

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KAMPÜSÜNÜN ENERJİ İHTİYACINI
KARŞILAMAYA YÖNELİK BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI VE
TEKNO - EKONOMİK ANALİZLERİ**

Çiğdem IŞIKYÜREK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Haziran 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KAMPÜSÜNÜN ENERJİ İHTİYACINI
KARŞILAMAYA YÖNELİK BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI VE
TEKNO - EKONOMİK ANALİZLERİ**

Çiğdem IŞIKYÜREK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Haziran 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KAMPÜSÜNÜN ENERJİ İHTİYACINI
KARŞILAMAYA YÖNELİK BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI VE
TEKNO - EKONOMİK ANALİZLERİ**

Çiğdem İŞIKYÜREK

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ**

**Bu tez
Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FDK-2017-2480 nolu proje ile desteklenmiştir.**

HAZİRAN 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KAMPÜSÜNÜN ENERJİ İHTİYACINI
KARŞILAMAYA YÖNELİK BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI VE
TEKNO - EKONOMİK ANALİZLERİ

Çiğdem İŞIKYÜREK

TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

Bu tez 14/06/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Can ERTEKİN

Prof.Dr. Recep KÜLCÜ

Prof.Dr.İbrahim YILMAZ

Prof.Dr.Kamil EKİNCİ

Prof.Dr.Murad ÇANAKCI



ÖZET

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KAMPÜSÜNÜN ENERJİ İHTİYACINI KARŞILAMAYA YÖNELİK BİYOGAZ TESİSİNİN TASARIMI VE TEKNO - EKONOMİK ANALİZLERİ

Çiğdem IŞIKYÜREK

Doktora Tezi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Can ERTEKİN

Haziran 2019; 146 sayfa

Bu çalışmada Akdeniz Üniversitesi, enerji karakteristiği yönünden incelenmiş ve enerji üretim potansiyeli değerlendirilmiştir. Üniversite merkez kampüsü 3.400 ha alanı ve yaklaşık 70.000 öğrenci sayısı ile küçük bir ilçenin özelliklerine sahiptir. Kampüs eğitim ve hastane kısmı ile büyük bir yerleşke olmasının yanı sıra enerji tüketimi yönünden de 24 saat boyunca aktif durumda bulunmaktadır.

Çalışma kapsamında ilk olarak Akdeniz Üniversitesinin enerji tüketimi 3 yıl boyunca takip edilerek enerji dağılımı günlük, aylık ve mevsimsel olarak incelenmiştir. Üniversitenin enerji tüketim karakteristiğinin çıkarılması, enerji tüketimi ölçümlerinin yapılması, enerji dağıtım sistemlerinin incelenmesi, pik yüklerin belirlenmesi, yük-zaman profillerinin çıkarılması ve toplam enerji talebinin belirlenmesi çalışmanın birinci aşamasını oluşturmaktadır. Daha sonra üniversitenin ve bulunduğu yakın bölgenin atık potansiyeli belirlenmiştir. Bu kısımda üniversitenin hastane ve merkezi yemekhane atıkları, çim atıkları ve hayvansal atıklarının yıllık toplam miktarı ile üniversite yerleşkesinin bulunduğu çevredeki belediyenin kullanılabilir çim atık miktarları belirlenmiştir. Belirlenen bu atıkların dağılım oranlarına göre numuneler alınarak gerekli analizler yapılmış ve metan üretim potansiyeli, kimyasal ve fiziksel özellikleri laboratuvar analizleri ile saptanmıştır. Bu sayede atık karışımının biyometan üretim potansiyeli ve buna bağlı üretilebilecek enerji miktarı laboratuvar koşullarında ortaya konmuştur.

Yapılan enerji analizleri doğrultusunda planlanmış biyogaz tesisinin kapasitesi hesaplanmıştır. Elektrik ve ısı enerjisi yönünden üretilebilecek maksimum enerji düzeyi tespit edilerek bu enerjinin üniversitenin enerji tüketimini karşılama imkanları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre üniversitenin enerji tüketiminin büyük kısmını karşılayabilecek ölçekte bir biyogaz tesisinin boyutlandırılarak tasarlanması, tesisin teknik, ekonomik, çevresel yönden hesaplamalarının ve analizlerinin gerçekleştirilmesi ile üniversitenin kendi enerjisini üretmesi yönünde gerekli tüm alt yapı ve fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada uzun yıllardır artan elektrik tüketim maliyetine ve kampüs atık problemine çözüm önerisinde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELELER: Atık, Biyogaz, Ekonomi, Enerji, Üretim, Maliyet, Yenilenebilir Enerji

JÜRİ: Prof.Dr. Can ERTEKİN
Prof.Dr. Recep KÜLCÜ
Prof.Dr. İbrahim YILMAZ
Prof.Dr. Kamil EKİNCİ
Prof.Dr. Murad ÇANAKCI

ABSTRACT

DESIGN OF THE BIOGAS PLANT TO MEET THE ENERGY NEED OF AKDENIZ UNIVERSITY CENTRAL CAMPUS AND TECHNO - ECONOMIC ANALYSIS

Çiğdem İŞIKYÜREK

PhD Thesis, Department of Agricultural Machinery and Technology Engineering

Supervisor: Prof. Dr. CAN ERTEKİN

June 2019; 146 pages

In this study, Akdeniz University has been examined in terms of energy characteristics and energy production potential has been evaluated. The university central campus has the characteristics of a small district with an area of 3.400 hectares and a number of approximately 70.000 students. Campus and training hospital with a large part of the campus as well as in terms of energy consumption that is still in the active state for 24 hours. In the scope of the study, energy consumption of Akdeniz University was monitored for 3 years and energy distribution was examined daily, monthly and seasonally.

The first step of the study is to determine the energy consumption characteristics of the university, to make measurements of energy consumption, to examine energy distribution systems, to determine peak loads, to determine load-time profiles and to determine the total energy demand. Then, the waste potential of the university and the nearby region was determined. In this section, the annual total amount of the hospital, central cafeteria wastes, animal wastes and animal wastes of the university and the available lawn sludges of the surrounding municipality are determined where the university campus is located. Necessary analyzes of these wastes were made by taking samples according to the distribution rates of these wastes and methane production potential, chemical and physical properties were determined by laboratory analysis. By this way, bio-methane production potential of the waste's mixture and in addition to this amount of producible energy have been demonstrated under laboratory conditions.

According to the energy analyzes, the capacity of the planned biogas facility was calculated. The maximum energy level that can be produced in terms of electricity and heat energy was determined and the possibilities of this energy to meet the energy consumption of the university were evaluated. In accordance with the obtained results, all necessary infrastructure and feasibility studies have been carried out in order to design a biogas plant that can meet the majority of the energy consumption of the university by sizing it, performing technical, economic, environmental calculations and analysis of the plant and generating the energy of the university. In this study, solutions for the increasing electricity consumption cost and campus waste problems have been proposed for many years.

KEYWORDS: Waste, Biogas, Economy, Energy, Production, Cost, Renewable Energy

COMMITTEE: Prof.Dr. Can ERTEKİN
Prof Dr. Recep KÜLCÜ
Prof.Dr. İbrahim YILMAZ
Prof.Dr. Kamil EKİNCİ
Prof.Dr. Murad ÇANAKCI

ÖNSÖZ

Enerji basit olarak iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin sağlandığı kaynağın kendi öz kaynaklarınızı tüketmeden karşılanması ise en önemli unsurdur. Gelişen teknoloji, artan nüfus her geçen gün daha fazla enerji ihtiyacı doğurmaktadır. Gelecek nesillere temiz bir dünya bırakabilmemiz açısından enerjinin sağlandığı kaynaklar bu noktada büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı çok önem arz etmektedir. Bu çalışmada da Akdeniz Üniversitesinin kendi enerjisini üretebilmesi ve dışarıdan satın alma yolu ile tedarik ettiği enerjiye alternatif oluşturulması amacı güdülmüştür. Enerji üretiminin sağlanabilmesi için en başta ne kadar enerji tüketildiği ve bu tüketimin hangi zaman dilimlerine ait dağılıma sahip olduğunun, bir başka deyişle enerji karakteristiğinin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu kapsamda Akdeniz Üniversitesine ait enerji tüketimleri 3 yıl boyunca düzenli olarak incelenmiştir. Tez kapsamında da bu ölçümler neticesinde oluşan enerji talebinin karşılanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyogaz üretim tesisi tasarımı yapılmış ve bunun ekonomikliği incelenmiştir. Yapılan çalışma çok kapsamlı olup çalışma akabinde geliştirme olanakları da çok yüksektir.

Bu çalışmanın oluşmasında ve her aşamasında desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile bana öncülük eden danışmanlarım Sayın Prof. Dr. Osman YALDIZ'a, ve Sayın Prof. Dr. Can ERTEKİN'e, laboratuvar çalışmalarında destek veren Sayın Prof. Dr. Altunay PERENDECİ'ye ve Çevre Teknolojisi Ana Bilim Dalı laboratuvar asistanlarına ve Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Dr. Emre AKMAN' a, atık potansiyeli belirleme çalışmaları kapsamında destek veren Konyaaltı Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürü Sayın Özgür Bülent YALÇIN ve Deniz ALTA'ya, Teknik ve bilgi desteğinden dolayı Antalya Organize Sanayi Bölge Müdürü ve EMO Antalya Şube Başkanı Sayın İlhan METİN'e, üniversitemiz ve hastane yemekhane müdürlükleri ve çalışan personele, çalışmanın tesis projelendirme kısmında yardımcı olan değerli mesai arkadaşlarım Akdeniz Üniversitesi Yapı İşleri Teknik Daire Başkanlığı çalışanları Mimar Yeşim BAŞ, Makine Mühendisi Burçin ŞENTÜRK, Şahsenem EKİZOĞLU, İnşaat Mühendisi Doğan KOÇ, Elektrik Müh. Latife ŞİMŞEK BAYSAL' a, çalışmanın ekonomik kısmında yardımcı olan sayın Tarım Ekonomisi Bölümü Bölüm Başkanı Prof.Dr.İbrahim YILMAZ'a, çalışmanın analizlerinin değerlendirilmesi ve kaynak kısmında yardımcı olan Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr Recep KÜLCÜ'ye, çalışmaya kattıkları değerli görüşleri ve destekleyici önerilerinden dolayı Sayın Prof.Dr.Kamil EKİNCİ ve Prof.Dr.Murad ÇANAKCI'ya, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Davut KARAYEL'e ve çalışma aşamasında beni motive eden, yalnız bırakmayan değerli arkadaşım Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü öğretim üyesi Sayın Dr. Öğretim Üyesi Nefise Yasemin TEZCAN'a, çalışma süresince beni sabırla destekleyen kardeşim Çağdaş IŞIKYÜREK ve kıymetli aileme, çalışmanın ve hayatımın her alanında beni destekleyen, yol gösteren değerli büyüğüm Elektrik Mühendisi Sayın Ali CESUR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	7
2.1. Enerji Analizleri ve Enerji Üretim Teknolojileri.....	7
2.2. Biyogaz Fermentasyon Süreci	10
2.3. Biyogazın Yakıt Olarak Kullanılmasının Enerji Üretim Motorları Yönünden İncelenmesi.....	15
2.4. Biyogazın Yakıt Olarak Kullanımının Çevresel Etkileri.....	16
2.5. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Hammaddenin ve Sistemin Ekonomisi	17
3. MATERYAL VE METOT.....	21
3.1. Çalışma Alanının İncelenmesi.....	21
3.1.1. Akdeniz Üniversitesi mevcut enerji tüketimlerinin incelenmesi.....	22
3.1.2. Elektrik enerjisi altyapısı	23
3.1.3. Isı enerjisi altyapısı	24
3.1.4. Soğutma enerjisi altyapısı	26
3.2. Elektrik Tüketim Verilerinin Ölçülmesi ve Hesaplanması.....	27
3.2.1. Otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS)	27
3.2.2. Toplanan verilerin hesap edilmesi	29
3.2.3. İhtiyaç duyulan elektrik miktarının hesaplanması	31
3.2.4. Birleşik ısı geri kazanım (BIGK) sisteminden elde edilecek buhar miktarı	31
3.2.5. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ısı miktarı.....	32
3.2.6. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretim verileri.....	33
3.3. Akdeniz Üniversitesi ve Çevre Birimlerin Atık Miktarının Belirlenmesi.....	34
3.3.1. Yemekhane atıklarının miktarı	34
3.3.2. Süt üretim çiftliği hayvan atıklarının miktarı	35
3.3.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü ve yakın çevre belediyenin yıllık çim atık miktarı	35
3.4. Toplanan Atıkların Biyometan Potansiyelinin Belirlenmesi.....	36
3.4.1. Toplam katı madde (TKM) analizi	37
3.4.2. Uçucu katı madde (UKM) analizi.....	37
3.4.3. Elementel kompozisyon (CHNS) analizi.....	37
3.4.4. Biyokimyasal Metan Potansiyeli denemeleri (BMP)	37
3.4.5. Biyogaz hacmi ve gaz kompozisyonunun belirlenmesi.....	38
3.5. Biyogaz tesisi yatırım projesinin hazırlanması.....	40
3.6. Biyogaz Tesisinin İşletme Parametrelerinin Belirlenmesi	41

3.7. Biyogaz Tesisi Ekonomik Analizleri.....	43
3.7.1. Biyogaz tesisinin yaklaşık maliyet hesabı	43
3.7.2. Projenin ekonomik değerlendirme ölçütleri	44
3.7.3. Projenin net bugünkü değer hesabı	45
3.7.4. Projenin İç Karlılık oranı ve geri ödeme süresi	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	47
4.1. Enerji Ölçüm Analizleri.....	47
4.1.1. 2014 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi.....	47
4.1.2. 2014 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi	51
4.1.3. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi	55
4.1.4. 2015 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi.....	57
4.1.5. 2015 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi	61
4.1.6. 2015 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi	65
4.1.7. 2016 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi.....	67
4.1.8. 2016 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi	71
4.1.9. 2016 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi	75
4.2. Üç Yıllık Hastane Bölümü Elektrik Tüketim Verilerinin Değerlendirmesi.....	78
4.3. Üç Yıllık Eğitim Bölümü Elektrik Tüketim Verilerinin Değerlendirmesi.....	79
4.4. Üç Yıllık Kampüs Geneli Enerji Tüketim Verilerinin Karşılaştırması	80
4.5. Kampüs Geneli Gelecek Yıllara Ait Tahmini Enerji Tüketimi Verilerinin Saptanması.....	83
4.6. İhtiyaç Duyulan Enerji Üretim Kapasitesinin Belirlenmesi	84
4.7. Akdeniz Üniversitesi ve Çevre Birimlerden Toplanan Atık Miktarının Değerlendirilmesi	86
4.7.1. Akdeniz Üniversitesi yemekhane atıkları	86
4.7.2. Süt üretim çiftliği hayvan atıkları	88
4.7.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü ve belediyenin yıllık çim atık miktarı.....	88
4.8. Enerji Üretim Tesisinde Kullanılacak Materyalin Özelliklerinin Belirlenmesi ..	90
4.9. Biyogaz Hacmi ve Gaz Kompozisyonunun Belirlenmesi	92
4.9.1. Diğer laboratuvar analizleri	98
4.10. Biyogaz Tesisi Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi.....	98
4.10.1. Biyogaz Tesis Teknolojisi yönünden yapılan değerlendirme.....	98
4.10.2. Üniversitenin ihtiyaç duyacağı elektrik miktarının belirlenmesi.....	103
4.10.3. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin verimi	104
4.10.4. Üniversitenin ihtiyaç duyacağı ortalama güç miktarının belirlenmesi	106
4.10.5. Üç zaman dilimlerinde tüketilecek güç miktarı.....	106
4.10.6. Tüketilen gücün günlük zaman dilimlerindeki dağılım oranı.....	107
4.10.7. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum güç miktarı .	107
4.10.8. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ortalama buhar miktarı	108
4.10.9. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ısı miktarı.....	110
3.2.1 Üretim dışı kalan elektrik miktarının belirlenmesi.....	111
4.10.10. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretim verilerinin değerlendirilmesi...	112
4.11. Biyogaz Tesisi İnşaatının Teknik Değerlendirmesi	114
4.11.1. Fermentör imalatı.....	116

4.11.2. Gaz taşıma sistemi imalatı	119
4.11.3. Gaz hazırlama desülfürüzyon sistemi.....	120
4.11.4. Biyogaz tesisi betonarme imalatı.....	120
4.11.5. Ön yükleme deposu ve pompalar	122
4.11.6. Elektrik tesisatı	122
4.11.7. Birleşik ısı geri kazanım sistemi	123
4.11.8. Yıldırımdan korunma ve topraklama tesisatı.....	123
4.11.9. Elektrik proses kontrol teknolojisi.....	123
4.11.10. Acil durum güç beslemesi.....	123
4.12. Biyogaz Tesisi Ekonomik Analizleri.....	124
4.12.1. Biyogaz tesisi yaklaşık maliyeti	124
4.12.2. Tahmini gelirler toplamı	126
4.12.3. Tahmini giderler toplamı	126
4.12.4. Projeden beklenen gelirlerin net bugünkü değer hesaplanması	129
4.12.5. Projenin fayda-masraf oranı.....	134
4.12.6. Projenin iç karlılık oranı ve geri ödeme süresi	134
5. SONUÇLAR	135
6. KAYNAKLAR	139
7. EKLER.....	147
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Akdeniz Üniversitesi Merkez Kampüsünün Enerji İhtiyacını Karşılamaaya Yönelik Biyogaz Tesisinin Tasarımı ve Tekno - Ekonomik Analizleri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

14/06/2019

Çiğdem İŞIKYÜREK

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%: Yüzde

°C: Santigrad derece

cm: Santimetre

d: Gün

g: Gram

h: Saat

kg: Kilogram

kW: Kilowatt

m³: Metreküp

mg: Miligram

ml: Mililitre

η : Kazan verimi

q : Isı akış katsayısı

Sm³: Standart m³

H: Metan Isıl Değeri

Kısaltmalar

BG : Buhar Gücü

BMP: Biyokimyasal Metan Potansiyeli

BIGK : Birleşik Isı Geri Kazanım Sistemi

CSTR: Sürekli Karıştırmalı Tank Reaktör

DTM: Aylık Metan Tüketim Miktarı

EDAŞ: Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi

EİGM: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

EMO: Elektrik Mühendisleri Odası
EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ETKB: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
HRT: Hidrolik Alıkonma Süresi
IEA: International Energy Agency
IEİ : Isıtma Enerji İhtiyacı
İK: Toplam İnorganik Karbon
İKO: İç Karlılık Oranı
KM(TS): Katı Madde
KOİ : Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KVA: Kilo Volt Amper
kW:Kilowatt
kWh: Kilowattsaat
MSW : Kentsel Katı Atık
MW: Mega Watt
MWh: Megawattsaat
NBD: Net Bugünkü Değer
OECD: Ekonomik Kalkınma Ve İşbirliği Örgütü
OG: Orta Gerilim
OKM : Organik Katı Madde
OME: Akdeniz Ülkeleri Enerji Şirketleri Birliği
OPBİ: Ortalama Proses Buhar İhtiyacı
OSOS :Otomatik Sayaç Okuma Sistemi
RES : Rüzgar Enerjisi
RMS : Basınç Düşürme İstasyonu
T1: 06:00-17:00 Saatleri Arası Zaman Dilimlerinde

T2 : 17:00-22:00 Saatleri Arası Zaman Dilimlerinde

T3: 22:00-06:00 Saatleri Arası Zaman Dilimlerinde

TEDAŞ: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim A.Ş.

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

TK : Toplam Karbon

TKM: Toplam Katı Madde

TKN: Toplam Kjeldahl Azotu

TOK: Toplam Organik Karbon

UASB : Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yataklı Reaktörler

UFAF : Yukarı Akışlı Anaerobik Filtre Reaktör

UKM : Uçucu Katı Madde

WTE : Atıktan Enerjiye

YEK: Yenilenebilir Enerji Kaynakları

YEKDEM: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

YG: Yüksek Gerilim

Bu Tezde çalışmasında “ , “ ondalık ayırıcı kullanılmaktadır.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye 2018 yılı sonu elektrik üretimi kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı	2
Şekil 1.2. Türkiyenin lisanslı elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı	3
Şekil 1.3. 2017 yılı YEKDEM kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı	3
Şekil 1.4. Türkiye’de yenilenebilir, atık ve atık ısı kurulu gücünün yıllara göre dağılışı.....	4
Şekil 1.5. Dünya birincil enerji talebi.....	5
Şekil 1.6. Türkiye birincil enerji talebi.....	5
Şekil 2.1. Metan oluşturuıcı bakterilerin gelişimi (Eder ve Schulz, 2006).....	14
Şekil 2.2. Hammadde bazında biyogaz üretim miktarları (m ³ biyogaz/ton hammadde).....	15
Şekil 3.1.Proje sahası-Akdeniz Üniversitesi kampüsü	21
Şekil 3.2. Akdeniz Üniversitesi kampüs şematik harita	22
Şekil 3.3. Otomatik sayaç okuma sistemi.....	28
Şekil 3.4. Akdeniz EDAŞ ve OSOS sayaç ölçüm sistemi.....	28
Şekil 3.5. 07.09.2016 tarihine ait saatlik veri ölçümleri.....	29
Şekil 3.6. Hastane ve merkezi yemekhane ön hazırlık çalışmaları	34
Şekil 3.7. Akdeniz Üniversitesi hayvan çiftliği	35
Şekil 3.8. Akdeniz Üniversitesi kampüs alanı peyzajı	36
Şekil 3.9. BMP denemeleri için hazırlanan numuneler	36
Şekil 3.10. Denemeler boyunca yapılan ölçümlere ait ölçme cihazı ekran görüntüleri.....	39
Şekil 3.11. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı 2018 inşaat ve tesisat birim fiyatları kitabı.....	43
Şekil 3.12. AMP hakediş ve yaklaşık maliyet programı ikonu	44
Şekil 3.13. Yaklaşık maliyet programı proje içeriği belirleme.....	44
Şekil 4.1. 2014 yılı 1440 nolu bara hastane aylık tüketimleri	48

Şekil 4.2. 2014 yılı 4290 Nolu bara hastane aylık tüketimleri	49
Şekil 4.3. 2014 yılı hastane toplam aylık tüketimleri	50
Şekil 4.4. 2014 yılı hastane ortalama tüketimleri	51
Şekil 4.5. 2014 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri.....	52
Şekil 4.6. 2014 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri.....	53
Şekil 4.7. 2014 yılı eğitim bölümü toplam aylık tüketimleri.....	54
Şekil 4.8. 2014 yılı eğitim bölümü ortalama toplam tüketim	55
Şekil 4.9. 2014 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	56
Şekil 4.10. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi	57
Şekil 4.11. 2015 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	58
Şekil 4.12. 2015 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	59
Şekil 4.13. 2015 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri.....	60
Şekil 4.14. 2015 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri.....	61
Şekil 4.15. 2015 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri	62
Şekil 4.16. 2015 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri	63
Şekil 4.17. 2015 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri	64
Şekil 4.18. 2015 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri	65
Şekil 4.19. 2015 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	66
Şekil 4.20. 2015 Yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi	67
Şekil 4.21. 2016 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	68
Şekil 4.22. 2016 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	69
Şekil 4.23. 2016 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri.....	70
Şekil 4.24. 2016 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri.....	71
Şekil 4.25. 2016 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri.....	72

Şekil 4.26. 2016 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri....	73
Şekil 4.27. 2016 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri	74
Şekil 4.28. 2016 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri	75
Şekil 4.29. 2016 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	76
Şekil 4.30. 2016 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketim	77
Şekil 4.31. Hastane bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri	78
Şekil 4.32. Eğitim bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri	79
Şekil 4.33. Kampüs aylık faturalanmış elektrik tüketim değerleri üzerinden 2014, 2015,2016 yılları saatlik ortalama tüketimleri	81
Şekil 4.34. 3 yıllık kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	82
Şekil 4.35. %10 artış öngörüsü doğrultusunda oluşan kampüs geneli 2017 tahmini elektrik tüketim verileri	84
Şekil 4.36. Kampüs optimum enerji ihtiyacı	85
Şekil 4.37. Deneme 1-1 % 8 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	93
Şekil 4.38. Deneme 1-2 % 8 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	93
Şekil 4.39. Deneme 2-1 % 10 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	94
Şekil 4.40. Deneme 2-2 % 10 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	94
Şekil 4.41. Deneme 3-1 % 12 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	95
Şekil 4.42. Deneme 3-2 % 12 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları	95
Şekil 4.43. Ortalama kümülatif metan değerleri.....	97
Şekil 4.44. Biyogaz üretiminde genel uygulama adımları (FNR, 2016)	99
Şekil 4.45. Birleşik ısı geri kazanım sisitemi katalog verileri görseli	105
Şekil 4.46. Örnek bir biyogaz tesisi (Enerjiportali, 2018).....	114
Şekil 4.47. Biyogaz tesisi PLC otomasyonu.....	115
Şekil 4.48.Biyagaz tesisi vaziyet planı	117
Şekil 4.49. Biyogaz tesisi proses şeması	118
Şekil 4.50. Fermentör gaz depolama kısmı	119

Şekil 4.51. Biyogaz tesisi gaz kontrol hatları.	120
Şekil 4.52. Örnek biyogaz tesisi betonarme inşaatı (Enerji portalı, 2018).....	121
Şekil 4.53. Biyogaz tesisi fermentör içi ısıtma sistemi.....	122
Şekil 4.54. Biyogaz ön yükleme deposu (walker-technik.de, 2019).....	122
Şekil 4.55. Birleşik ısı geri kazanım sistemi	123
Şekil 4.56. Biyogaz tesisi yaklaşık maliyet programı hesap cetveli.....	124
Şekil 4.57. Projenin geri ödeme süresi	134

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipine bağlı uygulanan birim fiyatlar (I sayılı cetvel)	19
Çizelge 3.1. 31.5 ve 6.3 kV'luk trafo güçleri ve enerji hatlarının beslediği bölgeler	23
Çizelge 3.2. 2014 yılı beklenen doğalgaz tüketim verileri	25
Çizelge 3.3. Dönemsel doğalgaz tüketimleri	25
Çizelge 3.4. Soğutma grupları ve enerji besleme trafoları	26
Çizelge 4.1. 2014 yılı 1440 nolu bara hastane aylık tüketimleri	47
Çizelge 4.2. 2014 yılı 4290 Nolu bara hastane aylık tüketimleri	48
Çizelge 4.3. 2014 yılı hastane toplam aylık tüketimleri	49
Çizelge 4.4. 2014 yılı hastane ortalama toplam tüketim	50
Çizelge 4.5. 2014 yılı 145 Nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri.....	51
Çizelge 4.6. 2014 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri.....	52
Çizelge 4.7. 2014 yılı eğitim bölümü aylık toplam tüketimleri.....	53
Çizelge 4.8. 2014 yılı eğitim bölümü ortalama toplam tüketim	54
Çizelge 4.9. 2014 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	55
Çizelge 4.10. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi	56
Çizelge 4.11. 2015 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	57
Çizelge 4.12. 2015 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	58
Çizelge 4.13. 2015 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri.....	59
Çizelge 4.14. 2015 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri.....	60
Çizelge 4.15. 2015 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri	61
Çizelge 4.16. 2015 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri	62

Çizelge 4.17. 2015 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri	63
Çizelge 4.18. 2015 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri	64
Çizelge 4.19. 2015 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	65
Çizelge 4.20. 2015 Yılı Akdeniz Üniversitesi Kampüsü toplam ortalama Elektrik Tüketimi.....	66
Çizelge 4.21. 2016 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	67
Çizelge 4.22. 2016 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri	68
Çizelge 4.23. 2016 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri.....	69
Çizelge 4.24. 2016 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri.....	70
Çizelge 4.25. 2016 yılı 145 nolu bara eğitim aylık elektrik tüketim değerleri	71
Çizelge 4.26. 2016 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri	72
Çizelge 4.27. 2016 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri	73
Çizelge 4.28. 2016 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri	74
Çizelge 4.29. 2016 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri	75
Çizelge 4.30. 2016 yılı kampüs toplam ortalama elektrik tüketimi.....	76
Çizelge 4.31. Hastane bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri	78
Çizelge 4.32. Eğitim bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri	79
Çizelge 4.33. Kampüs geneli 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri	80
Çizelge 4.34. 2016 yılı kampüs elektrik tüketiminin T1, T2, T3 zaman dilimlerindeki ortalama tüketim oranları	82
Çizelge 4.35. %10 artış öngörüsü doğrultusunda oluşan kampüs geneli 2017 tahmini elektrik tüketim verileri	83
Çizelge 4.36. Hastane ve eğitim bölümü yemekhaneleri toplam yıllık atık değerleri	86
Çizelge 4.37. Akdeniz Üniversitesi toplam atık miktarlar	87
Çizelge 4.38. Kampüs alanı içerisinde biçilen çim miktarı aylara göre dağılımı.....	88
Çizelge 4.39. Biçilen çimin hesaplama çizelgeleri.....	89

Çizelge 4.40. Çevre belediyeye ait çim artışı.....	89
Çizelge 4.41. Biyogaz üretimi için kullanılabilir materyal miktarları.....	90
Çizelge 4.42. Kullanılan materyalin KM ve OKM oranları	90
Çizelge 4.43. Hazırlanan deneme şişelerinin içerik oranları	92
Çizelge 4.44. Ortalama kümülatif metan değerleri.....	97
Çizelge 4.45. Tesis tasarımı için kullanılan biyogaz ölçüm değerleri.....	99
Çizelge 4.46. Biyogaz tesisi enerji üretim parametreleri.....	101
Çizelge 4.47. Birleşik ısı geri kazanım enerji üretim sistemi ekipman özellikleri	101
Çizelge 4.48. Birleşik ısı geri kazanım sistemi işletme değerleri.....	102
Çizelge 4.49. Birleşik ısı geri kazanım sistemi enerji üretim parametreleri.....	103
Çizelge 4.50. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin santral verimliliği.....	103
Çizelge 4.51. Birleşik ısı geri kazanım sistemi elektrik üretim verileri (MWM, 2018).....	104
Çizelge 4.52. Sistemin ortalama ihtiyaç duyacağı güç	106
Çizelge 4.53. Üniversite sisteminin gün içerisinde tükettiği güç miktarı.....	106
Çizelge 4.54. Günlük tüketilen gücün farklı zaman dilimlerine göre oranı	107
Çizelge 4.55. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum güç miktarı	107
Çizelge 4.56. Üniversitenin buhar gücü ihtiyacı	108
Çizelge 4.57. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum buhar gücü miktarı	109
Çizelge 4.58. Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum soğutma gücü.....	110
Çizelge 4.59. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretebileceği ısı miktarı	111
Çizelge 4.60. Tedarik edilecek elektrik miktarı	111
Çizelge 4.61. 6000 kW kapasiteli birleşik ısı geri kazanım sistemin aylık verileri	113
Çizelge 4.62. Biyogaz tesisi inşaatı yatırım masrafları	125
Çizelge 4.63. Projeye ait gelirler	127

Çizelge 4.64. Projeye ait giderler	128
Çizelge 4.65. Biyogaz tesisi nakit akım çizelgesi ilk 3 yıllık gelir gider analizi.....	130
Çizelge 4.66. Biyogaz tesisi nakit akım çizelgesi	131
Çizelge 4.67. Net bugünkü değer çizelgesi	133
Çizelge 4.68. Projenin farklı iskonto oranlarındaki fayda masraf oranı.....	134

1. GİRİŞ

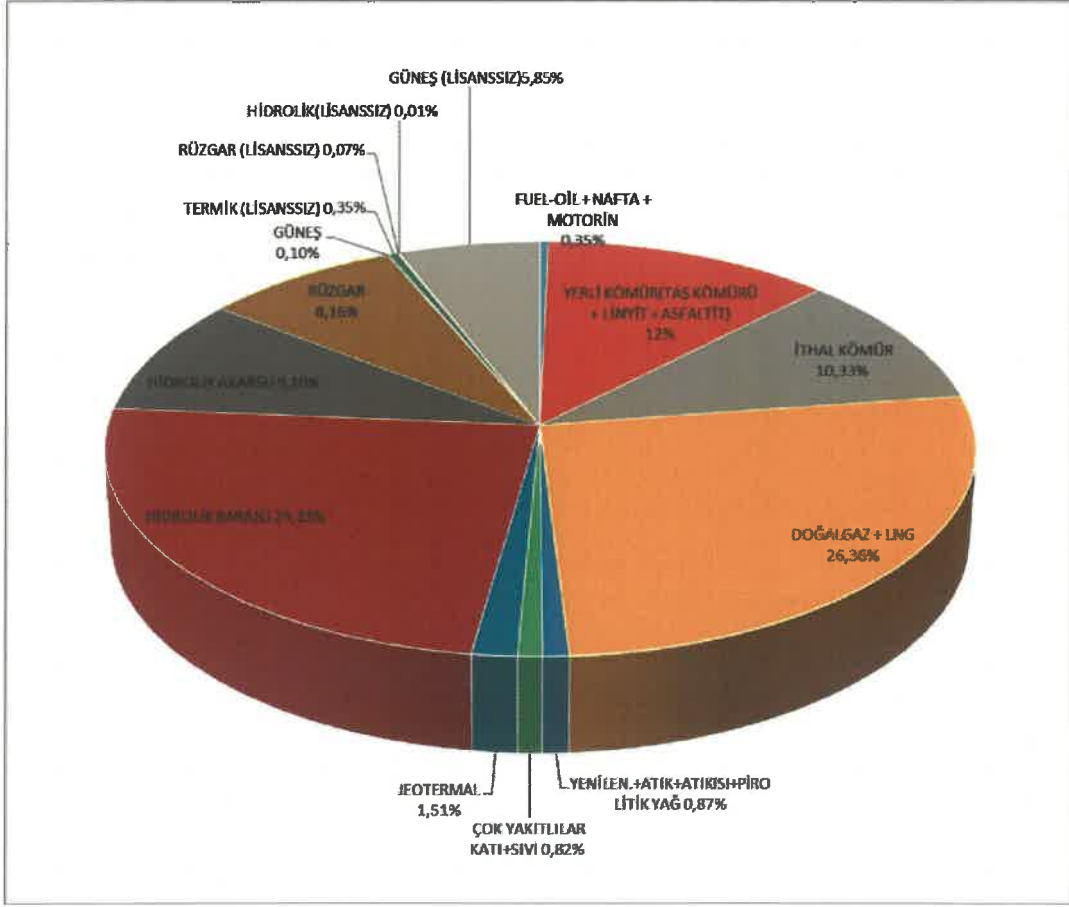
Ülkemiz, geçtiğimiz 10 yıllık dönemde OECD ülkeleri içerisinde enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumuna gelmiştir (Kilci 2015). Ülkemizin gerçekleştirdiği yüksek büyüme oranları sonucunda enerji talebi de hızla artmakta ve önümüzdeki yıllarda da bu eğilimin devam edeceği tahmin edilmektedir (EMO, 2019). Ülkemizde 2014 yılı itibariyle yaklaşık 77,7 milyon nüfusa sahip ve kişi başına enerji tüketiminin %1.66 artışla 1595 TEP, elektrik tüketiminin ise %3.93 artışla 2.669 kWh olduğu hesaplanmıştır (EİGM, 2015). Bu değere 2018 yılı sonu itibari ile bakıldığında ülkemiz nüfusu 82 milyon olurken elektrik kurulu gücünün 88.551 MW'a ulaştığı, 2019 yılı Mart ayı sonu itibarıyla 580,9 MW'lık artışla 89.131,7 MW olarak gerçekleştiği görülmektedir (EİGM, 2019). 2016 yılında Türkiye'de kişi başına gerçekleşen net elektrik tüketimi 2761 kWh olarak gerçekleşmiştir (IEA 2017).

Ülkemizde Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca belirlenen son elektrik talep serilerine göre 3 senaryo öngörülmekte olup, (Senaryo 1 – Düşük Senaryo, Senaryo 2 – Referans Senaryo, Senaryo 3 – Yüksek Senaryo) bu senaryolara göre önümüzdeki 20 yıllık dönem için yıllık ortalama elektrik talebi artış oranı %2,90 ile %3,84 arasında hesaplanmaktadır. 2039 yılında elektrik ihtiyacının yüksek talep senaryosunda 679,9 milyar kWh, düşük talep senaryosunda ise 556,3 milyar kWh düzeyine ulaşacağı tahmin edilmektedir (ETKB, 2019).

Bu veriler incelendiğinde ülke genelinde artış gösteren enerji talebine karşılık gelecek olan alternatif üretim kaynaklarının bulunması, bu konularda araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılmasına olan ihtiyacında aynı şekilde arttığı görülmüştür.

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. 31.12.2018 tarihli son güncelleme raporlarına göre ülkemiz kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımında, birinci sırayı 22.437,8 MW ile doğal gaz ve LNG santralleri, ikinci sırayı 19.776 MW ile hidrolik enerji (barajlı) tesisler, üçüncü sırayı 10.203,5 MW ile linyit, taş kömürü ve 8.793,9 MW ithal kömür termik santralleri alırken bunları sırasıyla, 7.489,7 MW ile hidrolik (akarsu), 6.942,3 MW ile rüzgar, 41.40,3 MW ile çok yakıtlılar, 1.282,5 MW ile jeotermal, 738,8 MW ile yenilenebilir, atık, pirolitik yağ, atık ısı, 81,7 MW ile güneş olmuştur. Toplam kurulu güç miktarı 88.550,8 MW olarak belirtilmektedir (TEİAŞ, 2019). Aşağıda yer alan Şekil 1.1'de kurulu gücün oransal yönden dağılımı görülmektedir.

Türkiye 01.01.2018 tarihi itibarıyla lisanslı 81.555 MW, lisanssız 3.645 MW ve toplamda 85.200 MW kurulu güce sahiptir. 31 Ekim 2017 tarihinde Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) tarafından yayınlanan nihai Yenilenebilir Enerji Kaynakları (YEK) listesine göre YEK destekleme mekanizmasından (YEKDEM) yararlanan santrallerin kurulu gücü 19.266 MW'a ulaşmıştır. Yenilenebilir kaynaklı santrallerin kurulu güçteki payı ise %43,6 olmuştur (EPIAS, 2018).

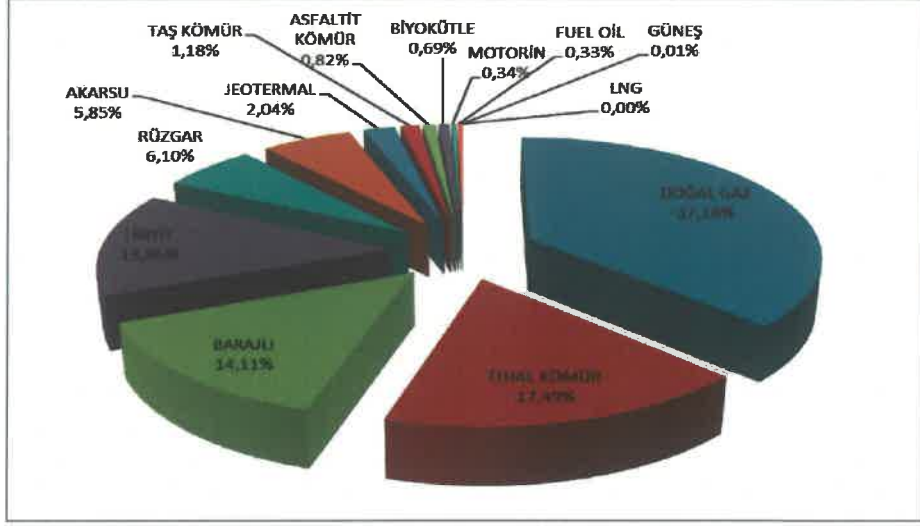


Şekil 1.1. Türkiye 2018 yılı sonu elektrik üretimi kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı

Ülkemizdeki lisanslı elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı Şekil 1.2' de verilmiştir. Lisanslı elektrik enerjisi üretiminde 2016 yılında doğal gaz yakıtlı santrallerin payı %32,16 iken 2017 yılında %37,18'e, rüzgar santrallerinin payı %5,69 iken %6,10'a, jeotermal santrallerinin payı da %1,77 iken %2,04'e yükselmiştir. Diğer taraftan hidroelektrik santrallerin payı 2016 yılında %24,69 iken %19,96'ya, yerli kömür (linyit, taş kömürü ve asfaltit) santrallerinin payı %19,78 iken %15,86'ya, ithal kömür santrallerinin payı %17,52 iken %17,49'a düşmüştür (EPDK, 2018).

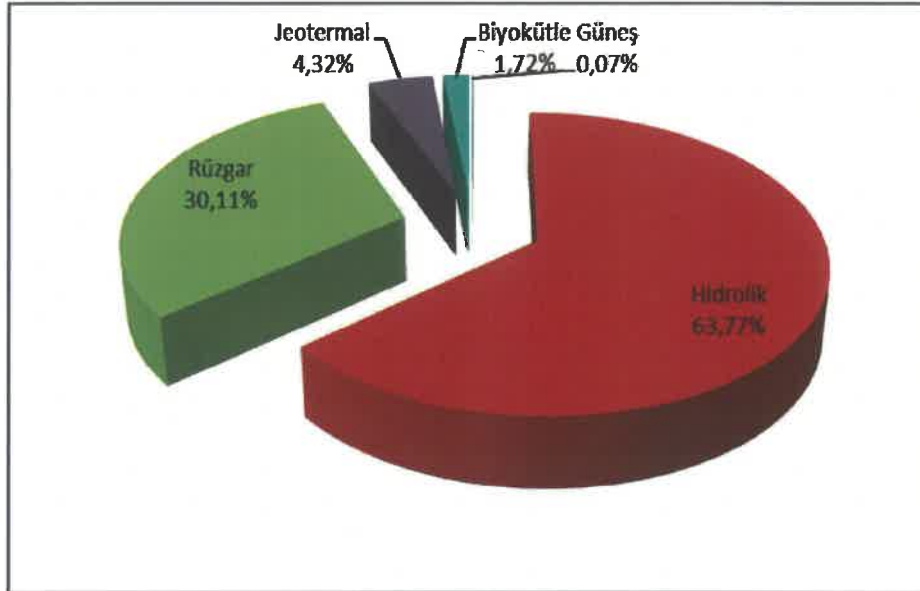
14/3/2013 tarihli ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun 14 üncü maddesi kapsamında, tüketicilerin elektrik ihtiyaçlarının tüketim noktasına en yakın üretim tesislerinden karşılanması amaçlanmış olup, 02.10.2013 Tarih ve 28783 Sayılı 'Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik' ile elektrik piyasasında arz güvenliğinin sağlanmasında küçük ölçekli üretim tesislerinin ülke ekonomisine kazandırılması ve etkin kullanımının sağlanması, elektrik şebekesinde meydana gelen kayıp miktarlarının düşürülmesi amacıyla lisans alma ile şirket kurma yükümlülüğü olmaksızın, elektrik enerjisi üretebilmiş gerçek veya tüzel kişilere uygulanmış usul ve esaslar belirlenmiştir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının belgelendirilmesi ve desteklenmesine ilişkin yönetmelik ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretiminin teşvik edilmesine yönelik olarak üretim lisansı sahiplerine

Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi verilmesi ve YEKDEM' in kurulmasına ve işletilmesine ilişkin esaslar düzenlenmiştir (EPDK, 2018).



Şekil 1.2. Türkiye'nin lisanslı elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı

Lisanssız santraller de dahil olmak üzere YEKDEM kapsamındaki kurulu gücün Türkiye kurulu gücüne oranı 2016 yılında %19,4 iken, 2017 yılında bu oran %24,28 olmuştur. YEKDEM kurulu gücünün kaynak türüne göre dağılımı Şekil 1.3'de görüldüğü gibi 11.096,26 MW ile hidrolik santrallerin en büyük paya sahip olduğu, 5.238,70 MW ile rüzgarın ikinci sırada yer aldığı saptanmıştır.

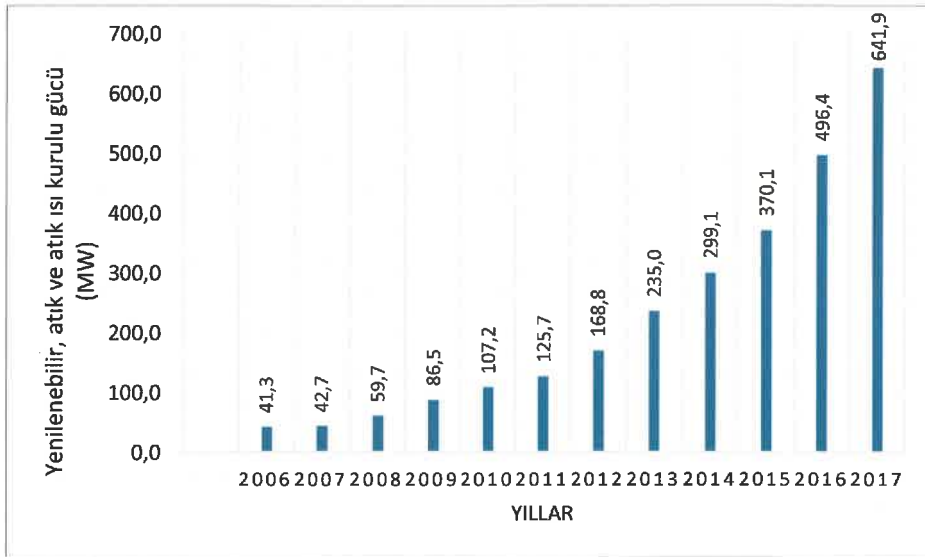


Şekil 1.3. 2017 yılı YEKDEM kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı

Diğer enerji kaynakları ise sırasıyla 752,11 MW jeotermal, 299,97 MW biyokütle ve 12,9 MW güneş enerjisi kurulu gücü bulunmaktadır. Bu kapsamda 2017 yılında YEKDEM üzerinden faaliyet gösteren toplam kurulu gücü 17.399,94 MW olan 647 adet lisanslı şirket bulunmaktadır. Lisanssız santraller de dahil olmak üzere YEKDEM katılımcılarının 2016 yılındaki toplam kurulu gücü 15082,72MW olurken, bu değer 2017 yılında yaklaşık olarak %10,18 artış göstermiştir (EPDK, 2018).

2016 yılında YEKDEM kapsamında üretim yapan santrallerin üretimlerinin ülke üretimine oranı ise %16,8 seviyesinde iken, 2017 yılında bu oran %17,26 olarak gerçekleşmiştir.

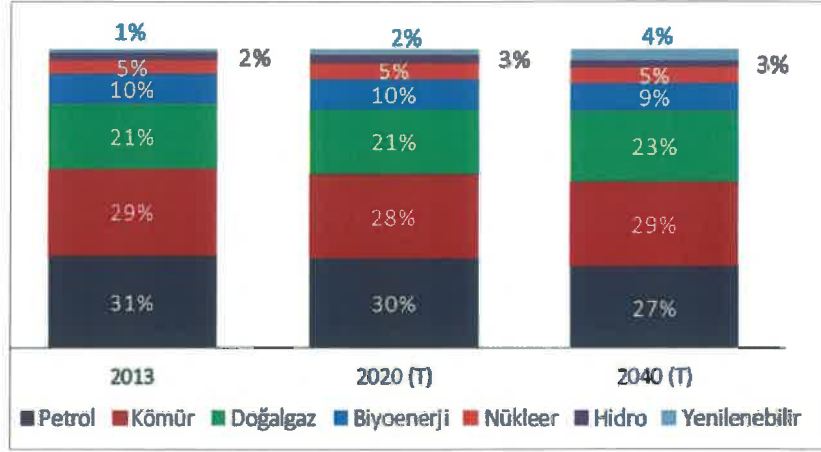
Bununla beraber ülkemizde kurulu gücün yenilenebilir, atık ve atık ısıdan elde edilen enerji üretimi gelişiminin 2006 yılından 2017 yılına kadar olan süreçteki değişimi ise Şekil 1.4'de görülmektedir. Bu kurulu güce dayalı güç sistemlerinden enerjinin üretiminde yıllık artış oranının %10'un üzerinde olduğu görülmektedir (TEİAŞ, 2018).



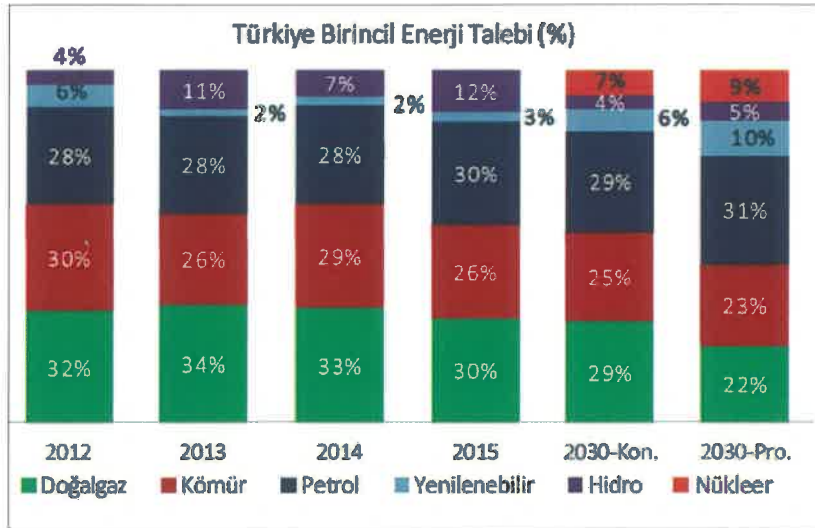
Şekil 1.4. Türkiye’de yenilenebilir, atık ve atık ısı kurulu gücünün yıllara göre dağılışı

Türkiye’nin enerjide yurt dışı bağımlılık düzeyi yaklaşık %76 seviyelerinde iken, doğalgazda bu oran %99,2 düzeyindedir. Doğalgaz ithalatının yüksek seviyesi Türkiye’nin dış ticaret açığının seyrinde etkilidir. Şekil 1.5’de Uluslararası Enerji Ajansı’nın (IEA) dünya genelinde birincil enerji kaynakları talebine ilişkin projeksiyonu incelendiğinde, 2040 yılına kadar talebi en hızlı artan enerji kaynağının sanayi ve enerji sektörleri öncülüğünde doğalgazın olacağı öngörülmektedir. Şekil 1.6’da yapılan tahminlerde ise Akdeniz Ülkeleri Enerji Şirketleri Birliği’nin (OME) Türkiye’ye yönelik benzer tahminlerinde, konservatif ve proaktif olmak üzere iki senaryo bulunmaktadır. Konservatif senaryoda 2030 yılında doğalgaz ve petrolün birincil enerji kaynakları talebi içinde eşit paya sahip olacağı öngörülmürken, proaktif senaryoda doğalgazın, petrol ve kömürün gerisinde kalacağı tahmin edilmektedir. İki senaryoda da dikkat çeken ayrıntı yenilenebilir enerji kaynağı payındaki yukarı yönlü eğilim ve uzun vadede nükleer

enerjinin artan varlığıdır. Buna karşın, yıllara göre hidroelektrik santrallerinin doyum noktasına ulaşarak payının düştüğü gözlenmektedir (IEA, 2017).



Şekil 1.5. Dünya birincil enerji talebi



Şekil 1.6. Türkiye birincil enerji talebi

Çalışmada incelenen en önemli konu enerji yönünden dışa bağımlılığın azaltılmasına alternatifler aramaktır. Bu kapsamda ülkemizin enerji üretiminin önemli kaynağının doğalgaz olduğu görülmektedir. Türkiye’de doğalgaz varlığı 1970’li yıllarda keşfedilmiş, 2016 yılı itibarıyla Türkiye’nin kullanılabilir doğalgaz rezervinin 18,7 milyar Sm³e ulaştığı görülmüştür. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın (ETKB) son dönemde yerli kaynak üretimini desteklemek amacıyla ülke genelinde kaynak arama çalışmalarının teşvik edildiği, önümüzdeki dönemde doğalgaz üretimini bir miktar destekleyeceği tahmin edilmektedir. Tabii bu çalışmaların yanısıra doğalgazdaki dışa bağımlılığı azaltma yönünde tedbirlerin alınması gerekli olmaktadır. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için alınacak tedbirler sonucunda, elektrik üretiminde doğal gazın payının %30’un altına düşürmek amaçlanmaktadır (Aşker, 2013).

Makroekonomik değerlendirmeler kapsamında, ekonomik büyüme ve kalkınmanın önündeki en büyük engellerden birisi de hiç şüphesiz cari açık sorunu olmuştur. Toplam enerji tüketiminde $\frac{3}{4}$ oranında dışa bağımlı olan Türkiye’de cari açığın hemen hemen hepsini enerji ithalatı oluşturmaktadır. Türkiye’nin son yıllardaki enerji politikasında, yerli, yenilenebilir ve çevre dostu olan enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve bu kaynakların elektrik üretiminde değerlendirilmesi üzerine önemli çağrılar yapılmaktadır. (Hotunoğlu & Yılmaz, 2015). Bu çalışmalardan en önemlisi Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair 6094 sayılı kanun çerçevesinde, mevcut Yenilenebilir Enerji Kanununa önemli yenilikler ve teşvikler getirmiştir. Bu değişiklikler içerisinde en büyük teşviği Biyokütleyle dayalı üretim tesislerinden üretilen enerjinin satın alma bedeline 13,3 Dolar Cent olarak 10 yıl süre ile sabit fiyat garantisi verilmiş olmasıdır. Bir önemli husus ise 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden arazi kullanım teşvikleri kapsamında, yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanması olmuştur.

Ülkemizde yenilenebilir enerji politikası içerisinde desteklenme açısında en önemli yeri alan atık değerlendirme konusu üzerine çalışmalar yapılması önemli bir ihtiyaç oluşturmaktadır. Bu çalışmada, hem artan atık problemine bir çözüm oluşturulması, hem de enerji problemine katkı sağlamak amacıyla biyogaz enerji üretim sistemi incelenmiştir.

Çalışmada Akdeniz Üniversitesi kampüsünün öncelikle enerji karakteristiği belirlenmiş, bu sayede ihtiyaç duyulan enerji miktarına göre bir biyogaz tesisi tasarımı yapılmıştır. Bu kapsamda öncelikli olarak Akdeniz Üniversitesi kampüsü elektrik ve ısı enerjisi yönünden incelenmiş, yakın çevredeki kullanılabilir atık miktarının, cinsinin ve özellikleri tespit edilmiş ve kurulabilecek bir biyogaz tesisinin enerji üretimi için gerekli teknik ve ekonomik alt yapı projeleri hazırlanmıştır. Ayrıca tasarlanmış biyogaz tesisine ait teknik çizimler ile ekonomik hesaplamalarda yapılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

Litaratür taraması çalışması beş ana başlık altında toplanmıştır. İlk kısımda enerji analizi ve enerji üretim teknolojileri yönünden yer alan kaynak taramaları yapılmış, bu alandaki benzer çalışmalar değerlendirilmiştir. Çalışmalarda kullanılan farklı teknolojiler yönünden enerji üretim yöntemleri değerlendirilmiştir. Yapılmış olan tez çalışmasındaki üretim değerlendirmesi ile benzerlikler gösterdiği anlaşılmıştır.

İkinci kısımda ise biyogaz fermantasyon süreci incelenmiş ve bu alandaki çalışmalar değerlendirilmiştir. bu kısımda biyogazın biyogaz fermantasyonunu etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur.

Üçüncü ve dördüncü kısımda ise biyogazın yakıt olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Yakıt olarak kullanılan biyogazın gerek enerji üretim motorlarındaki performans değerlendirmeleri gerek ise yandıktan sonra çıkan egzoz gazlarındaki çevresel faktörler yönünden yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Beşinci kısımda Byogaz üretiminde kullanılan hammaddenin farklı üretim methodlarında ve farklı hammaddelerde değişimi incelenmiş bu doğrultuda sistemin kurulum maliyetleri ve ekonomikliği yönünden yapılan çalışmalar incelenmiştir

2.1. Enerji Analizleri ve Enerji Üretim Teknolojileri

Türkyılmaz (2007) yapmış olduğu çalışmasında dünya enerji talebindeki gelişmeleri özetledikten sonra Türkiye'nin mevcut enerji rezervlerini ve enerji talebini irdelemiştir. Genel olarak enerji politikaları, özel olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi konusundaki önerilerini ayrıntılı bir şekilde yer vermiştir.

Demir ve Emeksiz (2016) çalışmalarında, ülkemizdeki yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya geneline göre durumu karşılaştırılmış, kullanıldıkları alanlar incelenmiştir. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynağı potansiyellerinden; güneş enerjisi, hidrolik sistemler, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve özellikle rüzgar enerjisi üzerinde durulmuştur. Türkiye'deki yenilenebilir enerjiye dayalı kurulu güç ve buna karşılık üretilen elektrik enerjisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ülkemizde kurulu RES'lerin genel potansiyelleri ve ana şebekeye katkıları, enerji üretiminin ekonomikliği, enerji üretim teknolojisinin gelişimi, temiz çevre ve temiz enerji için gerekliliği hakkında bilgi verilmiştir. Son yıllarda büyük önem kazanan yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif olarak değerlendirilmesiyle ülkemizdeki enerji açığında yaşanan sorunların minimuma indirgeneceği, böylece ülkemizde var olan enerji sorunlarının nispeten çözülecek ve enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılacağı belirtilmiştir.

Demirtaş (2011) yapmış olduğu çalışmasında, imalat süreçlerinde, sanayi ve belediye katı atıkları (MSW) incelenmiş, bu atıkların enerjiye (WTE) dönüştürüldüğü teknolojiler farklı yöntemler ile değerlendirmiştir. MSW, endüstriyel atıklar, tarımsal atıklar ve atık yan ürünlerini de içeren atık maddelerden, yenilenebilir enerji üretme potansiyeli taşıyan yeni nesil WTE teknolojilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmasında organik atıkların sentetik yakıtlara dönüştürülmesi için dört ana yöntem üzerinde durulmuştur: Bunlar;

1. Hidrojenasyon,
2. Piroliz,
3. Gazlaştırma,
4. Biyolojik dönüşüm,

olarak belirlenmiştir. Dünya’da atık enerji (WTE) teknolojileri kullanılarak çalışan 780 adet tesiste yılda 140 milyon ton atık işlenmektedir. İşlenmiş atıklardan, katı yakıt haline getirilmiş çöplerden ve yakılmış atıklardan farklı şekilde enerji elde edilebileceği, bu yöntemlerin kullanıldığı gelişmiş WTE teknolojileri ile biyogaz (metan ve CO₂), sentetik gaz (hidrojen ve CO), sıvı biyoyakıtlar (etanol ve biyodizel) veya saf hidrojen üretilebileceği vurgulanmıştır. WTE teknolojilerinin ana kategorilerini fiziksel yöntemler, ısı yöntemleri ve biyolojik yöntemler olarak 3 kısma ayırmıştır. Biyolojik atıklardan elde edilen yakıtların gelecekte yakıt arzını garanti altına alabilecek en büyük potansiyele sahip olduğu ve biyo-atık yakıtların kullanımının çevre açısından önemli avantajlar sağladığı yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarında belirtilmiştir. Biyolojik atıkların organik, inorganik, enerji içeriği ve fiziksel özellikleri de dahil olmak üzere kömür ile karşılaştırmasında kömüre göre genellikle daha az karbon, daha fazla oksijen, daha fazla silis ve potasyum, daha az alüminyum ve demir, daha düşük ısıtma değeri, daha yüksek nem içeriği ve daha düşük yoğunluk ve ufalanabilirliğe sahip olduğu belirtilmiştir. Biyolojik atıkların değişken özelliklerine rağmen, tek yakıt kaynağı olarak kullanılmaları enerji üretiminde kısıtlamalara neden olmasının yanı sıra, biyolojik atıktan elde edilen yakıtların yüksek nem ve kül içeriğinin ateşleme ve yanma problemlerine neden olabileceği belirtmiştir. Yüksek nem içeriğine sahip yakıtların biyokimyasal reaksiyonları içeren süreçlerde kullanıldığında, ıslak dönüştürme işleminin daha uygun olacağı; düşük nem içeriğine sahip biyokütlenin ise yanma, piroliz veya gazlaştırma gibi dönüştürme işlemleri için daha ekonomik olacağı yapmış olduğu çalışmada belirtmiştir.

Yaldız (2009) yapmış olduğu çalışmada anaerob fermantasyon yoluyla enerji üretiminin organik materyalin çevre dostu uygulamalarla dezenfeksiyonu yanında, enerji üretimi yönünden de günümüzün güncel konularından birisi olduğu belirtmiştir. Önceki yıllarda sadece hayvan dışkılarından elde edilebilen biyogazın, gelişen teknoloji ile tüm organik atıklardan üretilebileceği ifade edilmiştir. Aynı zamanda kentsel atıklarda dahil olmak üzere tüm organik atıkların bertarafında ve arıtılmasında biyogaz üretimi zincirinin önemli halkalarından birisi durumuna geldiği belirtilmiştir. Organik atıkların gerek fiziksel gerekse kimyasal yapılarının çok farklı olması nedeniyle fermentasyon yöntemi, koşulları ve üreteç tipi konusunda çok farklı seçeneklerin geliştirilerek uygulamada kullanıldığı belirtilmiş ve çeşitli örnekler sunulmuştur.

Öz (2006) yapmış olduğu çalışmada, Bursa bölgesinin iklim şartlarında ihtiyaç duyulan tipik evsel enerji talebine cevap verebilecek, yakıt hücreli evsel bir bileşik ısı-güç (kojenerasyon) sistemi ile çözümünü araştırmıştır. Bilgisayar simülasyonu ile Proton Değiştirici Membranlı Yakıt Hücresi ve Katı Oksitli Yakıt Hücresi esaslı ısı geri kazanımlı, evsel bir bileşik ısı güç sisteminin, saatlik termal ve elektriksel yükler için ulusal şebekeden tam bağımsız olarak nasıl çalışabileceği tespit edilmiştir.

Durmayaz (2005) yapmış olduğu çalışmada İstanbul için, mimarisi önceden belirlenmiş bir apartmanda yaşayan insanların sayısı ile meteorolojik sıcaklıkları birlikte ele alarak kış ve yaz sezonundaki iç şartlara göre ısıtma ihtiyacını ve yakıt gereksinimini tahmin etmiştir. Bir yıl içinde ısıtma süresinin yılın 292. günü başladığını ve bir sonraki

yılın 127. gününde bittiğini görmüştür. Maksimum günlük ortalama dış hava sıcaklığı 29 Temmuz'a karşılık gelen 210. gününde görülmüş, ısıtma enerji gereksinimi ve yakıt tüketiminin ise bina yapımında kullanılan malzeme çeşitliliğine bağlı olarak değişmekte olduğunu göstermiştir. Çalışmada İstanbul için kullanılan hava sıcaklığı kayıtlarına dayanan tahmin metodunun, kolayca aynı şekilde dünyanın herhangi bir bölümü içinde uygulanabilir olduğu belirtilmiştir.

Yüksel (2001) çalışmasında yenilenebilir enerji kaynaklarından enerjinin elde edilmesi ve sera ısıtmasında kullanımından bahsetmiştir. Elazığ şartlarında biyogaz, güneş ve toprak enerjisi kaynaklarıyla desteklenen seranın ısıtması gerçekleştirilmiş, üretilen biyogazın yakılması ve ısı pompası uygulaması yapılarak ısıtma sağlanmıştır. Isı kayıp ve kazançları hesaplanarak seranın gerekli ısıtma yükü belirlenmiştir.

Eryaşar (2007) kırsal kesime yönelik, yüksek verimli, yatırım, işletim ve bakım maliyetleri düşük, kolay kurulum ve kullanım özelliklerine sahip, orta düzey teknoloji biyogaz sistemlerinin oluşturulmasını amaçlamış, tesis kurulum parametrelerini değerlendirilmiştir.

Yaldız (2004) çalışmasında biyogazın üretiminin temel amacını ısı ve elektrik enerjisine dönüşümde mümkün, kolay ve çevre dostu bir enerji olarak belirtmiştir. Ancak, bunun kadar önemli diğer amacı da organik atıkların kontrollü koşullarda depolanmasının sağlanması, arıtma etkisinin bulunması, organik atıklardan kaynaklanan koku sorununu büyük ölçüde çözmesi ve tarımda organik gübre kullanımının kolaylaştırılmasıdır. Fermantasyon sonucu akışkanlığın artması, pompa ile iletimi, karıştırmayı ve tarlaya uygulamayı kolaylaştırır. Biyogaz, kapalı ortamda üretildiği için besin maddesi, özellikle azot kaybı çok azalmakta olduğu belirtilmiştir.

Buğutekin (2007) çalışmasında, ülkemizde potansiyeli yüksek olan sığır artığının biyogaz üretiminde en elverişli hammadde olduğunu belirlemiş ve imal edilen bir biyogaz şartlandırıcısı ile aynı sınır şartlarında farklı karıştırıcılar ile biyogaz üretim oranlarındaki değişimleri vurgulanmıştır.

Kaygusuz ve Turker (2002) çalışmasında Türkiye'de toplam enerji tüketiminin %10'unun biyokütle enerjisiyle karşılandığını tespit etmiştir. Bu oranın 1980'de %20 iken 1998'de %10'a gerilediği, toplam biyokütle enerjisi potansiyelinin yaklaşık olarak 16-32 Mtep arasında tahmin edildiğini, hayvansal atıkların potansiyelinin ise yaklaşık 2,3 Mtep civarında olduğu belirtilmiştir.

