

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**TÜRKİYE' NİN KATI ATIK ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ:
ESKİŞEHİR İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sezen Gamze GÖKER

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Bilgin ZENGİN
TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



MUNZUR
ÜNİVERSİTESİ
2008

**TÜRKİYE' NİN KATI ATIK ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ:
ESKİŞEHİR İLİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sezen Gamze GÖKER

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Bilgin ZENGİN
TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' NİN KATI ATIK ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ:
ESKİŞEHİR İLİ ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sezen Gamze GÖKER
(11877012)

Anabilim Dalı: Elektrik Elektronik Mühendisliği

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Bilgin ZENGİN

TUNCELİ – 2019

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE' NİN KATI ATIK ENERJİ POTANSİYELİNİN İNCELENMESİ:
ESKİŞEHİR İLİ ÖRNEĞİ**

Sezen Gamze GÖKER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 12 / 07 / 2019 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

Dr.Öğr.Üyesi Bilgin
ZENGİN
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza:.....

Dr.Öğr.Üyesi Düzgün
AKMAZ
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

İmza:.....

Doç. Dr. Mustafa SALTİ
(Mersin Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Prof. Dr. Numan YILDIRIM
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu”ndaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Türkiye’deki katı atıkların işlenmesinden elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı için bir öngürüsel hesap yapılmıştır. Tahmini hesap Eskişehir İli Katı Atık İşleme Tesisinden elde edilen verilerin yanı sıra, ilin nüfus bilgilerine ve katı atık miktarına da dayanmakta olup ayrıca ulusal ölçeğinde genişletilmiştir. Daha sonra, Türkiye İstatistik Kurumu’ndan alınan yakın tarihli nüfus verileri kullanılarak Aritmetik Artış Metodu (A.A.M.), Geometrik Artış Metodu (G.A.M.), Bileşik Faiz Metodu (B.F.M.) ve İller Bankası Metodu (I.B.M.) kullanılarak nüfus projeksiyonları hesaplanmıştır.

2019 yılı itibariyle, Eskişehir ili verilerine göre Türkiye’nin katı atıklarının işlenmesinden elde edeceği elektrik enerjisi üretim değerinin 4 743 796 megawatt saat (ya da 4 743 gigawatt saat) olacağı öngörülmüştür.

2017 yılına ait Türkiye geneli TÜİK verileri ile Eskişehir ilinin katı atıklardan elektrik enerjisi üretim değerleri kullanılarak yapılan oranlamalar sonucu katı atıkların Türkiye enerjisinin %1,52’lik kısmını oluşturacağı öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Nüfus Projeksiyonu, Katı Atık

ABSTRACT

On this thesis, for Turkey, We calculate the amount of electric energy obtained from the processing of solid waste. The estimated computation is based on dataset of solid waste processing plant in Eskişehir province as well as the population and the amount of solid waste in the province and the calculation is also extended to do national scale. Subsequently, population projections are calculated by Turkish Statistical Institute via the arithmetic increase, geometric growth, compound interest and the iller banks methods.

As of 2019, according to Eskişehir provinces dataset, it is concluded that Turkey can generate approximately 4 743 796 megawatt hour (or 4 743 gigawatt hour) electricity from the processing of solid waste.

National or provincial of 2017 Turkish Statistical Institute result, proportionate values are made using the electrical energy production from solid waste is foreseen to constitute Turkey % 1,52 of the energy of solid waste.

Keywords: Energy, Population Projection, Solid Waste

TEŞEKKÜRLER

Öncelikle tezimi hazırlamamda bana her daim yardımcı olan sorduğum hiç bir soruyu cevapsız bırakmayan danışman hocam Sayın Dr.Öğr.Üyesi Bilgin ZENGİN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezim ile ilgili veri toplamama Munzur Üniversitesi'ne tezim ile ilgili gelişmeleri kararlaştırmak amacı ile toplantılara katılmama izin veren Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanı Serdar ERGEN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Benimle tesisin açılışından bu güne kadar tesis ile ilgili her veriyi paylaşan ve her konuda yardımcı olan tesisin bağlı bulunduğu başkanlık Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı Sayın Serap Aylin ŞENER'e ve personellerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak tezime başladığım ilk günden beri inançlarını güvenlerini hiç bir zaman eksik etmeyen annem Sebahat YAŞAR'a kardeşim Bedirhan GÖKER'e ve dedem Hasan YAŞAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasını kısa bir süre önce aramızdan ayrılan anneannem Cemile YAŞAR'a ithaf ediyorum.

SEZEN GAMZE GÖKER

TUNCELİ – 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜRLER	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VI
KISALTMALAR.....	VII
SEMBOLLER LİSTESİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	3
2. KATI ATIK BERTARAF TESİSİ VE ENEJİ ÜRETİMİ	5
2.1. Tesis Yeri İle İlgili Genel Bilgiler	6
2.2. Tesis Ömrü	6
2.3. Tesise Kabul Edilen Atık Türleri.....	6
2.4. Tesisin Bölümleri	11
3. MATERYAL METOT.....	14
3.1. Aritmetik Artış Metodu	15
3.2. Geometrik Artış Metodu.....	16
3.3. Bileşik Faiz Metodu	17
3.4. İller Bankası Metodu	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1. Nüfus Artış Metotlarının Karşılaştırılması	29
4.2. Katı Atık Projeksiyonu	32
4.3. Organik Atık Projeksiyonu.....	33
4.4. Katı Atık Depolama Alanında Depo Gazı Oluşumu	34
4.5. Biyometanizasyon Tesisinde Biyogaz Oluşumu	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
6. KAYNAKLAR.....	43
7. ÖZGEÇMİŞ.....	46

SEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. : Tesisin Genel Görünümü (1)

Şekil 2.2. : Tesisin Genel Görünümü (2)

Şekil 2.3. : Gaz Depolanan Balon

Şekil 2.4. : Sera

Şekil 4.1. : Nüfus Projeksiyon Sonuçlarının Karşılaştırılması (2016-2055)

Şekil 4.2. : Depo Gazı Oluşumu



TABLolar DİZİNİ

- Tablo 4.1. :** Türkiye ve Eskişehir için öngörülen nüfus artışı TÜİK verileri
- Tablo 4.2. :** Türkiye Geneli Yıl Bazında Enerji Tüketimi TÜİK verileri
- Tablo 4.3. :** Eskişehir Geneli Yıl Bazında Enerji Tüketimi TÜİK verileri
- Tablo 4.4. :** Aritmetik Artış Katsayıları
- Tablo 4.5. :** Aritmetik Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri
- Tablo 4.6. :** Geometrik Artış Katsayıları
- Tablo 4.7. :** Geometrik Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri
- Tablo 4.8. :** Bileşik Faiz Metodu Artış Katsayıları
- Tablo 4.9. :** Bileşik Faiz Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri
- Tablo 4.10. :** İller Bankası Metodu Artış Katsayıları
- Tablo 4.11. :** İller Bankası Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri
- Tablo 4.12. :** Nüfus Projeksiyon Sonuçlarının Karşılaştırılması
- Tablo 4.13. :** Kişi Başına Düşen Katı Atık Miktarı Projeksiyonu
- Tablo 4.14. :** Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Yerleşim Yerleri Katı Atık Projeksiyonu
- Tablo 4.15. :** Eskişehir İlinde Oluşacak Toplam Organik Atık Projeksiyonu
- Tablo 4. 16. :** Biyometanizasyon Tesisi Girdi ve Çıktıları
- Tablo 4.17. :** Biyometanizasyon Tesisinde Oluşan Biyogaz Miktarı
- Tablo 4.18. :** 2015-2032 Yılları Arasında Eskişehir-Türkiye Enerji İhtiyacı Genel Bakış
- Tablo 4.19. :** Yerleşim Yerlerinde 2015 Yılında Toplanan Katı Atık Miktarları

KISALTMALAR

Kısaltmalar

Açıklama

TÜİK

Türkiye İstatistik Kurumu

M.Ç.K.

Mahalli Çevre Kurulu

YYP

Yüksek Yoğunluklu Polietilen

PE

Poli Etilen

kWsa

Kilowatt Saat

MWsa

Megawatt Saat

GWsa

Gigawatt Saat

TWsa

Terawatt Saat

MAT

Mekanik Ayırma Tesisi

AAM

Aritmetik Artış Metodu

GAM

Geometrik Artış Metodu

BFM

Bileşik Faiz Metodu

IBM

İller Bankası Metodu

SEMBOLLER LİSTESİ

k_a : Aritmetik Artış Katsayısı
 N_g : Gelecekteki Nüfus
 N_s : Son Nüfus Sayımı
 N_i : İlk Nüfus Sayımı
 t_g : Gelecekteki Nüfus Yılı
 t_s : Son Nüfus Sayım Yılı
 t_i : İlk Nüfus Sayım Yılı
 k_g : Aritmetik Artış Katsayısı
 R : Artış Katsayısı ne için katsayı
 P : Artış Katsayısı
 C :Karbon
 CO_2 : Karbondioksit Gazı
 H : Hidrojen
 CH_4 : Metan Gazı

1. GİRİŞ

Basit tanımı ile ‘ iş yapabilme yeteneği ’ olan enerji insanoğlunun yaşama adım attığı ilk andan başlayıp bu zamana kadar gelen hayatın her alanında ihtiyaçtan çok gereklilik olarak karşımıza çıkan bir kavramdır. Ülkelerin enerji alanındaki gelişmişlikleri uygarlık seviyelerini belirlemeye kadar etkilidir. İnsanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak için bir çok enerji üretim şekli ve tesisi hayata geçirilmektedir. Katı atık berteraf tesisleri enerji ihtiyacını karşılamada kullanılan tesis örneklerinden yalnızca birtanesidir. Katı atık berteraf tesisleri ve buradan elde edilen elektrik enerjisi gibi bir çok yenilenebilir ve yenilenemez enerji türü ve tesisi de bulunmaktadır.

