ısıl enerjisi dikkate alınarak Kojenerasyon ile sıcak su ve elektrik enerjisi hesaplamalarında kullanılmıştır. Şekil 1.11.' te montaj halinde bir içten yanmalı motor fotoğrafı verilmiştir.



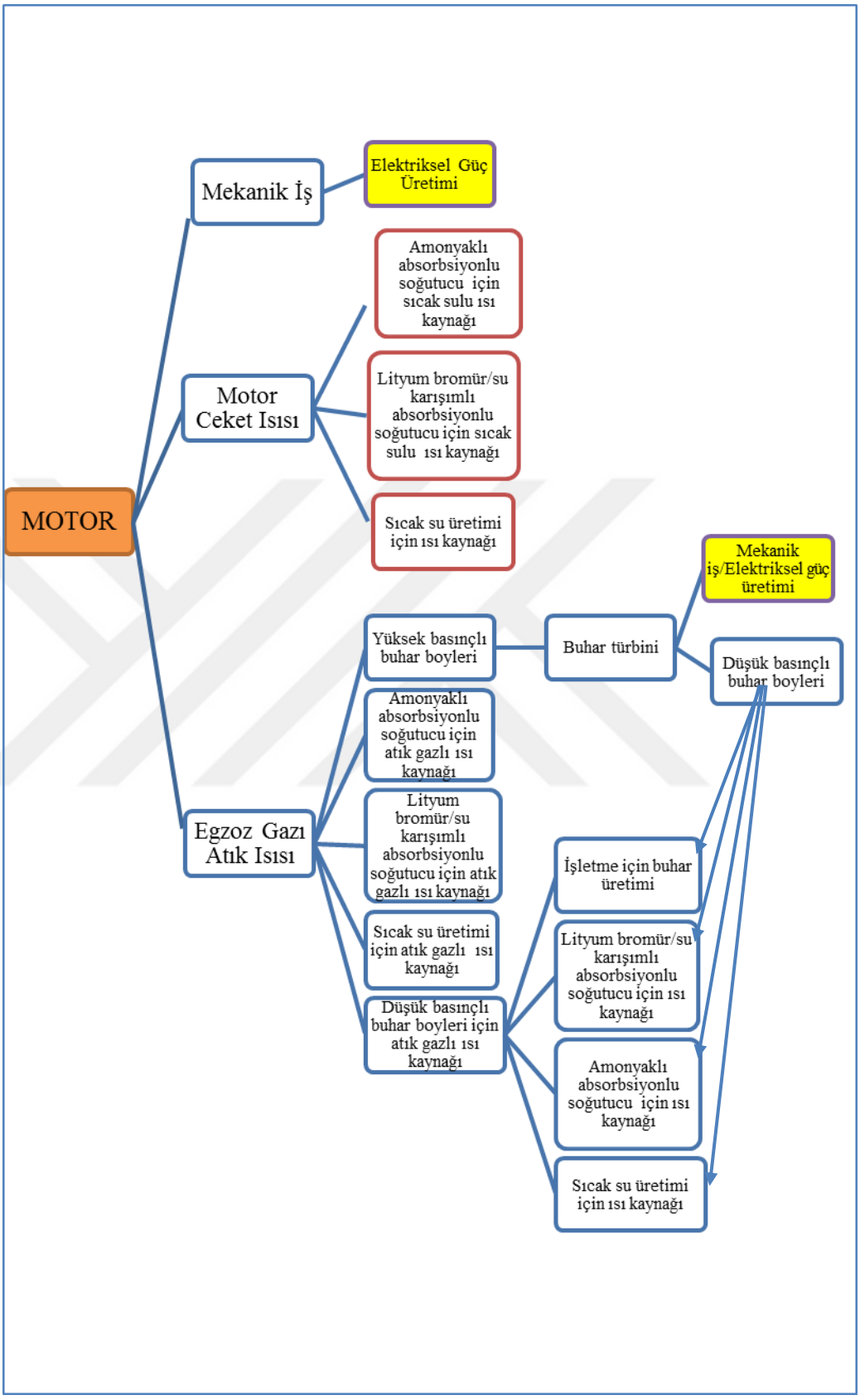
Şekil 1.11. İçten yanmalı motor görseli

Silindir kapağı motor bloğu üzerine cıvata veya saplama ile bağlanır. Dört zamanlı benzinli motorun silindir kapağına emme ve egzoz manifoldları bağlanır. Kam milinin krank milinden aldığı hareketle supap mekanizmasını çalıştırır. Böylece emme ve egzoz supapları zamanında açılıp kapanarak çevrimin zamanlarının meydana gelmesini sağlar. Kam mili eski motorlarda motor gövdesinde, günümüz modern motorlarında ise silindir kapağında bulunmaktadır.

Benzinli motorlarda bir çevrim şu şekilde gerçekleştirilir; emme zamanında emme supabının açılması, pistonun alt ölü noktaya doğru hareketi ile yanma odasına hava benzin karışımı alınır (emme supabı kapanır). Sıkıştırma zamanında silindirde bulunan taze dolgu yanma odasına sıkıştırılarak basıncı ve sıcaklığı artırılır. Sıkıştırma zamanı sonuna doğru bu dolgu buji tırnakları arasında oluşturulan kıvılcım (ark) ile tutuşturularak yakılır. Yanmanın başlayıp ilerlemesi ile ani patlama sonucu silindirde büyük bir basınç oluşup pistonun tepesine baskı yaparak pistonun üst ölü noktadan alt ölü nokta tarafına ilerlemesini sağlayarak genişleme zamanını meydana getirir ve bu periyotta içten yanmalı motordan dönme hareketi ede edilir. Pistonun alt ölü noktaya

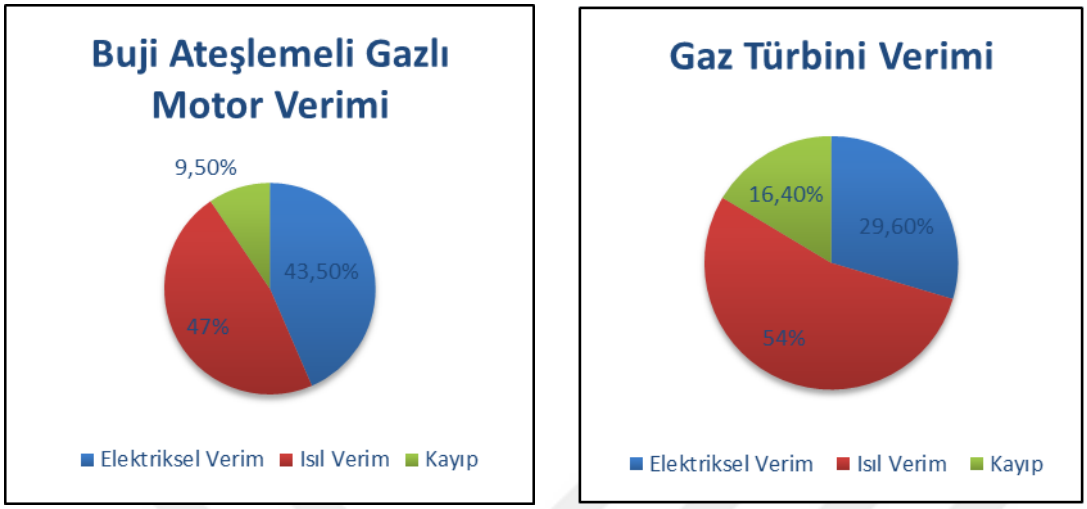
yaklaşmasıyla egzoz supabı açılarak yanmış gazlar dışarı çıkmaya başlar, bu periyot pistonun üst ölü noktayı birkaç krank mili açısını geçe son bulur, bu sırada ikinci bir çevrim için emme supabı yeniden açılmış olur.

Kojenerasyon sistemlerinin akış şemalarını içeren Şekil 1.12 incelendiğinde gaz türbini ile Buji ateşlemeli motor kullanımındaki temel ayrımın proseste motor ceket soğutma suyunun sıcak su üretiminde kullanılıyor olması olduğu görülmektedir.



Şekil 1.12. Buji ateşlemeli motorlu kojenerasyon sistemi akış şeması

1.5.3. Gaz Türbinin Buji Ateşlemeli Motor ile Verim Karşılaştırması



Şekil 1.13. Buji Ateşlemeli Motor & Gaz Türbini Verim Kıyaslaması (Özalp, 2017)

Şekil 1.13' e göre buji ateşlemeli motor ve türbin arasında elektriksel verimde %13 lük, ısıl verimde % 7'lik ve kayıpta ise % 6'lık fark olduğu görülmektedir. Hangi motorun seçileceği konusunda temel soru hangi kaynağa daha çok ihtiyaç olduğudur. Buji ateşlemeli motor ve gaz türbininin akış şemasında da görüleceği üzere ısıl verim aracılığıyla tekrar elektrik üretmek için buhar türbinlerinden faydalanılabilmektedir. Gaz türbinlerinin, ısının daha yoğun kullanıldığı yüksek kapasiteli üretimlerde tercih edilmesi gereken bir sistem olduğu anlaşılmaktadır. Buji ateşlemeli motor ise daha küçük, ısının düzenli ve yoğun kullanılamadığı alanlarda tercih edilebileceği anlaşılmaktadır.

1.6. Buhar Türbinleri

Genel olarak sıcaklığı ve basıncı oldukça yüksek, su buharının kullanıldığı, yapıları itibariyle akış işini dönme hareketiyle mekanik enerjiye dönüştüren makinelerdir.

Kömür, nükleer, doğalgaz gibi fosil yakıtların yanmasıyla su yüksek derece sıcaklıklarda ısıtılarak buhar haline dönüştürülür. Elde edilen kızgın buhar izole boru sistemleri ile türbin kanatlarının olduğu kısma girer. Çok kızgın ve hareket ettirme potansiyeli oldukça yüksek olan basınçlı buhar türbin kanatlarını döndürür ve mekanik bir enerji oluşturulur. Buhar türbininden elde edilen mekanik enerji genellikle, türbine bir dişli kutusu aracılığıyla bağlanan generatör yardımıyla elektrik enerjisine çevrilirken

bazen de bir pompanın tahrikinde de kullanılabilmektedir. Termodinamiğin temel prensiplerine göre rankine çevrimiyle çalışan bu makineler megawattlar düzeyinde enerji üretebilirler.

Buhar ve gaz türbinlerinin temel farkları ise şöyledir :

Buhar türbinlerinde kanatları döndürmek için su buharı kullanılırken gaz türbinlerinde genleşmiş sıcak hava kullanılır. Buhar türbinlerinde dakikadaki devir sayısı genelde 3000 d/d (rpm) iken gaz türbinlerinde bu sayı oldukça fazla olup 8000-9000 d/d'dır. Buhar türbinleri genelde kömür ve nükleer yakıtlı santrallerde kullanılırken gaz türbinleri genelde doğalgaz yakıtlı santrallerde kullanılır. (Elektrikport, 2019).

Buhar türbinleri, atık ısı kazanından gelen yüksek basınçlı buhar ile çalışmaktadır. Buhar türbini gelen buhar ile dönüş hareketi elde etmekte ve jeneratörü çevirerek ikinci kez elektrik enerjisi üretmektedir. Tercihe göre basınçlı buharı direk olarak sisteme, buhar ya da sıcak su olarak verebilmektedir.

1.7. Ceket Suyu Eşanjörü (Plakalı Eşanjör)

Plakalı eşanjörler veya plakalı ısı değiştiriciler sıcaklıkları farklı, akışkan tipi aynı ya da farklı olabilecek iki akışkanın, değişik türdeki plakaların yüzeyleri üzerinden birbirlerine temas etmeden hareketi sonucu iletim ve taşınım prensiplerine göre ısı transferi oluşturan araçlardır. Mekanik iş oluşturmak için gerçekleştirilen yanma sonucu motor ceketinde oluşacak aşırı ısınmanın önüne geçmek için motor ceketi genellikle etilen glikol – su çözeltisi ceket çevresinde çevrilerek sistemin ısısını alır ve ceketten uzaklaştırılan ısı aftercooler ünitesi aracılığıyla atmosfere aktarılır. Plakalı eşanjörler vasıtasıyla atmosfere atılacak ısının işletmenin ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma sisteminde kullanılmak üzere geri kazanılması sağlanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 1.14. Plakalı Eşanjör

1.8. Egzoz Eşanjörü

Egzoz ısı değiştiricileri sıcaklıkları ve akışkan tipi farklı iki akışkanın, değişik türdeki plakaların yüzeyleri üzerinden birbirlerine temas etmeden hareketi sonucu iletim ve taşınım prensiplerine göre ısı transferi oluşturan araçlardır. Mekanik iş oluşturmak için gerçekleştirilen yanma sonucu ortaya çıkan egzoz gazları içerisindeki atık ısının eşanjörler vasıtasıyla işletmenin ihtiyacına göre ısıtma veya soğutma sisteminde kullanılmak üzere geri kazanılması sağlanmaya çalışılmaktadır.



Şekil 1.15. Egzoz Eşanjörü

1.9. İntercooler

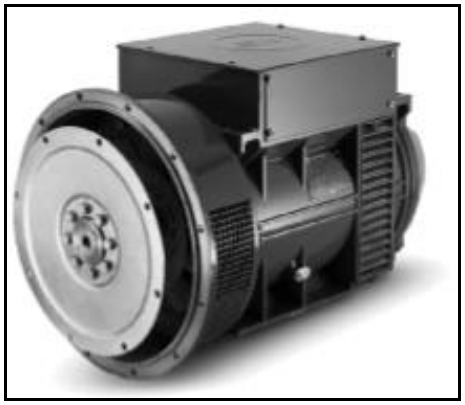
İntercooler, hava besleme sistemleri tarafından basıncı yükseltilen dolayısıyla ısınan taze havanın motor silindirlerinin içine yollanmadan hemen önce soğutulmasını sağlayan ısı değiştiricisidir. Ayrıca bir eşanjör çeşidi olduğu söylenebilir.

1.10. Soğutma Radyatörleri

Kojenerasyon sisteminde radyatörler genel olarak kuru hava soğutmalı kullanılmaktadır. Motoru soğutmak amacıyla kapalı çevrim yaptırılan akışkanların, ısı değiştiricilerde yeteri kadar soğutulamadığı zamanlar devreye girmek üzere planlanır ve sistemin suyu yeterince soğutmadığı durumlarda plakalı eşanjörden dönen su soğutma radyatörlerinden geçtikten sonra motora yollanır. Motor için bir çeşit emniyet ekipmanı olduğu söylenebilir. Isı transfer yüzeyi içerisinden geçen sıcak akışkan üzerinden vantilatörler aracılığıyla cebri olarak hava üflenir. Böylece akışkan sıcaklığının motor üreticisinin müsaade ettiği seviyelerde kalması sağlanır.

1.11. Alternatör

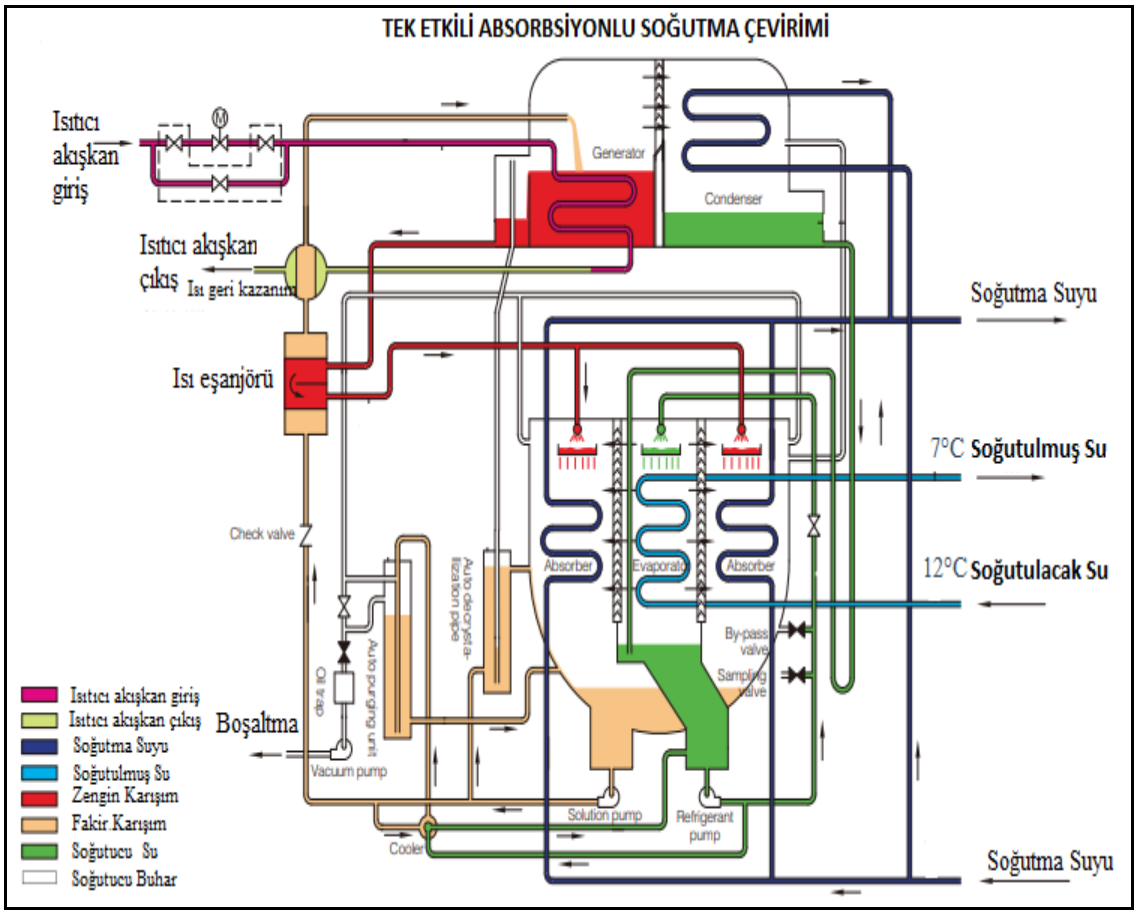
Jeneratörün motor milinden aktarılan mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren kısmıdır. Alternatör iletkenlerden meydana gelir. İletken üzerindeki manyetik alanda oluşan değişime bağlı olarak iletkende akım oluşumu gerçekleşir. Üretimde alternatör, rotor olarak adlandırılan mıknatıslar ile stator adı verilen iletken birbirine sarılmış sargılar içinde veya etrafında dönerler. Rotorların hareket etmeye başlaması ile iletkenlerin etrafında ki manyetik alan değişir ve genişler böylece elektrik akımı üretilmeye başlar.



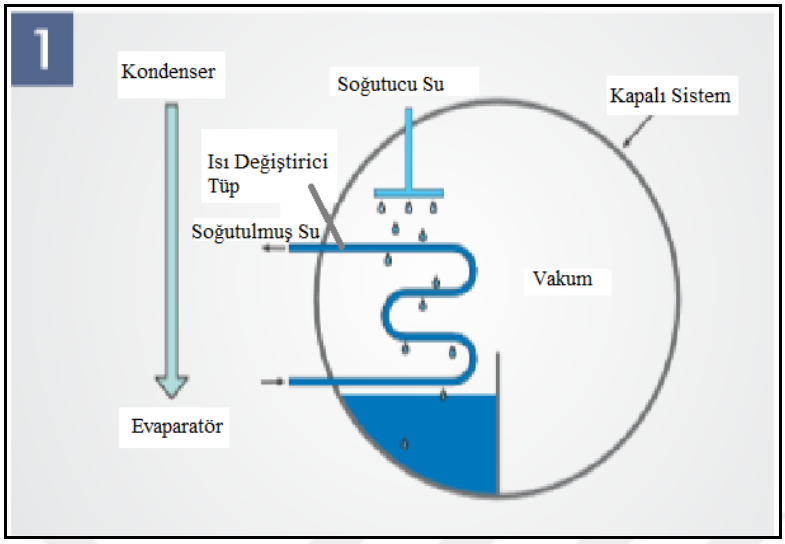
Şekil 1.16. Alternatör

1.12. Tek Etkili Absorbsiyonlu Soğutma

Absorbsiyonlu Chillerler soğutma yapmak için "Buharlaşma-Yoğuşma döngüsüne" dayanmaktadır. Elektrikli chillerlerde R134a ve R 407C gazları ve benzeri soğutucu akışkanın sıkıştırılması ile mekanik kompresörler vasıtasıyla gerçekleştirilen soğutma işi, Absorbsiyonlu Chillerde bir ısı kaynağından sağlanan enerjiyle gerçekleştirilmektedir. Absorbsiyonlu Chillerde soğutucu akışkan olarak Lityum Bromür çözeltisi kullanılır. Şekil 1.17'de Tek etkili absorsiyonlu soğutma çevirimi çalışma prensibi gösterilmektedir.

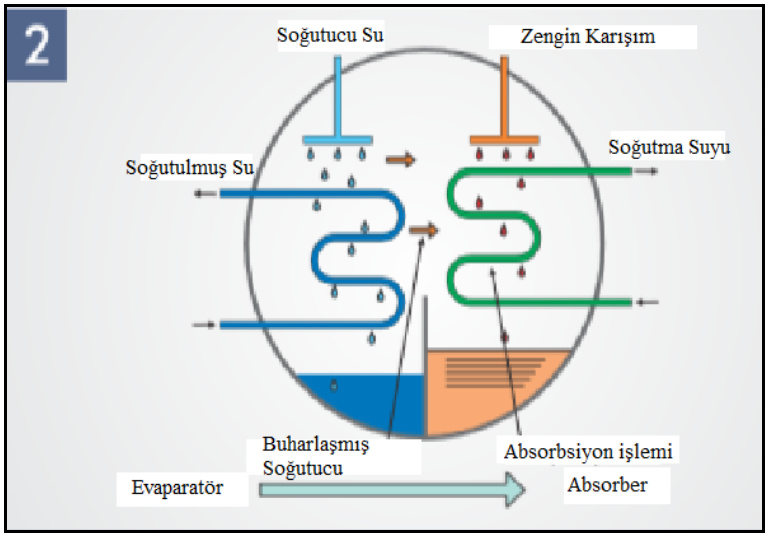


Şekil 1.17. Tek etkili absorbsiyonlu soğutma çevirimi çalışma prensibi



Şekil 1.18. Kondenser ile Evaparatör arasındaki akışkan işlem döngüsü

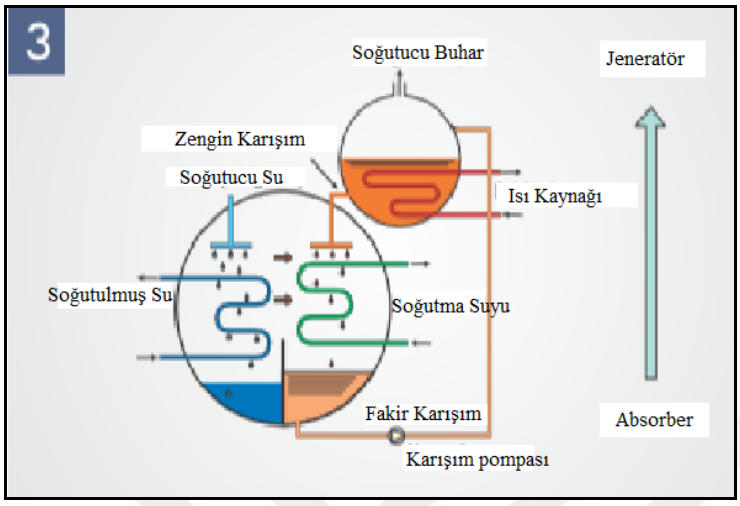
Yoğuşturucu (Kondenser); Şekil 1.18 de gösterildiği üzere yüksek vakumda tutulduğunda, su kaynar ve kendiliğinden soğur. Soğutucu sistemlerde soğutmayı sağlayan maddenin gaz olarak girdikten sonra ısısını çevreye vererek sıvı hale geçtiği bölümdür. Düz boruların kıvrım sayısının arttırılması suretiyle yoğuşturucunun ısıyı havaya atması kolaylaştırılmakta bu sayede, soğutkan maddenin aşırı soğutulmuş sıvı haline geçmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1.19. Soğutucu su buharı ile Absorber arasındaki işlem döngüsü

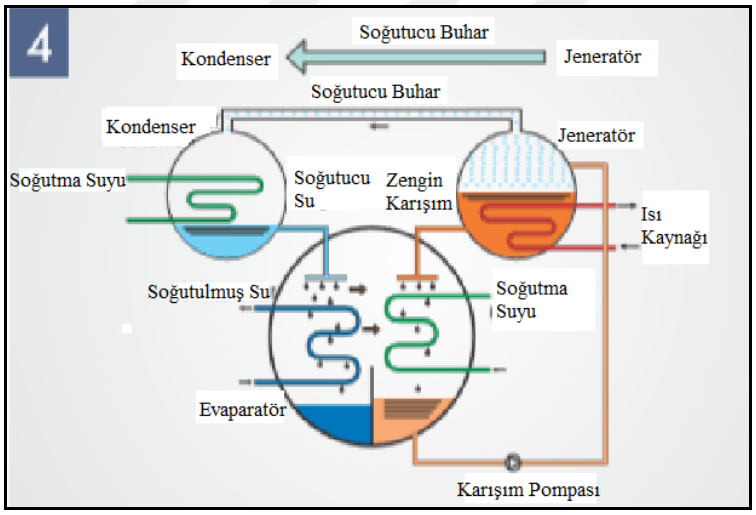
Buharlaştırıcı (Evaparatör); Şekil 1.19'da gösterildiği üzere soğutma sisteminde, soğutucu akışkanın sıvı olarak girip buharlaştıktan sonra gaz olarak çıktığı bölümdür. Soğutucu akışkan, evaporatörün kanallarına girince ısıyı, soğutulan

maddeden ya da ortamdan soğurur ve soğurma işlemi esnasında kaynamaya başlayarak buharlaşır. Bu işlemler sonucunda Evaparatör, tüm sistemin genel amacı olan soğutma olayını gerçekleştirir.