Göğül (2016) Ankara'da bulunan müstakil bir konutta enerji talebinin azaltılmasının potansiyelini araştırmıştır. Konutun ısıtma amaçlı saatlik enerji talep modeli ESP-r bina enerji simülasyon yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu amaçla konutun mimari çizimi, inşası sırasında kullanılan malzemeler ve ısı kazançları hakkında bilgiler temin edilmiştir. Yapılan analizler ile Ankara'da 12 milyon m³/yıl doğalgaz eşdeğeri enerji tasarrufunun elde edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Hoogwijk (2008), biyokütle kullanımının geleneksel ve modern olmak üzere ikiye ayrıldığını, geleneksel kullanımın ormanlardan elde edilip yakacak olarak kullanılan odun, yine yakacak olarak kullanılan bitki atıkları ve tezek kullanımını kapsadığını belirlemiştir. Bu sistemin dünya genelinde kullanımının 45±10 EJ/yıl civarında olduğu,

modern biyokütle kaynaklarının ise enerji ormanları, enerji bitkileri, hayvansal ve bitkisel atıklar, endüstriyel atıklar gibi kaynakları kapsadığı, modern kullanımın yakıt ve elektrik eldesiyle ifade edilebileceği, bunun değerinin ise 7–10 EJ/yıl civarında olduğu belirtilmiştir.

2.2. Biyogaz Fermentasyon Süreci

Siemons (2002) enerji üretimi alanında yapmış olduğu çalışmada bitkisel bazı biyokütlenin içeriğinin selüloz, hemiselüloz ve lignin olmak üzere üç kimyasal yapıya ayrıldığını, bu yapıların yanında H₂, O₂ ve C, ancak aynı zamanda içeriğinde hidrojen, sülfür ve metallerinde az miktarda bulunduğu, hayvansal kökenli biyoküttele ise yağ ve protein yapılarının olduğu ve bitkisel kökenlilerden ayrı oranlarda olsa da, içeriklerinde H₂, O₂ ve C yer aldığı, azot, sülfür ve metallerin bitkisel kökenlilere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Karve vd (2005) çalışmada geviş getiren hayvanların atıklarının sindirim sistemindeki metan bakterileri tarafından dönüştürülemeyen maddeler içerdiği, sığır atıklarında metanın bir kısmının hayvanın sindirim sistemi içerisinde dönüştürüldüğü ve kilogram atık başına biyogaz eldesinin düştüğü tespit edilmiştir.

Wilkie (2003) özel tasarım reaktörlerin özellikle hayvansal atıkların suyla yıkandığı işletmelerde ekonomik olduğunu belirlemiştir. Bu atıkların yıkama sırasında kuru madde oranının %1'e kadar düştüğünü, bunun da geleneksel reaktörlerde bekletme süresine bağlı olarak reaktör boyutunun ve ısı ihtiyacının artmasına neden olduğunu, anaerobik filtre reaktör gibi yüksek hızlı reaktörlerde ise bekletme süresinin üç güne kadar düşürülebildiğini ve reaktör boyutlarının azaldığını saptamıştır.

Anonim (2002) çalışmada biyogaz üretiminde anaerobik fermentasyon sürecini incelenmiş ve reaktörlerde kütle denkliliğine bakılmıştır. Reaktör çıkışında kütlelerin %98-96 oranına düştüğü, bu kütlelerin yaklaşık %7-25'inin katı, %75-93'ünün sıvı halde olduğu belirtilmiştir. Anaerobik fermentasyon sırasında uçucu katının yaklaşık olarak %30-60 kadarının biyogaza çevrildiği bildirilmiştir.

Martinez-Perez vd (2007) iki fazlı reaktörler üzerindeki yapmış olduğu incelemesinde fermentasyonda asidifikasyon aşamasının gerçekleştirildiği evrede, H₂'nin yanı sıra CO₂ ve asetik asit üretildiğini saptamıştır. Buradan alınan materyalin metanlaştırma reaktörüne gönderildiği, karbonhidratlarca zengin olan materyallerin kullanım durumunda elde edilen H₂'nin sistem verimini yükselttiği tespit edilmiştir.

Börjesson ve Berglund (2006) çalışmalarında biyogaz üretim sistemi incelenmiş, üretimde oluşan CH₄ ve CO₂ değerlerindeki emisyonlara bakılmıştır. Biyogaz emisyonu, sisteme bağlı olarak toplam biyogaz üretiminin %5–20 oranında fermente gübrenin depolanması sırasında oluştuğu, biyogazın arıtılması ve sıkıştırılması sırasında ise yine sisteme bağlı olarak %0.2 ile %11–13 arasında değişen kaybın söz konusu olabileceği belirlenmiştir. Eğer üretim sırasındaki biyogaz kaybı %2 alınır, toplam yakıt çevrimi sırasında oluşan CH₄ emisyonununun 10–100 kez, %15 alınır 100–1000 kez artacağı belirtilmiştir.

Nelson ve Lamb (2002) ise biyogaz üretiminde uzun bekleme süresinin azaltılabilmesi yönünde araştırmalar yapmış, bekleme sürelerinin farklılaştığı yüksek hızlı reaktörlerin tasarlandığını ve uygulamalarda kullanıldığını belirtmiştir. Yüksek hızlı reaktörlerde asitleştirme ve metan üretimi aşamalarının farklı reaktörlerde gerçekleştirildiği tasarımların da olduğu belirtilmiş, bu reaktörlerin başlıca çeşitleri gösterilmiştir. Bunlar anaerobik filtre reaktörler, katı-yukarı akışlı reaktörler, katı dönüşümlü karıştırmalı tip reaktörler, yukarı akışlı anaerobik reaktörler, anaerobik kontakt reaktörler, akışkan yataklı reaktörler, sabit film reaktörler, ardışık kesikli tip reaktörler, iki fazlı reaktörler.

Amorim vd. (2005) yapmış oldukları çalışmalarında, evsel atık suyun, yatay akışlı anaerobik sabit yataklı reaktörde anaerobik arıtım ile organik besleme hızının ve şok organik yüklemelerin reaktör performansına etkileri araştırılmıştır. Reaktör evsel atık su arıtma çamuru ile çalıştırılmış, organik ve şok beslemeler ile yapay olarak üretilen atık su (mineral tuzları, iz elementler ve karbon kaynağı olarak metanol ve uçucu asitlerden oluşmaktadır) kullanılarak yapılmıştır. Çalışma 35°C'de, 100 cm boy ve 5 cm çapında boru şeklindeki reaktör kullanılarak ve 20 günlük hidrolik bekletme süresinde yürütülmüştür. Deneylerde 2, 3 ve 5 g KOİ/L (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) derişimlerde 4 farklı sentetik çözelti ve 6,8 ile 18,8 kg KOİ/m³.d arasında değişen organik besleme hızları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, giriş KOİ derişiminin artırılmasının reaktör performansını etkilemediği, ancak tüm deneylerde yapılan şok beslemeler ile çıkış suyu KOİ ve uçucu yağ asitleri derişimlerinin arttığı, üretilen biyogazın metan içeriğinin ise düştüğü belirlenmiş, sistemin performansının son beslemeden 17 saat sonra tekrar eski durumuna döndüğü görülmüştür.

Neves, Oliveira ve Alves (2009) çalışmasında, inek gübresi ile yemek atıklarının hacimsel olarak 100/10 oranında karıştırılarak hazırlanan hammadde üzerinde anaerobik işlem uygulamışlar, hammaddeye yağlı balık atıklarının karıştırılmasının sistem verimine etkilerini araştırmışlardır. İnek gübresinin hacimsel olarak %5'i kadar yağlı atıkların karıştırılması ile sistem veriminin arttığı ancak 18 g KOİ/L oranında yağlı atıkların karıştırılması ile gaz üretiminin durduğu belirtilmiştir.

Karim vd. (2005) çalışmalarında, inek gübresinin sulu karışımlarına reaktör içinde kütlece %5, %10 ve %15 (TKM) kurumadde olacak şekilde üç farklı deneme yapmışlar, anaerobik reaktörde biyogaz üretim verimliliğini araştırmışlardır. Yapılan denemelerde 35°C'de, 16,2 günlük hidrolik bekletme süresi ve sırasıyla 3,1, 6,2 ve 6,3 g TKM/L.gün'lük toplam katı madde besleme hızları uygulanmıştır. Karıştırma seçenekleri; üretilen biyogazın geri dönüşümü, dışardan mekanik karıştırma ve beslenen hammaddenin hareketi olmak üzere üç ayrı biçimde incelenmiştir. Çalışma sonunda, reaktörde kütlece %5 TKM olduğu zaman, biyogaz üretim verimleri açısından karıştırılan reaktörler ile karıştırılmayan reaktörler arasında etkili bir fark olmadığı ve 0,84-0,94 L.biyogaz/L.gün biyogaz üretimi ile 0,26-0,28 L.CH₄/L.gün metan verimi elde edildiği belirtilmiştir. Ancak kütlece %10 ve %15 toplam katı madde içeren reaktörlerde ise karıştırmanın etkili olduğu ve bu reaktörlerde dışardan mekanik karıştırma ile karıştırılmayan reaktörden elde edilen biyogaz üretim veriminden %10-30 daha fazla bir üretim elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca karıştırma ile biyogaz üretim veriminin artırılacağı ve reaktörde %15 katı madde olduğu zaman, reaktörün içerisindeki

malzemenin karıştırılması ile biyogazın geri dönüşümünün kullanılmasının etkili olmadığı belirtilmiştir.

Held vd.(2002) çalışmalarında 200 L'lik Sürekli Karıştırmalı Tank Reaktör (CSTR) ile 50 L'lik Yukarı Akışlı Anaerobik Filtre Reaktör (UFAF) arıtım sürecini iki aşamalı olarak araştırmıştır. Çalışmada pH değeri 4,2 ve sulu kısmının değerinin 235 g KOİ/L sahip olan evsel katı artığı mekanik olarak ayrıştırılmıştır. İlk aşamada CSTR de 5 ay boyunca 40 °C'de 9,8 kg KOİ/m³gün organik yükleme hızı ile çalışmış ve 24 saat Hidrolik Alıkonma Süresinde (HRT) sonunda % 68 KOİ giderimi olduğunu gözlemlemiştir. Çalışmanın ilk aşamasında metan içeriği %47 olan, 1,1 m³ biyogaz/kg UKM giderimde 40 m³ biyogaz üretim verimi sağlamıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise CSTR çıkış suyu UFAF reaktöre aktarılarak biyogaz üretim veriminin artırılmasına çalışılmıştır. UFAF reaktörde 6 günlük HRT sonunda %38 KOİ giderime %61 metan içeriğine sahip 0,5 m³/kg biyogaz elde edilmiştir. Böylece iki aşamalı anaerobik sistemde toplam %80 KOİ giderimi sağlanmış ve sistemden çıkan atıkların kokusuz ve kompost işlemine uygun nitelikte olduğu belirtilmiştir.

Chinnaraj ve Rao (2006) yapmış oldukları çalışmada, kağıt üretim endüstri hammaddesinin yıkanması sonucu oluşan atık suyun arıtımında kullanılan geleneksel anaerobik lagünleri, iki adet 5 mL kapasiteli anaerobik Yukarı Akışlı Anaerobik Çamur Yataklı Reaktörler(UASB) ile değiştirilmiştir. Böylece hem enerji üretimi hem de sera gazlarının azaltılması hedeflenmiştir. Bu tesiste, günde 12 L atıksu, 5,75 kg KOİ/m³.gün organik besleme hızında, 20 günlük hidrolik bekletme süresinde anaerobik olarak parçalanarak %82-85 KOİ giderimi sağlanmış, 520 L.biyogaz/kg.KOİ giderilen biyogaz üretim verimi görülmüştür. Tesis 9 ayda 2,14 mL petrole eşdeğer enerji üreterek, 64 GgCO₂'in atmosfere verilmesini önlemiştir. Ayrıca geleneksel yöntemden UASB'e geçiş ile 2,1 Gg CH₄'e eşdeğer olan 43,8 Gg CO₂ üretilmesinin de önlenmiş olduğu belirtilmiştir.

Uemura ve Harada (2000) çalışmalarında 3000 mgKOİ/L derişimindeki evsel atık suyun, 21.5 L'lik UASB reaktörde, 11 kg KOİ/m³.gün organik besleme hızı ve 4.7 saat HRT'de (Hidrolik Alıkonma Süresi) 178 gün süreyle anaerobik işleme tabi tutulması araştırılmıştır. Reaktör, 178 günlük fermentasyon süresince, 57 gün 25⁰C, 36 gün 22⁰C, 31 gün 19⁰C, 29 gün 16⁰C ve son 25 gün 13⁰C'de çalıştırılmıştır. Farklı sıcaklıklar altında yapılan bu çalışmada sıcaklığın düşürülmesi ile KOİ gideriminin %70'den %64'e, biyogazın metan içeriğinin ise %60'dan %35'e düştüğü bulunmuştur. Üretilen metanın, giderilen KOİ'ye oranı ise 25⁰C'de 0,26 L.CH₄/g KOİ iken, 13⁰C'de 0,16 L CH₄/g KOİ'ye düşmüştür. Çalışmada, evsel atık suyun düşük sıcaklıklarda anaerobik işlemlerde biyogaz ve metan üretim verimleri açısından verimli olmadığı belirtilmiştir.

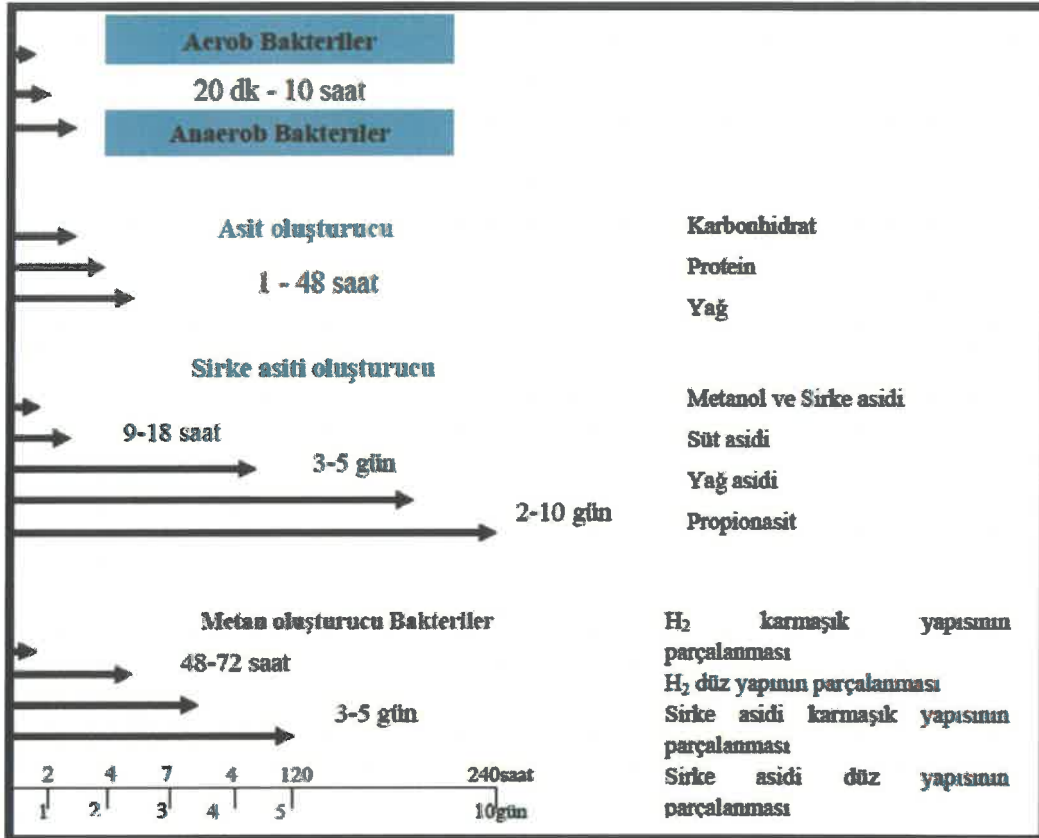
Anonim (2000) çalışmada reaktörde gaz üretiminin sabit sıcaklıkta tutulmasının önemine vurgu yapmış, ısıtma olmayan biyogaz sistemlerinin sadece sıcak iklim kuşağındaki bölgelerde mümkün olduğu belirtilmiş, Türkiye gibi yaz ve kış aylarındaki sıcaklıkların çok farklı olduğu ülkelerde, sistemin stabilitesini sağlayabilmek için reaktör ısıtma sisteminin gerekli olduğu belirtilmiştir.

El-Mashad vd (2004) çalışmalarında, reaktörlerin ısıtılması üzerinde durmuş, reaktörün ısıtılmasında genellikle elektrik, fosil yakıt veya üretilen biyogazın kullanıldığı belirtilmiştir. Bu durumun ekonomik yönden işletme masraflarının artmasına ve net enerji

eldesinin düşmesine neden olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerji sisteminin kullanılmasının bu dezavantajları azaltmak için önemli bir alternatif oluşturacağı belirtilmiştir.

Eder ve Schulz (2006) yapmış oldukları çalışmada biyogaz, organik materyalin bakteriler yardımı ile parçalanması sonucunda ortaya çıkan bir gaz karışımı olarak tanımlamaktadırlar. Çeşitli bakteri grupları ağırlıklı olarak protein, yağ, karbonhidrat ve minerallerden oluşan organik materyalleri parçalayarak, onları kendi ana bileşenleri olan karbondioksit, mineraller ve suya ayrıştırdığını saptamışlardır. Bunun sonucu olarak bakteri metabolizmalarının ürettiği gaz karışımı olan biyogaz oluşur. Bu gaz karışımı içerisindeki metan miktarı (CH_4) yaklaşık %50 ile %85 arasında değişkenlik gösterdiğini belirtmiştir.

Biyogaz oluşum sürecinin sadece oksijensiz ortamda ve metan oluşumunun dört aşamada gerçekleştiği açıklanmıştır. İlk aşama hidroliz aşamasıdır. Bu aşamada anaerobik bakteriler protein, yağ, karbonhidrat ve selüloz gibi karmaşık yapıdaki molekülleri enzimlerin yardımı ile aminoasitler ve yağ asitleri gibi basit yapıdaki moleküllere çevirirler. İkinci aşamada asit oluşturucu fakültatif anaerobik bakteriler kalan oksijeni de tüketerek metan oluşturucu bakterilere uygun ortamı hazırlarlar. Burada 6 ile 7,5 pH değerleri arasında bulunan yağ asitlerinin küçük zincirlere ayrılması ile basit yapıdaki moleküller olan alkol, aynı zamanda etanol, hidrojen (H_2), karbondioksit (CO_2) ve amonyak oluşur. Üçüncü aşamada sirke asidi bakterileri, organik asitlerden sirke asidi, hidrojen (H_2) ve karbondioksit (CO_2) meydana getirerek metan oluşturucu ortamı sağlar. Dördüncü ve son aşama olarak metan (CH_4), karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) ortaya çıkar. Bakterilerin sindirimlerinin sonucunda oluşan parçalanma işlemi, çeşitli bakteri grupları tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu bakteri grupları farklı zaman aralıklarında materyalleri parçalamaktadır. Her bakteri grubu aynı zamanda farklı hızlarda faaliyet göstermektedir. Aerob bakteriler yeterli besin maddelerine sahip olduklarında 20 dakika ile 4-10 saat arasında vücut büyüklüklerini iki katına çıkarabilirler ancak anaerob bakteriler de bu süreç oldukça yavaş işlemektedir. Sirke asidi bakterilerinin gelişim sürecinin ise anaerob bakterilerden daha da yavaş olduğu görülmektedir. Bakteriler materyalleri işleyebilmek ve gelişimlerini tamamlayarak vücut büyüklüklerini uygun hale getirebilmek için birkaç güne ihtiyaç duymaktadır. Metan oluşturan bakteriler de diğerleri gibi yavaş çalışmaktadır, her şeyden önce düz yapıdaki bakterilerin 3 ile 5 güne ihtiyaçları vardır. Bundan sonra sirke asitlerinin metan oluşumunu başlatmaları birkaç saatle üç günü bulabilir denilmektedir. Bu süreç ve belirtilen zamanlar Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1. Metan oluşturuıcı bakterilerin gelişimi (Eder ve Schulz, 2006)

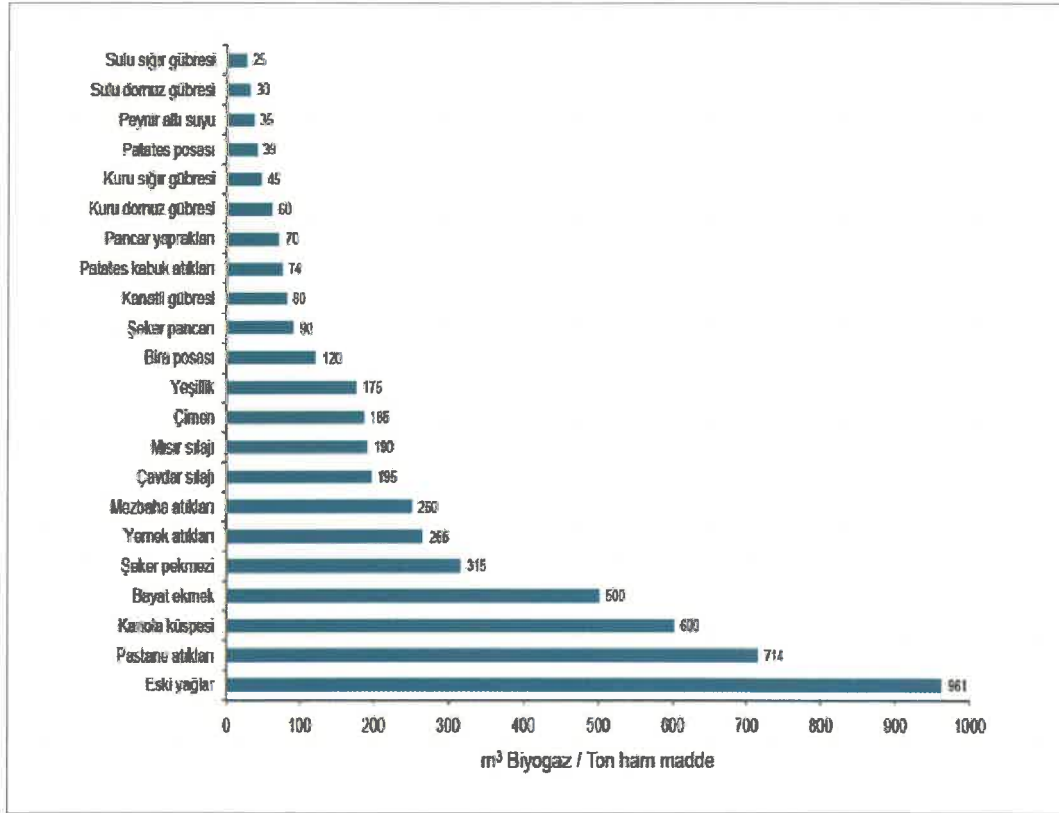
Karakuz (2017) yapılan çalışmasında hayvansal atıkların anaerobik fermentasyona daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Vijayalekshmy (1985) Hayvansal atıklarda atık miktarları, hayvanların beslenme rejimine, büyüklüklerine ve iklim şartlarına göre değişkenlik gösterdiği üzerinde durulmuştur.

Bouallagui vd. (2009) anaerobik fermentasyon ile biyogaz üretimi konusunda yapılan ilk çalışmalarında çiftlik gübresi kullanılmış, daha sonra zaman içerisinde meydana gelen gelişmeler neticesinde fermentasyon işleminde farklı atık türleri gübre ile birlikte kullanımının mümkün olduğu saptanmıştır. Birden fazla atık malzemenin homojen karışımının fermentasyonu, kofermantasyon, farklı tipte kullanılan malzemeler ise komateryal olarak adlandırılmıştır.

Deviren vd.(2017) proses performansını artırma ve farklı atık türlerini eş zamanlı ve daha ekonomik olarak değerlendirebilme şansı sunan kofermantasyon uygulamasında tarımsal, kentsel, kırsal ve endüstriyel atıklar kullanılabileceğini belirtmiştir. Bu uygulamada, reaktörde fermentasyon işleminin gerçekleştirilmesinde gerekli ve yeterli bakteri popülasyonunun sağlanabilmesi için çiftlik gübresi genellikle ana bileşen olarak ön plana çıkmıştır. Diğer atık türleri çiftlik gübresi ile birlikte kullanılacağı saptanmıştır. Kullanılacak komateryalin zararlı bileşenler yönünden incelenmesinin önemi vurgulanmıştır.

Werner vd. (1989) kullanılan hammaddeye göre ise elde edilen biyogaz miktarları değişiklik gösterdiğini belirlemiştir. Bunun sebebi hammaddeler içerisindeki biyolojik olarak çürüyebilme özelliğine sahip bileşiklerin hammadde içerisinde değişik oranlarda dağılıyor olmasındandır. Biyogazın elde edilebilmesinde kullanılan bazı maddelerin içerdikleri biyogaz potansiyelleri Şekil 2.2’da görüldüğü gibidir



Şekil 2.2. Hammadde bazında biyogaz üretim miktarları (m³ biyogaz/ton hammadde)

2.3. Biyogazın Yakıt Olarak Kullanılmasının Enerji Üretim Motorları Yönünden İncelenmesi

Mears (2001) çalışmasında biyogazın, LPG ve doğalgazla çalışan cihazlarda kullanılabilmesi için çeşitli modifikasyonlar gerektiğini, bu değişikliklerin birinin primer hava girişinin ve yanma hızının ayarlanması olduğunu belirtmiş, bu cihazların meme çapının büyütülmesi, hava giriş portunun küçültülmesi, meme çapının, doğal gazla çalışanlara göre yaklaşık 1,3 kat artırılması gerektiği belirtilmiştir.

Roubaud ve Favrat (2005) çalışmalarında, benzinli motorlarda biyogaz kullanıldığında, sıkıştırma oranının 1:14 – 1:16 arasında değiştirilebildiğini belirtmiştir. Yanmanın ölü noktaya %30 kala başladığı ve hava yakıt oranının ise 1:10’a ulaştığı görülmüştür. Biyogazın yağlanma soDenemeu yüzünden iki zamanlı motorlarda kullanıma uygun olmadığı, dizel motorlarda kullanım için oldukça elverişli olduğu,

genellikle motorinle birlikte kullanıldığı, dizel motorlarda kullanımda yüksek sıkıştırma oranına bağlı olarak daha yüksek verim alınabildiği belirtilmiştir. Yüksek sıkıştırma oranı verimi arttırırken, motor ömrünü düşürmektedir. Ayrıca sıkıştırma oranının düşürülmesinin, NOx emisyonunu azaltırken performansı düşürdüğü, bu performans düşüşünü engellemek için motorların ön yanma odalı olarak oluşturulması gerektiği belirtilmiştir.

Gustavsson (2000) çalışmasında besleme materyaline bağlı olarak biyogaz içerisinde amonyak miktarının 450 ppm'e kadar çıkabildiğini belirtmiştir. Bu amonyanın içten yanmalı motorlarda NOx emisyonunun artmasına, yakıt hücrelerinde kullanımda sistem ömrünün azalmasına neden olduğunu, bu nedenle özellikle azot yönünden zengin hammaddelerin kullanıldığı durumlarda serbest amonyak miktarının izlenmesi gerekliliği belirtilmiştir.

Amon vd. (1999) çalışmalarında biyogazla çalıştırılan içten yanmalı motorlarda hava-yakıt oranı artırıldığında NOx ve CO emisyonlarının azaldığını, fakat bunun da verimi düşürdüğü belirtmişlerdir.

2.4. Biyogazın Yakıt Olarak Kullanımının Çevresel Etkileri

Crookes (2006) çalışmasında biyogazın içerisinde CO₂ bulunması nedeniyle motor performansının düştüğünü, buna karşılık NOx emisyonunun azaldığını belirtmiştir. CO emisyonunun daha yüksek olduğu ve biyogaz içerisinde H₂S bulunması nedeniyle katalizör kullanarak bu emisyonun düşürülmesi gerektiği, CO'in, NOx'e göre daha problemsiz bir gaz olduğu, çok hızlı bir şekilde okside olarak CO₂'e dönüştüğü ve doğal karbon çevrimine dahil olduğu belirtilmiştir.

Gürbüz (2006) çalışmasında, farklı sektörlerde yapılan araştırmalara göre enerji tasarruf potansiyellerinin farklılık gösterdiğini, en fazla tasarrufun sanayi sektöründe bulunduğunu ve bu sektörün %20 tasarruf potansiyeline sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, enerji tüketiminde %1 tasarruf sağlanması durumunda, CO₂ emisyonlarının %2,5 azaltılacağını vurgulamıştır.

Linke (2006) çalışmasında patates işleme tesisi katı atıklarının 55 °C'de Sürekli Karıştırmalı Tank Reaktörde (CSTR) farklı organik besleme hızlarında çalışılmış ve organik besleme hızındaki artışla hem biyogaz üretim verimi hem de biyogazdaki metan bileşiminde düşüş olduğu belirtilmiştir. Çalışmada organik besleme hızının 0,8 g/L.gün'den 3,4 g/L.gün'e artırılması ile biyogaz üretim verimi 0,85 L/g'dan 0,65 L/g'a ve biyogazın metan bileşimi ise %58'den % 50'ye düşmüştür.

2.5. Biyogaz Üretiminde Kullanılan Hammaddenin ve Sistemin Ekonomisi

Andrade vd. (2009) yapmış olduğu çalışmada artan ot ve çim problemine dikkat çekmiş ve sadece çim silajını kullanarak biyogaz üretim prosesini incelemiştir. Çalışmada tek fazlı çalışma prensibinde silaj preparasyonunun (kesim uzunluğu ve silaj katkı maddeleri) önemine değinmiştir. Ot silajın mezofilik ve termofilik koşullar altında anaerobik fermentasyonu üzerindeki etkisine bakılmış ve test edilen tüm silaj ön işlemler arasında spesifik metan veriminde bir fark bulunmadı saptanmıştır. Çalışma neticesinde uzun süreli mezofilik koşullar altında yükleme oranının $2 - 2,5 \text{ kg oTS} / \text{m}^3\text{d}^1$ olarak bulunmuştur. Termofilik koşullar altında yüksek amonyak konsantrasyonları ve yüksek yükleme oranı olduğu saptanmıştır. Böyle durumlarda bozunma işleminin dengelenmesi için bir mineral katkı maddesinin eklenmesi gerekeceği ve bu durumun potansiyel yükleme oranını $3 \text{ kg oTS} / \text{m}^3\text{d}^1$ e yükselteceği tespit edilmiştir. Her ne kadar tek başına çim silajının termofilik koşullarda yüksek azot içeriği bulunmasından dolayı biyolojik proste problem oluşturabileceği bilinse de, mezofilik çalışma koşullarında ot silajı kullanımının uygun olduğu saptanmıştır.

Pagilla vd. (2000) çalışmasında mezofilik ve termofilik bakterilerin kullanıldığı reaktörleri incelemiş, mezofilik reaktörlerde patojen gideriminin termofilik reaktörlere göre daha az olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden, domuz artığının besleme materyali olarak kullanıldığı bazı uygulamalarda bekletme süresi bir gün ve çalışma sıcaklığı 62°C olan termofilik reaktörlerde, bekletme süresi 14 gün ve çalışma sıcaklığı 37°C olan anaerobik mezofilik reaktörle birlikte çalıştırılmış, patojen giderimi ve sistem veriminin arttığını, H_2S üretiminin azaldığını tespit etmiştir.

Callaghan vd. (2002) çalışmalarında, inek gübresine %20–50 arasındaki oranlarda meyve-sebze atıkları ile tavuk gübresi karıştırılarak, anaerobik işlem ile metan üretim hızı, uçucu madde giderimi ve metan üretim verimlerini inceleyerek en uygun karışımın belirlenmesini araştırmıştır. Deneyler 18 L'lik CSTR reaktörde, 21 günlük bekleme süresinde ve 35°C 'de yapılmıştır. Çalışmalar her karışım için $3.19\text{--}5.01 \text{ kg UKM (Uçucu Katı Madde)} / \text{m}^3\text{.gün}$ arasında değişen organik yükleme hızlarında yürütülmüştür. Çalışmada inek gübresine meyve-sebze atıkları karıştırılmasının, metan üretiminde tavuk gübresi karıştırılmasından daha verimli olduğu, inek gübresine eklenen meyve-sebze atıklarının oranının artırılması ile metan üretim veriminin $0.23 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg UKM}$ 'den $0.45 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg UKM}$ 'e yükseldiği belirtilmiştir. İnek gübresine tavuk gübresinin karıştırılması ile reaktördeki serbest amonyak derişiminin artmasıyla bakteriyel faaliyetin durduğu, metan üretim verimi ve uçucu madde giderim oranının düştüğünü belirlemiştir.

Boyd (2000) çalışmasında biyogaz sistemlerini ölçeklerine göre üçe ayırmiş bunların sırasıyla küçük ölçekli çiftlik tipi sistemler, 20–30 çiftliğin paylaştığı müşterek biyogaz sistemleri, büyük ölçekli merkezi biyogaz sistemleri olduklarını ve genellikle kullanılan küçük ve orta ölçekteki tesisler olduğunu belirtmiştir. Özellikle sahip olunan hayvan sayısının iki civarında olduğu ailelerin bulunduğu Nepal ve Hindistan gibi ülkelerde müşterek biyogaz tesislerinin daha fazla tercih edildiğini, bu tesislerde daha az otomasyon kullanıldığını ve basit tasarıma sahip olduklarını, bunun da reaktör hacmi başına maliyetlerin daha düşük olmasını sağladığını bildirmiştir. Gelişmiş ülkelerde ise daha çok merkezi biyogaz tesislerinin bulunduğunu, özellikle Avrupa'da bulunan biyogaz tesislerinin sadece %50'sinin çiftlik tipi küçük ölçekli olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda Avrupa'da çalışan biyogaz sistemlerinin %89'unun hayvan atıklarını kaynak

olarak kullandığını vurgulamıştır. Sığır artığında biyogaz verimi ortalama 0,2 m³/kg UK iken, domuz artığında bu değer yaklaşık 0,3–0,45 m³/kg UK'dır. Bu farkın domuz artığında toplam katıda yağ oranının %7–12,3, sığır artığında %3,5–7,5 civarında olmasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Leggett vd. (2002) yapmış olduğu çalışmasında, biyogaz tesislerini ekonomik yönden incelemiş ve ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu, işletilmesinde özen ve teknik bilgi gerektiği aynı zamanda da bu tesislerde periyodik bakımın zorunluluğu üzerinde durulmuştur.

Koçar vd. (2007) çalışmasında, enerji üretim kaynağı olarak biyogazın doğrudan yakılarak sıcak su ve sıcak hava elde etmede, kurutmada, buhar elde ederek ısı ve güç üretiminde kullanılabilirliği üzerine bilgi vermiş, biyogazın yakıt olarak kullanılmasında içten yanmalı motorlar tercih edildiğinde mekanik iş ve elektrik elde edilebileceği belirtilmiştir.

McKendry (2002) modern biyokütle enerjisi kaynaklarından olan enerji bitkilerinin genel özellikleri üzerine çalışmış ve bu bitkilerin yüksek büyüme hızına sahip olduklarını, üretimde düşük enerji girdilerinin olduğunu, bununda düşük üretim maliyeti sağladığını ve daha az oranda kirletici madde içerdiğini tespit etmiş, ancak bu avantajlarının yanında besin amacıyla kullanımının düşük olduğunu belirtmiştir.

Korucu ve Çağlar (2005) çalışmasında, EİE tarafından yapılan enerji verimliliği etüt çalışmalarının sonuçlarını incelemiş, sanayi sektöründe yatırım yapılmaksızın veya az yatırımlı önlemlerin uygulanması ile asgari %10 düzeyinde enerji tasarrufu sağlamanın mümkün olacağını, ancak uygulamaların düşük düzeylerde kaldığını belirlemiş. Yapılan önerilerin uygulanmasında büyük oranda yatırımsız önlemlerin tercih edildiği saptanmıştır. Ayrıca, sanayi sektörü için proses değişikliklerini de içeren önlemlerin uygulanması ile %20 düzeyinde ve yaklaşık 1 milyar dolar olarak tahmin edilen enerji tasarruf potansiyelinin ekonomimize katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Kaya vd (2009) çalışmalarında biyogaz ve enerji üretim teknolojileri için hayvansal ve tarımsal kaynaklı iki ayrı modallemeyi laboratuvar ölçekli düzenekler ile hazırlamışlar ve bu düzeneklere ait karar destek sistemi(KDS) simülasyonu modallemesi yapmışlardır. Bu sistemin dahil edildiği pilot ölçekli bir biyogaz tesisi tasarlanıp imal edilmesi, enerji dönüşüm sistemiyle entegrasyonu, deneysel çalışmalar, teknik ve ekonomik analizler ve yaşam döngü analizleri incelenmiştir. Oluşturulan pilot tesis için iki adet birbirine bağlı üreteçler imal edilmiştir. Bu tesislerde en uygun bekleme süresinin 47 gün olduğu, organik kuru madde oranının %9 olduğu ve üreteç içi sıcaklığı 35-40 °C olduğu belirlenmiştir.

Hotunoğlu ve Yılmaz (2015) yapmış oldukları çalışmada dünya'da ve Türkiye'de yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikleri ele almışlardır, Destek ve teşvik mekanizmalarının en başında sabit fiyat garantisinin en yaygın biçimde kullanıldığını tespit etmişlerdir. Her bir yenilenebilir enerji kaynağı için eşit olmamak kaydıyla yeni sabit fiyat garantili bir plan getirildiğini açıklamışlardır. Bu kapsamda gerçek ve tüzel kişiler, ihtiyaçlarının üzerinde ürettikleri elektrik enerjilerini dağıtım sistemine göndermeleri halinde Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığı tarafından yayınlanan çizelge 2.1.'de yer alan fiyatlardan 10 yıl süre ile yararlanmaktadırlar denilmektedir. Lisans

sahibi gerçek ve tüzel kişilerin, 31.12.2020 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde yararlanılan mekanik veya elektro- mekanik aksamın yurt içinde üretilmesi halinde, bu tesislerden elde edilip iletim ve dağıtım sistemine gönderilen elektrik enerjisi için, I sayılı cetvelde sunulan fiyatlara, yerli katkı ilavesi desteği eklendiğini belirtmiştir.

Çizelge 2.1.Yenilenebilir enerji kaynağına dayalı üretim tesis tipine bağlı uygulanan birim fiyatlar (I sayılı cetvel)

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD doları cent/kWh)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (Çöp gazı dâhil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Ekinci vd. (2010) çalışmalarında Türkiye genelindeki hayvansal gübre potansiyeli incelenmiştir. Türkiye genelindeki potansiyel biyogaz tesislerinin kapasitesini belirlemek için, her ildeki yıllık oluşabilecek hayvan gübresinin% 10'unun biyogaz üretimi için kullanıldığı varsayılarak çalışma yapılmıştır. Çalışmada biyogaz prosesi sonucunda oluşacak metan üretimi, elektrik ve ısı enerjisi, son atık, gelirler ve CO2 tasarrufu değerlendirilmiştir. Biyogaz tesislerinin ekonomik uygulanabilirliği, net bugünkü değere, fayda-maliyet oranına, iç verim oranına ve geri ödeme süresine dayanarak değerlendirilmiştir. Çalışmada hesaplamalarda ısı geliri ayrı tutularak iki farklı elektrik alım fiyatı üzerinden yapılmıştır. TBMM'de 5 Haziran 2009'da çıkarılan yeni tasarıya göre, biyogaz yoluyla üretilen elektrik için planlanan fiyat ilk on yıllık dönem için 0,14 Euro / kWh ve ikinci on yıllık dönem için 0,08 Euro / kWh olarak belirtilmiş, yapılan hesaplamalarda bu doğrultuda yapılmıştır. Elektrik ve ısı enerjisinin en yüksek üretim miktarına göre Doğu Marmara'da 380,22 GWh / yıl ve 434,54 GWh / yıl, en düşük üretim rakamlarının ise İstanbul bölgesi için 5.25 GWh / yıl olduğunu gösterilmiştir. Üretilen elektrik enerjisinde elde edilebilecek gelir Doğu Marmara bölgesi için yıllık 25,09 Milyon Euro, İstanbul bölgesi için 0,35 Milyon Euro arasında değiştiği hesaplanmıştır. Biyogaz üretiminden elde edilen ısı geliri İstanbul Bölgesi için yıllık 0,20 Milyon Euro ile 14,43 Milyon Euro arasında değiştiği hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada ısı gelirleri dahil edilmesiyle satış fiyatı 0,066 ile 0,11 Euro/kWh değişkenlik göstermesi üzerine geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Doğu Marmara bölgesi için 3,75 ile 5,89 yıl arasında değiştiğini görülmüştür. Doğu Marmara bölgesi'nin yüksek metan potansiyeline sahip atıklar kullanılarak kurulan biyogaz tesislerinde geri ödeme süresi 3,75 ve 2,74 yıla kadar düştüğü belirtilmiştir. Çalışmada Biyogaz tesislerinden üretilen elektriğin piyasaya verilmesinin, biyogaz tesislerinin inşasına destek olmak için fon yaratılmasına teşvik edeceği belirtilmiştir. Biyogaz tesislerinin yapımını desteklemek için fon sağlama gibi bazı finansal mekanizmaların yürürlüğe konması gerektiği sonucu

çalışmada ortaya koyulmuştur. Yatırımcılar için kredi ve vergi indirimleri getirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Aktan (1999) Kamu yatırımlarında projelerin değerlendirilmesi yönünden yapmış olduğu çalışmada, fayda-maliyet analizi (F-M) üzerinde durmuş ve fayda maliyet analizinin kamu ekonomisinde yatırım projelerini etkinlik yönünden değerlendirmeye yarayan, topluma en yüksek faydayı sağlayacak olan projelerin seçiminde veya öncelik sırasının tespit edilmesinde yararlanan bir teknik olduğunu belirtmiştir. F-M analizinin mahiyetini kısaca şu şekilde özetleyebiliriz: Belirli bir yatırım projesinin bütün ömrü boyunca sağlayacağı fayda ve maliyetler parasal olarak belirlenir. Fayda ve maliyetler parasal olarak ifade edildikten sonra uygun bir iskonto oranı ile iskonto edilerek fayda ve maliyetlerin bugünkü değerleri karşılaştırılarak yatırım projesinin uygulanabilir durumu hakkında karar alınır. Faydanın (F) bugünkü değeri, maliyetin (M) bugünkü değerinden büyükse yatırıma gitmek uygun kabul edilir demıştır.

3. MATERYAL VE METOT

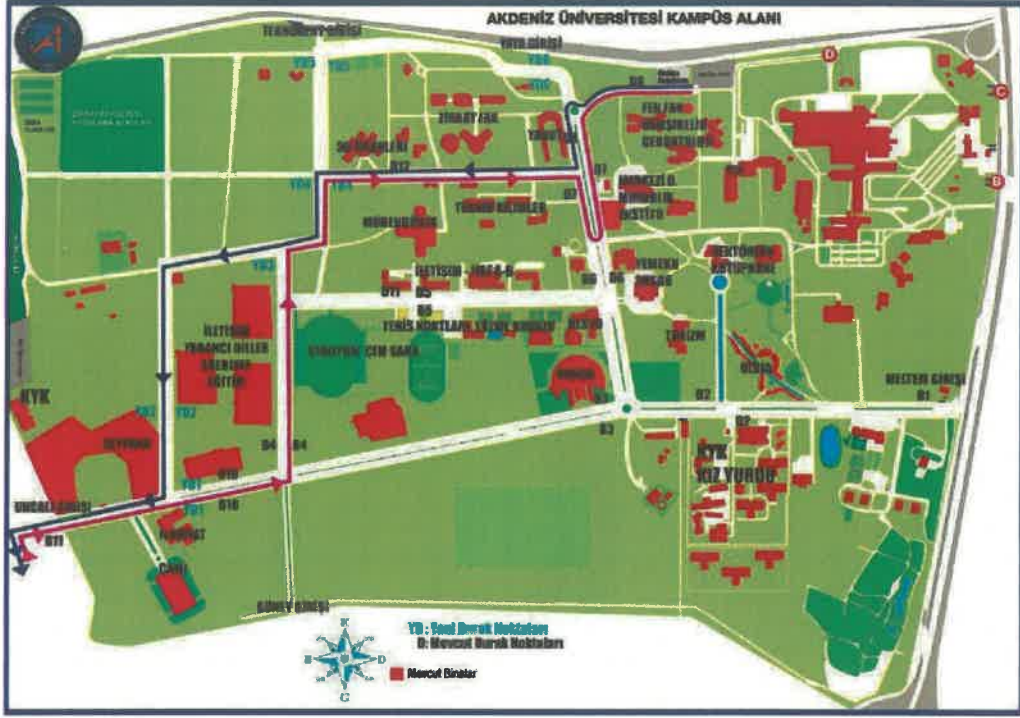
3.1. Çalışma Alanının İncelenmesi

Çalışmanın yapıldığı alan Akdeniz Üniversitesi kampüsü ile bu yerleşkenin bulunduğu Konyaaltı belediyesi sınırlarını kapsamaktadır. Üniversitemizin ana yerleşkesi Dumlupınar Bulvarı-Uncalı semti arasında yer alan bölgede kurulmuştur. Üniversite merkez kampüsü 3,4 milyon m² büyüklüğündedir. Projelendirilmiş örtülü alan büyüklüğü ise 677.832 m² olup, 19 Fakülte, 7 Enstitü, 4 Yüksekokul, 1 Konservatuar ve 11 Meslek Yüksekokulu, 4 Bölüm Başkanlığı, 44 Araştırma ve Uygulama merkezi ve 17 idari birimi ile eğitim ve araştırma hizmeti vermektedir. Tüm yerleşkelerin toplamında 621.813 m² kapalı alan bulunmaktadır. Şekil 3.1’de Üniversite kampüsünün bölge yerleşim planı görülmektedir.



Şekil 3.1. Proje sahası-Akdeniz Üniversitesi kampüsü

Eğitim öğretim alanı dışında kampüs yerleşkesi içerisinde üç bloktan oluşan Akdeniz Üniversitesi Hastanesi toplam 161.663 m²lik hizmet alanına sahiptir. 2012 yılında tamamlanan 304 yatak kapasiteli B Blok ile yatak sayısı 846’ ya yükselmiştir. Ayrıca kütüphane, merkezi yemekhane, kapalı spor salonu, kapalı yüzme havuzu, atletizm pisti, Olbia kültür merkezi, Yakut yaşam alanı, sosyal tesisler, rektörlük binası ve rektörlük ek hizmet binası, sağlık kültür ve spor daire başkanlığı, merkezi ısı santral binası, 75. yıl çocuk kreşi binaları da kampüs içerisinde yer almaktadır. Fakülte binaları, laboratuvarlar, kütüphane ve spor tesisleri merkez kampüste yer almaktadır. Şekil 3.2.’de Akdeniz Üniverstesi Kampüs alanı şematik haritası görülmektedir.



Şekil 3.2. Akdeniz Üniversitesi kampüs şematik harita

3.1.1. Akdeniz Üniversitesi mevcut enerji tüketimlerinin incelenmesi

Çalışmada ihtiyaç duyulan enerji üretim kapasitesinin sağlıklı olarak belirlenebilmesi için Akdeniz Üniversitesinin enerji tüketim karakteristiği ortaya çıkarılmıştır. Üniversitenin mevcut elektrik alt yapısı incelendiğinde kampüsün birisi 31.5 kV diğeri 6.3 kV olmak üzere iki şebeke hattından beslendiği görülmektedir. Bu iki şebeke üzerine yerleştirilmiş olan ölçüm istasyonları ile 1440 ve 4290 numaralı baralar ve 1450 ve 4800 numaralı baralar kontrol edilerek, bunlara bağlanmış olan orta gerilim sayaçlarındaki 4 adet abonelik verileri değerlendirilmiştir. Sistem üzerindeki 4 adet sayaca ait tüketim değerleri T1 (06:00-17:00 saatleri arası), T2 (17:00-22:00 saatleri arası) ve T3 (22:00-06:00 saatleri arası) olmak üzere 3 zaman dilimine ait saatlik tüketim miktarları 3 yıl boyunca ölçümlenmiş ve değerlendirilmiştir. Değerlendirmede sırasıyla, kampüs bölümü aylık faturalandırılmış elektrik tüketim değerleri ile 2014-2015-2016 yılları saatlik ortalama tüketim verileri incelenmiş olup, bu veriler hastane bölümü ve eğitim-öğretim bölümü ayrı ayrı olmak üzere değerlendirilmiştir. Toplam kampüs verileri gün içi zaman dilimlerindeki (T1, T2, T3) saatlik tüketim değerleri ayrı ayrı düzenlenmiştir. Kampüs toplamı için 2017 yılına ait beklenen kapasite artışı dahil gün içi zaman dilimlerindeki saatlik tüketim değerleri tahmini hesaplanmıştır. Sağlıklı bir veri analizi için mevsimsel ve gün içinde farklı saat dilimlerinde minimum ve maksimum tüketim değerleri tespit edilmiştir.

Akdeniz Üniveristesi kampüsünün mevcut ısı enerjisi ihtiyacı doğalgaz yakıtlı her biri 10.000 kg/saat kapasiteli dört (4) adet buhar kazanı ile temin edilmektedir. Isı merkezinin bazı kısımları elektrik enerjisi ile beslenirken bazı kısımlarında yakıt olarak

doğalgaz kullanılmaktadır. Bu kısımda tüketilen doğalgaz miktarının belirlenmesinde tez kapsamı içerisinde yer almaktadır.

Akdeniz Üniversitesi mevcut enerji ihtiyaçlarına bakıldığında, enerji ihtiyaçları üç ana kısımda toplanmıştır. Birinci kısım elektrik enerjisi, ikinci kısım ısı enerjisi ve üçüncü kısım ise soğutma enerjisi olarak belirlenmiştir.

3.1.2. Elektrik enerjisi altyapısı

Akdeniz Üniversitesi'nin mevcut elektrik alt yapısı incelendiğinde kampüsün 31,5 ve 6,3 kV iki şebeke hattından beslediği görülmektedir. 31,5 ve 6,3 kV'luk trafolar ve bu taraforların beslediği bölgeler Çizelge.3.1'de gösterilmiştir. Bu çalışma yapıldığı esnada yayınlanan üniversitenin strateji planı kapsamında 2017 yılı sonlarında Üniversite de yer alan 6,3kV sistemin 31,5kV sisteme değiştirilmesinin yapılacağı belirtilmişve tamamlanmıştır.

Çizelge 3.1. 31.5 ve 6.3 kV'luk trafo güçleri ve enerji hatlarının beslediği bölgeler

TRAFO ADI	TRAFO GÜCÜ kVA	TRAFO GERİLİM SEVİYESİ kV	BESLEDİĞİ BÖLGELER
Hastane TR-1	1000	6,3/0,4	K Blok, R.Altı Ayd.,Psikiyatri Günü Birlik
Hastane TR-2	500	6,3/0,4	Isı Mrk, Diş Hek.(Yeni), Amatem, Strateji ve Kreş
Hastane TR-3	500	6,3/0,4	H11,Ziraat Trafoları, Halk Otobüsleri
Hastane TR-4	1000	6,3/0,4	Tıp Fak. Dekanlık Binası
Hastane TR-5/1	1250	6,3/0,4	Hastane A-A1,Tıbbi Gaz Kompresörleri
Hastane TR-5/2	1250	6,3/0,4	Hastane A-A1,H9
Hastane TR-6	1250	6,3/0,4	Kütüphane, Bilgi-İşlem, Rektörlük
Hastane R.altı TR-1	1600	6,3/0,4	R.Altı Soğutma Grupları
Hastane R.altı TR-2	1600	6,3/0,4	R.Altı Soğutma Grupları
Hastane Pak"et TR	1600	6,3/0,4	H1 Blok Soğutma Grupları
Hastane B Blok TR-1	2500	31,5/0,4	Hastane B Blok Ve Acil Servis
Hastane B Blok TR-2	2500	31,5/0,4	Hastane B Blok Ve Acil Servis
Hastane Rad.Onk.TR	1600	31,5/0,4	H2-3-4-5-6-7-8-10
Hastane H Blok Kuzey TR	1600	31,5/0,4	H Blok Soğutma Grupları
Hastane H Blok Güney TR	1600	31,5/0,4	H Blok Soğutma Grupları
Hastane H Blok Paket TR	1600	31,5/0,4	H Blok Soğutma Grupları
Hastane Psikiyatri TR	1250	31,5/0,4	Psikiyatri Hastanesi
Kampüs Ziraat TR-1	160	6,3/0,4	Sulama Pompası
Kampüs Ziraat TR-2	400	6,3/0,4	Ziraat Fak.Hayvancılık Tesisi
Kampüs Ziraat TR-3	250	6,3/0,4	Hizmet Binaları, Kümes
Kampüs TR-14	500	6,3/0,4	Sosyal Tesisler Ve Lojmanlar
Kampüs Turizm TR	1600	31,5/0,4	Turizm Y. Okulu, Yemekhane, Mediko Ve Rektörlük

Çizelge 3.1.'in devamı

Kampüs İktisat TR	1600	31,5/0,4	İktisat 1 Ve 2.Blok, İletişim Ve Hukuk
Kampüs Besyo TR	800	31,5/0,4	Besyo B-C Ve D Blok, Havuz Ve Kapalı Spor Salonu
Kampüs Hukuk TR	1600	31,5/0,4	Hukuk Fak.
Kampüs Stadyum TR	1600	31,5/0,4	Stadyum
Kampüs Su Ürünleri TR	1250	31,5/0,4	Su Ürünleri, Gıda Ar-Ge
Kampüs TR-9-11	800	31,5/0,4	Teknik Bilimler MYO ve Atölyeleri
Ziraat Fakültesi	1250	31,5/0,4	Ziraat Fak.1-2-3 4 5.Blok
Kampüs TR-10/1	1000	31,5/0,4	Merkezi Derslik 1-2-3 Ve 4, Sağlık MYO ve Edebiyat Fak.
Kampüs TR-10/2	1250	31,5/0,4	Tıp Fak. Dekanlık Soğutma Grupları
Kampüs Strateji TR	1250	31,5/0,4	Strateji Matbaa Binası
Kampüs Güzel Sanatlar	1600	31,5/0,4	Güzel Sanatlar ve Mühendislik, Olbia
Mühendislik Fak.	1600	31,5/0,4	Mühendislik Fakültesi
Eğitim Fak.	1600	31,5/0,4	Eğitim fakültesi Yabancı diller Fakültesi
Edebiyat Fak.	1600	31,5/0,4	Edebiyat Fakültesi
İlahiyat Fak.	1600	31,5/0,4	İlahiyat fakültesi

3.1.3. Isı enerjisi altyapısı

Akdeniz Üniversitesi Kampüsünün mevcut ısı enerjisi ihtiyacı doğalgaz yakıtlı her biri 10.000 kg/saat kapasiteli dört (4) adet Buhar Kazanı ile temin edilmektedir. Su, buhar kazanlarına ortalama 18 °C ile giriş yapmakta ve sıcaklığı 170 °C'ye çıkartıldıktan sonra ısı ihtiyacı olan bölgelere 7 bar basınç ile buhar olarak temin edilmektedir.

Gelecekte kampüs sahasında yapılacak olası genişletmeler sonrası 30.000 kg/saat kapasiteye sahip olması düşünülen ikinci bir ısı merkezi oluşturulması planlanmaktadır. Ancak genişletme ile ilgili henüz detaylı bir proje yapılmamıştır. Genişletme kapsamında sadece, yeni yapılacak onkoloji binası için ilave 15.000 kg/saat kapasiteli buhar kazanlarına ihtiyaç duyulacağı belirlenmiştir.

Isıtma amaçlı olarak buhar iletilen merkezler sırasıyla; çamaşırhane, kullanım sıcak suyu, ısıtma eşanjörleri, ameliyathane sterilizasyon cihazları, kampüs binaları, rektörlük, kütüphane, merkezi derslikler, Ziraat Fakültesi 1,2,3 bloklar, Fen Fakültesi, Tıp Fakültesi, Güzel Sanatlar, Turizm Fakültesi, Merkezi Yemekhane'den oluşmaktadır.

Buhar kazanları tek beslemeli bir (1) adet ısı merkezi içerisinde yer almaktadır. Isı santrali için gerekli doğalgaz yakıtı 7.000 m³/saat ana ve 2.000 m³/saat yedek RMS istasyonundan oluşmaktadır.

2014 yılı için aylık doğalgaz tüketim miktarları Çizelge 3.2'de, saatlik, günlük, aylık ve yıllık maksimum tüketim değerleri de Çizelge 3.3'de verilmektedir. Maksimum tüketim miktarı, herhangi bir dönem için maksimum çekilebilecek doğal gaz miktarını

belirtmektedir. Bu verilerin 2015 ve 2016 yılında bir değişiklik göstermediği hastane teknik müdürlüğü tarafından beyan edilmektedir.

RMS ve ısı altyapısında kullanılan basınç değerleri şöyledir;

- RMS Giriş Basıncı (Olimposgaz Firmasından alınan gaz basıncı)=19 bar
- RMS istasyon çıkış basıncı = 4 bar
- Bina içi tesisat doğal gaz basıncı = 1 bar
- Brülör yakma basıncı = 100 milibar

Çizelge 3.2. 2014 yılı beklenen doğalgaz tüketim verileri

TARİH	TÜKETİM MİKTARLARI (Sm ³ /Ay)
Ocak	500.000
Şubat	390.000
Mart	300.000
Nisan	90.000
Mayıs	90.000
Haziran	90.000
Temmuz	90.000
Ağustos	90.000
Eylül	90.000
Ekim	90.000
Kasım	180.000
Aralık	200.000
TOPLAM	2.200.000

Çizelge 3.3. Dönemsel doğalgaz tüketimleri

DÖNEM	TÜKETİM MİKTARLARI (Sm ³)
Saatlik	3.200
Günlük	20.000
Aylık	500.000
Yıllık	2.200.000

3.1.4. Soğutma enerjisi altyapısı

Kampüsteki soğutma grupları ve bu gruplara enerji sağlayan trafolar Çizelge 3.4'de listelenmiştir. İlk 9 sırada hastane birimlerinin otuziki (32) soğutma grubunu, Çizelgede diğer belirtilen sekiz (8) adet soğutma grubu ise Rektörlük bölümündeki soğutma sistemini kapsamaktadır. Çizelgeden da anlaşılacağı gibi kampüs içerisinde soğutma ihtiyacı Chiller Grupları ve Klima sistemleri ile sağlanmaktadır.

Çizelge 3.4. Soğutma grupları ve enerji besleme trafoları

SOĞUTMA GRUPLARI	ENERJİ SAĞLAYAN TRAFİO BİLGİLERİ
Mc Quay Chiller 1-2-3	Rampaaltı TR 1 ve TR 2 (6,3 Kv 1.600 kVA)
A Blok Bahçe Carrier 1-2	Rampaaltı TR 1 ve TR 2 (6,3 Kv 1.600 kVA)
B Blok Train 1-2-3-4	B Blok TR 1 ve TR 2 (31,5 Kv 2.500 kVA)
H Blok Carrier 1-2-3-4-5	H Blok Kuzey-Güney Ve Paket TR. (31,5 Kv 1.600 kVA)
E Ve H1 Blok Teba 1...10	6,3 Kv Paket TR (6,3 Kv 1600 kVA)
Morfoloji Carrier 1-2-3	TR-10/2 (31,5 Kv 1250 kVA)
Yeni Dış HEkimliği Fak. Çatı York Chiller	TR 2 (6,3 Kv 500 kVA)
K Blok Çatı Carrier 1-2	TR 1 (6,3 Kv 1000 kVA)
Şizofreni Has. Carrier 1-2	Şizofreni TR (31,5 Kv 1250 kVA)
Rektörlük Chiller	TR 10/1 (31,5 Kv 1600 kVA)
Kütüphane Chiller	TR 6 (6,3 Kv 1250 kVA)
Merkezi Kafeterya Chiller 1-2	Turizm TR (31,5 kv1600 kVA)
Güzel Sanatlar Carrier 1-2	Güzel Sanatlar TR (31,5 Kv 1600 kVA)
Merkezi Derslikler Carrier 1-2	TR – 10/1 (31,5 kv 1600 kVA)

3.2. Elektrik Tüketim Verilerinin Ölçülmesi ve Hesaplanması

Akdeniz Üniversitesi enerji ihtiyaçlarının belirlenmesi ile kurulması planlanan enerji üretim tesisi için uygun kapasitenin saptanması çalışmalarında mevcut tüketim değerleri incelenmiştir.

Akdeniz Üniversitesinde mevcut elektrik enerjisinin temini, iki adet 6,3 kV, iki adet 31,5 kV ana bağlantı sistemi üzerinden sağlanmaktadır. Bu sistemler üzerinde 1440 ve 4290 numaralı 2 abonelik ile hastane bölümüne, 1450 ve 4800 numaralı 2 abonelik ile Eğitim-Öğretim bölümüne (Rektörlük, Sosyal Tesisler ve Tıp Fakültesi haricindeki diğer fakülteler) elektrik enerjisi sağlamaktadır.

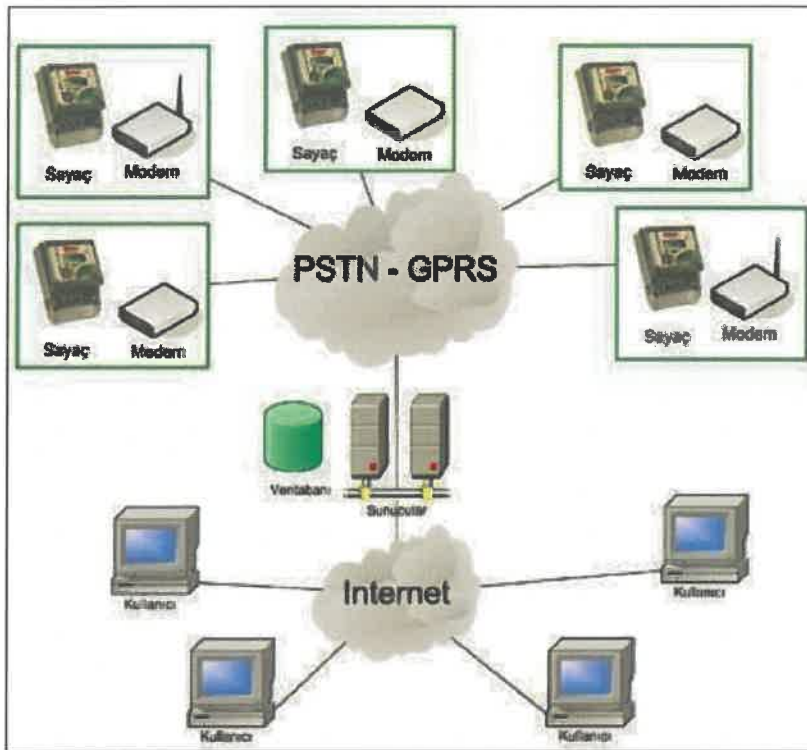
Elektrik enerjisi ölçümleri tüketim değerlerinin ölçülmesinde Rektörlük- Enerji Yönetim Birimi ortak çalışması ile heri 4 abone üzerinde ölçüm sayaçları yerleştirilmek suretiyle saatlik, günlük, aylık ve yıllık olarak düzenli olarak ölçümlenmiştir. Elde edilen veriler “Fatura Bedellerine Dayalı Tüketim Değerleri” ve halihazırda kampüse enerji sağlanan TEDAŞ (Özelleştirme süreci sonrasında Akdeniz Elektrik Dağıtım A. Ş.) tarafından kaydedilen “Uzaktan Sayaç Okuma ve Enerji Yönetim Takip Sistemi” verileri ile karşılaştırılmıştır. Bu ölçümlerde Otomatik sayaç okuma sistemi programından yararlanılmıştır.

3.2.1. Otomatik sayaç okuma sistemi (OSOS)

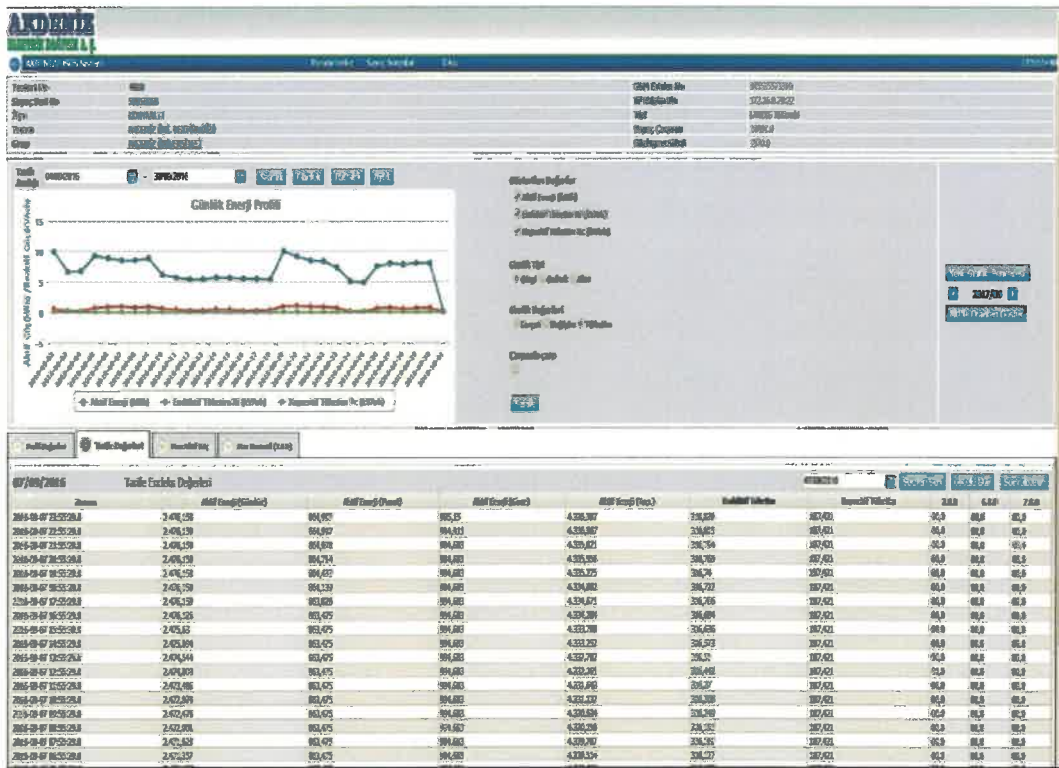
Elektrik sayaçlarının internet vasıtası ile uzaktan okunması için kurulmuş bir sistemdir. Sistemde, her elektrik sayacına bir modem takılır. Bu modem üzerinden elektrik sayaçları web üzerinden takip edilebilmektedir. Şekil 3.3’de bu sisteme ait yapı görünmektedir.