Yeryüzündeki ortalama güneş enerjisi kaynağı 36 Milyar Watt Saat’tir, rüzgâr enerjisi kaynağı 72 TWsa, jeotermal enerji kaynağı 9,7 Twsa olarak saptanmıştır (Dalkılıç, 2018).

Irak’ın kuzey kesiminde yer alan 70 288 kişilik Süleymaniye şehrinde yaklaşık 1889.5 km² ‘lik alanı kapsayan çevreye duyarlı bir katı atık berteraf tesisi bulunmaktadır. Depolama tekniği, sürdürülebilir katı atık yönetiminde yer alan en kolay ve ucuz yönetim sistemlerindendir. Çalışmanın temel amacı, şehirde çevreye duyarlı, sosyal açıdan kabul edilebilir bir çöp depolama alanı seçmektir. Sistemin kurulum aşamasında yüksek potansiyele sahip olan Coğrafi Bilgi Sistemi ortamında uygulanmıştır. Çok ölçütlü karar verme analizi metotları uygulanmıştır. Çift bazlı karşılaştırma matrisi kullanılmıştır. Bütün bu çalışmalar sonucu hiç bir depolama alanına sahip olmayan Süleymaniye için iki yer tespit edilmiş ve bu katı atık alanları, 2002’den 2032 yılına kadar katı atık depolamaya ve enerji üretimine yeterli görülmüştür (Abdalla, 2018).

Erzurum bölgesindeki çevre sorunları üzerine inceleme yapılması sonucu 1994 yılında oluşturulan bir tez çalışmasında katı atıkların toplanması, taşınması ve berteraf edilmesi incelenmiştir. Bu tez çalışmasında gerekli veriler toplandıktan sonra verimi düşük maliyeti yüksek bir berteraf tesisi olabileceği öngörülmüştür. Ancak öngörülen tesisin yapılıp enerji üretilmesi durumunda berteraf edilen atıklar sayesinde 620 bin ağaç ve 124 hektar ormanlık alan kurtarılabilecektir (Büyüksöy, 1994).

2001 yılında Ankara’yı konu alan bir tez çalışmasında Ankara’da zamanla sorun haline gelen katı atıkların hem berterafı hem de berteraf sonucunda üretilen enerji sayesinde şehrin bir kısmının elektrik ihtiyacının karşılanması öngörülmüştür. Tez çalışmasında 1990 yılında katı atık yönetim sistemi projesinden yola çıkılmıştır (Tankut, 2001).

2002 yılında İstanbul üzerinde yapılan bir tez çalışmasında tüm dünyada olduğu gibi şehirlerde de büyük bir problem haline gelen katı atıkların çevreye verdiği zararlar nedeniyle katı atıkların bertaraf edilmesi işlenmiştir. Bu çalışmaya göre 2000 yılları arasında İstanbul'da nüfus yıllık %3,07 artış göstermekte olup atık miktarı da doğru orantılı artmaktadır. Bu sebeple katı atık bertaraf tesisinin kurulup burdan çıkan enerji ile şehrin bir kısmının elektrik ihtiyacını karşılanması öngörülmüştür (Karadağ, 2002).

Bu tez çalışmasında Türkiye'nin bütün yenilenebilir enerji üretim değerlerine TÜİK üzerinden ulaşarak katı atıklardan elde edilen enerjinin bu sonuçlar üzerindeki etkisini ve yüzdelik değerini hesaplamak amaçlanmıştır.

Tezin amacı doğrultusunda Eskişehir Büyükşehir Belediyesine ait olan Katı Atık Bertaraf Tesisi Projesi örnek olarak incelenmiştir. Geçmiş yılların nüfus verileri TÜİK üzerinden elde edilirken gelecek yılların nüfus projeksiyonlarının dört metoddan elde edilen artış miktarları R^2 korelasyon testlerine tabii tutularak 1'e en yakın olan değer baz alınmıştır.

İstenen değerin bulunması üzerine nüfus projeksiyonlarının hesaplanması da tezin bir başka amacıdır. Hesaplanan projeksiyonlar doğrultusunda günlük kişi başına düşen katı atık miktarları ve 1 ton katı atığın ne kadar enerji sağladığı bulunup çıkan sonuç doğrultusunda Türkiye'nin enerjisinin katı atıklardan oluşan kısmını belirlemek ise tezin en önemli amacıdır.

2. KATI ATIK BERTARAF TESİSİ VE ENERJİ ÜRETİMİ

Bir tane alüminyum kutunun geri dönüşümü bile bir televizyonu üç saat çalıştıracak kadar enerji sağlayabilmektedir. Bu durumda katı atıkların enerji üretimine payı yadsınamayacak kadar fazladır. Bir de evlerden çıkan evsel atıklar durumlarına ve türlerine göre olan diğer katı atıklar hem enerji üretimine katılmış hem de çevreye verecekleri zarar en aza indirilmiş olacaktır. Atık kelimesi “Kullanıldıktan sonra atılan ve genellikle sanayide, kullanım dışı kalmış, atılan her türlü madde.” olarak tanımlanmaktadır. Bu tesisler sayesinde kullanım dışı kalmış olarak sınıflandırılan atıklar kullanıma yeniden alınarak, canlı sistemin yararına olan enerji üretimine katılmış olacaktır.

Türkiye’de her yıl neredeyse 26 milyon ton evsel atık oluşmaktadır. Bu miktar düşünüldüğünde ülkedeki 82 milyon nüfusta kişi başına üretilen ortalama atık miktarı yaklaşık olarak 1 kg evsel atıktır. Atık miktarı nüfus artışı , ekonomik durumun artışı ile bağlantılı olarak artış göstermektedir. Tahmini olarak 10 yıl içerisinde atık miktarı şimdiki üretilen atık miktarının iki katı kadar olacaktır. Her yıl üretimi giderek artan katı atıkların bertaraf edilmemesi durumunda kaplayacağı yer belki de gelecek nesillerde yaşam alanlarının kısıtlanmasına ya da yok olmasına kadar yol açabilecektir. (Saltabaş ve ark.)

26 milyon ton çöpü gözümüzde canlandırmak için tahmini olarak bir hesaplama yapacak olursak 1 ton evsel çöpün 1 m³ yer kapladığını varsayarsak her yıl 1 m derinliğinde 4000 tane stad (65 x 100 m) kadar yer kaplamaktadır. Atıklar bertaraf tesisinde enerji üretimine katkı sağlamak için bertaraf edilmezse bu oran zamanla yaşam alanımızı etkileyecek hale gelecektir. Tesis bu yönü ile de enerji üretiminde önemli bir yer kaplamaktadır. TÜİK verilerine göre yıl bazında Türkiye genelindeki nüfusa bakılırsa her yıl yaklaşık olarak 990 000 - 1 000 000 arasında bir artış gözlenmektedir. Yine aynı şekilde enerji tüketimi 350 000 - 400 000 MWsa arasında bir artış göstermiştir. İlerleyen yıllarda nüfusun artış oranına göre enerji tüketiminin de aynı oranda artış göstermesi öngörülmektedir. Eskişehir’de kurulan tesis sayesinde Türkiye’nin enerji ihtiyacının bir kısmını karşılanması amaçlanmaktadır.

Literatürde ve mevzuatta “katı atık” olgusuna ilişkin çeşitli tanımlar yer almaktadır. Armagan ve diğerleri “katı atık” olgusunu “Sahibinin istemediği ancak ekonomik değeri olan ve toplumun menfaati gereği toplanıp fen ve sanat kurallarına, bilimsel esaslara, mühendislik prensiplerine göre bertaraf edilmesi gereken katı şeyler” biçiminde tanımlarken, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’nde ise “Katı atık”, “Üreticisi tarafından

atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru” olarak tanımlanmaktadır. Katı atıklar kaynaklarına göre dört grupta toplanabilir:

- Evsel Katı Atıklar,
- Endüstriyel Nitelikli Katı Atıklar (Tehlikeli ve Tehlikesiz Atıklar),
- Tıbbi Katı Atıklar,
- Özel Katı Atıklar (Yılmaz ve ark., 2010)

2.1. Tesis Yeri İle İlgili Genel Bilgiler

Tesis Eskişehir İli, Odunpazarı İlçesi, Sarıungur Köyü 466. Sokak mevkiinde yer alan 231 722,661 m²'lik alan üzerinde kurulmuştur.

2.2. Tesis Ömrü

Proje sahasının Entegre Katı Atık Değerlendirme ve Bertaraf Tesisi, özellikle de enerji üretilen bir tesis haline dönüştürülmesi için 13.07.2016 tarihinde yapılan ihale sonucu tesis ile ilgili sözleşme 05.08.2016 tarihinde imzalanmıştır.

Tesisin Entegre hale getirileceği, organik atıkların değerlendirilip enerji üretileceği, tesise gelecek tehlikesiz nitelikteki geri kazanılabilir atıkların da ayrıştırılıp çevre lisansı olan geri dönüşüm firmalarına verileceği dikkate alındığında depolama sahasına giden atık miktarı önemli oranda azalmıştır.