Şekil 1.20. Absorber ile jeneratör arasındaki işlem döngüsü

Jeneratör (Termik Kompresör); Şekil 1.20'de gösterildiği üzere Lityum bromür seyreltik hale geldiğinde, su buharını emme kapasitesini kaybeder. Bu nedenle bir ısı kaynağı kullanarak yoğunlaştırılması gerekir.



Şekil 1.21. Jeneratörde ayrıştırılan soğutucu akışkanın işlem döngüsü

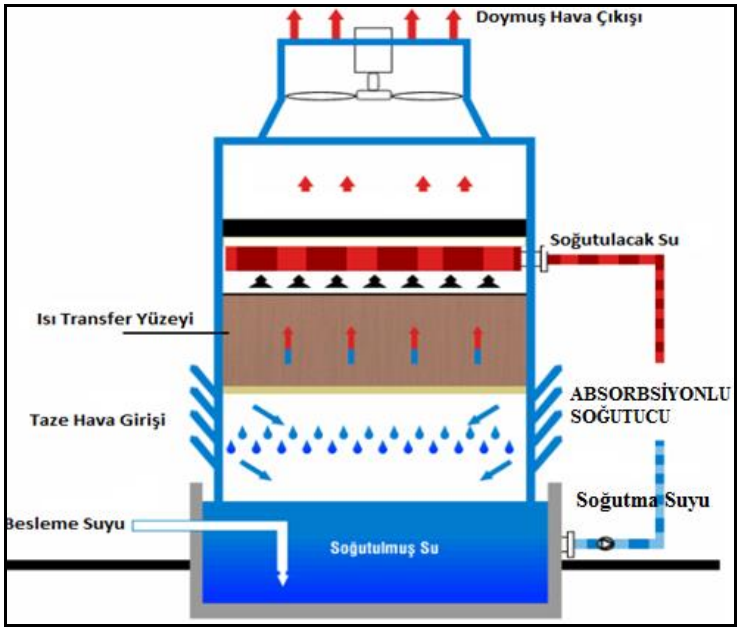
Şekil 1.21.'de gösterildiği gibi jeneratördeki ısı çözeltinin, emilen soğutucuyu buhar biçiminde salmasına neden olur. Bu buhar, faz değiştirerek sıvı soğutucu akışkan olmak için ayrı bir odada soğutulur. Konsantre lityum bromür soğutulan suyun ısısını alarak buharlaşmış suyu emmesi için emici içine geri püskürtülür.



Şekil 1.22. Absorbsiyonlu soğutucu görseli

1.13. Su Soğutma Kulesi

Su soğutma kulesi absorbsiyonlu soğutma grubunda soğutma suyu olarak kullanılan suyun soğutulduğu kısımdır. Su soğutma kulesi çalışma prensibi;



Şekil 1.23. Su soğutma kulesi

Şekil 1.23'de görüleceği gibi soğutma grubundan ısınarak gelen su, dağıtım sistemi ve fıskiyeler yardımı ile kulenin üst kısımlarından aşağı doğru homojen olarak püskürtülür. Püskürtülen su kütleleri, ısı transfer yüzeyindeki dolgular arasından süzülür. Dış ortam nemine sahip hava şekildeki taze hava girişinden girerek fan yardımı ile transfer yüzeyi üzerinden yukarıya doğru çekilir. Isı transfer yüzeyinde hava ile buluşan su havaya ısısını vererek soğur ve suyun cüzi bir kısmı buharlaşır. Soğuyan su kulenin soğuk su havuzunda toplanır ve soğutma grubuna gönderilir. Suyun buharlaşması sonucu nemi artan hava, kulenin üstünde bulunan fan aracılığıyla atmosfere atılmış olur.

Trijenerasyon döngüsü içerisinde atık ısıları kullanarak soğutma enerjisi üreten ekipmana "Absorbsiyonlu Soğutucu" denir. Böylelikle kojenerasyonun atık ısısından sıcak su ve/veya buhar üretilerek Absorbsiyonlu soğutucu aracılığıyla soğuk su üretilmekte ve üçlü üretime geçilmektedir. Bu çevrim genellikle sıcak suyun kış aylarında ısıtma için kullanılması ve yaz aylarında da atık ısının atmosfere atılmasının önlenebilmesi için kullanılmaktadır.

1.14. Pompalar

Isıtma sistemlerinde genellikle su, ısı taşıma aracı olarak kullanıldığından sürekli tesisat içerisinde dolaştırılır. Bu tür suyun sistem dışına çıkarılmadığı sistem içerisindeki hareketiyle ısı transferi yaptığı sistemler kapalı dolaşım sistemi olarak adlandırılır. Eski tasarımlarda suyun ısı değişiminin etkisiyle hareketi oluşurken mevcut tasarımlara oranla çok daha büyük tesisat boruları tasarlanmıştır. Ancak günümüzde akışkanın tesisat içerisinde dolaşımı pompalar vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Kapalı dolaşım sistemleri hidrofor sistemleri gibi atmosfere açık sistemler değildir. Kapalı dolaşımlı sistemde büyük basınç kayıpları oluşmadığından, pompaların üreteceği basınç açık sistemlere göre çok düşüktür. Sistem için seçilecek pompanın basma yüksekliği, tesisattaki bağlantı parçaları, vana, düz boru sürtünme kayıpları gibi dirençleri yenecek şekilde hesaplanır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ziher ve Poredos (2006), hastanelerin enerjinin çeşitli formlarını aktif olarak kullandığını belirtmiştir. Bu nedenle enerjinin 3 farklı formda üretildiği trijenerasyon sistemi için ideal uygulama alanları olduğuna dikkat çekmiştir. Üretilen enerji formlarının maliyetleri üzerine çalışılmıştır. Özellikle soğutma enerjisinin maliyetinin talep miktarına ve farklı soğutma cihazları kullanımına bağlı değişkenliğine vurgu yapılmıştır. Üretimin talebi karşılayamadığı durumlarda şebekeden elektrik alımı yapılabileceği talebin azalması durumunda ise üretime devam edilip artan elektriğin şebekeye satılabileceğine yer verilmiştir

Doğan ve Türkoğlu (2014), Nevşehir Kapadokya Havalimanı'na enerji tasarrufu sağlamak için buhar kazanı, türbini ve absorbsiyonlu soğutma sistemleri kullanılarak tasarımı yapılan trijenerasyon sistemi elemanları kısaca tanıtılmış ve sistemin her bir aşamasındaki parametrelerin su ve su buharı tablolarına göre termodinamik analizleri yapılmıştır. Havalimanında bulunan mevcut sistem ile kurulması tasarlanan trijenerasyon sisteminin maliyetleri karşılaştırılmış yıllık tasarruf miktarı ve yatırım maliyetleri göz önüne alındığında yaklaşık 12 yılda sistemin kendisini amorti edebileceği verisine ulaşılmıştır.

Üçgül ve Elibüyük (2015), Süleyman Demirel Üniversitesi Yerleşkelerinin enerji durumu özetlenmiş ve üniversite yerleşkelerinin elektrik, ısı ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamak üzere bir doğalgazlı trijenerasyon sistemi değerlendirilmiştir. Trijenerasyon sistemi için doğalgaz yakıtlı gaz motoru kullanılması planlanmış ve sistemin kendini amorti etme süresi 25 ay olarak belirlenmiştir.

Morosuk ve Tsatsaronis (2008), absorbsiyonlu soğutucu incelenmiş ve ileri ekseri analizi tekniği ile sistem üzerindeki verimsizlikler ve iyileştirilme potansiyelleri belirlenmiş, üzerinde durulması gereken temel bileşenin Jeneratör olduğu, ısıtıcı ve soğurucunun geliştirilme potansiyelinin çoğunlukla akıştaki diğer parçalardan bağımsız kendilerindeki eksikliklere bağlı olarak geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Yoğuşturucudaki geliştirilme potansiyelinin akıştaki diğer parçalarla ilgili olduğu ve diğer parçalardaki ekserji kaybının azalmasına bağlı olarak geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Buharlaştırıcıdaki geliştirilme potansiyelinin ise diğer parçalardaki ekserji

kaybının arttırılmasına bağlı olarak gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir.

Açıkalp (2013) çalışmasında; İleri ekserji ve eksergoekonomik analiz yöntemlerini uygulayarak geleneksel ekserji yöntemlerinin eksik kaldığı ya da neden olduğu yanlış yönlendirmelerin önüne geçilmesi amacıyla bir takım hesaplamalar yapmıştır. Eskişehir Organize Sanayi Bölgesinde bulunan bir trijenerasyon tesisi için geleneksel ve ileri hesaplama yöntemleriyle ekserji ayrıca eksergoekonomik performans değerlendirmesi yapmış. İleri ekserji ve eksergoekonomik analizler uygulanarak ve geleneksel ekserji temelli yöntemlerin mukayesesi yapılarak, sistemlerin birbirlerine göre farklılıkları değerlendirilmiştir. Geleneksel yöntemlerin tamamlayamadığı veya neden olduğu doğru olmayan yönlendirmelerin tespiti yapılarak doğru yönlendirmeler yapılmasını sağlamaya çalışmıştır. İnovasyon gereken akış parçalarının tespitini yapmıştır. Geleneksel ekserji analizine göre yapılacak değerlendirmede oluşacak önem sıralamasının yanma odası, hava kompresörü, düşük basınç buhar türbini ve atık ısı kazanları olması gerektiği belirlenmiş ancak ileri ekserji yönteminde ise elektrik üretim sistemi için geliştirmede temel önceliğinin öncelikle gaz türbinine ve yanma odasına verilmesi gerektiği tespiti yapılmıştır. Geleneksel ekserji analizi yöntemine göre önceliğin yalnızca motora verilmesi gerektiği söylenebilecekken ileri ekserji temelli incelemelere bakıldığında trijenerasyon sistemi için geliştirme önceliğinin motorun yanı sıra turbo hava kompresörüne de verilmesi gerektiği tespiti yapılmıştır.

Karaali,(2010) çalışmasında; Gaz türbinli Kojenerasyon çevrimlerinin termodinamik ve termoekonomik optimizasyonu kapsamında tüm çalışma şartları değiştirilerek kompresörün sıkıştırma oranları, giriş havası sıcaklığı, giriş havasına ait özgül nem oranları, giriş havası basınçları, hava fazlalık katsayıları ve enjekte edilen buhar debileri elde edilen sonuçlar performans eğrileri şeklinde değerlendirilmiş ve sisteme verilecek taze havanın geçişinde reküperatör (ısı geri kazanım cihazı) kullanımı ile sistemin güç üretiminde daha verimli hale getirilebileceği sonucuna ulaşmıştır. Hava yakıt ısıtmalı bir sistemin güç ve ısının tamamının aktif kullanıldığı örnek bir çevirime göre termoekonomik katkısının reküperatörsüz bir sisteme göre daha az olduğu tespiti yapılmıştır.

Yazman (2015) çalışmasında, farklı olarak buji ateşlemeli motor ile çalışan bir trijenerasyon sistemi üzerine çalışma yapmıştır. sistem kurulumu için dizayn

parametreleri belirlenmiş ekserji kayıpları hesaplanmış çift etkili absorbsiyonlu sistem ile yapılacak bir soğutma tasarımında en fazla ekserji kaybının yüksek sıcaklık jeneratöründe yaşanacağını tespitini yapmıştır. 0,4 MW'lık bir sistem kurulumu için kurulum maliyetinin amortisman süresi 3,22 yıl olarak hesaplanmıştır.

Çakır (2006), çalışmasında farklı şehirler için mikrogaztürbini kullanılan 0,06 MW'lık Kojenerasyon teknolojisinin karlılığı değerlendirilmiş ve teknolojinin geliştirilmesi gerektiği yorumu yapılmış bu yorumda elektrik ve doğalgaz satış fiyatlarının da sistem verimi kadar karlılıkta rol oynadığı hususuna dikkat çekilmiştir. Nitekim teknoloji ile üretilen elektriğin kWh cinsinden birim fiyatının teknolojinin işletme sürecindeki temel maliyet girdisini oluşturan doğalgazın kWh cinsinden birim fiyatına oranı teknolojinin karlılığını doğrudan etkilemektedir. Bunun yanı sıra kurulum planlanan bölgenin ikliminin de amortisman süresinin belirlenmesinde etkili olduğu sıcak bölgelerde sistem kendini yaklaşık 6 yılda amorti edebiliyorken, daha soğuk bölgelerde ise bu sürenin 10 yıla çıktığı belirtilmiştir. Çok soğuk bölgelerde ise türbinin harcadığı doğalgaz giderinin elektrik giderini karşılayamadığı tespiti yapmıştır.

Teksan ve ark.(2017), Edirne ilindeki bir sağlık tesisinde kojenerasyon ve trijenerasyon sistemi kurulmasına dair fizibilite incelenmiş ve sağlık tesislerinin elektrik ve ısının aynı anda üretilip tüketildiği alanlar olması sebebiyle bu teknolojiye çok uygun alanlar olabileceğini değerlendirmiştir. Bu sistem sayesinde atık ısı değerlendirilerek tesisin ısıtma ihtiyacında kullanılacak doğalgaz miktarı azalacağından ısıtma kazanı ile sıcak su üretimi için harcanacak doğalgazdan sağlanan tasarrufun aylık 163 ton CO_2 emisyonunun oluşumunun önüne geçilebileceği verisine yer vermiştir.

Ilık (2012), Trijenerasyon sistemleri (gaz ve buhar türbinli) için literatür taraması yapılmış 91 MW'lık elektriksel gücü olan kojenerasyon tesisine 50 kW'lık soğutma gücü olan absorbsiyonlu soğutma sistemi eklenmiş baca gazındaki ısı absorbsiyonlu soğutma sistemi için ısı kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Tüm sistemin enerji ve ekserji analizleri yapılmış ayrıca eklenen soğutma sisteminin carnot performans katsayısı hesabı ile ideal cop değeri hesaplanmış (1,187) ve sistemin mevcut cop değeriyle (0,753) oranlanarak soğutma sisteminin veriminin 0,63 olarak tespiti yapılmıştır.

Çelik (2012) ticari amaçlı elektrik üreten bir kojenerasyon tesisine yakın toplu konutlarda atık gaz ile sağlanacak bölgesel ısınmanın fizibilite çalışması yapılmış hali hazırda elektrik üretmek için kurulmuş olan tesisin atık gazının aktif kullanılmasının ülke ekonomisi ve çevresel etkileri üzerine çalışmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, mevcut mevzuat hükümleri çerçevesinde; Diyarbakır Kadın Doğum ve Çocuk Hastalıkları Hastanesinin tüketilen enerji türleri göz önünde bulundurularak ekserjisinin artırılması için çözüm önerileri doğrultusunda hesaplamalar yapılarak maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu hastanenin elektrik ihtiyacının bir kısmını karşılarken aynı zamanda ısıtma ihtiyacının bir kısmını, yerinde elektrik üretimi ile oluşacak atık gaz içerisindeki gizli ısısının kullanımı ile karşılanması planlanmaktadır. Hesaplamalar optimum ısı ve elektrik kullanımları referans verileri ile gerçekleştirilmiştir.

Hastanenin enerji ihtiyaçları temel termodinamik yaklaşımlar ışığında değerlendirilmiştir. Kojenerasyon sistemi kurulumunda öncelikle Buji ateşlemeli motor kapasitesinin tayin edilebilmesi için saatlik elektrik tüketim miktarı belirlenmiştir. Seçilen buji ateşlemeli motor katalog verilerine göre sisteme eklenecek diğer ekipmanların kapasiteleri belirlenmiştir.

3.1. Meteorolojik Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada Diyarbakır kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesi coğrafi konumuna bağlı olarak meteorolojik verileri, kurulu ısıtma ve soğutma gücü verileri ayrıca elektrik tüketim verileri incelendi.

Diyarbakır ili ile Türkiye'de yıllık sıcaklık ortalaması en düşük olan Ardahan ilinin sistem kurulumu açısından kıyaslaması yapıldı. Sistem kurulumu planlanırken soğutma ihtiyacının rolü tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Diyarbakır İli Meteorolojik Verileri, (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019)

Diyarbakır Ölçüm Periyodu (1929 - 2018)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	1.7	3.6	8.4	13.8	19.2	26.2	31.1	30.4	24.9	17.3	9.5	3.9	15.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6.6	9.0	14.4	20.3	26.6	33.5	38.3	38.2	33.2	25.3	16.2	9.1	22.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-2.3	-1.1	2.3	6.9	11.2	16.5	21.6	21.0	15.9	9.9	4.0	-0.3	8.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	3.8	4.8	5.6	7.1	9.6	12.2	12.4	11.7	10.0	7.5	5.6	3.9	94.2

Meteoroloji müdürlüğü, genel istatistik veriler, İllere ait mevsim normalleri tablosu Diyarbakır ve Ardahan illerinin istatistik verilerini içeren çizelge 3.1 ve çizelge 3.2 incelendiğinde:

Çizelge 3.2. Ardahan İli Meteorolojik Verileri (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019)

ARDAHAN Ölçüm Periyodu (1958- 2018)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-11.2	-9.8	-3.3	4.6	9.5	13.0	16.4	16.3	12.3	6.7	-0.1	-7.6	3.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	-5.0	-3.3	2.7	10.8	16.1	20.1	23.9	24.6	20.7	14.3	6.3	-2.0	10.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-16.8	-15.9	-8.9	-1.2	3.2	5.8	8.8	8.5	4.3	-0.1	-5.5	-12.7	-2.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.4	4.7	5.1	6.3	7.9	8.3	8.0	7.1	5.1	3.7	2.4	64.5

Ardahan ilinin 1958-2018 ölçüm periyodu içerisinde aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ortalama sıcaklık değeri en düşük olan ay -11.2°C ile ocak ayı, en yüksek ortalama sıcaklığı olan ayın ise 16.4 °C ile temmuz ayı olduğu görülmektedir. Buradan neredeyse yılın 12 ayı boyunca ilde ısıtmada kullanılmak üzere enerji ihtiyacı olduğu söylenebilir.

Ardahan ilinde soğutma ihtiyacı ihmal edilebilecek kadar azdır. Kojenerasyon uygulaması ile elektrik üretimi yapılması esnasında jeneratör motor soğutma suyu, Intercooler ve baca gazındaki atık ısıdan faydalanarak elde edilecek ısının yılın 12 ayı ısıtmada (kullanım suyu ve kalorifer suyu v.b) kullanılması mümkün olduğundan ayrıca üretilen ısının farklı bir alanda kullanılması ihtiyacı doğmamaktadır.

Nitekim Ardahan ilinin temmuz ayındaki sıcaklık ortalaması değeri Diyarbakır ilinde 6 aylık ortalama sıcaklık derecesinin altında bir değerdir. Ardahan'da ısıtma ihtiyacının devam ettiği bu ayların %75'inde Diyarbakır ilinde soğutma üzerine enerji ihtiyacı söz konusudur.

Diyarbakır ilinde 1929-2018 ölçüm periyodu içerisinde aylık ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde ortalama sıcaklık değeri en düşük olan ay 1.7 °C ile ocak ayı,

ortalama sıcaklığı en yüksek olan ayın ise 31.1 °C ile temmuz ayı olduğu görülmektedir. Yılın 6 ayında aktif olarak ısıtma ihtiyacı olduğu ve kojenerasyon ünitesinden elde edilecek ısının büyük kısmının bu zaman diliminde aktif kullanılabileceği yıllık sıcaklık ortalamalarından yola çıkılarak söylenebilmektedir. Ancak yılın kalan altı ayında ek bir sistem kurulumu yapılmaz ise jeneratör motor ceketi soğutma suyu ve baca gazındaki atık ısıdan faydalanılamayacağı görülmektedir. Ekserji değerinin arttırılabilmesi için; Kojenerasyon ünitesi sisteme entegre edilecek bir absorbsiyonlu soğutma sistemi ile yaz aylarında soğutma ihtiyacının bir kısmının atık gazlar ve diğer bileşenlerden elde edilecek ısıdan karşılanması sağlanmalıdır.

3.2. Kurulu ısıtma ve soğutma kapasitesi

DKDÇHH kurulu ısıtma ve soğutma kapasitesi

Yakıt türü, doğalgaz

Kullanım suyu ve ısıtma tesisatı devre suyu ısıtılmasında yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır.

Devredeki cihaz sayısı ve kurulu güç:

4 adet 1 250 000 kcal/h ısıtma kazanı, 2 adet 600 000 kcal/h lik ısıtma kazanı 3 (asil)+1(yedek) adet soğutma grubu (30GX358 KATALOG verileri her bir grup için 1 200 kW kurulu güç)

- **Isıtma**

Kazan sayısı* kazan kapasitesi = Toplam ısı rezervi 4* 1 250 000 kcal/h + 2*600 000 kcal/h = 6 200 000 kcal/h

- **Soğutma**

Soğutma grubu adedi* Soğutma kapasitesi = Toplam soğutma rezervi

3* 1 200 kW = 3 600* 860 kcal/h = 3 096 000 kcal/h

Enerji Verimlilik Oranı (EER), bir soğutma cihazında evaporatörde elde edilen soğutma kapasitesinin (kW), cihazın tükettiği toplam elektrik enerjisine (kW) oranıdır.

EER değeri yalnızca soğutma amaçlı kullanılmaktadır. O zaman eşitlik şu şekilde yazılabilir.

$$\text{EER (Enerji Verimlilik Oranı)} = \frac{\text{Evaporatör soğutma kapasitesi (kW)}}{\text{Harcanan Toplam Enerji (kW)}}$$

Harcanan enerji değeri ürün kataloğundan 435 kW olarak alınmıştır.

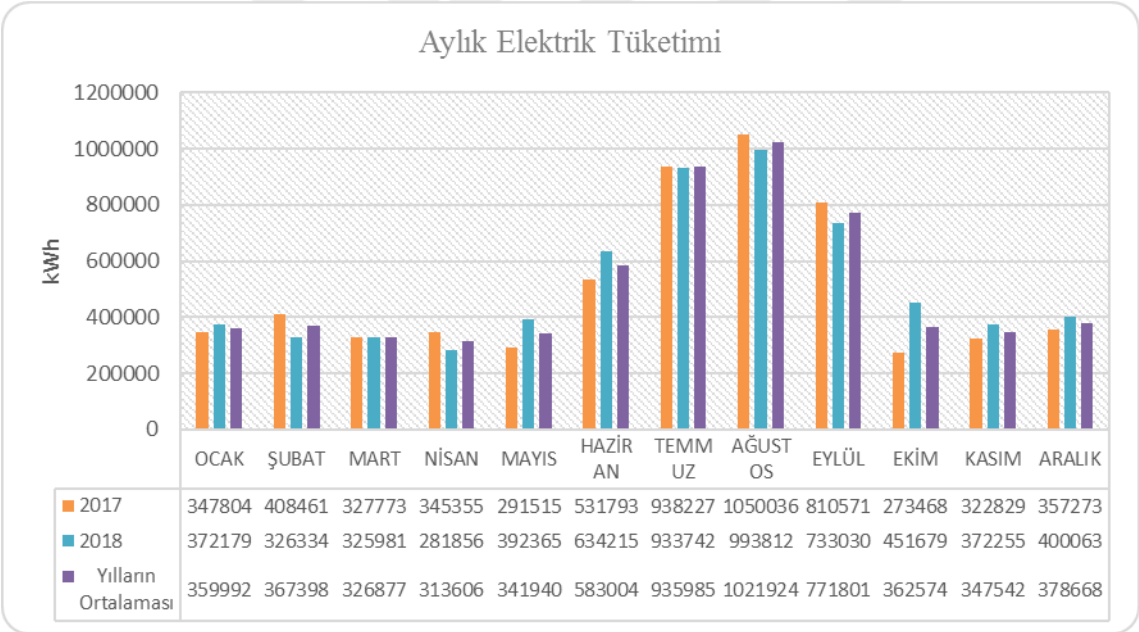
$$\text{EER} = \frac{1200\ \text{kW}}{435\ \text{kW}} = 2.76$$

Soğutma sisteminin verimi EER =2.76 olarak hesaplanmıştır.

3.3. Elektrik Tüketimi

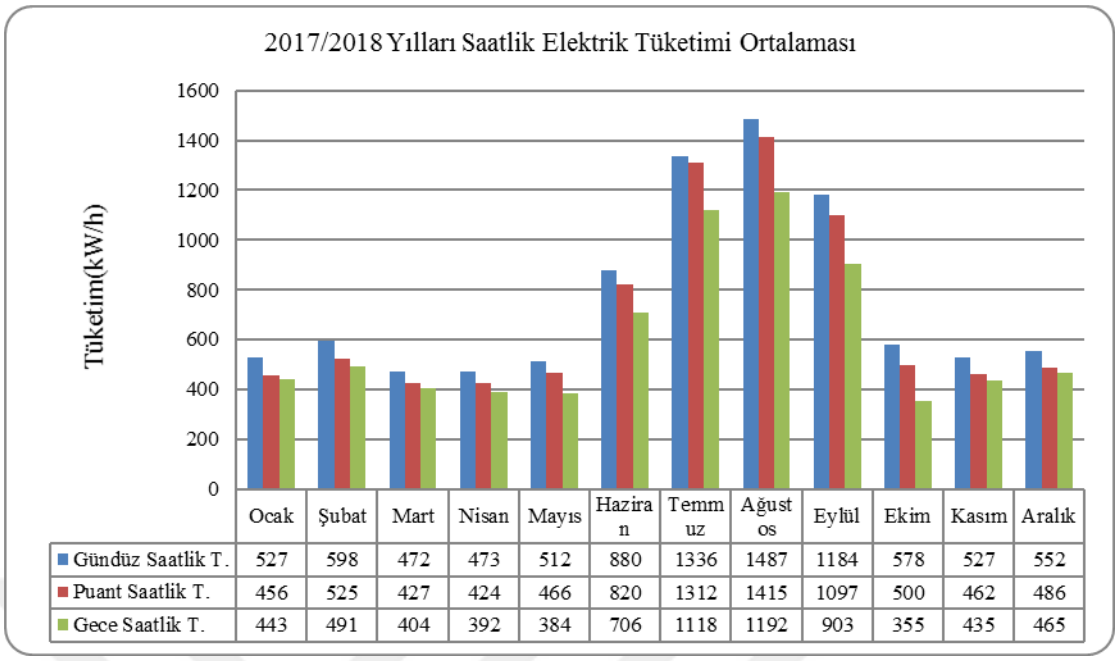
Hastanedeki elektrik tüketiminin zaman dilimlerine ve aylara göre dağılımı

3.3.1. Hastanedeki Elektrik Tüketiminin Zaman Dilimlerine ve Aylara Göre Dağılımı



Şekil 3.1. DKÇHH 2017/2018 yılları ortalamasına göre aylık tüketim

Elektrik tüketimine esas bir gün üç ayrı bölüme ayrılmıştır, her bölümün birim fiyatı farklıdır. Gündüz (06:00-17:00), Puant (17:00-22:00) ve Gece (22:00-06:00) olarak adlandırılır.