Bu sistem yardımıyla tüm üç yıllık elektrik tüketimleri düzenli şekilde kontrol edilmek suretiyle depolanmış ve hergün kayıt altına alınmıştır.

Sistemde her bir sayaç için Şekil 3.4’de görülen ekran oluşturulmaktadır. Bu ekranın sol üst kısmında saatlik, günlük ve aylık toplanan verilere ait grafiklere yapılabilmektedir. Ekranın alt kısmında ise kaydedilen veriler bir Çizelge halinde yer almaktadır. Bu veriler bir yıl süre ile burada saklanmaktadır. Şekil 3.4’de örnek oluşturması amacıyla 07.09.2016 tarihine ait günlük elektrik tüketiminin grafiği görülmektedir. Bu tarihe ait saat 23:55 ile 22:55 arasında aktif tüketilen enerji miktarı 0,240 kWh olarak sayaçta görülmektedir. Şekil 3.5’de ise bu tarihe ait detaylı saatlik veriler yer almaktadır. Ölçümlemede sayaç üzerindeki değişimler saatlik olarak kayıt edilerek, günlük ve aylık değerleri tek tek hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Otomatik sayaç okuma sistemi



Şekil 3.4. Akdeniz EDAŞ ve OSOS sayaç ölçüm sistemi

07/09/2016 Trafö Endeks Değerleri				
Zaman	Akım Enerji (Güçlük)	Akım Enerji (Puan)	Akım Enerji (Güç)	Akım E
2016-09-07 23:55:29.0	2.476,159	864,997	995,15	4.336,307
2016-09-07 22:55:29.0	2.476,159	864,997	994,911	4.336,067
2016-09-07 21:55:29.0	2.476,159	864,978	994,683	4.335,821
2016-09-07 20:55:29.0	2.476,159	864,714	994,683	4.335,556
2016-09-07 19:55:29.0	2.476,159	864,633	994,683	4.335,275
2016-09-07 18:55:29.0	2.476,159	864,139	994,683	4.334,982
2016-09-07 17:55:29.0	2.476,159	863,828	994,683	4.334,671
2016-09-07 16:55:29.0	2.476,126	863,475	994,683	4.334,294
2016-09-07 15:55:30.0	2.475,63	863,475	994,683	4.333,788
2016-09-07 14:55:29.0	2.475,094	863,475	994,683	4.333,252
2016-09-07 13:55:29.0	2.474,544	863,475	994,683	4.332,702
2016-09-07 12:55:29.0	2.474,003	863,475	994,683	4.332,161
2016-09-07 11:55:29.0	2.473,485	863,475	994,683	4.331,643
2016-09-07 10:55:29.0	2.472,974	863,475	994,683	4.331,132
2016-09-07 09:55:29.0	2.472,476	863,475	994,683	4.330,634
2016-09-07 08:55:29.0	2.472,001	863,475	994,683	4.330,158
2016-09-07 07:55:29.0	2.471,629	863,475	994,683	4.329,787
2016-09-07 06:55:29.0	2.471,357	863,475	994,683	4.329,514

Şekil 3.5. 07.09.2016 tarihine ait saatlik veri ölçümleri

Toplanan dört ana sayaç verileri her bir trafo için akım- gerilim hesapları yapılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

3.2.2. Toplanan verilerin hesap edilmesi

Toplanan verilerin nihai tüketim değerlerine dönüştürülebilmesi için her sayacın kendine ait akım ve gerilim trafolarının dönüşüm hesaplarının yapılması gerekmektedir. Yüksek gerilim sayaç ölçümlerinde kullanılan akım trafoları "primer" dediğimiz esas devreden geçen akımı, manyetik bir kuplaj ile küçülterek "sekonder" dediğimiz ikincil devreye ve bu devreye bağlı cihazlara aktarırlar. Bunun sonucunda cihazların büyük akımlar ile zorlanması veya orta gerilim ve yüksek gerilim devrelerinde, cihazların büyük gerilimler ile zorlanması önlenmiş olur.

Akım ve gerilim trafoları üzerinde bir demir nüve üzerine sarılmış olan bir primer sargı ve ayrıca (primer sargıya göre ters yönde sarılmış) bir sekonder sargı bulunmaktadır. Ana devreye seri olarak bağlanan primer sargıdan geçen akımın meydana getirdiği manyetik alan, demir nüvede manyetik akımın oluşmasına neden olur.

Manyetik akım sekonder sargıda bir gerilim indükler. Sekonder sargıya cihazların bağlanması sonucu sekonder devreden geçen akım; (sarımların ters yönde olması yüzünden) ters yönde bir manyetik alan ve demir nüvede ters yönde bir manyetik akı oluşturur. Sonuçta demir nüvedeki manyetik akı dengelenmiş olur. Manyetik akıların dengelenmesi, primer ve sekonder amper sarım eşitliği ile açıklanır. Sayaç verilerinin değerlendirilmesi için akım trafo hesabı denklem 3.1'de verilen bağıntı ile yapılmaktadır.

$$I_p \times w_p = I_s \times w_s \quad \text{veya} \quad \frac{I_p}{I_s} = \frac{w_s}{w_p} \quad (3-1)$$

I_p : Primerden geçen akım (A)

w_p : Primer Sarım sayısı

I_s : Sekonderden geçen akım (A)

w_s : Sekonder Sarım sayısı

Bir başka anlatım ile akım trafoları, primerden geçen akımı değiştirerek (genellikle küçülterek) sekonder devreye aktaran cihazlardır. Primer akımın hangi oranda değiştirildiğini belirleyen sayıya (k), o akım trafosunun “Akım Oranı” denir.

Sayaç çarpanı hesaplanmasında akım-trafo oranının gerilim trafosu oranı ile çarpılması ile elde edilen değer kullanılmaktadır. Bu değerler her trafo için farklılık göstermektedir. O yüzden her bir ölçüm merkezi için ayrı ayrı hasaplama yapılmasına gereksinimi duyulmaktadır. Denklem 3.2’ de sayaç çarpan hesabı görülmektedir. Devamında yer alan değerler ölçüm yapılacak her bir trafonun sayaç çarpanını göstermektedir.

$$k_A = \frac{I_p}{I_s} \times \frac{w_s}{w_p} \quad (3-2)$$

k_A : Sayaç çarpanı

4800 nolu sayaca bağlı sayaç çarpanı (Denklem 3.3);

$$k_A = \frac{142,5}{5} \times \frac{31500}{100} = 9000 \quad (3-3)$$

429 nolu sayaca bağlı sayaç çarpanı (Denklem 3.4);

$$k_A = \frac{150}{5} \times \frac{31500}{100} = 9450 \quad (3-4)$$

145 nolu sayaca bağlı sayaç çarpanı hesabı (Denklem 3.5);

$$k_A = \frac{500}{5} \times \frac{6300}{100} = 6300 \quad (3-5)$$

144 nolu sayaca bağlı sayaç çarpanı hesabı (Denklem 3.6);

$$k_A = \frac{500}{5} \times \frac{6300}{100} = 6300 \quad (3-6)$$

3.2.3. İhtiyaç duyulan elektrik miktarının hesaplanması

Üniversitenin 3 yıllık elektrik tüketimlerinin belirlenmesi ile elektrik tüketim değerlerine gelecek yıllara ait artış miktarı oransal olarak tahmin edilecektir. Bu değerlendirme neticesinde projelendirme amacıyla kullanılan veriler üzerinde yaklaşık olarak %10'luk bir artış olacak şekilde hesaplanmıştır. Enerji ihtiyacının değerlendirilmesi sonucunda toplamda tüketilecek elektrik miktarı belirlenmiş olacaktır. Bu doğrultuda bir birleşik ısı geri kazanım sistemi belirlenecektir. Birleşik ısı geri kazanım sistemi en önemli parametresi kullanılan yakıtla karşılık elde edilen güç miktarıdır. Hesaplama yapılırken kullanılan yakıtın bir kg'ının (gaz yakıtlarda, m³ ünün) yakılması ile elde edilen ısıya o yakıtın ısı değeri denir ve kcal ile ölçülür. Yakıtların ısı değerleri birbirinden farklıdır. Biyogazın ısı değeri 4700-5700 kcal iken metan gazının ısı değeri 8250 kcal.dir. Bu ısı değerleri yardımı ile bir saatte yakacağımız yakıt miktarını aşağıdaki denklem 3-7 ile hesaplanmıştır.

$$SYM = \frac{IT}{\eta_{kazan}} \times H \quad (3-7)$$

SYM: Saatlik yakıt miktarı (m³/h)

IT : Yakıt ihtiyacı (m³/h)

η_{kazan} : Kazan verimi

H : Yakıtın ısı değeri (kcal)

Birleşik ısı geri kazanım elektrik üretim verimi bir başka deyişle sistemin elektrik üretim verimi hesaplanırken motor ve alternatör üzerindeki kayıplarında göz önünde tutulması gerekmektedir. Bu değerler seçilen motor alternatör grubunun katalog değerlerindeki verimlilik parametreleri üzerinden hesaplamalara katılmıştır. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek katalog verileri verilmiştir.

3.2.4. Birleşik ısı geri kazanım (BIGK) sisteminden elde edilecek buhar miktarı

Üniversitenin her bir saat dilimindeki buhar ihtiyacı ayrı ayrı olmak üzere denklem 3-8'deki gibi hesaplanır. Elde edilen 3 zaman dilimi toplamı üniversitenin ortalama buhar ihtiyacını vermektedir. Denklem 3-9'da birleşik ısı geri kazanım ünitesinden alınabilecek en çok buhar miktarı hesaplanmıştır. Burada birleşik ısı geri kazanım ünitesinin üretilen o zaman dilimine ait en çok gücünün birleşik ısı üretim sistemi kapasitesi oranı ile sistemin egzoz ısı kapasitesinin egzoz verimine oranının çarpımı olarak hesaplanmaktadır. Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek en çok soğutma gücü ise denklem 3-10'ile hesaplanmaktadır.

$$OBI = \frac{IEI}{Gün} \times \eta_{kazan} \times \frac{EO}{T} \quad (3-8)$$

OBI: üniversitenin ortalama buhar ihtiyacı (kWh/ay)

IEI: üniversitenin ısıtma için enerji tüketimi (kWh/ay)

Gün: o aya ait gün sayısı

η_{kazan} : Kazan verimi

EO: Hesaplama zamanında kullanılan elektriğin yüzdeler dilimi

T: Tüketilen elektrik süresi

$$BIGKBG = \frac{W_{BIGK}}{Q_{BIGK}} \times \frac{Q_{max}}{\eta_{kazan}} \quad (3-9)$$

BIGKBG: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum buhar gücü miktarı (kWh)

WBIGK: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum güç miktarı (kWh)

QBIGK: Birleşik ısı geri kazanım ısı üretim kapasitesi (kW)

QmaxÇ Ehzoz ısı kapasitesi (kW)

η_{kazan} : Kazan verimi

$$BIGKSG = \frac{W_{BIG}}{W_{BIGK}} \times SK \quad (3-10)$$

BIGKSG: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum soğutma gücü miktarı (kWh)

SK: Birleşik ısı geri kazanım soğutma kapasitesi (kW)

3.2.5. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ısı miktarı

T1, T2, T3 zaman dilimlerinde birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretebileceği toplam ısı miktarı denklem 3-11'de ki veriler doğrultusunda hesaplanmıştır.

$$BIGK_{ısı} = \frac{T_{1BIG}}{W_{BIGKG} \times E_{Egzoz} \times T_1} + \frac{T_{2BIG}}{W_{BIGKG} \times E_{Egzoz} \times T_2} + \frac{T_{3BIG}}{W_{BIGKG} \times E_{Egzoz} \times T_3} \quad (3-11)$$

BIGK ısı : Birleşik ısı geri kazanımın alınacak ısı gücü miktarı (kWh/ay)

T_{1BIG} : T1 zaman diliminde birleşik ısı geri kazanımdan alınacak maksimum elektrik miktarı

W_{BIGKG} : Birleşik ısı geri kazanım kurulu gücü (kWh)

E_{Egzoz} : Egzoz enerji kapasitesi (kWh)

T1: 06-17 saatleri arasında ki geçen süre

3.2.6. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretim verileri

Bu hesaplamalar 3 yıllık süre boyunca günlük ölçümler sonucu alınmış değerlerin karşılaştırılması ile yapılmıştır. Kullanılacak olan birleşik ısı geri kazanım sistemine ait T1, T2, T3 zaman dilimlerindeki ortalama çekilen güç (OÇG) Mega Watt cinsinden hesaplanmıştır.

Hesaplanan veriler ise birleşik ısı geri kazanım sisteminde üretilebilecek maksimum elektrik miktarını göstermektedir. Burada T1, T2, T3 zaman dilimlerinde üniversitede tüketilen ortalama güçten az olmamak kaydı ile birleşik ısı geri kazanım sisteminin elektrik üretim kapasitesinin çalışma verimi ile üretilebilecek elektrik miktarı hesaplanmaktadır. Üniversitenin Ortalama Proses Buhar İhtiyacı (OPBİ) denklem 3-12 ile hesaplanmıştır. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilebilecek buhar gücü denklem 3-13 ile gösterilmektedir. Üniversitenin aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı IEİ ile gösterilmiş ve denklem 3-14 ile hesaplanmıştır.

$$OPBİ = \text{BuharBIGK} \times \frac{T1 \%Elektrik}{T1} \quad (3-12)$$

OPBİ:Üniversitenin Ortalama Proses Buhar İhtiyacı (OPBİ) (kW)
 Buhar_{BIG}: Buhar için birleşik ısı geri kazanım den alınan max Güç (Kwh)
 T1%Elektrik :T1 zaman dilimindeki elektrik kullanım yüzdesi
 T1 zaman : T1 zaman dilimindeki kullanım saati (h)

$$BIGKBG = \frac{I_{EI}}{\text{Gün}} \times \eta_{BIG} \quad (3-13)$$

BIGKBG: Buhar için birleşik ısı geri kazanım den alınabilecek max güç (kWh/ay)
 IEİ : Isıtma enerji ihtiyacı (kWh)
 η: Verim faktörü
 Gün: Ayın gün sayısı

$$IEİ = DTM \times H \times q \times \eta_{kazan} \quad (3-14)$$

DTM: Aylık metan tüketim miktarı (m³)
 H: metan ısı değeri (kWh/m³)
 q=Isı akış katsayısı (kW/m³)
 η= Kazan verimi

3.3. Akdeniz Üniversitesi ve Çevre Birimlerin Atık Miktarının Belirlenmesi

Çalışmanın ikinci aşamasında enerji üretim tesisi için üniversitenin ve yakın çevrenin atık potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda Akdeniz Üniversitesi hastane ve merkezi yemekhane işletmelerindeki ön işleme atıklarının, üniversite peyzaj atıklarının, Ziraat Fakültesi hayvancılık işletmesi atıklarının ve üniversitenin bulunduğu yakın çevredeki atık potansiyelinin özellikleri ve miktarları incelenmiştir. Tespit edilen mevcut atıklarda yıllık enerji üretimi ve hammadde değerlendirmesi yapılmıştır. Sırasıyla kampüs yemekhane atıkları, hastane yemekhane atıkları gündelik olarak toplanarak tartılmış ve bu atıklardan numuneler alınarak -4°C saklanmıştır. Alınan numunelerin oluşum oranlarına bağlı kalarak bir karışım elde edilmiştir. Bu karışım laboratuvar ortamında özel dizayn edilmiş çırpıcı ile yüksek hızda karıştırılacak ve %8, %10, %12 olmak üzere 3 farklı toplam katı oranı (TK, %TK) herbirinden ikişer tekrar numunesi alınarak, organik kuru madde oranı (UKM), pH ve elementel analizleri yapılmıştır. Elementer analizler Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği laboratuvarında uygun karışım oranlarında alınarak kül fırınında 540°C de 2 saat kurutulan numuneler haline getirildikten sonra ODTÜ Merkez Laboratuvar AR-GE Eğitim ve Ölçme Merkezi'ne gönderilmiş ve polimer analiz laboratuvarında incelenmiştir.

3.3.1. Yemekhane atıklarının miktarı

Bu çalışma kapsamında hastane ve merkezi kampüs yemekhanelerinden günlük olarak işlenmemiş (pişmemiş) yemek önhazırlık atıkları toplanmıştır.



Şekil 3.6. Hastane ve merkezi yemekhane ön hazırlık çalışmaları

İki hafata boyunca günlük olarak toplanan atıklar, yemekhanelere yerleştirilen kantarlar aracılığı ile düzenli olarak tartılmış ve o güne ait numuneler toplanan atık miktarları oranında alınarak -4°C 'de uygun koşullarda saklanmıştır. Şekil 3.6.'de Hastane ve merkezi yemekhane önhazırlık çalışmaları yer almaktadır.

3.3.2. Süt üretim çiftliği hayvan atıklarının miktarı

Akdeniz Üniversitesi süt üretim çiftliğinde 90 adet büyük baş damızlık inek bulunmaktadır. Bu ineklerin ortalama ağırlıkları 800 kg civarındadır ve günlük olarak ortalamada 51 kg katı sıvı karışımı atık elde edilmektedir. Hayvan çiftliği atıkların düzenli toplanabilmesi için uygun alt yapıları hazırlanmış ve çıkan atıklar düzenli olarak sıyrıcılar ile atık deposuna aktarılmıştır. Çiftlikten elde edilen yıllık atık miktarı belirlenmiştir. Şekil 3.7.'de hayvan çiftliğine ait bir görüntü yer almaktadır.



Şekil 3.7. Akdeniz Üniversitesi hayvan çiftliği

3.3.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü ve yakın çevre belediyenin yıllık çim atık miktarı

Akdeniz Üniversitesi ana yerleşkesi ve projelendirilmiş örtülü alan büyüklüğü ise 677.832 m² olup, tüm yerleşkelerin toplamında 621.813 m² kapalı alan bulunmaktadır. Geri kalan kısımlarda Ziraat Fakültesine ve Teknokent yapılarına ait seralar ve işletme alanları bulunmaktadır. Şekil 3.8'de bu alanlar dışında kalan fakülte binalarının çevre düzenleme alanları ve peyzaj düzenleme alanlarının bir resmi görülmektedir. Üniversitenin güney kısmında yer alan botanik park dışındaki alanda doğal kayalık bir alan mevcuttur. Üniversite kampüsü içerisindeki peyzaj çalışmaları kapsamında Aralık, Ocak ve Şubat ayları dışında kalan 9 ay boyuca çim biçimi yapılmaktadır. Biçilen çim miktarları bir traktör römorku üzerinden hesaplamaya tabi tutulmuştur. Traktörün römork ölçüleri boy 3 m, en 2 m, yükseklik ise 0,6 m dir. Bu ölçüler doğrultusunda yıllık toplanan çim miktarı hesaplanmıştır. Traktörün römork hacmi 3,6 m³ tür.

Akdeniz Üniversite kampüsünün yakınında bulunduğu Konyaaltı Belediyesi çim atıkları miktarıda proje kapsamında incelenmiştir. Belediye peyzaj alanlarının çim atıkları kamyon ile toplandığı, Belediye Çevre Koruma ve Kontrol müdürlüğü veri paylaşımı ile çim atığı potansiyeli tespit edilmiştir. toplanan kamyon kasası büyüklüğü boy 7 m, en 3 m ve yükseklik 1 m olarak belirtilmiştir. Belediyeninde yılın 9 ayı çim biçimi gerçekleştirdiği belirtilmiştir.



Şekil 3.8. Akdeniz Üniversitesi kampüs alanı peyzajı

3.4. Toplanan Atıkların Biyometan Potansiyelinin Belirlenmesi

Yapılan literatür çalışması sonucunda biyometan potansiyeli tespiti analizleri için tekrar edilebilir sonuçların alınması ve homojen numunelerin elde edilmesi amacıyla numuneler öncelikle kesici ve parçalayıcılar yardımı ile parçalanmış ve 1-3 mm boyutlarına indirgenmiştir. Toplanan 3 farklı atık toplama miktarlarındaki oranları doğrultusunda karıştırılarak, karışım numunesi elde edilmiştir. elde edilen karışım toplam katı madde (TKM), uçucu katı madde (UKM) ve PH analizleri Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında yapılmıştır (Şekil 3.9.). Toplanan atıkların elementel (C, H, N ve S) analizleri Orta Doğu Teknik Üniversitesi, AR-GE Eğitim ve Ölçme Merkezi laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır.



Şekil 3.9. BMP denemeleri için hazırlanan numuneler

3.4.1. Toplam katı madde (TKM) analizi

TKM analizleri Standart Metot 2540-C'ye göre yapılmıştır. TKM, belirli miktarda numunenin 103-105°C'de sabit tartıma gelene kadar etüvde kurutulması sonucunda oluşan ağırlık kaybının belirlenmesi ile ölçülmüştür (APHA 2005). Analizlerini yapımında WTW Binder ED115 Etüv Presica XB 220A ve XT 1220M Terazî kullanılmıştır.

3.4.2. Uçucu katı madde (UKM) analizi

UKM, TKM'nin organik kısmını temsil etmektedir. UKM analizi Standart Metot 2540-C'ye göre yapılmıştır. UKM, TKM içeriği bilinen numunenin 550°C'de fırında yakılması ve sabit tartıma getirilmesi sonucu gözlenen ağırlık kaybının belirlenmesi ile ölçülmüştür (APHA 2005). Analizlerini yapımında Protherm, PLF 120 Kül fırını Presica XB 220A ve XT 1220M Terazî kullanılmıştır.

3.4.3. Elementel kompozisyon (CHNS) analizi

550°C'de fırında 2 saat boyunca yakılan numunelere ait elementel (C, H, N ve O) analizler Orta Doğu Teknik Üniversitesi, AR-GE Eğitim ve Ölçme Merkezi laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Analizlerini yapımında Elementel analiz cihazı EAC kullanılmıştır.

3.4.4. Biyokimyasal Metan Potansiyeli denemeleri (BMP)

Toplanan ve parçalanmış uygun oranda karıştırılan materyaller için biyokimyasal metan potansiyellerin belirlenmesinde standart BMP testi uygulanmıştır. Bu yöntemde temel yaklaşım, anaerobik aşı ile karıştırılmış belirli miktardaki atığın belirli bir sıcaklıkta inkübe edilmesi ve üretilen gaz hacmi ile gaz kompozisyonunun ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. BMP testi Carrere vd. (2009) ile Us ve Perendeci (2012) tarafından uygulanan yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntemde temel yaklaşım anaerobik aşı ile karıştırılmış belirli miktardaki atığın belirli bir sıcaklıkta inkübe edilmesi ve üretilen gaz hacmi ile gaz kompozisyonunun ölçülmesi prensibine dayanmaktadır. Önerilen yöntemle göre, BMP şişesi (500 mL kapasiteli) içerisindeki aktif aşı konsantrasyonunun 3-5 g UKM/L ve substrat-aşı oranının 0.5 (katı numuneler için g UKM/g UKM, sıvı numuneler için g KOİ/g UKM) olması sağlanmıştır. Ayrıca deney süresince aşı çamur aktivitesinin devam etmesi için uygun miktarda makro ve mikro besinler ile deneme şişesi içerisinde pH değişiminin tamponlanması amacıyla ise NaHCO₃ ilave edilmiştir. Numune, aşı ve gerekli besinlerin BMP şişesine ilave edilmesinden sonra ortamdaki oksijenin giderilmesi için N₂/CO₂ (%70 / %30) gaz karışımı kullanılmıştır. Oksijenin giderilmesinden sonra şişeler sızdırmaz septum ile kapatılıp inkübatöre (36°C) yerleştirilmiştir.

Çalışmada BMP testi 400 mL kapasiteli cam deneme şişelerinde yapılmıştır. BMP testleri mezofilik (36°C) şartlarda 100 gün boyunca takip edilmiştir. BMP deneme şişelerinde aşı için 3 g UKM/L olacak şekilde anaerobik aşı çamuru eklenmiştir. Yapılan ön hazırlıklar Şekil 3.9'da görülmektedir. BMP deneme şişelerine eklenen aşı miktarının hesaplanmasında aşağıda verilen denklem 3-15 kullanılmaktadır (Dumlu, 2011).

$$V_b = \frac{C_{xe} * V}{C_x} \quad (3-15)$$

V_b =BMP deneme şişesine ilave edilen aşı çamur hacmini L,

C_{xe} = BMP deneme şişesinde olması istenen aşı çamur konsantrasyonunu (3 g/L),

C_x , = Anaerobik aşı çamur konsantrasyonunu (gUKM/L)

V = BMP deneme şişesinin çalışma hacmini temsil etmektedir (L)

Her bir BMP deneme şişesi içerisinde substrat-aşı oranı 0,5 olacak şekilde numune ilave edilmiştir. Numuneler için BMP deneme şişesi içinde olması gereken miktar Denklem 3-16 ile hesaplanmıştır (Dumlu, 2011)

$$\text{Numune Miktarı (mL)} = \frac{(B) * V * C_{xe}}{N_{UKM}} \quad (3-16)$$

(B): BMP deneme şişeleri içerisindeki substrat-aşı oranını (0,5 gUKM_{numune}/gUKM_{aşı})

N_{UKM} ise numunenin uçucu katı madde (g/g)

Numuneler için BMP deneme şişeleri içerisine ilave edilen konsantrasyonun numune oranı 1,5UKM/L olacak şekilde Eşitlik 3-17 ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Numune kanstrasyonu} = \frac{(B) * V_b * C_x}{V} \quad (3-17)$$

3.4.5. Biyogaz hacmi ve gaz kompozisyonunun belirlenmesi

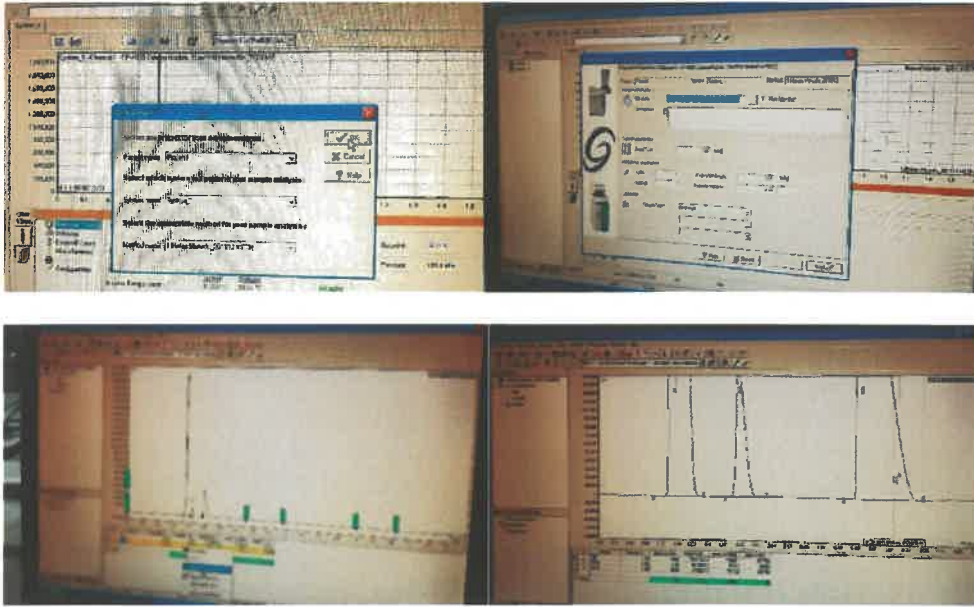
BMP deneme şişelerinde aşı aktivitesinin sürekliliğini sağlamak amacıyla mikro ve makro elementleri içeren çözelti ile pH'nın tamponlanması için NaHCO₃ çözeltisi eklenmiştir. İnkübasyon öncesinde her BMP deneme şişesinde %70 N₂ ve %30 CO₂ içeren gaz karışımı 1 dakika süreyle verilerek başlangıç koşullarının anaerobik olması sağlanmıştır. Deney süresince BMP deneme şişelerinden gaz kaçışının engellenmesi için kalın plastik septumlar ve alüminyum kapaklar kullanılmıştır. BMP deneme şişeleri test süresince inkübatörde 36°C'de muhafaza edilmiştir.

Analizler boyunca BMP deneme şişelerinde oluşan biyogaz miktarı belirli günlerde gaz-su yer değiştirme prensibiyle çalışan gaz ölçüm sistemi kullanılarak ölçülmüştür. Biyogaz kompozisyonu ise gaz kromatografi cihazı ile belirlenmiştir. (Us 2010).

BMP deneme şişeleri içerisinde oluşan biyogaz bileşenleri ise (CH₄, CO₂ ve N₂) Varian CP-4900 Mikro gaz kromatografi (GC) cihazı ile ölçülmüştür. Kullanılan GC, termal iletkenlik dedektörüne (online-TCD) ve PPQ kolona (10 m) ölçüm materyaline

sahiptir. Analiz metodunda kullanılan enjektör ve kolon sıcaklıkları sırasıyla 110°C ve 70°C olarak belirlenmiştir. Varian CP 4900 Micro GC’de helyum (25 mL/dk) taşıyıcı gaz olarak kullanılmaktadır. Şekil 3.10’da yer alan görüntülerde ölçüm cihazının ekran görüntüleri bulunmaktadır. Burada görüleceği üzere gaz yoğunluklarına bağlı olarak oluşan gaz miktarı grafiksel olarak ekrana yansımaktadır. Ölçülen Aralık işaretlenerek her bir gün için ayrı ayrı çalışmalar yapılmıştır.

Gaz çıkışın düşüşe geçtiği süre olan 100 günlük inkübasyon süresince oluşan biyogaz miktarı ve biyogaz içerisindeki metan yüzdesi tespit edilmiştir. BMP testlerinde kullanılacak aktif anaerobik aşı çamuru, Antalya Hurma atık su arıtma tesisi anaerobik çamur çürütme deneme ünitelerinden alınarak, kompozisyonunun belirlenmesi için TKM, UKM ve pH analizleri yapılmıştır. Saf glikoz standart substrat kaynağı olarak kontrol amacıyla kullanılmıştır. Aşıdan kaynaklanan metan üretiminin belirlenmesi için anaerobik aşı çamuru şahit olarak kullanılmış ve hesaplamalarda aşının ürettiği metan miktarı düşülerek materyale ait metan üretim miktarı belirlenmiştir. Deneme şişesinde oluşan biyogaz miktarı gaz-su yer değiştirme prensibi ile ölçülerek deney süresince kayıt edilmiştir. Biyokimyasal metan potansiyeli testinde biyogaz içindeki gaz bileşenleri (metan, karbondioksit) PPQ kolona (10m) sahip Varian CP 4900 Micro Gaz Kromatografi ile tespit edilmiştir (Akman, 2019).



Şekil 3.10. Denemeler boyunca yapılan ölçümlere ait ölçme cihazı ekran görüntüleri

BMP deneme şişelerinde üretilen metan miktarının hesaplanmasında aşağıda verilen denklem 3.17 kullanılmıştır (Dumlu, 2011).

$$\text{mL CH}_4 = \left(\frac{Vh \cdot (P2 - P1)}{100} * \frac{273,15}{T1 + 273,15} \right) + \left(\frac{Vg \cdot (P2 + P1) \cdot 0,5}{100} * \frac{273,15}{T2 + 273,15} \right) \quad (3-17)$$

Vh = BMP deneme şişesindeki boşluk hacmi (L)

$P1$ ve $P2$ = ölçüm günlerinde ölçülen metan gazının % değeri

$T1$ = inkübasyon sıcaklığı (°C)

$T2$ = normal şartlar altındaki sıcaklığı (°C)

Vg = ölçülen biyogaz hacmi (L)

BMP deneme şişesindeki boşluk hacminin (Vh) hesaplanmasında ise denklem 3.18 kullanılmaktadır.

$$V_h = D_0 - D \quad (3-18)$$

D_0 = Su dolu BMP deneme şişesinin ağırlığı (kg)

D = BMP deneme şişesi ile numune, aşı ve çözeltilerin beraber tartılan son ağırlığı (kg)

3.5. Biyogaz tesisi yatırım projesinin hazırlanması

Proje üniversitemiz tarafından kamu projeleri kapsamında hem araştırma geliştirme hemde enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi ve kullanımı yönünden öncü olunması açısından değerlendirilmek üzere Devlet Planlama Teşkilatına (DPT) sunulmak üzere hazırlıkları yapılabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Ülkemizde kamu kuruluşları yatırımlarını, her yıl Bakanlar Kurulu Kararı ile uygulamaya konulan kamu Yatırım Programında belirtilen proje maliyeti, karakteristik, süre, yer, yıl ödeneği gibi belirleyiciler çerçevesinde yürütmek zorundadırlar. Kalkınma planları ve bu planların uygulama aracı olan yıllık programların hazırlanmasından ve bu çerçevede, kalkınma hedefleri ile uyumlu kamu yatırım projelerinin seçilmesi, programlanması ve yatırım tahsislerinin belirlenmesinden sorumlu kuruluş ise Devlet Planlama Teşkilatı'dır. Bu nedenle yatırımcı kamu kuruluşları, kamu yatırım programına dahil edilmesini önerdikleri yatırım projelerini ilgili yapılabirlik (fizibilite) etüdleri ile birlikte DPT'ye iletmek zorundadırlar. DPT, kamu kuruluşları tarafından iletilen yapılabirlik etüdlerini, plan hedefleri, kamu yatırım politikası, ulusal ekonomi, sektörel ve sektörlerarası öncelikler açısından değerlendirerek projeler arasında seçim yapmakta ve seçilen projelere kaynak tahsisi suretiyle kamu yatırım programını oluşturmaktadır. (Ayanoğlu vd. 1996)

Bu kapsamda hazırlanan projede öncelikle kamu arazisi üzerine kurulum yapılacağı planlanmış olması yanında kurulacağı bölgedeki arsa emsal değerleri üzerinde belediyenin rayiç bedelleri doğrultusunda bir arsa fiyatıda projede belirtilmiştir.. Kullanılacak atıkların mevcut üniversite kampüsünde ve yakın çevreden tedarik edilebilecek olacağı öngörülmektedir. Atık alım bedeli söz konusu değildir. İnşaat,

Makine, Elektrik imalatlarına ait yaklaşık maliyetleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, birim fiyatlar, analizler ve tariflerinden yararlanılarak yapılmıştır.

Yapılması planlanan Proje özel kapsamlı bir inşaat projesi olarak değerlendirilmekte ve aşağıda yer alan şartnamelere uygunluk sağlaması gerekmektedir.

- Yapım İşleri Genel Şartnamesi,
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007,
- TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri,
- TS 648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları,
- TS 3357 Çelik Yapılarda Kaynaklı Birleşimlerin Hesap ve Yapım Kuralları,
- TS 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap Kuralları,
- TS 500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları,
- 09/09/2009 Gün ve 27344 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik,
- Mimarlık ve Mühendislik Hizmetleri Genel Şartnamesi,
- Yukarıda İmalat Şartnamelerinde geçen standartlar ile Türk Standartları Enstitüsünce yayımlanmış bulunan diğer ilgili standartlar.

3.6. Biyogaz Tesisinin İşletme Parametrelerinin Belirlenmesi

Biyogaz tesisi projelendirilmesinde hammadde kısmında kullanılan atığın, cinsine, içeriğine, kuru madde ve organik kuru madde oranına göre tesis tasarımı yapılmıştır.

Bir biyogaz tesisinin işletilmesinde kullanılacak parametreler prosesin sürekliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu parametreler sırasıyla fermentörün yükleme oranı, bekleme süresi , biyogaz reaktörünün üretkenliği, verimi, bozunma derecesi ile fermentörün düzenli karıştırılması gazın oluşum potansiyelini ve metanojenik aktivitesini olumlu yönde etkiler (Yaldız, 2004).

Biyogaz tesisi projelendirilmesinde sırasıyla aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplamalar yapılır.

Fermentörün organik yükleme oranı, birim hacme (m³) belirli zaman aralığında kaç kg kuru organik madde miktarı eklenmesi gerektiğini belirler.

Yükleme oranı kg OKM/m³gün (organik materyal konsantrasyonu) (Denklem 3-19) (Yaldız, 2004);

$$YO = \frac{S \cdot OKM}{VR} \quad 3-19$$

S= günlük yüklenen materyal miktarı (kg./ gün)

OKM = Organik madde oranı (% OKM)

VR = Biyogaz reaktörünün hacmi m³

Fermentörde bekleme süresi, hidrolik bekleme süresi hydraulic retention time (HRT) (Denklem 3-20) biyogaz deneme şişesinde kullanılacak tank büyüklüklerinin belirlenmesinde kullanılır. Eklenen bir materyalin tekrar çıkartılıncaya kadar fermentörde kaldığı ortalama süredir (FNR, 2016).

$$HRT = \frac{VR}{V} \quad 3-20$$

VR = Biyogaz reaktörünün hacmi m^3
 V = Hergün eklenen materyal hacmi m^3

Fermentör hacmine bağlı olan gaz üretimi, üretilen gaz miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Günlük gaz üretiminin deneme şişesi hacmine oranıdır (Denklem 3-21). Üretkenlik olarak ta belirtilen günlük gaz üretimi, hem toplam biyogaz üretimi için hem de metan için ayrı ayrı hesaplanır.

$$P_{CH_4} = \frac{V_{CH_4}}{VR} \quad 3-21$$

V_{CH_4} = Günlük metan üretimi ($Nm^3/gün$)
 VR = Biyogaz reaktör hacmi (m^3)

Üretkenlik gibi verimde, hem biyogaz üretimi için hem de metan için ayrı ayrı hesaplanır (Denklem 3-22) (FNR, 2016).

$$A_{CH_4} = \frac{V_{CH_4}}{m \text{ oTS}} \quad 3-22$$

$m \text{ oTS}$ = Eklenen Organik Kuru Madde (ton/gün)

Kullanılan materyalin ne kadarının değerlendirildiği bozunma derecesinin belirtilmesi ile olur. Bozunma derecesi (Denklem 3-23) (FNR, 2016);

$$\eta_{oTS} = \frac{oTS_{sub.mzu} - oTS_{abl.mAbl}}{oTS_{sub.mzu}} * 100 [\%] \quad 3-23$$

η_{oTS} = Biyokütlenin bozunma derecesi
 oTS_{sub} = İlave edilen ham maddenin OKM oranı (kg/t YM)
 m_{zu} = İlave edilen ham maddenin kütlesi (ton)
 oTS_{abl} = Fermantör çıkışında OKM oranı (kg/ton YM)
 m_{abl} = Fermantasyon artıklarının kütlesi (ton)

3.7. Biyogaz Tesisi Ekonomik Analizleri

3.7.1. Biyogaz tesisinin yaklaşık maliyet hesabı

Tesis yaklaşık maliyeti inşaat mekanik ve elektrik imalatları olmak üzere 3 ana kalem üzerinden yapılmıştır. Bu hesaplamalarda kamu yatırımı olması münasebeti ile Şekil 3.11 'de görüleceği üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı 2018 İnşaat ve Tesisat Birim fiyatlarından yararlanılmıştır.



Şekil 3.11. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı 2018 inşaat ve tesisat birim fiyatları kitabı

Hesaplamalar yapılırken AMP hakediş ve Yaklaşık Maliyet programından yararlanılmıştır. Programda ilk olarak projenin adı ve sözleşme türü “Anahtar Teslim Götürü Bedel” olacak şekilde seçilmiştir. İşin yapılmasında kullanılacak malzemelerin ve her türlü kırım, nakliye, işçilik ve kar maliyetleri birim fiyat hesaplamalarında iş kalemlerine dahil edilerek hesaplanmıştır. Her bir iş kalemine ait uygun olan pozlar seçilerek yaklaşık maliyet oluşturulmuştur. İnşaat, makine ve elektrik kaleminden toplam 391 adet birim fiyatı pozundan yararlanılmıştır.



Şekil 3.12. AMP hakediş ve yaklaşık maliyet programı ikonu

Şekil 3.13. Yaklaşık maliyet programı proje içeriği belirleme

3.7.2. Projenin ekonomik değerlendirme ölçütleri

Kurulacak biyogaz tesisi kamu yatırım projesi olarak değerlendirilmiştir. Tesis kurulumu ve devreye alma süresi yaklaşık 1 yıl olarak öngörülmektedir. Tesisin işletme dönemi minimum 20 yıl olacaktır. Toplam proje döneminin 21 yıl olması öngörülmüştür. Projenin tüm yatırım maliyeti ilk yıl içerisinde kullanılacaktır. Hesaplamalarda Merkez Bankası Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) ile hesaplanan 2018 yılına ait enflasyon oranını; % 20,30 olarak belirlenmiştir (Merkez Bankası, 2018). Bankalarca Türk lirası üzerinden açılan ticari kredi ortalama faiz oranları yaklaşık olarak %22-24 civarında kabul edilmektedir. Biyogaz tesisine ait Ekonomik analiz için seçilen iskonto oranı mevcut faiz oranlarından yüksek olması için %26 olarak değerlendirilmiştir. Biyogaz

Tesisi genelinde amortisman süresi ve tesisin ekonomik ömrünün 20 yıl olacağı öngörülmüştür. Tesis üretimi elektrik ve ısı olarak değerlendirilmiş olup biyogübre satışı olması durumunda bu durum ilave kar olarak değerlendirilecektir. Üretilen elektrik ve ısının vergi oranı kurumlar vergisi olarak değerlendirilip kamu hizmetinde kullanıldığı için % 0 olarak alınmıştır. Fizibilitesi yapılan işletmede üretilecek enerji kamu tesisleri ihtiyacı için kullanılacağından satış pazarlama ile ilgili herhangi bir maliyet oluşmayacaktır. Bu ön belirlemeler doğrultusunda tesisin 20 yıllık ekonomik fizibilite çalışmasında yatırımlara ilişkin değerlendirmelerde temel alınan hesaplamalar; geri ödeme süresi yöntemi, net bugünkü değer analizi ve iç karlılık oranı analizi kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan hesaplamalarda ihtiyaç dahilinde kullanılan elektriğin fiyatı üniversitenin elektrik satın alımının gerçekleştiği fatura birim fiyatı doğrultusunda hesaplanmıştır. İhtiyaç fazlası elektrik birim fiyatı ise 5346 sayılı yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanuna göre değerlendirilmiştir. Bu kanuna göre Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına (YEK) dayalı elektrik üretimi yapmak üzere işletmeye girmiş/girecek üretim lisansı sahipleri; On yıl süreyle yüksek tarife uygulanarak denilmekte buna göre ihtiyaç fazlası üretilen Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) 13,3 ABD Dolar Cent sabit fiyat garantisi verilmiştir. Hesaplamalar bu fiyat doğrultusunda yapılmıştır. Ayrıca yapılan hesaplamalarda aynı kanun maddesinde 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden arazi kullanım teşvikleri kapsamında, yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izni bedellerine %85 indirim uygulanması bulunduğundan arsa arazi tahsis bedeli hesaplamasında bu değerlendirmeye katılmıştır.

Net bugünkü değer (NBD) ve iç karlılık oranı (İKO) analizleri, paranın zaman değerini, yani bugünkü ve gelecekteki tüketime ilişkin tercihleri göz önünde bulunduran proje değerlendirme yöntemleridir (Demirburgan, 2008).

3.7.3. Projenin net bugünkü değer hesabı

Projenin hesaplanmasında öncelikle Net bugünkü değer ölçütünden faydalanılmıştır. Bu yöntemde yatırım projesinin net bugünkü değeri yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişinin önceden belirlenen bir iskonto oranı (yatırımdan beklenen minimum iç karlılık oranı) üzerinden bugüne indirgenmiş değerleri toplamı ile yatırımın gerektirdiği nakit çıkışının aynı iskonto oranına göre bugünkü değeri toplamı arasındaki farktır. Bu tanıma göre NBD ölçütünü formül edebiliriz (Denklem 3-23) (Aktan, 1999).

$$NBD = \sum_{t=1}^n \frac{G_t}{(1+i)^t} + \frac{H}{(1+i)^n} - \sum_{t=1}^n \frac{I_t}{(1+i)^t} \quad 3-23$$

G = n'ci yıldaki gelir ve nakit girişleri

H = yatırım projesinin ekonomik ömrü sonundaki kalıntı (hurda) değeri

n = Yatırım projesinin ekonomik ömrü

i = Toplumsal iskonto oranı

I_t = t yılındaki toplam yatırım tutarı (nakit artışları)

Bu yöntemde NBD pozitif ise proje kabul edilebilir durumdadır. Bu ölçütün uygulamasında iskonto oranı (i) büyük önem taşımaktadır. İskonto oranı, yatırımlardan beklenen verim oranını veya yatırımdan beklenen iç karlılık oranını ifade etmektedir. Yatırımın uzun dönem borçlar ile finanse edilmesi durumunda ödenen gerçek faiz oranı, iskonto oranı olarak kabul edilmelidir. Projenin finansmanı borçlanmadan sağlanmış ise, bu kez Merkez Bankasının uzun dönem borçlar için uyguladığı faiz oranı, iskonto oranı olarak kullanılmalıdır (Aktan, 1999).

Projede seçilen iskonto oranı seçilirken finansal piyasalarda oluşan faiz oranı dikkate alınmıştır. Finansal piyasalarda faiz oranları, vade yapısı, yatırımların geri ödeme riski, uygulanan vergi oranı gibi piyasa koşullarına bağlıdır (Kidwell ve Peterson, 1981). Aynı zamanda iskonto oranı seçilirken Merkez Bankasının uzun dönemli borçlar için uyguladığı faiz oranlarının altında kalmamasına dikkat edilmiştir.

3.7.4. Projenin İç Karlılık oranı ve geri ödeme süresi

İç karlılık oranı olarak da adlandırılan ölçüt, o yatırım projesinden sağlanacak fayda akımlarının bugünkü değerini, maliyetlerin bugünkü değerine eşit kılan iskonto oranı saptanmaktadır. Diğer bir deyişle iç karlılık oranı, bir yatırım projesinin ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı gelirlerin bugünkü değerini yapılan yatırıma esas kılan iskonto oranıdır.

$$iKO = \sum_{t=0}^n \frac{Bt}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{Ct}{(1+r)^t} \quad 3-23$$

İskonto oranı yukarıda yer alan denklem 4-23 yardımı ile “r” deneme yanılma metodu ile bulunur. (Gedik, Akyüz, & Akyüz, 2005) NBD’i sıfır yapan değer formül yardımıyla bulunmuştur. Bu değer bulunurken tahmini bir “r” iskonto oranı alınmış ve formülde yerine konularak sıfıra eşitlemeye çalışılmıştır. Bulunan “r” iskonto oranı pozitif olduğu durumlarda “r” değeri arttırılmış, negatif çıktığı durumlarda o zaman “r” iskonto oranı azaltılmıştır. Bu hesaplama NBD = 0 oluncaya kadar deneme yanılma yöntemi ile bulunmuştur. Yatırım kararı alınmasında yukarıdaki formül ile hesaplanan iç karlılık oranı toplumsal iskonto oranı (i) ile karşılaştırılır. $r > i$ ise proje kabul edilir, $r < i$ ise reddedilir. İç getiri oranı ölçütünün net bugünkü değer ölçütüyle birçok ortak yönleri vardır. Her iki yöntem de projenin ekonomik ömrünü ve paranın zaman değerini göz önüne almaktadır (Aktan, 1999).

İç karlılık oranı yatırım projesinin net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanmaktadır (Gedik vd. 2005).

Projenin geri ödeme süresi yapılan yatırımın ne kadar sürede kendisini geri ödeyeceğinin bir göstergesidir. Bu süre sonunda yatırımı gerçekleştirmek için yapılmış olan maliyetinin elde edildiği değer ile net karın birbirine eşitlendiği günü belirtmektedir.

İlk yatırım tutarının yıllık ortalama net gelire bölümü sonucunda elde edilen geri ödeme süresi denklem 3-24’deki formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Geri ödeme süresi} = \frac{\text{Projenin yatırım tutarı}}{\text{Yıllık ortalama net gelir}} \quad (3-24)$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Enerji Ölçüm Analizleri

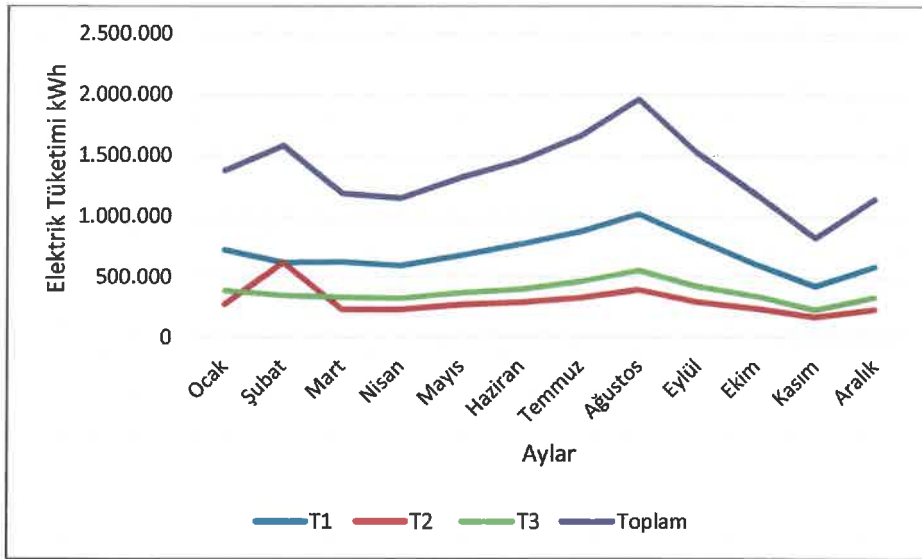
Aşağıda yer alan Çizelgeler ve Şekiller sırasıyla 2014, 2015 ve 2016 yıllarına ait elektrik sayaç verilerini göstermektedir. Bu veriler 3 yıl boyunca günlük, haftalık ve aylık olarak toplanmış ve aşağıda yer alan Çizelgeler halinde hazırlanmıştır. Aynı zamanda Çizelgelerde 3 yıllık süre zarfında elektrik faturalarından alınan veriler değerlendirilmiştir. Sistem üzerindeki her bir barada okunan 4 adet sayaca ait ölçümler T1 (06:00-17:00), T2 (17:00-22:00) ve T3 (22:00-06:00) zaman dilimlerinde yılın her ayı için saatlik tüketimler olarak hazırlanmıştır.

4.1.1. 2014 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de hastane bölümünün 1440 nolu baradan alınan 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu görülmektedir. Daha sonra ise gece kullanımının bu bölümde çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu saptanmıştır. Yine en yüksek enerji kullanımının 1.016.190 kWh olmak üzere Ağustos ayında olduğu en düşük enerji kullanımının ise 169.803 kWh tüketimle Kasım ayında olduğu Çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 16.334.796 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.1.2014 yılı 1440 nolu bara hastane aylık tüketimleri

2014 Hastane 1440	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	719.882	270.194	383.563	1.373.639
Şubat	617.047	617.047	345.510	1.579.604
Mart	622.616	230.901	332.167	1.185.684
Nisan	595.646	229.805	322.837	1.148.288
Mayıs	677.810	269.829	369.444	1.317.083
Haziran	768.379	290.631	397.278	1.456.288
Temmuz	871.693	327.707	460.296	1.659.696
Ağustos	1.016.190	393.894	551.848	1.961.932
Eylül	804.938	292.849	420.336	1.518.123
Ekim	599.810	237.377	339.261	1.176.448
Kasım	421.633	169.803	227.719	819.155
Aralık	580.910	229.679	328.267	1.138.856
Toplam				16.334.796

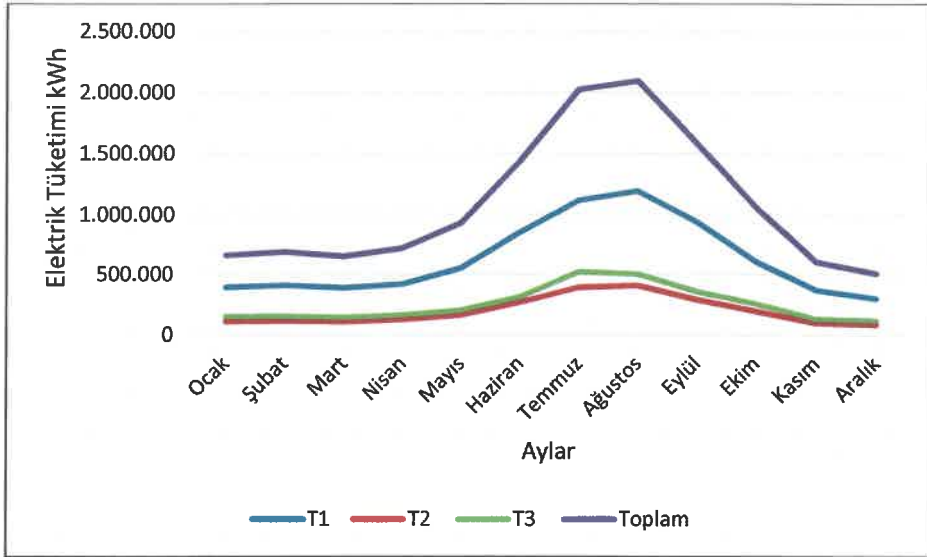


Şekil 4.1. 2014 yılı 1440 nolu bara hastane aylık tüketimleri

Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de hastane bölümü 4290 nolu baradan alınan 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Gece kullanımının bu bölümde çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. Yine en yüksek enerji kullanımının 1.185.039 kWh ile Ağustos ayında, en düşük enerji kullanımının ise 86.685 kWh tüketimle Aralık ayında olduğu çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 12.923.867 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.2. 2014 yılı 4290 Nolu bara hastane aylık tüketimleri

2014 Hastane 4290	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	394.519	112.134	152.154	658.807
Şubat	413.541	117.227	154.281	685.049
Mart	392.723	110.905	145.870	649.499
Nisan	422.254	129.890	166.131	718.276
Mayıs	552.976	166.556	203.988	923.520
Haziran	847.854	270.941	313.702	1.432.497
Temmuz	1.109.723	394.235	520.865	2.024.823
Ağustos	1.185.039	409.582	499.773	2.094.394
Eylül	927.603	290.342	357.276	1.575.221
Ekim	603.297	195.322	254.734	1.053.354
Kasım	369.986	100.142	132.168	602.296
Aralık	301.550	86.685	117.898	506.133
Toplam				12.923.867

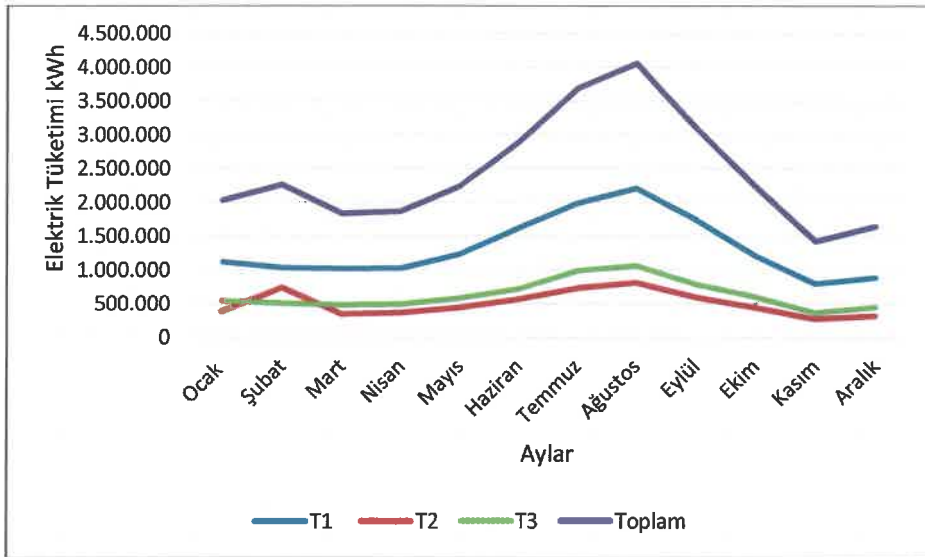


Şekil 4.2. 2014 yılı 4290 Nolu bara hastane aylık tüketimleri

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de hastane bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Hastane kullanımı açısından gündüz kullanılan enerjinin 2.201.229 kWh ile en yüksek Ağustos ,en düşük kullanımın ise akşam vaktinde 269.945 kWh ile Kasım ayında olduğu görülmektedir Bu çizelgede enerji tüketiminin %40 oranında gündüz kullanımının olduğu, %33 oranında akşam kullanımının olduğu, %26 oranında ise gece kullanımının olduğu görülmektedir. 2014 yılında hastanede tüketilen elektrik enerjisi miktarı 29.258.664 kWh/yıl olmuştur

Çizelge 4.3. 2014 yılı hastane toplam aylık tüketimleri

2014 Hastane	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	1.114.401	382.328	535.717	2.032.446
Şubat	1.030.588	734.274	499.791	2.264.653
Mart	1.015.339	341.806	478.037	1.835.183
Nisan	1.017.900	359.695	488.968	1.866.564
Mayıs	1.230.786	436.385	573.432	2.240.603
Haziran	1.616.233	561.572	710.980	2.888.785
Temmuz	1.981.416	721.942	981.161	3.684.519
Ağustos	2.201.229	803.476	1.051.621	4.056.326
Eylül	1.732.541	583.191	777.612	3.093.344
Ekim	1.203.107	432.699	593.995	2.229.802
Kasım	791.619	269.945	359.887	1.421.451
Aralık	882.460	316.364	446.165	1.644.989
Toplam				29.258.664

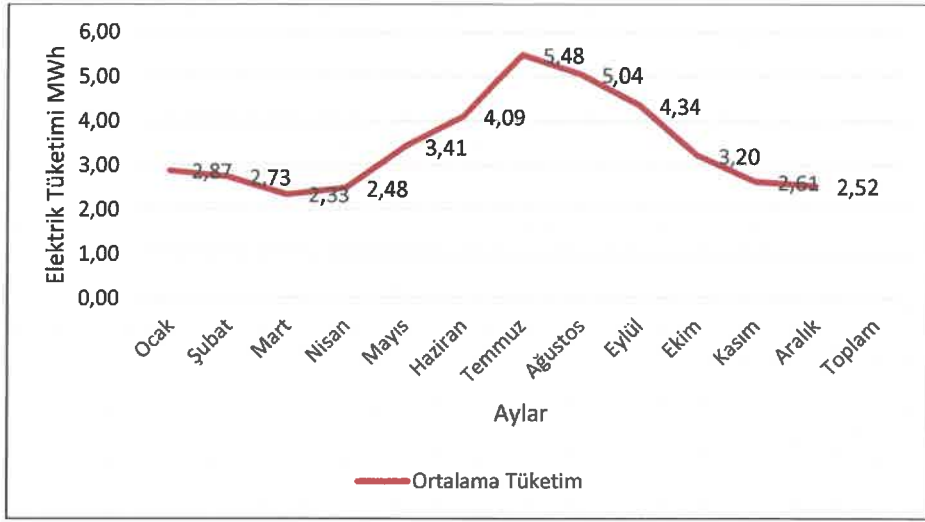


Şekil 4.3. 2014 yılı hastane toplam aylık tüketimleri

Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4’de hastane bölümüne ait tüm tüm baraların toplamı ve 2014 yılında tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde hastane bölümü için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 1.677.082 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 19.700.000 kWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 3.943.980 kWh olduğu, günlük ortalama değer ise 5,63MWh olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4. 2014 yılı hastane ortalama toplam tüketim

2014 Hastane	Tüketim (kWh/Ay)	Ortalama Tüketim (MWh)
Ocak	2.069.827	2,87
Şubat	1.965.216	2,73
Mart	1.677.082	2,33
Nisan	1.786.715	2,48
Mayıs	2.454.663	3,41
Haziran	2.942.566	4,09
Temmuz	3.943.980	5,48
Ağustos	3.625.282	5,04
Eylül	3.125.071	4,34
Ekim	2.300.596	3,20
Kasım	1.876.017	2,61
Aralık	1.815.887	2,52
Toplam	29.582.901	



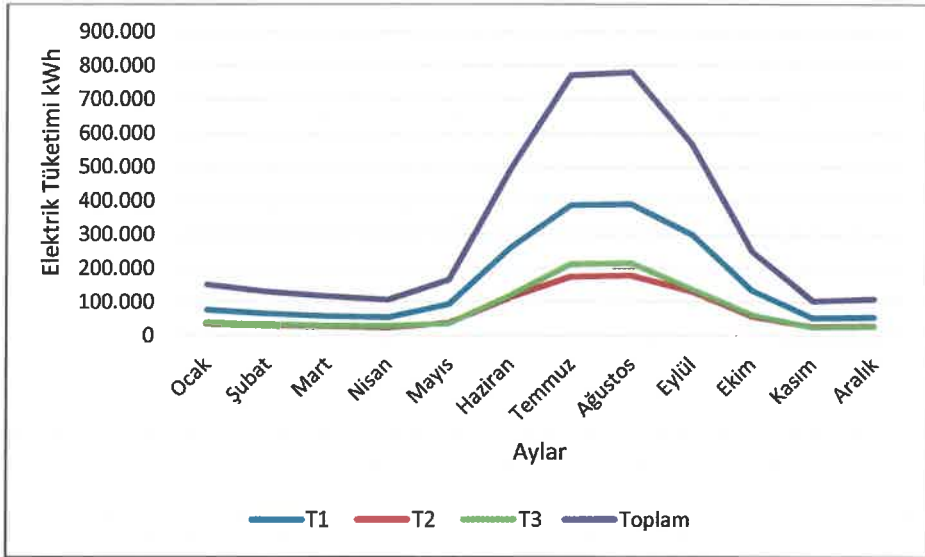
Şekil 4.4. 2014 yılı hastane ortalama tüketimleri

4.1.2. 2014 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de eğitim bölümü 145 nolu baradan alınan 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Ancak bu şekilde de görüleceği üzere Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarına denk gelen yoğun yaz ayları dışında akşam ve gece elektrik tüketimlerinin birbirine çok yakın olduğu, yaz aylarında ise gece kullanımın arttığı görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 780.677 kWh olmak üzere Ağustos olduğu, en düşük enerji kullanımının ise 102.274 kWh tüketimle Kasım ayında olduğu çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 3.737.229 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.5. 2014 yılı 145 Nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri

2014 E.Ö Blokluarı 1450	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	76.425	36.540	38.304	151.269
Şubat	65.539	31.097	33.258	129.893
Mart	58.571	28.098	29.610	116.279
Nisan	54.501	23.883	27.972	106.357
Mayıs	92.837	37.510	35.387	165.734
Haziran	258.747	113.129	118.138	490.014
Temmuz	386.089	174.857	211.504	772.449
Ağustos	388.994	177.477	214.206	780.677
Eylül	298.412	129.975	136.578	564.965
Ekim	133.012	56.183	59.781	248.976
Kasım	51.811	25.616	24.847	102.274
Aralık	54.867	27.027	26.447	108.341
Toplam				3.737.229

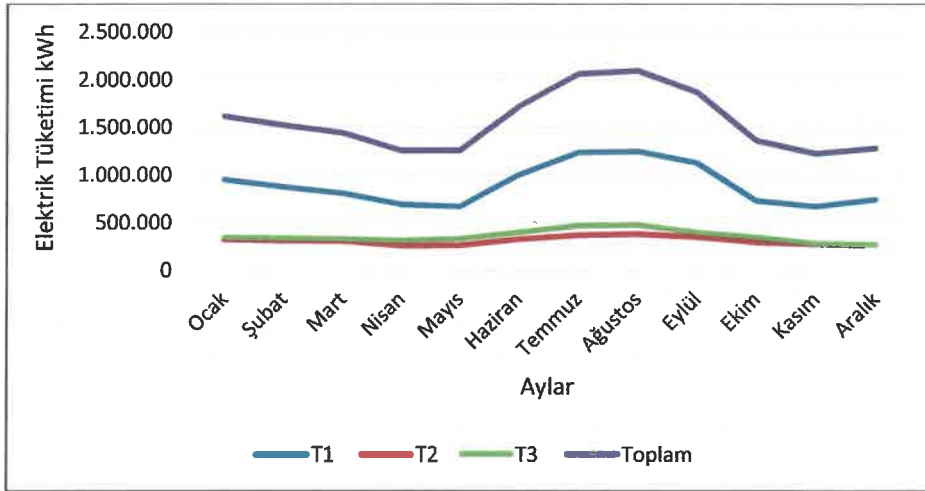


Şekil 4.5. 2014 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri

Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'da eğitim bölümü 4800 nolu baradan alınan 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Daha sonra ise gece kullanımının çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 2.088.108 kWh olmak üzere Ağustos olduğu en düşük enerji kullanımının ise 1.222.497kWh tüketimle Kasım ayında olduğu Çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 18.675.338 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.6. 2014 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri

2014 Kampüs 4800	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	951.273	321.993	342.756	1.616.022
Şubat	875.394	312.075	335.754	1.523.223
Mart	808.407	307.305	327.321	1.443.033
Nisan	686.619	257.157	310.671	1.254.447
Mayıs	666.522	260.019	326.808	1.253.349
Haziran	995.940	324.045	395.595	1.715.580
Temmuz	1.233.072	363.627	461.709	2.058.408
Ağustos	1.241.469	375.345	471.294	2.088.108
Eylül	1.122.894	344.601	395.739	1.863.234
Ekim	726.219	289.229	342.648	1.358.096
Kasım	669.627	273.096	279.774	1.222.497
Aralık	741.456	270.000	267.885	1.279.341
Toplam				18.675.338

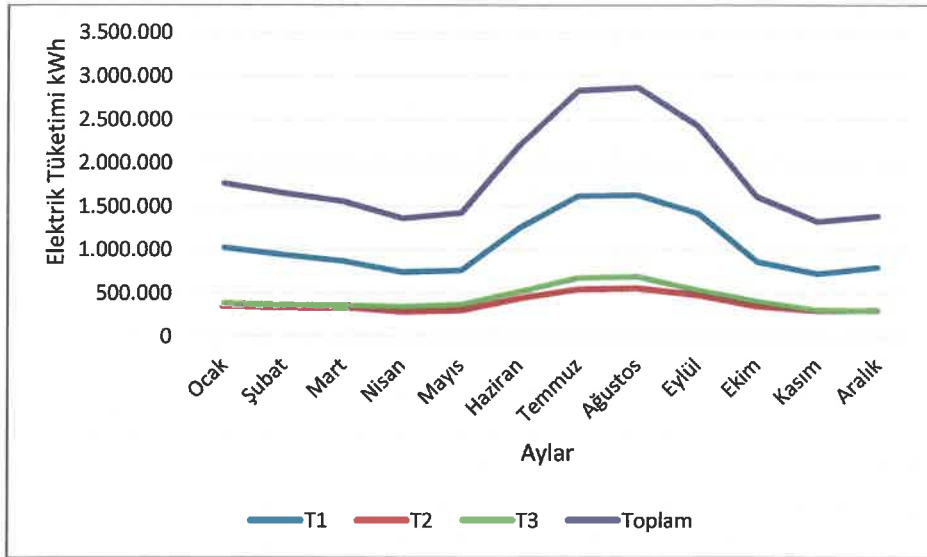


Şekil 4.6. 2014 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık tüketimleri

Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de eğitim bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Eğitim kullanımı açısından gündüz kullanılan enerjinin 2.868.785 kWh ile en yüksek Ağustos ayında olduğu, endüşük kullanımın ise gece vaktinde 294.332 kWh ile Aralık ayında olduğu belirlenmiştir. Bu Çizelgede enerji tüketiminin %42 oranında gündüz kullanımının olduğu, %34 oranında akşam, %24 oranında ise gece kullanımın olduğu görülmektedir. 2014 yılına ait eğitim bölümüne ait tüketilen elektrik enerjisi toplam miktarı 22.412.567kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.7. 2014 yılı eğitim bölümü aylık toplam tüketimleri

2014 Eğitim Öğretim Blokları	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	1.027.698	358.533	381.060	1.767.291
Şubat	940.933	343.172	369.012	1.653.116
Mart	866.978	335.403	356.931	1.559.312
Nisan	741.120	281.040	338.643	1.360.804
Mayıs	759.359	297.529	362.195	1.419.083
Haziran	1.254.687	437.174	513.733	2.205.594
Temmuz	1.619.161	538.484	673.213	2.830.857
Ağustos	1.630.463	552.822	685.500	2.868.785
Eylül	1.421.306	474.576	532.317	2.428.199
Ekim	859.231	345.412	402.429	1.607.072
Kasım	721.438	298.712	304.621	1.324.771
Aralık	796.323	297.027	294.332	1.387.682
Toplam				22.412.567

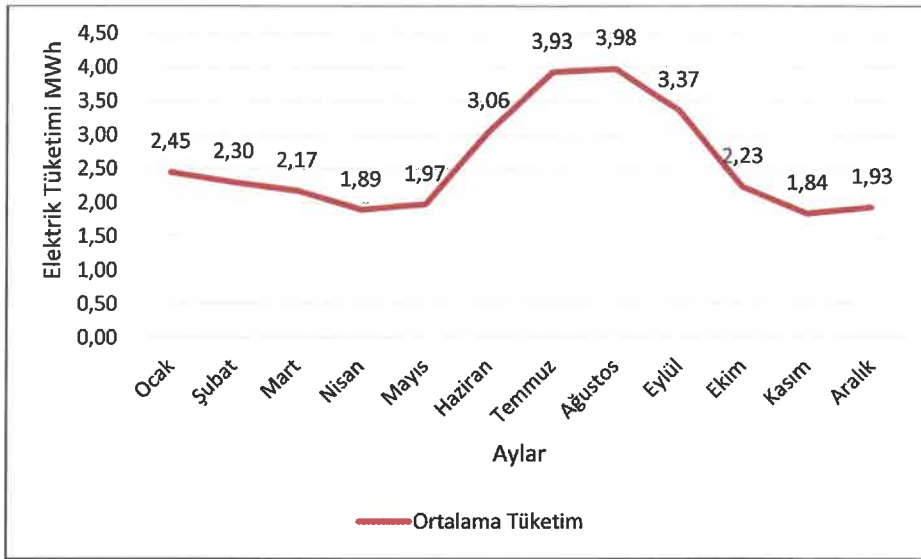


Şekil 4.7. 2014 yılı eğitim bölümü toplam aylık tüketimleri

Çizelge 4.8. ve Şekil 4.8.'de eğitim bölümüne ait tüm tüm baraların toplamı ve 2014 yılında yıllık tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde eğitim bölümü için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 1.324.771 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 1,84 MWh olduğu saptanmaktadır. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 2.868.785 kWh olduğu, günlük ortalama değer ise 3,98 MWh olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.8. 2014 yılı eğitim bölümü ortalama toplam tüketim

2014 Eğitim Bölümü	Toplam Tüketim (KWh/Ay)	Ortalama Tüketim (Mwh)
Ocak	1.767.291	2,45
Şubat	1.653.116	2,30
Mart	1.559.312	2,17
Nisan	1.360.804	1,89
Mayıs	1.419.083	1,97
Haziran	2.205.594	3,06
Temmuz	2.830.857	3,93
Ağustos	2.868.785	3,98
Eylül	2.428.199	3,37
Ekim	1.607.072	2,23
Kasım	1.324.771	1,84
Aralık	1.387.682	1,93
Toplam	22.412.567	



Şekil 4.8. 2014 yılı eğitim bölümü ortalama toplam tüketim

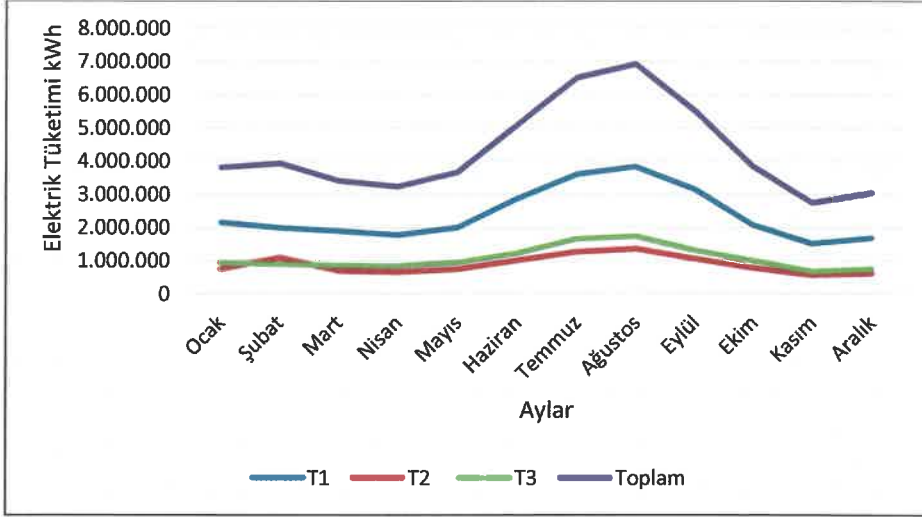
4.1.3. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi

Çizelge 4.9. 2014 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

2014 Toplam	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	2.142.099	740.861	916.777	3.799.737
Şubat	1.971.521	1.077.446	868.802	3.917.770
Mart	1.882.317	677.209	834.968	3.394.495
Nisan	1.759.021	640.736	827.611	3.227.367
Mayıs	1.990.145	733.914	935.627	3.659.686
Haziran	2.870.920	998.746	1.224.713	5.094.379
Temmuz	3.600.577	1.260.426	1.654.374	6.515.376
Ağustos	3.831.692	1.356.298	1.737.121	6.925.111
Eylül	3.153.847	1.057.767	1.309.929	5.521.543
Ekim	2.062.338	778.111	996.424	3.836.874
Kasım	1.513.058	568.656	664.508	2.746.222
Aralık	1.678.782	613.391	740.498	3.032.671
Toplam				51.671.231

Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9’da tüm kampüse ait 2014 yılı elektrik tüketim verileri yer almaktadır. Çizelgedeki değerlerden ve grafiğindeki eğiminden görülebileceği gibi yaz ayları dönemlerindeki altı aylık periyotta elektrik tüketiminde yoğunluk olmaktadır. En çok enerji tüketiminin kampüsün en yoğun olduğu gündüz vaktinde olduğu görülmektedir. Gündüz kullanılan en yüksek enerji miktarı 6.925.111 kWh ile Ağustos,

endüşük kullanımın ise akşam vaktinde 61.3391kWh ile Aralık ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %41 oranında gündüz, %33 oranında akşam, %25 oranında ise gece kullanımın olduğu saptanmıştır. 2014 yılına ait kampüs genelinde tüketilen elektrik enerjisi miktarı toplamda 51.671.231 kWh/yıl olmuştur.