2016 yılı sonundan 2028 yılı sonuna kadar hizmet verebilecektir. Ancak devreye giren entegre sistem sayesinde depolama sahasının ömrünün daha uzun olması planlanmaktadır. 1. depolama sahasının kapasitesi tamamlandığında 2. depolama sahası açılarak katı atıklar bu sahada bertaraf edilecektir.

2.3. Tesise Kabul Edilen Atık Türleri

Proje kapsamında tesise kabul edilen atıklar aşağıda listelenmiştir.

- Bitkisel İçerikli Atıklar ve Ormancılık Atıkları
- Gıda Üretimi Atıkları
- Ahşap İşleme, Kâğıt ve Karton Üretimi Atıkları
- Tekstil Endüstrisi Atıkları
- Anaerobik Arıtım Atıkları
- Mutfak Atıkları

- Park, Bahçe ve Diğer Yeřil Atıklar
- Karışık Belediye Atıkları
- Endüstriden Gelen Evsel Nitelikli Atıklar

Toplanan katı atıklar tesise karışık bir şekilde getirildiğinden dolayı içerisindeki organik atıkların katı atık düzenli depolama sahasına gitmesinin önlenmesi için anaerobik fermentasyon sistemine giden organik atığı ayırabilmek amacıyla karışık belediye atıkları Mekanik Ayırma Tesisine (MAT) alınmaktadır.

Karışık belediye atıkları öncelikle MAT’da işleme tabi tutularak içerisindeki bakteri veya diğer organizmalar tarafından tamamen bozulan plastik atıklar ve bu sırada varsa geri kazanımı mümkün olan atıklar türlerine göre ayrıştırılmaktadır. Organik atıklar ise Biyometanizasyon Tesisi’ne gönderilerek fermentasyon işlemine tabi tutulmaktadır. Elde edilen biyogaz, Elektrik Enerjisi retim Tesisi’nde yakılarak ısı ve elektrik enerjisi elde edilmektedir. Isı Biyometanizasyon Tesisi’nde kullanılacak olup, elektrik enerjisi enterkonnekte sisteme verilmektedir. Bakiye Atıklar Düzenli Depolama Sahası’nda bertaraf edilmektedir. (evre Yönetimi Genel Müdürlüğü-Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı, 2012)

Atıklar ncelikle Mekanik Ayırma Tesisi’nde bir ayrıştırma işlemine tabi tutulmaktadır. Atıklar Mekanik Ayırma Tesisi’nde ayrıştırıldıktan sonra Biyometanizasyon Tesisi’ne gönderilmektedir.

Depo Gazı ve Biyogazdan Elektrik Enerjisi retim Tesisi’nde Katı Atık Düzenli Depolama Alanı ile Biyometanizasyon Tesisi’nde gerçekleştirilen işlemler esnasında meydana gelen depo gazı ve biyogazdan yakma suretiyle elektrik enerjisi ve ısı enerjisi elde edilmektedir (Yıldız ve ark., 2010).

2.4. Tesisin Bölümleri



Şekil 2.1. Tesisin Genel Görünümü (1)



Şekil 2.2. Tesisin Genel Görünümü (2)

Şekil 2.1. ve Şekil 2.2. 'de tesisin genel olarak görünümü gaz depolama tankı , trafo, booster gibi enerji üretimini sağlayan bölümler verilmiştir.

Katı Atık Berteraf Enerji Tesisi aşağıda belirtilen bölümlerden oluşmaktadır;

Mekanik Ayırma Tesisi: Mekanik Ayırma Tesisi'nde atığın çöp kamyonları tarafından boşaltılmasından organik atık, inorganik atık ve geri kazanımı mümkün olan atıkların ayrıştırılmasına kadar olan işlemler gerçekleştirilmektedir. Mekanik Ayırma Tesisi'nde geri dönüşebilir atıklar türlerine göre (kağıt-karton, plastik, cam, metal, vb.) göre ayrıştırılmaktadır. Ayrıştırılan kâğıt-karton, plastik ve metal geri kazanımı mümkün olan atıklar preslenerek depolanmaktadır (Çevre Bakanlığı).

Biyometanizasyon Tesisi: Biyogaz Tesisi'nde anaerobik ortamların sağlanması, ısı verilmesi ve karıştırılma işlemleri ile organik atıkların anaerobik olarak parçalanması ya da diğer bir deyişle metanizasyonu sağlanmaktadır. Ürün olarak biyogaz ve fermente ürün elde edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).

Depo Gazı ve Biyogazdan Elektrik Enerjisi Üretim Tesisi: Enerji Üretim Tesisi 4.100 cm x 4.410 cm boyutlarındadır. Tesiste 7 adet gaz motoru, 2 adet booster, 7 adet trafo ve 3 adet şalt montajı yapılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).

Atık Kabul ve Kontrol Binası: Tesis Girişinde yapılan bu binada, giriş ve çıkışlar kontrol edilmekte , atık kabul ve kontrol işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Kantar: Çukursuz Tip Elektronik kantar kullanılmaktadır. Çukursuz Tip Kantar seçilmesinin başlıca nedeni: Elektronik olarak kurulan sisteme yağış ve yüzeysel suların etki etmemesi, dolayısıyla da olağan dışı arızalar olması hariç kesintisiz bir şekilde işletmede kalabilmesidir. Tesise kabul edilen atıkların kayıt işlemi gerçekleştirildikten sonra kantarda tartım işlemi yapılmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).

Gaz Depolama Tankı: Fermantasyon tankında oluşan metan gazı/biyogaz Gaz Depolama Tankı'na yönlendirilmektedir. Bu tanktan sonra gaz, enerji üretim tesisine gönderilmektedir. Biyogaz üretimi aşağıda kısaca anlatılmıştır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).



Şekil 2.3. Gaz Depolanan Balon

Şekil 2.3.' de oluşan gazın depolandığı alan verşilmiştir.

Bunker: Bunker ilk anda gemilerde olmak üzere yakıtın , madenin ya da materyalin saklanması için kullanılan depoları , sığınakları ifade eden bir terim olarak hayata geçirilmiş olup bahsi geçen tesiste kullanım amacı ayrıştırılan organik atığın ön şartlandırma ünitesi olarak bunker yapılmıştır. Yakıt bir süre bu tanklarda muhafaza edilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).

Sera: Enerji üretim tesisinde oluşan fazla ısınn değerlendirilmesi amacıyla sera kurulmuştur. Tesis bu yönü ile Türkiye’de ilk olmuştur. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı).



Şekil 2.4. Sera

3. MATERYAL METOT

Tez çalışmasında kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Çevre Bakanlığının resmi web sayfalarından elde edilmiştir. Eskişehir ili katı atık entegre tesisi için elde edilen veriler ise Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı tarafından sağlanmıştır. TÜİK ülke genelindeki verileri iki yılda bir paylaştığı için tez çalışmasında en yakın tarih olarak 2017 verileri kullanılmıştır. Bu çalışmadaki nüfus artışı hesaplanırken nüfus projeksiyonları için aşağıda verilen metodlar kullanılmıştır.

- ☐ Aritmetik Artış Metodu
- ☐ Geometrik Artış Metodu
- ☐ Bileşik Faiz Metodu
- ☐ İller Bankası Metodu

3.1. Aritmetik Artış Metodu

Aritmetik artış metodu aşağıdaki formüller de gösterildiği gibidir.

$$k_a = (N_s - N_i) / (t_s - t_i)$$

$$N_g = N_s \times k_a (t_g - t_s)$$

Burada;

k_a : Aritmetik Artış Katsayısı

N_g : Gelecekteki Nüfus

N_s : Son Nüfus Sayımı

N_i : İlk Nüfus Sayımı

t_g : Gelecekteki Nüfus Yılı

t_s : Son Nüfus Sayım Yılı

t_i : İlk Nüfus Sayım Yılı

Bu metodda öncelikli olarak aritmetik artış katsayısı hesaplanır. Katsayı hesaplanırken son nüfus sayımı ve ilk nüfus sayımı olmak üzere iki farklı yıl aralığı seçilir. Seçilen iki farklı nüfus sayımının farkı alınarak seçilen zamanların farkına bölünür. Bulunan katsayı gelecek nüfus hesabında kullanılır. (Kaya, 2001)

3.2. Geometrik Artış Metodu

Geometrik artış metodu aşağıdaki formüllerde gösterildiği gibidir.

$$k_g = (\log N_s - \log N_i) / (t_s - t_i)$$

$$\log N_g = \log N_s + k_g (t_g - t_s)$$

Burada;

k_g : Geometrik Artış Katsayısı

N_g : Gelecekteki Nüfus

N_s : Son Nüfus Sayımı

N_i : İlk Nüfus Sayımı

t_g : Gelecekteki Nüfus Yılı

t_s : Son Nüfus Sayım Yılı

t_i : İlk Nüfus Sayım Yılı

Bu metodda öncelikli olarak geometrik artış katsayısı hesaplanır. Katsayı hesaplanırken son nüfus sayımı ve ilk nüfus sayımı olmak üzere iki farklı yıl aralığı seçilir. Seçilen iki farklı nüfus sayımının logaritmik olarak farkı alınır ve zamanların farkına bölünür. Bulunan katsayı gelecek nüfus hesabında kullanılır. (Kaya, 2001)

3.3. Bileşik Faiz Metodu

Bileşik faiz artış metodu aşağıdaki formüllerde gösterildiği gibidir.