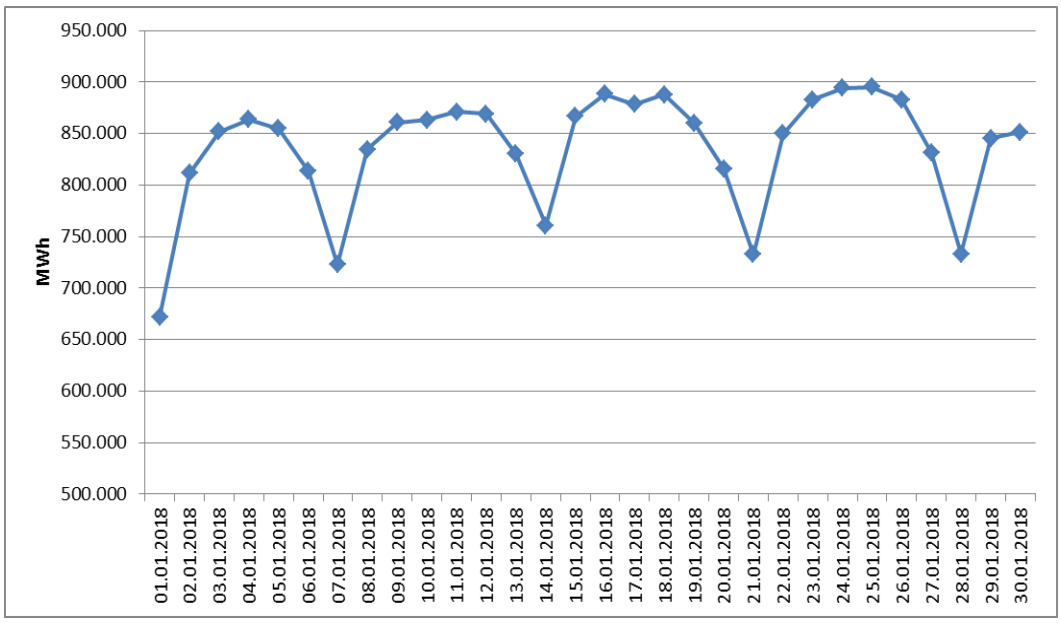


	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Gündüz Saatlik T.	527	598	472	473	512	880	1336	1487	1184	578	527	552
Puant Saatlik T.	456	525	427	424	466	820	1312	1415	1097	500	462	486
Gece Saatlik T.	443	491	404	392	384	706	1118	1192	903	355	435	465

Şekil 3.2. DKÇHH 2017/2018 yılları saatlik elektrik tüketimi ortalaması

*Hesaplamalarda soğutmaya harcanan elektrik tüketimi Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarındaki elektrik tüketiminde belirtilen değer üzerindeki tüketimin soğutma ihtiyacını karşılamak üzere oluştuğu kabul edilecektir. Elektrik ihtiyacı ise şehir şebekesinden karşılanmaktadır.

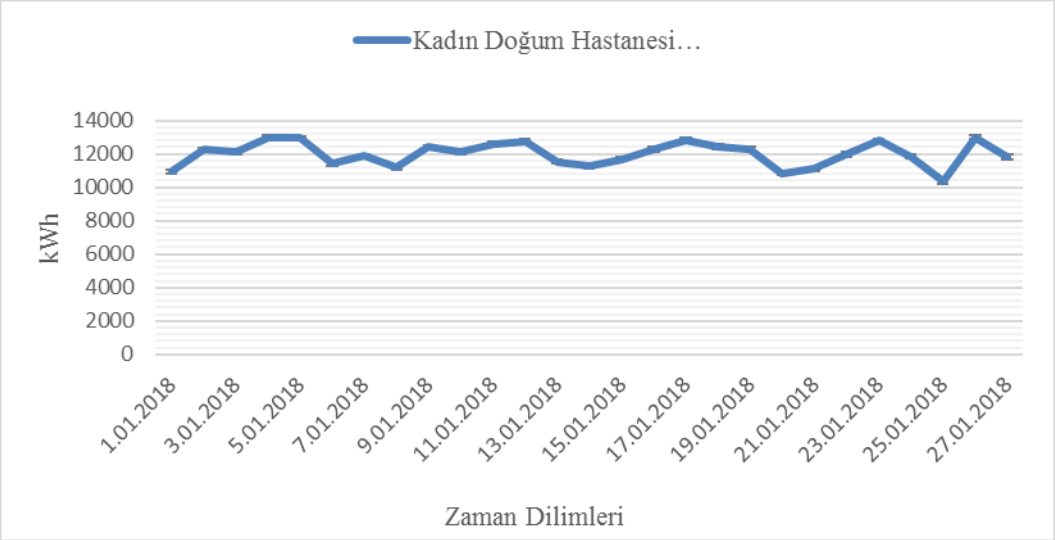
3.3.2.Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Günlere Göre Dağılımı



Şekil 3.3. Türkiye'deki elektrik tüketiminin günlere göre dağılımı

(SGDB. *Aylık sektör raporları*, 2018)

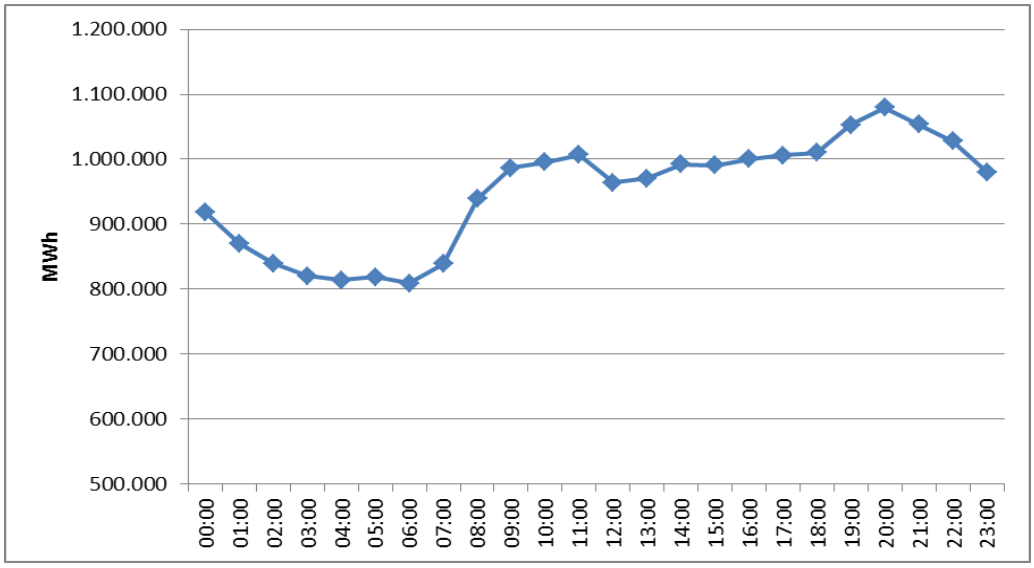
3.3.3. Ocak 2018 Döneminde Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Gün Bazında Dağılımı (MWh)



Şekil 3.4. Ocak 2018 Döneminde Elektrik Tüketiminin Gün Bazında Gelişimi (kWh)

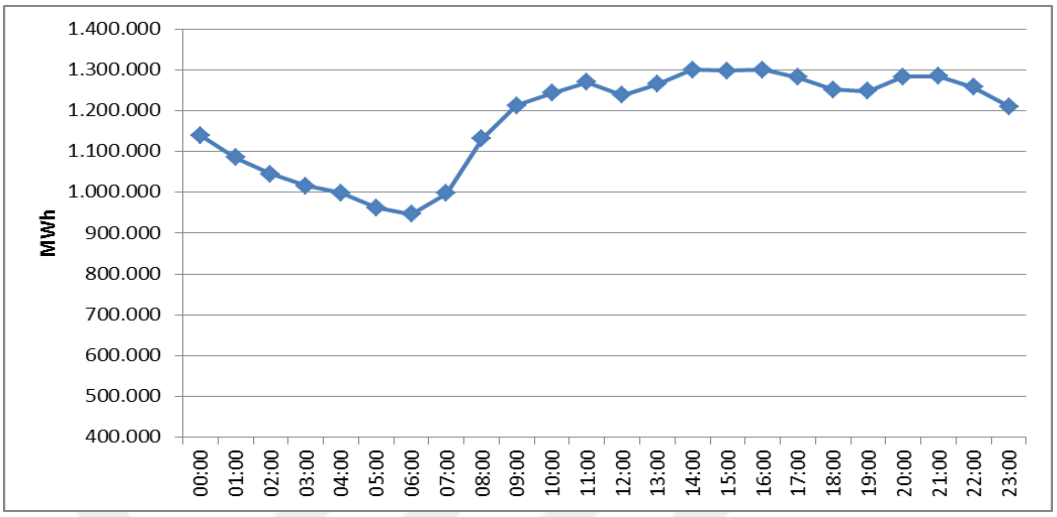
Türkiye'nin genel görünümünde hafta sonları elektrik tüketiminde %35'lere varan bir azalma eğilimi görülmektedir. Ancak hastanenin elektrik tüketiminde hafta sonları Türkiye'nin genel görünümüne göre daha az dalgalanmalar olmaktadır. Bu durumun oluşmasında hastanenin 7/24 hizmet veren bir kurum olması etken rol oynamaktadır.

3.3.4. Türkiye'deki Elektrik Tüketiminin Mevsimsel Analizi



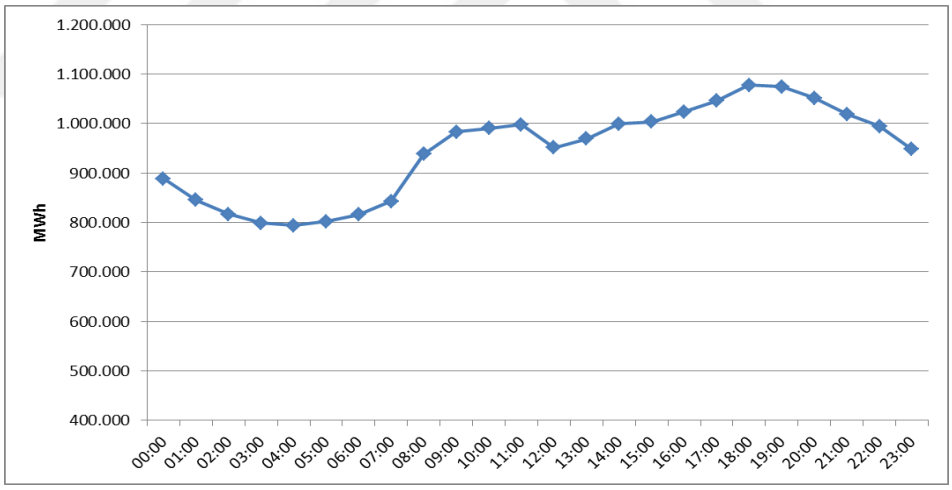
Şekil 3. 5. Nisan 2018 Döneminde Elektrik Tüketiminin Saat Bazında Dağılımı (MWh) (SGDB. *Aylık sektör raporları*, 2018)

Nisan ayında ülke genelinde saat bazında minimum tüketim gece gerçekleşirken maksimum tüketim ise puant diliminde gerçekleşmektedir.



Şekil 3.6. Temmuz 2018 Döneminde Elektrik Tüketiminin Saat Bazında Dağılımı (MWh) (SGDB. *Aylık sektör raporları*, 2018)

Temmuz ayında ülke genelinde saat bazında minimum tüketim gece gerçekleşirken gündüz ve puant diliminde tüketim değerleri birbirine yakın seyir etmektedir.



Şekil 3.7. Ekim 2018 Döneminde Elektrik Tüketiminin Saat Bazında Dağılımı (MWh) (SGDB. *Aylık sektör raporları*, 2018)

Ekim ayında ülke genelinde saat bazında minimum tüketim gece gerçekleşirken maksimum tüketim ise puant diliminde gerçekleşmektedir. Ekim ayının genel elektrik tüketimi nisan ayı ile aynı karakteristik özellikler sergilemiştir. Grafikler analiz edildiğinde elektrik tüketiminin yaz aylarında saat bazında yaklaşık 200 000 MW artış gösterdiği görülmektedir.

3.4. Termodinamik Yaklaşımlar

3.4.1. Termodinamiğin İkinci Yasası

Termodinamiğin birinci yasası yalnızca enerjinin niceliği ile ilgilenir, niteliği ile ilgilenmez. Yani ele alınan sistem için bir enerji bilançosu çıkartır. Enerjinin niteliği ve enerji geçişinin yönünün tanımlanması ise termodinamiğin ikinci yasası vasıtasıyla ifade edilir. Termodinamiğin 2. yasası iki tane ama aslında birbirine eş ifadeyle tanımlanır. Bunlar Kelvin-Planck ve Clausius ifadeleridir.

3.4.2 Kelvin-Planck ifadesi

Kelvin-Planck ifadesi ısı makineleri ile ilişkilidir ve bir ısı makinesine yüksek sıcaktan aktarılan ısının tamamen işe dönüşemeyeceğini, yani giren ısının bir miktarının çevreye atık ısı olarak verilmesi gerektiğini söyler. Bu ifade şu şekilde açıklanabilir; " tek bir ısı kaynağıyla etkileşimde olup net iş üreten bir ısı makinesi yapmak mümkün değildir" (Açıkalp, 2013); (Çengel ve Boles, 2008).

3.4.3. Clausius İfadesi

Clausius ifadesi soğutucular ve ısı pompaları ile ilişkilidir. Doğada ısı her zaman sıcak olan kaynaktan soğuk olan kaynağa aktarılır. Clausius ifadesi bu çevrimin tersinin gerçekleşmesi için çevrime dışarıdan iş verilmesi gerektiğini söyler. Clausius ifadesi " çevreyle enerji etkileşimi olmaksızın soğuk kaynaktan sıcak kaynağa ısı aktaran bir çevrim yapmak olanaksızdır" olarak ifade edilir (Açıkalp, 2013); (Çengel ve Boles, 2008).

3.4.4. Ekserji

Termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarına uymayan bir çevrimi gerçekleştirmek imkânsızdır. Bunun yanında diğer bir konu ise, bir çevrimden alınabilecek en fazla işi (ısı makinelerinde) veya bir çevrime verilecek en az işi (soğutma çevrimleri ve ısı pompalarında) belirlemektir. İş, bir sistemin ilk haline, son haline ve geçtiği hal değişiminin yoluna bağlıdır. Bir ısı makinesinde elde edilen en çok iş veya bir soğutma makinesine verilecek en az iş, sistemdeki hal değişimlerinin tersinir olması ile sağlanabilir. Buna ek olarak, tersinir bir sistemin son hali, çevre hali (ölü hal) ise bu sistemden elde edilen işe ekserji adı verilir. Ekserji (ikinci yasa analizi) ile bir

sistemdeki tersinmezliklerin (entropi üretimi) yeri ve büyüklüğü tespit edilerek buralarda tersinmezlikleri azaltacak geliştirme ve optimizasyon çalışmaları yapılabilir.

Ekserji ifadeleri Isıl bir sistemde manyetik, elektrik ve yüzey gerilmesi etkilerinin olmadığı varsayımıyla ekserji ifadesidir (Açıkalp, 2013); (Moran and Shapiro, 1995; Çengel ve Boles, 2008)

$$e = e_{kn} + e_{pt} + e_{ph} + e_{ch}$$

Burada; $e_{kn} + e_{pt} + e_{ph} + e_{ch}$ sırasıyla özgül (birim kütle başına) kinetik, potansiyel, fiziksel ve kimyasal ekserjilerdir. Kinetik ve potansiyel ekserjiler tamamen işe dönüşebilen mekanik ekserjilerdir ve çevre şartlarına bağlı olmaksızın doğrudan kinetik ve potansiyel enerjilere eşittir. Kinetik ve potansiyel enerji (ekserji) sırasıyla:

$$e_{kn} = \frac{V^2}{2}$$
$$e_{pt} = \rho . z$$

Olarak ifade edilebilirler. Fiziksel ekserji sistemin basınç ve sıcaklığı ile ilişkili olup, çevre şartlarına doğrudan bağlıdır. Fiziksel ekserji kapalı ve açık sistemler için farklı Şekilde ifade edilir. Kapalı ve açık sistemlerde özgül ekserji sırasıyla aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$e_{ph} = (u - u_0) + P_0(v - v_0) - T_0(s - s_0)$$

$$e_{ph} = (h - h_0) - T_0(s - s_0)$$

Burada; h özgül entalpiyi, u özgül iç enerjiyi, s özgül entropiyi, P ve T ise sırasıyla sıcaklık ve basıncı göstermektedir. Denklemlerde görülen u, h ve s değerlerinin bulunması özgül ısıların sıcaklık ile değişmesine veya sıcaklıkla sabit kalmasına bağlı olarak farklılıklar gösterir.

İkinci kanun verimi Birinci yasa verimi veya bazen adlandırıldığı gibi dönüşüm verimi, olabilecek en iyiyi ölçü olarak alınmaz. Bu nedenle bazen yanlış değerlendirmelere yol açabilir. Birinci yasa veriminin mühendislik sistemleri için tek başına bir başarı ölçüsü olamayacağı görülmektedir. Bu yetersizliği gidermek için ikinci yasa verimi tanımlanmıştır. İkinci yasa verimi, gerçek ısıl verimin, aynı koşullarda olabilecek en yüksek(tersinir) ısıl verime oranıdır (Açıkalp, 2013); (Çengel ve Boles, 1999). (Isı makineleri için)

İkinci yasa verimini tanımlamaktaki amaç tersinir hal değişimlerine hangi ölçüde yaklaşıldığını belirtmektir. Bu bakımdan ikinci yasa veriminin değeri en kötü durumda sıfır (kullanılabilirliğin tümüyle yok edilmesi), en iyi durumda bir (kullanılabilirliğin tümüyle korunması) olacaktır. Bu düşünceyle ikinci yasa verimi aşağıdaki gibi tanımlanır. İkinci yasa verimi makineden elde edilen yararlı işin elde edilebilecek en çok işe (tersinir) oranı olarak da tanımlanır (iş yapan makineler için).

İkinci yasa verimi, kompresörler ve soğutma makineleri gibi iş gerektiren makineler için de tanımlanabilir. Bu durumda ikinci yasa verimi gerekli en az işin (tersinir), yapılan yararlı işe oranı olur (iş gerektiren makineler için)

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Hastanenin Çalışma Rejimi Ve Tüketim Grafikleri Analizi

Sistemin maliyet hesabı yapılırken öncelikle sistemin yıllık çalışma saatlerinin belirlenmesi gerekir. Hastaneler 7/24 hizmet veren kurumlardır. Hafta içi gündüz poliklinik, klinik ve acil hizmetler sunan hastaneler hafta içi gece, hafta sonları klinik ve acil hizmet sunmaya devam eder bu çalışma sistemi sürekli enerji ihtiyacı doğurur.

Özellikle hastanenin kapalı alanının büyük bir bölümünü kaplayan yatan hasta ve yoğun bakım klinikleri doğrudan elektrik tüketmeleri ile beraber insanların aynı zamanda ısıl konfora ihtiyaç duydukları mahallerdir. Bu nedenlerle sağlık tesislerinin 7/24 enerji ihtiyacı olduğunu söylemek yerinde bir tespit olacaktır. Kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesi özelinde enerji tüketimi hesaplandığında yukarıdaki grafiklere göre saatlik elektrik tüketimi hafta içi/hafta sonu ya da gece / gündüze göre çok değişkenlik göstermemekle beraber mevsimsel değişkenlikler dikkat çekici boyutlardadır.

Kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde saatlik elektrik tüketiminin en düşük olduğu nisan ayında gündüz tüketimi; 473kW/h, puant tüketimi; 424 kW/h ve gece tüketimi; 392 kW/h'tir. Binanın iklimlendirme sistemlerine harcanan, Kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde saatlik elektrik tüketiminin en yüksek olduğu ağustos ayında gündüz tüketimi; 1487 kW/h, puant tüketimi; 1415kW/h ve gece tüketimi; 1118kW/h tir.

Kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde saatlik elektrik tüketiminin ocak ayında nisan ayı tüketiminden bir miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Ocak ayında gündüz tüketimi; 527 kW/h, puant tüketimi; 456 kW/h ve gece tüketimi; 443 kW/h tir.

Elektrik tüketimindeki bahar, yaz ve kış mevsimi karakteristikleri incelendiğinde özellikle nisan ve ekim aylarındaki tüketimin binanın temel tüketimini oluşturduğu sonucuna varılabilecektir.

Yaz aylarında devreye giren soğutma gruplarının ve pompalarının sisteme gündüz ve puant dilimlerinde yaklaşık 950 kW/h'lik, gece ise 715 kW/h'lik hatırı sayılır bir elektrik yükü getirdikleri, kış aylarında ise ısıtma grubunun pompalarının

devreye girmesi ile sisteme yaklaşık 50 KW'lık bir elektrik yükü getirdikleri sonucuna varılmaktadır.

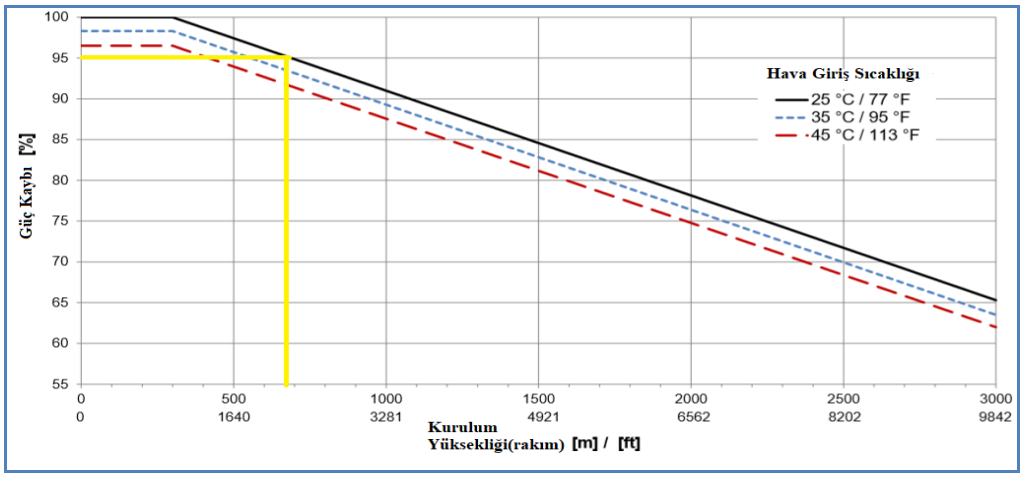
Ocak ayı elektrik tüketimi ve nisan ayı elektrik tüketimi kıyaslandığında elektrik tüketiminde kayda değer bir artış yaşanmamıştır. Kadın doğum ve çocuk hastalıkları hastanesinde kış ayları ve mevsim geçişlerinde ısıtmada kullanılan temel enerji kaynağı ise doğalgazdır. Doğalgaz tüketimi grafiği ve verileri incelendiğinde hastanenin yaz aylarında da doğalgaz tükettiği görülmektedir. Bu tüketimin kaynağının kullanım sıcak suyu ve buhar kazanı için gereken ısı enerjisi olduğu tespit edilmiştir. Yapılan incelemeye göre 2017 yılı temmuz ayında buhar kazanı arızalandığından kullanılamamıştır. 2016-2017-2018 yılları (mayıs, haziran, temmuz, ağustos, eylül dönemi) incelendiğinde buhar kazanının arızalanması sonucu doğalgaz tüketimi ilgili tarihten sonraki aynı dönem aralığında yaklaşık dörtte üç oranında azalmıştır.

4.2. Buji Ateşlemeli Motor Seçimi

Buji ateşlemeli motor (seçilen) verilerinden yola çıkarak kojenerasyon sistemi ile elde edilecek elektriksel ve ısıl güç hesaplamaları yapılmaktadır.

4.2.1.Buji Ateşlemeli Motor Verilerinin Analizi

Ek 3'teki Buji ateşlemeli motor verilerine göre:



Şekil 4.1. Buji ateşlemeli motor kataloguna göre gücün rakım ile ilişkisi

Seçilen jeneratör motorunun şekil 4.1'e göre; rakıma ve ortam sıcaklığı etkileriyle güç kaybı Diyarbakır ili merkez bağlar ilçesinde kurulum planlandığından Rakım: 650 m, yukarıda belirtilen meteoroloji verililerine göre yıllık ortalama sıcaklık

22.6 ^{0}C olduğundan hava giriş sıcaklığı 25 ^{0}C kabul edilmiştir. Bu verilere göre tam kapasitede Buji ateşlemeli motor gücü % 95 olarak tespit edilmiştir.

4.2.2. Mekanik Verim

Krank miline geçen mekanik işin (efektif işin) indike işe oranına denir. μ_m olarak ifade edilir.