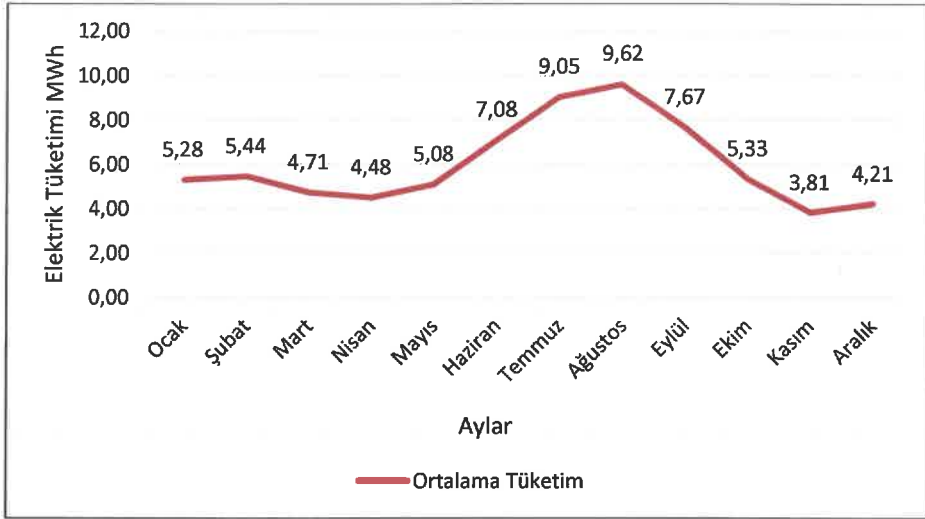


Şekil 4.9. 2014 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10’de tüm kampüste 2014 yılında tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde kampüs geneli için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 2.746.222 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 3,81 MWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 6.925.111 kWh olduğu, günlük ortalama değer ise 9,62 MWh olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi

	Tüketim (kWh/Ay)	Ortalama Tüketim (MWh)
Ocak	3.799.737	5,28
Şubat	3.917.770	5,44
Mart	3.394.495	4,71
Nisan	3.227.367	4,48
Mayıs	3.659.686	5,08
Haziran	5.094.379	7,08
Temmuz	6.515.376	9,05
Ağustos	6.925.111	9,62
Eylül	5.521.543	7,67
Ekim	3.836.874	5,33
Kasım	2.746.222	3,81
Aralık	3.032.671	4,21
Toplam	51.671.231	



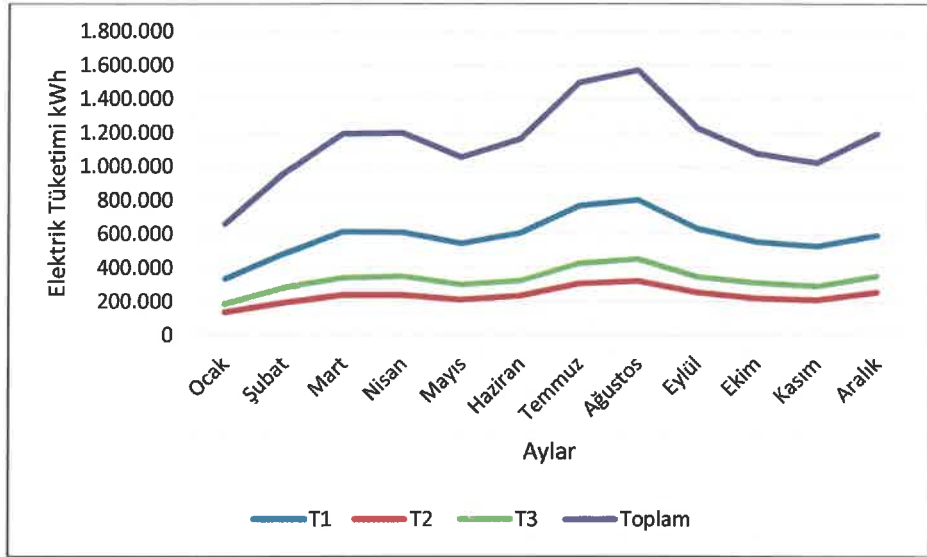
Şekil 4.10. 2014 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi

4.1.4. 2015 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’de hastane bölümü 1440 nolu baradan alınan 2015 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek, ikinci sırada gece çok ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu saptanmıştır. En yüksek enerji kullanımının 801.083 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 134.826 kWh ile Ocak ayında olduğu görülmektedir. Bu barada toplamda 13.819.737 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.11. 2015 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

2015 Hastane 1440	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	333.944	134.826	190.720	659.490
Şubat	484.558	191.848	284.558	960.964
Mart	614.886	239.558	342.594	1.197.038
Nisan	611.528	239.003	349.209	1.199.741
Mayıs	543.703	211.308	300.812	1.055.823
Haziran	606.911	233.610	322.522	1.163.043
Temmuz	767.567	305.525	423.977	1.497.069
Ağustos	801.083	321.111	449.064	1.571.258
Eylül	629.528	252.397	344.749	1.226.673
Ekim	549.719	217.470	307.383	1.074.572
Kasım	525.659	207.516	288.798	1.021.973
Aralık	589.749	253.134	349.209	1.192.092
Toplam				13.819.737

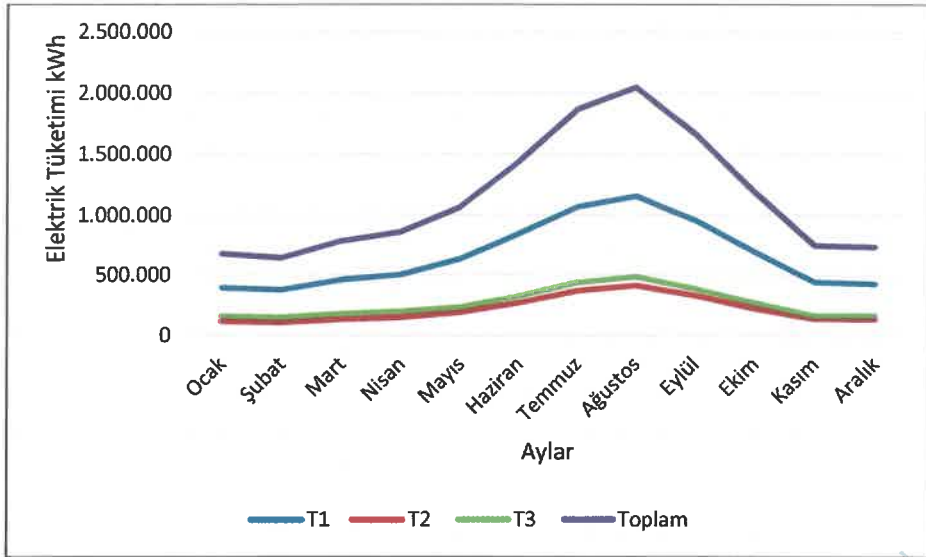


Şekil 4.11. 2015 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12’de hastane bölümü 4290 nolu baradan alınan 2015 yılına ait elektrik sayaç verileri sunulmuştur. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu görülmektedir. Daha sonra ise gece kullanımının bu bölümde çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. Yine en yüksek enerji kullanımının 1.149.073 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 109.044 kWh tüketimle Şubat ayında olduğu Çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 13.672.345 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.12. 2015 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

2015 Hastane	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
4290 Ocak	393.867	117.426	163.334	674.626
Şubat	379.852	109.044	152.844	641.740
Mart	464.042	135.286	183.500	782.829
Nisan	504.101	150.983	200.916	856.000
Mayıs	632.706	191.589	235.759	1.060.054
Haziran	838.952	270.090	324.957	1.434.000
Temmuz	1.059.345	369.882	435.135	1.864.362
Ağustos	1.149.073	412.029	483.273	2.044.375
Eylül	947.372	329.569	385.447	1.662.387
Ekim	688.177	223.899	267.870	1.179.946
Kasım	440.786	136.449	164.336	741.570
Aralık	428.888	134.729	166.840	730.457
Yıl Ortalama	504.101	150.983	200.916	856.000
Yıl Toplamı	13.672.345	4.149.073	4.832.733	20.444.375

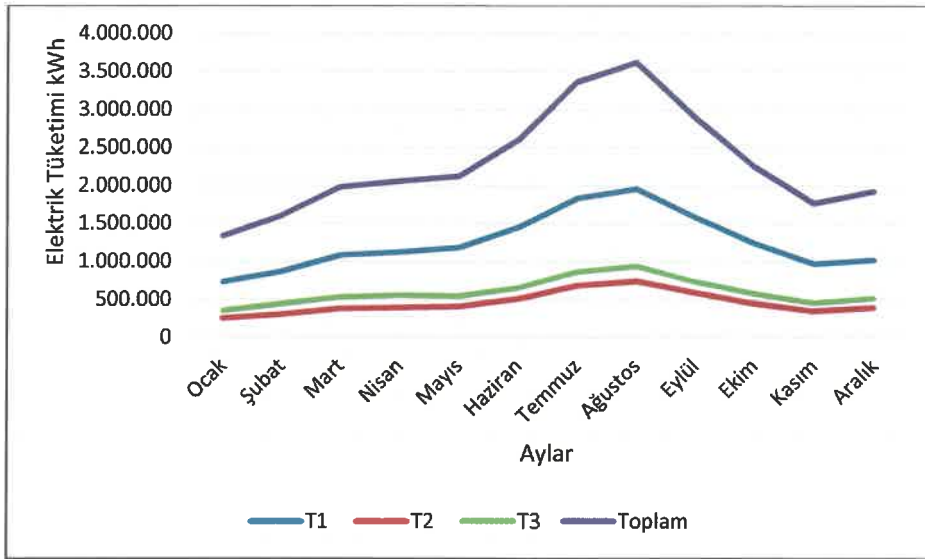


Şekil 4.12. 2015 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13’de hastane bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2015 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Hastane kullanımı açısından gündüz kullanılan enerjinin 1.950.156 kWh ile en yüksek Ağustos, endüşük kullanımın ise akşam saatlerinde 252.252 kWh ile Ocak ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %41 gündüz, %32 akşam, %27 oranında ise gece kullanımın olduğu görülmektedir. 2015 yılına ait hastanede tüketilen elektrik enerjisi miktarı 27.492.082 kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.13. 2015 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri

2015 Hastane	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	727.811	252.252	354.054	1.334.116
Şubat	864.410	300.891	437.403	1.602.704
Mart	1.078.929	374.844	526.094	1.979.866
Nisan	1.115.629	389.986	550.125	2.055.740
Mayıs	1.176.408	402.898	536.571	2.115.877
Haziran	1.445.863	503.701	647.479	2.597.043
Temmuz	1.826.912	675.407	859.112	3.361.431
Ağustos	1.950.156	733.140	932.337	3.615.633
Eylül	1.576.899	581.966	730.195	2.889.060
Ekim	1.237.896	441.369	575.253	2.254.518
Kasım	966.445	343.964	453.134	1.763.543
Aralık	1.018.638	387.863	516.049	1.922.549
Toplam				27.492.082

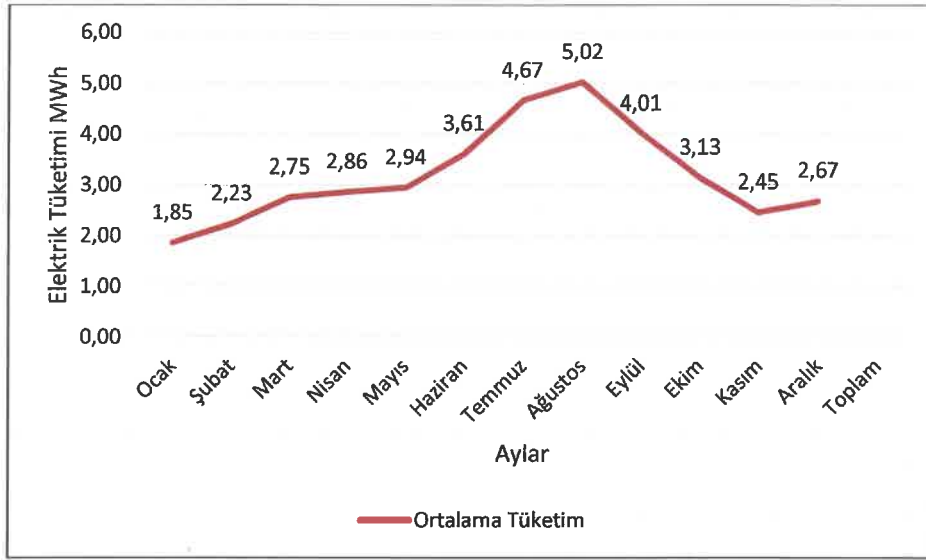


Şekil 4.13. 2015 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri

Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14’de hastane bölümüne ait tüm baraların toplamı ve 2015 yılında yıllık tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde hastane geneli için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 1.334.116 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 1,85 MWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 3.361.431 kWh, günlük ortalama değer ise 5,02 MWh olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. 2015 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri

2015 Hastane	Tüketim (kWh/Ay)	Ortalama Tüketim (MWh)
Ocak	1.334.116	1,85
Şubat	1.602.704	2,23
Mart	1.979.866	2,75
Nisan	2.055.740	2,86
Mayıs	2.115.877	2,94
Haziran	2.597.043	3,61
Temmuz	3.361.431	4,67
Ağustos	3.615.633	5,02
Eylül	2.889.060	4,01
Ekim	2.254.518	3,13
Kasım	1.763.543	2,45
Aralık	1.922.549	2,67
Toplam	27.492.082	



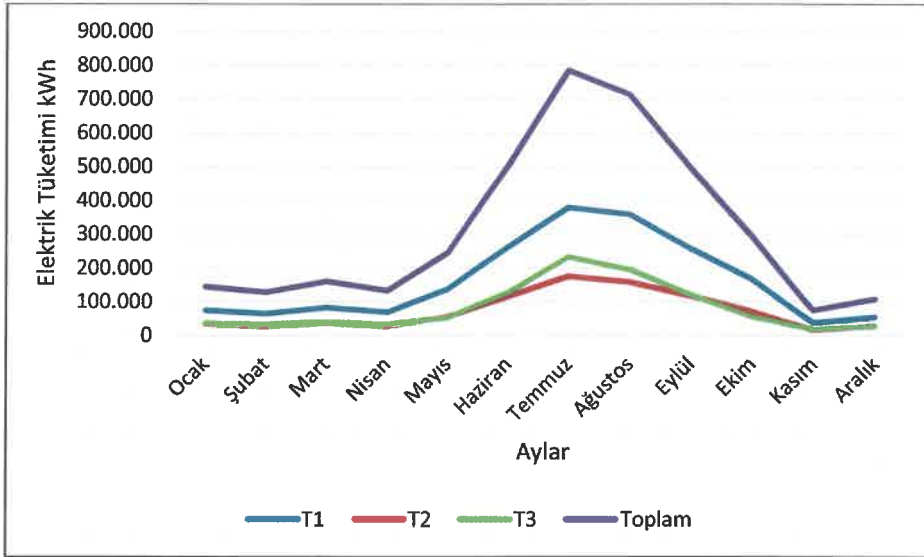
Şekil 4.14. 2015 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri

4.1.5. 2015 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15’de eğitim bölümü 145 nolu baradan alınan 2015 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Ancak bu şekilde görüleceği üzere Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarına denk gelen yoğun yaz ayları dışında akşam ve gece elektrik tüketimlerinin birbirine çok yakın olduğu, yaz aylarında ise gece kullanımının arttığı görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 786.763 kWh olmak üzere Temmuz ayında, en düşük enerji kullanımının ise 17.338 kWh tüketimle Kasım ayında olduğu görülmektedir. Bu barada toplamda 3.788.480 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.15. 2015 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

2015 Eğitim Bölümü 145	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	73.748	34.644	35.349	143.741
Şubat	63.920	29.484	34.121	127.525
Mart	81.749	38.014	39.451	159.214
Nisan	67.977	29.579	34.222	131.777
Mayıs	138.014	54.640	52.687	245.341
Haziran	261.185	114.414	126.422	502.022
Temmuz	379.348	174.453	232.961	786.763
Ağustos	359.510	158.873	195.892	714.275
Eylül	258.659	117.766	121.514	497.939
Ekim	168.286	71.971	56.946	297.203
Kasım	37.920	17.338	19.083	74.340
Aralık	54.867	27.027	26.447	108.341
Toplam				3.788.480

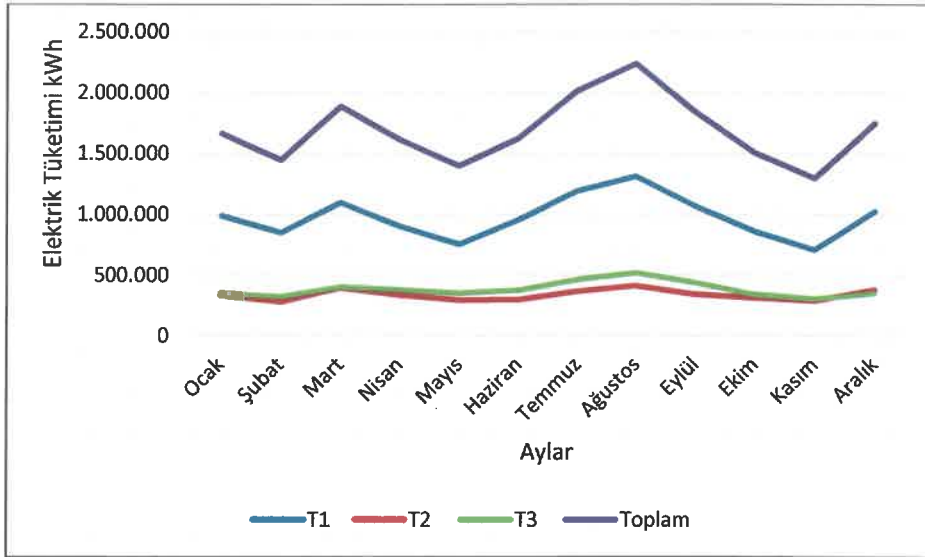


Şekil 4.15. 2015 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16'da eğitim bölümü 4800 nolu baradan alınan 2015 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Daha sonra ise gece kullanımının bu bölümde yüksek olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 1.312.578 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 277.569 kWh tüketimle Şubat ayında olduğu belirlenmiştir. Bu barada toplamda 20.288.331 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.16. 2015 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

2015 Eğitim Bölümü 4800	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	985.986	332.739	346.518	1.665.243
Şubat	847.665	277.569	319.167	1.444.401
Mart	1.094.967	392.427	399.582	1.886.976
Nisan	900.828	335.268	377.496	1.613.592
Mayıs	752.832	293.643	352.521	1.398.996
Haziran	956.628	295.722	374.949	1.627.299
Temmuz	1.190.565	364.617	462.672	2.017.854
Ağustos	1.312.578	413.118	515.286	2.240.982
Eylül	1.067.193	340.650	435.915	1.843.758
Ekim	856.980	310.563	339.768	1.507.311
Kasım	706.869	288.567	300.033	1.295.469
Aralık	1.020.654	375.885	349.911	1.746.450
Toplam				20.288.331

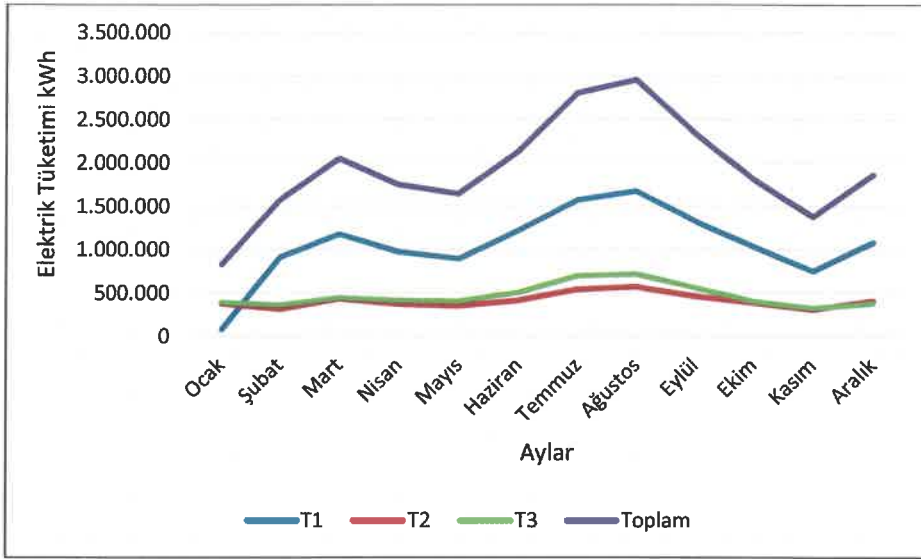


Şekil 4.16. 2015 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17’de Eğitim bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Eğitim bölümü açısından gündüz kullanılan enerjinin 2.955.257 kWh ile en yüksek Ağustos ayında olduğu, en düşük kullanımın ise gece vaktinde 1.571.926 kWh ile Aralık ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %40 oranında gündüz, %35 oranında akşam, %25 oranında ise gece kullanımın olduğu belirlenmiştir. 2014 yılına ait Eğitim Öğretim Blokları tarafında tüketilen elektrik enerjisi miktarı 23.090.826 kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.17. 2015 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri

2015 Eğitim Bölümü	T1	T2	T3	Toplam
Ocak	73.749	367.383	381.867	822.999
Şubat	911.585	307.053	353.288	1.571.926
Mart	1.176.716	430.441	439.033	2.046.190
Nisan	968.805	364.847	411.718	1.745.369
Mayıs	890.846	348.283	405.208	1.644.337
Haziran	1.217.813	410.136	501.371	2.129.321
Temmuz	1.569.913	539.070	695.633	2.804.617
Ağustos	1.672.088	571.991	711.178	2.955.257
Eylül	1.325.852	458.416	557.429	2.341.697
Ekim	1.025.266	382.534	396.714	1.804.514
Kasım	744.789	305.905	319.116	1.369.809
Aralık	1.075.521	402.912	376.358	1.854.791
Toplam				23.090.826

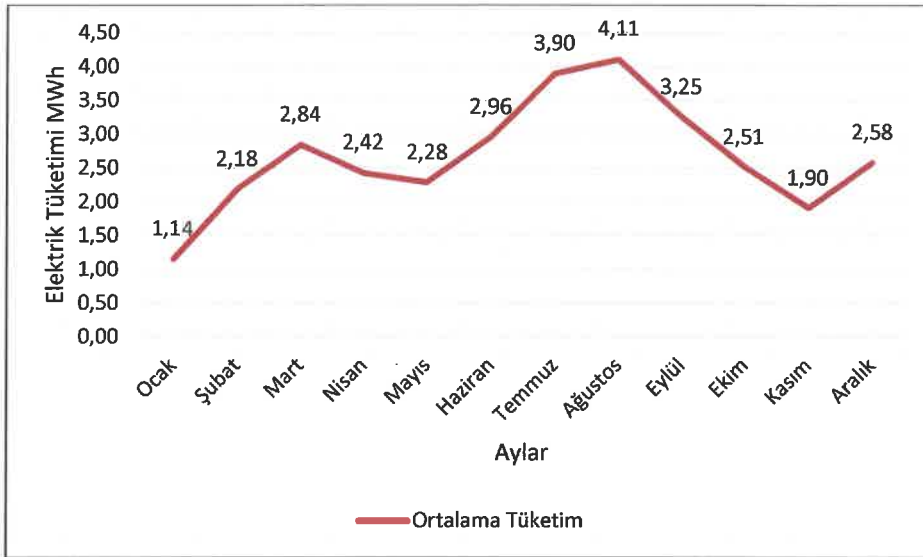


Şekil 4.17. 2015 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri

Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18’de eğitim bölümüne ait tüm baraların toplamı ve 2015 yılında tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ortalamanın alındığı ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde Eğitim bölümü için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 1.324.771 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 1,84 MWh olduğu saptanmıştır. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 2.868.785 kWh olduğu, günlük ortalama değer ise 3,98 MWh olduğu şekilde ve çizelgede görülmektedir.

Çizelge 4.18. 2015 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri

2015 Eğitim Bölümü	Tüketim (kWh/Ay)	Ortalama Tüketim (MWh)
Ocak	822.999	1,14
Şubat	1.571.926	2,18
Mart	2.046.190	2,84
Nisan	1.745.369	2,42
Mayıs	1.644.337	2,28
Haziran	2.129.321	2,96
Temmuz	2.804.617	3,90
Ağustos	2.955.257	4,11
Eylül	2.341.697	3,25
Ekim	1.804.514	2,51
Kasım	1.369.809	1,90
Aralık	1.854.791	2,58
Toplam	23.090.826	



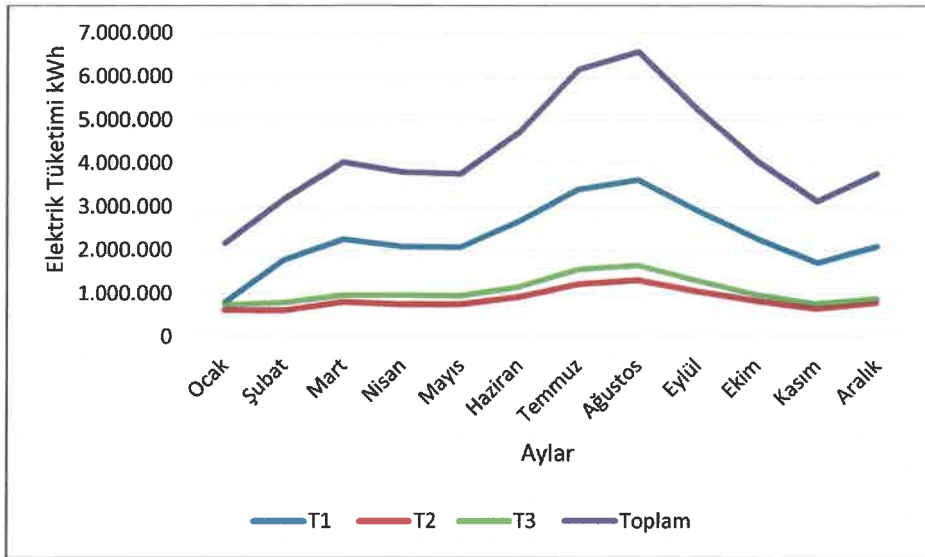
Şekil 4.18. 2015 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri

4.1.6. 2015 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi

Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19 de tüm kampüse ait 2015 yılı elektrik tüketim verileri yer almaktadır. Çizelgedeki değerlerden ve grafiğin eğiminden görülebileceği gibi yaz ayları dönemlerindeki altı aylık periyotta elektrik tüketiminde yoğunluk olmaktadır. En çok kullanılan enerji kampüsün en yoğun olduğu gündüz vaktinde olduğu saptanmıştır. Kullanılan en yüksek enerji miktarının 3.622.243 kWh ile Ağustos, endüyük kullanımın ise akşam vaktinde 607.944 kWh ile Şubat ayında olduğu görülmektedir. Bu Çizelgede enerji tüketiminin %41 oranında gündüz, %33 oranında akşam, %26 oranında ise gece kullanımın olduğu görülmektedir. 2015 yılına ait kampüs genelinde tüketilen elektrik enerjisi miktarı toplamda 50.582.908 kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.19. 2015 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

2015 Kampüs Toplam	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	801.559	619.635	735.921	2.157.115
Şubat	1.775.995	607.944	790.691	3.174.630
Mart	2.255.644	805.285	965.127	4.026.056
Nisan	2.084.434	754.832	961.843	3.801.110
Mayıs	2.067.255	751.181	941.779	3.760.214
Haziran	2.663.676	913.837	1.148.850	4.726.364
Temmuz	3.396.825	1.214.478	1.554.746	6.166.048
Ağustos	3.622.243	1.305.132	1.643.515	6.570.890
Eylül	2.902.752	1.040.382	1.287.625	5.230.758
Ekim	2.263.162	823.903	971.967	4.059.032
Kasım	1.711.234	649.869	772.250	3.133.352
Aralık	2.094.158	790.775	892.407	3.777.340
Toplam				50.582.908

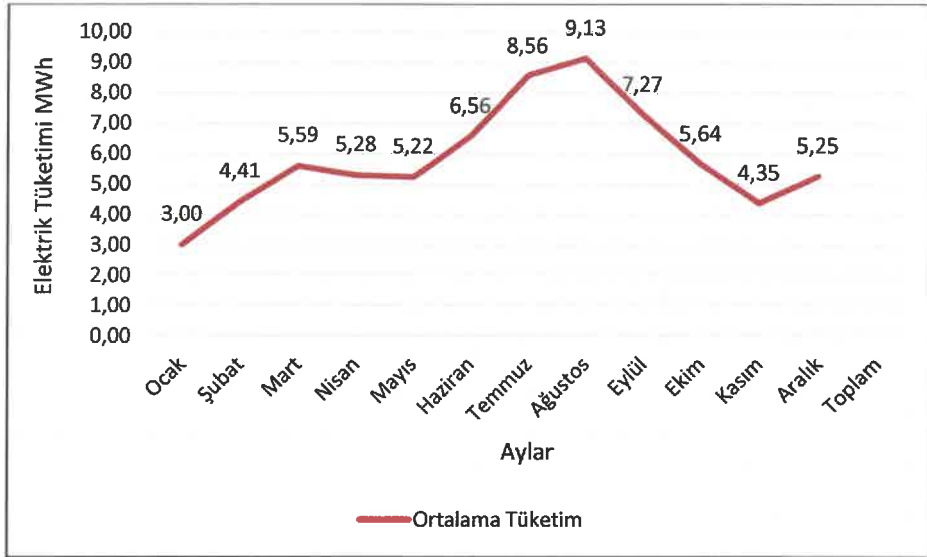


Şekil 4.19. 2015 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.20 ve Şekil 4.20’de tüm kampüste 2015 yılında tüketilen elektrik enerjisi miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerjisi tüketimleri eğrisinde kampüs geneli için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 2.157.115 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 3,00 MWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 6.570.890 kWh, günlük ortalama değer ise 9,13 MWh olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.20.2015 Yılı Akdeniz Üniversitesi Kampüsü toplam ortalama Elektrik Tüketimi

2015 Toplam	Kampüs	Tüketim (kWh/Ay)	Ortalama Tüketim (MWh)
	Ocak	2.157.115	3,00
	Şubat	3.174.630	4,41
	Mart	4.026.056	5,59
	Nisan	3.801.110	5,28
	Mayıs	3.760.214	5,22
	Haziran	4.726.364	6,56
	Temmuz	6.166.048	8,56
	Ağustos	6.570.890	9,13
	Eylül	5.230.758	7,27
	Ekim	4.059.032	5,64
	Kasım	3.133.352	4,35
	Aralık	3.777.340	5,25
	Toplam	50.582.908	



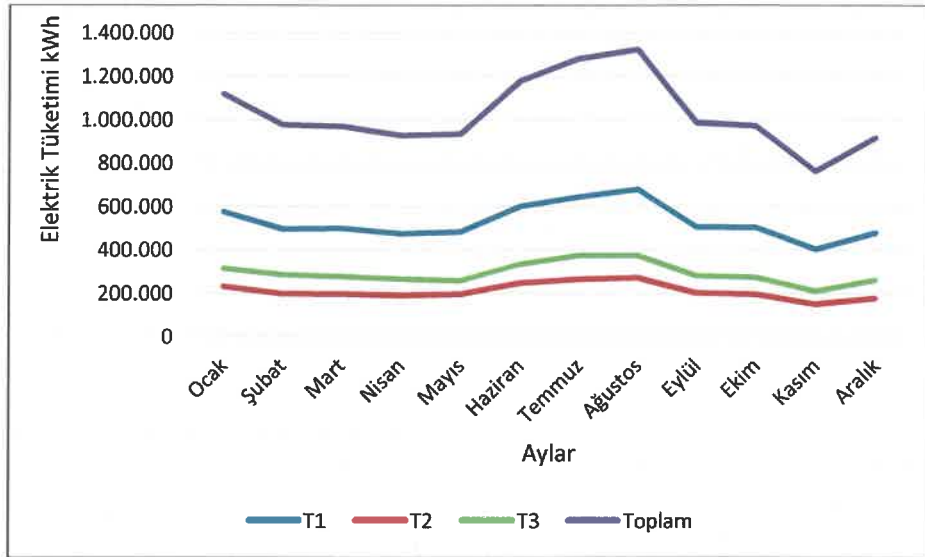
Şekil 4.20. 2015 Yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketimi

4.1.7. 2016 yılı hastane bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.21’de hastane bölümü 1440 nolu baradan alınan 2016 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek, ikinci sırada gece çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 680.154 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 150.400 kWh tüketimle Kasım ayında olduğu görülmektedir. Bu barada toplamda 12.344.126 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.21. 2016 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

2016 Hastane 1440	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	574.976	231.179	312.512	1.118.666
Şubat	494.569	197.348	283.380	975.297
Mart	497.851	194.916	275.247	968.014
Nisan	473.640	188.717	263.208	925.565
Mayıs	481.440	194.783	256.908	933.131
Haziran	599.061	244.440	333.213	1.176.714
Temmuz	644.118	263.428	374.189	1.281.735
Ağustos	680.154	270.031	374.434	1.324.619
Eylül	505.210	201.272	280.722	987.204
Ekim	504.158	195.483	273.584	973.224
Kasım	403.043	150.400	209.903	763.346
Aralık	478.888	177.534	260.190	916.612
Toplam				12.344.126

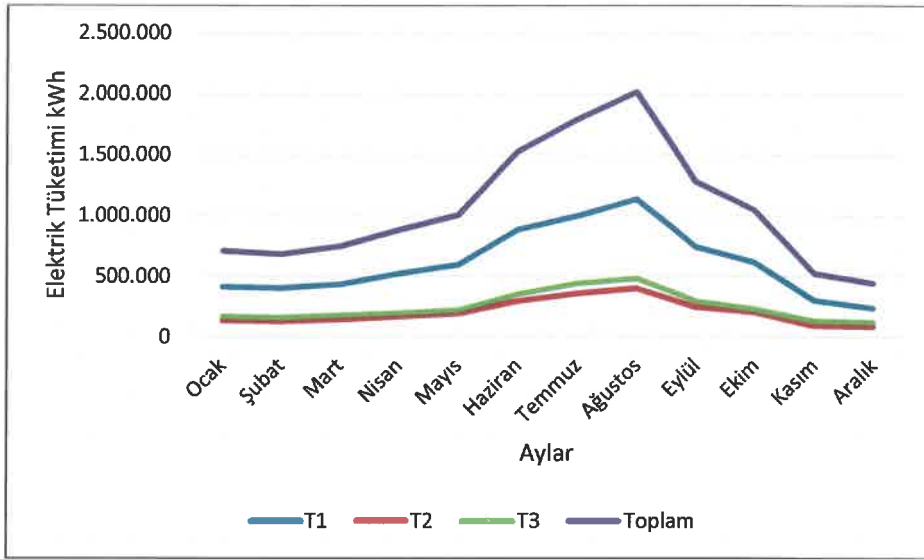


Şekil 4.21. 2016 yılı 1440 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.22 ve Şekil 4.22’de hastane bölümü 4290 nolu baradan alınan 2016 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Burada T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Gece kullanımının bu bölümde çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 1.134.879 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 85.636 kWh tüketimle Aralık ayında olduğu çizelgede görülmektedir. Bu barada toplamda 12.628.904 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.22. 2016 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

2016 Hastane 4290	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	410.149	131.166	164.250	705.565
Şubat	399.310	124.948	153.534	677.792
Mart	431.062	139.000	173.786	743.847
Nisan	519.126	164.147	193.470	876.743
Mayıs	593.762	190.096	218.342	1.002.201
Haziran	882.687	294.150	350.595	1.527.432
Temmuz	995.302	356.435	440.861	1.792.599
Ağustos	1.134.879	400.378	481.619	2.016.876
Eylül	740.058	246.314	294.282	1.280.655
Ekim	612.256	201.465	227.972	1.041.692
Kasım	301.852	92.771	129.635	524.258
Aralık	235.258	85.636	118.352	439.245
Toplam				12.628.904

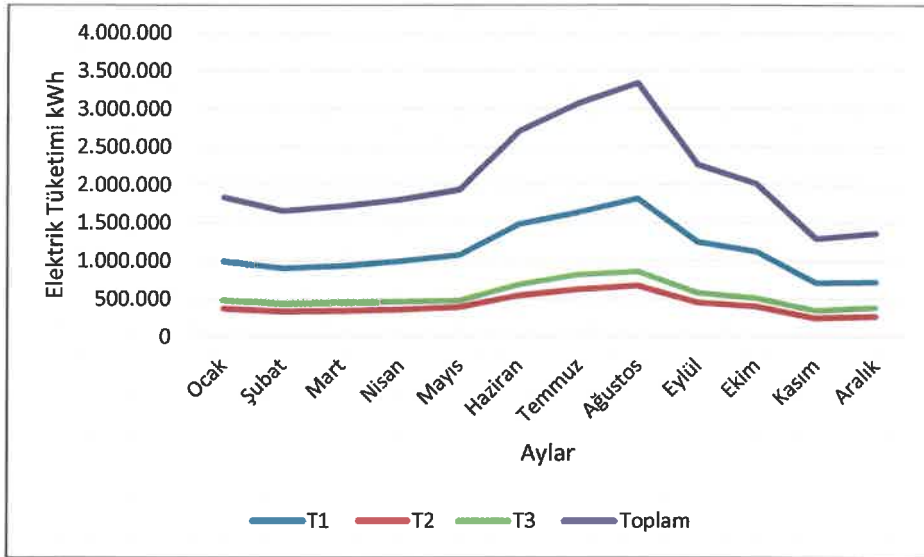


Şekil 4.22. 2016 yılı 4290 nolu bara hastane aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.23 ve Şekil 4.23’de hastane bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2016 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Hastane kullanımı açısından gündüz kullanılan enerjinin 1.815.033 kWh ile en yüksek Ağustos, en düşük kullanımın ise akşam vaktinde 243.171 kWh ile Kasım ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %41 oranında gündüz, %33 oranında akşam, %27 oranında ise gece kullanımın olduğu saptanmıştır. 2016 yılına ait hastanede tüketilen elektrik enerjisi miktarı 24.973.030 kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.23. 2016 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri

2016 Hastane Toplam	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	985.125	362.345	476.762	1.824.231
Şubat	893.879	322.295	436.914	1.653.089
Mart	928.913	333.916	449.033	1.711.861
Nisan	992.767	352.863	456.678	1.802.307
Mayıs	1.075.202	384.880	475.250	1.935.332
Haziran	1.481.747	538.590	683.808	2.704.146
Temmuz	1.639.421	619.863	815.050	3.074.334
Ağustos	1.815.033	670.408	856.053	3.341.495
Eylül	1.245.267	447.587	575.004	2.267.858
Ekim	1.116.414	396.947	501.556	2.014.916
Kasım	704.894	243.171	339.539	1.287.603
Aralık	714.146	263.170	378.542	1.355.858
Toplam				24.973.030

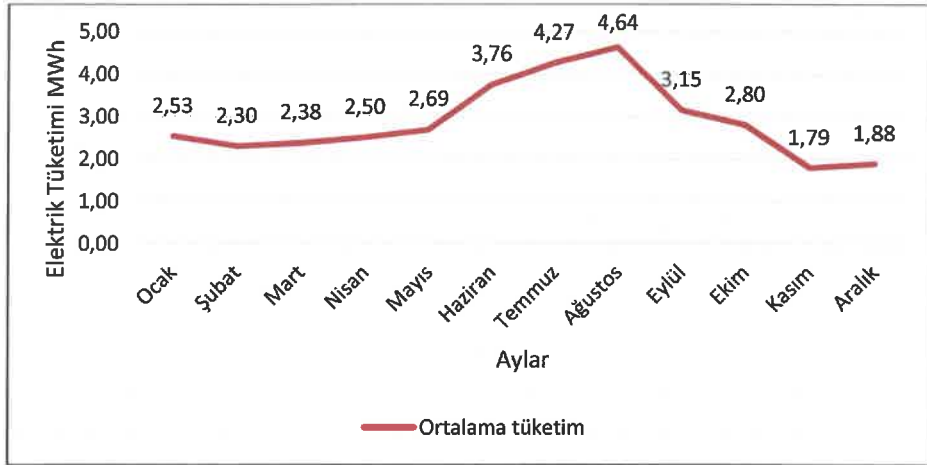


Şekil 4.23. 2016 yılı hastane aylık toplam elektrik tüketimleri

Çizelge 4.24 ve Şekil 4.24'te hastane bölümüne ait tüm baraların toplamı olan 2016 yılında yıllık tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde toplam hastane geneli için minimum tüketilen aylık elektrik enerji miktarı 1.287.603 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 1,78 MWh olduğu hesaplanmıştır. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 3.341.495 kWh, günlük ortalama değer ise 4,64 MWh olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.24. 2016 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri

2016 Hastane Toplam	Tüketim (kWh/ay)	Ortalama tüketim (MWh)
Ocak	1.824.231	2,53
Şubat	1.653.089	2,30
Mart	1.711.861	2,38
Nisan	1.802.307	2,50
Mayıs	1.935.332	2,69
Haziran	2.704.146	3,76
Temmuz	3.074.334	4,27
Ağustos	3.341.495	4,64
Eylül	2.267.858	3,15
Ekim	2.014.916	2,80
Kasım	1.287.603	1,79
Aralık	1.355.858	1,88
Toplam	24.973.030	



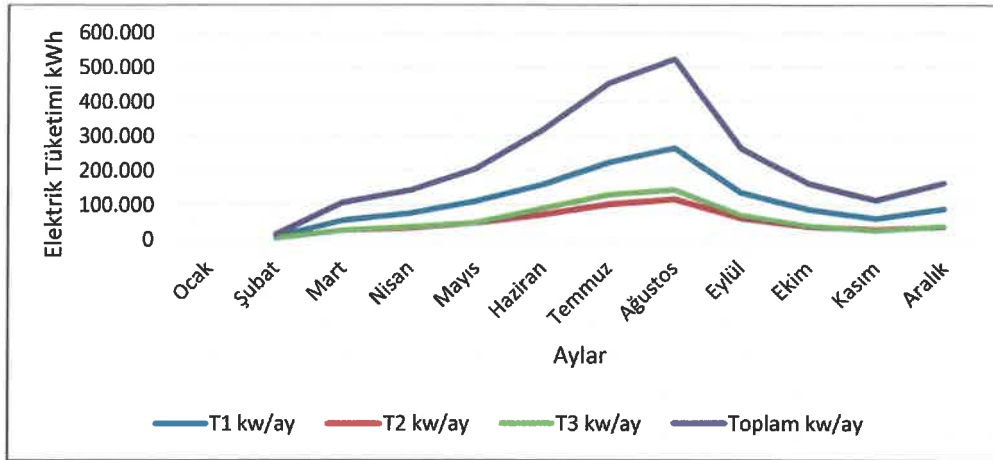
Şekil 4.24. 2016 yılı hastane ortalama toplam elektrik tüketimleri

4.1.8. 2016 yılı eğitim bölümü elektrik enerjisi tüketimi

Çizelge 4.25 ve Şekil 4.25' te eğitim bölümü 145 nolu baradan alınan 2016 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Ancak şekildende görüleceği üzere Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarına denk gelen yoğun yaz ayları dışında akşam ve gece elektrik tüketimlerinin birbirine çok yakın olduğu, yaz aylarında ise gece kullanımın arttığı görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 522.365 kWh ile Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 25.603 kWh tüketimle Kasım ayında olduğu görülmektedir. Bu barada toplamda 2.461.334 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur. Ölçümler esnasında oluşan teknik bir arızadan dolayı Ocak ve Şubat ayı verileri tam olarak alınamamıştır. Bu sebepten dolayı grafik Şubat ayı itibari ile çizilebilmiştir.

Çizelge 4.25. 2016 yılı 145 nolu bara eğitimaylık elektrik tüketim değerleri

2016 Eğitim Bölümü 1450	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak				
Şubat	7.132	3.887	3.490	14.509
Mart	55.226	25.925	26.126	107.276
Nisan	74.409	33.321	34.411	142.141
Mayıs	110.571	47.389	47.225	205.185
Haziran	157.979	70.812	87.904	316.695
Temmuz	222.434	101.027	128.363	451.823
Ağustos	264.172	115.126	143.067	522.365
Eylül	134.732	59.233	68.815	262.779
Ekim	86.549	36.320	38.147	161.015
Kasım	60.827	27.197	25.603	113.627
Aralık	89.038	37.057	37.825	163.920
Toplam				2.461.334

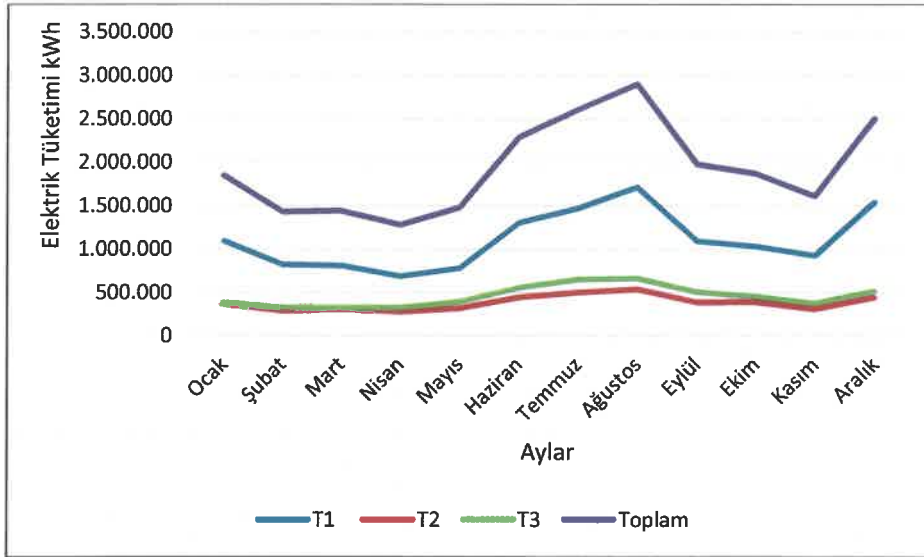


Şekil 4.25. 2016 yılı 145 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.26 ve Şekil 4.26’da eğitim bölümü 4800 nolu baradan alınan 2016 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. T1 zamanına ait kısımda en yüksek elektrik tüketiminin olduğu saptanmıştır. Gece kullanımının bu bölümde çok olduğu ve akşam vaktinde en düşük enerji tüketimi olduğu görülmektedir. En yüksek enerji kullanımının 1.708.848 kWh olmak üzere Ağustos, en düşük enerji kullanımının ise 285.822 kWh tüketimle Şubat ayında olduğu görülmektedir. Bu barada toplamda 23.233.518 kWh/yıl enerji tüketimi olmuştur.

Çizelge 4.26. 2016 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

2016 Eğitim Bölümü 4800	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	1.095.507	369.441	385.209	1.850.157
Şubat	821.547	285.822	324.774	1.432.143
Mart	805.995	311.175	322.740	1.439.910
Nisan	683.127	273.231	323.136	1.279.494
Mayıs	774.072	316.035	386.190	1.476.297
Haziran	1.298.691	437.886	550.845	2.287.422
Temmuz	1.466.235	496.386	643.041	2.605.662
Ağustos	1.708.848	532.746	657.954	2.899.548
Eylül	1.091.592	381.384	503.496	1.976.472
Ekim	1.030.383	387.270	450.882	1.868.535
Kasım	926.784	309.843	374.157	1.610.784
Aralık	1.544.913	443.412	518.769	2.507.094
Toplam				23.233.518

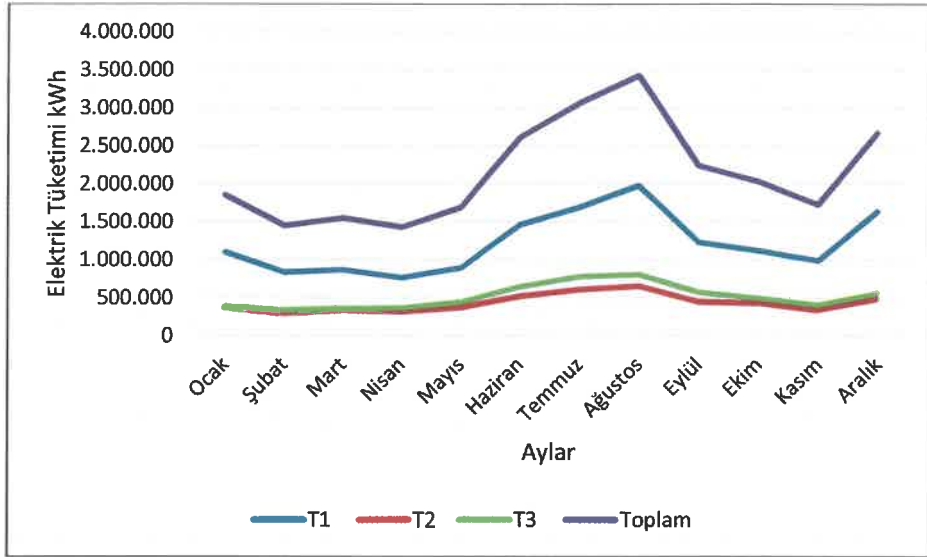


Şekil 4.26. 2016 yılı 4800 nolu bara eğitim bölümü aylık elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.27 ve Şekil 4.27’de eğitim bölümüne ait iki baranın birleştirilmesi neticesinde elde edilen 2014 yılına ait elektrik sayaç verileri görülmektedir. Eğitim bölümü kullanımı açısından gündüz kullanılan enerjinin 3.421.913 kWh ile en yüksek Ağustos, endüşük kullanımın ise gece vaktinde 1.421.635 kW ile Nisan ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %43 oranında gündüz, %33 oranında akşam, %24 oranında ise gece kullanımın olduğu görülmektedir. 2016 yılına ait Eğitim bölümlerinde tüketilen elektrik enerjisi miktarı 25.694.852 kWh/yıl olmuştur.

Çizelge 4.27. 2016 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri

2016 Eğitim Bölümü toplam	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	1.095.507	369.441	385.209	1.850.157
Şubat	828.679	289.709	328.264	1.446.652
Mart	861.221	337.100	348.866	1.547.186
Nisan	757.536	306.552	357.547	1.421.635
Mayıs	884.643	363.424	433.415	1.681.482
Haziran	1.456.670	508.698	638.749	2.604.117
Temmuz	1.688.669	597.413	771.404	3.057.485
Ağustos	1.973.020	647.872	801.021	3.421.913
Eylül	1.226.324	440.617	572.311	2.239.251
Ekim	1.116.932	423.590	489.029	2.029.550
Kasım	987.611	337.040	399.760	1.724.411
Aralık	1.633.951	480.469	556.594	2.671.014
Toplam				25.694.852

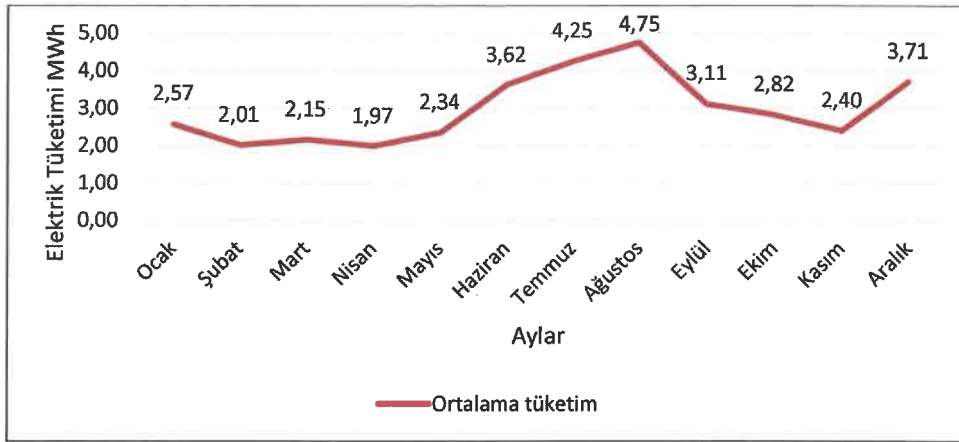


Şekil 4.27. 2016 yılı eğitim bölümü aylık toplam elektrik tüketimleri

Çizelge 4.28 ve Şekil 4.28' de eğitim bölümüne ait tüm baraların toplamı ve 2016 yılında tüketilen elektrik enerji miktarı görülmektedir. Günlük ortalamanın alındığı ve aylık elektrik enerji tüketimleri eğrisinde Eğitim bölümü için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerjisi miktarı 1.446.652 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 2,01 MWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 3.421.913 kWh, günlük ortalama değer ise 4,75 MWh olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.28. 2016 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri

2016 Eğitim Bölümü toplam	Tüketim (kWh/ay)	Ortalama tüketim (MWh)
Ocak	1.850.157	2,57
Şubat	1.446.652	2,01
Mart	1.547.186	2,15
Nisan	1.421.635	1,97
Mayıs	1.681.482	2,34
Haziran	2.604.117	3,62
Temmuz	3.057.485	4,25
Ağustos	3.421.913	4,75
Eylül	2.239.251	3,11
Ekim	2.029.550	2,82
Kasım	1.724.411	2,40
Aralık	2.671.014	3,71
Toplam	25.694.852	



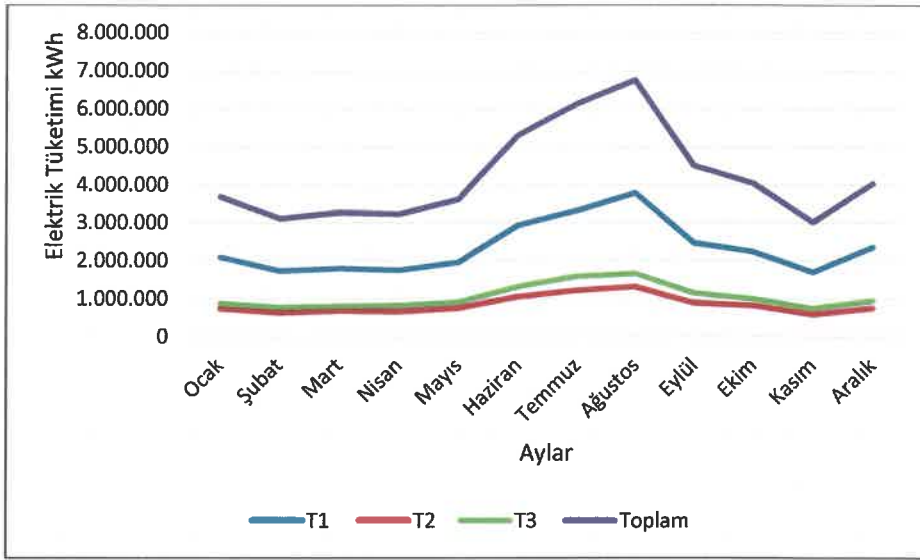
Şekil 4.28. 2016 yılı eğitim bölümü ortalama toplam elektrik tüketimleri

4.1.9. 2016 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüs toplam elektrik tüketimi

Çizelge 4.29 ve Şekil 4.29’da tüm kampüse ait 2016 yılı elektrik tüketim verileri yer almaktadır. Çizelgedeki değerlerden ve grafiğin eğiminden görülebileceği gibi yaz ayları dönemlerindeki altı aylık dönemde elektrik tüketiminde yoğunluk olmaktadır. En çok kullanılan enerji kampüsün en yoğun olduğu gündüz vaktinde 3.788.053 kWh ile Ağustos, en düşük kullanımın ise akşam vaktinde 580.211 kWh ile Şubat ayında olduğu görülmektedir. Bu çizelgede enerji tüketiminin %42 oranında gündüz, %33 oranında akşam, %26 oranında ise gece kullanımının olduğu görülmektedir. 2016 yılına ait kampüs genelinde tüketilen elektrik enerjisi miktarı toplamda 50.667.882 kWh olmuştur.