$$N_s = N_i \times (1 + r)^{(ts-ti)}$$

$$N_g = N_g \times (1 + r)^{(tg-ts)}$$

Burada;

r : Bileşik Faiz Artış Katsayısı

N_g : Gelecekteki Nüfus

N_s : Son Nüfus Sayımı

N_i : İlk Nüfus Sayımı

t_g : Gelecekteki Nüfus Yılı

t_s : Son Nüfus Sayım Yılı

t_i : İlk Nüfus Sayım Yılı

Bu methoda öncelikli olarak bileşik faiz artış katsayısı hesaplanır. Katsayı hesaplanırken geometrik artış katsayısı formülü uygulanır. İki farklı nüfus Bulunan katsayı gelecek nüfus hesabında kullanılır. (Kaya, 2001)

3.4. İller Bankası Metodu

İller Bankası artış metodu aşağıdaki formüllerde gösterildiği gibidir.

$$P = \left(\sqrt[t_s - t_i]{\frac{N_s}{N_i}} - 1 \right) \times 100$$

$$N_g = N_s \times (1 + (p/100))^{(t_g - t_s)}$$

Burada;

p : İller Bankası Artış Katsayısı

N_g : Gelecekteki Nüfus

N_s : Son Nüfus Sayımı

N_i : İlk Nüfus Sayımı

t_g : Gelecekteki Nüfus Yılı

t_s : Son Nüfus Sayım Yılı

t_i : İlk Nüfus Sayım Yılı

Bu methoda öncelikli olarak iller bankası artış katsayısı hesaplanır. Katsayı hesaplanırken son nüfus sayımı ve ilk nüfus sayımı olmak üzere iki farklı yıl aralığı seçilir. Seçilen iki farklı nüfus sayımının bölünerek nüfus yıl aralığı farkı kök derecesi olarak alınır. Bulunan katsayı gelecekteki nüfus bulunurken kullanılır. (İller Bankası Yönetmeliği)

Bu kapsamda öncelikle artış katsayıları hesap edilmiştir. Artış katsayısı 1' den küçük bulunduğu takdirde nüfus artış katsayısı 1 olarak, artış katsayısı 1 ile 3 arasında bulunduğu takdirde nüfus artış katsayısı hesap edilen değer olarak, artış katsayısı 3' ten büyük bulunduğu takdirde ise nüfus artış katsayısı 3 olarak kabul edilmektedir

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Materyal ve metot kısmında kullanılan hesaplama yöntemlerinin sonuçları bu kısımda verilmiştir. Ondan önce nüfus artış miktarlarının geçmiş yıllar baz alınarak ileriki tarihlerde ki hesaplamalarına da yer verilmiştir.

YILLAR	TÜRKİYE	EKİŞEHİR
2007	70 586 256	724 849
2008	71 517 100	741 739
2009	72 561 312	755 427
2010	73 722 988	764 584
2011	74 724 269	781 247
2012	75 627 384	789 750
2013	76 667 864	799 724
2014	77 695 904	812 320
2015	78 741 053	826 716
2016	79 814 871	844 842
2017	80 810 525	860 620
2018	82 003 882	871 187
2019	82 886 421	897 750
2020	83 900 373	912 205
2021	84 908 658	929 316
2022	85 911 035	946 463
2023	86 907 367	963 731
2024	87 885 571	981 096
2025	88 844 934	998 571

Tablo 4.1. Türkiye ve Eskişehir için öngörülen nüfus artışı TÜİK verileri

Tablo 4.1.'de 2007-2018 arasında ki veriler TÜİK'den alınmıştır. Geri kalan yılların nüfus sayımları iller bankası metodu ile öngörülmüştür.

YIL	Toplam tüketim (MWsa)	Kişi başına toplam elektrik tüketimi (kWsa)	Kişi başına sanayi elektrik tüketimi (kWsa)	Kişi başına mesken elektrik tüketimi (kWsa)
2012	194 923 349	2 577	1 220	600
2013	198 045 181	2 583	1 216	587
2014	207 375 078	2 669	1 258	594
2015	217 312 250	2 760	1 315	608
2016	231 203 746	2 897	1 357	642
2017	249 022 646	3 082	1 441	671

Tablo 4.2. Türkiye Geneli Yıl Bazında Enerji Tüketimi TÜİK verileri

YIL	Toplam tüketim (MWsa)	Kişi başına toplam elektrik tüketimi (kWsa)	Kişi başına sanayi elektrik tüketimi (kWsa)	Kişi başına mesken elektrik tüketimi (kWsa)
2012	2 301 403	2 914	1 616	563
2013	2 621 542	3 278	1 732	551
2014	2 809 240	3 458	2 000	603
2015	2 868 840	3 470	2 022	592
2016	3 262 254	3 861	2 363	609
2017	3 505 227	4 073	2 272	628

Tablo 4.3. Eskişehir Geneli Yıl Bazında Enerji Tüketimi TÜİK verileri

Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.' de Türkiye ve Eskişehir geneli toplam enerji tüketimi ve kişi başına toplam enerji tüketimi bilgileri verilmiştir.

- Aritmetik artış katsayısı hesaplanırken yukarıdaki nüfus değerleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle aritmetik artış katsayıları hesaplanmış olup Tablo 4.4. 'de bulunan sonuçlar verilmiştir.

Belediye Adı	2007	2015	ka
Odunpazarı	339 240	383 523	5,535
Tepebaşı	255 917	333 553	9,705
Alpu	13 870	11 526	-0,293
Beylikova	7 450	6 091	-170
Çifteler	16 936	15 232	-213
Günyüzü	8 135	5 970	-271
Han	2 526	1 959	-71
İnönü	7 583	6 822	-95
Mahmudiye	9 144	7 987	-145
Mihalgazi	3 476	4 507	129
Mihalıççık	11 618	8 850	-346
Sarıcakaya	5 924	5 678	-31
Seyitgazi	17 624	13 753	-484
Sivrihisar	25 406	21 265	-518
Toplam	724 849 kişi	826 716 kişi	-92

Tablo 4.4. Aritmetik Artış Katsayıları

Artış katsayılarına göre hesap edilen gelecekteki nüfus değerleri Tablo 4.5.' de verilmiştir.

Belediye Adı	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Odunpazarı	405 663	411 198	416 733	422 268	427 803	433 338	438 873
Tepebaşı	372 373	382 078	391 783	401 488	411 193	420 898	430 603
Alpu	10 354	10 061	9 768	9 475	9 182	8 889	8 596
Beylikova	5 411	5 241	5 071	4 901	4 731	4 561	4 391
Çifteler	14 380	14 167	13 954	13 741	13 528	13 315	13 102
Günyüzü	4 886	4 615	4 344	4 073	3 802	3 531	3 260
Han	1 675	1 604	1 533	1 462	1 391	1 320	1 249
İnönü	6 442	6 347	6 252	6 157	6 062	5 967	5 872
Mahmudiye	7 407	7 262	7 117	6 972	6 827	6 682	6 537
Mihalgazi	5 023	5 152	5 281	5 410	5 539	5 668	5 797
Mihalıççık	7 466	7 120	6 774	6 428	6 082	5 736	5 390
Sarıcakaya	5 554	5 523	5 492	5 461	5 430	5 399	5 368
Seyitgazi	11 817	11 333	10 849	10 365	9 881	9 397	8 913
Sivrihisar	19 193	18 675	18 157	17 639	17 121	16 603	16 085
Toplam	877 644 kişi	890 376 kişi	903 108 kişi	915 840 kişi	928 572 kişi	941 304 kişi	954 036 kişi
Belediye Adı	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Odunpazarı	444 408	449 943	455 478	461 013	466 548	472 083	477 618
Tepebaşı	440 308	450 013	459 718	469 423	479 128	488 833	498 538
Alpu	8 303	8 010	7 717	7 424	7 131	6 838	6 545
Beylikova	4 221	4 051	3 881	3 711	3 541	3 371	3 201
Çifteler	12 889	12 676	12 463	12 250	12 037	11 824	11 611
Günyüzü	2 989	2 718	2 447	2 176	1 905	1 634	1 363
Han	1 178	1 107	1 036	965	894	823	752
İnönü	5 777	5 682	5 587	5 492	5 397	5 302	5 207
Mahmudiye	6 392	6 247	6 102	5 957	5 812	5 667	5 522
Mihalgazi	5 926	6 055	6 184	6 313	6 442	6 571	6 700
Mihalıççık	5 044	4 698	4 352	4 006	3 660	3 314	2 968
Sarıcakaya	5 337	5 306	5 275	5 244	5 213	5 182	5 151
Seyitgazi	8 429	7 945	7 461	6 977	6 493	6 009	5 525
Sivrihisar	15 567	15 049	14 531	14 013	13 495	12 977	12 459
Toplam	966 768 kişi	979 500 kişi	992 232 kişi	1 004 964 kişi	1 017 696 kişi	1 030 428 kişi	1 043 160 kişi

Tablo 4.5. Aritmetik Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri

- Geometrik artış katsayısı hesaplanırken yukarıdaki nüfus değerleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle geometrik artış katsayıları hesaplanmış olup Tablo 4.6.'da bulunan sonuçlar verilmiştir.

Belediye Adı	2007	2015	kg
Odunpazarı	339 240	383 523	0,0067
Tepebaşı	255 917	333 553	0,0144
Alpu	13 870	11 526	-0,0100
Beylikova	7 450	6 091	-0,0109
Çifteler	16 936	15 232	-0,0058
Günyüzü	8 135	5 970	-0,0168
Han	2 526	1 959	-0,0138
İnönü	7 583	6 822	-0,0057
Mahmudiye	9 144	7 987	-0,0073
Mihalgazi	3 476	4 507	0,0141
Mihalıççık	11 618	8 850	-0,0148
Sarıcakaya	5 924	5 678	-0,0023
Seyitgazi	17 624	13 753	-0,0135
Sivrihisar	25 406	21 265	-0,0097
Toplam	724 849 kişi	826 716 kişi	-0,0054

Tablo 4.6. Geometrik Artış Katsayıları

Artış katsayılarına göre hesap edilen gelecekteki nüfus değerleri Tablo 4.7. 'de verilmiştir.