$\eta_m = W_e / W_i$

Buji ateşlemeli motor mekanik verimi;

η_m=%42, Tam yükte indike iş= 1244,5 kW

We =0,42*1244,5 kW = 522,7 kW

Çizelge 4.1. Buji ateşlemeli motor veri grafiğine göre düzeltilmiş verimlilik verileri

Verimlilik Verileri	%100 1310 kW	*** 1244,5 kW	%75 1000 kW	*** 950 kW	%50 705 kW	*** 669,8 kW
Mekanik	42.0	522.7 kW	41.2	391.4 kW	39.0	261.2 kW
Isıl	46.0	572.5 kW	46.9	445.6 kW	49.1	328.9 kW
Toplam	88.0	1095.2 kW	88.1	837 kW	88.1	590 kW

*** Diyarbakır koşullarında motor gücünde tam kapasitede % 5 kayıp oluşacağı göz önünde bulundurularak oluşturulan verim değerleri

Çizelge 4.1'de Diyarbakır koşullarında motor gücünde tam kapasitede % 5 kayıp oluşacağı göz önünde bulundurularak oluşturulan mekanik ve ısıl verim değerleri oluşturulmuştur.

4.3. Alternatör Seçimi

4.3.1. Alternatör Verilerinin Analizi

Alternatör verimi

Çizelge 4.2. Alternatör verim değerleri

Hz	50 Hz			
V	380	400	415	440
	190	200	208	220
kVA	680	680	680	680
kW	*544*	*544*	*544*	*544*
4/4	95,6	95,8	95,9	95,9
3/4	96,2	96,3	96,3	96,2
2/4	96,4	96,4	96,4	96,3

Motor tam kapasitede çalışırken alternatöre verdiği güç 522,7 kW olarak hesaplanmıştır. Ek 4 teki Alternatör kataloğundan alınan bilgilere göre hazırlanan çizelge 4.2 ye göre 50 hz'lik frekans değerinde, güç faktörü 1 kabul edildiğinde alternatör tam kapasitede, aldığı mekanik gücün % 95,8 ini elektriksel güce çevirmektedir. %75 yüklenmesi durumunda ise;%96,3 ünü elektriksel güce çevirmektedir.

Çizelge 4.3. Alternatör Veri Çizelgesine Göre Düzeltilmiş Verimlilik Verileri

Verimlilik Verileri	**100% 1244,5 kW	Elektriksel Güç (μ=0,958)	**75% 950 kW	Elektriksel Güç (μ=0,963)	**50% 669,8 kW	Elektriksel Güç (0,964)
Mekanik	522,7 kW	500 kWe	391,4 kW	377 kWe	261,2 kW	252 kWe

** Diyarbakır koşullarında motor gücüne karşılık alternatörün sisteme vereceği ön görülen elektriksel güç

4.3.2. Elektriksel Verim

Elektriksel güç = Mekanik güç* Verim, bu durumda,

$$Pel = Pm * \eta$$

$$Pel = 522{,}7\ \text{kW} * 0{,}958 = 500{,}7 kWe$$

Motorun tam kapasiteli çalışması durumunda alternatörün sisteme verdiği elektriksel güç 500,7 kWe olarak hesaplanmıştır.

Kojenerasyon sisteminin elektrik üretim verimi Diyarbakır ili koşullarında tam yükte;

$$\eta_{el} = {We}/{Wi}$$

500.7 kWe /1310 kW = 0.382 yani yüzde 38.2 olarak

Kojenerasyon sisteminin elektrik üretim verimi Diyarbakır ili koşullarında %75'lik kısmi yükte; η_{el} = 377 kW /1000 kW = 0.377 yani yüzde 37.7 olarak belirlenmiştir.

4.3.3. Sistemin Birim Gaz Tüketimi

Buji ateşlemeli motor tam kapasitede çalıştığı zaman katalog verilerine göre saatte 102 kg gaz tüketmektedir. Kütlenin SI birim sistemindeki karşılığı kilogramdır. Doğalgazın yoğunluğu ise 0,7505 kg/m^3 olduğundan;

$$m = q * v$$

102 kg=0,7505 kg/m^3 * v Formülünden tüketilen gaz hacmi 136 m^3 olarak hesaplanmıştır. Buji ateşlemeli motor %75 yüklü kapasitede çalıştığı zaman katalog verilerine göre saatte 78 kg gaz tüketmektedir.

$$78\ kg = 0.7505\ kg/m^3 \ *v$$

Tüketilen gaz hacmi 103.93 m^3 olarak hesaplanmıştır.

Sistem tarafından üretilecek (tam yük durumunda) kW elektrik başına düşen gaz tüketimi;

$$Gaztüketimi(m^3/1kw) = \frac{saatlikgaztüketimi\,(m^3h)}{saatlikelektrik\ üretimi(kwh)}$$

$$Gaztüketimi\left(\frac{m^3}{1kw}\right) = \frac{136\ m^3h}{500.7kwh} = 0.27162\ m^3/kw$$

Saatlik elektrik üretiminin ısı üretimine oranı;

$${577.5\ kw}/{500.7\ kw} = 1.153$$

Sistem tarafından üretilecek %75 yükle çalışırken kW elektrik başına düşen gaz tüketimi;

$$Gaztüketimi\left(\frac{m^3}{1kw}\right) = \frac{103{,}93\ m^3h}{377\ kwh} = 0{,}27568\ m^3/kw$$

Saatlik elektrik üretiminin ısı üretimine oranı;

$$^{445{,}6\ kw}/_{377\ kw} = 1{,}182$$

4.4. Ceket Suyu Eşanjörü (Plakalı Eşanjör) Seçimi

Ceket soğutucu akışkan minimum debisi: 738 l/min. = 44.28 m^3 /h

HT Intercooler minimum soğutma debisi: 236 l/min. = 14.16 m^3/h

Toplam soğutma debisi: 44.28 + 14.16 = 58.44 m^3 /h

$$Q = m\ x\ c\ x\ \Delta T$$

$$Q(KW) = \dot{V} * \rho * \frac{1h}{3600} * c * \Delta T$$

Ceket soğutucu akışkan (%40 etilen glikol - %60 su) özgül ısısı = 3.768 kj/kg°C

Ceket soğutma maksimum sıcaklık farkı: 6 K

Ceket soğutucu akışkan (%40 etilen glikol - %60 su) yoğunluğu = 1030 kg/ m^3

Soğutucu akışkan motor çıkış sıcaklığı = 90 °C,

352 kW = 58.44 (m^3 /h)*(1h/3600s) * 1030(kg/m^3) *3.768 (kj/kg^{0}C)* (90-T) ^{0}C

T= 84.4 ^{0}C (Soğutucu akışkan motor giriş sıcaklığı)

4.5. Egzoz Eşanjörü Seçimi

Motorun atık ısısından yararlanılacak ceket ve egzozun toplam ısısı 603 kW'tır.

(352 kW+251 kW =603 kW)

Sekonder hatta plakalı eşanjör ve egzoz eşanjörü toplam ısısından yararlanılarak kullanılacak su sıcaklık rejimi 80 – 95 °C olarak alınmıştır. Hesaplamada kullanılacak değerler için; ortalama 87.5 °C özgül ısı ve yoğunluk değerleri kullanılmıştır.

- Su özgül ısısı = 4.2050 kj/kg °C
- Su yoğunluğu = 966.89 kg/m^3

4.6. Absorbsiyonlu Soğutma Grubu Seçimi

Absorbsiyonlu soğutma sistemi enerji verimlilik oranı (EER) için ürünün katalog verilerinden yola çıkarak hesaplama yapıldığında;

$$Q(kw) = \dot{V} * \rho * \frac{1h}{3600} * c * \Delta T$$

Chiller Soğutma Kapasitesi = 473 kW

Sıcaklık farkı = 12-7 = 5 °C

Su Debisi = 81.4 m^3/h

Jeneratöre giren ısıl enerji;

Q_g (kW)=35,6m^3/h* 963 kg/m^3*1h/3600*4,2050 kj/kg^{0}C *(95-80)^{0}C,

Q_g= 601 kWh

Evaporatörde çıkan;

$Q_ç$ = 81.4 m3/h x (1h/3600s) x 1000 (kg/m3) x 4.187 kj/kgK x (12-7) °C

$Q_ç$= 473 kW

$$\text{EER (Enerji Verimlilik Oranı)} = \frac{\text{Evaporatör soğutma kapasitesi (kWh)}}{\text{Harcanan Toplam Enerji (kWh)}}$$

$$\text{EER} = \frac{473\,(\text{kWh})}{601\,(\text{kWh})} = 0.79$$

Su Kulesi Seçimi;

Diyarbakır yaş termometre sıcaklığı 23°C'dir. Yaş termometre sıcaklığına 5 °C yaklaşımla, soğutma kulesi giriş-çıkış sıcaklıkları 33/28 °C seçilmiştir.

Abs. Chiller soğutma suyu debisi = 184 m^3 /h

Kule soğutma kapasitesi = Q = 184 m^3 /h x (1h/ 3600s) x 1000 (kg/m^3)x 4.187 kj/kgK x (33-28) °C = 1070 kW

Kulenin yapabileceği soğutma miktarı = 1070 *859.845 kcal/h= 20 034 kcal/h

4.7.Pompa Seçimi

Akış içerisinde 4 noktada pompa kullanımı gerekmektedir. Pompa kullanılması gereken hatlar ve pompa debileri aşağıdaki gibidir;

1. Düşük sıcaklık intercooler pompası

Su debisi = 7.38 m^3 /h e uygun olmalıdır.

2. Primer devre sirkülasyon pompası

Ceket soğutucu akışkan minimum debisi: 738 l/min. = 44.28 m3 /h

HT Intercooler minimum soğutma debisi: 236 l/min. = 14.16 m3/h

Toplam soğutma debisi: 44.28 + 14.16 = 58.44 m3 /h

3. Sekonder devre pompası

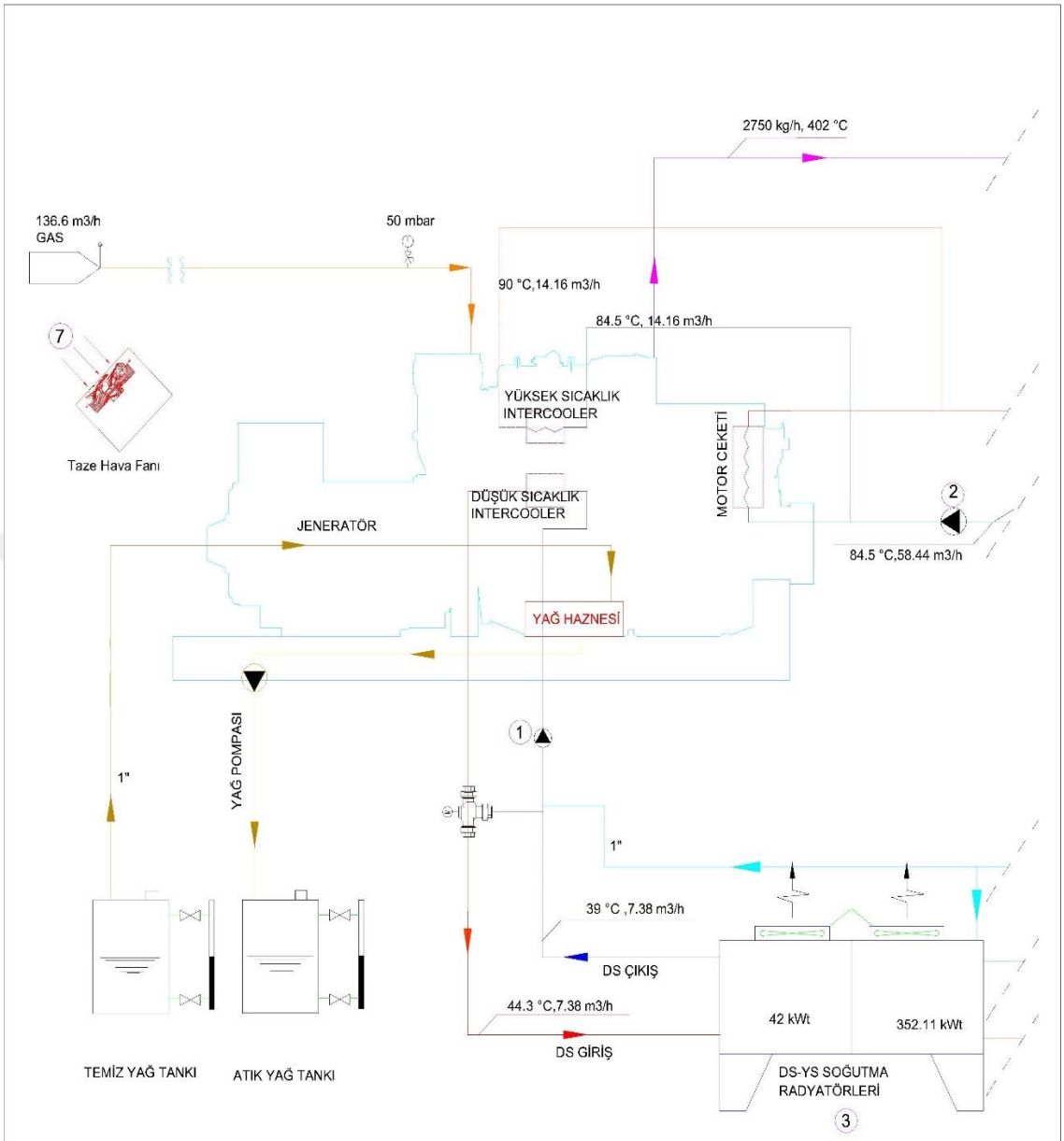
603 kW= m x 4.2055 (kj/kgK) x 15 °C
m= 9.561 kg/s olup 35.6 m^3/h lık debiye karşılık gelmektedir.

4. Su soğutma kulesi pompaları

Abs. Chiller soğutma suyu debisi = 184 m^3 /h

4.8. Trijenerasyon Ekipmanları ve Isı Akış Şeması

Sistem genel ekipmanlar ve akış şemasında Buji ateşlemeli motora ait plakalı eşanjörlerin primer tarafında hesabı yukarıda yapılmış olan gliko-su çözeltisi ve sekonder tarafından kapalı devre atık ısı geri kazanım sistemi akışkanı olarak su bulunmaktadır. Şekil 4.2. Akış 1' de de görüleceği gibi Primer devreden akan etilen glikol/su çözeltisi motor ceketi ve Intercooler devresine 84.4 ℃ sıcaklık ile girip toplam 90 ℃ sıcaklık ile uzaklaşmaktadır. Çözelti 90℃ sıcaklık ve 58.44 m^3/h debi ile taşıdığı ısıyı plakalı eşanjör vasıtasıyla sekonder devreye aktarır. Sekonder devreye gelen 80℃ sıcaklık ve 35.6 m^3/h debiye sahip su plakalı eşanjör vasıtasıyla 88.7 ℃ sıcaklığa ulaşır atık ısı kazanım sistemine geçer. Atık ısı geri kazanım sistemine 88.7 ℃ sıcaklıkla giren su kazanı 95℃ sıcaklıkla terk eder. Elde edilen sıcak su hastanenin denge tankına yollanır ve aynı miktarda 80℃ sıcaklıkta suyun plakalı eşanjöre gönderilmesi ile kapalı çevrim devam ettirilir. Yaz mevsiminde ise elde edilen 95℃ sıcaklık ve 35.6 m^3/h debiye sahip su soğutma için absorbsiyonlu soğutucunun jeneratör(ısıtıcı) bölümüne ısı kaynağı olarak gönderilir. Bu kısımda gerçekleşen çevirim ile de soğutma yapılmış olur.



ÇİZEN
Nermin ÜSTÜNTAŞ

ÇİZİM

TRIJENERASYON ISI AKIŞ DİAGRAMI VE EKİPMANLARI

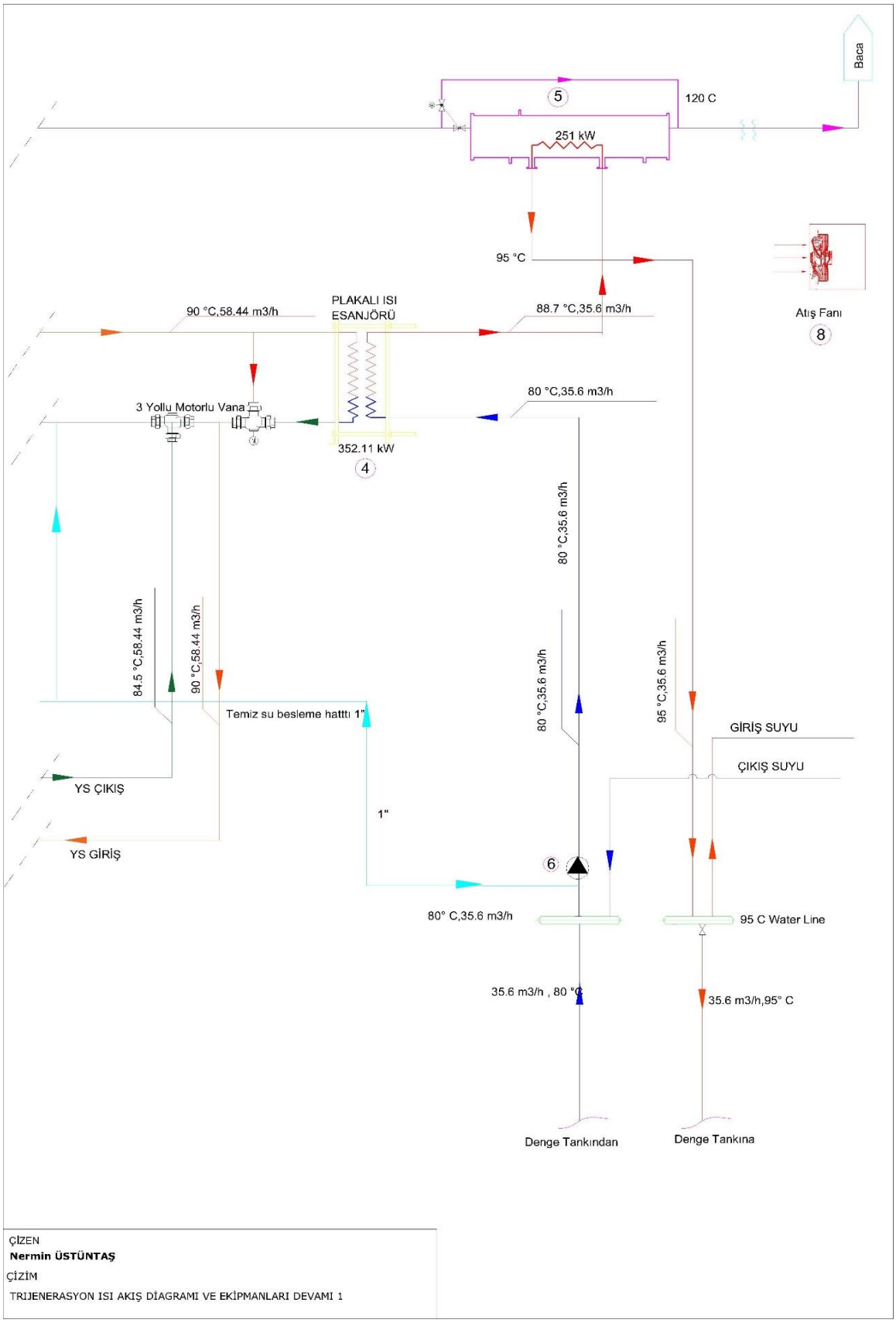
MALZEME LİSTESİ

NO	MALZEME	BİLGİ
1	Intercooler Sirk. Pompası	Q=7.38 m3/h
2	Ceket Sirkülasyon Pompası	Q=58.44 m3/h
3	Soğutma Radyatörleri	Q_LT=42 kW Q_HT=352 kW (+%10)
4	Plakalı Eşanjör	352 + %10 kW
5	Egzoz Eşanjörü	251 kW
6	Sekonder Pompa	Q= 35,6 m3/h
7	Taze Hava Fanı , for △T= 10 C	Q= 19.176 m3/h
8	Taze Hava Fanı , for △T= 10 C	Q= 16.833 m3/h
9	Absorbsiyonlu Chiller	Q= 473 kW
10	Kule Pompaları	Q= 92 m3/h x 2
11	Soğutma Kulesi	Q= 1070 kW
12	Taze Hava Fanı , for △T= 25 C	Q= 27,16 m3/h

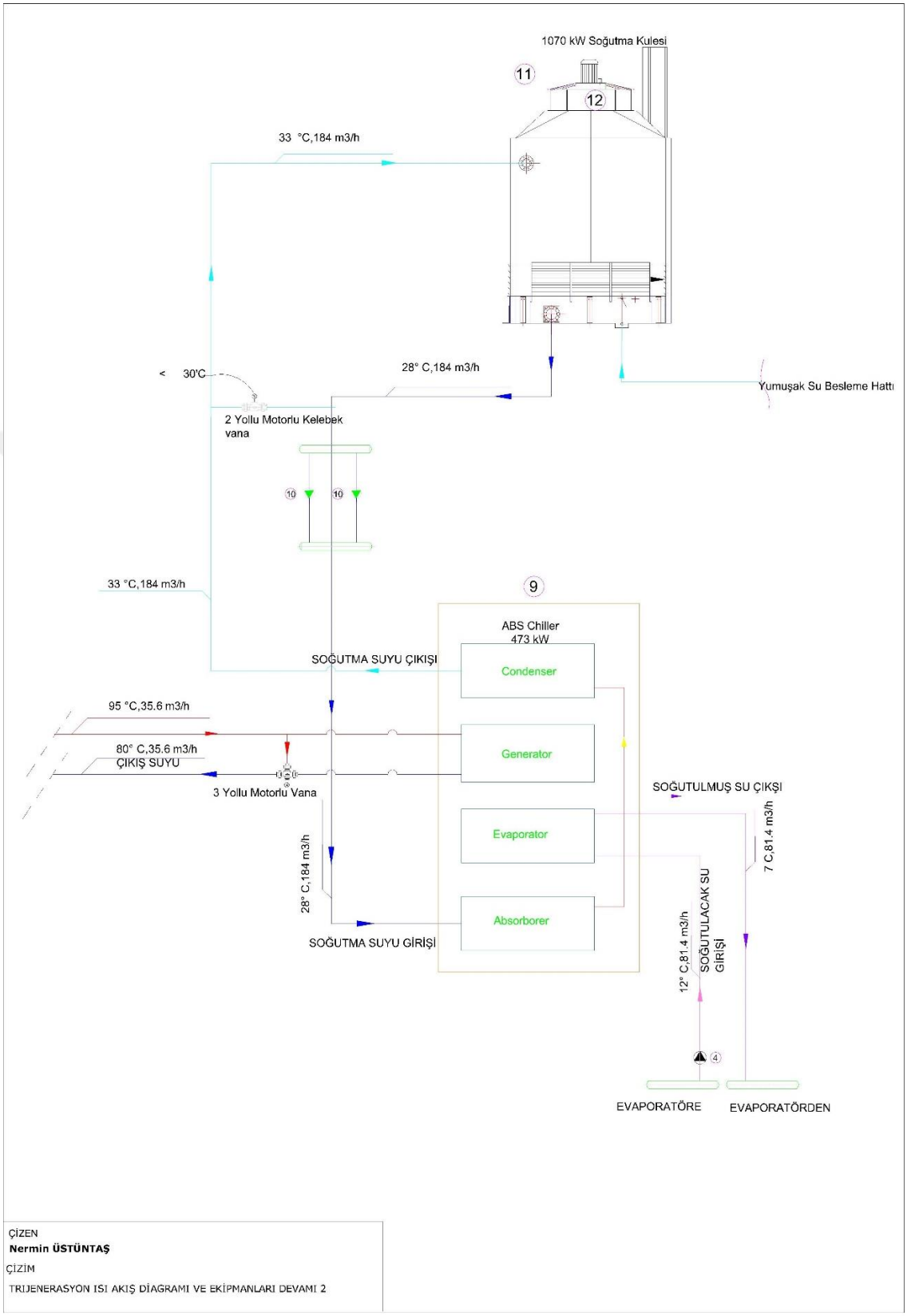
PRİMER SU/ETİLEN GLİKOL KARIŞIMI GİRİŞ
PRİMER SU/ETİLEN GLİKOL KARIŞIMI ÇIKIŞ
SEKONDER SU GİRİŞ
SEKONDER SICAK SU ÇIKIŞ
SOĞUTMA SUYU ÇIKIŞ
SOĞUTULMUŞ SU ÇIKIŞ
SOĞUTULACAK SU GİRİŞ
ATIK GAZ HATTI
DOĞALGAZ HATTI

NO	VERİMLER	
1	TOPLAM ISI KAPASİTESİ	Q=352.11+ 251 = 603.11 kW(+-%5)
2	GAZ TÜKETİMİ	1310 kW (+-%5)
3	ISIL VERİMİ	%46
4	ELEKTRİK ÜRETİMİ	527 kWe
5	ELEKTRİK VERİMİ	%40
6	TOPLAM VERİM	%86

Şekil 4.2. Akış 1



Şekil 4.3. Akış 1'in devamı-1



Şekil 4.4. Akış 1'in devamı-2

4.9.Sistem Elektrik Üretimi

Sistemde yılın 10 ayında gündüz tam kapasite ile elektrik üretimi yapılacaktır. Gündüz, puant ve gece üretilecek elektrik toplamda;

Çizelge 4.4. Sistem kurulumu ile gerçekleşmesi planlanan elektrik üretimi

	Gündüz (kW)	Puant (kW)	Gece (kW)	Toplam (kWh/Ay)
Ocak	170 500*	70 680*	109 864**	351 044
Şubat	154 000*	70 000*	112 000*	336 000
Mart	160 952*	66 185**	100 192**	327 329
Nisan	156 090*	63 600**	94 080**	313 770
Mayıs	170 500*	72 230*	95 232**	337 962
Haziran	165 000*	75 000*	120 000*	360 000
Temmuz	170 500*	77 500*	124 000*	372 000
Ağustos	170 500*	77 500*	124 000*	372 000
Eylül	165 000*	75 000*	120 000*	360 000
Ekim	170 500*	77 500*	88 040**	336 040
Kasım	165 000*	69 300*	104 400**	338 700
Aralık	170 500*	75 330*	115 320*	361 150
Toplam	1 989 042	869 825	1 307 128	4 165 995 kW/Yıl

***** sarı bölgeler için tam kapasitedeki gaz ve elektrik verimleri değerleri ile hesaplama yapılacak üretimler

****** %75 kapasitedeki gaz ve elektrik verimleri değerleri ile hesaplama yapılacak üretimler.

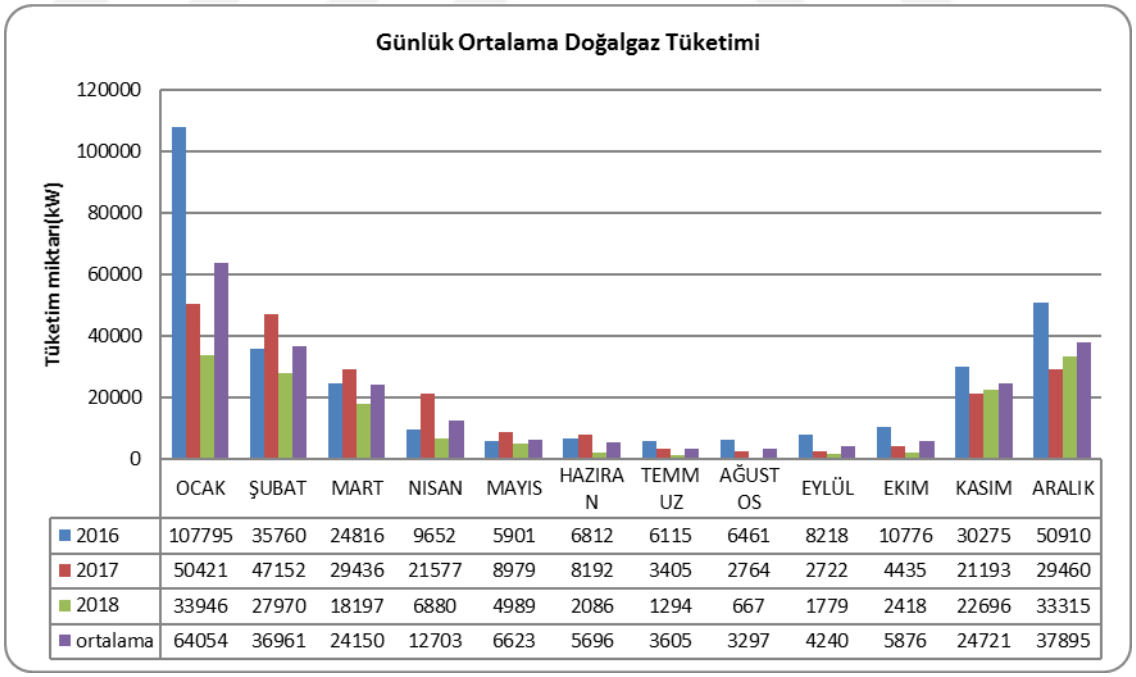
Sistem gelirleri ve giderlerini hesaplarken sistemin yükleme durumu göz önünde tutulacaktır. 450 kW – 500 kW arası elektrik üretiminde sistemin tam yükte kW başına düşen gaz tüketimi (0.27162 m^3/kW) ve ısı üretimi(1.153) verilerine göre hesaplanmıştır. 350 kW ile 450 kW arası elektrik üretiminde sistemin %75 yükte kW başına düşen gaz tüketimi (0.27568 m^3/kW) ve ısı üretimi (1.182) verilerine göre hesaplanmıştır.