Çizelge 4.29. 2016 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

2015 Kampüs toplam	T1 kWh/ay	T2 kWh/ay	T3 kWh/ay	Toplam kWh/ay
Ocak	2.080.632	731.786	861.971	3.674.388
Şubat	1.722.557	612.005	765.179	3.099.740
Mart	1.790.134	671.015	797.899	3.259.048
Nisan	1.750.303	659.415	814.224	3.223.942
Mayıs	1.959.845	748.303	908.665	3.616.813
Haziran	2.938.417	1.047.288	1.322.557	5.308.263
Temmuz	3.328.090	1.217.276	1.586.453	6.131.819
Ağustos	3.788.053	1.318.280	1.657.074	6.763.407
Eylül	2.471.591	888.203	1.147.315	4.507.110
Ekim	2.233.346	820.537	990.584	4.044.467
Kasım	1.692.505	580.211	739.299	3.012.014
Aralık	2.348.097	743.639	935.136	4.026.871
Toplam				50.667.882

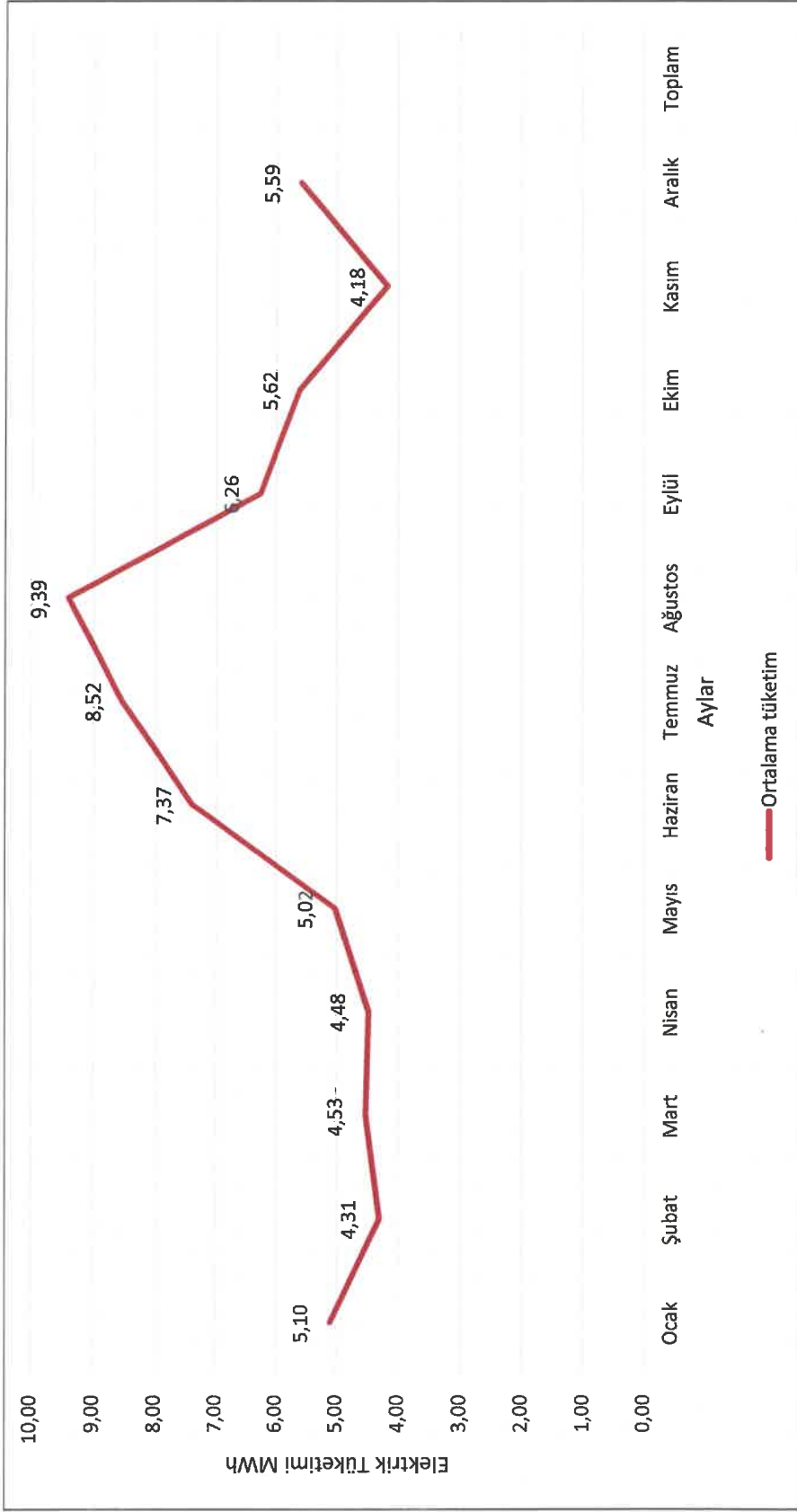


Şekil 4.29. 2016 yılı kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.30 ve Şekil 4.30'da tüm kampüste 2016 yılında tüketilen elektrik enerjisi miktarı görülmektedir. Günlük ve aylık elektrik enerjisi tüketimleri eğrisinde kampüs geneli için minimum tüketilen toplam aylık elektrik enerji miktarı 3.012.014 kWh, ortalama günlük kullanım açısından değerlendirme yapıldığında en düşük değer 4,18 MWh olduğu görülmektedir. Kullanılan maksimum enerji miktarının aylık 6.763.407 kWh, günlük ortalama değer ise 9,39 MWh olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.30. 2016 yılı kampüs toplam ortalama elektrik tüketimi

2016 toplam	Kampüs	Tüketim (kWh/ay)	Ortalama tüketim (MWh)
Ocak		3.674.388	5,10
Şubat		3.099.740	4,31
Mart		3.259.048	4,53
Nisan		3.223.942	4,48
Mayıs		3.616.813	5,02
Haziran		5.308.263	7,37
Temmuz		6.131.819	8,52
Ağustos		6.763.407	9,39
Eylül		4.507.110	6,26
Ekim		4.044.467	5,62
Kasım		3.012.014	4,18
Aralık		4.026.871	5,59
Toplam		50.667.882	



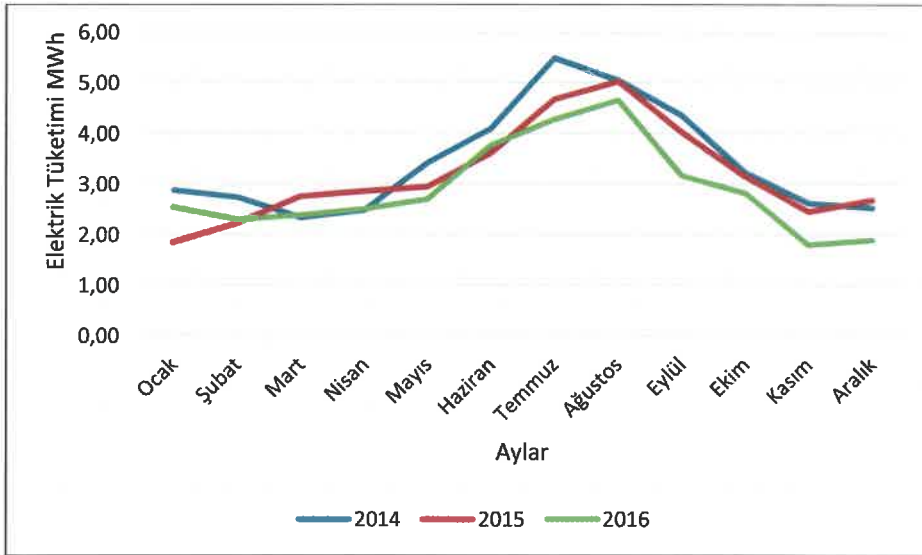
Şekil 4.30. 2016 yılı Akdeniz Üniversitesi kampüsü toplam ortalama elektrik tüketim

4.2. 3 Yıllık Hastane Bölümü Elektrik Tüketim Verilerinin Değerlendirmesi

Çizelge 4.31'deki değerler incelendiğinde, 2015 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2014 yılı ile karşılaştırıldığında, en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %12 azalma olduğu gözlenmiştir. 2016 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2015 yılı ile karşılaştırıldığında ise yine en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %8 azalma olduğu saptanmıştır. Şekil 4.31'de görüldüğü gibi bu azalışın özellikle yaz aylarındaki soğutma enerjisi ihtiyacının mevsim sıcaklığına bağlı olarak değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu yıllarda hastane bölümünde enerji yükünü etkileyecek kayda değer yeni bir yapılaşma olmadığı bilinmektedir. Bu verilerden halihazır durumda elektrik enerjisi ile ilgili son yıllarda artış olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.31. Hastane bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri

Hastane ortalama tüketim	2014 MWh/ay	2015 MWh/ay	2016 MWh/ay
Ocak	2,87	1,85	2,53
Şubat	2,73	2,23	2,30
Mart	2,33	2,75	2,38
Nisan	2,48	2,86	2,50
Mayıs	3,41	2,94	2,69
Haziran	4,09	3,61	3,76
Temmuz	5,48	4,67	4,27
Ağustos	5,04	5,02	4,64
Eylül	4,34	4,01	3,15
Ekim	3,20	3,13	2,80
Kasım	2,61	2,45	1,79
Aralık	2,52	2,67	1,88



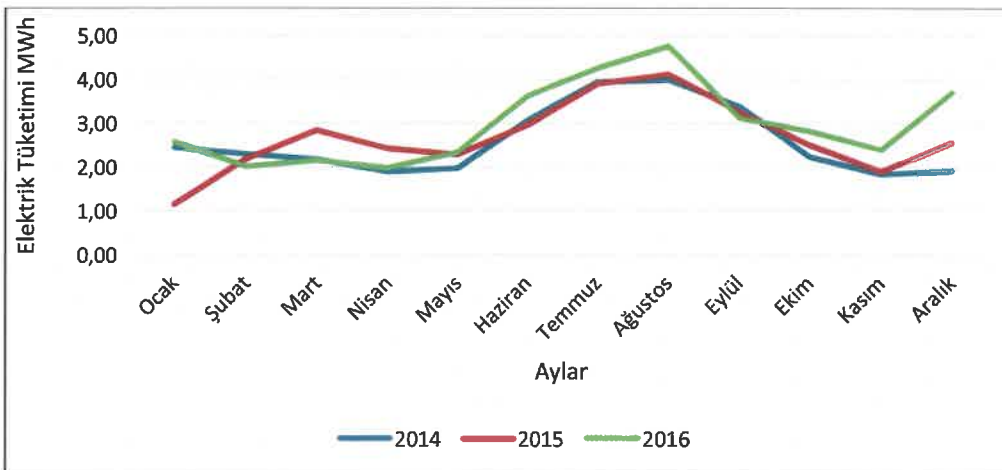
Şekil 4.31. Hastane bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri

4.3.3 Yıllık Eğitim Bölümü Elektrik Tüketim Verilerinin Değerlendirmesi

Çizelge 4.32'deki değerler incelendiğinde ve 2015 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2014 yılı tüketim miktarları ile karşılaştırıldığında, en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %3 artış olduğu gözlemlenmiştir. 2016 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2015 yılı tüketim miktarları ile karşılaştırıldığında ise yine en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %14 artış olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.32'de görüldüğü gibi bu artış özellikle yaz aylarındaki soğutma enerjisi ihtiyacının mevsim sıcaklığına bağlı olarak değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu yıllarda eğitim öğretim tarafında yapılan yeni fakülte binalarının da enerji yükünü etkileyecek düzeyde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.32. Eğitim bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri

Eğitim bölümü ortalama tüketim	2014 MWh/ay	2015 MWh/ay	2016 MWh/ay
Ocak	2,45	1,14	2,57
Şubat	2,30	2,18	2,01
Mart	2,17	2,84	2,15
Nisan	1,89	2,42	1,97
Mayıs	1,97	2,28	2,34
Haziran	3,06	2,96	3,62
Temmuz	3,93	3,90	4,25
Ağustos	3,98	4,11	4,75
Eylül	3,37	3,25	3,11
Ekim	2,23	2,51	2,82
Kasım	1,84	1,90	2,40
Aralık	1,93	2,58	3,71



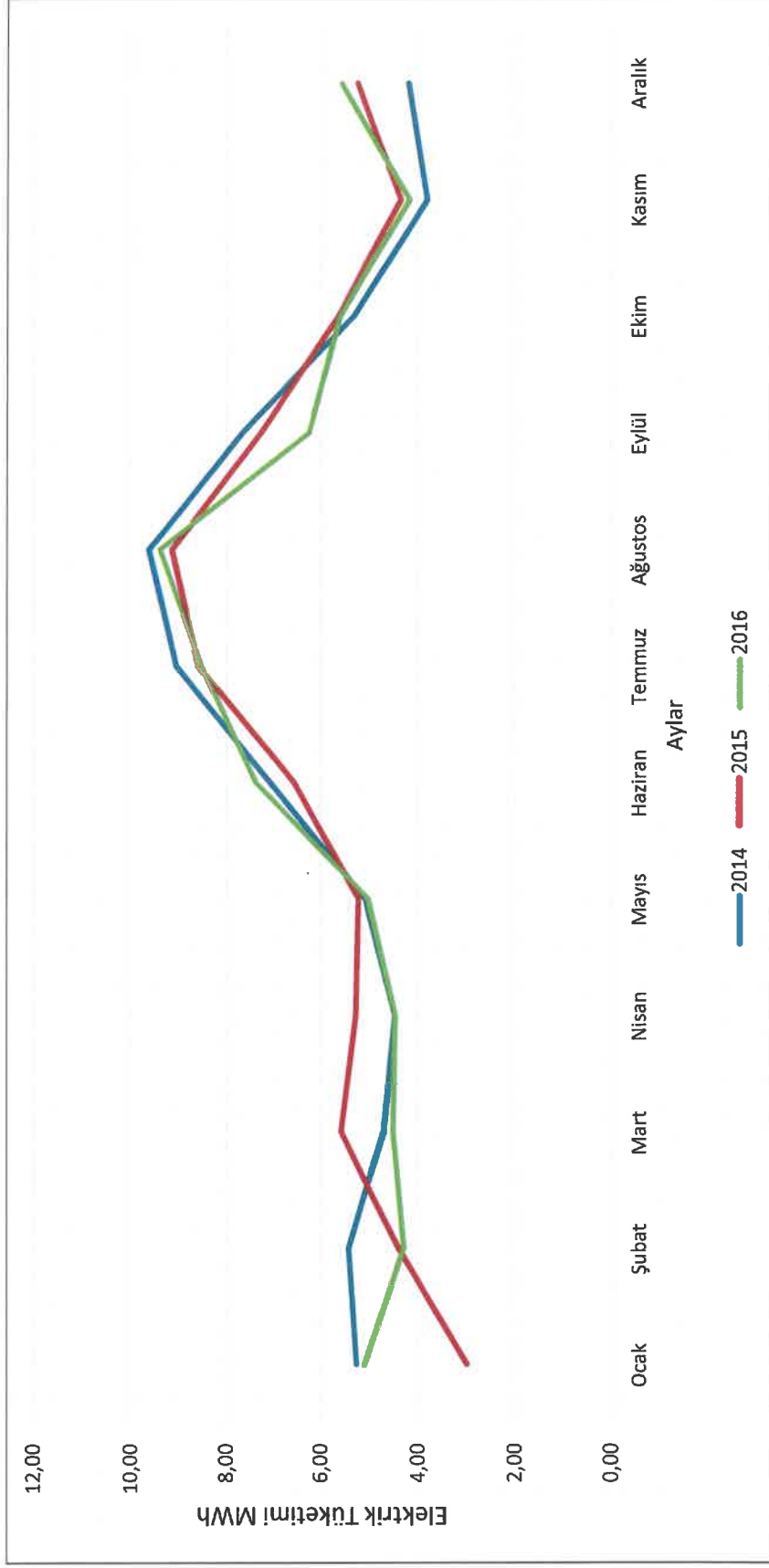
Şekil 4.32. Eğitim bölümü 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri

4.4. 3 Yıllık Kampüs Geneli Enerji Tüketim Verilerinin Karşılaştırması

Çizelge 4.33 ve Şekil 4.33 incelendiğinde, 2015 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarları 2014 yılı ile karşılaştırıldığında, en yoğun tüketimin olduğu dönemde %5 azalış olduğu gözlemlenmiştir. 2016 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2015 yılı ile karşılaştırıldığında ise yine en yoğun tüketimin olduğu dönemde %3 enerji ihtiyacında artış olduğu bulunmuştur. Bu artış özellikle yaz aylarındaki soğutma enerjisi ihtiyacının mevsim sıcaklığına bağlı olarak değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu özellik 2016 yılında eğitim öğretim tarafında yapılan yeni fakülte binalarında enerji yükünde artışa sebep olduğu görülmektedir. Ancak aynı zamanda son yıllarda uygulanan enerji tasarrufu çalışmalarının özellikle 2016 yılında yapılaşmaya rağmen ciddi bir enerji artışı olmayışına etkiye bulunduğu bir göstergedir. Bu çizelgedeki değerlerden 2016 yılındaki veriler baz alınarak Çizelge 4.33’de yer alan değerler oluşturulmuştur. Çizelgede 2016 yılına ait saatlik tüketim ortalamaları alınarak, her ay için kullanılan T1, T2, T3 zaman dilimlerindeki dağılımlar ve bu dağılımlara göre kullanılan tüm elektriğin gün içerisinde hangi oranlarda dağıldıkları görülebilmektedir.

Çizelge 4.33. Kampüs geneli 3 yıllık ortalama saatlik elektrik tüketim değerleri

Ortalama tüketim MWh	2014 MWh/ay	2015 MWh/ay	2016 MWh/ay
Ocak	5,28	3,00	5,10
Şubat	5,44	4,41	4,31
Mart	4,72	5,59	4,53
Nisan	4,48	5,28	4,48
Mayıs	5,08	5,22	5,02
Haziran	7,08	6,56	7,37
Temmuz	9,05	8,56	8,52
Ağustos	9,62	9,13	9,39
Eylül	7,67	7,27	6,26
Ekim	5,33	5,64	5,62
Kasım	3,81	4,35	4,18
Aralık	4,21	5,25	5,59



Şekil 4.33. Kampüs aylık faturalanmış elektrik tüketim değerleri üzerinden 2014, 2015,2016 yılları saatlik ortalama tüketimleri

Şekil 4.34'te 2014-2015-2016 yıllarına ait yıllık toplam elektrik tüketimindeki fatura değerleri bazında olan değişim görülmektedir. Bu değerler 2014 yılında 51.671.231 kWh/yıl , 2015 yılında 50.582.908 kWh/yıl , 2016 yılında 50.667.882 kWh/yıl olmuştur



Şekil 4.34. 3 yıllık kampüs toplam elektrik tüketim değerleri

Çizelge 4.34'te 2016 yılı kampüs elektrik tüketiminin T1 (06:00-17:00), T2 (17:00-22:00), T3 (2200-06:00) zaman dilimlerindeki ortalama tüketim miktarı ile gün içerisindeki zamanlarında kullanım oranları görülmektedir

Çizelge 4.34. 2016 yılı kampüs elektrik tüketiminin T1, T2, T3 zaman dilimlerindeki ortalama tüketim oranları

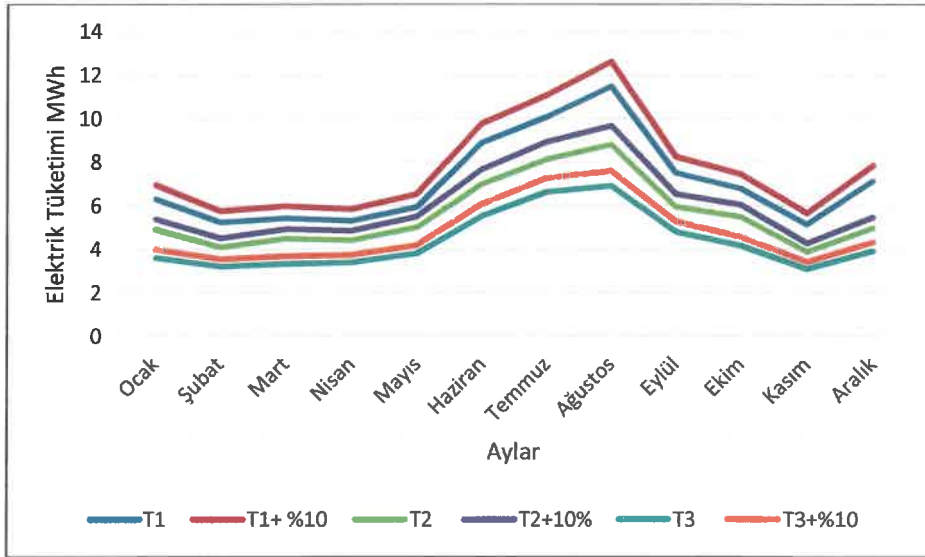
	T1(MWh)	T2(MWh)	T3(MWh)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
Ocak	6,3	4,88	3,59	42,65%	33,04%	24,31%
Şubat	5,22	4,08	3,19	41,79%	32,67%	25,54%
Mart	5,42	4,47	3,32	41,03%	33,84%	25,13%
Nisan	5,3	4,4	3,39	40,49%	33,61%	25,90%
Mayıs	5,94	4,99	3,79	40,35%	33,90%	25,75%
Haziran	8,9	6,98	5,51	41,61%	32,63%	25,76%
Temmuz	10,09	8,12	6,61	40,65%	32,72%	26,63%
Ağustos	11,48	8,79	6,9	42,25%	32,35%	25,40%
Eylül	7,49	5,92	4,78	41,18%	32,55%	26,28%
Ekim	6,77	5,47	4,13	41,36%	33,41%	25,23%
Kasım	5,13	3,87	3,08	42,47%	32,04%	25,50%
Aralık	7,12	4,96	3,9	44,56%	31,04%	24,41%

4.5. Kampüs Geneli Gelecek Yıllara Ait Tahmini Enerji Tüketimi Verilerinin Saptanması

Daha önceki yıllar arasındaki artış farkları incelendiğinde özellikle yaz aylarındaki kullanımlarda %3 ila %5 oranında bir artış olduğu gözlenmektedir. Aynı zamanda 2015 yıllarında kampüse 2 büyük fakülte ilave edilmiştir. Yapılaşmanın devam etmesi ve üniversite yıllık planları doğrultusunda 2019 yılında özellikle hastane bölümünde yapılan inşaatların tamamlanarak Onkoloji ve Diş Hekimliği hastane binalarının devreye gireceği ön görülmektedir. Bu binaların toplam elektrik yükünün elektrik tüketiminde %10'luk bir artışa sebebiyet vereceği belirlenmiştir. Bu artıştan yola çıkarak ve gelecek yıllardaki elektrik tüketim senaryosu oluşturulabilir (Çizelge 4.35). Çizelgede aynı zamanda 2017 yılı elektrik tüketimi tahmini değerleri yer almaktadır. Şekil 4.35'te ise 2017 yılına ait tahmini değer 2016 yılı verileri ile aynı anda görülebilmektedir. Bu tahmin değerleri üzerinden değerlendirme yapıldığında en yüksek saatlik ortalama elektrik tüketiminin 12,63 MWh, endüyük enerji tüketim değerinin ise 3,39 MWh olduğu görülmektedir. Üniversitenin elektrik tüketiminin %40-45 oranında T1 zaman dilimi olan gündüz kullanımı iken, elektrik tüketiminin %25 lik kısmı T3 zaman dilimi olan gece kullanımı olarak görülmektedir. Kullandığı elektriğin ortalama değeri, T1 zaman diliminde 7,8 MWh, T2 zaman diliminde 6,1 MWh, T3 zaman diliminde 4,7 MWh olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. %10 artış öngörüsü doğrultusunda oluşan kampüs geneli 2017 tahmini elektrik tüketim verileri

	T1(MWh)	T1* (MWh + %10)	T2 (MWh)	T2*(MWh + %10)	T3 (MWh)	T3* (MWh + %10)
Ocak	6,3	6,94	4,88	5,37	3,59	3,95
Şubat	5,22	5,74	4,08	4,49	3,19	3,51
Mart	5,42	5,97	4,47	4,92	3,32	3,66
Nisan	5,3	5,83	4,4	4,84	3,39	3,73
Mayıs	5,94	6,53	4,99	5,49	3,79	4,16
Haziran	8,9	9,79	6,98	7,68	5,51	6,06
Temmuz	10,09	11,09	8,12	8,93	6,61	7,27
Ağustos	11,48	12,63	8,79	9,67	6,9	7,59
Eylül	7,49	8,24	5,92	6,51	4,78	5,26
Ekim	6,77	7,44	5,47	6,02	4,13	4,54
Kasım	5,13	5,64	3,87	4,25	3,08	3,39
Aralık	7,12	7,83	4,96	5,45	3,9	4,29



Şekil 4.35. %10 artış öngörüsü doğrultusunda oluşan kampüs geneli 2017 tahmini elektrik tüketim verileri

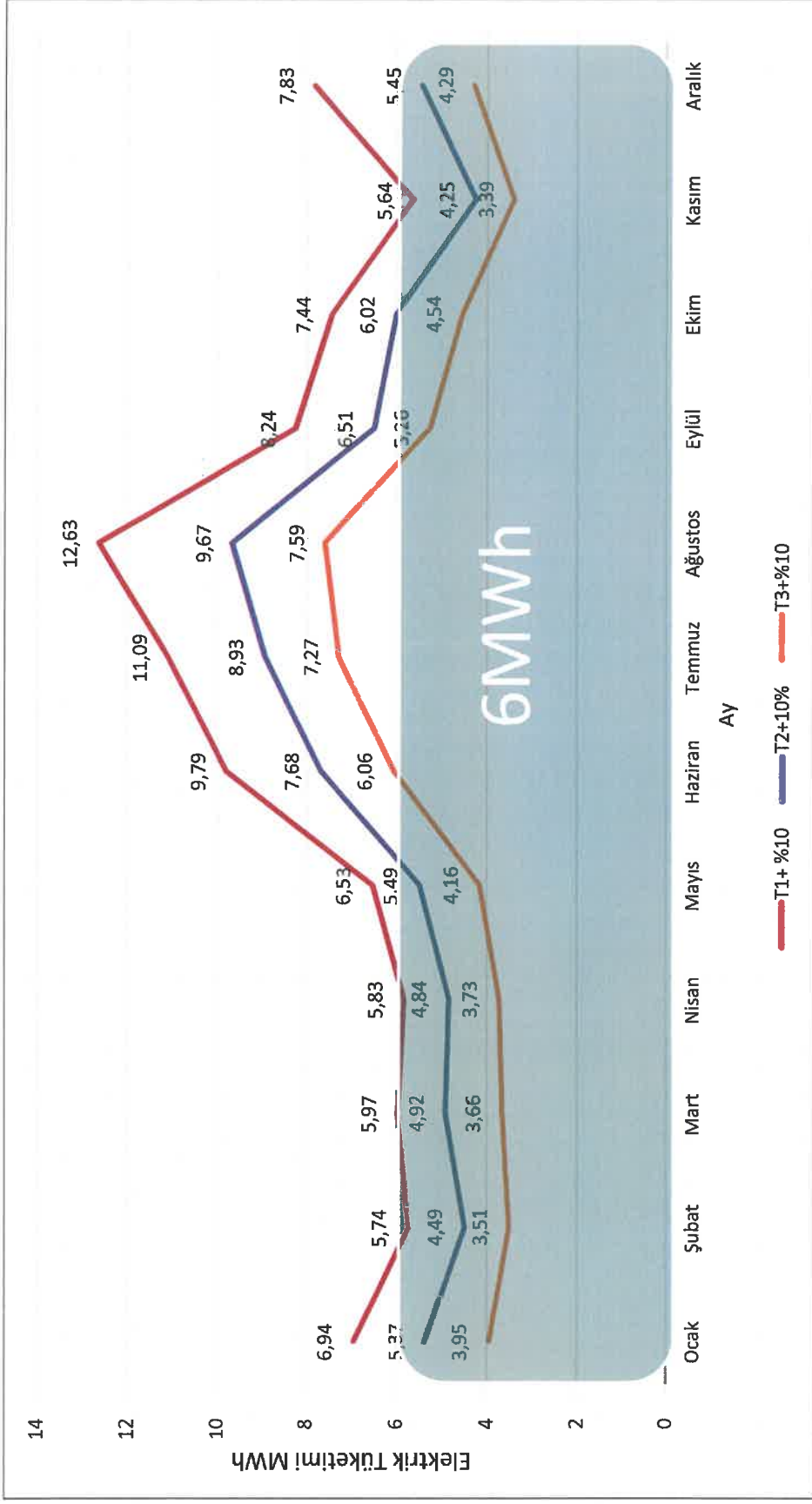
4.6. İhtiyaç Duyulan Enerji Üretim Kapasitesinin Belirlenmesi

Akdeniz Üniversitesi toplam elektrik enerjisi tüketimi eğrisi Şekil 4.35’de özetlendiği şekildedir. Kampüsün yapılaşma planlamaları hakkında elde edilen bilgiler doğrultusunda kampüs bölümünde yakın tarihli yapılaşmanın büyük ölçüde tamamlandığı, ancak Hastane bölümünde planlanan Onkoloji ve Diş Hekimliği Fakülte binaları sonrasında kapasitenin yaklaşık %10 artacağı anlaşılmıştır.

Çizelgeler ve şekiller incelendiğinde kampüs geneli ortalama tüketimin 4,7 MWh ile 7,8 MWh olduğu görülmektedir. En yüksek sürekli kullanım değeri bir başka deyişle herhangi bir enerji santralinden optimum yararlanılabilmesi için ihtiyaç duyulacak değerin ise 6 MWh olacağı anlaşılmaktadır. Bu kapasite üniversitenin elektrik ihtiyacını %72 oranında karşılayacaktır.

Akdeniz Üniversitesi kampüsünde yapılacak enerji üretim tesisinin kapasitesinin belirlenmesinde öncelikli olarak optimum düzeyde elektrik ve ısı enerjisi kazanımı hedeflenmiştir. Bu doğrultuda tesisin maksimum kapasitede çalışacağı öngörülmüştür. Aynı zamanda seçilen kapasiteye ait enerji üretim sisteminde piyasa şartlarına uygun olması gözetilmiştir.

Aradaki farkın çok yüksek olmasından dolayı optimal enerji kazanımı, üniversitenin maksimum fayda elde edeceği kapasite T2 zaman dilimi bandı üzerinde olacaktır. Kampüsün efektif olarak enerji harcamalarının olduğu dönemi temsilen 6 MWh kapasiteli bir tesisin kurulması durumundaki ısı ve elektrik kazanımlarını en verimli olacağı tespit edilmiştir. Şekil 4.36’da kampüsün minimum ihtiyacı 6 MWh kapasiteli enerji üretim tesislerinde elektrik enerjisi üretimi, ısı enerjisi üretimi ve sistem verimliliği ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.36. Kampüs optimum enerji ihtiyacı

4.7. Akdeniz Üniversitesi ve Çevre Birimlerden Toplanan Atık Miktarının Değerlendirilmesi

4.7.1. Akdeniz Üniversitesi yemekhane atıkları

Toplanan atık miktarları Çizelge 4.36' da toplandıkları güne ve miktarlarına göre belirtilmiştir. Bu atıklar arasında en büyük miktarı 639,5 kg ile kabak artığı oluşturmaktadır. Daha sonra bunu 223,6 kg ile havuç ve 185,5 kg ile de domates kabukları oluşturmaktadır Haftalık toplanan atık miktarı ise 2.321,4 kg olmaktadır.

Bu çalışmadan yola çıkılarak hastane yemekhanesi ve kampüs yemekhanesine ait yıllık ortalama atık değerleri elde edilmiştir. Her iki yemekhaneye ait yıllık toplam 120.712,8 kg yaş artığın elde edildiği görülmüştür. Bu atıkların oranlarına göre değerlendirmeleri Çizelge 4.37'de görülmektedir.

Çizelge 4.36. Hastane ve eğitim bölümü yemekhaneleri toplam yıllık atık değerleri

Ürün ismi	kg/Yıl	(%)	1000 gr atık için
Havuç	11627,2	9,63	96,32
Salatalık	7202	5,97	59,66
Soğan	7748	6,42	64,19
Domates	9646	7,99	79,91
Maydonuz	1612	1,34	13,35
Kırmızı Lahana	3640	3,02	30,15
Patlıcan	3536	2,93	29,29
Carliston Biber	1092	0,9	9,05
Limon	338	0,28	2,8
Kabak	33254	27,55	275,48
Dereotu	135,2	0,11	1,12
Elma	2808	2,33	23,26
Kara Lahana	14248	11,8	118,03
Dolmalık Biber	192,4	0,16	1,59
Sarımsak	78	0,06	0,65
Limon	416	0,34	3,45
Tavuk But	2600	2,15	21,54
Patates	11388	9,43	94,34
Elma	260	0,22	2,15
Armut	104	0,09	0,86
Beyaz Lahana	2808	2,33	23,26
Marul	4420	3,66	36,62
Pırasa	1560	1,29	12,92
Toplam Bitkisel Atık	120.712,8	100	1000

Çizelge 4.37. Akdeniz Üniversitesi toplam atık miktarlar

Tarih	03/10/2016	04/10/2016	05/10/2016	06/10/2016	07/10/2016	17/10/2016	18/10/2016	19/10/2016	20/10/2016	21/10/2016	Toplam (kg)
Ürün ismi	Atık miktarı (kg)										
Havuç	42	146		5,6	13	14			3		223,6
Salatalık	2,5	127	5		4						138,5
Soğan	10	60	7	10			28	5	17	12	149
Domates	15,5	110	16	16	19			9			185,5
Maydonuz	5	4		2	3			12		5	31
Kırmızı Lahana	42			28							70
Patlıcan	46			12	10						68
Carliston Biber	10			8	3						21
Limon	2					3		1,5			6,5
Kabak	2,5	629			8						639,5
Dereotu			1,1		0,5					1	2,6
Elma			5			36				13	54
Kara Lahana			20	180		57		10	7		274
Dolmalık Biber			3,7								3,7
Sarimsak			1	0,3	0,2						1,5
Limon			4		4						8
Tavuk But			50								50
Patates				180	26				13		219
Elma				5							5
Armut					2						2
Beyaz Lahana							32	6	16		54
Marul							75			10	85
Pırasa								30			30
Toplam Bütüsel atık											2.321,4

4.7.2. Süt üretim çiftliği hayvan atıkları

Akdeniz Üniversitesi süt üretim çiftliğinde yetiştirilen 90 adet büyük baş hayvan dan günlük olarak ortalama 51 kg katı sıvı karışımı atık elde edilmektedir. Hayvan çiftliği atıklarının düzenli toplanabilmesi için uygun alt yapıları hazırlanmış ve çıkan atıklar düzenli olarak sıyrıcılar ile atık deposuna aktarılmıştır. Çiftlikten elde edilen yıllık atık miktarı 1.675.350 kg dır.

4.7.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü ve belediyenin yıllık çim atık miktarı

Üniversite kampüsü içerisindeki peyzaj çalışmaları kapsamında Aralık, Ocak ve Şubat ayları dışında kalan 9 ay boyuca çim biçimi yapılmaktadır. Çim miktarı, traktör römorku üzerinden hesaplanmıştır (Çizelge 4.38) Traktörün römork ölçüleri boy 3 m, en 2 m, yükseklik ise 0,6 m bulunmaktadır. Bu ölçüler doğrultusunda Çizelge 4.39’da yıllık toplanan çim miktarı hesaplanmıştır. Traktörün römork hacmi 3,6 m³ olup toplanan çimlerin toplam hacmi 2.620,8 m³ olarak bulunmaktadır. 1 m³ çimin ortalama ağırlığı nem durumuna bağlı olarak 1.500 ila 2.500 kg arasında değişkenlik göstermektedir. Yıllık toplanan çim miktarının minimum 3.931.200 kg/yıl maksimum 7.020.000 kg/yıl olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.38. Kampüs alanı içerisinde biçilen çim miktarı aylara göre dağılımı

Aylar	Ortalama taşıma sayısı (traktör römorku/Gün)	Ortalama traktör sayısı (26 Gün Olarak Hesaplanırsa)
Ocak	Çim Biçimi Yapılmamakta	
Şubat	Çim Biçimi Yapılmamakta	
Mart	2	52
Nisan	3	78
Mayıs	4	104
Haziran	4	104
Temmuz	5-6	130-156
Ağustos	5-6	130-156
Eylül	4	104
Ekim	3	78
Kasım	2	52
Aralık	Çim Biçimi Yapılmamakta	

Çizelge 4.39. Biçilen çimin hesaplama çizelgeleri

Taşıma yapılan traktör römorku ölçüleri (boy:3m en:2m h:06 m)		
Römork hacmi	3,6	m ³
Römork adeti	728	
Toplam hacim	2.620,8	m ³
	780	
Toplam max hacim	2.808	m ³
	1m ³ =1.500kg- 2.500kg	
Minimum ağırlık	3.931.200	kg/yıl
Maximum ağırlık	7.020.000	kg/yıl

Çizelge 4.40. Çevre belediyeye ait çim artığı

Aylar	Ortalama Taşıma Sayısı (Kamyon adet Günlük)	Ortalama Kamyon Sayısı (26 Gün Olarak dikkate alınmıştır)
Ocak	Çim Biçimi Yapılmamakta	
Şubat	Çim Biçimi Yapılmamakta	
Mart	1	26
Nisan	2	78
Mayıs	2	78
Haziran	2	78
Temmuz	2	78
Ağustos	2	78
Eylül	2	78
Ekim	2	78
Kasım	1	26
Aralık	Çim biçimi yapılmamakta	

Akdeniz Üniversite kampüsünün yakınında bulunduğu Konyaaltı Belediyesi çim atıkları miktarında proje kapsamında incelenmiştir. Belediye peyzaj alanlarının çim atıkları kamyon ile taşınmaktadır. Çizelge 4.40'da gösterilmiştir. Belediye verilerine göre yıl içerisinde yaklaşık olarak 598 kamyon çim toplandığı belirlenmiştir. Kamyon kasası büyüklüğü boy 7 m, en 3 m ve yükseklik 1 m olarak belirtilmiştir. Yapılan hesaplama neticesinde minimum 17,94 ton çim toplanırken, maksimum 2,9 ton çim Konyaaltı Belediyesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yine belediyeninde yılın 9 ayı çim biçimi gerçekleştirildiği görülmektedir.

Bu veriler doğrultusunda üniversite kampüsü ve yakın çevredeki atıkların toplanması durumunda elde edilecek yıllık atık miktarı Çizelge 4.41'de görüleceği üzere, yemekhane atığı 12.713 kg, hayvan artığı 1.675.350 kg, çim artığı 21.334.560 kg olarak belirlenmektedir. Bu atıkların biyogaz ön yükleme tankına günlük olarak 330,72 kg yemekhane atığı, 4590 kg hayvan atığı, 58.450,85 kg ise çim atığı koyulabileceği öngörülmektedir. Fermantasyon hesaplamaları bu doğrultuda yapılmıştır. Bu atıkların yükleme miktarlarına göre karışım oranları % 0,52 yemekhane, %7,24 hayvan, %92,24

oranında çim atığı olarak görülmektedir. Çizelge 4.41’de biyogaz üretimi için kullanılabilir materyal miktarları belirtilmiştir.

Çizelge 4.41. Biyogaz üretimi için kullanılabilir materyal miktarları

Toplam Atık	Yıllık Atık Miktarı (kg)	Oran (%)
Yemekhane Artığı	120.713	0,52
Hayvansal	1.675.350	7,24
Çim	21.334.560	92,24
Toplam Karışım	23.130.623	100

4.8. Enerji Üretim Tesisinde Kullanılacak Materyalin Özelliklerinin Belirlenmesi

Denemelerde kullanılan atıklar ve karışım oranları doğrultusunda yıllık atık potansiyeli hesaplanmış ve karışımlara ait KM ve OKM ölçümleri Çizelge 4.42’de hesaplanmıştır.

Çizelge 4.42. Kullanılan materyalin KM ve OKM oranları

Sample	Ortalama KM (kg/kg)	Ortalama OKM (kg/kg)
Yemekhane	0,14282	0,819
Hayvansal	0,18945	0,814
Çim	0,10621	0,906
Karışım	0,17149	0,811

Denemelerde kullanılan karışım atığı içeriği hayvansal atıklardan, yemekhane ön işleme atıklarından ve büyük çoğunluğu çim atıklarından oluşmaktadır. Atık kompozisyonu açısından yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde en çok kullanılan ana substratların %54 hayvan gübresi, %22 oranında atık su çamuru, %11 oranında organik kentsel atıkların kullanıldığı görülmüştür. Aynı zamanda en çok kullanılan yardımcı maddelerin %41 oranında endüstriyel atıklar, %23 tarımsal atıklar, %20 oranında kentsel atıklar olduğu görülmüştür (Mata-Alvarez, 2014). Anaerobik fermantasyon hayvan gübresi ve bulamaç atıklarını biyogaz ve kompost olarak kullanılan değerli atıklara

dönüştürmektedir. Çeşitli hayvanlardan (domuz, sığır, kümes hayvanları vd. elde edilen gübre ve bulamaçların biyogaz üretimi için hammadde değerlendirilebilir. Bu karışımlar içersinde katı çiftlik gübresini %10 ile %30 kuru madde veya sıvı bulamaç olarak %10 kurumadde altında kullanılmaktadır. Hayvan gübresi bileşimlerinde hayvanın menşesi ve hayvan yemini kalitesine göre farklılık gösterebilmektedir. Hayvan gübresi anearop fermentasyon için en iyi hammadde substratıdır. Hayvan gübresi karışımında C/N karbon azot oranı 25/1 olarak belirlenmiştir. Bu oran anaerobik mikroorganizmaların büyümesi için gerekli olan besinler açısından uygundur. Anaerobik reaktör sisiteminde önemli bir pH azalması durumunda fermentasyon sürecini stabilize edebilmen yüksek bir tamopon kapasitesinde ve doğal mikroorganizmalara sahiptir (Wellinger, 2013).

Organik ev atıkları genellikle gübre bazlı anaerobik fermentasyon tesislerinde hayvan gübresi ve bulamaçlarla birlikte sindirilmesi mümkündür. Artan miktarda evsel atık oluşması, çok yüksek bir anaerobik fermentasyon potansiyelini göstermektedir (Rutz, 2011).

Bitki atıkları hayvan gübresi ve diğer hammadde tipleri ile birlikte yardımcı madde olarak sindirilir. Çoğu bitkisel materyalin reatöre besleme yapılmadan önce ön işleme tabi tutulması gerekmektedir. Ön işlemler, anearobik mikroorganizmaların aktive olmasının kolaylaştırmak için ligno-selüloz moleküllerinin kırılması amacıyla, büyük karmaşık sisitmeler değerlendirilebileceği gibi basit mekanik parçalayıcılar yardımı ile küçültme işlemi yapılır (Amon 1999).

Yapılmış olan benzer çalışmalarda da kullanılan bitkisel atıklar çeşitli yöntemlerle küçültülmüş ve ön işleme tabi tutulmuştur, aynı şekilde yapılan çalışmadada bitkisel atıklar ve çim atıkları mekanik parçalayıcı yardımı ile 0,5-1 cm boyutlarında küçültülerek kullanılmıştır.

Hazırlanan 3 farklı KM oranına göre düzenlenen deneme içerikleri Çizelge 4.43'de verilmiştir. Denemeler %8, %10 , %12 KM oranları kullanarak düzeneklere yerleştirilmiştir. Bu atıklar arasında çim artığının pH değerinin 8,4 ile en yüksek olduğu görülmüştür. Bu değer hayvansal atıklarda PH değerini 7,9, yemekhane atıklarında ise 5,5 olduğu ölçülmüştür. Karışımların pH değerinin ise 7,7 olduğu ve bu değer anearobik fermentasyon için uygun olduğu belirlenmiştir (Şenol, 2017). Optimum biyogaz üretimi, giriş karışımının pH değeri 6 ile 7 arasında olduğunda elde edileceği, ilk fermentasyon periyodu sırasında, büyük miktarlarda organik asit üretiminin gözlemlendiği ve karışımın pH'ının azalacağı saptanmıştır. Fermentasyon devam ettikçe ve amonyak konsantrasyonu arttıkça azotun sindirimi nedeniyle pH değerinin arttığı ve metan gazı üretiminin stabilize olduğunda, pH 7,2 ve 8,2 arasında kaldığı saptanmıştır. (Aksay, 2018) (Abbasi, 2012).

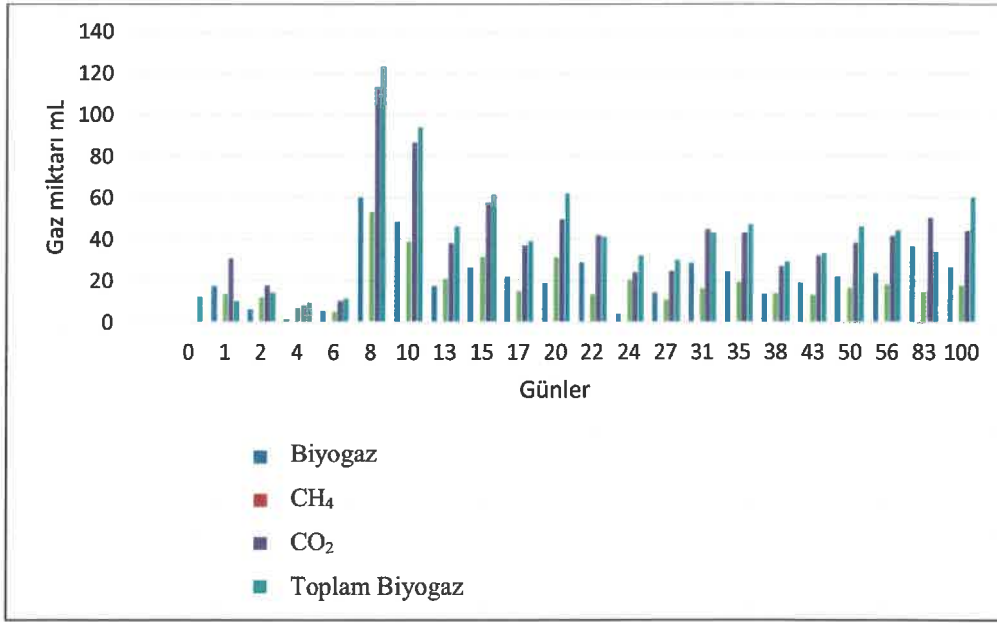
4.9. Biyogaz Hacmi ve Gaz Kompozisyonunun Belirlenmesi

Bu çalışmada, Çim atığı, sığır gübresi ve yemekhane atıkları karışım oranlarına ve farklı kuru madde oranlarına göre incelenmiştir. Tüm reaktörlere Çizelge 4.43 'de yer alan oranlarda %8 kuru madde oranında 18,66g numune miktarına 11,18ml Makro element çözeltisi, 4ml mikro element çözeltisi, 208,41ml aşı çamuru, %10 kuru madde oranında 23,33g numune miktarına, 13,98ml Makro element çözeltisi, 4ml mikro element çözeltisi, 260,52 ml aşı çamuru , %12 kuru madde oranında 27,99g numune miktarına 16,77 ml Makro element çözeltisi, 4ml mikro element çözeltisi, 312,62ml aşı çamuru ve geri kalan kısma su ilave edilerek toplam 400 ml çalışma hacminde reaktörlere yerleştirilerek deneyler mezofilik şartlarda (36°C) 2 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Anaerobik fermantasyon işlemi, reaktörlerdeki biyogaz üretiminin bitimine kadar 100 gün boyunca gerçekleştirilmiştir.

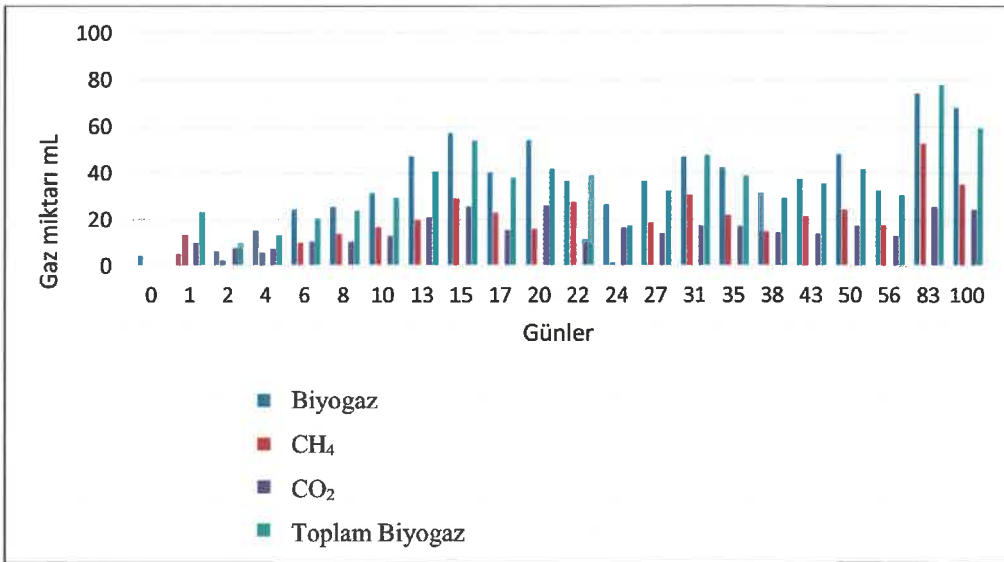
Çizelge 4.43. Hazırlanan deneme şişelerinin içerik oranları

NUMUNE HESAPLARI	%8 KM	%10KM	%12KM
İçerik oranı BMP %	100	100	100
KM - BMP (kg/kg)	0,17	0,17	0,17
OKM - BMP (kg/kg)	0,81	0,81	0,81
KM % (gKM/L)	8	10	12
KM (gKM/400 mL)	3,2	4	4,8
Toplam numune ağırlığı (g)	18,66	23,33	27,99
OKM % (gKM/L) (OKM (gKM/400 mL))	6,49	8,12	9,74
Aşı konsantrasyonu (gOKM/L)	12,99	16,23	19,48
BMP ŞİŞE HESAPLAMALARI			
Hacim (mL)	400,00	400,00	400,00
Numune (g)	18,66	23,33	27,99
Makro Element Çözeltisi Hacmi (mL)	11,18	13,98	16,77
Mikro Element Çözeltisi Hacmi (mL)	4,00	4,00	4,00
Aşı Çamur Hacmi (mL)	208,41	260,52	312,62
Toplam Çözelti Hacmi (mL)	263,06	322,62	382,19
Eklenecek Su Hacmi (mL)	136,94	77,38	17,81

Şekil 4.37 ve 4,38 'de %8 Kuru madde oranına sahip düzeneklerinin içerisindeki biyogaz, CH₄, CO₂ ve toplam biyogaz üretimleri verilmiştir. Denemelerde karışım materyali incelenmiş ve birinci deneme düzeneginde ilk 10 günlük süre içerisinde en yüksek biyogaz verimliliğine ulaşıldığı ve daha sonrasında sabit bir değerde seyrettiği ölçümlenmiştir. İkinci deneme düzeneginde ise 13. günde bir yükseliş gözlenmektedir. % 8 KM içeriğine sahip deneme düzenekleride hem günlük hem de kümülatif biyogaz üretiminde diğer KM oranlarına nazaran daha az biyogaz üretimi sağlandığı tespit edilmiştir.

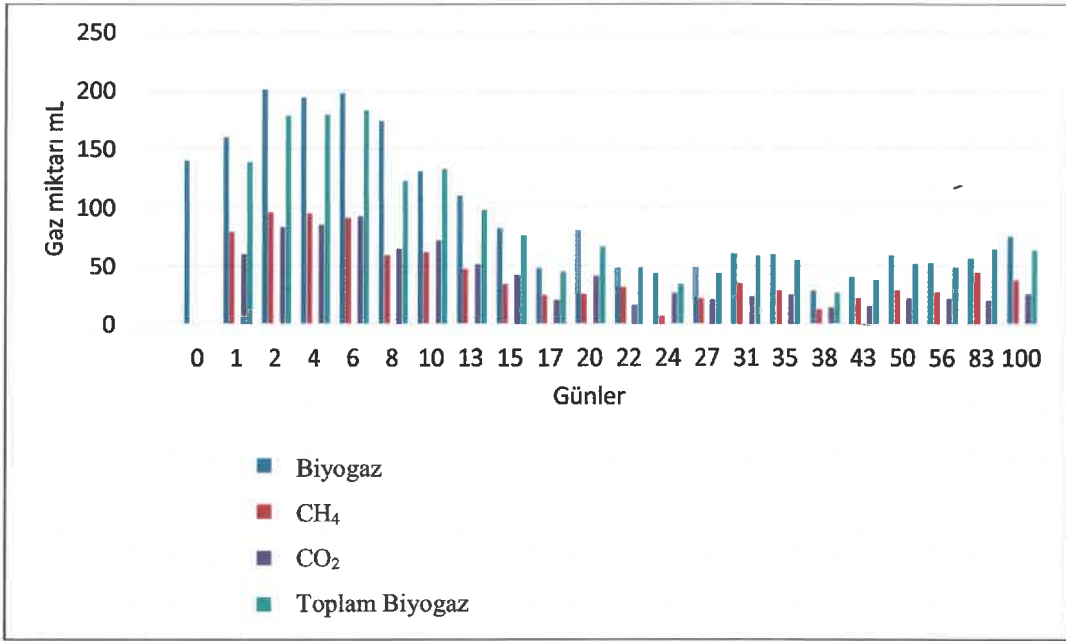


Şekil 4.37. Deneme 1-1 % 8 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları

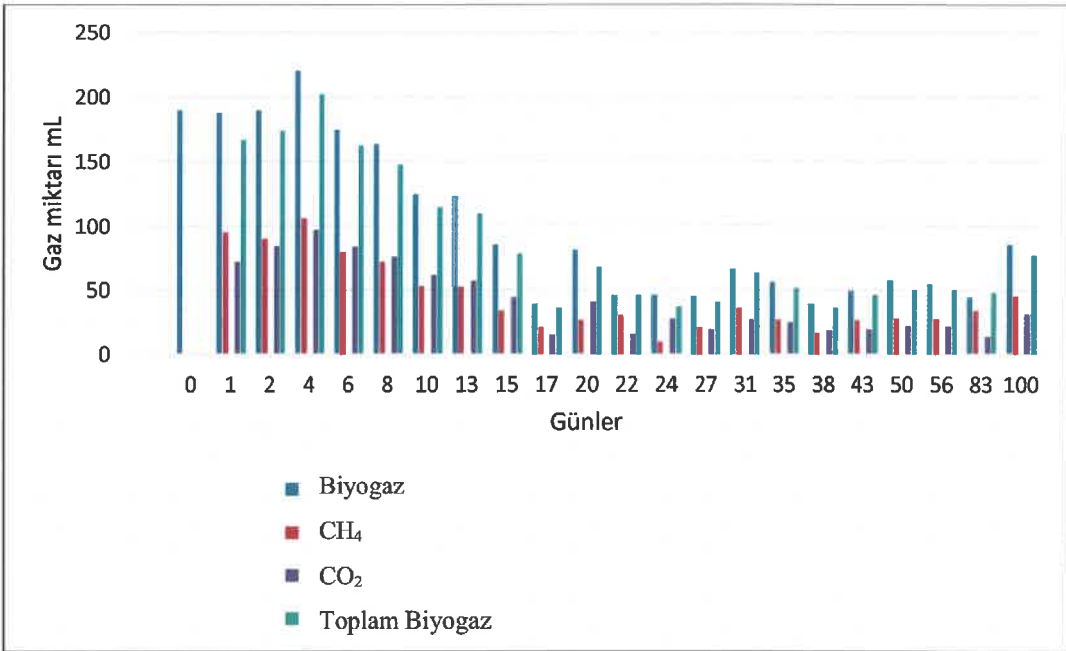


Şekil 4.38. Deneme 1-2 % 8 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları

Şekil 4,39 ve 4.40 'da %10 Kuru madde oranına sahip deneme düzeneklerinin içerisindeki biyogaz, CH₄, CO₂ ve toplam biyogaz üretimleri verilmiştir. Denemelerde karışım materyali incelenmiş ve birinci deneme düzeneğinde ilk 20 günlük süre içerisinde en yüksek biyogaz verimliliğine ulaşıldığı ve daha sonrasında sabit bir değerde seyrettiği görülmüştür. İkinci deneme düzeneğinde ise bu sürenin daha kısa olduğu ve hızlı bir yükselişin olduğu tespit edilmiştir. % 10 KM içeriğine sahip deneme düzeneklerinde hem günlük hem de toplam biyogaz üretiminde diğer KM oranlarına nazaran en çok tespit edilmiştir.



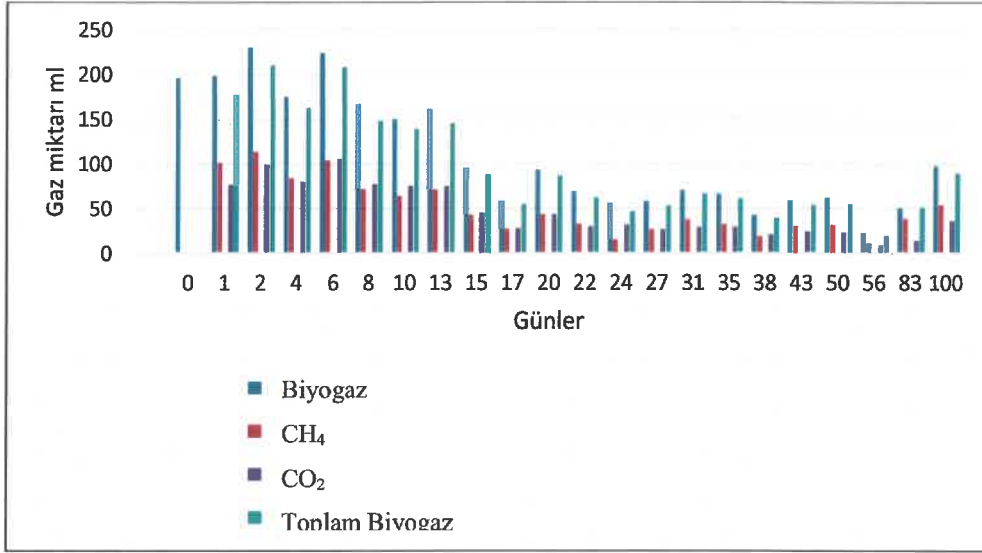
Şekil 4.39. Deneme 2-1 % 10 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları



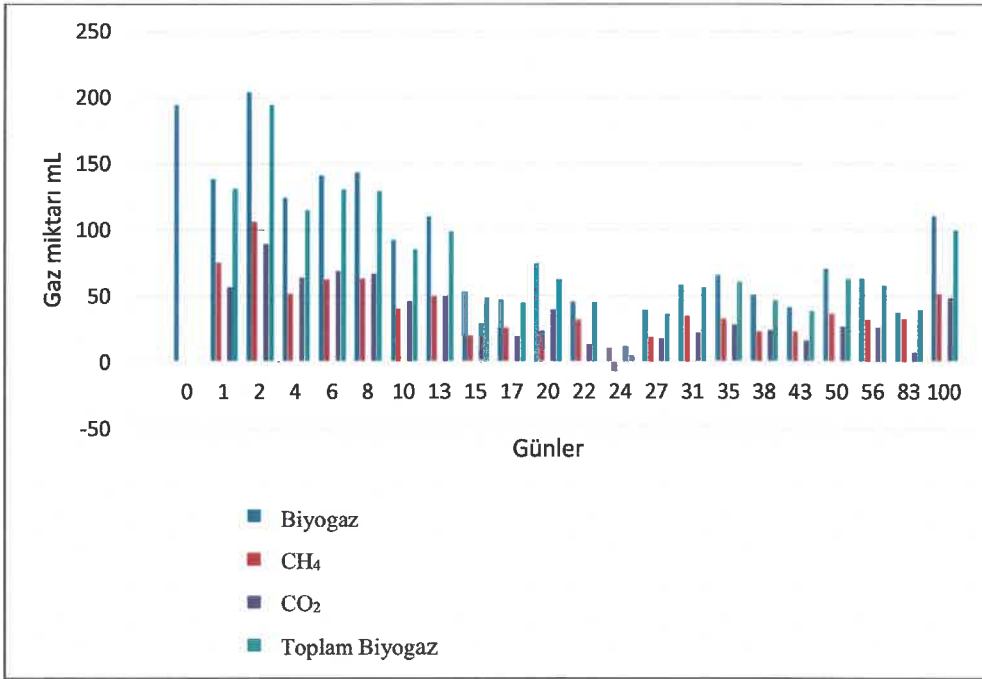
Şekil 4.40. Deneme 2-2 % 10 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları

Şekil 4.41 ve 4.42'de %12 Kurumadde oranındaki karışım materyaline sahip deneme düzeneklerinin içerisindeki biyogaz, CH₄, CO₂ ve toplam biyogaz üretimleri verilmiştir. Denemelerde karışım materyali incelenmiş ve birinci deneme düzeneğinde ilk 13 günlük süre içerisinde en yüksek biyogaz verimliliğine ulaşıldığı ve daha sonrasında sabit bir değerde seyrettiği görülmüştür. İkinci deneme düzeneğinde ise bu sürenin daha kısa olduğu ve hızlı bir yükselişin olduğu tespit edilmiştir. % 10 KM içeriğine sahip

deneme düzenekleride hem günlük hem de toplam biyogaz üretiminde diğer KM oranlarına nazaran en çok tespit edilmiştir.



Şekil 4.41. Deneme 3-1 % 12 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları



Şekil 4.42. Deneme 3-2 % 12 KM oranı ile ölçülen gaz miktarları

Denemelerde fermantörün bekleme süresi belirlenmesi amacı ile 100 gün boyunca kaç çıkışları ölçülmüştür. Bekleme süresi organik materyalin ve mikroorganizmaların bir reaktör içerisinde birlikte kalması gereken sürenin belirlenmesi için incelenmektedir. Bir anaerobik reaktörde substrat bekleme süresi ne kadar kıs ise reaktör o derece etkilidir.

Fakat düşük substrat tutuma süreleri elde etmek için yüksek mikroorganizme tutma süreleri olması gerekmektedir (Abbasi, 2012).

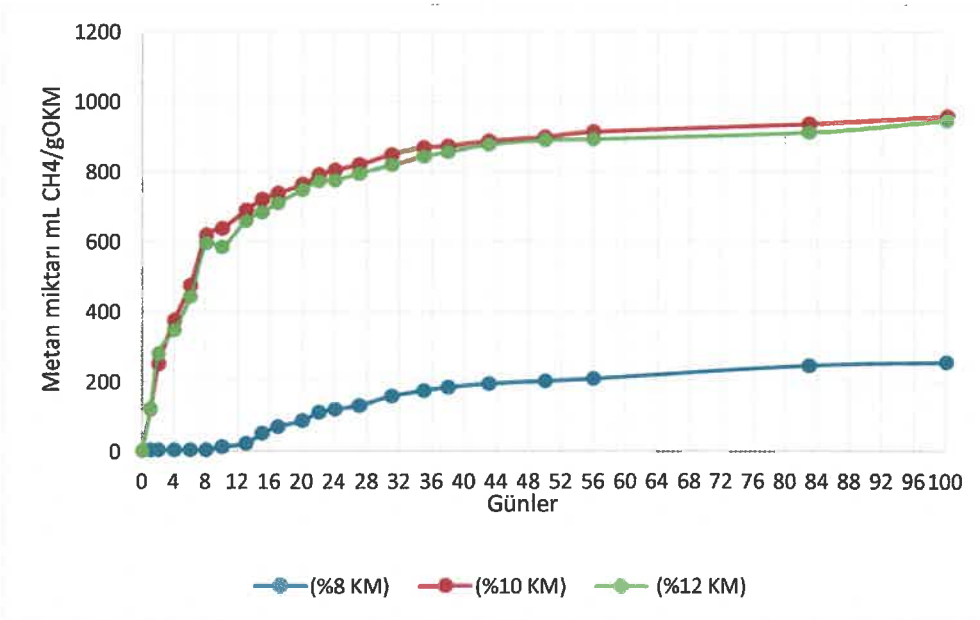
Yapılan benzer çalışmalarda çıkan biyogaz miktarlarının yaklaşık olarak aynı oldukları saptanmıştır. Lehtomäki (2007); yarı-sürekli beslemeli laboratuvar ölçekli sürekli karıştırılan reaktörlerinde çim silajının, şeker pancarı yaprakları ve yulaf samanının inek gübresiyle kofermantasyonunu değerlendirilmiştir. Beslenen atıklarda bitkilerin uçucu katılarının %40'a varan oranlarda uygulanabilir olduğunu saptanmıştır. %70 İnek gübresi, %30 oranlarında çim silajı, şeker pancarı yaprakları ve yulaf samanı ile her biriyle aynı oranında kofermantasyonunda en yüksek spesifik metan verimleri sırasıyla 268, 229 ve 213 LCH₄-1 kg OKM elde edilmiştir. Benzer yükleme hızında tek başına inek gübresi ile beslenen reaktörlerde karşılaştırıldığında % 30 oranında şeker pancarı yaprakları, çim ve saman ile beslenen reaktörlerde, hacimsel metan üretimi sırasıyla % 65, 58 ve% 16 oranında arttığı saptanmıştır. Callaghan (2002); Sığır gübresinin, meyve-sebze atıklarının ve tavuk gübresi ile kofermantasyonunun etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir başak çalışmalarda 35°C de mezofilik şartlarda yürütülmüştür. Hidrolik bekletme süresi 21 gün olarak ayarlanmış ve yükleme oranı 3,19-5,01 kg VS/m³.d olarak belirlenmiştir. Meyve sebze atıklarının oranının %20 ile %50 arasında artırılması sonucunda metan veriminde 0,23 ile 0,45 m³CH₄/kg VS arasında bir artış gözlenmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda biyogaz tesisinin yapımı ve işletilmesi ekonomik ve teknik hususların bir arada değerlendirilmiştir. Bu kapsamda kullanılan substratların tam sindirimi ile maksimum biyogaz veriminin elde edilmesi, sindirimin içindeki substratın uzun bir tutulma süresini ve buna uygun olarak büyük bir digester boyutunu gerektirecektir (Aksay, 2018). Uygulamada, sistem tasarımının seçimi (reaktör ebat ve tip) ya da uygulanabilir bekletme süreleri daima mümkün olan en yüksek biyogaz verimine sahip olmak ve doğru tesis ekonomisine sahip olma arasındaki bir uzlaşmaya dayanmaktadır (Seadi, 2012).