Belediye Adı	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Odunpazarı	407 935	414 278	420 718	427 259	433 902	440 648	447 498
Tepebaşı	380 860	393 699	406 972	420 693	434 875	449 536	464 692
Alpu	10 512	10 273	10 039	9 810	9 587	9 369	9 155
Beylikova	5 509	5 373	5 239	5 110	4 983	4 859	4 739
Çifteler	14 440	14 248	14 059	13 873	13 689	13 507	13 328
Günyüzü	5 114	4 920	4 733	4 554	4 381	4 215	4 055
Han	1 725	1 671	1 619	1 568	1 519	1 472	1 426
İnönü	6 473	6 389	6 305	6 223	6 142	6 062	5 983
Mahmudiye	7 468	7 343	7 221	7 100	6 982	6 866	6 751
Mihalgazi	5 132	5 301	5 476	5 657	5 844	6 037	6 236
Mihalıççık	7 722	7 464	7 213	6 972	6 738	6 512	6 294
Sarıcakaya	5 559	5 530	5 500	5 471	5 442	5 414	5 385
Seyitgazi	12 145	11 773	11 413	11 064	10 725	10 397	10 079
Sivrihisar	19 448	19 018	18 598	18 187	17 785	17 393	17 008
Toplam	890 042 kişi	907 280 kişi	925 105 kişi	943 541 kişi	962 594 kişi	982 287 kişi	1 002 629 kişi
Belediye Adı	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Odunpazarı	454 456	461 521	468 696	475 983	483 383	490 898	498 530
Tepebaşı	480 358	496 552	513 292	530 597	548 485	566 976	586 091
Alpu	8 947	8 743	8 544	8 350	8 160	7 974	7 793
Beylikova	4 622	4 507	4 395	4 286	4 180	4 077	3 975
Çifteler	13 151	12 976	12 804	12 634	12 467	12 301	12 138
Günyüzü	3 901	3 753	3 611	3 474	3 342	3 215	3 093
Han	1 381	1 338	1 296	1 256	1 216	1 178	1 141
İnönü	5 905	5 828	5 752	5 677	5 603	5 530	5 458
Mahmudiye	6 639	6 528	6 419	6 312	6 207	6 104	6 002
Mihalgazi	6 442	6 654	6 874	7 100	7 335	7 577	7 827
Mihalıççık	6 083	5 880	5 683	5 492	5 308	5 130	4 958
Sarıcakaya	5 357	5 328	5 300	5 272	5 244	5 217	5 189
Seyitgazi	9 770	9 471	9 181	8 900	8 628	8 364	8 108
Sivrihisar	16 633	16 265	15 906	15 555	15 211	14 875	14 547
Toplam	1 023 645 kişi	1 045 344 kişi	1 067 753 kişi	1 090 888 kişi	1 114 769 kişi	1 139 416 kişi	1 164 850 kişi

Tablo 4.7. Geometrik Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri

- Bileşik faiz artış katsayısı hesaplanırken yukarıdaki nüfus değerleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle bileşik faiz artış katsayıları hesaplanmış olup Tablo 4.8. 'de bulunan sonuçlar verilmiştir.

Belediye Adı	2007	2015	r
Odunpazarı	339 240	383 523	0,0155
Tepebaşı	255 917	333 553	0,0337
Alpu	13 870	11 526	-0,0229
Beylikova	7 450	6 091	-0,0249
Çifteler	16 936	15 232	-0,0132
Günyüzü	8 135	5 970	-0,0379
Han	2 526	1 959	-0,0313
İnönü	7 583	6 822	-0,0131
Mahmudiye	9 144	7 987	-0,0168
Mihalgazi	3 476	4 507	0,0330
Mihalıççık	11 618	8 850	-0,0334
Sarıcakaya	5 924	5 678	-0,0053
Seyitgazi	17 624	13 753	-0,0305
Sivrihisar	25 406	21 265	-0,0220
Toplam	724 849 kişi	826 716 kişi	-0,0083

Tablo 4.8. Bileşik Faiz Metodu Artış Katsayıları

Bileşik faiz metodu katsayılarına göre hesap edilen gelecekteki nüfus değerleri Tablo 4.9.' da verilmiştir.

Belediye Adı	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Odunpazarı	407 860	414 182	420 602	427 121	433 741	440 464	447 292
Tepebaşı	380 840	393 675	406 941	420 655	434 831	449 485	464 633
Alpu	10 506	10 265	10 030	9 801	9 576	9 357	9 143
Beylikova	5 507	5 370	5 236	5 105	4 978	4 854	4 733
Çifteler	14 444	14 253	14 065	13 879	13 696	13 515	13 337
Günyüzü	5 115	4 921	4 735	4 555	4 383	4 217	4 057
Han	1 725	1 671	1 619	1 568	1 519	1 471	1 425
İnönü	6 471	6 387	6 303	6 220	6 139	6 059	5 979
Mahmudiye	7 464	7 338	7 215	7 094	6 975	6 857	6 742
Mihalgazi	5 132	5 301	5 476	5 657	5 844	6 037	6 236
Mihalıççık	7 726	7 468	7 218	6 977	6 744	6 519	6 301
Sarıcakaya	5 559	5 529	5 500	5 471	5 442	5 413	5 384
Seyitgazi	12 150	11 780	11 420	11 072	10 734	10 407	10 090
Sivrihisar	19 455	19 027	18 608	18 199	17 798	17 407	17 024
Toplam	889 954 kişi	907 167 kişi	924 968 kişi	943 374 kişi	962 400 kişi	982 062 kişi	1 002 376 kişi
Belediye Adı	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Odunpazarı	454 225	461 265	468 415	475 675	483 048	490 535	498 139
Tepebaşı	480 291	496 477	513 208	530 503	548 381	566 862	585 965
Alpu	8 933	8 729	8 529	8 333	8 143	7 956	7 774
Beylikova	4 616	4 501	4 389	4 279	4 173	4 069	3 968
Çifteler	13 161	12 987	12 816	12 646	12 479	12 315	12 152
Günyüzü	3 903	3 755	3 613	3 476	3 344	3 217	3 095
Han	1 381	1 338	1 296	1 255	1 216	1 178	1 141
İnönü	5 901	5 824	5 747	5 672	5 598	5 524	5 452
Mahmudiye	6 629	6 518	6 408	6 300	6 195	6 091	5 988
Mihalgazi	6 442	6 654	6 874	7 101	7 335	7 577	7 827
Mihalıççık	6 091	5 887	5 691	5 500	5 317	5 139	4 968
Sarıcakaya	5 356	5 327	5 299	5 271	5 243	5 215	5 188
Seyitgazi	9 782	9 484	9 194	8 914	8 642	8 378	8 123
Sivrihisar	16 649	16 283	15 925	15 574	15 232	14 897	14 569
Toplam	1 023 360 kişi	1 045 029 kişi	1 067 404 kişi	1 090 499 kişi	1 114 346 kişi	1 138 953 kişi	1 164 349 kişi

Tablo 4.9. Bileşik Faiz Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri

- İller bankası artış katsayısı hesaplanırken yukarıdaki nüfus değerleri kullanılmıştır.

Bu kapsamda öncelikle iller bankası artış katsayıları hesaplanmış olup Tablo 4.10.'da bulunan sonuçlar verilmiştir.

Belediye Adı	2007	2015	p
Odunpazarı	339 240	383 523	1,55
Tepebaşı	255 917	333 553	3,00
Alpu	13 870	11 526	1,00
Beylikova	7 450	6 091	1,00
Çifteler	16 936	15 232	1,00
Günyüzü	8 135	5 970	1,00
Han	2 526	1 959	1,00
İnönü	7 583	6 822	1,00
Mahmudiye	9 144	7 987	1,00
Mihalgazi	3 476	4 507	3,00
Mihalıççık	11 618	8 850	1,00
Sarıcakaya	5 924	5 678	1,00
Seyitgazi	17 624	13 753	1,00
Sivrihisar	25 406	21 265	1,00
Toplam	724 849 kişi	826 716 kişi	1,33

Tablo 4.10. İller Bankası Metodu Artış Katsayıları

Artış katsayılarına göre hesap edilen gelecekteki nüfus değerleri Tablo 4.11. 'de verilmiştir.