4.10. Sistemin Hesaplanan Çalışma Yükü Verilerine Göre Isıl Üretimi

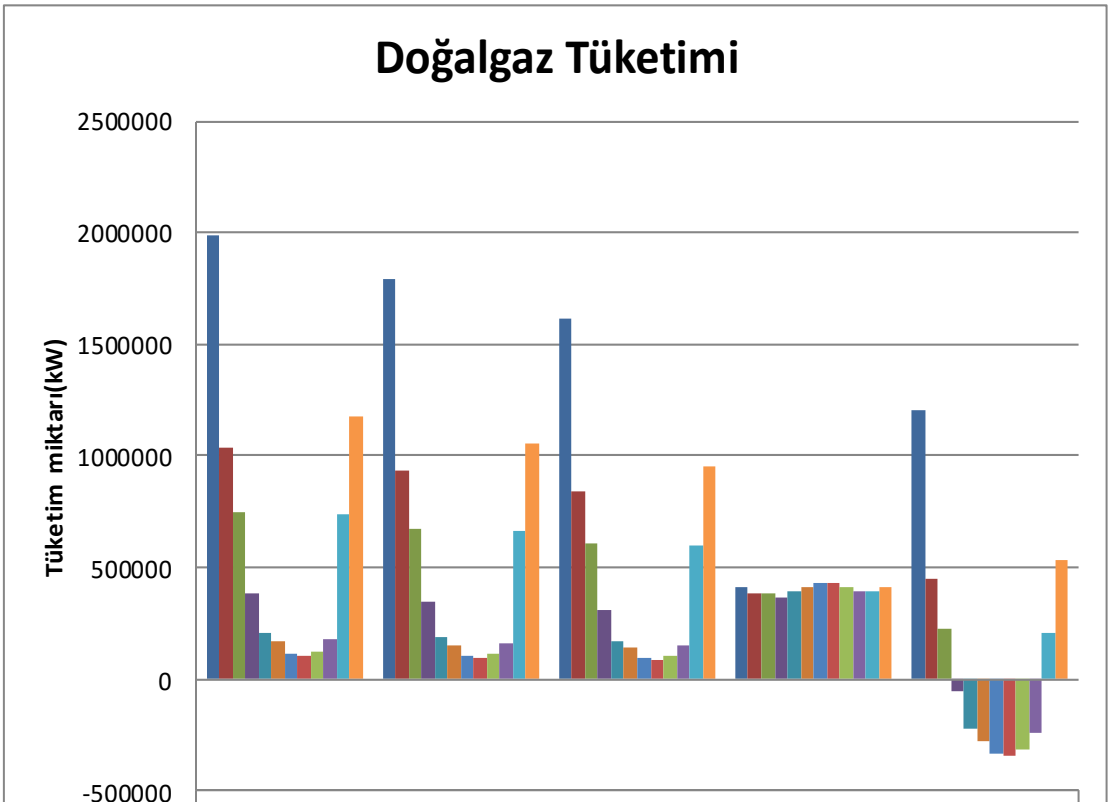
Çizelge 4.5. Sistemin hesaplanan çalışma yükü verilerine göre ısı üretimi

	Gündüz(kW)	Puant(kW)	Gece(kW)	TOPLAM
Ocak	196 587	81 494	129 859	407 940
Şubat	177 562	80 710	129 136	387 408
Mart	185 578	78 231	118 427	382 235
Nisan	179 972	75 175	111 203	366 350
Mayıs	196 587	83 281	112 564	392 432
Haziran	190 245	86 475	138 360	415 080
Temmuz	196 587	89 358	142 972	428 916
Ağustos	196 587	89 358	142 972	428 916
Eylül	190 245	86 475	138 360	415 080
Ekim	196 587	89 358	104 063	390 007
Kasım	190 245	79 903	123 401	393 549
Aralık	196 587	86 855	132 964	416 406
Toplam				4 824 318 kWh /Yıl

Çizelge 4.5, Çizelge 4.4'e göre belirlenmiş olan ısıl üretim miktarına dair yapılan hesaplamaların sonuçlarını içermektedir.



Şekil 4.5. DKÇHH günlük ortalama gaz tüketim değerleri



	Isıya dönüştürülen brüt enerji	Isıya dönüştürülen enerji	mevcut sistem net ısısı	Üretilecek net ısı enerjisi	Tüketilen ve üretilen ısı farkı
Ocak	1985674	1789384	1610445	407940	1202505
Şubat	1034902	932599	839339	387408	451931
Mart	748639	674633	607170	382235	224935
Nisan	381088	343416	309074	366350	-57276
Mayıs	205315	185019	166517	392432	-225915
Haziran	170893	153999	138599	415080	-276481
Temmuz	111749	100702	90632	428916	-338284
Ağustos	102222	92117	82905	428916	-346011
Eylül	127196	114622	103160	415080	-311920
Ekim	182158	164151	147736	390007	-242271
Kasım	741639	668326	601493	393549	207944
Aralık	1174746	1058619	952757	416406	536351

Şekil 4.6. Hastanenin ısıl tüketim verilerinin planlanan ısıl üretim ile kıyaslanması

Tablo için referans değerler: Düzeltme katsayısı 10.64, Ho=9 155 kcal/h, Hu=8 250 kcal/h, kazan 0.9 verimle çalıştığı kabul edilmiştir.

Gaz firmasından temin edilen tüketim miktarları hem kazanda elde edilen enerjiyi hem de bacadan atılan enerjiye ait tüketimi veriyor. 1 m^3 doğalgazın yanması sonucu vereceği enerji kW cinsinden belirtilirken gazın üst ısıl değeri referans

alınmaktadır. Ancak kazanın verimi hesaplanırken doğalgazın alt ısıl değeri üzerinden hesaplanmaktadır. Mevcuttaki konvansiyonel kazanın verimi %90 kabul edilmiştir. Bacadan da önemli bir miktarda enerji dışarı atılmaktadır ayrıca kazan %100 verimle çalışmadığından enerjinin bir kısmı da bu yolla kaybedilmektedir. Maliyeti belirlenirken doğalgaz üst ısıl değeri referans alındığından mevcut sistem verimi, üst ısıl değere göre hesaplandığında verimin %81 oranına gerilediği görülmektedir. Grafikte mevcut sistem net ısısı olarak belirtilen ısı, tüm bu kayıpların çıkarılması sonucu sıcak su gidiş kolektörüne yollanacak sudaki ısıl değer üzerine hesaplanmıştır. Nitekim kurulumu hesaplanan Kojenerasyon sistemi için hesaplanan ısıl değerler tüm bu kayıplardan arındırılmış ısıl değerlerdir. Grafik analiz edildiğinde yılın 7 ayında üretilen ısının tamamının kullanılamayacağı görülmektedir. Planlı bakımın ısı kullanımının en düşük olduğu zaman diliminde yapılacağı kabul edilmiştir.

Sistem kurulumu için Kojenerasyon sistemi tercih edilmesi durumunda kullanılacak ısı miktarı ortalama 3 026 162 kWh olarak belirlenmiştir. Planlı bakım için ısıl tüketimin en az olduğu ağustos ayı tercih edildiğinde ısı üretiminde 41 453 kWh'lık bir azalma meydana gelecektir.

Trijenerasyon sistemi kurulumu tercih edilmesi durumunda ise kullanılacak ısı miktarı ortalama 4 356 133 kWh olarak belirlenmiştir. Planlı bakım için mayıs ve ekim ayları tercih edildiğinde ısı üretiminde 78 563 kWh'lık bir azalma meydana gelecektir.

Sonuç olarak kojenerasyonda aktif kullanılacak ısı üretimi planlı bakım dönemi hariç 2 984 709 kWh iken trijenerasyonda ise 1 687 992 kWh'lık kısmı soğutmada kullanılmak üzere 4 277 569 kWh olarak gerçekleşecektir.

Tasarlanan sistem elektrik üretimi için yıllık 15 gün bakım-onarım süresi hariç 365 gün 24 saat esasına göre çalışacaktır. Sistem trijenerasyonda yılın 7.5 ayı boyunca kullanım suyu ve kalorifer devresi suyu ısıtması ihtiyacını karşılamak için çalışacaktır ve bu da yaklaşık 5 400 saate denk gelmektedir. Soğutma ihtiyacı için ise, yılın 4 ayı boyunca çalışacaktır ve bu da yaklaşık 2 928 saat olarak hesaplanmıştır. Yılın iki ayında ise ısı iklimlendirme için değil sadece kullanım suyu ısıtması için kullanılacaktır. Planlı bakımın ısı kullanımının en düşük olduğu zaman diliminde yapılacağı kabul edilecektir.

4.11. Güncel Enerji Maliyetleri

Sistemin maliyet hesabı yapılırken bir diğer önemli konu ise güncel enerji ücretleridir. Ülkemizde enerji ücretleri EPDK tarafından denetlenmekle beraber dağıtım bölgesi ve tedarikçi firmalara ayrıca serbest veya perakende olmak üzere kullanıcı türüne göre değişkenlik göstermektedir.

4.11.1. Elektrik Birim Fiyatı

Çalışmamıza konu olan Diyarbakır ilindeki hastane elektrik ödeme sınıflandırmalarına göre dağıtım sistemi kullanıcıları arasından görevli tedarik şirketinden enerji alan tüketici, orta gerilim, tek terimli, ticarethane olarak kabul edilmektedir.01/04/2019 tarihi itibarıyla vergi, fon, pay hariç elektrik birim fiyatı tek zamanlı tarife için 54.3555 krş. / kWh olarak belirtilmiştir.

Enerji fonu bedeli, 3291 Sayılı Kanun'un Ek 2 maddesi gereği enerji sektöründe yapılacak araştırma, geliştirme, etüt, proje denetim faaliyetleri ile kurulacak tesislere finansman yönünden destek sağlamak amacıyla elektrik faturalarında aktif enerji üzerinden %1 (yüzde bir) oranında alınan ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı nezdinde enerji fonuna aktarılan bedeldir.

TRT katkı payı, 3093 Sayılı Kanunun gereği olarak, elektrik faturalarında aktif enerji bedeli üzerinden %2 (yüzde iki) oranında alınarak TRT'ye aktarılan bedeldir.

Bu bedele Enerji fonu bedeli, TRT katkı payı ve %18'lik katma değer vergisi gibi zorunlu bedeller eklendiğinde;

Birim fiyat= 54.3555 + 54.3555*(0.02+0.01+0.18) =54.3555*1.21= 65.77 krş/kWh elektrik birim fiyatı tek zamanlı tarife için vergi, fon, pay dâhil 65.77 krş/kWh olarak belirlenmiştir.

4.11.2. Doğalgaz Birim Fiyatı

Çalışmamıza konu olan Diyarbakır ilindeki hastane Diyarbakır doğalgaz dağıtım a.ş den gaz temin etmektedir. Doğalgaz tüketimleri, EPDK' nın yayınlamış olduğu, doğal gaz faturalandırma tebliği doğrultusunda, hesap edilerek faturalandırılmaktadır.

Kompozit Kullanım, yakıt olarak doğalgaz kullanılarak elektrik ve ısı üretiminin yapıldığı işletmelerde kullanılan doğalgazdan üretilen elektriğin ticarete konu

edilmemesini esas alan kullanımdır.

Kademe 2, her bir ölçüm sistemindeki yıllık doğalgaz çekiş miktarı 300.001 Sm^3 ve üzerinde olan ve gazı evsel tüketim için kullanmayan, serbest tüketicileri ifade etmektedir.

Hali hazırda yıllık gaz tüketimi 300 000 Sm^3 üzerinde olduğundan 2. Kademe(serbest tüketici) sınıfında yer almaktadır.

Yerel Gaz dağıtım şirketi BOTAŞ'tan gaz alımı yaptığından gaz satış fiyatları da; alım fiyatları ve yatırım maliyetleri vb. yerel parametreler göz önünde bulundurularak EPDK üzerinden belirlenmektedir. Diyarbakır Kadın Hastanesi nisan ayının doğalgaz faturasına yansıtılmış olan düzeltilmiş metreküp fiyatının 1 8282 TL/Sm^3 olduğu bilgisi gaz dağıtım firması tarafından verilmiştir.

Doğalgazın kW/h fiyatı ise Nisan 2019 itibarıyla; Tüketim biriminin metreküp 'ten Kilowattsaat'e dönüşümünde kullanılacak katsayıyı etkileyen üç faktör vardır. Bu faktörler atmosfer basıncı, gazın türü ve gaz karışım özellikleridir. EPDK' nın tebliğinde belirttiği kriterlerine göre, 1 metreküp doğal gaz tüketiminden elde edilen enerji miktarı 10.64 kWh standart değer olarak kabul edilmektedir.

1 m^3 doğalgazın üst ısıl değeri= 9 155 kcal/h

1KW = 860 kcal/h olarak kabul edildiğinde;

$$\text{Standart değer} = \frac{9\ 155\ \text{kcal/h}}{8\ 60\ \text{kcal/h}} = 10.645$$

$$\text{Satış fiyatı } \left(^{TL}/_{kWh}\right) * \text{Standart değer} = \text{Satış fiyatı (TL/m3)}$$

Satış fiyatı (TL/kWh) = 1.8282 (TL/m^3) / 10.645 = 0.1718 TL/kWh olarak hesaplanmıştır.

Kojenerasyon sisteminin yıllık çalışma süresi içerisinde üretilen aktif kullanılabilir enerji Bir yıl 8 766 saatten oluşmaktadır. Bu sürenin 366 saatinin planlı bakım için ayrılacağı ön görülmektedir. Bunun dışında kalan 8 640 saatlik zaman diliminde sistem aktif çalıştırılacaktır.

4.12. Yıllık Çalışma Saatleri

4.12.1. Kojenerasyon Sistemi Elektrik Üretimi Çalışma Saatleri

8760 saat çalışarak sistemin üreteceği ön görülen elektrik miktarı 4 165 995 kWh/yıl'dır.

366 saatlik planlı bakım esnasında oluşacak üretim kaybı 186 000 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında yapılması planlanan bakım süresinde üretilmesi ön görülen miktarın eksiltilmesi ile elektrik için 8640 saat çalışma süresi içerisinde üretilecek net elektrik miktarı 3 979 995 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

4.12.2. Trijenerasyon Sistemi Elektrik Üretimi Çalışma Saatleri

Bir yıl 8 766 saatten oluşmaktadır. Bu sürenin 366 saatinin planlı bakım için ayrılacağı ön görülmektedir. Bunun dışında kalan 8 640 saatlik zaman diliminde sistem aktif çalıştırılacaktır. 8760 saat çalışarak sistemin üreteceği ön görülen elektrik miktarı 4 165 995 kWh/yıl'dır.

360 saatlik mayıs ve ekim aylarında yapılacağı düşünülen planlı bakım esnasında elektrikte oluşacak üretim kaybı 168 500 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

Mayıs ve eylül aylarında yapılması planlanan bakım süresinde üretilmesi ön görülen 168 500 kWh'lık miktarın eksiltilmesi ile elektrik için 8430 saat çalışma süresi içerisinde üretilecek net elektrik miktarı 3 997 495 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

4.13. Kojenerasyon Sisteminin Yıllık Çalışma Süresi İçerisinde Aktif Kullanılabilir Enerji Miktarı

4.13.1. Kojenerasyon Sistemi Isı Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı

8 760 saat çalışarak sistemin üreteceği ön görülen ısı miktarı 3 026 162 kWh/yıl' dır. 360 saatlik planlı bakım esnasında oluşacak üretim kaybı 41 453 kWh/yıl olarak belirlenmiştir.

Ağustos ayında yapılması planlanan bakım süresinde üretilmesi ön görülen miktarın eksiltilmesi ile ısı için 8640 saat çalışma süresi içerisinde üretilecek kullanılabilir ısı miktarı 2 984 709 kWh olarak belirlenmiştir.

4.13.2. Üretilen Isının Hastanedeki Mevcut Sisteme Göre Tüketilecek Doğalgaz Karşılığı

Üretilen bu ısının hastanedeki mevcut sisteme göre tüketilecek doğalgaz karşılığı ise;

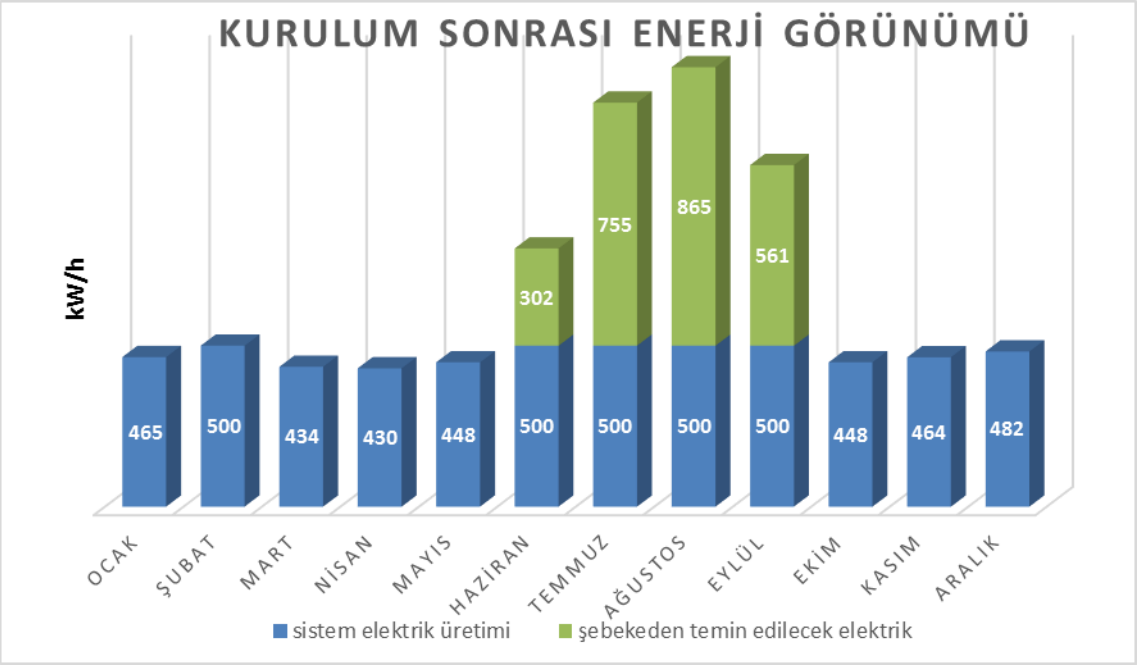
$$KullanılabilirIsı(kwh) = \left(\frac{h_u}{h_o}\right) * Kazanverimi * GazTüketimi(kwh)$$

2 984 709 kWh = 8 250 kcal/m^3 ÷ 9 155 kcal/m^3* 0.90 * Gaz Tüketimi

Gaz tüketimi= 3 680 136 kWh/yıl

Kojenerasyon sisteminin mevcut sistemle 3 680 136 kWh'lık gaz tüketimine karşılık gelen bir tasarruf sağlayacağı hesaplanmıştır. Mevcut sistemde ısıtma için tüketilen gaz miktar 6 966 219 kWh olup İhtiyacın 3 680 136 kWh'lık kısmı sistem tarafından karşılanabilecektir. Bu miktar toplam ihtiyacın %52.8'lik kısmına denk gelmektedir ve toplam tasarruf tutarı 632 333 TL'dir.

4.13.3 Kojenerasyon Kurulumu Sonrası Hastanenin Enerji Görünümü



Şekil 4-7 Kojenerasyon sistemi kurulumu sonrası elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması planlanan kaynaklar

4.14. Trijenerasyon Sisteminin Yıllık Çalışma Süresi İçerisinde Aktif Kullanılabilir Enerji Miktarı

4.14.1. Trijenerasyon Sistemi Isı Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı

8 760 saat çalışarak sistemin üreteceği ön görülen ısı miktarı 4 356 133 kWh/yıl' dır. 360 saatlik planlı bakım esnasında oluşacak üretim kaybı 78 563 kWh/yıl olarak belirlenmiştir. Mayıs ve eylül aylarında yapılması planlanan bakım süresinde üretilmesi ön görülen ısı miktarının eksiltilmesi ile 8 640 saat çalışma süresi içerisinde üretilecek kullanılabilir ısı miktarı 4 277 570 kWh/yıl olarak belirlenmiştir. Isı üretiminin haziran temmuz, ağustos, eylül aylarına denk gelen 1 687 992 kWh'lik kısmı soğutmada, 2 589 578 kWh'lık kısmı ısıtmada kullanılacaktır. Isıtma amacıyla üretilen ısının hastanedeki mevcut sisteme göre tüketilecek doğalgaz karşılığı ise;

$$KullanılabilirIsı(kwh) = \left(\frac{h_u}{h_o}\right) * Kazanverimi * GazTüketimi(kwh)$$

2 589 578 kWh = 8 250 kcal/m^3 ÷ 9 155 kcal/m^3* 0.90 * Gaz Tüketimi

Gaz tüketimi= 3 192 940 kWh/yıl

Trijenerasyon sisteminin mevcut sistemle 3.192.940 kWh/yıl 'lık gaz tüketimine karşılık gelen bir tasarruf sağlayacağı hesaplanmıştır.

4.14.2. Trijenerasyon Sistemi Soğutma Üretimindeki Kullanılabilir Enerji Miktarı

Sistem 2 928 saat çalışacaktır. Soğutmada kullanılan 1 687 992 kWh'lık ısının mevcut sistemdeki tüketim karşılığı elektriksel tüketime göre belirlenecektir. Kadın doğum hastanesi soğutma enerjisi için tükettiği elektrik:

Hastanenin elektrik ihtiyacının yaz aylarında özellikle soğutma grupları devreye girdiğinden arttığı düşünülmektedir. Nominal tüketim 500 kWe kabul edilirse:

- Haziran ayı: 302*2.76= 833 kW/h' lık ,
- Temmuz ayı: 755 * 2.76 = 2 085 kW/h' lık,
- Ağustos ayı: 865 * 2.76 = 2 386 kW/h' lık,
- Eylül ayı: 561*2.76= 1 549 kW/h' lık soğutma ihtiyacı vardır.