Substrat bekletme süresi organik materyalin aerobik olarak parçalanmaya uğrayan materyalin, fermantöre, girişinden çıkışına kadar geçirdiği zamanlardır ve biyogaz fermantörün boyutlandırılması için önemli bir parametredir (Aksay, 2018). Yapılan denemeler neticesinde kullanılan materyal karışımının en uygun bekletme süresinin 38 günlük bekleme süresi olduğu saptanmıştır. %8, %10 ve %12 KM oranlarındaki karışımdaki 38. gündeki kümülatif metan miktarı sırasıyla 181,3 ml CH₄/gOKM, 872,0 ml CH₄/gUKM ve 854,7ml CH₄/gOKM olarak belirlenmiştir. 100 güne kadar bu değerde yükselişin olduğu gözlemlenmiştir. 100 günün sonunda bu değer sırasıyla 253,4 ml CH₄/gOKM, 957,6 ml CH₄/gOKM, 945,2 ml CH₄/gOKM olarak saptanmıştır. Daha uzun bekleme süresinde daha fazla metan miktarı elde edilmiştir ancak bekletme süresinin fazlalığı fermantör büyüklüğünü artıracığından dolayı seçilecek en uygun bekletme süresinin 38 olacağı belirlenmiştir. Yapılan denemeler neticesinde kullanılacak atık karışımı için %10 kuru madde oranı ile çalışmanın uygun olacağı belirlenmiştir. Buna bağlı olarak ölçülen kümülatif metan gazı miktarları aşağıda yer alan Çizelge 4.50'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.44. Ortalama kümülatif metan değerleri

Normalize kümülatif metan değerleri (mL CH ₄ /gUKM)			
Gün	Deneme 1 (%8 KM)	Deneme 2 (%10 KM)	Deneme 3 (%12 KM)
0	0	0	0
1	2,2	119,6	120,9
2	2,2	248,7	277
4	2,2	373,5	345,9
6	2,2	474,2	440,5
8	2,2	617,6	594,3
10	11	636,4	583,2
13	20,6	689,3	657,8
15	49,4	719,8	682,1
17	68,2	737,2	708,4
20	85,3	762,4	746,1
22	109,7	789,9	771,9
24	117,8	803,5	773,6
27	129,2	819,1	792,7
31	155,8	847,1	817,8
35	171,8	867,5	841,7
38	181,3	872	854,7
43	192	886,6	875,7
50	199,9	897,9	889,6
56	207,1	912,6	891,8
83	244,2	935,6	910,9
100	253,4	957,6	945,2



Şekil 4.43. Ortalama kümülatif metan değerleri

4.9.1. Diğer laboratuvar analizleri

Organik bir malzemede bulunan karbon ve azotun nispi oranları karbon/azot (C/N) oranı cinsinden ifade edilir. 20-30 arasındaki C/N oranının anaerobik sindirim için optimum olduğu düşünülmektedir. C/N oranı çok yüksekse, azot, protein gereksinimlerini karşılamak için metanojenler tarafından hızlı bir şekilde tüketilir ve artık malzemedeki kalan karbon içeriğine tepki verecek azot mevcut değildir ve biyogaz üretimi sona erer (Abbasi, 2012). Çalışmada elementel analiz sonuçlarında karbon (C) %30,17, Hidrojen (H) %5,4, Azot (N) 0,91 ve Sülfür (S) %0 olarak bulunmuştur. Karışımın C/N oranının yapılan diğer literatür çalışmalara uygunluk gösterdiği görülmüştür. İz elementleri ile ilgili denemeler laboratuvarlardaki cihazların arızalı olmasından dolayı yaptırılmamıştır.

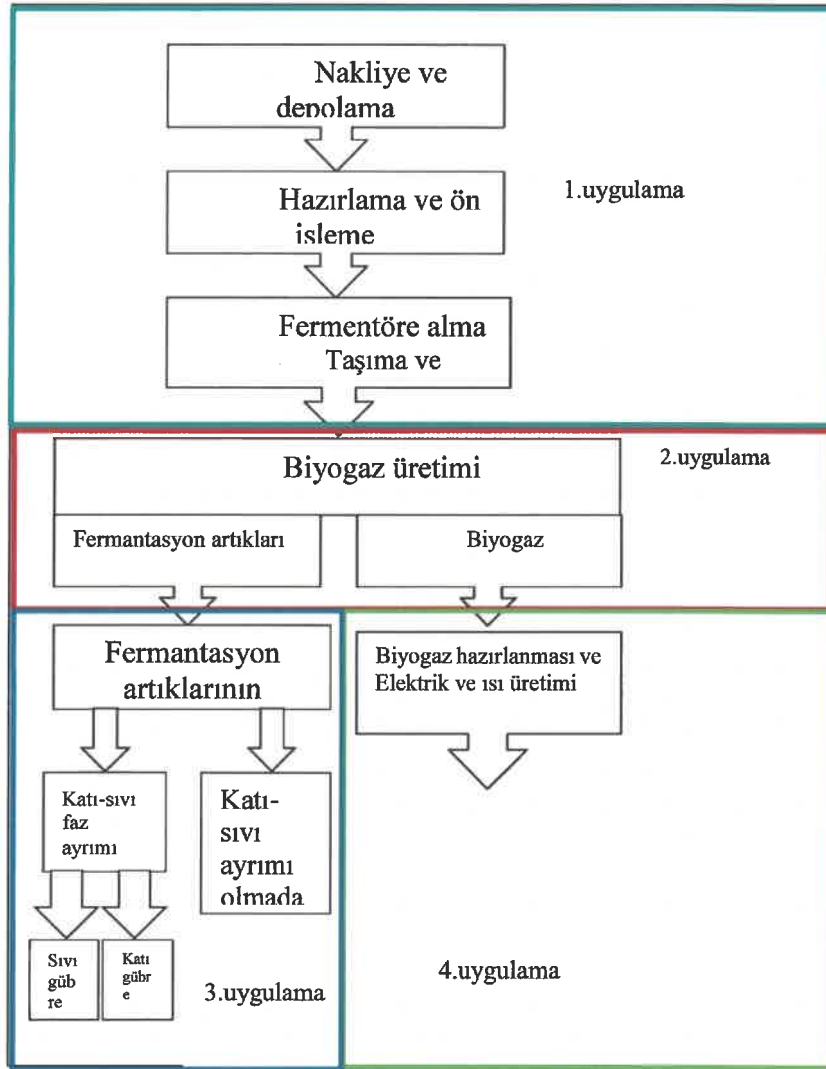
4.10. Biyogaz Tesisi Tasarım Parametrelerinin Belirlenmesi

Bölüm 4.6.'da İhtiyaç Duyulan Enerji Üretim Kapasitesinin Belirlenmesi kısmında Üniversite kampüsünün 3 yıllık elektrik tüketimleri incelenmiş ve bu tüketimler doğrultusunda ortaya çıkan veriler değerlendirilmiştir. Bu verilerde belirtildiği üzere 6 MWh kapasiteli bir tesis kurulması durumunda sistem verimliliğinin aylık ortalamalar düzeyinde olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde üniversitenin sürekli kullanımı olan ve değişken olmayan gücünün 6 MW olduğu bulunmuştur. Bu doğrultuda kurulacak tesisin üretmesi gerekli olan elektriksel güç belirlenmiş ve tesis tasarımı için parametreler buna göre değerlendirilmiştir.

4.10.1. Biyogaz Tesis Teknolojisi yönünden yapılan değerlendirme

Şekil 4.39'da belirtildiği gibi biyogaz tesisleri işletme tarzlarından bağımsız olarak dört farklı uygulama adımı değerlendirilir;

- 1- Materyal yönetimi (tedarik, depolama, hazırlama, nakliyat ve fermentöre alınma),
- 2- Biyogaz elde edilmesi,
- 3- Fermantasyon atıklarının depolanması, tanktan çıkartılması,
- 4- Biyogazın depolanması, hazırlanması ve değerlendirilmesi (FNR, 2016).



Şekil 4.44. Biyogaz üretiminde genel uygulama adımları (FNR, 2016)

Bu uygulama adımları doğrultusunda model bir tesisin tasarımı için öngörülen koşullar Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. Tesis tasarımı için kullanılan biyogaz ölçüm değerleri

Projeye ait biyogaz ölçüm değerleri		
YM	gokm/Lt	9,74
MOKM	ml CH ₄ /gOKM gün	154
BS	gün	38
OKM	% kg/kg	0,1392
KM	% Kg/kg	0,1715
Seçilen KM	% Kg/kg	10
Seçilen OKM (KM’de)	% Kg/kg	81
YO	Kgokm/m ³	2,55

Tesis kurulumu için belirlenen parametrelerde ilk olarak iki basamaklı bir proses kontrolü seçilmesi ön görülmektedir. Kurulacak tesiste günlük kuru madde yükleme oranı azami %10 kgokm/m³gün, karışımındaki OKM oranı ise azami %81 olacaktır. Kullanılacak materyal ön depoda hazırlandıktan sonra pompa yardımı ile fermentöre gönderilecektir. Fermentasyondan sonra materyal taşınacak materyalin miktarına bağlı olarak kepçeli veya yükleyicili traktör kullanılacaktır. Fermentör hacimleri hesaplanırken gereken fermentör hacmi +%10 güvenlik payı bırakılarak değerlendirilmiştir. Tesisin büyüklüğü ile ilgili yapılan hesaplamalar yıllık ihtiyaç duyulan metan miktarı baz alınarak yapılmıştır. Bu miktar 11.422.425 m³ olup, günlük ihtiyaç duyulan miktar 31.360 m³ tür. Yapılan denemelerde kullanılan materyal için en uygun bekleme süresinin 38-40 gün olduğu görülmüştür. Uygun bekleme süresi içerisinde üretilen metan miktarı ise 872 m³ olarak bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda yükleme oranı miktarının günlük yükleme oranının 2,13 kgokm/m³ olacağı belirlenmiştir. Yapılan benzer bir çalışmada sadece ot slajı kullanılarak uzun süreli mezofilik koşullar altında yükleme oranının 2 - 2,5 kg oTS / m³d¹ olacağı saptanmıştır.

Bu hesaplamalar aşağıda yer alan formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\frac{\text{Günlük ihtiyaç duyulan OKM yükleme miktarı}}{\text{Günlük ihtiyaç duyulan metan miktarı}} = \frac{\text{Materyalin metan üretim potansiyeli}}{\text{Günlük ihtiyaç duyulan metan miktarı}} \quad (4-1)$$

$$35.970 \text{ kgokm/gün} = \frac{31.366,6 \text{ m}^3 \frac{\text{CH}_4}{\text{gün}}}{872 \frac{\text{m}^3 \text{CH}_4}{\text{CH}_4 \text{gOKM}}} \quad (4-2)$$

$$\text{Günlük yüklenen KM miktarı} = \frac{\text{Günlük OKM miktarı}}{\text{OKM oranı}} \quad (4-3)$$

$$44,4 \text{ tonKM/gün} = \frac{35.970 \text{ kgOKM/gün}}{0,81} \quad (4-4)$$

$$\text{Günlük yüklenen miktarı} = \frac{\text{Günlük KM miktarı}}{\text{KM oranı}} \quad (4-5)$$

$$444 \text{ ton/gün} = \frac{44,4 \text{ tonKM/gün}}{0,10} \quad (4-6)$$

$$\text{Tesis kapasitesi m}^3 = \text{Günlük Yükleme Mik.} * \text{Bekleme Süresi} \quad (4-7)$$

$$16875 \text{ m}^3 = 444 \text{ ton/gün} * 38 \text{ gün} \quad (4-8)$$

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda aşağıda yer alan Çizelge 4.46'da tesise yüklenecek yıllık yaş materyal miktarının 162.060 ton olacağı ön görülmüştür. Tesisin sürekli

beslemeli ve bekleme süresinin 38 gün, brüt fermentör hacminin 16.875 m³ olacağı yapılan hesaplamalarda saptanmıştır.

Çizelge 4.46. Biyogaz tesisi enerji üretim parametreleri

Biyogaz Tesisi Üretim parametreleri		Yükleme Miktarına göre	
	Birim	gün	yıl
Tesis kapasitesi	m ³	16.875	
Bekleme süresi		38	
M _{OKM}	ml CH ₄ /gOKM	872	
YM	gokm/L	9,74	3.555
Yükleme miktarı	ton	444	162.060
Yüklenen KM Miktarı	ton	44	16.206
KM oranı	%		0,10
Yüklenen OKM miktarı	kg	35,96	13.126,00
OKM oranı	%		0,81
Biyogaz üretimi	m ³	62.721	22.893.244
CH ₄ üretimi	m ³	31.360	11.446.622
Yükleme Oranı	kgOKM/m ³	2,13	
Üretecin özgül metan üretim oranı	m ³ /m ³	1,86	

Kurulması planan biyogaz tesisinin yükleme miktarının yıllık 162.060 ton, üniversite kampüsü ve yakın çevredeki atıkların toplam miktarının 23.130 ton olduğu bulunmuştur. Bu miktarın tesisin ihtiyacı olan değer ancak %17,51'ini karşıladığı görülmüştür. Tesisin dışarıdan atık tedarik edilmesi gerekliliğinin oluşabileceği öngörülmekte, ancak kullanılacak atık profilinin %92,24 çim atıklarından oluştuğu için bulunulan bölge itibari ile bunun mümkün olduğu tespit edilmiştir.

Proje çalışmasında ihtiyaç duyulan tesis büyüklüğü üniversite kampüs elektrik ihtiyaçları doğrultusunda öngörülen birleşik ısı geri kazanım (kojenerasyon) ünitesine bağlı değerler Çizelge 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Birleşik ısı geri kazanım enerji üretim sistemi ekipman özellikleri

Ekipman özellikleri	Birim	
Modül Tipi	Gaz Motoru	TCG2020 V20
Motor Gücü	kW	2.056
Motor sayısı	Adet	3

Seçilecek motor 3 adet 2.056 kW güce sahip toplam güç değeri 6.168 kW büyüklüğünde olan biyogaz motorudur.

Burada 3 adet motor seçilmesi günün farklı saat dilimlerinde en uygun güç çıkışını elde etmek amacıyla. Birleşik ısı geri kazanım sistemine ait işletme parametreleri ise Çizelge 4.48’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 4.48. Birleşik ısı geri kazanım sistemi işletme değerleri

Co-Gen işletme değerleri	Birim	Miktar
Modül Çalışma Saatleri	saat/yıl	8.000
Yakıt Türü	CH ₄	
Yakıt Isıl değeri	kcal/m ³	8.250
Yakıt Tüketimi (+-%5 tolerans)	m ³ /h	1.431
Günlük Yakıt Tüketimi	m ³ /d	31.367
Yıllık Yakıt Tüketimi	m ³ /yıl	11.448.825
Yağ tüketimi	kg/h	0,9

Birleşik ısı geri kazanım sistemine ait yıllık aktif çalışma saati 8.000 h olarak değerlendirilmektedir. Burada 200 saat sistemin yağlanma ve bakım için beklemeye alınacağı öngörülmektedir. Kullanılacak olan yakıt temizlenmiş metan olacağı ve metanın ısıl değerinin 8.250 kcal/m³ olduğu, yakıt tüketiminin saatte 1.431 m³ olacağı düşünülmektedir.

Tasarlanan birleşik ısı geri kazanım sisteminin enerji üretim parametreleri Çizelge 4.49’da verilmiştir. Elektrik üretimi için Cos ϕ değeri 1 kabul edildiği takdirde 6.000 kWh olarak belirlenmektedir.

Bu sistemin iç ihtiyacına bağlı olarak yaklaşık 114 kWh kayıp oluşacağı ön görülmektedir. Bu doğrultuda sistemin net elektrik üretimi 5.886 kWh olarak hesaplanmıştır. Yapılan aylık hesaplamalarda bu kayıplar göz önünde tutulmuştur. Bu şartlar altında yıllık elektrik üretimi 47.088.000 kWh olmaktadır. Sistemden elde edilecek egzoz ısı enerjisi 2.916 kWh, ceket ısısından elde edilecek enerji ise 3.120 kWh olarak öngörülmektedir. İşletmenin toplam ısı üretimi 5.816 kWh olmaktadır.

Çizelge 4.49. Birleşik ısı geri kazanım sistemi enerji üretim parametreleri

Birleşik ısı geri kazanım sistemi enerji üretim parametreleri	Birim	Miktar
Elektrik Üretimi Bütüt($\cos\phi=1$)	kWh	6.000
iç ihtiyaç ve dahili kayıplar	kWh	114
Elektrik üretimi Net	kWh	5.886
Yıllık Elektrik Üretimi	kWh/yıl	47.088.000
Yağ tüketimi	kg/h	0,90
Egsoz ısı gücü (+-%8 tolerans)	kWh	2.916
Ceket ısı gücü(+-%8 tolerans)	kWh	3.120
intercooler (+-%8 tolerans)	kWh	426
Max toplam ısı üretim kapasitesi	kWh	6.462

Çizelge 4.50'de görüldüğü gibi sisteme ait motor katalog verimlilik değerleri elektrik % 42,87, ısı %42,36 ve toplam verimlilik ise %85,22 olmaktadır.

Çizelge 4.50. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin santral verimliliği

Yıllık toplam enerji tüketimine göre santral verimleri	
Elektrik verimi	42,87%
Isı verimi	42,36%
Toplam verim	85,22%

Belirtilen 6 MW gücündeki enerji üretim tesisi analiz verileri sırasıyla aşağıda belirtilen parametreler doğrultusunda değerlendirilmiştir;

4.10.2. Üniversitenin ihtiyaç duyacağı elektrik miktarının belirlenmesi

Çalışmada Üniversitenin 2016 yılı elektrik tüketim değerlerine %10 ilave yapılmak sureti ile tüketimler belirlenmiştir. Yukarıdaki hesaplamalar neticesinde üniversitenin enerji ihtiyacının toplamda 55.734.671 kWh/yıl elektrik tüketimi olacağı tespit edilmiştir.

Biyogaz tesisi parametreleri içinde en önemlisi tesisten üretilen biyogaz miktarının belirlenmesidir. İhtiyaç duyulan biyogaz miktarı 6 MW gücün sağlanabilmesi için gerekli olan miktardır. Burada yıllık üretilmesi gereken biyogaz miktarı 22.897.650m³ olarak belirlenmiştir. Üretilen elektriğin tüketim saatlerine göre dağılımı gün içerisinde 3 farklı saat diliminde incelenmiştir. Bu değerlerin gün içerisinde ve aylık yüzdelerle dağılımları da değerlendirilmiştir. Aynı şekilde kurulacak dönüşüm santralinin üreteceği buhar ve soğutma kapasiteleride bu saat dilimleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Enerji üretim tesisinin ihtiyaç duyduğu biyogaz miktarı, sistem parametreleri doğrultusunda hesaplanmıştır.

4.10.3. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin verimi

Yakıtların ısı değerleri birbirinden farklıdır. Biyogazın ısı değeri 4.700-5.700 kcal iken metan gazının ısı değeri 8.250 kcal civarındadır. Bu ısı değerler yardımı ile bir saatte yakacağımız yakıt miktarını aşağıdaki denklem 4-9 ile hesaplanmıştır. Sistemin saatlik yakıt tüketimi metan için 1.431 m³ tür.

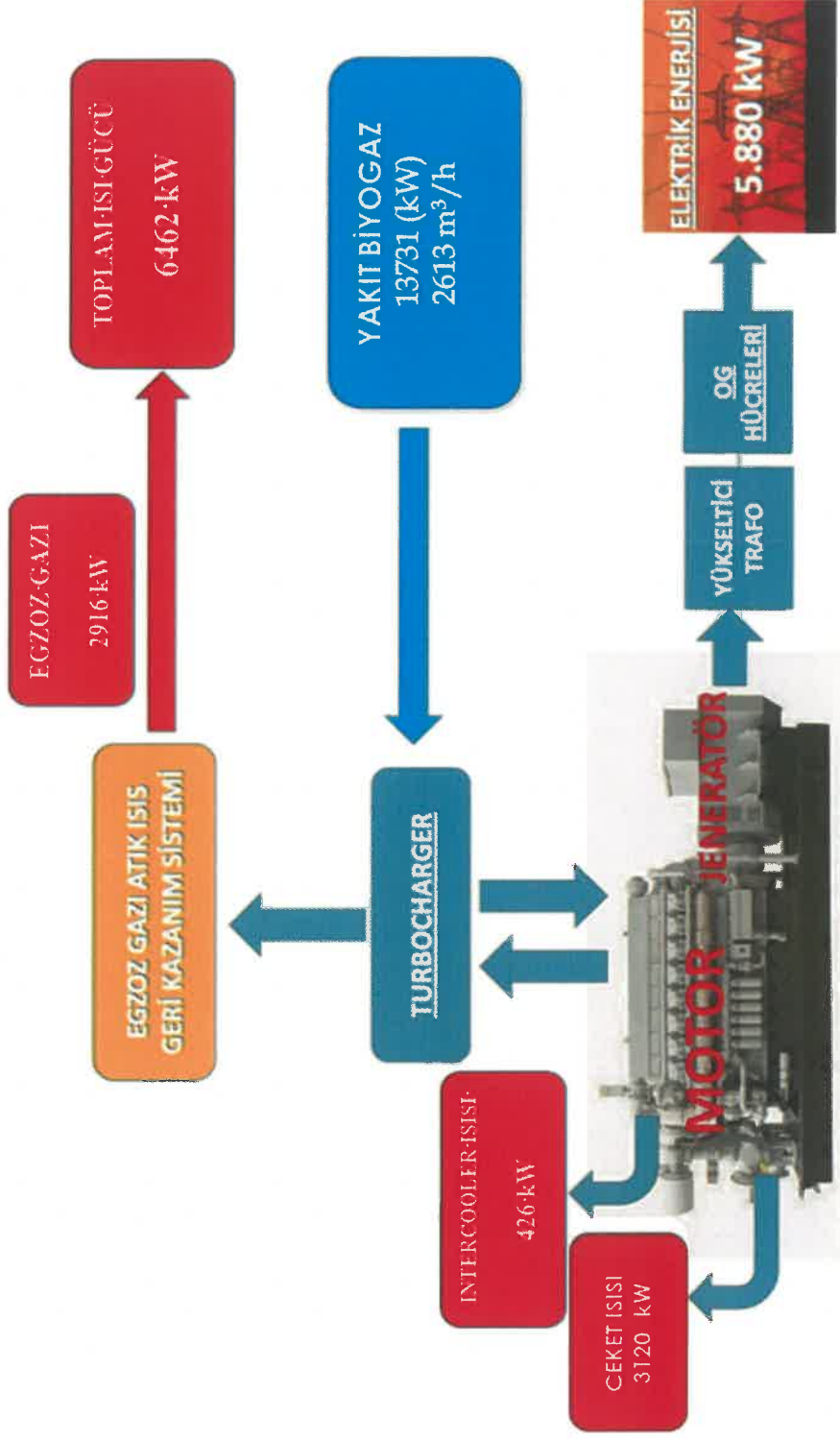
$$\text{Saatlik Yakıt miktarı} = \text{saatlik ısı ihtiyacı} / \text{Kazan verimi} \times \text{Yakıtın ısı değeri} \quad (4-9)$$

Çizelge 4.51’de birleşik ısı geri kazanım elektrik üretim verimi bir başka deyişle sistemin elektrik üretim verimi hesaplanırken motor ve alternatör üzerindeki kayıplarında göz önünde tutulması gerekmektedir. Bu değerler seçilen motor alternatör grubunun katalog değerlerindeki verimlilik parametreleri üzerinden hesaplamalara katılmıştır. Şekil 4.45’de birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek katalog verileri verilmiştir.

Burada seçilen ürünün elektrik üretim kapasitesi 6.000 kW olarak ele alınmıştır. Sistemin elektrik üretim verimi ise 0,80 olarak belirtilmektedir. Aynı şekilde sistemin egzoz enerji kapasitesi en yüksek 2.175 kW, en düşük 861 kW olarak alınmıştır. Sistemin egzoz verimliliği 0,75 dir. Ceket ısısı enerji kapasitesi 2.934 kW’tır. Sistemini ısı üretim kazan verimliliği 0,65 olarak alınmıştır. Aynı şekilde sistemden üretilebilecek soğutma kapasitesi 426 kWh olarak verilmektedir. Çizelge 4.51’de sisteme ait detaylı veriler görülmektedir.

Çizelge 4.51. Birleşik ısı geri kazanım sistemi elektrik üretim verileri (MWM, 2018)

Metan ısı değeri	kcal/m ³	8.250
Isı akış katsayısı	kW/m ³	0,001163
Birleşik ısı geri kazanım elektrik üretim verimi		0,8
Birleşik ısı geri kazanım elektrik kapasitesi	kW	6.000
Egzost enerji kapasitesi ençok	kW	2.175
Egzost enerji kapasitesi enaz	kW	861
Egzost verimi		0,75
Ceket enerji kapasitesi	kW	2.934
Yakıt tüketimi	kW	13.749
Yakıt tüketimi	m ³ /saat	1.431
Kazan verimi		0,65
T1 günlük saat dilimi	h	11
T2 günlük saat dilimi	h	5
T3 günlük saat dilimi	h	8
Soğutma kapasitesi	kWh	426



Şekil 4.45. Birleşik ısı geri kazanım sisitemi katalog verileri görseli

4.10.4. Üniversitenin ihtiyaç duyacağı ortalama güç miktarının belirlenmesi

Çizelge 4.52’de T1, T2, T3 zaman dilimlerinde sistemin ihtiyaç duyacağı ortalama güç miktarı belirtilmiştir. Hesaplamalar yapılırken bu değer ileriki dönemlerdeki tüketim miktarında artış olacağı ön görüşüyle %10 artırılmıştır.

Çizelge 4.52. Sistemin ortalama ihtiyaç duyacağı güç

Ortalama çekilecek güç (kWh)	T1	T2	T3	Toplam ortalama çekilen güç (kWh)
Ocak	6.935	5.366	3.951	16.252
Şubat	5.742	4.488	3.507	13.737
Mart	5.967	4.921	3.657	14.545
Nisan	5.834	4.836	3.732	14.402
Mayıs	6.533	5.488	4.165	16.186
Haziran	9.795	7.680	6.062	23.537
Temmuz	11.094	8.927	7.271	27.292
Ağustos	12.627	9.667	7.595	29.889
Eylül	8.239	6.513	5.259	20.011
Ekim	7.444	6.017	4.540	18.001
Kasım	5.642	4.255	3.388	13.285
Aralık	7.827	5.453	4.286	17.566

4.10.5. Üç zaman dilimlerinde tüketilecek güç miktarı

Bir gün içerisinde T1 zamanı olan 06-17 saatleri arasındaki 11 saatlik zaman diliminde tüketilen ortalama güç miktarıdır. Aynı şekilde T2 zamanı olan 17-22 saatleri arası 5 saatlik zaman diliminde ve T3 zamanı olan 22-06 saatleri arası 8 saatlik zaman diliminde çekilen toplam güç miktarını Çizelge 4.53’de hesaplanmıştır.

Çizelge 4.53. Üniversite sisteminin gün içerisinde tükettiği güç miktarı

Çekilen KWh/gün	T1 (06-17 saatleri)	T2 (17-22 saatleri)	T3 (22-06 saatleri)	Toplam ortalama çekilen güç (kWh)
Ocak	76.285	26.830	31.608	134.723
Şubat	63.162	22.440	28.056	113.658
Mart	65.637	24.605	29.256	119.498
Nisan	64.174	24.180	29.856	118.210
Mayıs	71.863	27.440	33.320	132.623
Haziran	107.745	38.400	48.496	194.641
Temmuz	122.034	44.635	58.168	224.837
Ağustos	138.897	48.335	60.760	247.992
Eylül	90.629	32.565	42.072	165.266
Ekim	81.884	30.085	36.320	148.289
Kasım	62.062	21.275	27.104	110.441
Aralık	86.097	27.265	34.288	147.650

4.10.6. Tüketilen gücün günlük zaman dilimlerindeki dağılım oranı

Çizelge 4.54’de T1, T2, T3 zaman dilimlerinde çekilen gücün yüzdelik dilimleri olarak dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4.54. Günlük tüketilen gücün farklı zaman dilimlerine göre oranı

	T1 %	T2 %	T3 %
Ocak	57	20	23
Şubat	56	20	25
Mart	55	21	24
Nisan	54	20	25
Mayıs	54	21	25
Haziran	55	20	25
Temmuz	54	20	26
Ağustos	56	19	25
Eylül	55	20	25
Ekim	55	20	24
Kasım	56	19	25
Aralık	58	18	23

4.10.7. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum güç miktarı

Çizelge 4.55’de T1, T2, T3 zaman dilimlerinde birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum elektrik miktarı kWh cinsinden belirlenmiştir. Aynı zamanda bu veriler üretilecek enerji miktarını da göstermiştir.

Çizelge 4.55. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum güç miktarı

BIGK'dan alınabilecek max güç (kWh)	T1	T2	T3	Toplam
Ocak	6.000	5.266	3.851	15.117
Şubat	4.594	3.590	2.806	10.990
Mart	4.774	3.937	2.926	11.636
Nisan	4.667	3.869	2.986	11.522
Mayıs	5.226	4.390	3.332	12.949
Haziran	6.000	6.000	4.850	16.850
Temmuz	6.000	6.000	5.817	17.817
Ağustos	6.000	6.000	6.000	18.000
Eylül	6.000	5.210	4.207	15.418
Ekim	5.955	4.814	3.632	14.401
Kasım	4.514	3.404	2.710	10.628
Aralık	6.000	4.362	3.429	13.791
Toplam	65.730	56.843	46.545	169.117

4.10.8. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ortalama buhar miktarı

T1, T2, T3 zaman dilimlerinde üniversitenin ortalama buhar ihtiyacı denklem 4-10 ve Çizelge 4.56'da, yine aynı zaman dilimleri içerisinde birleşik ısı geri kazanım ünitesinden alınabilecek maksimum buhar miktarı denklem 4-11 ve Çizelge 4.57'de ve üretilebilecek maksimum soğutma miktarı denklem 4-12 ve Çizelge 4.58'de detaylı olarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÜBİ} = \left(\frac{\text{Üİİ}}{\text{ayın gün sayısı} \times n} \right) \times \frac{T1\%}{T1} \quad (4-10)$$

ÜBİ: Üniversitenin ortalama buhar ihtiyacı kWh/ay

Üİİ: Üniversitenin ısıtma enerji ihtiyacı kWh/ay

T1%: T1 zaman diliminde kullanılan enerjinin yüzde miktarı

T1: T1 zamanında kullanılan süre

Çizelge 4.56. Üniversitenin buhar gücü ihtiyacı

Gün içerisindeki ortalama buhar ihtiyacı gücü (kWh)	T1	T2	T3
Ocak	8.535	6.604	4.863
Şubat	7.234	5.654	4.418
Mart	4.968	4.097	3.045
Nisan	1.522	1.262	974
Mayıs	1.470	1.235	937
Haziran	1.552	1.217	961
Temmuz	1.473	1.185	965
Ağustos	1.520	1.163	914
Eylül	1.537	1.215	981
Ekim	1.498	1.211	914
Kasım	3.151	2.376	1.892
Aralık	3.516	2.449	1.925
Toplam	37.976	29.669	22.789

$$BIGK_{maxBG} = \left(\frac{BIGK_{maxgüç}}{BIGK_{maxüretim}} \right) \times \frac{E_{Egzos}}{n_{Egzos}} \quad (4-11)$$

$BIGK_{maxBG}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum buhar gücü (kWh)

$BIGK_{maxgüç}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum güç kWh

$BIGK_{maxüretim}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum kWh

E_{Egzos} : Egzos enerji kapasitesi

n_{Egzos} : Egzos verimi

Çizelge 4.57. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden alınabilecek maksimum buhar gücü miktarı

Co-Gen'den Alınabilecek Max Buhar Gücü (kWh)	T1	T2	T3
Ocak	3.107	2.727	1.994
Şubat	2.379	1.859	1.453
Mart	2.472	2.039	1.515
Nisan	2.417	2.003	1.546
Mayıs	2.707	2.274	1.726
Haziran	3.107	3.107	2.511
Temmuz	3.107	3.107	3.012
Ağustos	3.107	3.107	3.107
Eylül	3.107	2.698	2.179
Ekim	3.084	2.493	1.881
Kasım	2.337	1.763	1.404
Aralık	3.107	2.259	1.776
Toplam	34.039	29.436	24.103

$$BIGK_{maxSG} = \left(\frac{BIGK_{maxgüç} \times E_{soğutma}}{BIGK_{maxüretim}} \right) \quad (4-12)$$

$BIGK_{maxSG}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum soğutma gücü (kWh)

$BIGK_{maxgüç}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum güç kWh

$E_{soğutma}$: Soğutma kapasitesi kWh

$BIGK_{maxüretim}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum kWh

Çizelge 4.58. Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek maksimum soğutma gücü

Co-Gen'den Alınabilecek Max Soğutma Gücü (kWh)	T1	T2	T3
Ocak	426	374	273
Şubat	326	255	199
Mart	339	280	208
Nisan	331	275	212
Mayıs	371	312	237
Haziran	426	426	344
Temmuz	426	426	413
Ağustos	426	426	426
Eylül	426	370	299
Ekim	423	342	258
Kasım	320	242	192
Aralık	426	310	243
Toplam	4.667	4.036	3.305

4.10.9. Birleşik ısı geri kazanım sisteminden elde edilecek ısı miktarı

T1, T2, T3 zaman dilimlerinde birleşik ısı geri kazanım ünitesinin üretebileceği toplam ısı miktarı denklem 4-9 ve Çizelge 4.59'da detaylı olarak hesaplanmıştır.

$$BIGK_{maxısı} = \left(\frac{BIGK_{T1}}{6000 \times E_{Egzos} \times T1} \right) + \left(\frac{BIGK_{T2}}{6000 \times E_{Egzos} \times T2} \right) + \left(\frac{BIGK_{T3}}{6000 \times E_{Egzos} \times T3} \right) \quad (4-13)$$

$BIGK_{maxısı}$: Birleşik ısı geri kazanımdan alınabilecek üreteceği ısı miktarı (kWh)

$BIGK_{T1}$: T1 süresi içindeBIG dan alınan maksimum elektrik (kWh)

E_{Egzos} : Egzos enerji kapasitesi (kWh)

T1: aylık toplam T1 süresi

Çizelge 4.59. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretebileceği ısı miktarı

Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretebileceği ısı miktarı	kWh/ay
Ocak	1.284.327
Şubat	948.987
Mart	997.452
Nisan	986.661
Mayıs	1.106.881
Haziran	1.404.835
Temmuz	1.485.476
Ağustos	1.500.750
Eylül	1.311.203
Ekim	1.237.911
Kasım	922.310
Aralık	1.203.268
Toplam	14.390.062

3.2.1. Üretim dışı kalan elektrik miktarının belirlenmesi

Birleşik ısı geri kazanım sisteminden üretilecek elektrik miktarının yanısıra eksik kalan elektrik miktarı Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş.'den tedarik edilmeye devam edecektir. Ancak bu kurumun özelleştirmesinden dolayı tedarikçi firma farklılık gösterebilir. Özellikle yaz aylarına denk gelen kısımda Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül ayında ilave elektrik tedarikine ihtiyaç duyulacaktır. Çizelge 4.60'da tedarik edilecek elektrik miktarı görülmektedir.

Çizelge 4.60. Tedarik edilecek elektrik miktarı

TEDAŞ'tan Alınan Elektrik Miktarı	kWh/ay
Ocak	187.306
Şubat	560.012
Mart	590.261
Nisan	584.590
Mayıs	655.971
Haziran	1.628.527
Temmuz	2.296.189
Ağustos	2.945.808
Eylül	1.023.894
Ekim	731.974
Kasım	543.130
Aralık	814.524
Toplam	12.562.185

4.10.10. Birleşik ısı geri kazanım sisteminin üretim verilerinin değerlendirilmesi

Yukarıda belirtilen detaylı hesaplamalar doğrultusunda Çizelge 4.61 hazırlanmıştır.

Çizelgede yer alan parametreler sırasıyla T1, T2, T3 zaman dilimlerindeki ortalama çekilen güç (OÇG) MW cinsinden hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar 3 yıllık süre boyunca günlük ölçümler sonucu alınmış değerlerin karşılaştırılması sonucu elde edilmiştir. Çalışmanın ilk bölümü olan elektrik tüketimleri bölümünde detaylı olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.61'de yer alan bir sonraki kısmın ise, birleşik ısı geri kazanım sisteminde üretilebilecek maksimum elektrik miktarını göstermektedir. Burada T1, T2, T3 zaman dilimlerinde üniversitede tüketilen ortalama güçten az olmamak kaydı ile birleşik ısı geri kazanım sisteminin elektrik üretim kapasitesinin yüzde 80 verimle çalışmasında üretilebilecek elektrik miktarını göstermektedir. Üniversitenin Ortalama Buhar İhtiyacı (OBİ) yukarı detaylı şekilde hesaplanmış ve Çizelge 4.61'de BIGK BG, birleşik ısı geri kazanım sisteminde elde edilebilecek buhar gücü olarak gösterilmiştir.

Üniversitenin elektrik enerjisi talebi, mevsimlik, günlük ve saatlik farklılıklar göstermektedir. En yüksek yük 12,63 MWh ile en düşük yük 3,51 MWh arasında 4 kata kadar bir farklılık tespit edilmiştir. Talebin kendine özgü bu yapısı ve elektrik enerjisinin depolanamaması nedeniyle, yük-talep eğrisine en iyi şekilde cevap verebilecek bir santral sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu yüzden önerilen 6 MWh kapasite için Akdeniz Üniversitesinin maksimum enerji ihtiyacının karşılanması ve optimal düzeyde sistemin verimliliğinin sağlanması amaçlanmıştır.

Çalışmada seçilen kapasite yatırım ve işletme maliyetleri yönünden değerlendirilmiş, mevsimlik ve günlük değişen yük-talep eğrilerindeki farklılıklar açısından incelenmiştir. Enerji talebinin gelişimi de göz önünde tutularak bu talebi en uygun karşılayacak biyogaz motor grubu seçilmiştir. Seçilen motor grubu 2 MW lık güçte 3 adet motor grubundan oluşmaktadır. Bunun avantajı farklı zaman dilimlerinde ihtiyaca bağlı olarak iki kademeli veya üç kademeli çalıştırma imkanı sunacak olmasıdır. Bu seçim en düşük kayıp ve maliyetlerle karşılayabilecek optimal üretim ve iletim sistem planları değerlendirilerek yapılmıştır. 6 MWsaat kapasiteli tesisin sistem verimliliğinin %86, elektrik ve ısı enerjisi ihtiyacının karşılanma oranlarının ise sırasıyla %84 ve %86 olduğu hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar neticesinden üniversitenin enerji ihtiyacının büyük oranda karşılanacağı eksik kalan ihtiyacın ise yine mevcut durumda olduğu gibi şebekeden temin edileceği öngörülmektedir.

Ön Fizibilite Raporunda önerilen 6 MWh kapasiteli birleşik ısı geri kazanım ünitesi için Akdeniz Üniversitenin öncelikli ihtiyacı olan elektrik enerjisi ve ısıtma enerjisi ön planda tutulmuştur. Konuyla ilgili yatırım sürecinin başlatılması öncesinde mutlaka bu raporda önerilen 6 MWh kapasiteli birleşik ısı geri kazanım ünitesi atık ısılarının soğutma enerjisi için de kullanılması olanakları detaylı olarak incelenmelidir. Özellikle Hastane bölümünün soğutma enerjisi için öncelikli bölümler belirlenip saha çalışmaları yapılarak, teknik çalışmalarda müstakil alanlar için avantaj ve dezavantajları belirlenmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.61. 6000 kW kapasiteli birleşik ısı geri kazanım sistemin aylık verileri

TANIM	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	ORTALAMA
T1 OÇG (MW)	6,94	5,74	5,97	5,83	6,53	9,80	11,09	12,63	8,24	7,44	5,64	7,83	7,81
T2 OÇG (MW)	5,37	4,49	4,92	4,84	5,49	7,68	8,93	9,67	6,51	6,02	4,26	5,45	6,13
T3 OÇG (MW)	3,95	3,51	3,66	3,73	4,17	6,06	7,27	7,60	5,26	4,54	3,39	4,29	4,78
T1BIGK(kW)	6000,00	5742,00	5964,00	5834,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	5642,00	6000,00	5932,00
T2BIGK (kW)	5366,00	4488,00	4921,00	4836,00	5488,00	6000,00	6000,00	6000,00	6000,00	3242,00	4255,00	5453,00	5171,00
T3BIGK (kW)	3651,00	3507,00	3657,00	3732,00	4165,00	6000,00	6000,00	6000,00	5259,00	4540,00	3388,00	4286,00	4515,00
T1 OBİ (ton/h)	7541,00	6355,00	4397,00	1329,00	1328,00	1371,00	1300,00	1278,00	1332,00	1252,00	2643,00	2904,00	2752,00
T2 OBİ (ton/h)	5682,00	5031,00	3508,00	1090,00	1036,00	1066,00	1022,00	1042,00	1081,00	1061,00	2298,00	2283,00	2183,00
T3 OBİ (ton/h)	4042,00	3629,00	2539,00	833,00	760,00	790,00	807,00	824,00	835,00	849,00	1611,00	1765,00	1607,00
T1 BIGK BG (ton/h)	2527,00	2376,00	2494,00	2197,00	3107,00	3107,00	3107,00	3107,00	3107,00	1981,00	2000,00	2092,00	2600,00
T2 BIGK BG (ton/h)	1904,00	1881,00	1990,00	1801,00	3107,00	3107,00	3107,00	3107,00	3107,00	1679,00	1739,00	1644,00	2348,00
T3 BIGK BG (ton/h)	1355,00	1357,00	1440,00	1376,00	1927,00	2078,00	3107,00	3107,00	2258,00	1344,00	1219,00	1272,00	1820,00
BIGK Çalışma Yüklü Verimi (%)	0,77	0,69	0,75	0,73	0,91	0,86	0,95	0,99	0,99	0,64	0,60	0,75	0,80
Elektrik İhtiyacı Karşılama Yüzdesi (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,79	0,76	0,74	0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,78
Isıtma İhtiyacı Karşılama Yüzdesi (%)	0,34	0,37	0,57	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,76	0,72	0,79

4.11. Biyogaz Tesisi İnşaatının Teknik Değerlendirmesi

İhtiyaç duyulan enerjinin karşılanması için gerekli olan tesisin kapasitesi ve büyüklükleri belirlenmiştir. Buna göre materyalin ön hazırlık kısmından başlayarak sırasıyla yapılacak işlemlere bakılacak olursa şu şekilde sıralanacaktır. Öncelikle materyal miktarının fazla olmasından kaynaklı olarak tesis alanı içerisinde silaj alanı planlanmıştır. Sıvı olarak tedarik edilen materyaller için ara depo olarak çelik tankların kullanılması öngörülmektedir. Şekil 4.46'da yapılması planlanan biyogaz tesisine örnek teşkil edebilecek bir görsel bulunmaktadır.



Şekil 4.46. Örnek bir biyogaz tesisi (Enerjiportali, 2018)

Karıştırma, parçalama ve pompalama düzenekleri bu çelik tanklar içerisinde bulunacaktır. Yükleme için hazırlanan materyal yüksek basınca dayanımlı borular ile fermentör tanklarının içine pompalanacaktır. Fermentör içi doluluk oranı ölçümü, hat üzerinde oluşabilecek kaçak ve arıza tespiti kontrol edilecektir. Fermentör beslemesi için aynı zamanda katı madde girişinin helezonlar yardımıyla yapılacağı bir düzenek oluşturulacaktır. Burada basınç pistonları ve tartı düzeneği yer alacaktır.

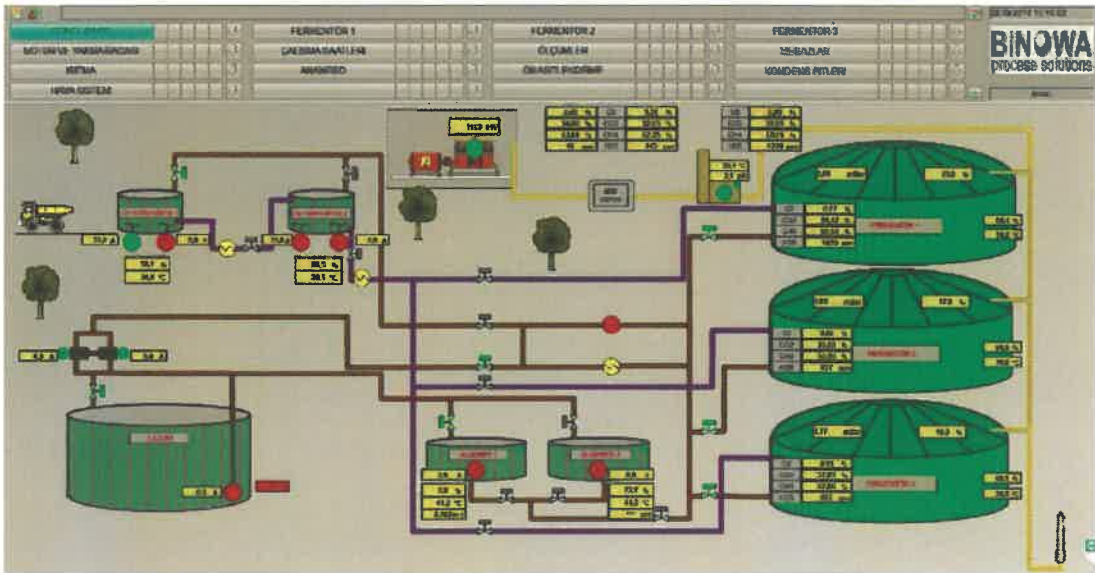
Fermentörler yer üstünde kurulu olacaktır. Fermentör içinde bir ısıtma sistemi ve bu ısıtma sisteminin birleşik ısı geri kazanım sistemi ile bağlantılı olarak üretilen atık ısının kullanımına uygun şekilde tasarlanması sağlanacaktır. Fermentör tankları ısı yalıtımına uygun malzeme ile kaplanacaktır. Fermentör içerisindeki durumun gözle kontrolünün sağlanabilmesi için gaz geçirmez tank kapağı fermentör içi basınca dayanıklı olacak şekilde tasarlanacaktır. Materyal ve gaz hatlarının, ölçüm ve kumandanın sağlanabilmesine uygun şekilde tasarlanması ve güvenlik tekniklerini içeren özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Kurulacak fermentör tankının büyüklüğüne bağlı olarak iki adet karıştırıcının olmasının uygun olacağı, bu karıştırıcıların güçleri 10 kW/m^3 ile 30 kW/m^3 arasında olacağı ön görülmüştür. İki adet 8000 m^3 fermentörün tesisin ihtiyacını karşılayacağı öngörülmektedir. Çıkan malzemenin depolanması için minimum 1 aylık depolama

kapasitesine sahip ve %10 güvenlik payı olan bir fermantasyon artığı deposuna da proje kapsamında ihtiyaç duyulacağı belirlenmiştir. Günlük yüklenen materyalden yola çıkılarak bu tankın yaklaşık 10.000 m³ lük son deponun olması öngörülmektedir. Oluşan gazların depolanması için fermenterler üzerinde membran kaplanması ve bir gaz depolama çatısı oluşturulması düşünülmüştür.

BMP denemeleri sonucunda yapılan ölçümlerde üretilen biyogaz içerisinde yaklaşık olarak %50 oranında metan olduğu belirlenmiştir. Gaz içerisinde bulunan hidrojen sülfürün temizlenmesi işlemine ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir. Bu işlem birleşik ısı geri kazanım sisteminde oluşabilecek zararların önlenmesi açısından önemlidir. Desülfürizasyon için kullanılacak yöntem, oluşan biyogazın alım noktasında kontrollü bir şekilde hava oksijen karışımı ile sağlanabilmektedir. Oluşan gaz, fermentörün çatı kısmında toplandıktan sonra bir blower ile fermentöre yani gaz çıkışının başlangıç noktasına yakın bir yerden emilmesi ile yapılabilir. Emilen gaz iletim boruları üzerinde çeşitli yoğunlaşma çukurları oluşturularak tasfiye edilebilir. Bu aşamadan sonra oluşan gaz motoruna uygun basıncın ayarlanması ile iletilebilir. Projede 2000 kW güç kapasiteli 3 adet gaz motoru kullanılmasının uygun olacağı, bu motorların yılda 8000 saat tam yükte çalışma kapasitesinin olacağı öngörülmektedir. Gaz ikmali için doğal gaz hattının bulunduğu giriş kısmına bağlantı yapılması, tesisin kurulacağı yerin ana gaz giriş hattından uzak bir yerde konumlandırılmasının ekonomik ve teknik açıdan daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Seçilecek olan birleşik ısı geri kazanım ünitesinin çift yakıtlı motor veya biyogaz motor bloğundan oluşacağı, jeneratör, ısı değiştirici, ısı dağıtıcı, soğutucu, kumanda, gaz hatları, ölçüm, kumanda ve güvenlik tekniği, ısı değiştiriciler ve elektrik sayacı, sensörler, yoğunlaşma suyu ayırıcısı, basınçlı hava istasyonu, yağ tankı gibi sistemleri barındıracağı, gerektiğinde daimi gaz tedarikçisinden gaz almaya uyumlu olması öngörülmüştür. Şekil 4.47. deki örnek çizimde görüleceği gibi biyogaz tesisinin kontrolü PLC bazlı görselleştirilmiş bir program yardımıyla yapılacaktır.



Şekil 4.47. Biyogaz tesisi PLC otomasyonu

Kumandanın ve kontrolün PLC sistemi ile yapılması tesisin güvenlik ve arıza durumlarının hızlı gözlenmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu parametreler doğrultusunda Akdeniz Üniversitesi elektrik ihtiyaçlarının karşılanması için gerekli olan gücün 6 MW'lık kısmı sürekli kullanıma tabidir. Şekil 4.48'de biyogaz tesisi vaziyet planı yer almaktadır. Kurulum yeri olarak kampüs alanı içerisine hastane ısı merkezi yakınına da bir alanın olması uygun görülebilir. Bu şekilde ısı transfer kayıpları minimuma indirilmiş olacaktır. Aynı şekilde bu bölgede elektrik orta gerilim şebeke hattına da direk bağlantı sağlanabilecektir. Şekil 4.49'de ise biyogaz tesisine ait proses çizimleri yer almaktadır. Hazırlanacak projede kullanılacak sistem sırasıyla aşağıdaki gibidir.

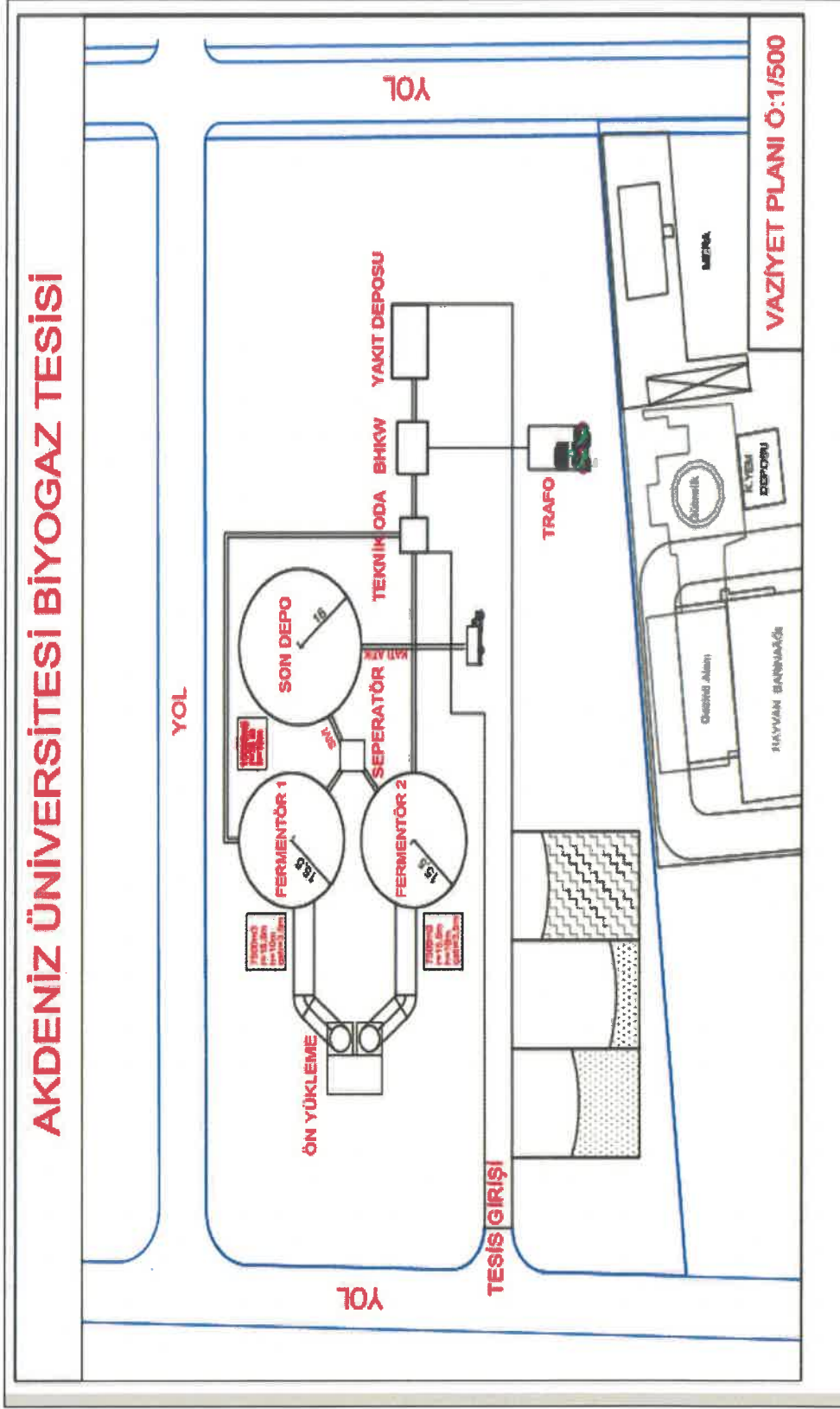
4.11.1. Fermentör imalatı

Proje kapsamında seçilmiş olan fermentörler 8000 m³ büyüklüğünde ve üst kısımlarında gaz depolama tankı olarak kullanılacak olan membranlı bir yapıdan oluşmaktadır. Üretilen gaz bu membran tabaka içerisinde depolanacaktır. Gaz akış yolu üzerinde bakım çalışmalarında kullanılmak üzere bir bypass hattı bırakılacak ve bu hat gaz depolarında ve fermentör üzerinden manuel kontrol edilebilir düzeneğe olacaktır. Gaz depolama ile fermentör arasındaki kısmın kesme vanası yardımı ile gazdan arındırılmış duruma getirilmesi için gerekli kesme vanaları tasarlanacaktır. Gerekli durumlarda bir mobil gaz ölçüm cihazlarının kullanımı için ölçüm noktalı bırakılacaktır. Gaz depolama tankının dolmuş seviyeleri ölçümlenebilecek şekilde düzenlenecektir. Bu ölçümden bağımsız olarak gaz depolama tankının seviyesi gözle kontrol edilebilir olacaktır.

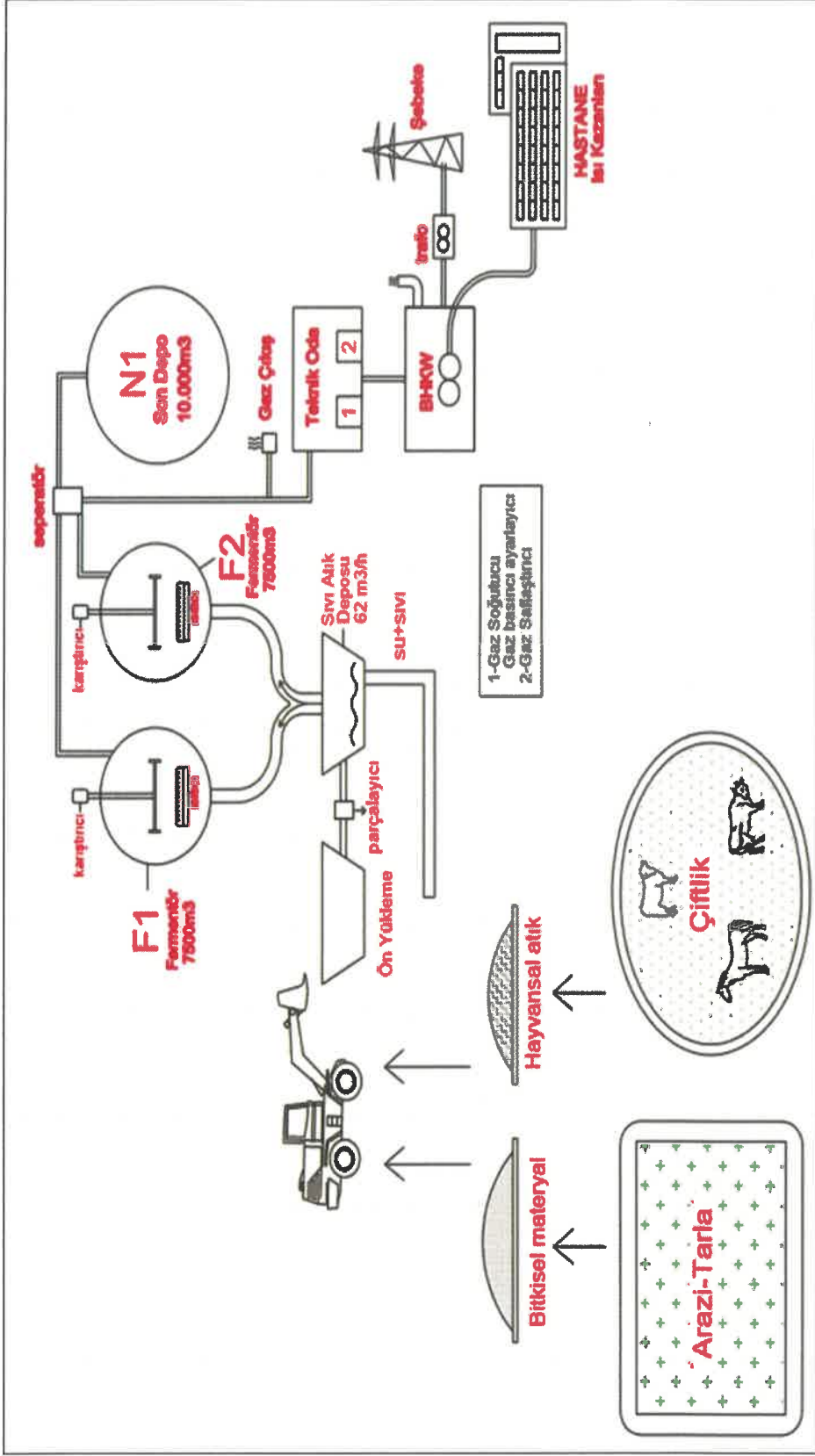
Fermente edilecek materyal yoğun şekilde çim atığından oluşmaktadır. Çim atıkları lifli bir yapıya sahip oldukları için çok hızlı şekilde yüzeyde gaz sızdırmaz bir tabaka oluşturacağı için bu atık fermentöre katılmadan önce ezilecek ve fermentör içerisinde iyi bir şekilde karıştırılacaktır. Fermentör boyutları ve kullanılan materyal özelliğinden dolayı en az iki karıştırıcı olması gerekmektedir.

Gaz çıkışı fermentör içerisinde olacağı için, üst patlama sınırı değerlendirmesi yapılmak suretiyle fermentöre içinde uygun gaz alanı sağlanacak şekilde tasarlanacaktır. Arıza durumunda vakum emniyet cihazlarından hava emilmek suretiyle fermentör içerisindeki gazın tahliyesi için uygun tedbirler alınacaktır. Normal çalışma koşullarında gaz çıkış noktalarında biriken gaz hava oranının %6'nın altında olacağı öngörülmektedir. Biyogaz çıkışlarındaki ani düşüş ve kaçışların önlenmesi için güvenlik tedbirleri otomasyon kontrolü ile sağlanacaktır. Patlamalardan korunmak için karıştırıcılara ait motorların elektrik aksamları her zaman fermentör dışında yer alacak şekilde tasarlanacaktır.

Şekil 4.50'de görüleceği üzere fermentör üzerinde membran bir gaz depolama alanı yer alacaktır. Fermentör üzerinde yer alacak çift katlı membranlı gaz deposu içerisinde iki katman yer alacaktır. İkinci katman dıştan görüldüğünde gergin ve sabit bir yapıya sahip olacaktır. İç kısımda yer alacak ilk katman ise gazın içeride depolanabilmesi için esnek bir yapıda olacaktır.

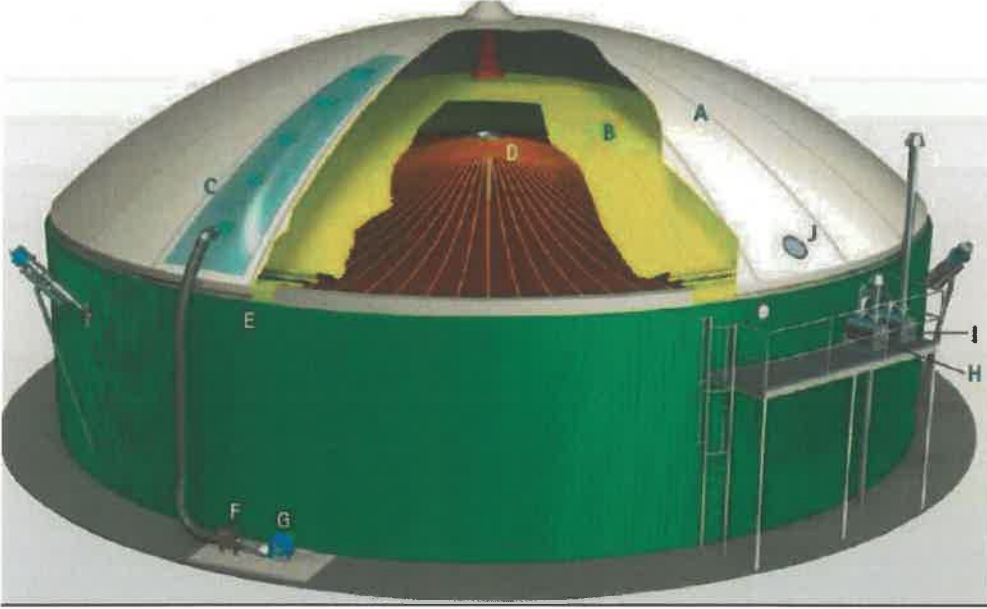


Şekil 4.48. Biyogaz tesisi vaziyet planı



Şekil 4.49. Biyogaz tesisi proses şeması

Gaz dolumu gerçekleştikçe iç katman şişerek gaz depolama işlemi gerçekleşecektir. İki katman arasında bir hava boşluğu bulunacak ve bu boşluk dengeleme alanı ve gaz basıncının sabit kalmasını sağlayacaktır. Basınç dengeleme hidrolik aşırı basınç ve düşük basınç emniyet kontrol üniteleri ile sağlanacaktır. Bu seviyelerin kontrolü otomasyon sistemi tarafından kontrol edilecektir. Aşırı basınç ve düşük basınç sistemleri, enerji besleme hatlarını direk kapama özelliğine sahip olacaktır. Gaz çıkış borularında ani gaz çıkışlarında güvenlik tedbiri olarak açık havaya çıkış noktaları bırakılacaktır. Böylelikle bina içerisine aşırı gaz girişi önlenmiş olacaktır.



Şekil 4.50. Fermentör gaz depolama kısmı

Gaz depolama için kullanılacak membranın özellikleri açısından değerlendirildiğinde ; yırtılma mukavemeti ve maksimum gerilme mukavemetinin enaz 3000 N/ 5 cm, gaz geçirgenliğinin maksimum 1000 ml /m²d bar, sıcaklık dayanımının - 30 °C ile +70 °C arasında olması,yüzey direncinin 109 ohm (% 50 nispi nem ve 23 °C'de) veya 1011 ohm (% 30 bağıl nem ve 23 °C'de ölçülen) olması gerekmektedir.UV direncinin UV-maruz kalan membranlar için uygunluk süresinden az olmamalıdır. Yanma sınıfı (dış zar için): EN 13501-1'e uygun olmalıdır.

4.11.2. Gaz taşıma sistemi imalatı

Gaz boruları ve hatları 100 mbar çalışma basıncına dayanıklı özelliğe sahip olacaktır. Dış yüzeyde ve bina içerisinde kullanılacak gaz boruları korozyona dayanıklı çelikten imal edilecektir. Yer altı gaz boruları ise tesisat boyunca uyarı bandı ile işaretlenecektir. Gaz boru hatlarının aşırı yüklenmeyecek şekilde dizayn edilmesine dikkat edilecektir. Yer üstü borularında ısı yalıtım malzemeleri yanmaz malzemeler (taş yünü) ile yapılacaktır (FNR, 2013).