Belediye Adı	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Odunpazarı	407 860	414 182	420 602	427 121	433 741	440 464	447 292
Tepebaşı	375 417	386 679	398 280	410 228	422 535	435 211	448 267
Alpu	11 994	12 114	12 235	12 357	12 481	12 606	12 732
Beylikova	6 338	6 402	6 466	6 530	6 596	6 662	6 728
Çifteler	15 850	16 009	16 169	16 331	16 494	16 659	16 826
Günyüzü	6 212	6 275	6 337	6 401	6 465	6 529	6 595
Han	2 039	2 059	2 080	2 100	2 121	2 143	2 164
İnönü	7 099	7 170	7 242	7 314	7 387	7 461	7 536
Mahmudiye	8 311	8 394	8 478	8 563	8 649	8 735	8 823
Mihalgazi	5 073	5 225	5 382	5 543	5 709	5 881	6 057
Mihaliççık	9 209	9 301	9 394	9 488	9 583	9 679	9 776
Sarıcakaya	5 909	5 968	6 027	6 088	6 148	6 210	6 272
Seyitgazi	14 311	14 455	14 599	14 745	14 893	15 041	15 192
Sivrihisar	22 128	22 350	22 573	22 799	23 027	23 257	23 490
Toplam	897 750 kişi	916 583 kişi	935 864 kişi	955 608 kişi	975 829 kişi	996 538 kişi	1 017 750 kişi
Belediye Adı	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Odunpazarı	454 225	461 265	468 415	475 675	483 048	490 535	498 139
Tepebaşı	461 715	475 567	489 834	504 529	519 665	535 255	551 312
Alpu	12 859	12 988	13 118	13 249	13 381	13 515	13 650
Beylikova	6 796	6 863	6 932	7 001	7 071	7 142	7 214
Çifteler	16 994	17 164	17 335	17 509	17 684	17 861	18 039
Günyüzü	6 661	6 727	6 794	6 862	6 931	7 000	7 070
Han	2 186	2 207	2 230	2 252	2 274	2 297	2 320
İnönü	7 611	7 687	7 764	7 842	7 920	7 999	8 079
Mahmudiye	8 911	9 000	9 090	9 181	9 273	9 365	9 459
Mihalgazi	6 239	6 426	6 619	6 817	7 022	7 232	7 449
Mihaliççık	9,874	9 972	10 072	10 173	10 275	10 377	10 481
Sarıcakaya	6 335	6 398	6 462	6 527	6 592	6 658	6 724
Seyitgazi	15 344	15 497	15 652	15 809	15 967	16 126	16 288
Sivrihisar	23 725	23 962	24 202	24 444	24 688	24 935	25 184
Toplam	1 039 475 kişi	1 061 723 kişi	1 084 519 kişi	1 107 870 kişi	1 131 791 kişi	1 156 297 kişi	1 181 408 kişi

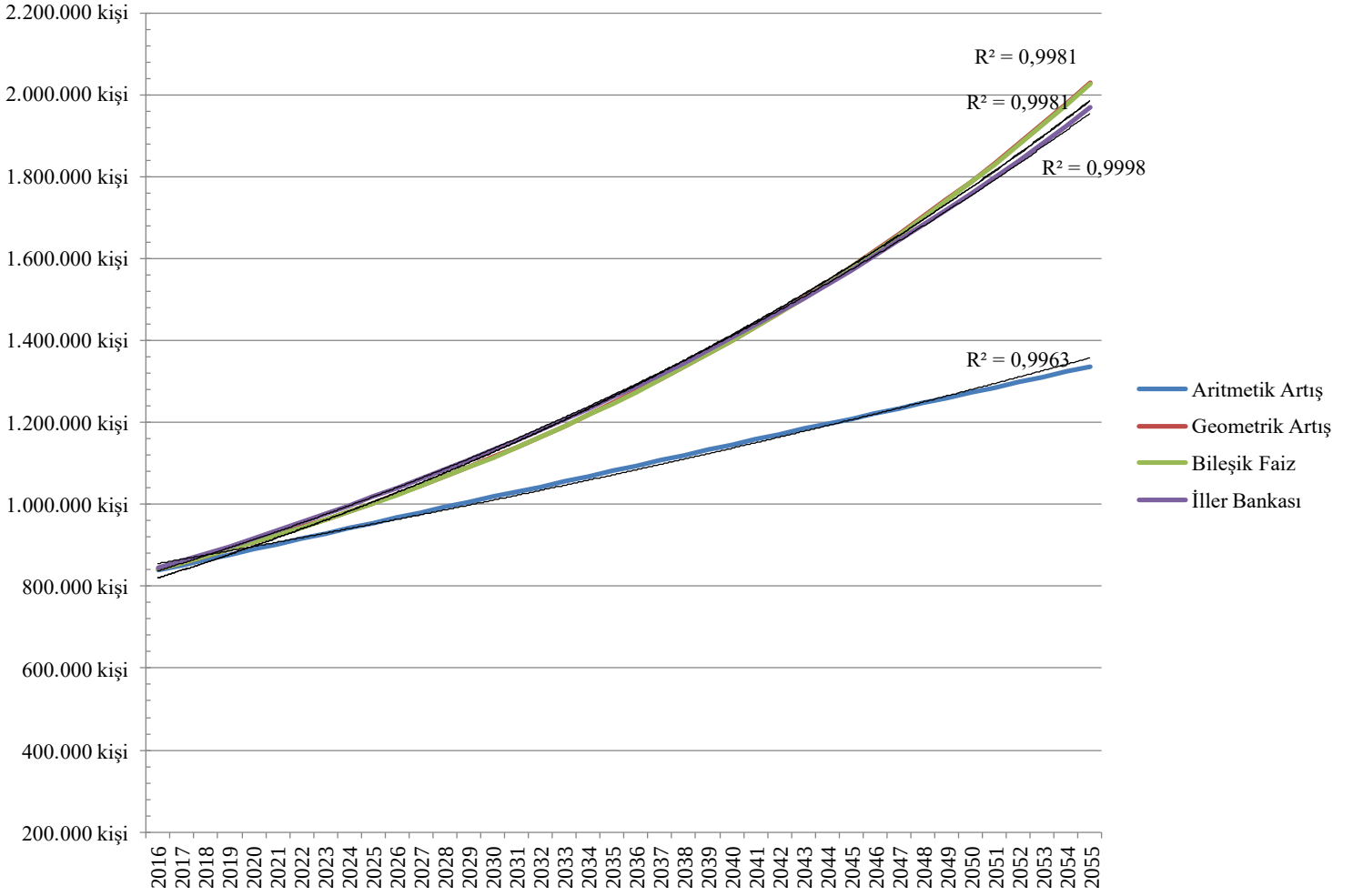
Tablo 4.11. İller Bankası Artış Metoduna Göre Gelecekteki Nüfus Değerleri

4.1. Nüfus Artış Metotlarının Karşılaştırılması

Yukarıda dört farklı metoda göre Eskişehir ilinin nüfus projeksiyonu gerçekleştirilmiş olup sonuçları aşağıdaki şekilde toplu olarak gösterilmiştir.

Yıllar	Aritmetik Artış Metodu(kişi)	Geometrik Artış Metodu(kişi)	Bileşik Faiz Metodu(kişi)	İller Bankası Metodu(kişi)
2019	877 644	890 042	889 954	897 750
2020	890 376	907 280	907 167	916 583
2021	903 108	925 105	924 968	935 864
2022	915 840	943 541	943 374	955 608
2023	928 572	962 594	962 400	975 829
2024	941 304	982 287	982 062	996 538
2025	954 036	1 002 629	1 002 376	1 017 750
2026	966 768	1 023 645	1 023 360	1 039 475
2027	979 500	1 045 344	1 045 029	1 061 723
2028	992 232	1 067 753	1 067 404	1 084 519
2029	1 004 964	1 090 888	1 090 499	1 107 870
2030	1 017 696	1 114 769	1 114 346	1 131 791
2031	1 030 428	1 139 416	1 138 953	1 156 297
2032	1 043 160	1 164 850	1 164 349	1 181 408

Tablo 4.12. Nüfus Projeksiyon Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 4.1. Nüfus Projeksiyon Sonuçlarının Karşılaştırılması (2016-2055)

Tablo ve şekillerden de anlaşılacağı üzere 1'e en yakın R^2 değerini veren ve kullanımı çok yaygın olan İller Bankası Metodu tercih edilmiş ve katı atık projeksiyonu bu metoda göre hesap edilen nüfus değerleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.1. de nüfus yılları olarak 2016-2055 seçilmesinin sebebi korelasyon sonucuna daha verimli bir şekilde ulaşmak ve R^2 'nin 1'e yaklaşan değeri daha net görülmektedir.

Yıllar	Kişi Başına Düşen Katı Atık Miktarı (kg/kşi/gün)
2019	1,124
2020	1,135
2021	1,146
2022	1,157
2023	1,169
2024	1,181
2025	1,193
2026	1,205
2027	1,217
2028	1,229
2029	1,241
2030	1,253
2031	1,266
2032	1,279

Tablo 4.13. Kişi Başına Düşen Katı Atık Miktarı Projeksiyonu

Tablo 4.13.' de nüfus projeksiyonu metodlarına göre bulunan nüfusler ve bilinen tarihlerde Eskişehir ilinde ki toplam katı atık miktarından yola çıkarak kişi başına düşen atık miktarı ton olarak verilmiştir.

4.2. Katı Atık Projeksiyonu

Eskişehir ili sınırları içerisindeki yerleşim yerlerinin toplam nüfusu ve kişi başına düşen katı atık üretim miktarı önceki bölümlerde hesap edilmiş olup, bu kapsamda hesap edilen katı atık miktarı Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Yıllar	Kişi Başına Düşen Katı Atık Miktarı (A) (kg/kişi/gün)	Nüfus (B) (kişi)	Katı Atık Miktarı (C) $C = A \times B \times 365 / 1.000$ (ton/yıl)
2019	1,124	897 750	368 312
2020	1,135	916 583	379 716
2021	1,146	935 864	391 463
2022	1,157	955 608	403 558
2023	1,169	975 829	416 371
2024	1,181	996 538	429 572
2025	1,193	1 017 750	443 175
2026	1,205	1 039 475	457 188
2027	1,217	1 061 723	471 622
2028	1,229	1 084 519	486 500
2029	1,241	1 107 870	501 826
2030	1,253	1 131 791	517 619
2031	1,266	1 156 297	534 312
2032	1,279	1 181 408	551 524

Tablo 4.14. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Yerleşim Yerleri Katı Atık Projeksiyonu

4.3. Organik Atık Projeksiyonu

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan ve 2015 yılı Yaz dönemini kapsayan atık karakterizasyon çalışmasında katı atıkların % 55.20'sinin organik atıklardan (mutfak atıkları, park ve bahçe atıkları vb.) oluştuğu tespit edilmiştir.