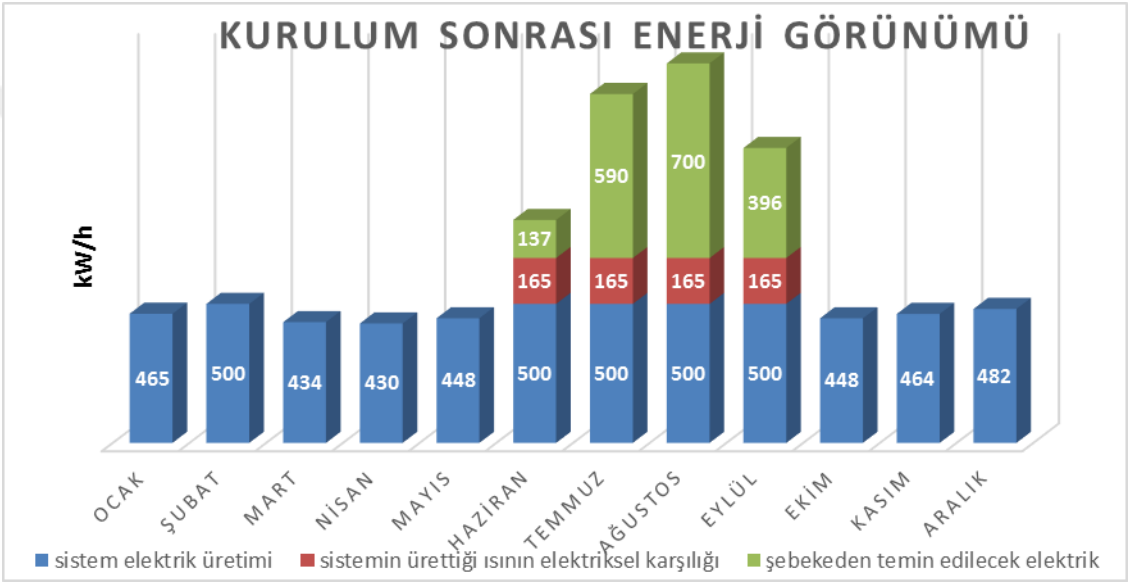
0.79 olarak kabul edildiğinde üretilen ısının soğutma yükü olarak ısıl karşılığı;

Isıl soğutma yükü $= 0.79 * 1\ 687\ 992 = 1\ 333\ 514$ kWh Olacağı.

Elektriksel karşılığı $= 576.5/2.76 = 165$ kW Olacağı belirlenmiştir.

Bu nedenle grafikte de görüleceği üzere sistem aracılığıyla haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında üretilecek elektrik ve faydalanılacak atık ısının elektriksel karşılığı da göz önünde bulundurulduğunda şebekeden sadece yılın 4 ayında aktif olarak elektrik çekilecektir.

4.14.3. Trijenerasyon Kurulumu Sonrası Hastanenin Enerji Görünümü



Şekil 4-8 Trijenerasyon sistemi kurulumu sonrası elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanması planlanan kaynaklar

Soğutmada kullanılan 1 687 992 kWh'lık ısı; absorbsiyonlu sistem verimi 0.79 kabul edildiğinde 1 333 514 kWh'lık soğutma enerjisi miktarına karşılık gelmektedir. Daha önce belirttiğimiz gibi mevcut sistemdeki cihazların EER değeri 2.76'dır. Bu durumda soğutma yükünün elektriksel karşılığı;

Harcanan Toplam Enerji= 1 333 514 kWh ÷2.76 = 483 157 kWh'lık elektriksel tasarruf sağlayacağı ön görülmektedir.

Trijenerasyon sistemi ile soğutma için mevcut sistemle 483 157 kWh'lık elektrik tüketimine karşılık gelen üretim yapılacağı hesaplanmıştır.

4.15. Üretilmesi Planlanan Elektriğin Elektrik Dağıtım Şirketinden Alınması Durumunda Hastane İçin Yıllık Toplam Maliyeti

4.15.1. Kojenerasyon Sistemi İçin Ön Görülen Elektrik Üretimi

3 979 995 kWh/yıl * 0.6577 TL/kWh =2 617 643 TL/yıl

4.15.2. Trijenerasyon Sistemi İçin Ön Görülen Elektrik Üretimi

Birincil üretim: 3 997 495 kWh/yıl * 0.6577 TL/kWh = 2 629 152 TL/yıl

İkincil üretim: 483 157 kWh/yıl* 0.6577 TL/kWh = 317 772 TL/yıl

4.16. Elektrik Üretimi İçin Gaz Dağıtım Firmasından Temin Edilen Gazın Toplam Maliyeti

4.16.1. Kojenerasyon Kurulumu Durumunda

Üretilen 3 979 995 kWh elektriğin; 721 593 kWh ini %75 yükte üretirken

3 258 402 kWh'lık kısmını tam yükte üretmiştir. Daha önce hesapladığımız tam yükte 1 kW elektrik üretimi için harcanan doğalgaz miktarı 0.27162 m^3/kW ve %75 yükte 0.27568 m^3/kW' dır.

Tam(%100) yükte gaz tüketimi:

3 258 402 kWh * 0.27162 m^3/kW=885 047 m^3h

%75 yükte gaz tüketimi:

721 593 kWh*0.27568 m^3/kW= 198 929 m^3h

Toplam gaz tüketimi= 1 083 976 m^3h/Yıl olmaktadır.

Ek 10'daki BOTAŞ toptan gaz satış fiyatlarında doğal gaz m^3 birim fiyatı elektrik üretimi amacı dışındaki kullanımlar için 1.351527 TL/Sm^3 olarak belirlenmişken kompozit kullanımda(yerinde kullanım için elektrik ve ısı üretimi) 1,503000 m^3 olacağı görülmektedir. Bu durumun tüketiciye de aynı oranda yansıyacağı göz önünde bulundurularak oransal kıyaslama yöntemiyle 1.8282 TL/Sm^3 olan birim maliyetin;

(1.503000 TL/Sm^3 ÷ 1.351527 TL/Sm^3) * 1.8282 TL/Sm^3 = 2.0331 TL/Sm^3 olacağı ön görülmektedir.

Elektrik üretimi için toplam gaz maliyeti

1 083 976 m^3h *2.0331 TL/Sm^3 = 2 203 831 TL

4.16.2.Trijenerasyon Kurulumu Durumunda

Üretilen 3 997 495 kWh elektriğin 675 775 kWh 'ini %75 yükte üretirken

3 321 720 kWh'lık kısmını tam yükte üretmiştir. Daha önce hesapladığımız tam yükte 1 kW elektrik üretimi için harcanan doğalgaz miktarı 0.27162 m^3/kW ve %75 yükte 0.27568 m^3/kW 'dır.

Tam(%100)yükte gaz tüketimi:

3 321 720 kWh * 0.27162 m^3/kW= 902 245 m^3h

%75 yükte gaz tüketimi:

675 775 kWh*0.27568 m^3/kW= 186 298 m^3h

Toplam gaz tüketimi= 1 088 543 m^3h/Yıl olmaktadır.

Elektrik üretimi için toplam gaz maliyeti;

1 088 543m^3h/Yıl * 2.0331 TL/Sm^3 = 2 213 116 TL

4.17. Sistemin İşletmesinde İç Maliyet Unsurları

4.17.1. Motor Yağlama Yağı Tüketimi

Motor yağının her 1 000 h'lik kullanımdan sonra viskozitesi artacağından değiştirilmesi gerekmektedir. Planlanan kurulumda;

Jeneratör motorunun katalog bilgilerine göre yağ hacmi 90 lt ve saatteki yağ tüketimi 0.072 lt' dir.

- 8430 h ÷ (1000 h/90 lt) = 758.7 lt,
- 8430 h * 0.072 lt = 606.96 lt h
- Yıllık yağ tüketimi toplamda 1336 lt olarak hesaplanmıştır. Yağın nisan ayı birim fiyatı yaklaşık 21 TL olarak referans alınmıştır.
- 1336 lt* 21 TL = 28 056 TL/yıl

4.17.2. İç Elektrik Tüketimi

Kojenerasyon veya Trijenerasyon sisteminde primer ve sekonder devrelerdeki iç

tüketimler aynı olup 17 kW değerindedir. Sistemin 8430 aktif çalışma süresi içerisinde yaklaşık 143 310 kW elektriksel tüketimi olacaktır.

- Maliyeti ise; 143 310 kWh *0.6577 TL/kWh = 94 255 TL'dir.
- Soğutma kulesi ve bağlı ekipman için harcanacak 30 kW değerindeki elektrik tüketimi
- Maliyeti ise; 87 840 kWh *0.6577 TL/kWh = 57 772 TL'dir

Trijenerasyon sisteminin soğutma sisteminde kullanılan 87 840 kWh'lık enerji kojenerasyon sistemine göre fazladan tüketilen enerji gider kalemleri kapsamında hesaplanmıştır.

4.17.3. Su Tüketim Maliyeti

Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin absorber ve kondenser kısmında jeneratörden ısı verilerek buharlaştırılıp Li bromür çözeltisinden ayrıştırılmış olan soğutucu akışkanın gaz fazından sıvı faza geçirilmesinde soğutma suyu rol almaktadır. Sistemden 33 °C olarak çıkan soğutma suyu soğutma kulesine 33 °C olarak girer ve ısısını atmosfere aktarıp kuleyi 28°C lik su sıcaklığında terk ederek soğutma gurubuna gönderilir. Çevirim böylece devam eder.

Çevirim esnasında soğutma kulesinde istenilen soğutmayı gerçekleştirmek için, buharlaştırılması gereken su miktarı yüzdesini ifade eden buharlaşma kaybı, Fanlar vasıtasıyla atmosfere atılan buharla birlikte, kulede, damla tutucular kullanılarak bu kayıp en düşük değerlerde tutulmaya çalışılsa bile belli bir miktar su damlacıkları da atmosfere atılır. Buharlaşmanın sonucunda, eriyen katı madde yoğunluğu blöf yapılmadığı takdirde sürekli olarak artacağından suyun eriyen katı madde yoğunluğunun, geçerli bir limitin altında tutulabilmesi için dolaşım suyunun bir kısmı deşarj edilir. Tüm bu işlerler için sistem bir miktar su kaybeder ve su beslemesine ihtiyaç duyar.

- Isı transfer yüzeyi metrekaresine düşen;
- Su yükü: 14.29 m^3/h,
- Hava debisi: 27.16 m^3/h,
- Basınç: 71.48 N/m^2

Kullanılması planlanan su soğutma kulesinin bahsedilen sebeplerle katalog verilerine göre ön görülen kayıpları;

- Su Sürüklenme Kaybı: % 0.02*184 m^3/h = 0.0368 m^3/h
- Buharlaşma Kaybı: % 0.63 * 184 m^3/h = 1.1592 m^3/h,
- Blöf Kaybı:%0.16*184 m^3/h = 0.29 m^3/h,
- Toplam Su Kaybı: 1.49 m^3/h

Sistem yılda 2928 h soğutmada kullanılacağından; 1.49m3/h *2928h = 4363 m^3/yıl su tüketimi olur.

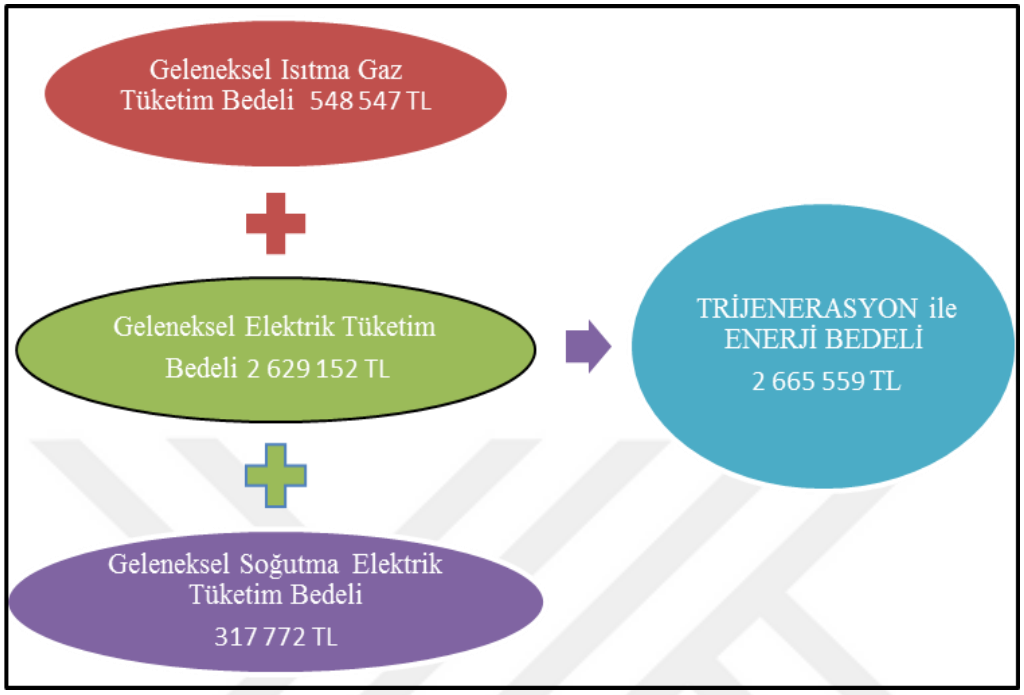
4.18. Bakım, Onarım ve Yedek Parça Giderleri

Sistem bakım onarım ve yedek parça giderleri için ön görülen bedel saatlik **4.5 € 30 TL**'dır.

4.19. Kurulum Maliyetleri

Sistem kurulum maliyeti için kurulum firmasınca teklif edilen tesisat ve inşaat işleri hariç fiyat; kojenerasyon sistemi için **206 000 €,** trijenerasyon sistemi için ise **308 000 €** olarak belirlenmiştir. Euro kur fiyatı **6.64 TL** kabul edilerek kurulum maliyeti fiyatı belirlenmiştir.

4.20. Enerji Bedelleri Görünümü



Şekil 4-9 Enerji bedelleri görünümü

Şekil 4-9'da DKDÇH Hastanesinin 3 997 495 kWe' lık elektrik, 3 192 940 kWh'lık ısı, 483 157 kWh'lık soğutma enerji için elektrik ihtiyacının geleneksel yöntemlerle karşılanması durumunda ödenmesi gereken enerji tüketim bedelleri verilmiştir. Aynı miktarda enerji elde etmek için trijenerasyon sisteminde ödenmesi ön görülen enerji bedellerini göstermektedir.

4.21. İşletme Maliyetleri Tabloları

Çizelge 4.6. Yıllık bazda elde edilebilecek tasarruf hesabı doğalgaz birim fiyatı kompozit kullanım yapan serbest tüketici için temel alınmış

Çalışma süresi= 8 430 h için		Birim fiyat	Kojenerasyon		Trijenerasyon	
			Miktar	Tutar	Miktar	Tutar
Gelirler	Elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	3 979 995 kWh	2 617 642 TL	3 997 495 kWh	2 629 152 TL
	Isı kazancı	0.1718 TL/kWh	3 680 136 kWh	632 247 TL	3 192 940 kWh	548 547 TL
	Soğutma kaynaklı elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	-	-	483 157 kWh	317 772 TL
TOPLAM			3 249 889 TL		3 495 471 TL	
Giderler	Doğalgaz tüketimi	2.0331 TL/Sm^3	1 083 976 Sm^3h	2 203 831 TL	1 088 543 Sm^3h	2 213 117 TL
	Motor yağlama yağı tüketimi	21 TL/lt	1 336 lt	28 056 TL	1 336 lt	28 056 TL
	Su tüketimi	4.46 TL/m^3	-	-	4 363 m^3	19 459 TL
	Elektrik Tüketimi	0.6577 TL/kWh	143 310 kWh	94 255 TL	231 150 kWh	152 027 TL
	İşletme ve bakım giderleri	30 TL/h	8 430h	252 900 TL	8430h	252 900 TL
TOPLAM			2 579 042 TL		2 665 559 TL	
NET KAZANÇ			670 847 TL		829 913 TL	
KURULUM MALİYETİ			1 367 840 TL		2 045 120 TL	

ELEKTRİK BİRİM FİYATI	BF1 = 0.6480 TL/kWh	BF2 = 0.5537 TL/kWh	BF3 = 0.4891 TL/kWh	BF4=0.4501 TL/kWh

Kojenerasyon sistemi için çizelge 4.6 da kurulum maliyetlerinden bağımsız, kompozit kullanım doğalgaz birim fiyatına ve hastanenin elektrik ihtiyacına göre yapılan hesaplamaların sonuçlarına yer verilmiştir.

İşletme giderleri göz önünde bulundurularak üretilen elektriğin birim fiyatı

$$BF1(TL/Kwh) = \frac{Toplam\ giderler - Elektrik\ gelirleri}{Üretilen\ elektrik}$$

İşletme giderlerinden sadece gaz tüketimi göz önünde bulundurularak yapılan hesaba göre üretilen elektriğin birim fiyatı

$$BF2(TL/Kwh) = \frac{Gaz\ tüketimi\ giderleri - Elektrik\ gelirleri}{Üretilen\ elektrik}$$

İşletme giderleri ve ısı üretiminden elde edilen kazanç beraber göz önünde bulundurularak yapılan hesaba göre üretilen elektriğin birim fiyatı

$$BF3(TL/Kwh) = \frac{Toplam\ giderler - (Elektrik\ gelirleri + Isıtma\ gelirleri)}{Üretilen\ elektrik}$$

İşletme giderleri ve ısı üretiminden elde edilen kazanç soğutma ısısı da göz önünde bulundurularak yapılan hesaba göre üretilen elektriğin birim fiyatı

$$BF4(TL/Kwh) = \frac{Toplam\ giderler - (Elektrik\ gelirleri + Isıtmagelirleri + Soğutmagelirleri)}{Üretilen\ elektrik}$$

BF1: 0.6480 TL/kWh

BF2: 0.5537 TL/ kWh

BF3: 0.4891 TL/ kWh olarak tespit edilmiştir.

BF4: 0.4501 TL/ kWh

Kojenerasyon sistemi için Çizelge 4.7 de ise kurulum maliyetlerinden bağımsız, Kademe 2 kullanımı doğalgaz birim fiyatına ve hastanenin elektrik ihtiyacına göre yapılan hesaplamaların sonuçlarına yer verilmiştir.

BF1: 0.5922 TL/kWh

BF2: 0.4979 TL/kWh

BF3: 0.4333 TL/kWh

BF4: 0.3943 TL/ kWh olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6 ve 4.7 kıyaslandığında doğalgaz temininde tüketici sınıfının maliyete etken önemli parametrelerden olduğu görülmektedir. Nitekim diğer koşullar standart tutulurken tüketici sınıfına bağlı olarak kuruluma bağlı net kazançta 222 107 TL'lik fiyat farkı oluşmuştur.

Çizelge 4.7. Doğalgaz birim fiyatı kademe 2 kullanımı serbest tüketici için temel alınmış işletme maliyetleri tablosu

Çalışma süresi=8430h için		Birim fiyat	Kojenerasyon		Trijenerasyon	
			Miktar	Tutar	Miktar	Tutar
Gelirler	Elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	3 979 995 kWh	2 617 642 TL	3 997 495 kWh	2 629 152 TL
	Isı kazancı	0.1718 TL/kWh	3 680 136 kWh	632 247 TL	3 192 940 kWh	548 547 TL
	Soğutma kaynaklı elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	-	-	483 157 kWh	317 772 TL
Gelirler Toplamı			3 249 889 TL		3 495 471 TL	
Giderler	Doğalgaz tüketimi	1.8282 TL/Sm^3	1 083 976 Sm^3h	1 981 725 TL	1 088 543 Sm^3h	1 990 074 TL
	Motor yağlama yağı tüketimi	21 TL/lt	1 336 lt	28 026 TL	1 336 LT	28 026 TL
	Su tüketimi	4.46 TL/m^3	-	-	4 363 m^3	19 197 TL
	Elektrik Tüketimi	0.6577 TL/kWh	143 310 kWh	94 255 TL	231 150 kWh	152 027 TL
	İşletme ve bakım giderleri	30 TL/h	8 430h	252 900 TL	8430h	252 900 TL
Giderler Toplamı			2 356 935 TL		2 442 517 TL	
NET KAZANÇ			892 954 TL		1 052 955 TL	
KURULUM MALİYETİ			1 367 840 TL		2 045 120 TL	
ELEKTRİK BİRİM FİYATI		BF1 = 0.5922 TL/kWh	BF2 = 0.4979 TL/kWh	BF3 = 0.4333 TL/kWh	BF4 = 0.3943TL/kWh	

Mevcut mevzuat ve enerji birim fiyatları doğrultusunda yıllık bazda oluşturulabilecek tasarruf hesabına çizelgede yer verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kojenerasyon tesisinin kompozit kullanım doğalgaz birim fiyatına göre tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısı hesabı

Çalışma süresi=8430h için		Birim fiyat	Kojenerasyon	
			Miktar	Tutar
Gelirler	Elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	4.220.901 kWh	2.776.086 TL
	Isı kazancı	0.1718 TL/kWh	4.866.699 kWh	836.099 TL
Gelirler Toplamı			3.612.185 TL	
Giderler	Doğalgaz tüketimi	2.0331 TL/Sm^3	1 146 480 Sm^3h	2 330 908 TL
	Motor yağlama yağı tüketimi	21 TL/lt	1 336 lt	28 026 TL
	Elektrik Tüketimi	0.6577 TL/kWh	143 310 kWh	94 255 TL
	İşletme ve bakım giderleri	30 TL/h	8 430h	252 900 TL
Giderler Toplamı			2 706 119 TL	
NET KAZANÇ			906 066 TL	
ELEKTRİK BİRİM FİYATI		BF1= 0.6411 TL/ kWh	BF2= 0.5522 TL/ kWh	BF3 = 0.4430 TL/kWh

Kojenerasyon sistemi için Çizelge 4.8 de kurulum maliyetlerinden bağımsız, Kompozit kullanım doğalgaz birim fiyatı ve tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısı miktarı göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalara göre;

- BF1: 0.6411 TL/kWh,
- BF2: 0.5522 TL/ kWh,
- BF3: 0.4430 TL/ kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Kojenerasyon tesisinin Kademe 2 kullanımı doğalgaz birim fiyatına göre tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısının hesabı

Çalışma süresi=8430h için		**Birim fiyat**	**Kojenerasyon**	
			Miktar	**Tutar**
Gelirler	Elektrik kazancı	0.6577 TL/kWh	4 220 901 kWh	2 776 086 TL
	Isı kazancı	0.1718 TL/kWh	4 866 699 kWh	836 099 TL
Gelirler Toplamı			3 612 185 TL	
Giderler	Doğalgaz tüketimi	1.8282 TL/Sm^3	1 146 480 Sm^3h	2 095 995 TL
	Motor yağlama yağı tüketimi	21 TL/lt	1 336 lt	28 026 TL
	Elektrik Tüketimi	0.6577 TL/kWh	143 310 kWh	94 255 TL
	İşletme ve bakım giderleri	30 TL/h	8 430h	252 900 TL
Giderler Toplamı			2 471 206 TL	
NET KAZANÇ			1 140 980 TL	
ELEKTRİK BİRİM FİYATI		BF1= 0.5855 TL/ kWh	BF2= 0.4966 TL/ kWh	BF3= 0.3874 TL/ kWh

Kojenerasyon sistemi için Çizelge 4.9 de kurulum maliyetlerinden bağımsız, kademe 2 kullanımı doğalgaz birim fiyatı ve tam kapasitede üretebileceği elektrik ve ısı miktarı göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalara göre;

- BF1: 0.5855 TL/ kWh,
- BF2: 0.4966 TL/ kWh,
- BF3: 0.3874 TL/ kWh olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.8. ve 4.9. kıyaslandığında diğer koşullar standart tutulurken doğalgaz tüketici sınıfına bağlı olarak sistem kurulumuna bağlı net kazançta 234 914 TL'lik fiyat farkı oluşmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektrik ihtiyacına binaen jeneratör ile üretim yapılmış, üretim esnasında yanma sonucu ortaya çıkan yüksek sıcaklık değerlerindeki atık ısının değerlendirilmesi amacıyla atık ısı kazanları sisteme entegre edilmiştir. Sıcak su ve buhar ihtiyacı buradan karşılanmakla beraber yaz aylarında verimin arttırılması için elde edilen ısı soğutmada da kullanılabilecek şekilde sistem modifiye edilmiştir.

Sistemin gelişim süreci incelendiğinde kimi zaman tesadüfen bulunmakla beraber çoğu zaman ihtiyaçtan doğan buluşlar olduğu ve bu buluşları zaman içerisinde birbirlerine kaynak teşkil ettiği görülmüştür. Motordan elektrik üretirken yanma olayı sonucu motorda ısınma ve baca gazı ile atmosfere salınan yüksek sıcaklıktaki egzoz gazı ile ısı kayıpları oluşmaktadır. Tam kapasitede çalışırken sisteme giren enerji miktarının sadece %42 si mekanik enerjiye dönüştürülerek elektrik üretiminde kullanılabilmektedir. Mekanik enerjinin elektrik enerjisine çevirimi sonucunda alternatör kayıpları da göz önünde bulundurulduğunda sisteme giren enerjinin %38'i elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Eğer atık ısıdan faydalanılmaz ise kalan % 62'lik enerji kaybolmaktadır. Enerji üretim kaynağının tüketim noktasına yakın konumlandırılması ile atık ısıdan maksimum fayda sağlanabilmektedir.

Elektrik enerjisinin kullanıldığı yerin ısı ihtiyacının elektrik ihtiyacına oranı sistemden alınacak verim üzerine etki eden temel parametrelerdendir. Yılın dört mevsimi aktif ısı ihtiyacı olan bölgelerde kojenerasyon sisteminin maksimum verim ile çalışması beklenen bir sonuçtur. Ancak kış mevsiminde ısı ihtiyacı olup diğer mevsimlerde bu ihtiyacın yerini soğutma ihtiyacına bıraktığı bölgelerde ise aynı sistem daha az verimle kullanılmış olacaktır. Mevsimsel ısıtma ve soğutma ihtiyacına bağlı olarak kojenerasyon tesislerinin ekserjisinin düştüğü durumlarda sistem atık ısısından faydalanmak için soğutma ihtiyacının ısı enerjisiyle karşılanabildiği sistem tasarımı üzerine çalışılmıştır. Absorbsiyonlu soğutma sistemlerinin kojenerasyon sistemine entegrasyonu yoluna gidilmiştir.

Sistem seçiminde, kullanılacak alanın yılık enerji tüketim rejimleri incelenmeli, lisansız üretimde elektrik ihtiyaç fazlası sisteme- ücrete mukabil aktarılamadığından ekipman seçimi elektrik tüketimi ve motorun yüklenme durumlarına göre verim değerleri baz alınarak yapılmalıdır. İşletmelerin yıllık iklimlendirme ve kullanım sıcak

su ihtiyacındaki sezonluk değişimler bulunduğu coğrafi bölgeye ve işletmenin çalışma şekline göre değişkenlik göstermektedir. Diyarbakır ili coğrafi koşulları göz önünde bulundurulduğunda Trijenerasyon sistemi, atık ısıdan faydalanma oranının arttırılması için kurulumu önerilebilecek bir sistemdir.