Plastik gaz borularında kaynak bağlantıları ilgili yönetmeliklerde belirtildiği gibi sertifikalı ürün ve ehil kişiler tarafından yaptırılacaktır. Borular PE sistemden çelik

malzemeye geçişlerinde test edilmiş uygun malzemeler kullanılacak, presli bağlantılar ve paslanmaz çelik oluklu borular kullanılmayacaktır. Gaz tankları ve gaz taşıma sisteminde kullanılan hatlarda açma ve kapama cihazları manuel kullanıma uygun şekilde tasarlanacaktır. Açma ve kapama vanalarına kolay ulaşım sağlanabilecek, aşırı ve düşük basınç testlerinin yapılabilmesi için cihazlar arasında bir kaç tane açma kapama tertibatı yerleştirilecektir (FNR, 2013).

Gaz boruları güzergahı üzerinde drenaj hatları yer alacaktır. Oluşan yoğuşmanın toplanacağı şekilde uygun bir eğimle gaz boru hattı tasarlanacaktır. Burada gaz hattının uzunluğuna bağlı olarak kondens menholleri bırakılacaktır. Kondens hatları korozyona dayanıklı çelikten imal edilecektir. Gaz boruları üzerinde yerleştirilmiş gaz analiz hatları üzerinde sürekli kontroller sağlanacaktır. Gaz analizörü gaz çıkış hattı üzerinde konumlandırılacaktır. Her gaz cihazından önce bir alev tutucu monte edilecektir. Şekil 4.51'de biyogaz tesisi gaz kontrol hatları gösterilmektedir



Şekil 4.51. Biyogaz tesisi gaz kontrol hatları.

4.11.3. Gaz hazırlama desülfürizasyon sistemi

Fermantasyon tanklarının içerisinde gaz odalarına direkt hava eklenmesi ile kükürt giderme işlemi yapılacaktır. Hava ölçüm pompası, gaz hatları güzergah boyunca üretilen biyogaz hacminin % 6'lık kısmını karşılayacak şekilde ayarlanacaktır. Gaz hatlarına giden besleme hatlarında geri dönüşüz vanalar kullanılacak ve gaz kaçakları önlenecektir. Bu aşamada oluşacak atık sular düzenli şekilde alınacaktır.

4.11.4. Biyogaz tesisi betonarme imalatı

Tesis inşaat projesi ilgili yasa ve yönetmelikler kapsamında hazırlanmıştır. Özel güvenlik tedbirlerinin yanısıra inşaat EN1990, 1992, ve 1999 standartlarına uygun olarak düzenlenmelidir. Ön fermantasyon tankı ve fermentör tankı masif betonarmeden oluşacak ve duvarlar yekpare özelliğe sahip olacaktır. Statik tasarım herbir parça için ayrı ayrı yapılabilir. Temel kazımı, malzeme yükleme kanalları ve tank alanları sıvı sızdırmaz atık malzemeye dayanıklı malzemeden imal edilecek, en az C30 beton kullanılacaktır.

Betonarme yapı B sınıfı yapı özelliğine haiz olacaktır. Şekil 4.52’de örnek biyogaz tesisi betonarme inşaatı görülmektedir.



Şekil 4.52. Örnek biyogaz tesisi betonarme inşaatı (Enerji portalı, 2018)

Kullanılacak derz malzemeleri ve tamamlayıcı harçlar tamamen aside dayanıklı malzemelerden oluşacaktır. Yeraltı sızdırmazlığı ve yüzey deformasyonunun önlenmesi için taban kısmı en az 100 cm kalınlığında ve 120 min/m^2 deformasyona dayanımlı olacaktır. Kullanılacak yüzey kaplamalarında boşluk oluşturmayacak malzemeler tercih edilecek ve sıva yüzeyler %97 boşluksuz oluşacak şekilde yapılacaktır. Donmaya karşı dayanımlı bir malzeme kullanılacaktır. Temel betonunda kaplama malzemesi 4 veya 5 cm kalınlığa sahip sıcak püskürtmeli yekpare döşenecek şekilde olacak ek veya yama yapılmayacak, sıkıştırılmış beton kullanılacaktır. Sıvı gübre ve atığın ilk yükleme depolarında oluşabilecek gaz birikmesine karşı bu alanlar atmosfere açık şekilde tasarlanacaktır.

Biyogaz tesislerine yetkisiz kişilerce girişin engellenmesi amacı ile erişim yolları ve tesis etrafı çitler ile muhafaza altına alınacaktır. Bina yüksekliğine bağlı olarak 1m ile 2m arasında parapetler yapılacaktır. Atık kanalları düşme tehlikesine karşı üstü kapatılacak veya kenarlarına uyarıcı bariyerler yerleştirilecektir. Fermentör üstüne çıkış yolları güvenlik önlemleri ile donatılacak, merdivenler 1,2 m’den geniş olacak, her iki tarafta korkulukla desteklenecek, merdivenlerin net genişliği 60 cm’den az olmayacaktır. Şekil 4.53’de biyogaz tesisi fermentör içi ısıtıcı sistemi görülmektedir.



Şekil 4.53. Biyogaz tesisi fermentör içi ısıtma sistemi

4.11.5. Ön yükleme deposu ve pompalar

Sıvı gübre ve atığın ilk yükleme depolarında oluşabilecek gaz birikmesine karşı bu alanlar atmosfere açık şekilde tasarlanacaktır. Ön yükleme deposu, fermentör ve son depoda kullanılacak pompalar, düşük seviyede ve sıvı içerisinde çalışabilir özellikte olacaktır. Gerekli koşulları sağlayan elektrik aksamı ile çalışması sağlanacaktır. EN 1127-1 standartlarında koruma önlemleri alınacaktır. Şekil 4.54’de örnek bir ön yükleme deposu görülmektedir.



Şekil 4.54. Biyogaz ön yükleme deposu (walker-technik.de, 2019)

4.11.6. Elektrik tesisatı

Elektrik sistemleri düzenlenirken EN 61508 ve 61511 elektrik ve programlanabilir elektrik sistemlerinin düzenlenmesine yönelik ilgili yönetmeliklere uygun, patlayıcı ortamlarda kullanılan malzeme standartlarında ürünler tercih edilecektir. Elektrik tesisatı yapılırken korozyondan korunmasına dikkat edilecektir. Biyogaz tesisi ile elektrik şebeke bağlantıları arasındaki mesafede yeraltı ve yerüstü enerji hatları uygun kazı ve koruma önlemleri alınarak elektrik iç tesisat yönetmeliği doğrultusunda yapılacaktır.

4.11.7. Birleşik ısı geri kazanım sistemi

Elektrik ve ısı üretimi için biyogaz jeneratörleri kullanılacaktır. Seçilmiş olan birleşik ısı geri kazanım sistemi ile ihtiyaç duyulan elektrik, ısı ve soğutma güçleri sağlanacaktır. Bu imalatlar biyogaz tesisinden ve üniversitenin ısı merkezinden uzak bir yerde olmayacak, burada üretilen elektrik üniversitenin kendi ihtiyacı için değerlendirilecektir. Üretilen ısı hastaneye buhar veya ihtiyaca göre sıcak su olarak verilecektir. Aşağıda yer alan şekil 4.55’de kullanılacak olan birleşik ısı geri kazanım sistemi taslak resmi ve örnek bir resim görülmektedir.



Şekil 4.55. Birleşik ısı geri kazanım sistemi

4.11.8. Yıldırımdan korunma ve topraklama tesisatı

Biyogaz tesisinin tüm parçaları EN62305-3 uyarınca yıldırımdan korunma sistemi ile doğrudan korunmalı olacaktır. Fermenterler, serbest duran gaz deposu, desülfürizasyon tesisleri, acil gaz tahliye bacası, trafo jeneratör binası, operatör binası yüksek koruma tedbirleri ile donatılacaktır. Güvenlik cihazlarının ankraj bağlantıları sürekli sabit tutulacaktır. Elektrostatik yönden bina içi ve dışı yalıtımlı olacak ve topraklama temel topraklama ile birlikte değerlendirilecektir. Oluşacak kaçak veya harmoniklerin önlenmesi için bina toprağı ile şebeke arasında eş potansiyel bara düzenlenecektir.

4.11.9. Elektrik proses kontrol teknolojisi

Sistemin güvenliğinin ve kontrolünün sağlanabilmesi için, sistemde kullanılan cihazların elektrik koruma önlemleri şartnamesi ve Atex patlayıcı tesislerde elektrik imalatları yönetmeliği kapsamında otomasyon kontrolü sağlanacaktır. Hazırlanan otomasyon kontrolü ile risk değerlendirmeleri yapılacak ve gerekli önlemler vakitli bir şekilde teknik operatöre bildirilecek şekilde düzenlenecektir.

4.11.10. Acil durum güç beslemesi

Elektrik kesintilerine veya gaz arızalarına karşı biyogaz tesisinin güvenliği yedek bir güç kaynağı ya da doğrudan şebeke bağlantısı ile güvenli çalışma durumuna alınacaktır. Enerji üretim tesisindeki enerji kesintisi esnasında, şebekeden ani güç çekimlerine uygunluk sağlayacak tedbirler alınacaktır. Burada elektrik tesisatı çift korumalı motorlu şalterler ile sağlanacaktır.

Acil aydınlatmalar ve fermentör içerisinde tehlikeli bir katı tabakanın oluşumunun engellenmesi için karıştırıcı motorlara ilave yedek besleme hattı çekilecek, gerekli durumlarda karıştırıcıların sürekliliğinin sağlanabilmesi için yedek jeneratör tedarik edilecektir.

4.12. Biyogaz Tesisi Ekonomik Analizleri

4.12.1. Biyogaz tesisi yaklaşık maliyeti

Proje inşaatı ve devreye alınması hususundaki yatırım maliyeti Şekil 4,56'de hazırlanmış olan yaklaşık maliyet çalışmasında görülmektedir. Bu çalışmada tesis inşaatı, mekanik ve elektrik olarak üç ana kalem üzerinden değerlendirilmiş olup, detaylı yaklaşık maliyet çıktıları tez çalışması ekinde sunulmuştur. Biyogaz tesisine ait imalatların yaklaşık toplam bedeli 65.545.725TL olacağı hesaplanmıştır (Çizelge 4.62). Yaklaşık maliyetin %40'ı inşaat, %8'i Mekanik, %52'si Elektrik imalatlarından oluşturmaktadır. Biyogaz tesisi ilk yıla ait işletme sermayesi tesisin işletmeye gireceği günden ilk biyogaz üretiminin gerçekleşeceği güne kadar olan 38 günlük sürede oluşacak sabit giderlerini göstermektedir. Biyogaz tesisi her ne kadar kamu yatırım projesi olsa da bir arazi tahsis bedeli projeden oluşturulmuştur. Bu bedel Üniversitenin bulunduğu arazinin bağlı bulunduğu belediyenin arazi rayiç bedelleri üzerinden hesaplanmıştır. Tesis kurulumu için yaklaşık olarak 1500m² araziye ihtiyaç olup, arazi m² birim fiyatı 774 TL dir. Toplam arazi bedeli 1.160.430TL olarak hesaplanmıştır. Nakit akım çizelgesi içerisindeki tüm harcamalar dahil edildiğinde toplam yatırım masrafının 67.040.155 TL olacağı öngörülmüştür.

Grup Kodu	Grup Adı	Yaklaşık Maliyet Tutarı	Yaklaşık Maliyet Oranlığı
01	İNŞAAT	25.970.000,00	39,621196
02	MAKİNA TESİSATI	5.396.125,35	8,232612
02.01	Sihni Tesiabat	5.396.125,35	8,232612
02.02	Kalorifer Tesiabat	0,00	0,000000
02.03	Mühterek Tesiabat	0,00	0,000000
02.04	Havalandırma Tesiabat	0,00	0,000000
03	ELEKTRİK TESİSATI	34.179.600,45	52,146193
03.01	Kuvvetli Alan	34.179.600,45	52,146193
03.02	Zayıf Alan	0,00	0,000000
Yaklaşık Maliyet Toplamı 65.545.725,80			
F.F. Gider Ekleme Açıklama		Tutar 0,00 TL	
F.F. Esas Gider 0,00 F.F. Esas Gider Eklemiş Toplam : 65.545.725,80			
Y.M. Güncelleme Açıklama		Tutar 0,00 TL	
Genel Gider : 0,00 Genel Gider Eklemiş Toplam : 65.545.725,80			
Genel Toplam 65.545.725,80		Oranlıklar Toplamı 100	

Şekil 4.56. Biyogaz tesisi yaklaşık maliyet programı hesap cetveli

Çizelge 4.62. Biyogaz tesisi inşaatı yatırım masrafları

İnşaat	Fiyat TL	Pursantaj %
2 adet 7500m ³ Fermentör binası 1 adet 10000m ³ Son depo	18.375.000	28,03
100m ³ ön yükleme deposu	612.500	0,93
Temel, kazı ve tasfiye beton	4.900.000	7,48
Tesis önü ham madde alanı açık alan	245.000	0,37
Teknik oda, BHKW, yakıt deposu temel ve bina inşaatı	1.225.000	1,87
Hertürlü boru ve tesisata ait kazı ve dolgu kapama	612.500	0,93
Toplam	25.970.000	39,62
Mekanik		
Ön yükleme , fermentör ve son depo arası atık yükleme pompa ve borulaması	1.470.000	2,24
Fermentör sonrası gaz tesisatı, fermentör içi ısıtma sistemi borulaması	245.000	0,37
Abs Chiller soğutma sistemi, kule ve entegrasyonu Soğutma Kapasitesi 5850 kW ± %10	3.062.500	4,67
Motor soğutma sistemi ve borulaması	6.125	0,01
gaz deposu sonrası , gaz normalizasyon ve basınç ayarlama sistemi	612.500	0,93
Toplam	5.396.125	8,23
Elektrik		
TCG 2020 V20 model 3 adet 2056 kWm (ISO 3046/1) Trijenerasyon Santrali	13.300.000	20,29
Gaz motoru, yardımcı ve kontrol üniteleri,	61.250	0,09
Dış Ortam Tipi Taşınabilir Tek Katlı Genset	1.715.000	2,62
Trafo ,Generatör, koruma ve kumanda panosu ile senkronizasyon sistemi,	612.500	0,93
Eğitim, uygulama ve mühendislik hizmetleri,	5.474.000	8,35
Kapsam dahili borulama ve kablolama,	12.250	0,02
Motor yanı elektronik kontrol panosu, Otomasyon kontrol sistemi	13.004.600	19,84
Toplam	34.179.600	52,15
Sabit Yatırım Masrafı	65.545.725	100,00
İşletme Sermayesi	334.000	0,50
Arazi satın alma bedeli	1.160.430	1,73
Genel Yatırım Toplamı	67.040.155	100

4.12.2. Tahmini gelirler toplamı

Proje kapsamında gelecek yıllık gelir, öncelikle üretilen enerjinin dışarıdan satın alma yolu ile yapılması durumunda elde edilecek geliri göstermektedir.

Bu gelirin satın alma cinsinden elektrik bedeli 23.405.331,02 TL, satın alınan buhar bedeli 2.199.432,23 TL ve soğutma enerjisi bedeli 1.634.710,86TL olmak üzere toplamda 27.239.474,11 TL gelir kaydedilecektir.

Projeden elde edilecek ikinci gelir ise ihtiyaç fazlası elektriğin şebekeye satılması ile elde edilecektir.

Burada satılabilecek elektrik miktarı için toplam 5.723.883,85 TL, satılabilecek buhar miktarı için ise 2.499.895,77 TL olmak üzere toplam 8.223.779,62 TL'dir.

Bu hesaplamalar Çizelge 4.63'de detaylı olarak verilmiştir.

Bu hesaplamalar sonucu projeden beklenen toplam gelirin 35.463.253,73 TL olacağı belirlenmiştir.

4.12.3. Tahmini giderler toplamı

Projede tahmini giderler toplamı yıllık 3.207.756 TL olmaktadır. Bu giderlerin en büyük kısmı atıkların toplanması ve nakliyesi için bedel oluşturmaktadır. Burada Çevre ve Şehircilik Bakanlığının taşıma ve nakliye fiyatları baz alınmıştır. Tesis için ihtiyaç duyulan su miktarı üniversitenin ASAT'tan satın almış olduğu birim fiyat üzerinden hesaplanmıştır. Personel, bakım onarım ve motor jeneratör aksamı için kullanılacak yağ gideri üretilen elektrik miktarı üzerinden hesaplanmıştır. Bu fiyatlar piyasa araştırması yapılarak değerlendirilmiştir. Tesisin toplam yıllık maliyeti ağır bakımların olacağı dönemleri olan 3, 5, 10, 13, 15, 18, 20. yılda değişkenlik gösterecektir. Bu bakımlara ait yaklaşık maliyetin 3.697.756 TL olacağı ön görülmektedir. Bu yöndeki veriler Çizelge 4.64'de görülmektedir.

Çizelge 4.63. Projeye ait gelirler

Kullanılan enerji	Miktar kW/yıl	Birim fiyat TL	Toplam fiyat TL
Proje kapsamında Üniversitenin tüketeceği elektrik miktarı (kW/yıl):	40.354.019	0,58	23.405.331
Üniversitenin tüketeceği Buhar Miktarı (kW/yıl):	21.776.557	0,10	2.199.432
Üniversitenin tüketeceği Soğutma Miktarı (kW/yıl)	2.818.467	0,58	1.634.711
Yıllık Projeden beklenen tüketime bağli gelir			27.239.474
Artan enerji	Biyogaz Tesisi üretim kWh	Üniversite Tüketim kWh	Fark
Satılabilir Elektrik (kWh/yıl)	47.088.000	40.354.019	6.733.981 ^a
Satılabilir Buhar (kW/yıl)	46.528.000	21.776.557	24.751.443
Satılabilir soğuk hava (kW/yıl)	2.818.467	2.818.467	0
Yıllık projenden beklenen gelir			8.223.780
Toplam Gelir			35.463.254

Çizelge 4.64. Projeye ait giderler

Giderler	Birim maliyet	Birim	Miktar	Birim	EURO	TL
İç tüketim Elektrik ve ısıtma						
Elektrik yıllık üretimin %3 ü (47088000 kWh/yıl)	0,85	TL	1.412.640	kWh	240.149 €	1.200.744 TL
Isı yıllık üretimin %5 i (46528000 kWh/yıl)	0,10	TL	2.326.400	kWh	46.528 €	232.640 TL
Kojenerasyon Bakım servis						
İlk 1500 saat çalışma sonunda işçilik ve malzeme dahil (3.ay sonra)	5,00	TL	1.500	Saat	7.500 €	37.500 TL
İkinci 8000 saat çalışma sonunda işçilik ve malzeme dahil (12.ay sonra)	6,50	TL	8.000	Saat	52.000 €	260.000 TL
Ağır bakım 21000 saat çalışma sonunda işçilik ve malzeme dahil. (2,5 yıl sonra, 5 yıl, 10 yıl , 15yıl,18yıl, 20 yıl)	7,50	TL	21.000	Saat	157.500 €	787.500 TL
Yağ filitresi	900	EU	1	Adet	900 €	4.500 TL
Oring seti	900	EU	1	Adet	900 €	4.500 TL
Yağ değişimi	2.400	EU	1	Adet	2.400 €	12.000 TL
Biyogaz tesisi ekipman bakım						
Pompalar	5.000	EU	1	Adet	5.000 €	25.000 TL
Blower	500	EU	1	Adet	500 €	2.500 TL
Karıştırıcılar	500	EU	1	Adet	500 €	2.500 TL
Elektronik parçalar	3.000	EU	1	Adet	3.000 €	15.000 TL
Gaz temizleme						
Aktif karbon üniteleri	5.000	EU	1	Adet	5.000 €	25.000 TL
Desülfirizasyon	30.000	EU	1	Adet	30.000 €	150.000 TL
Demir Oksit -Clorlama	7.000	EU	1	Adet	7.000 €	35.000 TL
Amonyak yükselmesi için koruma Enzim	6.000	EU	1	Adet	6.000 €	30.000 TL
Gübre ve atık Nakliye Bedelleri	4,73	TL	137.605	Ton		650.872 TL
İşçilik Bedeli						
Mühendis	5.000	TL	2	Kişi		10.000 TL
Tekniker	4.000	TL	4	Kişi		16.000 TL
İşçi	3.000	TL	3	Kişi		9.000 TL
Beklenmeyen giderler						
Genel Toplam Rutin Bakımlar						3.207.756 TL
Genel Toplam Ağır Bakımlar						3.697.756 TL

4.12.4. Projeden beklenen gelirlerin net bugünkü değer hesaplanması

Projenin yıllık maliyet ve tasarruf hesabı yapılırken dinamik yöntemlerden yararlanılmıştır, yani paranın zaman değeri dikkate alınmıştır.

Burada hesaplama yapılırken projeden beklenen elektrik üretimi ve buhar üretimi dikkate alınmıştır. Projeden üretilen elektrik ve buhar üretimi ve artan enerjinin satımından elde edilecek yıllık tasarruf, maliyet ve kar miktarları Çizelge 4.65’de detaylı olarak verilmiştir. Biyogaz tesisi kurulumu itibari ile ilk 3 yıllık gelir ve giderler gösterilmiştir. Çizelgede ağır bakımların olduğu yıllarda giderler kısmında artış olacağı saptanmıştır. Bu sebepten dolayıdır ki rutin bakımların olduğu yıllarda 28.978.212 TL, ağır bakımların olduğu yıllarda ise 28.488.212 TL kar olacağı hesaplanmıştır.

Bu doğrultuda Çizelge 4.66’da projeye ait nakit akım çizelgesi hazırlanmış ve 20 yıl boyunca projeden beklenen yıllık gelir ile gider miktarı arasındaki farkı ve elde edilecek net kar gösterilmektedir.

Proje başlatıldığı ilk yıl inşaat yapılmasından dolayı hiçbir gelir elde edilmeyecektir. Bunun yanı sıra işletme masrafları bu yıl itibari ile oluşacaktır. İlk yıl projenin maliyeti 67.040.155 TL olacaktır. Daha sonraki yıllarda ağır bakımların devreye girmesi ile giderler 3.697.756 TL olacağı öngörülmektedir.

Projenin NBD hesabı yapılmış ve NBD çizelgesinde (Çizelge 4.66) görülmektedir. NBD için farklı iskonto oranlarına göre hesaplamalar yapılmıştır. Günümüz şartlarında piyasada bulunan en yüksek iskonto oranı %24 olarak görülmektedir. NBD hesabında projenin başladığı yıl hiçbir gelir olmamakla birlikte toplam giderin 67.040.155 TL olacağı, toplam gelirin en yüksek iskonto oranından bile daha yüksek bir değer olan %26 iskonto oranına göre 134.707.604 TL olmasının beklendiği ve toplam giderlerin NBD 79.719.917 TL olacağı hesaplanmıştır. Buna göre projenin imalat aşamasının bitip enerji üretimin başladığı yıl için %26 iskonto oranında NBD toplam gelirin 169.731.581 TL olacağı, toplam giderin NBD’nin ise 15.976.500 TL ve aradaki farkın ise 99.290.371 TL olacağı öngörülmektedir. Projenin ekonomik ömrü sonunda NBD toplam gelirin 35.463.254 TL olacağı, toplam giderin NBD ‘nin ise 3.207.756 TL olacağı aradaki farkın ise 54.987.687 TL olacağı öngörülmektedir. Proje ekonomik ömrü sonunda dahi hala kar getiren bir işletme olmaktadır.

Yapılan hesaplamalarda projenin NBD’i artı olarak bulunmuş ve bu proje finansal/ekonomik yönden uygun ve uygulanabilir bir proje olarak değerlendirilmiştir. Projenin gelirleri masrafların üzerinde seçilmiş olan %26’lık yüksek iskonto oranında bile kazanç getirme yanında bunun üzerinde NBD kadar bir ilave (artı) değer sağladığı Çizelgelerde ve grafiklerde görülmektedir.

Çizelge 4.65. Biyogaz tesisi nakit akım çizelgesi ilk 3 yıllık gelir gider analizi

	Yıl	0	1	2	3
Gelirler	Elektrik Gelirleri				
	Yerleşkede kullanılan Elektrik		23.405.331	23.405.331	23.405.331
	Satılabilir (Artan) Elektrik		5.723.884	5.723.884	5.723.884
	Soğutma için kullanılan Elektrik		1.634.711	1.634.711	1.634.711
	Buhar Gelirleri				
	Yerleşkede kullanılan Buhar		2.199.432	2.199.432	2.199.432
	Artan Satılabilir Buhar		2.499.896	2.499.896	2.499.896
	Toplam Gelir	0	35.463.254	35.463.254	35.463.254
Yatırım maliyeti	Tesis kurulum maliyeti	65.545.725			
	İşletme Sermayesi	334.000			
	Arazi bedeli	1.160.430			
Giderler	Tesisin İç Elektrik Ve Isıtma Tüketim		1.433.384	1.433.384	1.433.384
	Birleşik Isı Geri Kazanım Sevis Bakım		318.500	318.500	808.500
	Gaz Temizleme		240.000	240.000	240.000
	Biyogaz Tesisi Ekipman Bakım		45.000	45.000	45.000
	Personel		420.000	420.000	420.000
	Gübre Ve Atık Nakliye Bedelleri		650.872	650.872	650.872
	Öngörülemyen Giderler		100.000	100.000	100.000
	Toplam Gider	67.040.155	3.207.756	3.207.756	3.697.756
Gelir -Gider Fark	-67.040.155	32.255.498	32.255.498	31.765.498	
Amortismanlar		3.277.286	3.277.286	3.277.286	
Yıllık Net Kar		28.978.212	28.978.212	28.488.212	

Çizelge 4.66. Biyogaz tesisi nakit akım çizelgesi

Yıl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gelirler											
Elektrik üretim		23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331
Buhar üretim		2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432
Soğutma üretim		1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711
Artan Satılabilir Elektrik (kWh/yıl)		5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884
Artan satılabilir Buhar (kW/yıl)		2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896
Toplam Gelir	0	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254
Giderler											
Tesis masrafları	65.545.725										
İşletme Sermayesi	334.000										
Arazi maliyeti	1.160.430										
Tesisim İç Elektrik ve ısıtma tüketim		1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384
Kojenerasyon Bakım servisi		318.500	318.500	808.500	318.500	318.500	318.500	318.500	318.500	318.500	808.500
Gaz temizleme		240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Biyogaz tesisi ekipman bakım		45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
Personel		420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000
Gübre ve atık Nakliye Bedelleri		650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872
Öngörülemiyen giderler		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Toplam Gider	67.040.155	3.207.756	3.207.756	3.697.756	3.207.756	3.207.756	3.207.756	3.207.756	3.207.756	3.207.756	3.697.756
Gelir -Gider Fark	-67.040.155	32.255.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	32.255.498	32.255.498	32.255.498	31.765.498
Amortismanlar		3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286
Yıllık net kar		28.978.212	28.978.212	28.488.212	28.978.212	28.488.212	28.978.212	28.978.212	28.978.212	28.978.212	28.488.212

Çizelge 4.66.'nin devamı

Yıl	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Gelirler										
Elektrik üretim	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331	23.405.331
Buhar üretim	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432	2.199.432
Soğutma üretim	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711	1.634.711
Artan Satılabilir Elektrik (kWh/yıl)	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884	5.723.884
Artan satılabilir Buhar (kW/yıl)	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896	2.499.896
Toplam Gelir	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254
Giderler										
Tesis masrafları										
İşletme Sermayesi										
Arazi maliyeti										
Tesisin İç Elektrik ve ısıtma tüketim	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384	1.433.384
Kojenerasyon Bakım servisi	318.500	318.500	808.500	318.500	808.500	318.500	318.500	808.500	318.500	808.500
Gaz temizleme	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000	240.000
Biyogaz tesisi ekipman bakım	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
Personel	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000	420.000
Gübre ve atık Nakliye Bedelleri	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872	650.872
Öngörülemiyen giderler	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Toplam Gider	3.207.756	3.207.756	3.697.756	3.207.756	3.697.756	3.207.756	3.207.756	3.697.756	3.207.756	3.697.756
Gelir -Gider Fark	32.255.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	31.765.498
Amortismanlar	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286	3.277.286
Yıllık net kar	28.978.212	28.978.212	28.488.212	28.978.212	28.488.212	28.978.212	28.978.212	28.488.212	28.978.212	28.488.212

Çizelge 4.67. Net bugünkü değer çizelgesi

Yıl	0	1	2	3	4	5	18	19	20
Toplam Gelir	0	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254	35.463.254		35.463.254	35.463.254	35.463.254
Toplam Gider	67.040.155	3.207.756	3.207.756	3.697.756	3.207.756	3.697.756		3.697.756	3.207.756	3.697.756
Gelir -Gider Fark	-67.040.155	32.255.498	32.255.498	31.765.498	32.255.498	31.765.498		31.765.498	32.255.498	31.765.498
Toplam Gelir (NBD) İskonto Oranı %26	134.707.604	169.731.581	169.178.092	168.480.696	167.601.978	166.494.792		63.608.693	35.463.254	
Toplam Gider (NBD)	79.719.917	15.976.500	16.088.618	16.229.886	15.790.484	15.854.238		6.243.593	3.207.756	
Gelir -Gider Fark (NBD)	-1.497	98.915.540	98.730.188	98.455.664	98.774.804	98.521.744		68.024.179	53.702.732	31.765.498

4.12.5. Projenin fayda-masraf oranı

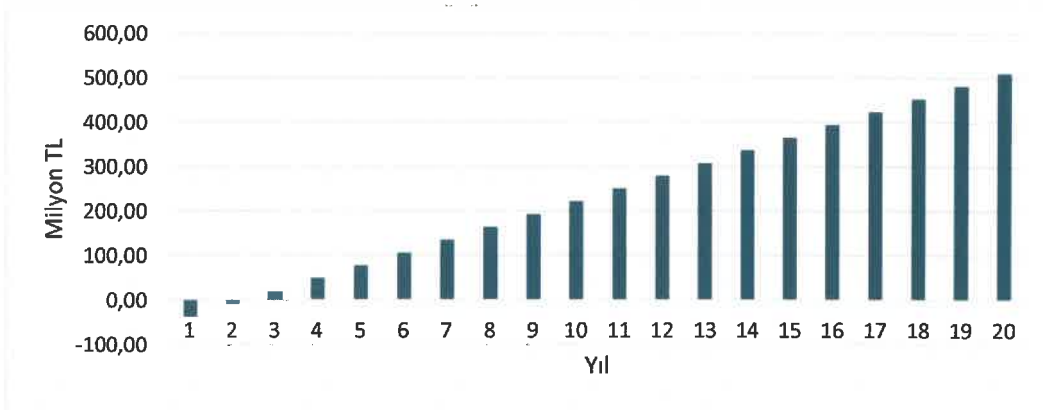
Proje fayda-masraf oranı açısından değerlendirildiğinde en düşük %10 iskonto oranında projenin 20 yıl sonraki NBD'i 206.162.435 TL olurken, en yüksek iskonto oranı %26 seçildiği zaman projenin NBD'i 54.987.687TL olarak bulunmaktadır. Bu değer Fayda masraf oranı açısından değerlendirildiğinde %10 iskonto oranında 3,153, %26 iskonto oranında 1,691 olduğu bulunmuştur. Çizelge 4.68.'de projenin farklı iskonto oranlarındaki fayda masraf oranları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.68. Projenin farklı iskonto oranlarındaki fayda masraf oranı

İskonto oranları (Yüzde)	Projenin NBD	Fayda Masraf Oranı
10	206.162.435	3,153
12	172.664.426	2,872
14	145.509.837	2,628
16	123.231.032	2,416
18	104.743.485	2,231
20	89.237.023	2,069
22	76.099.977	1,927
24	64.865.753	1,802
26	54.987.687	1,691

4.12.6. Projenin iç karlılık oranı ve geri ödeme süresi

İç karlılık oranı yatırım projesinin net bugünkü değerini sıfıra eşitleyen iskonto oranı olarak tanımlanmaktadır (Gedik, Akyüz, & Akyüz, 2005). Projeye ait hesaplamalar doğrultusunda projenin iç karlılık oranının %47 olduğu hesaplanmıştır. Bu değer göstermektedir ki proje mali yönden oldukça karlı bir projedir. İlk yatırım tutarının yıllık ortalama net gelire bölümü sonucunda elde edilen geri ödeme süresi yapılan proje için 2,31 yıl olarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamaya amortisman payları dahil edilmiş, hurda değeri dahil edilmemiştir. Şekil 4.56'de projenin geri ödeme süresi ve kara geçtiği dönemler görülmektedir.



Şekil 4.57. Projenin geri ödeme süresi

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Akdeniz Üniversitesi merkez kampüsü içerisinde yer alan birimlerin ve Tıp Fakültesi Hastanesi'nin kendi enerjisini üretme imkanları üzerinde durulmuş, enerji giderlerini minimuma indireyecek efektif çalışma prensibine sahip kısa sürede kendini amorti edebilecek, bununla beraber bölgemizin atık problemine çözüm oluşturacak bir enerji üretim santrali için uygun teknoloji ve kapasitenin belirlenmesine çalışılmıştır. Çalışmada üniversite kampüsünün öncelikle enerji karakteristiği ortaya konulmuştur. Akdeniz Üniversitesi kapladığı alan ve içinde yaşayan insan sayısı açısından bakıldığında küçük bir ilçenin enerji kullanımına örnek olabilecek niteliktedir. Bu kapsamda bakıldığında çalışma aynı büyüklükte belediyelerin istifade edebileceği örnek bir çalışma olmuştur.

Kampüs elektrik ve ısı enerjisi kullanımını yönünden 3 yıl boyunca incelenmiştir. Kampüsün elektrik kullanımı 2014 yılında 51.671.231 kWh/yıl, 2015 yılında 50.582.908 kWh/yıl, 2016 yılında 50.667.882 kWh/yıl olmuştur. 2015 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2014 yılı ile karşılaştırıldığında, en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %5 azalma olduğu gözlemlenmiştir. 2016 yılına ait elektrik enerjisi tüketim miktarlarının 2015 yılı ile karşılaştırıldığında ise yine en yoğun tüketimin olduğu dönemde enerji ihtiyacında %3 artış olduğu gözlenmiştir.

Bu artışların özellikle yaz aylarındaki soğutma enerjisi ihtiyacının mevsim sıcaklığına bağlı olarak değişmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte bu özellik 2016 yılında eğitim öğretim tarafında yapılan yeni fakülte binalarının enerji yükünde artışa sebep olduğu görülmektedir. Ancak aynı zamanda son yıllarda uygulanan enerji tasarrufu çalışmaları ile özellikle 2016 yılında yapılaşmaya rağmen ciddi bir enerji artışı olmayışına etkide bulunduğu bir göstergedir.

Çalışmaların yapıldığı üç yıllık dönem içerisinde kampüs yapılaşmasının arttığı, bu yapılaşmanın yanında aynı zamanda kampüs elektrik alt yapı sisteminde de düzenlemeler yapıldığı görülmüştür. Yapılan elektrik altyapısındaki iyileştirmeler ile elektrik iletim hatlarındaki kayıpların önemli oranda giderildiği ve bunun göstergesi olarak 2015 yılı toplam elektrik üretiminin 2014 yılına göre 1.088.323 kWh düştüğü tespit edilmiştir. Kampüs içi yapılaşmanın devam etmesi ve yeni fakültelerin aktive edilmesi ile 2016 yılında elektrik kullanımı 84.974 kWh artmış, bu değer 2017 yılında da %10 oranında artacağı öngörüldüğü ve bu öngörünün 2017 yılı fatura değerlerindeki inceleme neticesinde gerçekçi bir yaklaşım olduğu saptanmıştır. 2017 yılı fatura değerleri üzerinden tüketilen elektrik miktarının 54.971.972,87 kWh olduğu yapılan incelemelerde tespit edilmiştir. Üniversite yerleşkesindeki öğrenci sayısının da aynı oranda artış gösterdiği ve bu sayının 2017 yılında 69.000 öğrenciyi geçmiş olduğu görülmüştür.

Bu incelemeler ışığında Akdeniz Üniversitesi kampüsünde yıl içerisinde değişken bir enerji yüküne, hastane kullanımından dolayı enerjinin 24 saat boyunca sürekli bir ihtiyaç olduğu ve minimum enerji ihtiyacının 3,39 MWh, maksimum enerji ihtiyacının ise 12,63 MWh olduğu saptanmıştır.

Kampüse ait enerji üretim tesisinin üretim kapasitesi belirlenirken bu değerler göz önünde tutulmuştur. Enerjinin gündüz ve gece kullanımları dahil edildiğinde enerji bandı arasındaki optimal enerji kazanımının, üniversitenin maksimum fayda elde edeceği kapasite olan T2 zaman dilimi bandı üzerinde seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Buna göre kampüsün efektif olarak enerji harcamalarının olduğu dönemi temsilen 6 MWh kapasiteli bir tesisin kurulması ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Bu büyüklükte bir tesiste ısı ve elektrik kazanımlarının en yüksek olacağı tespit edilmiştir.

Çalışmada seçilen kapasite yatırım ve işletme maliyetleri yönünden, mevsimlik ve günlük değişen yük-talep eğrilerindeki farklılıklar açısından da değerlendirilmiştir. Enerji talebinin gelişimi ve bu talebi en uygun karşılayacak biyogaz motor-jeneratör grubu seçilmiştir.

Seçilen motor-jeneratör grubu 2MW'lık güçte 3 adet motordan oluşmaktadır. Bu seçimin avantajı farklı zaman dilimlerinde ihtiyaca bağlı olarak iki veya üç kademeli çalıştırma imkânı sunacak olmasıdır. Aynı zamanda düşük güçteki motorlar düşük kayıp ve maliyet avantajları da sunmaktadır. 2 adet 3MW kapasiteli bir motor-jeneratör grubu seçilmesi durumunda hem bakım masrafları artacak hem de değişken yük talebi bulunan üniversitenin ihtiyacına tam hitap edemeyecektir. Yada tek bir 6MW motor jeneratör grubu seçimi ilk yatırım maliyetini bir miktar düşürse de kademeli çalıştırma imkanını sağlayamayacaktır. Seçilen motor grubu bu açıdan optimal üretim ve iletim sisteminin planları değerlendirilerek yapılmış, en uygun motor grubudur. Ayrıca hali hazırda biyogaz motorları en fazla 2MW gücünde bulunmaktadır. Daha büyük güçte bir motor grubu için özel imalat yaptırılması gerekmektedir.

Seçilen motor jeneratör grubu açısından değerlendirildiğinde 6 MWh kapasiteli tesisin sistem verimliliği %86 olduğu hesaplanmıştır. Sistemin Elektrik ve ısı enerjisi verimliliği sırasıyla %84 ve %86 olduğu görülmüştür.

Bu hesaplamalar neticesinde üniversite elektrik enerji ihtiyacının 55.735.000 kWh/yıl olduğu, kurulacak tesisin ile 47.088.000 kWh/yıl elektrik üretim kapasitesinin olduğu, üretilen elektriğin 40.354.019 kWh/yıl lik kısmının üniversite tarafından kullanılabilceği ve bunun da elektrik ihtiyacının %72 oranında sağlanmış olacağı tespit edilmiştir. Aynı zamanda kurulacak olan tesisin buhar üretim kapasitesinin 46.528.000 kWh/yıl olduğu ve üniversitenin buhar ihtiyacını %100 oranında karşılayacağı tespit edilmiştir.

Eksik kalan elektrik ihtiyacının ise yine mevcut durumda olduğu gibi şebekeden temin edileceği öngörülmektedir.

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda 6 MW elektrik gücü üretecek bir biyogaz tesisinin ihtiyaç duyacağı yıllık yaş materyal miktarının 162.060 ton olacağı, tedarik edilen materyalin %92 çim atığı, % 7 hayvansal atık, %1 oranında yemekhane atığından oluştuğu saptanmıştır. Bu atık karışımının kuru madde oranının %17 olarak ölçüldüğü, yapılan denemeler neticesinde en verimli tesis çalışma kurumadde oranın %10 olarak tespit edildiği görülmüştür. Kurulacak tesisin yıllık biyogaz üretim potansiyeli 22.893.244 m³ olarak belirlenmiştir. Üretilen biyogazın %50 oranında metan içeriğinin olduğu tespit edilmiştir. Tesisin metan üretim potansiyelinin ise 11.446.622 m³ olacağı hesaplanmıştır.

Tesisin sürekli beslemeli çalışacağı, bekleme süresinin 38 gün, brüt fermentör hacminin 16.875 m³ olacağı yapılan hesaplamalarda görülmüştür.

Üniversite kampüsü ve yakın çevredeki atıkların toplam miktarının 23.130 ton olduğu, bu miktarın kurulması planan biyogaz tesisin ihtiyacının %17,51'ini karşıladığı görülmüştür. Tesis ihtiyacının karşılanması için dışarıdan atık tedarik edilmesi gerekliliğinin oluşabileceği, ancak kullanılacak atık profilinin %92,24 çim atıklarından oluştuğu göz önünde tutularak ve bulunulan bölge itibari ile tedarik mümkün olduğu saptanmıştır. Zira Antalya bölgesi çok sayıda golf turizmine hizmet eden otellerin olmasından kaynaklı atık bulma konusunda sorun yaşanmayacağı, bu atıkların bertaraf edilmesi konusunda da bölgede oluşan sıkıntılara da projenin hayata geçmesi ile çözüm üretilmiş olacağı düşünülmektedir.

Tesisin yaklaşık maliyeti 65.545.725 TL olarak belirlenmiştir. Bu maliyeti %40 inşaat, %8 mekanik, %52 elektrik imalatları oluşturmaktadır.

Tesis inşaatının başladığı ilk yıl hiçbir üretim ve gelir elde edilemeyecektir ancak ilk yıla ait tesisi işletmesinin masraflarının karşılanması için 334.000 TL'lik işletme sermayesine ihtiyaç duyulacaktır.

Tesisi arazi satın alma maliyeti ise 1.160.430TL olarak tespit edilmiştir.

Tesisin ilk yatırım maliyeti toplam 67.040.155 TL olarak hesaplanmıştır.

Tesis ilk yılın sonunda devreye alınabilecektir ve 38 gün sonra enerji üretimine başlayabilecektir.

Tesiste üretilen elektriğin yerleşkede kullanılması ile yıllık 23.405.331 TL, kendi buhar ihtiyacını karşılamasından kaynaklı 2.199.432TL, soğutma için harcanan elektriğin karşılanmasından kaynaklı ise 1.634.710 TL olmak üzere toplamda 27.239.474 TL gelir elde edilecektir.

Projeden elde edilecek ikinci gelir ise ihtiyaç fazlası elektriğin ve buharın satılması ile sağlanacaktır. Satılabilecek elektrik enerjisi için toplam 5.723.883 TL, buhar enerjisi için 2.499.895 TL olmak üzere toplamda 8.223.779 TL gelir elde edilebilecektir. Bu kapsamda projeden beklenen toplam gelirin 35.463.253,73 TL olacağı öngörülmektedir.

Elde edilecek bu yüksek gelire karşılık tesisin işletme masraflarının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Tesisin yıllık rutin bakımları ve işletilmesi için ihtiyaç duyulan bedelin 3.207.756TL olduğu, tesisin ağır bakımlarının yapılacağı dönemde ise bu miktarın 3.697.756 TL'ye çıkacağı, ancak bu durumda bile elde edilecek gelirin çok yüksek olduğu görülmektedir.

Tesisin gelir-gider farkları karşılaştırıldığında ikinci yıl için net karının 28.978.212TL olacağı, bu değer %26 iskonto oranı ile NBD hesaplamasında 98.915.540TL ve tesisin 20 yıllık işletim süresi sonunda 1.769.852.278TL net kar getireceği hesaplanmıştır.

Tesisin ilk yatırım maliyeti her ne kadar yüksek gibi görünse de, hazırlanmış olan bu projenin iç karlılık oranı 0,4783 ve yatırımın geri ödeme süresinin 2,31 yıl olduğu görülmektedir.

Üniversite kampüsü içerisinde kurulacak olan böyle bir tesisin avantajları sıralanacak olursa;

- Yüksek enerji tasarrufu sağlanacaktır. Enerjinin kampüsü içerisinde üretilmesinden kaynaklı olarak elektrik faturasında önemli bir paya sahip olan dağıtım bedelleri ödenmeyeceği gibi dağıtımdan dolayı olan kayıplar da önlenecektir.
- Kullanılacak sistemde elektrik üretiminden dolayı ortaya çıkan ısı, birleşik ısı geri kazanım sisteminde kullanılacağı için ısıtma, soğutma veya mekanik enerji olarak değerlendirilme imkânına sahip olacaktır.
- Elektrik üretiminde kullanılacak yakıtın biyogaz olmasından dolayı diğer fosil yakıtlar ile üretilen elektriğe göre CO₂ salınım miktarı azalacaktır.
- Kurulacak sistemden ısı enerjisi de elde edildiğinden dolayı geleneksel sistemlere göre sera gazlarının salınım miktarı düşecektir.
- Kurulacak enerji üretim santralinde sadece ihtiyacın karşılanacağı kadar üretim yapabileceği gibi, fazla üretim de satılabilecektir.
- Geleneksel elektrik üretiminde ve dağıtımında karşılaşılan sorunlar, birleşik ısı geri kazanım sistemleri entegre edilmiş tesislerde görülmeyeceğinden enerji dalgalanmalarından kaynaklı hasarlar ya da harmoniklerden kaynaklı şebekeye bir zarar verilmeyecektir.
- Kurulacak biyogaz tesisi ve elektrik üretim tesisi ilk yatırım maliyeti açısından yüksek olsa da, yüksek verimli ve yüksek tasarruflu bir yatırım olduğu ve özellikle hayati bir konu olan "enerji" hakkında olduğundan diğer yatırımlara göre çok kısa sürede kendisini amorti edeceği görülmektedir.

Yapılan çalışmada hazırlanmış olan sistemde elektrik üretimi yanında ısı enerjisi de değerlendirilmiştir. Ancak birleşik ısı geri kazanım sistemlerinde atık ısıların soğutma enerjisinde de kullanımı oldukça yaygın bir durumdur. Bu sebepten dolayıdır ki, çalışmanın devamında atık ısılarının soğutma enerjisi için kullanılması olanakları detaylı olarak incelenmelidir. Özellikle Hastane bölümünün soğutma enerjisi için öncelikli departmanlar belirlenip saha çalışmaları yapılarak, teknik çalışmalarda birleşik soğutma ve ısı geri kazanım avantaj ile dezavantajlarının belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca ısıtma gerekmeyen dönemlerde veya mevsimsel değişikliklerle ısıtmanın belirli bir süre gerekli olmadığı dönemlerde, buhar türbinleri kullanılarak ortaya çıkan ısıdan bir kez daha elektrik enerjisi üretilebilir ya da mekanik enerji olarak kullanılabilir. Bu alternatifler daha sonra yapılacak bir çalışmada değerlendirilebilir.

6. KAYNAKLAR

- Abbasi, T., Tauseef, S. M. and Abbasi, S. A. 2012. Biogas Energy. New York: Springer New York, 103 s.
- Akman, E. 2019. Dalı darıdan üretilebilecek metan miktarının artırılması için ön işlem ve tavuk gübresi ile ko-fermantasyonunun incelenmesi. Doktora tezi. Akdeniz Üniversitesi, Antalya. 113 s.
- Aksay, M. 2018. Farklı türden atıkların anaerobik kofermantasyon yöntemi ile biyogaz üretimi için optimum işletme şartlarının belirlenmesi. Doktora Tezi. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük. 113 s.
- Aktan, C. Ç. 1999. Kamu yatırım projelerinde israfları ortadan kaldırmak ve rasyonel karar almak için fayda maliyet analizi. Yeni Türkiye Mart -Nisan 103-119 s.
- Amon, T. and Boxberger, J. 1999. Organic wastes for codigestion in agricultural biogas plants: guidelines and legal conditions in Austria. In: Proceedings of the IEA workshop: Hygienic and environmental aspects of anaerobic digestion: legislation and experiences in Europe. Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany. 8694 s.
- Amon, T., and Boxberger, J., 1999. Biogas production in agriculture-safety guidelines, confermentation and emissions from combined heat and power couplings, University of Agricultural Sciences, Inst. of Agricultural, Environmental and Energy Engineering. Vienna Austria. 2000: 458-463
- Amorim, A., Foresti, M. and Zaiat, E. 2005. Performance and stability of an anaerobic fixed bed reactor subjected to progressive increasing concentrations of influent organic matter and organic shock loads. *J Environmental Management*, S. 76(4): 319-323.
- Andrade, D. C. Marin-Perez, H., Heuwinkel, M., Lebuhn und A. Gronaue, 2009. Biogasgewinnung aus grassilage: untersuchungen zur prozessstabilität. bayerische landesanstalt für landwirtschaft, Institut für landtechnik und tierhaltung. bayerische landesanstalt für landwirtschaft, institut für landtechnik und tierhaltung. <https://www.researchgate.net/publication/313737279> [Son erişim tarihi: 08.02.2018].
- Anonim. 2000. At information: biogas. [Http://www5.Gtz.De/Gate/ Techin Fo/Biogas/At_Biogas.html](http://www5.gtz.de/Gate/TechinFo/Biogas/At_Biogas.html). [Son erişim tarihi: 08.02.2018]
- Anonim. 2002. Anaerobic digestion of farm and food processing residues. british biogen, [Www.Mrec.Org/Biogas/Adgpg.Pdf](http://www.mrec.org/Biogas/Adgpg.pdf). [Son erişim tarihi: 08.02.2018].
- Apha. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater., Washington, D.C.: 21th Ed., Apha., [Son erişim tarihi: 08.08.2018].

- Aşker, M. 2013. Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları. Ankara: TC Avrupa Birliği Bakanlığı.<http://Gensed.Org/Cf/Cd/1346016ef040f9bbf9d2a5517382a30ee4d71387896230.Pdf> [Son erişim tarihi: 08.02.2018]
- Ayanoğlu, K., Düzyol, M., İter, N., & Yılmaz, C. 1996. Kamu yatırım projelerinin planlanması ve analizi. Ankara: Dpt. İktisadi sektörler ve koordinasyon genel müdürlüğü. Proje, yatırımları değerlendirme ve analiz dairesi. Ankara
- Boyd, R. 2000. Internalising environmental benefits of anaerobic digestion of pig slurry in Norfolk. University of East Anglia, Www.Green-Trust.Org/Pigslurryadproject.Pdf . [Son erişim tarihi: 08.02.2018]
- Börjesson, P. B. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems—part 1: Fuel-cycle emissions. *Biomass And Bioenergy*, 30: 469–485.
- Buffiere, P., Loisel, D., Bernet, N., & Delgenes, J. 2006. Towards New Indicator For The Prediction Of Solid Waste Anaerobic Digestion Properties. *Wat. Sci.&Tech.*, S. 53(8): 233-241.
- Buğutekin, A. 2007. Atıklardan biyogaz üretiminin incelenmesi.Doktora tezi. Marmara Üniversitesi. İstanbul.157 s
- Callaghan, F., Wase, D., Thayanithy, K., & Forster, C. 2002. Continuous co-digestion of cattle slurry with fruit and vegetable wastes and chicken manure. *Biomass And Bioenergy*, 27:71-77. s.
- Canyurt, A. 2005. Estimating the türkish residential- commercial energy output based on genetic algorithm (ga) approaches. *Energy. Policy*, 1011-1019.
- Carrere, H., Sialve, B., & Bernet, N. 2009. Improving pig manure into biogas by thermal and thermo-chemical pretreatments. *Bioresource Technology*,. 100, 3690–3694.
- Chinnaraj, S., & Rao, G. 2006. Implementation of an uasb anaerobic digester at bagasse-based pulp and paper industry. *Biomass And Bioenergy*, 30: 273–277.
- Crookes, R. 2006. Comparative bio-fuel performance in internal combustion engines. *Biomass And Bioenergy*, 30: 461–468
- Demi, I., ve Emeksiz, C. 2016. Yenilenebilir enerji kaynaklarının türkiye potansiyeli ve kullanımı. Eeb 2016. Elektrik-elektronik ve bilgisayar sempozyumu. Tokat, Türkiye.
- Demirbas, F., Balat, M., & Balat, H. 2011. Biowastes-to-biofuels. *Energy Conversion And Management*. 52(4):1815-1828
- Demirbugan, M. 2007. Madencilik yatırım projelerinin ekonomik karlılık analiziyle değerlendirilmesi. *Dergipark*, 3-11.

- Demirburgan, M. 2008. Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde net bugünkü değer(nbd) ve iç karlılık oranı(iko) yöntemlerinin karşılaştırılması. Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Afyon, C.X ,S 11.
- Deviren, H., İlkılıç, C. and Aydın, S. 2017. Biyogaz üretiminde kullanılabilen materyaller ve biyogazın kullanım alanları. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, Cilt 7 Sayı 2/2 .
- Dpt.Gov.Tr. 2013. Kamu yatırım programı hazırlama rehberi. Ankara: [Www.Dpt.Gov.Tr/Kamuyat/Index.Html](http://www.dpt.gov.tr/kamuyat/index.html).
- Dumlu, F. 2011. Evsel Atıksu arıtma tesisi çamurları ile termokimyasal ön arıtım uygulanmış lignoselülozik atıkların birlikte anaerobik parçalanabilirliğinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi. Antalya.213 s.
- Eder, B., and Schulz, H. 2006. Biogas- praxis. grundlagen- planung- anlagenbau-beispiele. Ökobuch Staufen. Doi: Isbn-13: 978-3922964599.
- Eigm,T.C. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı. 2015. 2014 Yılı genel enerji dengesi tablosu. [Http://Www.Eigm.Gov.Tr](http://www.eigm.gov.tr)
- Eigm,T.C. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı. 2019. 2018 Denge raporu. Ankara: Elektrik işleri genel müdürlüğü. [Www.Eigm.Gov.Tr](http://www.eigm.gov.tr) Adresinden Alındı Adresinden Alındı
- Ekinci, K., Kulcu, R., Kaya, D., Yaldiz, O., Ertekin, C., ve Ozturk, H. 2010. The prospective of potential biogas plants that can utilize animal manure in Turkey. *Energy Exploration & Exploitation*(28(3)), 187-206.
- El-Mashada, H. M., Zeeman, G., K.P.Van Loonb, W., Botb, G. P., and Lettingab, G. 2004. Effect of temperature and temperature fluctuation on thermophilic anaerobic digestion of cattle manure. *Bioresource Technology*, 95, Pp. 191–201.
- Emo. (2019). Türkiye’de Elektrik enerjisi kurulu gücü. Ankara: Elektrik Mühendisleri Odası, Elektrik İstatistikleri Çalışma Grubu 2018.
- Enerjiportalı. 2018. Şarkışla Belediyesi Biyogaz Tesisi. [www.Enerjiportalı.com](http://www.enerjiportalı.com) [Son erişim tarihi: 08.01.2019]
- Epdk. 2018. Elektrik piyasası 2017 yılı piyasa gelişim raporu. Ankara: Elektrik Piyasası Düzenleme Kurulu.
- Epias. 2018. Epias_2017_Yillik_Bulten. Ankara: Türkiye Enerji Piyasaları İşletmesi. [Ttps://Www.Epias.Com.Tr/Wp-Content/Uploads/2018/03/Epias_2017_Yillik_Bulten_V2.Pdf](https://www.epias.com.tr/Wp-Content/Uploads/2018/03/Epias_2017_Yillik_Bulten_V2.Pdf) [Son erişim tarihi: 08.08.2018]
- Eryaşar, A. 2007. Kırsal kesime yönelik bir biyogaz sisteminin tasarımı, kurulumu, testi ve performansına etki eden parametrelerin araştırılması. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi. İzmir. 302 s.

- Etkb. 2019. Türkiye elektrik enerjisi talep projeksiyonu raporu.Pdf. Ankara: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. [Son erişim tarihi: 08.05.2019]
- Eüaş, A. P. 2015. Elektrik Üretim Sektör Raporu 2015. Enerji Bakanlığı. [Son erişim tarihi: 08.07.2018]
- Fnr. 2013. Leitfaden biogas 2013. Fachagentur nachwachsende rohstoffe e.v. (fnr). deutsches biomasseforschungszentrum gmbh (dbfz), kuratorium für technik und bauwesen in der landwirtschaft e. v. (ktbl) und rechtsanwaltskanzlei schnutenhaus and kollegen. Almanya. 244s
- Fnr. 2016. Leitfaden Biogas; von der gewinnung zur nutzung. fachagentur nachwachsende rohstoffe e. v. (fnr). deutsches biomasseforschungszentrum gmbh (dbfz), kuratorium für technik und bauwesen in der landwirtschaft e. v. (ktbl) und rechtsanwaltskanzlei schnutenhaus and kollegen. Almanya. 244s
- Gedik, T., Akyüz, K., and Akyüz, İ. 2005. Yatırım Projelerinin Hazırlanması Ve Değerlendirilmesi (İç Karlılık Oranı Ve Net Bugünkü Değer Yöntemi İle İncelenmesi). *Zkü Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7.
- Göğül, G. 2016. Ankara'da müstakil bir konutun nihai enerji tüketimini en aza indirebilmenin yollarının araştırılması ve tekno-ekonomik değerlendirilmesi,. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.236 s.
- Gustavsson, M. 2000. Biogas technology-solution in search of its problem – a study of small-scale rural technology introduction and integration. Department of Interdisciplinary studies humen ecology section . Göteborg University, Göteborg. 102 s.
- Gürbüz, A. 2006. Enerji verimliliğinin emisyonlara etkisi. 11 Mayıs/ İklim Değişikliği Çerçevesinde Enerji Sektörü Paneli. Ankara. .
- Gürtunca, İ. U. 2013. Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde reel opsiyon yaklaşımı,. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara. 106 s.
- Bouallagui, H., Lahdheb, H., Romdan, E.B., Rachdi, B. and Hamdi. M. 2009. Improvement of fruit and vegetable waste anaerobic digestion performance and stability with co-substrates addition. *Journal Of Environmental Management*, 90, 1844-1849.
- Hoogwijk, M. 2008. On the global and regional potential of renewable energy Sources. *Renewable Energy Policy Network For The 21st Century* .
- Hotunoğlu, H., and Yılmaz, O. 2015. Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler ve türkiye *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 2, Sayı: 2* 74-97
- IEA, BP, OME Tahmin 2017. Doğalgaz sektörü, iktisadi araştırmalar bölümü iş bankası. İş Bankası İktisadi araştırmalar bölümü yayınları.48s

- Iea; International Energy Agency. 2017. Iea Statistics: World Energy Balances Overview 2017. [Http://Www.İea.Org/Statistics](http://www.İea.Org/Statistics), [Son erişim tarihi: 19.03.2018]
- Jewell, W. K. 1986. Cogeneration of electricity and heat from biogas,. Serı/Str-231-2844, Golden, . Colorado.
- Karakuz, S. 2017. Almanya biyogaz sektörüne bakış. *Biyoyakıt Dünyası* -S. 64-66
- Karim, K., Hoffmann, R., Klasson, K. T., & Al-Dahhan, M. 2005. Anaerobic digestion of animal waste: Effect of mode of mixing. *Water Research*, S. 39: 3597–3606.
- Karve, A. K. 2005. A new compact biogas system based on sugary/starchy feedstock. *Energy For Sustainable Development*, Volume İx, 1, Pp. 63-65 .
- Kaya, D., Tırıs, M., Yıldız, O., Saraç, İ., Ekinci, K., Koçar, G., Saraç, M. 2009. Bitkisel ve hayvansal atıklardan biyogaz üretimi ve entegre enerji üretim sisteminde kullanımı (biyogaz). Tmmob Makina mühendisleri Odası S.50.
- Kaygusuz, K. T. (2002a). Biomass energy potential in Turkey. *Renewable Energy*, 26, Pp. 661-678 .
- Kidwell, S., and Peterson, L. 1981. Financial Institutions, Markets and money. The Dreydan Press. 704 s.
- Kilci, M. 2015. 2015-2019 Stratejik Planı. Enerji ve tabi kaynaklar bakanlığı müsteşarlığı. Ankara: Enerji ve tabi kaynaklar bakanlığı.
- Kishore, V. R. 1987. Fixed Dome Biogas Plants-A Desing, Construction And Operation Manual. *Tata Energy Research Institute*, New Delhi . Record Number : 19892439676
- Koçar, G., Eryaşar, A., İllez, B., Kutlu, Ö., & Arıcı, Ş. 2007. Biyogaz reaktörlerinde yaz ve kış şartlarına göre dizayn edilen güneş enerjisi destekli ısıtma sistemlerinin ekonomik açıdan karşılaştırmalı olarak incelenmesi,. Güneş enerjisi sistemleri sempozyum ve sergisi, 8-10 Haziran, Tmmob Makina Mühendisleri Odası. Mersin.
- Korucu, Y. Ç. 2005. Enerji verimliliği, çevre ve enerji verimliliği kanun tasarısı taslağı, . İklim değişikliğinin türkiye'ye ve sanayi'ye etkileri paneli, 22 Kasım 2005, . Tobb. Ankara.
- Leggett, J., Graves, R., and Lanyon, L. 2002. Anaerobic Digestion: Biogas Production And Odor Reduction From Manure. [://Www.Age.Psu.Edu/Extension/Factsheets/G/G77.Pdf](http://www.Age.Psu.Edu/Extension/Factsheets/G/G77.Pdf).
- Lehtomäki, A. H. 2007. Laboratory investigations on co-digestion of energy crops and crop residues with cow manure for methane production: Effect of crop to manure ratio. resources, *Conservation And Recycling*, 51 (3): 591–609.

- Linke, B. 2006. Kinetic study of thermophilic anaerobic digestion of the solid wastes from tomato processing. *Biomass And Bioenergy*. Volume 30, Issue 10, October 2006, Pages 892-896
- Martı nez-Pe rez, N., Cherryman, S.J., Premier, G.C., Dinsdale, R.M., Hawkes, D.L., Hawkes, F.R., Kyazze, G., Guwy, A.J., 2007. The potential for hydrogen-enriched biogas production from crops: Scenarios in the Uk. *Biomass And Bioenergy*, In Press. 31: 95-176
- Mata-Alvarez, J., Dosta, J., Romero-Güiza, M. S., Fonoll, X., Peces, M., and Astals, S., 2014. A critical review on anaerobic co-digestion achievements between 2010 and 2013 . *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. 36: 412-427
- Mavi Kitap, 2. 2015. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı, bağlı, ilgili ve ilişkili kuruluşların amaç ve faaliyetleri. Ankara: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Mavi-Kitaplar> [Son erişim tarihi: 08.08.2018]
- Mckendry, P. 2002. Energy production from biomass (Part 2): Conversion technologies. *Bioresource Technology*, 83: 47-54 .
- Mears, D. 2001. Biogas Applications for large dairy operations: Alternatives to conventional engine-generators, . Cornell Cooperative Extension Association Of Wyoming County.
- Merkez Bankası. 2018. Yıllık Enflasyon Oranları. Ankara: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tr/tcmb+tr/main+menu/istatistikler/enflasyon+verileri/tuketici+fiyatları>. [Son erişim tarihi: 08.04.2019]
- Mitzlaff, K. 1988. Engines For Biogas, . A Publication Of The Deutsches Zentrum Für Entwicklungstechnologien, Gate, . A Division Of The Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (Gtz) Gmbh .
- Mwm. 2018, Mwm Optimizes gas engines in the Tcg 2020 Series for Biogases. www.mwm.net. [Son erişim tarihi: 08.04.2019]
- Nelson, C., and Lamb, J. 2002. Final report: Haubenschild farms anaerobic digester,. The minnesota project, www.mnproject.org/pdf/haubyrptupdated.pdf. [Son erişim tarihi: 08.08.2018]
- Neves, L., Oliveira, R., and Alves, M. 2009. Co-Digestion of cow manure, food waste and intermittent input of fat. *Bioresource Technology*, 100: 1957-1962.
- Öz, M. E. U. 2006. Bursa için konutlarda enerji tüketim karakteristiklerinin belirlenmesi ve bu konutlar için yakıt hücreleri ile alternatif enerji üretim sistemlerinin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi,, Bursa, 289 s.
- Öztürk, H. 2011. Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Adana: Hasad Yayıncılık. 256s.
- Pagilla, K., Kim, H., and Cheunbarn, T. 2000. Aerobic thermophilic and anaerobic mesophilic treatment of swine waste. *Wat. Res.*, 34, 10,: 2747-2753.