Bu oran esas alınarak hesap edilen organik atık miktarları yıllara göre aşağıdaki tabloda verilmiştir (Arıtma çamurları sahaya kabul edilmeyecektir.).

Yıllar	Yerleşim Yerlerinde Oluşacak Toplam Atık Miktarı (ton/yıl)	Turistik Tesislerde Oluşacak Toplam Atık Miktarı (ton/yıl)	Organik Atık Oranı %55,20	Yerleşim Yerleri Toplam (ton/yıl)	Turistik Tesisler (ton/yıl)	Genel Toplam (ton/yıl)
2016	336 038	757	0,5520	185 493	418	185 911
2017	346 480	772	0,5520	191 257	426	191 683
2018	357 236	788	0,5520	197 194	435	197 629
2019	368 312	803	0,5520	203 308	443	203 751
2020	379 716	820	0,5520	209 603	453	210 056
2021	391 463	836	0,5520	216 088	461	216 549
2022	403 558	852	0,5520	222 764	470	223 234
2023	416 371	870	0,5520	229 837	480	230 317
2024	429 572	887	0,5520	237 124	490	237 613
2025	443 175	905	0,5520	244 633	500	245 132
2026	457 188	924	0,5520	252 368	510	252 878
2027	471 622	942	0,5520	260 335	520	260 855
2028	486 500	961	0,5520	268 548	530	269 078
2029	501 826	980	0,5520	277 008	541	277 549
2030	517 619	999	0,5520	285 726	551	286 277
2031	534 312	1 020	0,5520	294 940	563	295 503
2032	551 524	1 041	0,5520	304 441	575	305 016

Tablo 4.15. Eskişehir İlinde Oluşacak Toplam Organik Atık Projeksiyonu

4.4. Katı Atık Depolama Alanında Depo Gazı Oluşumu

26.03.2010 tarih ve 27533 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atıkların Düzenli Depolanmasına dair yönetmeliğin Geçici Madde 1. kapsamında Bu yönetmeliğin yürürlüğe girmesinden itibaren 5 yıl içerisinde depolanacak olan biyobozunur atık miktarı, 2005 yılında üretilen toplam biyobozunur atık miktarının ağırlıkça % 75’ ine, 8 yıl içinde % 50’ sine ve 15 yıl içinde ise % 35’ ine indirilmesi esastır. Bu kapsamda Eskişehir ili sınırları içerisinde 2005 yılında üretilen organik atık miktarının belirlenmesi amacıyla öncelikle o yıla ait nüfus belirlenmeye çalışılmıştır. 2005 yılında Türkiye İstatistik Kurumu tarafından gerçekleştirilen herhangi bir Genel Nüfus Sayım veya Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonucu olmadığı için, Eskişehir İli 1990 yılı ve 2000 yılı nüfus değerleri esas alınarak, önceki bölümlerde kullanılan İller Bankası Yöntemi ile 2005 yılındaki nüfus değeri 742 023 kişi olarak hesaplanmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından gerçekleştirilen 2004 ve 2006 Yılı Belediye Atık İstatistikleri’ ne göre Eskişehir ili genelinde kişi başına düşen katı atık miktarı sırasıyla 1,10 kg/kişi/gün ve 1,08 kg/kişi/gün olarak belirlenmiştir. Bu değerler dikkate alınarak 2005 yılı için kişi başına düşen katı atık üretim miktarı 1,10 kg/kişi/gün olarak kabul edilmiştir.

2005 Yılı Organik Atık Miktarı ;

$$((742\ 023 \text{ kişi}) \times (1,10 \text{ kg/kişi.gün}) \times (365 \text{ gün/yıl}) \times 0,5520) / 1\ 000 \text{ kg/ton}$$

$$2005 \text{ Yılı Organik Atık Miktarı} = 164\ 453 \text{ ton/yıl}$$

Bu durumda;

$$2015 \text{ Yılında: } 164\ 453 \times 0,75 = 123\ 340 \text{ ton}$$

$$2018 \text{ Yılında: } 164\ 453 \times 0,50 = 82\ 226 \text{ ton}$$

$$2025 \text{ Yılında: } 164\ 453 \times 0,35 = 57\ 559 \text{ ton}$$

organik atık düzenli depolama sahasında bertaraf edilebilecektir.

Biyometanizasyon Tesisi'nde kuru anaerobik fermentasyon sistemi kullanılmıştır. Hidroliz aşaması 2 gün fermentasyon aşaması ise 19 gündür. Organik yükleme hızı 5-6 kg/m³ ulaşmıştır. Fermentasyon sıcaklığı 35–55 °C çalışabilir haldedir. Fermentasyon sistemi hem termofilik hem de mezofilik olarak işletilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Kullanılan ekstruder pres sayesinde gelen atıktaki organik atık yüzdesinin % 99' undan verim alınmıştır. Oluşan biyogaz miktarı organik biyokütle başına 90-160 m³/ton olmaktadır. Bu kapsamda hazırlanan Biyometanizasyon Tesisi'ne ait projeksiyon hesabı da aşağıdaki tabloda verilmiştir. Oluşan biyogaz miktarı hesabında organik biyokütle başına ortalama 125m³/ton değeri esas alınmıştır.

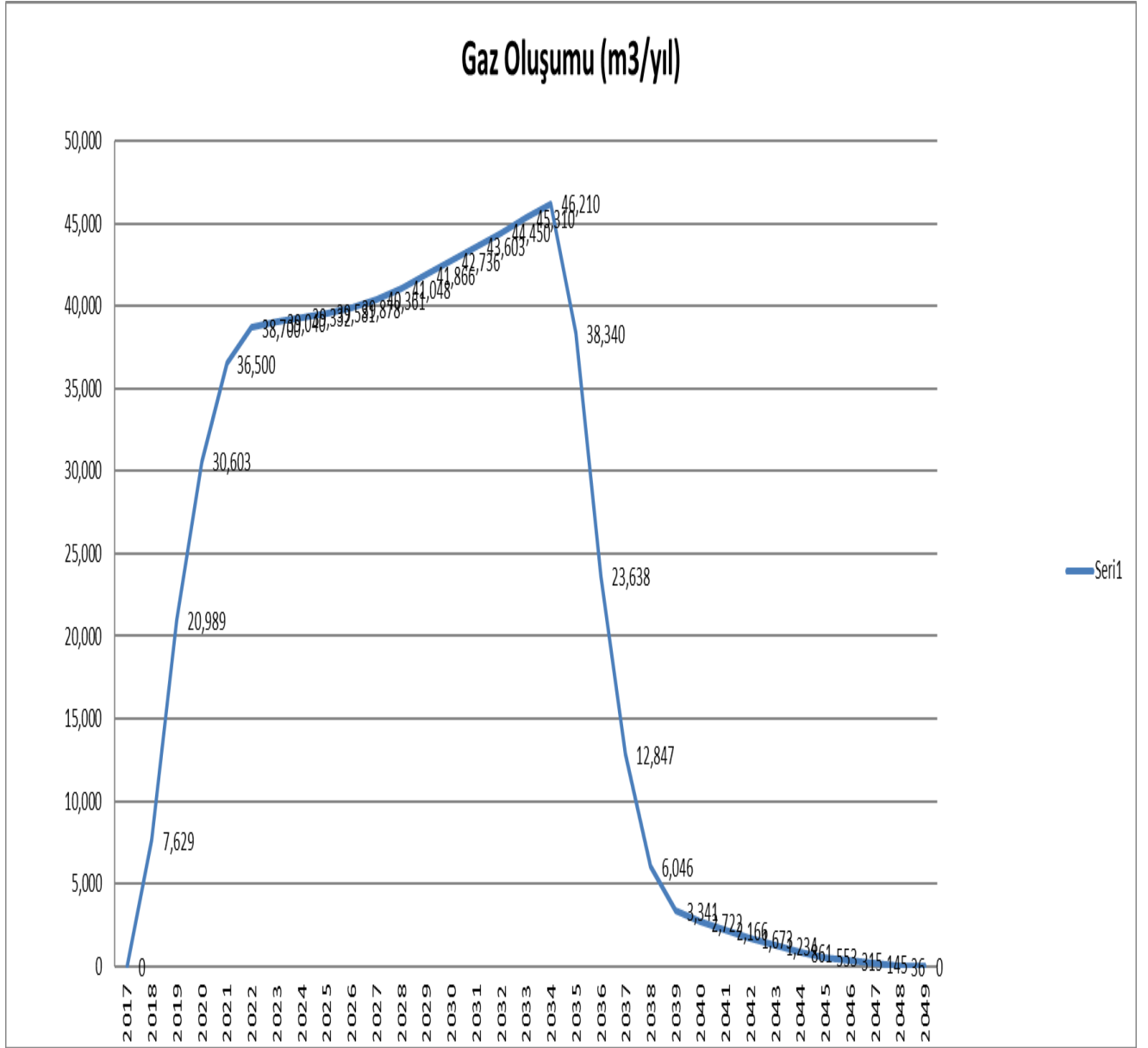
Yıllar	Mekanik Ayırma Tesisinden Gelen Organik Atık Miktarı	Mevzuat Gereği Depolama Sahasına Gidebilecek Bakiye Organik Atık Miktarı	Gaz ve Su Buharı Olarak Sistemden Uzaklaşan Miktar	Biyogaz Miktarı
A	B	C	D = B - C	E = B x 125 m ³ / ton
2016	185 911 ton/yıl	98 672 ton/yıl	87 239 ton/yıl	23 238 854
2017	191 683 ton/yıl	82 226 ton/yıl	109 457 ton/yıl	23 960 389
2018	197 629 ton/yıl	78 937 ton/yıl	118 692 ton/yıl	24 703 656
2019	203 751 ton/yıl	75 648 ton/yıl	128 103 ton/yıl	25 468 936
2020	210 056 ton/yıl	72 359 ton/yıl	137 697 ton/yıl	26 256 984
2021	216 549 ton/yıl	69 070 ton/yıl	147 479 ton/yıl	27 068 630
2022	223 234 ton/yıl	65 781 ton/yıl	157 453 ton/yıl	27 904 289
2023	230 317 ton/yıl	62 492 ton/yıl	167 825 ton/yıl	28 789 630
2024	237 613 ton/yıl	59 203 ton/yıl	178 410 ton/yıl	29 701 670
2025	245 132 ton/yıl	57 559 ton/yıl	187 574 ton/yıl	30 641 516
2026	252 878 ton/yıl	57 559 ton/yıl	195 319 ton/yıl	31 609 730
2027	260 855 ton/yıl	57 559 ton/yıl	203 297 ton/yıl	32 606 918
2028	269 078 ton/yıl	57 559 ton/yıl	211 520 ton/yıl	33 634 810
2029	277 549 ton/yıl	57 559 ton/yıl	219 990 ton/yıl	34 693 614
2030	286 277 ton/yıl	57 559 ton/yıl	228 719 ton/yıl	35 784 641
2031	295 503 ton/yıl	57 559 ton/yıl	237 945 ton/yıl	36 937 905
2032	305 016 ton/yıl	57 559 ton/yıl	247 457 ton/yıl	38 126 984
2033	314 819 ton/yıl	57 559 ton/yıl	257 261 ton/yıl	39 352 426
2034	324 924 ton/yıl	57 559 ton/yıl	267 366 ton/yıl	40 615 540
2035	335 342 ton/yıl	57 559 ton/yıl	277 783 ton/yıl	41 917 708
2036	346 081 ton/yıl	57 559 ton/yıl	288 522 ton/yıl	43 260 101
2037	357 150 ton/yıl	57 559 ton/yıl	299 592 ton/yıl	44 643 759