Çizelge 4.6'ya göre Kojenerasyon sistemi için amortisman süresinin 2.04 yıl olduğu, Trijenerasyon sistemi için ise 2.46 yıl olduğu görülmektedir. Sürenin uzamasındaki temel faktörün soğutma grubu olduğuna dikkat edilmelidir. Soğutma grubunun üretimde sağladığı net kazançtaki artış ile kurulum maliyetine, soğutucu ekipman ve soğutucu ekipman kaynaklı enerji sarfiyatından doğan farka oranlanması sonucu soğutucu ekipmanların amortisman süresinin 4.26 yıl olduğu tespit edilmiştir.

Elektrik ihtiyacına istinaden seçilen cihazın kapasitesi çok büyük olmadığından sistemde ısı kaynaklı (buhar türbinli) ayrıca elektrik üretimi yapılamamaktadır. Elektrik birim fiyatının doğalgaz birim fiyatına oranı, kademe 2 tüketici fiyatlarına göre yaklaşık 3,08 olduğu göz önünde bulundurulduğunda sistemden üretilecek elektrik miktarı azalıp ısı enerjisi arttığından birim maliyetin termik santrallerden üretilen elektriğe göre daha fazla olması kaçınılmazdır.

Doğalgaz birim fiyatındaki değişikliğin maliyet üzerine etkileri incelendiğinde hastanenin faturalandırmada esas alınan mevcut durumuna göre tasarruf miktarı tüketim değerlerine göre yaklaşık 893 000 TL civarında olacak iken, tüketici türü kompozit tüketim yapan tüketiciye dönüştürüldüğünde aynı tüketime karşılık yaklaşık 670 000 TL tasarruf sağlanacağı tespit edilmiştir. Bu durum sistemde elektrik üretimi için temel girdi olan gaz fiyatlarının sistemin karlılığı üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. DKDÇH Hastanesi için belirlenen tüketim değerlerine göre diğer parametreler sabit tutulmak koşulu ile mevcut tüketimde belirlenmiş doğalgaz birim fiyatındaki %11.2'lik fiyat artışının net kazanç üzerinde % 24.9'luk kazanç kaybına neden olduğu anlaşılmaktadır. Doğalgaz ve elektrik birim fiyatları arasında kWh fiyat farkı arttıkça sistemin karlılığı artmaktadır.

Çizelge 4.6 ve 4.7 sistemin bakım dönemleri dışındaki elektrik ve ısı ihtiyacı göz önünde bulundurularak oluşturulmuştur. Çizelge 4.8 ile 4.9 ise sistemin bakım dönemleri dışında tam zamanlı ve tam kapasitede çalışacağı ve üretilecek enerjinin tamamının aktif kullanılacağı göz önünde bulundurularak yapılmış hesaplamaları

içermektedir. Elektriğin, görevli dağıtım şirketinden enerji alan tüketiciler için vergi, pay ve fon gibi yasal yükümlülüklerin haricinde tüketim bedeli, hesaplamalarda referans alınan 01/04/2019 tarihi itibarıyla orta gerilim, tek terimli ticarethane için 0.543555 TL olduğu göz önünde bulundurulduğunda, BF1 in çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9'da bu birim fiyatının üzerinde kaldığı tespit edilmiştir. BF2'nin çizelge 4.6 ve 4.8 da bu birim fiyatının üzerinde kaldığı, 4.7 ve 4.9 ise altında kaldığı tespit edilmiştir. Sistemin ürettiği elektrik birim fiyatında esas dikkate alınması gereken BF3 ün çizelge 4.6, 4.7, 4.8 ve 4.9 da bu birim fiyatının altında kaldığı tespit edilmiştir. Sistemin hastanenin şuan kapsamında olduğu kademe 2 kullanımına göre tam kapasitede çalışması durumunda gaz maliyetini içeren çizelge 4.9 a göre kurulum ve kullanımının söz konusu olması durumunda elektrik birim fiyatının (BF3) 0.3874 TL/kWh olacağı görülmektedir. Bu da mevcut elektrik birim fiyatın yaklaşık %71.3'üne denk gelmektedir. Birim maliyette % 29.7'lik bir azalmadan bahsedilebilmektedir.

Gerçek tüketime ve mevcut yasal düzenlemeler doğrultusunda doğalgaz birim fiyatının hesaplandığı çizelge 4.6' ya göre elektrik birim fiyatının (BF3) 0,4891 TL/kWh olacağı görülmektedir. Bu durumda ise BF3 mevcut elektrik birim fiyatın yaklaşık % 90'na denk gelmektedir. Yasal giderler hariç sistemin %10 daha karlı olduğu görülmektedir. Yasal giderler dâhil edilecek bir oranlamada ise kojenerasyon sistemi ile oluşan BF3'ün görevli dağıtım şirketinden temin edilecek elektrik birim fiyatın %74'üne tekabül ettiği ve % 26 karlılıkta olduğu görülmektedir.

İlgili yasal düzenlemeler ile kompozit tüketimin ayrı bir fiyatlandırması olmasının önüne geçilmesi ile yerinde lisanssız üretimin desteklenebileceği ön görülmektedir.

Enerjinin verimli kullanılmasını sağlayan bu ve benzeri sistemlerin daha çok tanıtılması ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Mevcut yapılarda düzenli ısı ihtiyacı bulunan hastane, otel, alışveriş merkezi, siteler gibi toplu konut alanlarında yapılacak fizibilite çalışmalarına göre enerji tasarrufu sağlayan kojenerasyon veya trijenerasyon sistemleri en iyi tasarruf yönteminin israf etmemek olduğu bilinci ile elektrik üretimi esnasında israf edilen ısının geri kazanılması doğrultusunda benzer sistemler desteklenmelidir. Bu teknolojilerin desteklenmesiyle, özellikle ülkemiz gibi enerjide dışa bağımlı ülkelerde enerji tasarrufu üzerine hassasiyetlerin geliştirilmesi ve

beraberinde ekonomik gelişimin desteklenmesi sağlanmış olacaktır.

Yakıt tüketiminin azalmasıyla sera etkisinin temelini oluşturan CO_2 salınımının azaltılması sağlanacaktır. Temel ithalat ürünleri olan petrol ve doğalgaz alımının azaltılmasıylaysa dış ticaret açığının azaltılması hususunda ülke ekonomisine katkılar sağlanacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

İşletmelerde elektrik ihtiyacına bağlı olarak jeneratör ekipmanları, ısı ihtiyacının niteliği ve niceliği göz önünde bulundurularak ihtiyaca göre bileşik ısı güç sistemi seçimi yapılmalıdır. Kurulumdaki temel amacın atık ısıdan aktif faydalanmak olduğu göz ardı edilmemelidir. Kurulumun tasarlanacağı işletmenin yaz aylarındaki soğutma ihtiyacına göre sisteme absorbsiyonlu soğutma grubu entegrasyonu yapılıp yapılmayacağına karar verilmelidir.

6. KAYNAKLAR

Açıkalp, E. 2013. Doğal Gaz Yakıtlı Bir Elektrik Üretim Tesisi ve Bir Trijenerasyon Sisteminin İleri Ekserji ve Eksergoekonomik Yöntemleri Kullanarak Analizi. *Doktora Tezi,*Eskişehir,Osmangazi Üniversitesi.

Aydoğan, A. 2009. Toplam İnşaat Alanı Yirmibin Metrekareden Büyük Ticari Yapılarda Kojenerasyon Sisteminin Alternatif Sistemlerle Enerji Ve Bina Maliyeti Açısından Karşılaştırılması. *Yüksek lisans tezi.* içinde Ankara: Gazi üniversitesi fen bilimleri enstitüsü.

Çakır, D. 2006. Gaz Türbinli Kojenerasyon Sistemlerinde Yakıt Olarak Doğalgaz Kullanımının incelenmesi. *Yüksek lisans tezi.* içinde İstanbul: Yıldız teknik üniversitesi fen bilimleri enstitüsü.

Çelik, Ö. 2012. Doğalgaz Kojenerasyon Tesislerinin Kentsel Sistemler İçinde Kullanımı Esenyurt Örneği. Ö. Çelik içinde, *Yüksek lisans tezi.* İstanbul: Bahçeşehir üniversitesi.

Çengel, Y. A., & Boles, B. A. 2008. *Mühendislik yaklasımıyla termodinamik.* Güven Bilimsel.

Doğan, B., & Türkoğlu, F. 2014. Nevşehir Kapadokya Havalimanı'nın Trijenerasyon Tasarımı. ***Tesisat Mühendisliği Dergisi,*** Sayfa:5-10.

Elektrikport. 2019. tarihinde Teknik Kütüphane: https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/buhar-ve-gaz-turbinleri-nasil-calisir-/8700#ad-image-0 Erişim: 2019

Exxon Mobil 2018 outlook for energy : A View to 2040. 2018. exxonmobil Erişim: https://corporate.exxonmobil.com/en/~/media/Global/Files/outlook-for-energy/2018-Outlook-for-Energy.pdf Erişim tarihi: 10.12.2018

G., M. T. 2008. A new approach to the exergy analysis of absorption refrigeration machines,. T. Morosuk, & G. Tsatsaronis içinde, *Energy* Sayfa:890-907

Ilık, A. 2012 Trijenerasyon Sistemlerinin Enerji Ve Ekserji Analizi. a. Ilık içinde, *Yüksek lisans tezi.* Isparta: Süleyman demirel üniversitesi.

Karaali, R. 2010. Kojenerasyon Tesislerinin Termoekonomik Optimizasyonu. R. Karaali, *Doktora tezi*. Kocaeli: Kocaeli üniversitesi fen bilimleri enstitüsü.

Koçak, T., & Gülşen, O. 1998. Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon, Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon. *İstanbul Konferansı.* İstanbul: Konferansı Bildirisi. Sayfa:*24-25*

Özalp, C. 2017. docplayer.biz.tr:read. Erişim Adresi:

https://docplayer.biz.tr/amp/357743-Birlesik-isi-ve-guc-sistemleri-kojenerasyon-trijenerasyon-coskun-ozalp-iltekno.www-iltekno-com.html Erişim Tarihi: 12.12.2018

Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2018. *Aylık sektör raporları*, epdk.org.tr: Erişim adresi:http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23-3/elektrikaylik-sektor-raporlar. Erişim Tarihi: 11.12. 2018

Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2018. *Doğalgaz piyasa raporları*. epdk.org.tr: ErişimAdresi:http://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=iQsFuiUbwLQ= Erişim Tarihi:10.24.2019

Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, 2018. *Enerji piyasası geliştirme raporu*. epdk: Erişim Adresi: http://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=Y5q2wbNrmDk= Erişim Tarihi: 01.17.2019

Tarım ve Orman Bakanlığı. 2019. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü,A*. Erişim Adresi: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler istatistik.aspx?k=undefined&m=ARDAHAN Erişim Tarihi:01.01.2019

Tarım ve Orman Bakanlığı. 2019. *Meteoroloji Genel Müdürlüğü,D*. Erişim Adresi: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?k=undefined&m=DIYARBAKIR .Erişim Tarihi:01.01.2019

Teksan. A. E., Koçar G., & Aytav E., 2017. Hastanelerde Kojenerasyon / Trijenerasyon Uygulamalarının Sağladığı Faydanın Vaka Analizi Üzerinden İncelenmesi, V. Elektrik Tesisat Ulusal Kongre ve Sergisi. 31 Ekim 2017, İzmir.

Uniturbine. 2019. Erişim Adresi: http://www.uniturbin.com/tr/enerji/gaz-turbini Erişim

Tarihi:01.01.2019

Üçgül, İ., & Elibüyük, U. 2015. Üniversite Yerleşkeleri İçin Doğalgazlı Trijenerasyon Sisteminin Değerlendirilmesi. ***Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi,*** Sayfa:105-109.

Yazman, E. 2015. 0,4 MW Trijenerasyon Sisteminin Modellenmesi, Motor Seçimi Ve Verim Analizleri., *yüksek lisans tezi.* Antalya, Akdeniz üniversitesi fen bilimleri enstitüsü.

Yenice, O. 2005. Kırsal Kesimde Kurulabilecek Doğalgaz Yakıtlı Otoprodüktör Kojenerasyon Santralleri Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tez* Sayfa:76 Ankara, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ziher, D., & Poredos, A. 2006. Economics of trigeneration system in a hospital. *Applied Thermal Engineering*, Sayfa:680-687

EKLER

Specific Heat Capacity of Ethylene Glycol based Water Solutions

Specific Heat - c_p - of ethylene glycol based water solutions at various temperatures are indicated below

Specific Heat - c_p - *(Btu/lb.°F)*								
Temperature		Ethylene Glycol Solution *(% by volume)*						
(°F)	*(°C)*	25	30	40	50	60	65	100
-40	-40	1)	1)	1)	1)	0.68	0.703	1)
0	-17.8	1)	1)	0.83	0.78	0.723	0.7	0.54
40	4.4	0.913	0.89	0.845	0.795	0.748	0.721	0.562
80	26.7	0.921	0.902	0.86	0.815	0.768	0.743	0.59
120	48.9	0.933	0.915	0.875	0.832	0.788	0.765	0.612
160	71.1	0.94	0.925	0.89	0.85	0.81	0.786	0.64
200	93.3	0.953	0.936	0.905	0.865	0.83	0.807	0.66
240	115.6	2)	2)	2)	2)	2)	0.828	0.689
280	137.8	2)	2)	2)	2)	2)	2)	0.71

1. below freezing point
2. above boiling point

- *1 Btu/(lb$_m$°F) = 4,186.8 J/(kg K) = 1 kcal/(kg°C)*

Ek 1 Etilen Glikol/Su Karışımın Oranına Göre Özgül Isısı

SUYUN TERMAL ÖZELLİKLERİ				
Sıcaklık T (^oC)	Dinamik Viskozite μ ($N\,s/m^2$) x 10^{-3}	Yoğunluk ρ (kg/m^3)	Özgül Hacim v (m^3/kg)	Özgül Isı c_p ($kJ/kg.^oC$)
0	1,787	1000,00	0,001000	4,210
5	1,519	1000,00	0,001000	4,204
10	1,307	1000,00	0,001000	4,193
20	1,002	998,00	0,001002	4,183
30	0,798	996,02	0,001004	4,179
40	0,653	992,06	0,001008	4,179
50	0,547	988,14	0,001012	4,182
60	0,467	983,28	0,001017	4,185
70	0,404	977,52	0,001023	4,191
80	0,355	971,82	0,001029	4,198
90	0,315	965,25	0,001036	4,208
100	0,282	957,85	0,001044	4,219

Ek 2 Suyun Termal Özellikleri

Natural Gas - 1500 min-1 / 1500 rpm (50 Hz) - NOx < 500 mg/mN³ / 0,5 g/bhp - 50 °C / 122 °F

Basic Data

		metric		standard
Engine Data				
Rated speed	min^{-1}	1500	rpm	1500
ISO standard power (COP)	kW	550	bhp	738
Engine Torque max. (ISO 1585) at rated speed	Nm	3502	Nm	3502
Mean effective pressure	bar	17,1	psi	248,0
Mean piston speed	m/s	7,85	m/s	7,9
Oil circuit				
Mean oil consumption	g/h	80	lb/hr	0,176
Max . Permissible lubricating oil consumption	g/h	180	lb/hr	0,397
Lube oil filling quantity min. / max.	l	42 90	Imp.gal.	11 24
Cooling circuit				
Coolant filling quantity	l	55	Imp.gal.	14,5
- therefrom mixture cooler HT	l	5	Imp.gal.	1,3
Coolant filling quantity mixture cooler LT	l	3	Imp.gal.	0,8
Coolant operating pressure max. (coolant pump on engine inlet side)	bar	3	psi	43,5
Engine cooling water circulation quantity min.	l/min	738	ft^3/min	26,1
Coolant temperature min.	°C	80	°F	176
Coolant temperature max.	°C	88	°F	190
Difference inlet - outlet max.	K	6	K	6
Mixture temperature after throttle valve max.	°C	190	°F	374
Mixture temperature after mixture cooler max.	°C	50	°F	122
Mixture cooling water inlet temperature LT	°C	42	°F	108
Mixture cooling water circulation quantity LT	l/min	123	ft^3/min	4,3
Difference inlet - outlet max. LT max.	K	5	K	5
Mixture cooling water inlet temperature HT	°C	82	°F	180
Mixture cooling water circulation quantity HT	l/min	236	ft^3/min	8,3
Difference inlet - outlet HT max.	K	5	K	5
Coolant concentration min . / max.	%	40 50	%	40 50
Pressure conditions				
Intake air pressure after air filter max. (measured at new condition)	mbar	15	psi	0,22
Gas flow pressure before zero pressure regulator min. / max.	mbar	30 100	psi	0,44 1,45
Pressure loss over gas mixer max.	mbar	18	psi	0,26
Boost pressure before mixture cooler max.	bar	1,79	psi	25,96
over mixture cooler max.	mbar	25		0,36
Exhaust back pressure min. / max.	mbar	5 40	psi	0,07 0,58
Emissions				
NO_x	mg/m_N^3	< 500 (5 % O_2)	g/bhp	< 0,5 (15 % O_2)
CO	mg/m_N^3	< 700 (5 % O_2)	g/bhp	< 0,7 (15 % O_2)
HCHO (measured by FTIR)	mg/m_N^3	< 60 (5 % O_2)	g/bhp	< 0,1 (15 % O_2)
HC	mg/m_N^3	< 600 (5 % O_2)	g/bhp	< 0,7 (15 % O_2)
NMHC	ppm	< 50	ppm	< 50
NMNEHC (VOC)	ppm	< 10	ppm	< 10
TOC (without Methan)	mg/m_N^3	< 100 (5 % O_2)	g/bhp	< 0,1 (15 % O_2)

Ek 3 Motor Veri Sayfası 1

Gas Engine E3262 LE202

Natural Gas - 1500 min-1 (50 Hz) - NOx < 500 mg/mN³ - 50 °C

Flow and Heat Balance

MZ > 80 / IT 18 °CA / 550 kW
metric

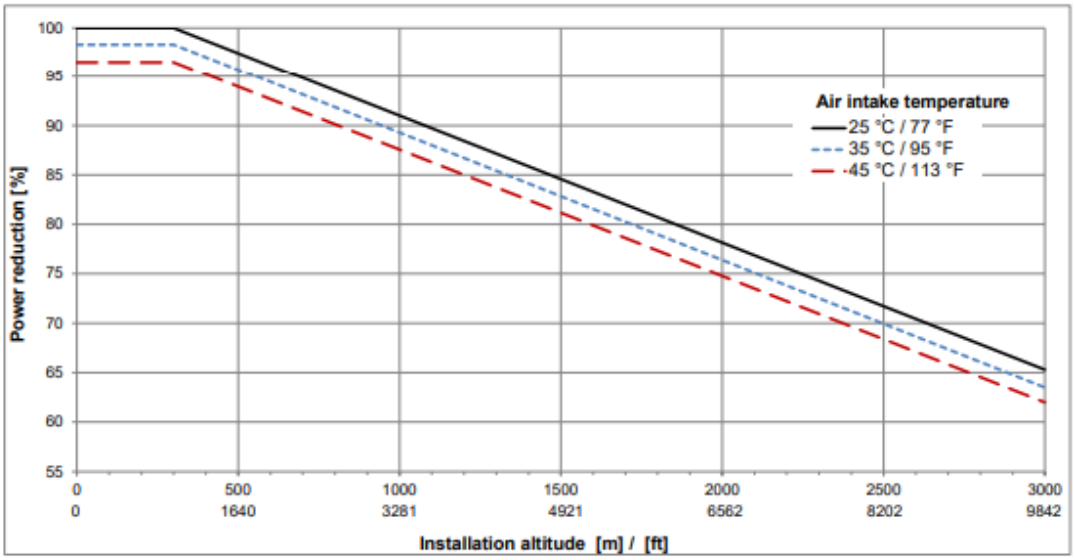
Performance Data				
Load	%	100	75	50
Ignition timing	°CA	18	18	18
ISO standard power[1]	kW	550	412	275
Coolant heat[2]	kW	278,11	235	191
Mixture heat HT[2]	kW	74	34	6
Mixture heat LT[2]	kW	42	30	20
Exhaust heat up to 120 °C	kW	251	201	148
Radiation heat max.	kW	30	25	21
Energy input	kW	1310	1000	705
Specific fuel consumption	MJ/kWh	8,6	8,7	9,2
Air ratio[3]		1,65	1,62	1,58
Efficiency Data				
mechanical[1]	%	42,0	41,2	39,0
thermal	%	46,0	46,9	49,1
total	%	88,0	88,1	88,1
Mass flows				
Combustion air	kg/h	2648	1986	1363
Fuel	kg/h	102	78	55
Exhaust gas mass flow rate, wet	kg/h	2750	2064	1418
Exhaust gas volume flow rate, dry[4]	Nm³/h	2200	1651	1135
Engine coolant mass flow rate	kg/h	45469		
Mixture cooling water mass flow rate LT	kg/h	7295		
Mixture cooling water mass flow rate HT	kg/h	14543		
Temperatures				
Measured exhaust gas temperature before turbocharger (average)	°C	576		
Measured exhaust gas temperature after turbocharger (average)	°C	402		

Ek 3 Motor Veri Sayfası 2

Natural Gas - 1500 min-1 / 1500 rpm (50 Hz) - NOx < 500 mg/mN³ / 0,5 g/bhp - 50 °C / 122 °F

Power Reduction

Power reduction depending on installation altitude



Power reduction depending on installation altitude has to be implemented permanently in the system control.

Ek 3 Motor Veri Sayfası 3

MarelliGenerators

THREE PHASE SYNCRONOUS GENERATOR

MJB 355 MA4

CONTINUOUS DUTY

4 poles

50 Hz - 1500 rpm / 60 Hz - 1800 rpm

AMBIENT TEMPERATURE	40°C	WINDING DATA	Winding code M0
TEMPERATURE RISE	H		Number of leads 12
INSULATION CLASS	H		Winding pitch 2/3
POWER FACTOR	0,8		

FREQUENCY		Hz	50 Hz				60 Hz				
VOLTAGE	Connections Star series	V	380	400	415	440	380	416	440	460	480
	Star parallel		190	200	208	220	190	208	220	230	240
RATING POWER		kVA	680	680	680	680	700	740	775	805	825
		kW	*544*	*544*	*544*	*544*	*560*	*592*	*620*	*644*	*660*
EFFICIENCY [%] @ 0,8 p.f.		4/4	94,4	94,7	94,8	94,8	94,3	94,6	94,9	95,0	95,1
		3/4	95,2	95,3	95,3	95,2	94,8	95,1	95,3	95,4	95,4
		2/4	95,5	95,4	95,4	95,4	95,0	95,2	95,4	95,5	95,5
EFFICIENCY [%] @ 1 p.f.		4/4	95,6	95,8	95,9	95,9	95,5	95,7	96,0	96,1	96,1
		3/4	96,2	96,3	96,3	96,2	95,9	96,1	96,3	96,3	96,4
		2/4	96,4	96,4	96,4	96,3	96,1	96,2	96,4	96,4	96,4
SHORT CIRCUIT RATIO		SCR	0,27	0,3	0,32	0,36	0,22	0,25	0,27	0,28	0,30
REACTANCES [%]											
Direct axis synchronous		Xd	387	349	324	288	353	421	394	375	353
Quadrature axis synchronous		Xq	204	184	171	152	252	222	208	198	186
Direct axis transient		X'd	33,6	30,3	28,1	25,0	41,5	36,6	34,2	32,5	30,6
Direct axis subtransient		X"d	13,6	12,3	11,4	10,2	16,8	14,9	13,9	13,2	12,4
Quadrature axis subtransient		X"q	17,4	15,7	14,6	13,0	21,5	19,0	17,7	16,9	15,9
Negative sequence		X_2	15,5	14,0	13,0	11,6	19,2	16,9	15,8	15,0	14,2
Zero sequence		X_0	3,5	3,2	2,9	2,6	4,3	3,8	3,6	3,4	3,2
TIME CONSTANTS [s]											
Open circuit		T'do	2,72								
Transient		T'd	0,23								
Subtransient		T"d	0,016								
Armature		T_a	0,022								

MECHANICAL CHARACTERISTICS

D-end bearing/Lubrication		6322 C3 / With grease nipple
N-end bearing/Lubrication		6317 2Z C3 / Prelubricated
Overspeed [r.p.m.]		2250
Inertia (J) [kgm2]	Refer to B34 construction	11,69
Weight [kg]	Refer to B34 construction	1800
Method of cooling		IC01
Cooling air required [m3/s] @ 50/60 Hz		0,93 / 1,12
Degree of protection		IP23
Types of construction available		B2 (SAE) - IM B34
Direction of rotation (Standard)		CW

OTHER DATA

Phase resistance [Ω] @ 20 °C - Star series	0,004
Overloads	10% for 1 hour every 12 hours
3-phase short circuit sustained current	≥ 300 % (3 In) with auxiliary winding
Voltage regulation accuracy	± 0,5 % In steady state condition
Radio interference	EN 55011 - Class B Group 1
Wave form THF	< 2%
Total harmonic content	< 2% - At no load

STANDARDS

IEC 60034-1; CEI 2-3; BS 4999-5000; VDE 0530; NF 51-100,111; OVE M-10, NEMA MG 1.22.