- Ravena, R. G. 2007. Biogas Plants In Denmark: Successes And Setbacks. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 11: 116–132 .
- Roubaud, A. and D. Favrat. 2005. Improving Performances Of A Lean Burn Cogeneration Biogas Engine Equipped With Combustion Prechambers,,*SchinceDirect : S. Fuel*, 84: 2001-2007.
- Ruggeri, B. 1986. Kinetic And Thermal Aspects Of Biogas Production. *Agricultural Wastes*, 16: 183-200 .
- Rutz, D., Janssen, R., Hoffstede, U., Beil, M., Hahn, H., Kulisic, B., Jurić, Ž., Kruhek, M., Ribic, B., Haider, P., Gostomska, A., Nogueira, M.A., Martins, A.S., Martins, M., doCéu Albuquerque, M., Dzene, I., Niklass, M., Gubernatorova, I., Schinnerl, D.. J. 2011. Organic Waste For Biogas Production In Urban Areas. Proceedings Of 19th European Biomass Conference And Exhibition,3.4.27: 2125–2131.
- S.Uemura, and Harada, H. 2000. Treatment Of Sewage By A Uasb Reactor Under Moderate To Low Temperature Conditions. *Bioresource Technology*, 72: 275-282.
- Sarıaslan, H. 1990. Yatırım Projelerinin Hazırlanması Ve Değerlendirilmesi, Planlama-Analizfizibilite. Ankara: Turhan Kitapevi.448 s.
- Seadi, T. Al, Lukehurst, C., Saedi, T. Al, Lukehurst, C., Seadi, T. Al, and Lukehurst, C. 2012. Quality management of digestate from biogas plants used as fertiliser. yayıncı kuruluş IEA Bioenergy, 36 s
- Siemons, R. 2002. How European Waste Will Contribute To Renewable Energy. *Energy Policy*, 30: 471–475 .
- Şenol, H. 2017. Türkiye’de biyogaz üretimi için başlıca biyokütle kaynakları. *Beu Journal Of Science*, 81-92.
- T.Yüksel, 2. 2001. Biyogaz, Güneş Ve Toprak Enerjisi Kaynaklı Sera Isıtmasının Araştırılması. Elazığ: Fırat Üniversitesi.
- Teiaş. 2015. “Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2015-2019”. <https://www.teias.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 08.04.2019]
- Teiaş. 2016. 2015 yılı üretim tüketim değerleri”, <Http://Www.Teias.Gov.Tr/Yuktevziraporlari.AspX>. Teiaş Yük Tevzi Daire Başkanlığı. [Son erişim tarihi: 08.08.2018]
- Teiaş. 2018. Türkiye kurulu gücünün birincil enerji kaynaklarına göre yıllar itibariyle gelişimi. . Ankara: Türkiye Elektrik İletim A.Ş. <https://www.teias.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 08.08.2018]
- Teiaş. 2019. Türkiye Elektrik Sistemi Kuruluş Ve Kaynaklara Göre Kurulu Güç. Ankara: Türkiye Elektrik İşleri A.Ş. Https://Www.Teias.Gov.Tr/Sites/Default/Files/2018-08/Kurulu_Guc_Temmuz_2018.Pdf Adresinden Alındı [Son erişim tarihi: 08.02.2019]

- Türkyılmaz, O. 2007. Türkiye'nin yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları. Iv. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları sempozyumu Kayseri : 25-44.
- Us, E., and Perendeci, A. 2012. Improvement of methane production from greenhouse residues: optimization of thermal and h2so4 pretreatment process by experimental design. *Chemical Engineering Journal*, 181-182: 120-131.
- Vijayalekshmy, M. 1985. Biogas technology-an information package. Bombay : *Tata Energy Research Institute*.
- Walker-Technik.De. 2019. Biogas-fermenter-bestückung. Walker-Technik.De : [Www.Walker-Technik.De](http://www.Walker-Technik.De) Adresinden Alındı [Son erişim tarihi: 08.04.2019]
- Wellinger, A., Murphy, J., and Baxter, D., 2013. The biogas handbook: science, production and applications. *Woodhead Publishing Limited*. 512 s.
- Werner, U., Stöhr, U., and Hees, N. 1989. Biogas Plants In Animal Husbandry. A Publication Of The Deutsches Zentrum Für Entwicklungstechnologien. Gate: Division Of The Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (Gtz) Gmbh.
- Wilkie, A. 2003. Anaerobic Digestion Of Flushed Dairy Manure, . Anaerobic Digester Technology Applications In Animal Agriculture–A National Summit, Water Environment Federation, Alexandria, Virginia, P.350-354 .
- Yaldız, O. ve Külcü, R. (2014). The composting of agricultural wastes and the new parameter for the assessment of the process. *Ecological Engineering*, Volume 69, Pages 220-225.
- Yaldız, O. 2004. Biyogaz Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Basımevi. Antalya. ISBN : 975-7666-64-5
- Yaldız, O. 2009 Organik atıklardan biyogaz üretim tekniği. Akdeniz üniversitesi ziraat fakültesi tarım makinaları bölümü. Antalya.
- Yegm. 2017. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığı yenilenebilir enerji genel müdürlüğü. Ankara. <http://www.yegm.gov.tr/> [Son erişim tarihi: 08.04.2019]
- Yüksel, T. 2001. Biyogaz, Güneş Ve Toprak Enerjisi Kaynaklı Sera Isıtmasının Araştırılması. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi. Elâzığ 175 s.

7. EKLER

**BİYOĞAZ TESİSİ YAKLAŞIK MALİYET
(Miktar + Tutarlar + Porsantajlar)**

01 - İNŞAAT

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı	Porsantaj
1	15.140/2	Temel tabanına el ile tuvenan kum çakıl serilmesi ve sıkıştırılması	M3	6670,000	24,41	162.814,70	0,248399
2	15.140/3	Hafif agrega (elenmiş kömür curufu) ile dolgu yapılması	M3	3050,573	4,43	13.514,04	0,020618
3	15.140/5	Makine ile tuvenan kum çakıl temin edilerek, el ile serme, sulama, sıkıştırma yapılması	M3	103,234	12,18	1.257,39	0,001918
4	17.175/MK	50x20x10 cm boyutlarında normal çimentolu buhar kürlü beton bordür döş.	MT	254,000	10,76	2.733,04	0,004170
5	18.071/3AMK	24X14,5X23,50 İZO TUĞLA İLE DUVAR YAPILMASI	M2	1534,460	24,38	37.410,13	0,057075
6	18.139/D5-A	12.5 MM ÇİFT KAT SUYA VE YAN.DAY.ALÇI DUVAR LEV.ARASINA 5CM(70/KG/M3)TAŞ YÜNÜ İLE METAL .ISK. AKUSTİK GİYDİRME DUVAR YAPILMASI(DUVAR PROFİLİ İLE)	M2	295,703	47,75	14.119,82	0,021542
7	18.324	H=25 cm boşluklu hafif beton blok (asmolen) döşenmesi	M2	3918,922	16,94	66.386,54	0,101283
8	18.351/A/MK	Dış duvarlarda madeni dilatasyon fugası yapılması (alüminyum kapaklı)	MT	133,200	85,45	11.381,94	0,017365
9	18.353/A/MK	Bina içinde duvar,tavana madeni dilatasyon fugası yapılması (alüminyum kapaklı)	MT	18,900	65,64	1.240,60	0,001893
10	18.354/A/MK	Döşemede madeni dilatasyon fugası yapılması (alüminyum kapaklı)	MT	354,300	93,39	33.088,08	0,050481
11	18.460/1	ø150 mm spiral sarımlı pvc boru döşenmesi (drenaj,y.suyu için)	MT	1444,000	19,51	28.172,44	0,042981
12	18.460/2	ø200 mm spiral sarımlı pvc boru döşenmesi (drenaj,y.suyu için)	MT	2200,000	22,75	50.050,00	0,076359
13	19.049/5A	TAŞ YÜNÜ İLE ISI YALITIMI YAPILMASI	M2	17767,150	9,58	170.209,30	0,259680
14	19.104/C2	0.75mm çap.ve 6 cm boy.tutkallı sonu kancalı çel.tel.beton takviyesi yapılması	KG	2597,325	4,19	10.882,79	0,016603
15	21.011	Düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı	M2	21519,700	19,59	421.570,92	0,643171
16	23.256	Cam elyaf takviyeli kompozit rögar kapağı temini ve yerine konulması (kapak net açıklığı minimum 600 mm)	AD	20,000	330,89	6.617,80	0,010096
17	25.015/1	Demir imalatın 1 kat antipas 2 kat yağlı boyayla boyanması	M2	605,184	10,78	6.523,88	0,009953

18	25.016/1	Demir imalatın 2 kat antipas 2 kat yağlı boyayla boyanması	M2	24460,66 0	13,54	331.197,34	0,505292
19	25.045	Yeni sıva yüzeyin beyaz üç kat kireç badana yapımı	M2	2407,080	1,69	4.067,97	0,006206
20	25.137	Demir, madeni imalatı korozyona karşı 2kat boyama	M2	1434,320	10,41	14.931,27	0,022780
21	26.302/C1	3 cm kalınlığında açık renkli traverten ile döşeme kaplaması yapılması. (3x30xserbestboy)	M2	1448,445	84,14	121.872,16	0,185935
22	26.502/MK	Beyaz çimentolu, tek tabakalı terrazo karo plak (suni mermer - sınıf 2) ile iç mekanlarda döşeme kaplaması yapılması (cilalı) (250x250mm/300x300mm/330x330mm vb. ebatlarda)	M2	305,272	47,35	14.454,63	0,022053
23	26.622/C	Renkli mermer plaklar ile merdiven basamağı kaplaması (basamak 3 cm, riht 2 cm kalınlığında) yapılması	MT	649,000	45,55	29.561,95	0,045101
24	26.641/C	Açık renkli traverten plaklar ile merdiven basamağı kaplaması (basamak 4 cm, riht 3 cm kalınlığında) yapılması	MT	36,000	52,60	1.893,60	0,002889
25	26.702/C1	3 cm kalınlığında renkli mermer plaklar ile dış denizlik yapılması (3x30xserbestboy)	M2	164,412	104,54	17.187,63	0,026222
26	26.752/C1	3 cm kalınlığında renkli mermer plaklar ile parapet yapılması (3x30xserbestboy)	M2	164,412	108,54	17.845,28	0,027226
27	26.761/C1	3 cm kalınlığında açık traverten levhalarla parapet yapılması (3x30xserbestboy)	M2	12,238	111,71	1.367,11	0,002086
28	27.502/MK	250/350 çimento dozlu harçla düz sıva yapılması	M2	30580,74 5	16,03	490.209,34	0,747889
29	27.532/MK	Kireç-çimento karışımı harçla düz sıva yapılması.	M2	13149,40 1	12,05	158.450,28	0,241740
30	27.535/1	Alt 350dz çim.üst 0.1m3/250kg.krç-çim.tavan sıvası	M2	1559,840	11,64	18.156,54	0,027701
31	27.560/16	2 mm kalınlıkta beton,sıva ve benzeri yüzeylere silikon katkılı akrilik esaslı kaplama yapılması	M2	37120,99 0	16,44	610.269,08	0,931059
32	27.581/Mak/A	5,5 CM 350 DOZ TESVİYE BETONU YAPILMASI	M2	18380,46 0	15,53	285.448,54	0,435495
33	27.581/MK	200 dz çimento harcıyla tesviye tabakası yapımı	M2	8073,000	7,75	62.565,75	0,095454
34	27.586/MK	4 cm kalınlığında 500 kg çimento dz şap yapımı	M2	35180,51 3	13,85	487.250,11	0,743374
35	MSB.922/A	13 MM COMPACT LAMİNANT İLE BÖLME PANOSU VE KAPI YAPILMASI	M2	574,180	173,33	99.522,62	0,151837
36	ÖZF	Kamyon ve kepçe	Ad	4,000	750,00	3.000,00	0,004577
37	Y.15.001/1A	Makine ile yumuşak ve sert toprak kazılması (serbest kazı)	M3	4720,213	2,69	12.697,37	0,019372
38	Y.15.006/2B	Makine ile her derinlik ve her genişlikte yumuşak ve sert küskülük kazılması (derin kazı)	M3	16200,00 0	4,55	73.710,00	0,112456
39	Y.15.010/3B	Makine ile patlayıcı madde kullanılarak her derinlik ve her genişlikte yumuşak kaya kazılması (derin kazı)	M3	16200,00 0	17,25	279.450,00	0,426344

40	Y.15.014/5B	Makine ile patlayıcı madde kullanmadan her derinlik ve her genişlikte sert kaya kazılması (derin kazı)	M3	14200,00 0	26,95	382.690,00	0,583852
41	Y.16.050/04	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, c 20/25 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M3	1008,778	109,35	110.309,87	0,168295
42	Y.16.050/06	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, c 30/37 basınç dayanım sınıfında beton dökülmesi (beton nakli dahil)	M3	18300,00 0	124,98	2.287.134,00	3,489372
43	Y.18.001/C01	85 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x 85 x 190 mm) ile duvar yapılması	M2	9210,825	18,45	169.939,72	0,259269
44	Y.18.001/C05	190 mm kalınlığında yatay delikli tuğla (190 x 190 x 135 mm) ile duvar yapılması	M2	7890,424	25,50	201.205,81	0,306970
45	Y.18.461/001	3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) cam tülü taşıyıcı ve 3 mm kalınlıkta plastomer esaslı (-5 soğukta bükülmeli) polyester keçe taşıyıcı polimer bitümlü örtüler ile iki kat su yalıtımı yapılması	M2	5075,395	20,64	104.756,15	0,159821
46	Y.18.461/042	250 gr/m ² ağırlıkta geotekstil keçe serilmesi	M2	26000,46 0	2,14	55.640,98	0,084889
47	Y.19.055/053	5 cm kalınlıkta taşıyıcı levhalar (min. 120 kg/m ³ yoğunlukta) ile dış duvarlarda dıştan ısı yalıtımı ve üzerine ısı yalıtım sıvası yapılması (mantolama)	M2	36390,24 5	44,99	1.637.197,12	2,497794
48	Y.19.056/013	5 cm kalınlıkta ekspande polistren levhalar (eps - 30 kg/m ³ yoğunluğunda) ile bodrum perdelerinde su yalıtımı üzerine ısı yalıtımı yapılması	M2	18820,00 0	11,29	212.477,80	0,324167
49	Y.19.057/002	4 cm kalınlıkta yüzeyi düzgün levhalar (xps - 300 kpa basınç dayanımlı) ile yatayda (zemine oturan (toprak teması) döşemelerde veya ters teras çatılarda vb.) ısı yalıtımı yapılması	M2	5731,550	9,83	56.341,14	0,085957
50	Y.19.085/007	Çimento esaslı polimer modifiyeli iki bileşenli kullanıma hazır yalıtım harcı ile 3 kat halinde toplam 2 mm kalınlıkta su yalıtımı yapılması	M2	3920,180	16,75	65.663,02	0,100179
51	Y.21.050/C01	Çelik borudan kalıp iskelesi yapılması (0,00-4,00m arası)	M3	26336,56 5	3,81	100.342,31	0,153087
52	Y.21.051/C01	Çelik borudan tam güvenli cephe iş iskelesi yapılması (0,00-51,50m arası)	M2	3657,345	4,03	14.739,10	0,022487
53	Y.21.051/C03	Çelik borudan tavanlar için tam güvenli iş iskelesi yapılması (0,00-21,50m arası)	M3	13686,72 6	3,51	48.040,41	0,073293
54	Y.21.280/03	Ac4 sınıf 32 laminat yer kaplaması ile döşeme kaplaması yapılması (süpürgelik dahil)	M2	3543,870	24,30	86.116,04	0,131383
55	Y.23.010	Nervürlü çelik hasırın yerine konulması 1,500-3,000 kg/m ² (3,000 kg/m ² dahil)	TON	1,850	1.834,06	3.393,01	0,005177
56	Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	TON	4415,180	1.727,34	7.626.517,02	11,63541 5

57	Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	TON	4849,442	1.702,65	8.256.902,42	12,59716 4
58	Y.23.176	Lama ve profil demirlerden çeşitli demir işleri yapılması ve yerine konulması	KG	13562,00 0	4,99	67.674,38	0,103248
59	Y.23.244/E	Elektrostatik toz boyalı ısı yalıtımsız alüminyum doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması	KG	4533,864	16,95	76.848,99	0,117245
60	Y.23.244/L	Elektrostatik toz boyalı ısı yalıtımlı alüminyum doğrama imalatı yapılması ve yerine konulması	KG	1799,000	17,95	32.292,05	0,049266
61	YFA.4	6 MM TEMPERLİ +12MM HAVA BOŞUĞU+ 6MM GÜNEŞ VE ISI KONTROL KAPLAMALI RENKLİ REFLEKTE TEMPERLİ CAM TAKILMASI	M2	872,823	190,40	166.185,50	0,253541
62	YFA.6	Yangın güvenlik kapısı yapılması	Ad	2,000	866,40	1.732,80	0,002644
63	YFA.7	Laminant Kaplamalı 19mm kal.Mdf Aküstik Panel Duvar Kaplaması Arası 5 cm (70 kg/m3)Taş Yünü Yapılması	m2	116,665	63,33	7.388,39	0,011272
64	YFA.8	Laminant kaplamalı 19mm Mdf Panel Duvar Kaplaması arası 5cm(70 kg/cm3) Taş yünü yapılması	m2	116,665	54,36	6.341,91	0,009676
65	YFA.9	TABAN TUĞLASI İLE ZEMİN KAPLAMA YAPILMASI(215*105*50mm)	M2	375,850	50,68	19.048,08	0,029061
Toplam						25.970.000,00	

02.01 - Sıhhi Tesisat

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı	Pursantaj
1	072.701	Lavabo tesisatı gömme tip bataryalı (pirinçten)1.sınıf	TK	1,000	111,00	111,00	0,019136
2	073.202	Ayna takriben 40x60 cm (kristal cam)	AD	1,000	41,60	41,60	0,007172
3	075.103	Plastik sifonlu takriben 50x60 cm ekstra sınıf sırlı seramikten alaturka hela taşı	AD	1,000	68,20	68,20	0,000104
4	080.101	Normal tip pisuvar ve tesisatı (pirinç sifonlu) 30x25x40 ekstra sınıf	TK	8,000	97,00	776,00	0,001184
5	083.202	1 gözlü damlalıklı eviye,paslanmaz çelik 50x100 cm	AD	5,000	65,00	325,00	0,000496
6	084.101	Bir gözlü eviye tesisatı,bataryalı,pirinç sifonlu 1.sınıf	AD	5,000	113,00	565,00	0,000862
7	087.101	Sırlı seramikten duş teknesi takriben 80x80x10 cm (ekstra kalite)	AD	1,000	201,00	201,00	0,000307
8	089.105	Uzun musluk 1/2" (süzgeçli rozat dahil)	AD	17,000	17,10	290,70	0,000444
9	089.1612	Çift kumandalı, duvardan çıkışlı banyo bataryası	AD	1,000	176,00	176,00	0,000269
10	089.952	Zaman ayarlı pisuvar musluğu, sıva altı (krome)	AD	8,000	158,00	1.264,00	0,001928

11	094.400	Paslanmaz çelik kağıtlık	AD	1,000	15,70	15,70	0,000790
12	097.101	Pik bodrum süzgeci 15x24 cm	AD	12,000	29,40	352,80	0,000538
13	097.203	Yer süzgeci sert plastik 10x10 cm	AD	40,000	5,70	228,00	0,000348
14	1002.118	Dn25 30m TS EN 671-1 normlarında tüplü model yangın dolabı	AD	14,000	1.010,00	14.140,00	0,021573
15	1003.103	Dn15 standart uygulamalar için otomatik yangın sprinkleri (sarkık)	AD	5,000	11,00	55,00	0,000084
16	1003.105	Dn15 standart uygulamalar için otomatik yangın sprinkleri (yatay duvar kenarı)	AD	8,000	21,00	168,00	0,000256
17	1004.042	Rozet ilavesi (ayarlanabilir iki parçalı rozet)	AD	634,000	3,00	1.902,00	0,002902
18	1005.002	Dn100 ıslak alarm vana istasyonu	AD	10,000	1.728,00	17.280,00	0,002636
19	1005.003	Dn150 ıslak alarm vana istasyonu	AD	2,000	2.098,00	4.196,00	0,006402
20	1005.004	Dn200 ıslak alarm vana istasyonu	AD	2,000	3.055,00	6.110,00	0,009322
21	1008.100	Vana istasyonlarına ilaveleri için ödenecek farklar (su motorlu gong)	AD	5,000	531,00	2.655,00	0,004051
22	1008.200	Vana istasyonlarına ilaveleri için ödenecek farklar (geciktirme hücresi)	AD	5,000	372,00	1.860,00	0,002838
23	1008.300	Vana istasyonlarına ilaveleri için ödenecek farklar (alarm basınç anahtarı)	AD	5,000	223,00	1.115,00	0,001701
24	1011.007	Dn 100 su akış anahtarı	AD	1,000	293,00	293,00	0,000447
25	1011.008	Dn 150 su akış anahtarı	AD	4,000	300,00	1.200,00	0,001831
26	1013.101	Dn 40 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	1,000	155,00	155,00	0,000236
27	1013.103	Dn 65 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	1,000	707,00	707,00	0,001079
28	1013.104	Dn 80 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	1,000	749,00	749,00	0,001143
29	1013.105	Dn 100 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	4,000	803,00	3.212,00	0,004900
30	1013.106	Dn 150 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	2,000	1.157,00	2.314,00	0,003530
31	1013.107	Dn 200 izlenebilir flanş arası sıkıştırmalı kelebek vana	AD	3,000	1.565,00	4.695,00	0,007163
32	1016.003	Dn 40 yangın çek vana	AD	1,000	117,00	117,00	0,000179
33	1016.007	Dn 100 yangın çek vana	AD	1,000	286,00	286,00	0,000436
34	1016.008	Dn 150 yangın çek vana	AD	2,000	407,00	814,00	0,001242
35	1016.009	Dn 200 yangın çek vana	AD	1,000	545,00	545,00	0,000831

36	1017.000	İtfaiye bağlantı ağızı	AD	1,000	535,00	535,00	0,000816
37	1020.153	Debi=120-126 m3/h h=80 mss yatay ayrılabilir gövdeli yangın pompası	AD	25,000	30.315,00	757.875,00	1,156254
38	1020.318	Debi=6.0 m3/h h=100 mss elektrik motorlu kaçak giderme pompa grubu	AD	25,000	3.134,00	78.350,00	0,119535
39	103.108	Soğuk su sayacı ø 80 mm. flanşlı	AD	1,000	404,00	404,00	0,000616
40	104.107	Flotör 2" 50Ømm.	AD	1,000	45,70	45,70	0,000070
41	105.620	62,00 m3 prizmatik modüler paslanmaz çelik su deposu	AD	1,000	34.510,00	34.510,00	0,052650
42	105.725	112,00 m3 prizmatik modüler galvanizli su deposu	AD	1,000	27.870,00	27.870,00	0,042520
43	107.1302	Debi:0-20 m3/h, basınç:60-90 mss, üç pompalı düşey milli frekans konvertörlü hidrofor	AD	1,000	8.930,00	8.930,00	0,013624
44	109.102	Soğuk ve sıcak su kollektör borusu 3" 80Ø mm.	MT	4,000	35,00	140,00	0,000214
45	109.103	Soğuk ve sıcak su kollektör borusu 4" 100Ø mm.	MT	3,000	43,00	129,00	0,000197
46	109.201	Kollektör ağızı ø 15 mm.	AD	2,000	3,00	6,00	0,000009
47	109.202	Kollektör ağızı ø 20 mm.	AD	1,000	4,00	4,00	0,000006
48	109.203	Kollektör ağızı ø 25 mm.	AD	1,000	4,00	4,00	0,000006
49	109.205	Kollektör ağızı ø 40 mm.	AD	4,000	5,00	20,00	0,000031
50	109.206	Kollektör ağızı ø 50 mm.	AD	2,000	6,00	12,00	0,000018
51	109.207	Kollektör ağızı ø 65 mm.	AD	1,000	8,00	8,00	0,000012
52	109.208	Kollektör ağızı ø 80 mm.	AD	1,000	8,00	8,00	0,000012
53	117.303	Elektrikli su ısıtıcı 60 lt 1800watt (TS 2212 EN 60335-2-21)	AD	5,000	372,00	1.860,00	0,002838
54	164.400	Manometre ø 100 mm 10 atmosfer kadar bölüntülü	AD	2,000	31,00	62,00	0,000095
55	173.108	Kollektör borusu ø 324/5,6 mm.dikişli boru	MT	10,000	95,00	950,00	0,001449
56	173.301	Kollektör ağızı ø 15	AD	2,000	3,00	6,00	0,000009
57	173.305	Kollektör ağızı ø 40 mm	AD	2,000	7,00	14,00	0,000021
58	173.306	Kollektör ağızı ø 50 mm	AD	3,000	8,00	24,00	0,000037
59	173.307	Kollektör ağızı ø 65 mm	AD	1,000	9,00	9,00	0,000014
60	173.308	Kollektör ağızı ø 80 mm	AD	1,000	10,00	10,00	0,000015

61	173.309	Kollektör ağzı ø 100 mm	AD	3,000	11,00	33,00	0,000050
62	173.311	Kollektör ağzı ø 150 mm	AD	4,000	17,00	68,00	0,000104
63	173.312	Kollektör ağzı ø 200 mm	AD	3,000	23,00	69,00	0,000105
64	174.402	Silindirik havalandırma deposu 10 lt.	AD	3,000	11,00	33,00	0,000050
65	201.106	Dikişli vidalı çelik boru 1" 25 mm, dış çap 33,7/3,20 manşonsuz ağırlık 2,43 kg/m	MT	120,000	4,85	582,00	0,000888
66	201.107	Dikişli vidalı çelik boru 1 1/4" 32 mm, dış çap 42,4/3,20 manşonsuz ağırlık 3,13 kg/m	MT	130,000	6,00	780,00	0,001190
67	201.108	Dikişli vidalı çelik boru 1 1/2" 40 mm, dış çap 48,3/3,20 manşonsuz ağırlık 3,60 kg/m	MT	200,000	7,05	1.410,00	0,002151
68	201.109	Dikişli vidalı çelik boru 2" 50 mm, dış çap 60,3/3,60 manşonsuz ağırlık 5,10 kg/m	MT	272,000	9,50	2.584,00	0,003942
69	201.110	Dikişli vidalı çelik boru 2 1/2" 65 mm, dış çap 76,1/3,60 manşonsuz ağırlık 6,54 kg/m	MT	310,000	12,60	3.906,00	0,005959
70	201.111	Dikişli vidalı çelik boru 3" 80 mm, dış çap 88,9/4,00 manşonsuz ağırlık 8,53 kg/m	MT	268,000	16,10	4.314,80	0,006583
71	201.112	Dikişli vidalı çelik boru 4" 100 mm, dış çap 114,3/4,50 manşonsuz ağırlık 12,50 kg/m	MT	118,000	22,45	2.649,10	0,004042
72	201.113	Dikişli vidalı çelik boru 5" 125 mm, dış çap 139,7/5,00 manşonsuz ağırlık 17,10 kg/m	MT	20,000	30,65	613,00	0,000935
73	201.114	Dikişli vidalı çelik boru 6" 150 mm, dış çap 165,1/5,00 manşonsuz ağırlık 20,40 kg/m	MT	76,000	35,90	2.728,40	0,004163
74	201.132	Düz spiral kaynaklı çelik boru 8" dış çap 219,1/5,6 manşonsuz ağırlık 29,5 kg/m	MT	24,000	54,50	1.308,00	0,001996
75	201.203	Dikişli galvanizli çelik boru 1/2" ø15 ortalama dış çap 21,3/2,65 mm	MT	128,000	3,70	473,60	0,000723
76	201.204	Dikişli galvanizli çelik boru 3/4" ø20 ortalama dış çap 26,9/2,65 mm	MT	116,000	4,70	545,20	0,000832
77	201.205	Dikişli galvanizli çelik boru 1" ø25 ortalama dış çap 33,7/3,25 mm	MT	84,000	7,00	588,00	0,000897
78	201.206	Dikişli galvanizli çelik boru 1 1/4" ø32 ortalama dış çap 42,4/3,25 mm	MT	24,000	8,50	204,00	0,000311
79	201.207	Dikişli galvanizli çelik boru 1 1/2" ø40 ortalama dış çap 48,3/3,25 mm	MT	90,000	9,70	873,00	0,001332
80	201.208	Dikişli galvanizli çelik boru 2" ø50 ortalama dış çap 60,3/3,65 mm	MT	88,000	13,90	1.223,20	0,001866
81	201.209	Dikişli galvanizli çelik boru 2 1/2" ø65 ortalama dış çap 76,1/3,65 mm	MT	12,000	17,10	205,20	0,000313
82	201.210	Dikişli galvanizli çelik boru 3" ø80 ortalama dış çap 88,9/4,05 mm	MT	36,000	23,40	842,40	0,001285
83	201.211	Dikişli galvanizli çelik boru 4" ø100 ortalama dış çap 114,3/4,5 mm	MT	6,000	32,75	196,50	0,000300
84	204.3102	Pn 20 polipropilen 1/2" ø20/3,4 mm temiz su boruları	MT	355,500	1,60	568,80	0,000868
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 45				255,96	0,000391

85	204.3103	Pn 20 polipropilen 3/4" ø25/4,2 mm temiz su boruları	MT	255,000	2,35	599,25	0,000914
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 45				269,66	0,000411
86	204.401	Sert pvc plastik pis su borusu dış çap ø 50-40/3,0 mm (geçme veya yapıştırma muflu)	MT	551,000	2,05	1.129,55	0,001723
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				395,34	0,000603
87	204.402	Sert pvc plastik pis su borusu dış çap ø 75-70/3,0 mm (geçme veya yapıştırma muflu)	MT	140,000	3,00	420,00	0,000641
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				147,00	0,000224
88	204.403	Sert pvc plastik pis su borusu dış çap ø 100-110/3,0 mm (geçme veya yapıştırma muflu)	MT	8,000	5,35	42,80	0,000065
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				14,98	0,000023
89	204.411	Hafif-Sert Polivinil Klorürden(HPVC-U) Plastik pis su boruları dış çap ø 50/3,2 mm	MT	158,000	2,80	442,40	0,000675
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				154,84	0,000236
90	204.412	Hafif-Sert Polivinil Klorürden(HPVC-U) Plastik pis su boruları dış çap ø 70/3,2 mm	MT	449,000	3,90	1.751,10	0,002672
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				612,89	0,000935
91	204.413	Hafif-Sert Polivinil Klorürden(HPVC-U) Plastik pis su boruları dış çap ø 100/3,2 mm	MT	4240,000	6,45	27.348,00	0,041724
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				9.571,80	0,014603
92	204.414	Hafif-Sert Polivinil Klorürden(HPVC-U) Plastik pis su boruları dış çap ø 125/3,2 mm	MT	4354,000	7,90	34.396,60	0,052477
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				12.038,81	0,018367
93	210.623	Pirinç, preste imal edilmiş teflon, (P. T. F. E.) contalı, 15 Ø mm, 1/2" tam geçişli, vidalı küresel vana (TS 3148)	AD	848,000	10,25	8.692,00	0,013261
94	210.624	Pirinç, preste imal edilmiş teflon, (P. T. F. E.) contalı, 20 Ø mm, 3/4" tam geçişli, vidalı küresel vana (TS 3148)	AD	832,000	14,35	11.939,20	0,018215
95	210.628	Pirinç, preste imal edilmiş teflon, (P. T. F. E.) contalı, 50 Ø mm, 2" tam geçişli, vidalı küresel vana (TS 3148)	AD	3,000	65,25	195,75	0,000299
96	210.706	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 40 mm (TS 3148)	AD	6,000	127,80	766,80	0,001170
97	210.707	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 50 mm (TS 3148)	AD	8,000	159,90	1.279,20	0,001952
98	210.708	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 65 mm (TS 3148)	AD	2,000	222,00	444,00	0,000677

99	210.709	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 80 mm (TS 3148)	AD	5,000	284,10	1.420,50	0,002167
100	210.710	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 100 mm (TS 3148)	AD	2,000	401,10	802,20	0,001224
101	210.712	PN 10-16 Gövdesi pik döküm, küresi dolu paslanmaz çelikten, tam geçişli, paslanmaz çelikten veya teflon tabak yay takviyeli contalı, üç parçalı, flanşlı küresel vana, ø 150 mm (TS 3148)	AD	4,000	700,50	2.802,00	0,004275
102	221.205	Pislik tutucu,pn 16,(buhar+su için,pik dök.)ø 40 mm, Vidalı veya Flanşlı	AD	1,000	81,00	81,00	0,000124
103	221.208	Pislik tutucu,pn 16,(buhar+su için,pik dök.)ø 80 mm, Flanşlı	AD	1,000	180,15	180,15	0,000275
104	221.209	Pislik tutucu,pn 16,(buhar+su için,pik dök.)ø 100 mm, Flanşlı	AD	1,000	228,90	228,90	0,000349
105	221.211	Pislik tutucu,pn 16,(buhar+su için,pik dök.)ø 150 mm, Flanşlı	AD	4,000	458,50	1.834,00	0,002798
106	224.301	Otomatik hava atma cihazı (su için,flanşlı)ø 15 mm, 1/2"	AD	3,000	13,15	39,45	0,000060
107	227.301	Geri tepme ventili, flanşlı döküm gövdeli ø 65 mm.	AD	1,000	83,00	83,00	0,000127
108	227.302	Geri tepme ventili, flanşlı döküm gövdeli ø 80 mm.	AD	1,000	102,40	102,40	0,000156
109	229.104	Emniyet ventili piring,yaylı,vidalı,pn-16 ø 32 mm.(1 1/4)(ts en iso 4126-1, 4, 6,7)	AD	752,000	37,30	28.049,60	0,042794
110	229.105	Emniyet ventili piring,yaylı,vidalı,pn-16 ø 40 mm.(1 1/2)(ts en iso 4126-1, 4, 6,7)	AD	785,000	45,55	35.756,75	0,054552
111	231.101	Sülyen boyayla boru boyanması ø 15 mm - 50 mm, (1/2" - 2") arası (2") dahil	MT	1802,000	0,35	630,70	0,000962
112	231.102	Sülyen boyayla boru boyanması ø 50 mm - 100 mm, (2" - 4") arası (4") dahil	MT	696,000	0,60	417,60	0,000637
113	231.103	Sülyen boyayla boru boyanması ø 100 mm - 150 mm, (4" - 6") arası (6") dahil	MT	960,000	0,70	672,00	0,001025
114	231.104	Sülyen boyayla boru boyanması ø 150 mm - 200 mm, (6" - 8") arası (8") dahil	MT	246,000	0,90	221,40	0,000338
115	231.201	Yağlı boya ile boru boyanması ø 15 mm - 50 mm, (1/2" - 2") arası (2") dahil	MT	180,000	0,60	108,00	0,000165
116	231.202	Yağlı boya ile boru boyanması ø 50 mm - 100 mm, (2" - 4") arası (4") dahil	MT	696,000	0,80	556,80	0,000849
117	231.203	Yağlı boya ile boru boyanması ø 100 mm - 150 mm, (4" - 6") arası (6") dahil	MT	960,000	1,05	1.008,00	0,001538
118	231.204	Yağlı boya ile boru boyanması ø 150 mm - 200 mm, (6" - 8") arası (8") dahil	MT	240,000	1,30	312,00	0,000476
119	253.706/A	KANAL TİPİ ASPIRATÖR 800 m3/h	AD	25,000	318,40	7.960,00	0,012144

120	261.151	En geniş kenarı 600 mm.ye kadar olanlarda 0,60 mm. galvanizli saçtan dikdörtgen hava kanalı yapılması	M2	455,000	66,00	30.030,00	0,045815
121	261.152	En geniş kenarı 1249 mm.ye kadar olanlarda 0,80 mm. galvanizli saçtan dikdörtgen hava kanalı yapılması	M2	540,000	73,70	39.798,00	0,060718
122	261.153	En geniş kenarı 2490 mm.ye kadar olanlarda 1,00 mm. galvanizli saçtan dikdörtgen hava kanalı yapılması	M2	93,000	83,60	7.774,80	0,011862
123	261.407	Alüminyum kaplı tam esnek borudan hava kanalları	M2	23,000	12,60	289,80	0,000442
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				101,43	0,000155
124	261.503	Yüksek basınca dayanıklı cam yünü ısı yalıtımlı alüminyum tam esnek borudan hava kanalları	M2	73,000	28,30	2.065,90	0,003152
		Boru Montaj Malzemesi Bedeli % 35				723,07	0,001103
125	263.404	Sigortalı yangın damperi 1,00 m2'ye kadar (1 m2 fiyatı)	M2	35,000	1.030,00	36.050,00	0,055000
126	265.603	Kauçuk köpüğü yalıtım malzemesi ile kanal izolesi 19mm	M2	250,000	28,30	7.075,00	0,010794
127	265.604	Kauçuk köpüğü yalıtım malzemesi ile kanal izolesi 25mm	M2	350,000	35,90	12.565,00	0,019170
128	266.502	Poliüretan yanmaz levha ile akustik izole 10 mm.	M2	35,000	23,40	819,00	0,001250
129	267.102	Dağıtıcı menfez çift sıra kanatlı 501-1000 cm2	AD	5,000	25,50	127,50	0,000195
130	267.201	Toplayıcı menfez tek sıra kanatlı 100-500 cm2	AD	23,000	17,70	407,10	0,000621
131	267.204	Toplayıcı menfez tek sıra kanatlı 1601-2500 cm2	AD	6,000	38,00	228,00	0,000348
132	267.301	Menfez damperi 100-500 cm2	AD	23,000	13,20	303,60	0,000463
133	267.302	Menfez damperi 501-1000 cm2	AD	5,000	17,00	85,00	0,000130
134	267.304	Menfez damperi 1601-2500 cm2	AD	6,000	27,80	166,80	0,000254
135	268.101	Kanat araları ayarlanıp tip anemostat 15 cm.	AD	37,000	28,60	1.058,20	0,001614
136	268.206	Kanat araları sabit tip anemostat 40 cm.	AD	20,000	61,00	1.220,00	0,001861
137	268.306	Anemostat damperi ø 40 cm.	AD	20,000	29,40	588,00	0,000897
138	269.103	Panjur (alüminyumdan)	M2	1,470	189,00	277,83	0,000424
139	270.000	Tel kafes	M2	1,470	23,90	35,13	0,000054
140	280.1101	22 kw soğutma kapasitesi (nom),24 kw ısıtma kapasitesi (nom) dış ünite veya dış ünite grubu	AD	55,000	12.280,00	675.400,00	1,030426
141	280.1102	27 kw soğutma kapasitesi (nom),31 kw ısıtma kapasitesi (nom) dış ünite veya dış ünite grubu	AD	74,000	13.790,00	1.020.460,00	1,556867

142	280.1105	44 kw soğutma kapasitesi (nom),49 kw ısıtma kapasitesi (nom) dış ünite veya dış ünite grubu	AD	78,000	23.220,00	1.811.160,00	2,763201
143	281.301	Kablolu uzaktan kumanda cihazı	AD	126,000	155,00	19.530,00	0,029796
144	281.401	50 iç üniteye kadar merkezi kumanda cihazı	AD	1,000	2.640,00	2.640,00	0,004028
145	281.402	100 iç üniteye kadar merkezi kumanda cihazı	AD	1,000	3.490,00	3.490,00	0,005325
146	281.501	Bakır boru grubu 1/4 " 0,8 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	595,000	14,00	8.330,00	0,012709
147	281.502	Bakır boru grubu 3/8 " 0,8 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	304,000	18,70	5.684,80	0,008673
148	281.503	Bakır boru grubu 1/2 " 0,8 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	763,000	26,40	20.143,20	0,030732
149	281.504	Bakır boru grubu 5/8 " 1,0 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	344,000	34,10	11.730,40	0,017897
150	281.505	Bakır boru grubu 3/4 " 1,0 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	302,000	38,50	11.627,00	0,017739
151	281.506	Bakır boru grubu 7/8 " 1,0 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	90,000	48,00	4.320,00	0,006591
152	281.507	Bakır boru grubu 1 " 1,2 mm (13 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	51,000	57,00	2.907,00	0,004435
153	281.508	Bakır boru grubu 1 1/8 " 1,2 mm (19 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	163,000	62,00	10.106,00	0,015418
154	281.509	Bakır boru grubu 1 3/8 " 1,5 mm (19 mm ize) bakır borulama tesisatı	MT	225,000	91,00	20.475,00	0,031238
155	281.601	25 kw.'a kadar bağlantı (joint) elamanları	TK	122,000	113,00	13.786,00	0,021033
156	ÖZHT-01	ROOF-TOP PAKET KLİMA CİHAZI (20 000 m³/h Taze Hava Oranı:4 000m³/h Qd:49,5 kw , Qg:51,5 kw)	Ad	1,000	79.245,00	79.245,00	0,120900
157	ÖZHT-02	SİĞİNAK KLİMA SANTRALİ AHU-01 (3150 m³/h ,838 Pa)	Ad	1,000	4.825,14	4.825,14	0,007361
158	ÖZHT-03	HÜCRELİ EGZOST ASPIRATÖRÜ (5700 m³/h 550Pa)	Ad	25,000	2.687,50	67.187,50	0,102505
159	ÖZHT-04	HÜCRELİ EGZOST ASPIRATÖRÜ (2000 m³/h 350Pa)	Ad	25,000	1.625,00	40.625,00	0,061980
160	ÖZHT-05	HÜCRELİ EGZOST ASPIRATÖRÜ (12250 m³/h 290Pa)	Ad	25,000	7.050,00	176.250,00	0,268896
161	ÖZHT-06	KANAL TİPİ RADYAL EGZOST ASPIRATÖRÜ (800 m³/h 100Pa)	Ad	25,000	387,50	9.687,50	0,014780
162	ÖZHT-07	KANAL TİPİ RADYAL EGZOST ASPIRATÖRÜ (200 m³/h 100Pa)	Ad	25,000	250,00	6.250,00	0,009535
163	ÖZHT-08	KANAL TİPİ FAN (800m³/h-200Pa)	Ad	25,000	450,00	11.250,00	0,017164
164	ÖZHT-09	KARE PETEK MENFEZ 60*60 cm	Ad	8,000	75,00	600,00	0,000915
165	ÖZHT-10	KASET TİPİ İNVERTER SPLIT KLİMA Q=14 Kw (42000 Btu)	Ad	1,000	6.750,00	6.750,00	0,010298
166	ÖZST-01	ÇATI SÜZGEÇİ Ø 125	Ad	14,000	168,33	2.356,62	0,003595

167	ÖZYT-01	TEST ve DRENAJ VANASI 2"	Ad	5,000	347,43	1.737,15	0,002650
Toplam						5.396.125,35	

03.01 - Kuvvetli Akım

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı	Pursantaj
1	22.4.1/008	36 kV., 630 A., 16 kA YÜK AYIRICILI GİRİŞ ÇIKIŞ HÜCRELERİ	AD	3,000	5.211,35	15.634,05	0,023852
2	22.4.4/007	36 kV., 630 A., 16 kA KESİCİLİ ÇIKIŞ HÜCRELERİ	AD	3,000	10.847,31	32.541,93	0,049648
3	22.5.3/001	PB-1	AD	2,000	15.586,62	31.173,24	0,047560
4	24.7.2.46/002	110 V BAKIMSIZ AKÜ REDRESÖR GRUBU	AD	3,000	488,03	1.464,09	0,002234
5	31.6.3/017	1250 KVA, 33/0.4-0.231 kV (28.5 - 34.5) kV HERMETİK YAĞLI TİP TRANSFORMATÖRLER	AD	2,000	29.597,70	59.195,40	0,090312
6	32.11.1/004	1x185s/25 mm ² , 20.3/35 KV YE3QSLQ(S)ECOCE; YE3QSLQ(S)EPPECOCE,DENİZE DÖŞENEĞİLE KABLO	MT	152,000	95,88	14.573,76	0,022234
7	32.15/002	1x50s/16 mm ² , 20.3/35 KV YE3SV(2XSY); YE3SSV(2XSEYFGbY) KABLO (XLPE YALITKANLI,PVC DIŞ KILIFLI)	MT	60,000	24,32	1.459,20	0,002226
8	32.19.A/004	1x95s/16 mm ² ,20.3/35 KV YE3QSLQ(S)E;YE3QSLQ(S)EPPE SCE YERALTISUYU DOL.TOPRAK KANAL İÇİN KABLO	MT	152,000	33,61	5.108,72	0,007794
9	32.31.1/004	1x95s/16 mm ² , 20.3/35 KV YE3SV(2XSY), YE3SSV(2XSEYFGbY) BÜZÜŞMELİ TİP EK MUFLAR	AD	3,000	213,90	641,70	0,000979
10	701.201	Önden kapaklı sac pano (ts en 61439-1/2)	AD	20,000	693,00	13.860,00	0,021146
11	704.105	Sıva üstü sac Çizelge 0,40 - 0,50m2'ye kadar (0,50 m2 dahil) (TS 3367 EN 60439-1)	AD	2,000	86,00	172,00	0,000262
12	705.104	Gömme tip sac Çizelge 0.30-0.40 m2. (ts en 61439-1/2)	AD	5,000	76,00	380,00	0,000580
13	707.301	Halojensiz alev geciktirici tip sıva altı Çizelge 4 otomatik sigortalık	AD	3,000	10,00	30,00	0,000046
14	710.100	Döküm kutu içine ve panolara konulacak TSE şartlarına uygun bakır bara temin ve montajı ve TS EN 60445'deki renklere boyanması	KG	3,000	13,00	39,00	0,000060
15	713.301	2x16 a. kadar aç-kapa tip pako şalterler (Çizelge üzerine) (ts 4915 en 60669-1, ts en 60947-3)	AD	2,000	5,00	10,00	0,000015
16	715.306	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*25 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	16,000	90,00	1.440,00	0,002197
17	715.307	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*40 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	1,000	127,00	127,00	0,000194
18	715.308	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*63 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	12,000	158,00	1.896,00	0,002893

19	715.309	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*100 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	10,000	169,00	1.690,00	0,002578
20	715.310	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*200 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	10,000	237,00	2.370,00	0,003616
21	715.312	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*600 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	1,000	1.214,00	1.214,00	0,001852
22	715.314	Termik,mağnetik koruyuculu şalter 3*800 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	3,000	1.262,00	3.786,00	0,005776
23	715.315	Termik,mağ.koruyuculu şalter 3*400 a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	1,000	1.116,00	1.116,00	0,001703
24	715.316	Termik,mağ.koruyuculu şalter 3*1250a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	2,000	2.889,00	5.778,00	0,008815
25	715.318	Termik,mağ.koruyuculu şalter 3*2000a.(Çizelge arkası (ts en 60947-2)	AD	2,000	6.662,00	13.324,00	0,020328
26	715.324	3 x 125 a'e kadar (trifaze) ıcu: 25 ka,ı1:(0,8-1) in (ts en 60947-2)	AD	7,000	194,00	1.358,00	0,002072
27	715.325	3 x 160 a'e kadar (trifaze) ıcu: 35 ka,ı1:(0,8-1) in (ts en 60947-2)	AD	3,000	224,00	672,00	0,001025
28	715.327	3 x 250 a'e kadar (trifaze) ıcu: 35 ka,ı1:(0,8-1) in (ts en 60947-2)	AD	2,000	485,00	970,00	0,001480
29	715.328	3 x 500 a'e kadar (trifaze) ıcu: 35 ka,ı1:(0,8-1) in (ts en 60947-2)	AD	6,000	1.214,00	7.284,00	0,011113
30	716.301	Elektronik motor koruma cihazı 3*12 a.	AD	5,000	69,00	345,00	0,000526
31	718.102	Kuru tip koruyucusuz kontaktör 3*16 a.	AD	1,000	25,00	25,00	0,000038
32	718.310	Aydınlatma kontrollünde kullanılan zaman rölesi	AD	1,000	113,00	113,00	0,000172
33	718.507	Kaçak akım koruma şalteri 4*25 a.e kadar(30ma)	AD	26,000	66,00	1.716,00	0,002618
34	718.508	Kaçak akım koruma şalteri 4*40 a.e kadar(30ma)	AD	16,000	70,00	1.120,00	0,001709
35	718.521	Kaçak akım koruma şalteri 4*40 a.e kadar(300ma)	AD	1,000	70,00	70,00	0,000107
36	718.522	Kaçak akım koruma şalteri 4*63 a.e kadar(300ma)	AD	10,000	83,00	830,00	0,001266
37	718.529	Kaçak akım koruma şalteri 3*80 a.den 3*250 e kadar	AD	1,000	1.635,00	1.635,00	0,002494
38	718.530	Kaçak akım koruma şalteri 3*300a.den 3*1250e kadar	AD	2,000	1.868,00	3.736,00	0,005700
39	718.563	B sınıfı, 230V AC, 100 kA (I imp; 10/350µs), üç faz, nötr-toprak	AD	2,000	1.064,00	2.128,00	0,003247
40	718.573	C sınıfı 230/400 V AC, 40kA, (I max; 8/20µs), üç faz, nötr, toprak	AD	1,000	441,00	441,00	0,000673
41	723.401	Otomatik kumandalı merkezi kompanzasyon bataryaları	kVA R	90,000	62,00	5.580,00	0,008513
42	723.501	İlave kompanzasyon bataryaları (ts en 60255-6)	kVA R	90,000	21,00	1.890,00	0,002883
43	723.519	Deşarj ünitesi	AD	36,000	20,00	720,00	0,001098

44	724.601	Anahtarlı otomatik sigorta 16 a. (6ka) (ts 5018-1 en 60898-1)	AD	317,600	5,50	1.746,80	0,002665
45	724.606	Üç fazlı anahtarlı otomatik sigorta 25 a. (6ka) (ts 5018-1 en 60898-1)	AD	7,000	19,80	138,60	0,000211
46	724.701	Anahtarlı Otomatik Sigortalar 16 A'e kadar (10 kA kesme kapasiteli)	AD	1,000	6,75	6,75	0,000010
47	724.705	Üç fazlı 16 A'e kadar (10 kA) Anahtarlı Otomatik Sigortalar (10 kA kesme kapasiteli)	AD	2,000	13,50	27,00	0,000041
48	724.706	Üç fazlı 25 A'e kadar (10 kA) Anahtarlı Otomatik Sigortalar (10 kA kesme kapasiteli)	AD	4,000	24,30	97,20	0,000148
49	724.707	Üç fazlı 40 A'e kadar (10 kA) Anahtarlı Otomatik Sigortalar (10 kA kesme kapasiteli)	AD	12,000	25,65	307,80	0,000470
50	724.712	Bir fazlı nötr kesmeli 63 A'e kadar (10 kA) Anahtarlı Otomatik Sigortalar (10 kA kesme kapasiteli)	AD	13,000	35,10	456,30	0,000696
51	725.401	Akım ölçü trafosu 100 - 500/5 a.	AD	3,000	18,39	55,17	0,000084
52	725.402	Akım ölçü trafosu 501 - 2000/5 a.	AD	3,000	21,39	64,17	0,000098
53	725.511	Enerji analizörü (ts 4417)	AD	2,000	748,00	1.496,00	0,002282
54	727.544	1kv y. altı kabloları ile kolon ve besleme hattı 1*50 mm2 nyy (TS IEC 60502-1+A1)	MT	69,000	6,50	448,50	0,000684
55	727.546	1kv y. altı kabloları ile kolon ve besleme hattı 1*95 mm2 nyy (TS IEC 60502-1+A1)	MT	140,000	18,50	2.590,00	0,003951
56	727.550	1kv y. altı kabloları ile kolon ve besleme hattı 1*240 mm2 nyy (TS IEC 60502-1+A1)	MT	192,000	44,10	8.467,20	0,012918
57	734.401	1 kontaklı 1 na, 16a. uzaktan kumanda darbe akım anahtarı ve montajı	AD	33,000	39,00	1.287,00	0,001964
58	747.103	Çıplak örgülü bakır iletken 95 mm2.	KG	203,000	15,13	3.071,39	0,004686
59	751.112	60 kva 20 dakikaya kadar akü besleme süreli üç faz giriş üç faz çıkışlı kesintisiz güç kaynağı (ups)	AD	1,000	19.182,00	19.182,00	0,029265
60	780.117	Etanş priz	AD	7,000	5,80	40,60	0,000062
61	782.101	Kablo Tava Sistemleri Kapak Sacı	KG	210,000	8,19	1.719,90	0,002624
62	782.102	Kablo Merdivenleri	KG	220,000	8,19	1.801,80	0,002749
63	791.311	3x2.5 mm2 kurşunsuz pvc izol.kabl.besleme hattı (nhxmh)	MT	630,000	4,40	2.772,00	0,004229
64	791.413	3x2.5 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	13,000	3,60	46,80	0,000071
65	791.419	3x95+50 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	20,000	87,20	1.744,00	0,002661
66	791.421	3x50+25 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	300,000	50,70	15.210,00	0,023205
67	791.422	3x35+16 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	140,000	37,79	5.290,60	0,008072
68	791.423	3x25+16 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	200,000	31,80	6.360,00	0,009703

69	791.425	4x10 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	230,000	14,60	3.358,00	0,005123
70	791.426	4x6 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	230,000	9,69	2.228,70	0,003400
71	791.427	4x4 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	3,000	8,10	24,30	0,000037
72	791.428	4x2.5 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	445,000	6,40	2.848,00	0,004345
73	791.445	1x70 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	96,000	20,19	1.938,24	0,002957
74	791.446	1x95 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	60,000	26,69	1.601,40	0,002443
75	791.450	1x240 mm2 1kv yeraltı kabl.besleme hattı (n2xh)	MT	157,500	60,89	9.590,18	0,014631
76	791.502	1x2,5 mm2 plastik izoleli iletken (ho7z,o7z1)	MT	245,000	0,90	220,50	0,000336
77	791.503	1x4 mm2 plastik izoleli iletken (ho7z,o7z1)	MT	3,000	1,40	4,20	0,000006
78	791.504	1x6 mm2 plastik izoleli iletken (ho7z,o7z1)	MT	135,000	1,80	243,00	0,000371
79	791.505	1x10 mm2 plastik izoleli iletken (ho7z,o7z1)	MT	135,000	3,00	405,00	0,000618
80	791.506	1x16 mm2 plastik izoleli iletken (ho7z,o7z1)	MT	340,000	4,00	1.360,00	0,002075
81	791.614	2x1.5re aleve dayanıklı n2xhfe 180 0.6/1kv kablo	MT	330,000	5,50	1.815,00	0,002769
82	791.620	3x2.5re aleve dayanıklı n2xhfe 180 0.6/1kv kablo	MT	50,000	7,90	395,00	0,000603
83	791.628	3x70mm/35mm aleve dayanıklı n2xhfe 180 0.6/1kv kablo	MT	100,000	84,70	8.470,00	0,012922
84	791.629	3x95mm/50mm aleve dayanıklı n2xhfe 180 0.6/1kv kablo	MT	100,000	111,09	11.109,00	0,016948
85	794.301	Normal sorti (linye ve sorti hatları kurşunsuz antigron (nhxmh) malzemeyle.)	AD	31,000	76,00	2.356,00	0,003594
86	794.302	Komutator sorti (linye ve sorti hatları kurşunsuz antigron (nhxmh) malzemeyle.)	AD	10,000	98,00	980,00	0,001495
87	794.304	Paralel sorti (linye ve sorti hatları kurşunsuz antigron (nhxmh) malzemeyle.)	AD	43,000	35,00	1.505,00	0,002296
88	796.103	Linye ve sorti hatları kurşunsuz antigron (nhxmh) nevinden malzeme ile normal priz sortisi	AD	45,000	75,00	3.375,00	0,005149
89	818.208	Bina harici ana hat tesisatı 0.5 mm. 150 çift.	MT	152,000	14,70	2.234,40	0,003409
90	819.205	Yanmaz plastik telefon dağıtım kutusu 150 çift	AD	1,000	214,00	214,00	0,000326
91	832.108	Paralel ihbar lambası	AD	5,000	11,00	55,00	0,000084
92	833.303	4 çevrimli, 48 bölge akıllı analog adresli yangın alarm santrali 508 adres kapasiteli, 48 yangın bölgesi göstergeli.	AD	1,000	9.924,00	9.924,00	0,015141
93	833.304	Akıllı analog adresli yangın alarm santrali network arabirim kartı	AD	1,000	1.781,00	1.781,00	0,002717

94	833.361	Adresli yangın alarm santralı TCP/IP haberleşme modülü	AD	1,000	2.711,00	2.711,00	0,004136
95	833.370	Akıllı analog adresli yangın alarm santralı anons modülü	AD	1,000	2.621,00	2.621,00	0,003999
96	833.390	Akıllı analog adresli yangın alarm sistemi alarm / anons kontrol modülü	AD	1,000	11.807,00	11.807,00	0,018013
97	833.500	Adresli optik duman dedektörü	AD	5,000	158,00	790,00	0,001205
98	833.520	Adresli sıcaklık dedektörü	AD	4,000	158,00	632,00	0,000964
99	833.530	Adresli kombine optik duman ve sıcaklık dedektörü	AD	2,000	204,00	408,00	0,000622
100	833.555	Adresli sıfırlanabilir yangın ihbar butonu	AD	5,000	134,00	670,00	0,001022
101	833.572	Akıllı analog adresli 8'li röle modülü	AD	1,000	1.169,00	1.169,00	0,001783
102	833.592	Dahili tip flaşörlü elektronik yangın ihbar sireni	AD	19,000	198,00	3.762,00	0,005740
103	833.596	Asma tavana monte edilecek yangın ihbar dedektörü montaj kiti	AD	5,000	21,00	105,00	0,000160
104	833.658	3 saat süreli gömme tip kesintide yanan acil durum aydınlatma armatürü	AD	10,000	192,00	1.920,00	0,002929
105	833.686	Sürekli yanan acil durum yönlendirme armatürü (3 saat süreli, çift yüzü, floresan lambalı)	AD	26,000	169,00	4.394,00	0,006704
106	844.150	Dvd/ vcd/ cd/ mp3 okuyucu	AD	1,000	385,00	385,00	0,000587
107	844.204	2 x 450 w power amplifikatör	AD	1,000	1.172,00	1.172,00	0,001788
108	880.1106	Rack kabinler 12u 600 mm * 600 mm 19"	AD	1,000	195,00	195,00	0,000298
109	880.1205	Dikili tip kabinetler 27u 600 mm * 600 mm 19"	AD	1,000	351,00	351,00	0,000536
110	880.1230	Dikili tip kabinetler 42u 800 mm * 800 mm 19"	AD	2,000	680,00	1.360,00	0,002075
111	880.1278	Ürüne ait aksesuar frenli tekerlek grubu	AD	2,000	46,00	92,00	0,000140
112	880.1280	Ürüne ait aksesuar termostatlı fan modülü (2 fanlı)	AD	3,000	63,00	189,00	0,000288
113	880.1287	Ürüne ait aksesuar 19" rack tipi 6 lı grup priz sigortalı	AD	5,000	50,00	250,00	0,000381
114	880.1289	Ürüne ait aksesuar 19" 1u yatay kablo düzenleyici	AD	34,000	13,00	442,00	0,000674
115	880.1304	Ürüne ait aksesuar 42u dikey kablo düzenleyici	AD	4,000	30,00	120,00	0,000183
116	880.2002	Jh (st) halojensiz yangın alarm kabloları 2x2x0.8+0.8 mm2	MT	230,000	1,50	345,00	0,000526
117	880.397/1	LIYCY, LIYC2Y sinyal kablosu 2x2.5 mm2	MT	320,000	1,90	608,00	0,000928
118	880.397/3	LIYCY, LIYC2Y sinyal kablosu 4x2.5 mm2	MT	53,000	3,00	159,00	0,000243

119	880.5611	Utp cat5e halojen free 4x2x24 awg kablo	MT	260,000	1,20	312,00	0,000476
120	880.5631	Utp cat6h halojen free 4x2x23 awg kablo	MT	260,000	1,90	494,00	0,000754
121	880.576	Utp cat6 siva altı ikili priz	AD	17,000	18,60	316,20	0,000482
122	880.584	24 portlu utp cat6 patch panel	AD	5,000	223,20	1.116,00	0,001703
123	880.617	8 core sm zırlı f/o kablo	MT	310,000	3,40	1.054,00	0,001608
124	880.641	3 mt sm lc-sc patchcord	AD	2,000	39,00	78,00	0,000119
125	880.643	3 mt sm st-st patchcord	AD	2,000	20,60	41,20	0,000063
126	880.749	24 fiber kapasiteli st/sm rak tipi fiber optik terminasyon birimi	AD	1,000	349,00	349,00	0,000532
127	880.754	24 fiber kapasiteli sc/sm rak tipi fiber optik terminasyon birimi	AD	1,000	292,00	292,00	0,000445
128	950.120	Diesel elektrojen grubu tesisatı 1500 d/d. 875 kva	AD	1,000	187.572,00	187.572,00	0,286170
129	951.104	Otomatik devreye girme tertibatı 300-1000 kva.	AD	1,000	3.003,00	3.003,00	0,004582
130	952.320	Ses izolasyon kabini 875 kva	AD	1,000	9.252,00	9.252,00	0,014115
131	982.102	Bina ihata iletkeni 30x3.5 mm galvanizli çelik lama	MT	210,000	10,00	2.100,00	0,003204
132	983.102	Toprak elektrodu (çubuk), elektrolitik bakır	AD	11,000	282,00	3.102,00	0,004733
133	985.105	Termokaynak eki 150 gr.kaynak tozuna kadar	AD	23,000	120,00	2.760,00	0,004211
134	ÖZF1	Eğitim, uygulama ve mühendislik hizmetleri,	ad	1,000	5.474.000,00	5.474.000,00	8,351422
135	ÖZF3	Otomasyon sensör grubu	ad	1,000	1.715.000,00	1.715.000,00	2,616494
136	özf4	Otomasyon kontrol sisitemi	ad	1,000	13.004.600,00	13.004.600,00	19,840500
137	ÖZF5	TCG 2020 V20 model 3 adet 2056 kWm (ISO 3046/1) TRİJENERASYON SANTRALİ	SET	1,000	13.300.000,00	13.300.000,00	20,291178
138	ÖZF-E01	24 PORT MANAGABLE SWITCH+4 PORT SFP (HP 5120)	AD.	6,000	1.745,00	10.470,00	0,015974
139	ÖZF-E02	1000 BASE-T MODÜL	AD.	6,000	382,00	2.292,00	0,003497
140	ÖZF-E03	ORİJİNAL PATCH CORD 1 MT.	AD.	9,000	4,00	36,00	0,000055
141	ÖZF-E04	ORİJİNAL PATCH CORD 3 MT.	AD.	9,000	6,00	54,00	0,000082
142	ÖZF-E05	WIRELESS ACCESS POINT	AD.	2,000	479,00	958,00	0,001462
143	ÖZF-E06	24 PORT MANAGABLE SWITCH+4 PORT SFP (HP A 5500)	AD.	1,000	4.363,00	4.363,00	0,006656

144	ÖZF-E07	SFP LC LX TRANSCEIVER	AD.	1,000	819,00	819,00	0,001250
145	ÖZF-E08	M3 KABİNET	AD.	1,000	1.616,00	1.616,00	0,002465
146	ÖZF-E20	6 ZONE ANA MERKEZ ÜNİTESİ ACİL DURUM ANONS TİPİ	AD.	1,000	3.771,88	3.771,88	0,005755
147	ÖZF-E23	6/9 W 100 V ASMA TAVAN TİPİ HOPARLÖR	AD.	10,000	24,84	248,40	0,000379
148	ÖZF-E24	10/15 W 100 V DUVAR TİPİ HOPARLÖR	AD.	4,000	66,00	264,00	0,000403
149	ÖZF-E25	50 W VOLUME KONTROL RÖLELİ	AD.	1,000	54,35	54,35	0,000083
150	ÖZF-E27	LİNEER ÇEVRE AYDINLATMA DİREĞİ	AD.	35,000	680,00	23.800,00	0,036311
151	ÖZF-E31	OTOMASYON SİSTEMİ GÜÇ KAYNAĞI MODÜLÜ	AD.	1,000	442,68	442,68	0,000675
152	ÖZF-E32	OTOMASYON SİSTEMİ MERKEZ ÜNİTESİ	AD.	1,000	428,40	428,40	0,000654
153	ÖZF-E33	OTOMASYON SİSTEMİ FLÖRESAN KONTROL MODÜLÜ	AD.	8,000	314,16	2.513,28	0,003834
154	ÖZF-E34	OTOMASYON SİSTEMİ BUTON KONTROL MODÜLÜ	AD.	1,000	221,34	221,34	0,000338
155	ÖZF-E35	4 LÜ YAYLI BUTON ANAHTARI	AD.	1,000	47,60	47,60	0,000073
156	ÖZF-E36	WIRELESS MODEM	AD.	1,000	279,65	279,65	0,000427
157	ÖZF-E37	ANDROİD TABLET BİLGİSAYAR	AD.	1,000	1.404,20	1.404,20	0,002142
158	ÖZF-E38	ÜÇLÜ MONTAJ KIZAĞI	AD.	4,000	27,17	108,68	0,000166
159	ÖZF-E39	BAĞLANTI PANOSU,KABLO VE KONNEKTÖRLER	SET	1,000	1.190,00	1.190,00	0,001816
Toplam						34.179.600,45	

ÖZGEÇMİŞ

Çiğdem IŞIKYÜREK

icigdem@akdeniz.edu.tr



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Doktora 2010-2019	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği A.B.D., Antalya
Yüksek Lisans 2007-2010	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği A.B.D., Antalya
Lisans 2001-2005	Berlin Uygulamalı Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik ve Enerji Sistemleri Mühendisliği A.B.D. Berlin, ALMANYA

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Araştırma Görevlisi 2007-2009	Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği A.B.D
Mühendis 2009-2019	Akdeniz Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı. Elektrik Kontrol Mühendisi Enerji Yönetim Birimi, Enerji yöneticisi
2014-2019	EMO Antalya Şube Yönetim Kurulu Üyesi

ESERLER:

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1. Işıkyürek, Ç., Yıldız,O., " Design of The PLC Automation System for The Biogas Plant ", Journal of Agricultural Machinery Science, vol.11, pp.89-96, 2015.
2. Işıkyürek Ç. Ertekin,C.,Yıldız,O.“Examination Of The Cogeneration System In Terms Of Energy Saving In A Public Hospital ", CIGR 2018 XIX. World Congress of CIGR, Antalya, Türkiye, 22-25 Nisan 2018, vol.1, no.1, pp. 248-248

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1. Işıkyürek Ç.,Ertekin C. “Dünyada ve Türkiye’de enerji kullanımı ile verimlilik potansiyelinin sektörlere göre dağılımının incelenmesi.” 9. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Antalya, Türkiye 03-05 Kasım 2017 ss 81-88