SIN.DT.024.7 Data and Technical Specification are subject to change in order to update or improve the products, without prior notice

Ek 4 Alternatör Veri Sayfası

Model		HSA	
Spec.		132	
Cooling capacity		USRt	135
		kW	473
		10^4kcal/h	40.7
Chilled water	Inlet/outlet temperature	℃	12/7
	Flow	m^3/h	81.4
	Pressure loss	mH_2O	5
	Connection diameter (DN)	mm	125
Cooling water	Inlet/outlet temperature	℃	28/33
	Flow	m^3/h	184
	Pressure loss	mH_2O	6.5
	Connection diameter (DN)	mm	150
Hot water	Inlet/outlet temperature	℃	95/80
	Flow	m^3/h	35.6
	Pressure loss	mH_2O	5
	Connection diameter (DN)	mm	80
Electrical data	Power supply	3Φ-380V –50Hz	
	Total current	A	14.7
	Electric power	kW	4.55
Overall dimensions	Length	mm	3260
	Width		1650
	Height		2550
Operating weight		t	7.9
Shipping weight			6

Ek 5 Absorbsiyonlu Soğutucu Veri Sayfası

25 m2 PASLANMAZ EGZOZ EŞANJÖRÜ TEKNİK FÖY

ÇALIŞMA DEĞERLERİ

-Eşanjör gücü	:312 kW
-Egzoz gaz debisi	:2872 kg/h
-Egzoz gaz giriş sıcaklığı	:458 °C
-Egzoz gaz giriş sıcaklığı	:120 °C
-Su giriş sıcaklığı	:87.7 °C
-Su çıkış sıcaklığı	:95 °C
-Su debisi	:38.28m3/h

YUKARIDAKİ ÖZELLİKLERİ KARŞILAYAN 25m2 EGZOS EŞANJÖRÜ TEKNİK ÖZELLİKLERİ

1 – 25 m^2 PASLANMAZ EŞANJÖR VE BYPASS HATTI

1.1 – 25 m^2 PASLANMAZ EŞANJÖR

TEKNİK ÖZELLİKLER

KAPASİTE	25m2 soğutma yüzeyli
ÇAP	Ø 508mm
BORU BOYU	2000mm
TOPLAM BOY	3000mm

MALZEME

BORU	AISI 304 kalite paslanmaz çelik 3mm

DONANIM

GAZ GİRİŞİ	DN 200	1 adet
GAZ ÇIKIŞI	DN 200	1 adet
BY PASS HATTI	DN 200	1 adet
OTOMATİK VANA	DN 200	1 adet
MANUEL VANA	DN 200	1 adet
KOMPANSATOR	DN 200	1 adet

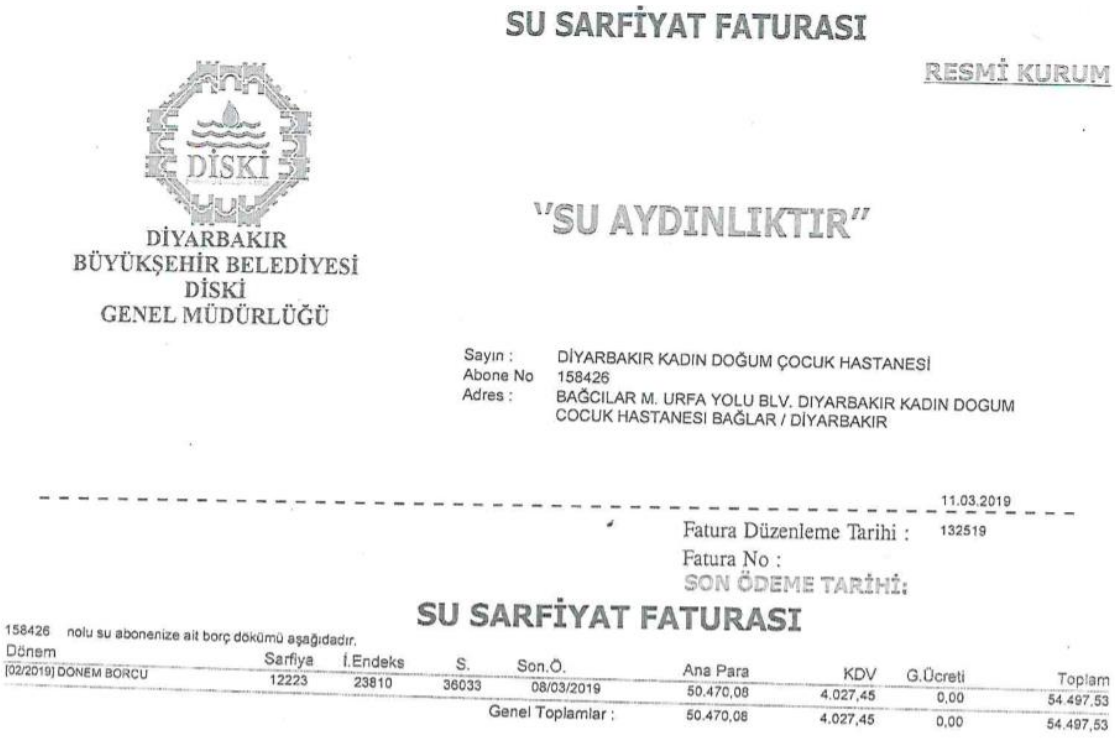
Ek 6 Egzoz Eşanjörü Veri Sayfası

Process Data		Hot	Cold
Fluid		EGLY40	WATER
Mass Flow Rate	kg/h	62854	40783
Volume Flow Rate	l/h	62234	41966
Inlet Temperature	°C	90,0	80,0
Outlet Temperature, Duty	°C	84,4	87,8
Pressure Drop, calculated	bar	0,44	0,20
Heat Exchange Rate, Duty	kW	369,60	
Design (Duty) HTC	W/°C m²	6718,5	
Clean HTC	W/°C m²	6767,4	
% Difference in HTC		0,7%	
Fluid Volume in PHE	l	36,1	34,9

Fluid Properties		Hot	Cold
Density	kg/(m³)	1012,0	969,3
Specific Heat Capacity	kJ/kg °C	3,780	4,199
Thermal Conductivity	W/m °C	0,450	0,672
Inlet Viscosity	mPa s	0,63	0,36
Outlet Viscosity	mPa s	0,68	0,32

Plate Heat Exchanger Specifications					
PHE Type		HF34 WF			
Frame Type / Size		MG-10/2, Painted, max. 64 plates			
Dimensions (H*W*L)	mm	1348x448x814			
Total Number of Plates		56			
Total Active Area	m²	17,23			
Hot Side Flow Arrangement		1*28			
Cold Side Flow Arrangement		1*27			
Plate Material		0.5 mm S.Steel AISI 316			
Gasket Material		EPDM			
Hot Side Connection - Inlet	H1	NW100 Flange (Studded) Rubber Lined PN10 EN 1092-1			
Hot Side Connection - Outlet	H4	NW100 Flange (Studded) Rubber Lined PN10 EN 1092-1			
Cold Side Connection - Inlet	H3	NW100 Flange (Studded) Rubber Lined PN10 EN 1092-1			
Cold Side Connection - Outlet	H2	NW100 Flange (Studded) Rubber Lined PN10 EN 1092-1			
Design Code		PED Marked with CE			
Certificate					
Design Temperature	°C	Max.	140	Min.	0
Design Pressure	bar		10,0		
Test Pressure	bar	Balanced	14,8	Differential	14,8
Mass	kg	Flooded	426	Empty	356
Approx. Shipping Mass & Volume		Fixed on Pallet		kg	m³

Ek 7 Plakalı Eşanjör Veri Sayfası



SU SARFİYAT FATURASI

RESMİ KURUM

DİSKİ

DİYARBAKIR
BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
DİSKİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

"SU AYDINLIKTIR"

Sayın : DİYARBAKIR KADIN DOĞUM ÇOCUK HASTANESİ
Abone No 158426
Adres : BAĞCILAR M. URFA YOLU BLV. DIYARBAKIR KADIN DOGUM COCUK HASTANESI BAĞLAR / DİYARBAKIR

11.03.2019

Fatura Düzenleme Tarihi : 132519
Fatura No :
SON ÖDEME TARİHİ:

SU SARFİYAT FATURASI

158426 nolu su abonenize ait borç dökümü aşağıdadır.

Dönem	Sarfiya	İ.Endeks	S.	Son.Ö.	Ana Para	KDV	G.Ücreti	Toplam
[02/2019] DÖNEM BORCU	12223	23810	36033	08/03/2019	50.470,08	4.027,45	0,00	54.497,53
				Genel Toplamlar :	50.470,08	4.027,45	0,00	54.497,53

Ek 8 Su Faturası

ABONENO	ADI SOYADI	DONEM	SAYAC_SERINO	MEKANİK İLKENDEĞ	MEKANİK SONENDEĞ	TÜKETİM TOPLAM(TL)	TUK_KWH	DÜZELTİLMİŞ TÜKETİM sm3	SATIŞ FİYATI(TL/sm3	FATINC	FATURA GENEL TOPLAM
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	20/01/2016	2085910	0	0	119093,08	1200498,91	112828,8451	1,055520	A150301	119.093,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	03/02/2016	2085910	0	0	149822,12	1509133,43	141835,8491	1,056306	A150894	149.822,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	02/03/2016	2085910	0	0	99579,08	1001271,56	94104,46983	1,058176	A152154	100.235,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	04/04/2016	2085910	0	0	81435,1	818915,514	76965,7438	1,058069	A153695	81.435,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	03/05/2016	2085910	0	0	27789,32	279897,635	26306,1687	1,056380	A154971	27.789,25
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	03/06/2016	2085910	0	0	18123,19	182916,532	17191,40338	1,054201	A156430	18.123,25
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	01/07/2016	2085910	0	0	18915,07	190729,88	17925,7406	1,055190	A157776	18.915,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	03/08/2016	2085910	0	0	19133,67	201796,29	18965,81673	1,008850	A159947	19.133,75
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	05/09/2016	2085910	0	0	20220,05	213200,761	20037,66551	1,009102	A338508	20.303,50
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	04/10/2016	2085910	0	0	22606,1	238334,608	22399,86917	1,009207	A340312	22.606,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	02/11/2016	2085910	0	0	29548,36	312495,646	29369,89154	1,006077	A342530	29.760,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	02/12/2016	2085910	0	0	78288,04	908261,419	85362,91532	0,917120	A344652	78.288,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	03/01/2017	2085910	0	0	140508,56	1629130,48	153113,7668	0,917674	A346596	140.594,75
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	01/02/2017	2085910	0	0	126264,76	1462200,82	137424,8891	0,918791	A348237	127.348,00
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	28/02/2017	2085910	1795766	1857369	110152,86	1273109,09	119653,1097	0,920602	A349554	110.152,94
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/03/2017	2085910	1857369	1902311	79161,06	912528,071	85763,91645	0,923011	A351187	79.161,06
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	28/04/2017	2085910	1902311	1932074	52459,8	604159,482	56781,9062	0,923882	A352737	52.503,39
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/05/2017	2085910	1932074	1946952	25747,91	296319,5	27849,57707	0,924535	A354522	25.892,35
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/06/2017	2085910	1946952	1959628	213666,35	2457747,766	23096,59455	0,925087	A356026	21.366,35
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/07/2017	2085910	1959628	1965202	9181,21	105558,431	9920,905169	0,925441	A209241	9.556,79
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	29/08/2017	2085910	1965202	1969451	6973,03	80165,569	7534,357989	0,925498	A211257	6.973,03
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	29/09/2017	2085910	1969451	1973975	7342,68	84374,972	7929,978571	0,925939	A213172	7.443,79
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/10/2017	2085910	1973975	1981133	12357,54	141910,601	13337,4625	0,926529	A352764	12.357,54
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/11/2017	2085910	1981133	2012678	55711,72	635785,474	59754,27387	0,932347	A355098	55.711,72
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	29/12/2017	2085910	2012678	2054560	75334,32	854326,826	80293,87462	0,938232	A457611	75.334,32
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/01/2018	2085910	2054560	2107632	106368,65	1086272,5	102093,2798	1,041877	A458872	106.368,65
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	28/02/2018	2085910	2107632	2147255	80284,63	811143,763	76235,31607	1,053116	A460055	80.284,63
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/03/2018	2085910	2147255	2174232	54075,69	545906,406	51306,99305	1,053963	A461425	54.252,52
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/04/2018	2085910	2174232	2184905	22855,75	213279,495	20045,06532	1,140218	A462917	22.855,75
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/05/2018	2085910	2184905	2192782	16672,62	154666,249	14536,3016	1,146964	A464381	16.672,62
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	29/06/2018	2085910	2192782	2195917	6529,54	60490,65	5685,211466	1,148513	A465717	6.529,54
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/07/2018	2085910	2195917	2198109	4815,23	41416,819	3892,558177	1,237035	A468055	4.815,23
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/08/2018	2085910	2198109	2199220	2698,92	20692,337	1944,768515	1,387785	A251547	2.698,92
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	28/09/2018	2085910	2199220	2201840	7271,95	49822,986	4682,611466	1,552969	A253737	7.271,95
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/10/2018	2085910	2201840	2205816	13416,26	79786,474	7498,728759	1,789138	A255925	13.416,26
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/11/2018	2085910	2205816	2239599	116704,3	680869,895	63991,53148	1,823746	A257992	116.704,30
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/12/2018	2085910	2239599	2290052	177567,9	1032772,27	97065,06325	1,829370	A259310	177.567,90
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	31/01/2019	2085910	2290052	2355409	231415,41	1347963,8	126688,3271	1,826651	A260412	231.415,41
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	28/02/2019	2085910	2355409	2407293	182057,69	1060976,31	99715,81842	1,825765	A261395	182.057,69
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/03/2019	2085910	2407293	2456120	171339,95	997391,631	93739,81494	1,827825	A262748	171.339,95
54006	KADIN DOĞUM VE ÇOCUK HASTALIKLARI HASTANESİ	30/04/2019	2085910	2456120	2490289	119003,11	692588,203	65092,87622	1,828205	A096706	119.003,11

Ek 9 Hastane doğalgaz tüketim verileri

Ek 10 BOTAŞ tarife bilgileri veri sayfası

BOTAŞ'tan Doğal Gaz Satın Alan Dağıtım Şirketleri İçin Doğal Gaz Toptan Satış Fiyatları						
	TL/Sm³					
Serbest Olmayan Tüketici(Abone)	0,890014					
CNG	1,351527					
	Elektrik Üretimi Amacı Dışındaki Kullanım		**Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanım**		**Kompozit Kullanım**	
	TL/Sm³	**TL/kWh**	**TL/Sm³**	**TL/kWh**	**TL/Sm³**	**TL/kWh**
Kademe 1	0,890014	0,08364793	1,550000	0,14567669	1,503000	0,14125940
Kademe 2	1,351527	0,12702321	1,550000	0,14567669	1,503000	0,14125940

BOTAŞ'tan Doğal Gaz Satın Alan Serbest Tüketiciler için Doğal Gaz Toptan Satış Fiyatları						
	Elektrik Üretimi Amacı Dışındaki Kullanım		**Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanım**		**Kompozit Kullanım**	
	TL/Sm³	**TL/kWh**	**TL/Sm³**	**TL/kWh**	**TL/Sm³**	**TL/kWh**
Kademe 1	0,890014	0,08364793	1,550000	0,14567669	1,503000	0,14125940
Kademe 2	1,351527	0,12702321	1,550000	0,14567669	1,503000	0,14125940
OSB	1,344770	0,12638816	1,550000	0,14567669	1,503000	0,14125940

	TL/Sm³	TL/kWh
CNG	1,351527	0,12702321

EPDK tarafından onaylanan ve 1/4/2019 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Vergi, Fon ve Pay Hariç Tarifeler

Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcısı Tüketiciler

	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh
	36,4509	36,9598	61,2935	17,3202

Dağıtım Sistemi Kullanıcıları

Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan Tüketiciler

	Kapasite		Aktif Enerji + Dağıtım				Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece	
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim							
Çift Terimli							
Sanayi	285,2936	570,5872	44,0773	44,5863	68,9200	24,9467	24,6597
Ticarethane	285,2936	570,5872	51,3462	51,8085	78,2895	30,7386	24,6597
Mesken	285,2936	570,5872	38,7361	39,2860	59,3110	23,2722	
Tarımsal Sulama	285,2936	570,5872	45,5822	45,9994	69,8137	26,9694	24,6597
Aydınlatma	285,2936	570,5872	47,4776				
Tek Terimli							
Sanayi			44,7948	45,3039	69,6377	25,6642	24,6597
Ticarethane			54,3555	54,8178	81,2989	33,7479	24,6597
Mesken			41,0882	41,6380	61,6630	25,6242	
Tarımsal Sulama			48,0137	48,4309	72,2452	29,4008	24,6597
Aydınlatma			50,3611				
Alçak Gerilim							
Tek Terimli							
Sanayi			49,7373	50,2462	74,5800	30,6066	24,6597
Ticarethane			57,3852	57,8475	84,3285	36,7776	24,6597
Mesken			43,4451	43,9950	64,0199	27,9811	
Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler			20,8548				
Tarımsal Sulama			50,4969	51,5895	74,7284	31,8840	24,6597
Aydınlatma			53,2306				
Genel Aydınlatma			42,8262				

Özel Tedarikçiden Enerji Alan Tüketiciler İçin Sistem Kullanım Tarifeleri

	Kapasite		Dağıtım Bedeli	Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli		
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kVARh
Orta Gerilim				
Çift Terimli				
Sanayi	285,2936	570,5872	7,5554	24,6597
Ticarethane	285,2936	570,5872	11,7750	24,6597
Mesken	285,2936	570,5872	11,6631	
Tarımsal Sulama	285,2936	570,5872	9,6976	24,6597
Aydınlatma	285,2936	570,5872	11,3014	
Tek Terimli				
Sanayi			8,3456	24,6597
Ticarethane			14,6879	24,6597
Mesken			14,4009	
Tarımsal Sulama			12,0745	24,6597
Aydınlatma			14,0976	
Alçak Gerilim				
Tek Terimli				
Sanayi			12,9124	24,6597
Ticarethane			17,4991	24,6597
Mesken			17,1147	
Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler			11,6077	
Tarımsal Sulama			14,3786	24,6597
Aydınlatma			16,7603	

Üreticiler İçin Veriş Yönünde Çift Terimli Dağıtım Tarifesi

	Kapasite		Dağıtım Bedeli	Reaktif Enerji
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli		
	kr/Ay/kW	kr/Ay/kW	kr/kWh	kr/kVARh
Üretici	160,3354	320,6708	1,0794	24,6597

Üreticiler İçin Veriş Yönünde Tek Terimli Dağıtım Tarifesi

	Dağıtım Bedeli	Reaktif Enerji
	kr/ kWh	kr/kVARh
Üretici	1,4641	24,6597
Lisanssız Üretici*		
31/12/2017 tarihinden önce geçici kabule hazır tutanağı alan tesisler için**	3,6720	24,6597
31/12/2017 tarihinden sonra geçici kabule hazır tutanağı alan tesisler için	14,6879	24,6597

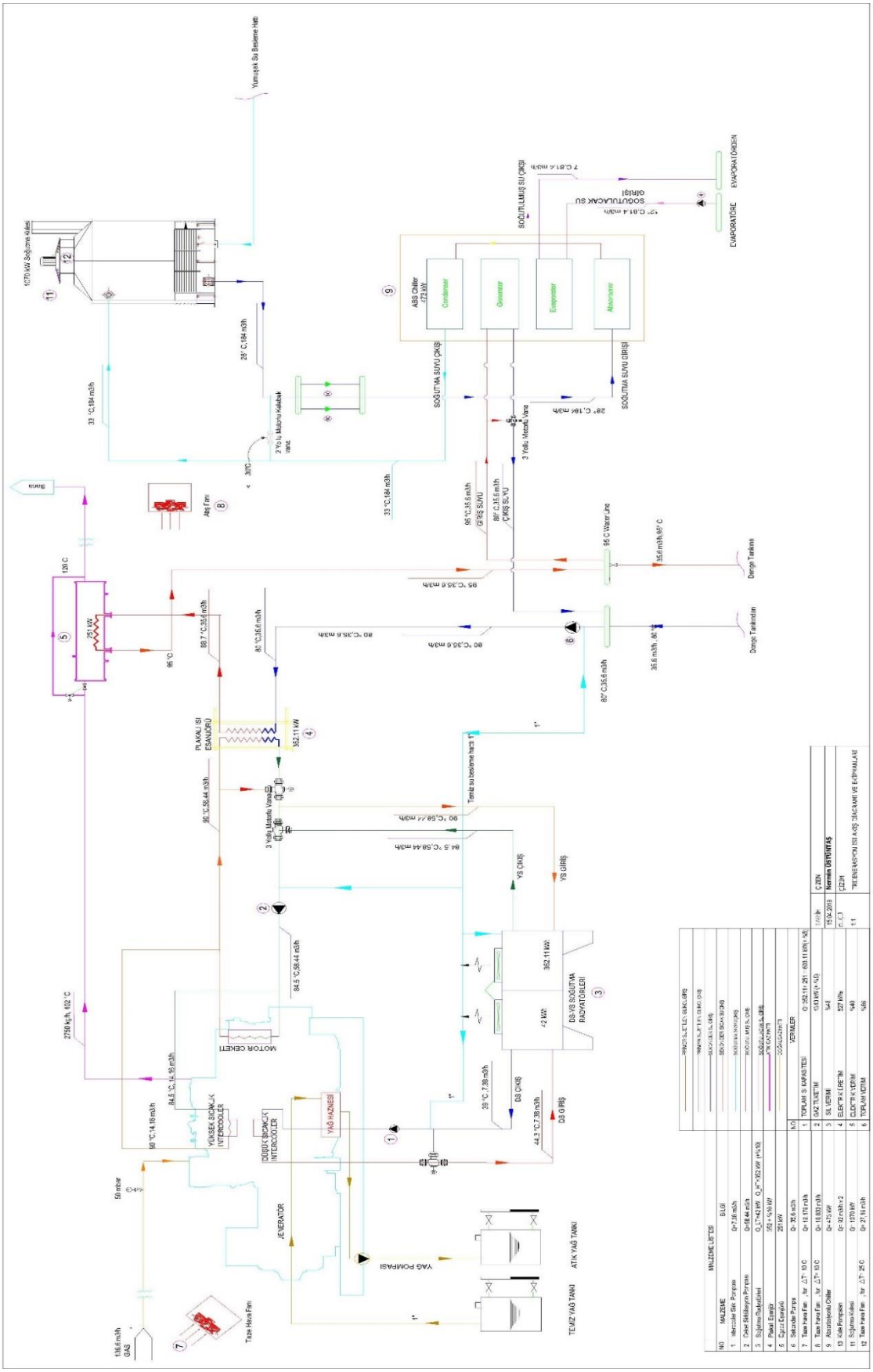
Çok zamanlı tarife uygulamasında; sayaç saati sürekli yaz saati uygulamasına göre güncellenmemiş sayaçlar için, Ekim Ayının Son Pazar Günü ile Mart Ayının Son Pazar Günü arasında Gündüz 07-18, Puant 18-23, Gece 23-07 saatleri arasında; Mart Ayının Son Pazar Günü ile Ekim Ayının Son Pazar Günü arasında Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasında; sayaç saati sürekli yaz saati uygulamasına göre güncellenmiş sayaçlar için yıl boyunca Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasındadır.

Emreamade kapasite tarifesine tabi kullanıcılara üreticiler için belirlenmiş olan güç, güç aşım ve dağıtım bedeli emreamade güç, güç aşım ve dağıtım bedeli olarak uygulanır.

Fon, pay, vergi vb. yasal yükümlülükler ayrıca ilave edilecektir.

*11/5/2017 tarihli ve 7070 sayılı Kurul Kararı gereği Elektrik Piyasası Kanununun 14 üncü maddesinin birinci fıkrasının (b) bendi kapsamındaki lisanssız üreticiler için sadece tek terimli dağıtım tarifesi uygulanacaktır.

**31/12/2017 tarihinden önce ilgili şebeke işletmecisinden geçici kabule hazır tutanağı alan tesisler için geçici kabulün bu tutanağa istinaden yapılması halinde uygulanacak olan tarifedir.



Ek 12 Akış Şeması

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Nermin ÜSTÜNTAŞ

Doğum Yeri: DİYARBAKIR

Doğum Tarihi: 01.08.1986

Medeni Hali: Evli

Çocuk Sayısı: 2

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lise: Atatürk Lisesi / Diyarbakır, 2003

Lisans: Dicle Üniversitesi, Makine Mühendisliği / DİYARBAKIR, 2010

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Üstüntaş Doğalgaz Ve Mühendislik(Nermin ÜSTÜNTAŞ): Firma Sahibi(2010-2012), Diyarbakır

Diyarbakır İl Sağlık Müdürlüğü: Makine Mühendisi (2012-2014), Diyarbakır

Diyarbakır Kamu Hastaneler Birliği Genel Sekreterliği: Makine Mühendisi (2014- 2017), Diyarbakır

Diyarbakır Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı (2017-Halen), Diyarbakır

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN ENSTİTÜSÜ
TEZ İNTİHAL FORMU

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
ADI VE SOYADI	Nermin ÜSTÜNTAŞ
ÖĞRENCİ NO	13818005
EĞİTİM – ÖĞRETİM YILI	2018/2019
YARIYIL	☐ Güz ☒ Bahar
ANABİLİM DALI	
PROGRAM	Yüksek Lisans
TEZ KONUSU	Diyarbakır Kadın Doğum Ve Çocuk Hastalıkları Hastanesinin Bileşik Isı Güç Sistemi Seçimi Ve Sistem Kurulum Analizi
İNTİHAL RAPORU BİLGİLERİ	
RAPOR TÜRÜ	Tez Savunma Sınavı Sonrası
SAYFA SAYISI	79
BENZERLİK ORANI	% 17
RAPORLAMA TARİHİ	30/07/ 2019

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın kapak sayfası, giriş, ana bölümler, sonuç ve tartışma kısımlarından oluşan toplam 79 sayfalık kısmına ilişkin, 30/07/2019 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından *turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 17'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

☐ Kabul/Onay sayfaları hariç,
☐ Kaynakça hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Programlarda Tez Çalışması İntihal Raporu Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Nermin ÜSTÜNTAŞ
(İMZA/TARİH)
30,07,2019

Prof. Dr. Hasan BAYINDIR	~~Prof. Dr. Vedat ORUÇ~~
Tez Danışmanı	**Anabilim Dalı Başkanı**
(İMZA/TARİH)	(İMZA/TARİH)
30.07.2019	Dr. Öğr. Üyesi Mesut HÜSEYİNOĞLU

Formdaki bilgiler bilgisayar ortamında doldurulmalıdır. El yazısı ile doldurulan formlar geçersiz sayılmaktadır.