Tablo 4. 16. Biyometanizasyon Tesisi Girdi ve Çıktıları

İnorganik atık ve Biyometanizasyon Tesisi'nden çıkan fermente atıklar Katı Atık Düzenli Depolama Alanı'nda düzenli depolama suretiyle bertaraf edilmektedir. Katı Atık Depolama Alanı'nda özellikle son örtü tabakasının tamamlanmasından sonra katı atık kütlesi içerisine hava girişinin olmaması sebebiyle anaerobik reaksiyon başlamaktadır. Bu reaksiyon sonucunda organik maddeler parçalanarak karbon dioksit (CO_2), hidrojen (H_2), karbon monoksit (CO), hidrojen sülfür (H_2S) ve metan (CH_4) gibi gazlar ortaya çıkmaktadır. Bu gazlar depo gazı drenaj sistemi vasıtası ile toplanıp ve depo gazından Elektrik Enerjisi Üretim Tesisinde yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Gazda bulunan su ve toz tanecikleri gazdan uzaklaştırıldıktan sonra kuru ve temiz gaz elde edilmektedir. % 50'den fazlası metan olacak bu gaz, motor vasıtası ile elektrik enerjisine dönüştürülerek ve yükseltici transformatör ve nakil hattı ile elde edilen elektrik en yakın şebekeye bağlanmaktadır.

Depo gazı oluşumuna ilişkin hesaplamalar sonucu elde edilen tablo aşağıda verilmiştir. Tabloda yer alan değerler doğrultusunda depo gazı oluşumu yıllara göre ve kümülatif olarak aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Depo Gazı Oluşumu

Yukarıdaki şekilden de görülebileceği üzere depo gazı oluşumu 2021 yılına kadar 5 yıl boyunca hızla artacaktır. Bu artış yavaşlasa da 2035 yılına kadar devam edecektir. 2035 yılından sonra ise 2039 yılına kadar hızlı bir şekilde azalarak nihayet 2049 yılında sona erecektir.

4.5. Biyometanizasyon Tesisinde Biyogaz Oluşumu

Fermantasyon esnasında organik atıkların bir kısmı biyogaz veya su olarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Oluşan biyogaz miktarı organik biyokütle başına 90-160 m³/ton arasında olmaktadır. Bu kapsamda hazırlanan biyometanizasyon tesisine ait projeksiyon hesabında aşağıdaki tabloda verilmiştir. Oluşan tahmini biyogaz miktarı hesabında organik biyokütle başına ortalama 125 m³/ton değeri esas alınmıştır.

Yıllar	Biyogaz Miktarı (m ³ / yıl)
2017	23 960 389
2018	24 703 656
2019	25 468 936
2020	26 256 984
2021	27 068 630
2022	27 904 289
2023	28 789 630
2024	29 701 670
2025	30 641 516
2026	31 609 730
2027	32 606 918
2028	33 634 810
2029	34 693 614
2030	35 784 641
2031	36 937 905
2032	38 126 984
2033	39 352 426
2034	40 615 540
2035	41 917 708
2036	43 260 101
2037	44 643 759
2038	46 070 126
2039	47 575 571
2040	49 127 793
2041	50 728 320
2042	52 379 281
2043	54 081 855
2044	55 837 629
2045	57 648 673
2046	59 557 006
2047	61 525 645
2048	63 556 520
2049	65 651 984
2050	67 813 959

Tablo 4.17. Biyometanizasyon Tesisinde Oluşan Biyogaz Miktarı

Bu tablodaki 2019-2032 arasındaki nüfus verileri hesaplanırken Şekil 4.1. 'de bulunan R^2 korelasyon değerlerinden 1'e en yakın değer iller bankası metodu ile bulunduğu için nüfuslar belirlenirken iller bankası metodu baz alınmıştır.

Tablo 4.18.'deki değerler hesaplanırken tesise kabul edilen bütün atıkların elektrik enerjisine dönüştürüldüğü kabul edilmiştir ve Eskişehir Büyükşehir Belediyesi'nden alınan verilerle; atık türüne göre değişmekle birlikte 1 ton katı atıktan 140 $\pm$ 10 kwsa enerji elde edilebileceği saptanmıştır.

YILLAR	TÜRKİYE NÜFUSU	ESKİŞEHİR NÜFUSU	GÜNLÜK KİŞİ BAŞINA ATIK MİKTARI (kg/kişi/gün)	YILLIK ATIK MİKTARI (ton/yıl)	ENERJİ ESKİŞEHİR (MWsa)	ENERJİ TÜRKİYE (MWsa)
2015	78 741 053	826 716	1,080	327 374	45 832	4 354 040
2016	79 814 871	844 842	1,091	336 038	47 045	4 422 230
2017	80 810 525	860 620	1,102	346 480	48 507	4 517 010
2018	82 003 882	871 187	1,113	357 236	50 013	4 701 222
2019	82 886 421	897 750	1,124	368 312	51 563	4 743 796
2020	83 409 053	916 583	1,135	379 716	53 160	4 837 560
2021	84 227 760	935 864	1,146	391 463	54 804	4 932 360
2022	85 049 112	955 608	1,157	403 558	56 498	5 028 322
2023	85 872 952	975 829	1,169	416 371	58 291	5 129 608
2024	86 698 806	996 538	1,181	429 572	60 140	5 232 180
2025	87 526 500	1 017 750	1,193	443 175	62 044	5 335 784
2026	88 355 375	1 039 475	1,205	457 188	64 006	5 440 510
2027	92 369 901	1 061 723	1,217	471 622	66 027	5 546 268
2028	93 268 634	1 084 519	1,229	486 500	68 110	5 857 460
2029	94 168 950	1 107 870	1,241	501 826	70 255	5 971 675
2030	95 070 444	1 131 791	1,253	517 619	72 466	6 087 144
2031	95 972 651	1 156 297	1,266	534 312	74 803	6 208 649
2032	96 875 456	1 181 408	1,279	551 524	77 213	6 331 466

Tablo 4.18. 2015-2032 Yılları Arasında Eskişehir-Türkiye Enerji İhtiyacı Genel Bakış

Tablo 4.18. 'de iller bankası metoduna göre artması öngörülen nüfus değerleri, Eskişehir ili katı atık berteraf tesisinden alınan katı atık miktarlarının kişi başına düşen kısmı ve tona karşılık gelen enerji değeri ile hesaplanmış il ve ülke bazında enerji değerleri verilmiştir.

Yerleşim Yeri	2015 Yılı Katı Atık Miktarı (Ton)
Odunpazarı	137 562
Tepebaşı	107 940
Alpu	3 913
Beylikova	2 068
Çifteler	5 171
Günyüzü	2 027
Han	665
İnönü	2 316
Mahmudiye	2 711
Mihalgazi	1 530
Mihalıççık	3 004
Sarıcakaya	1 927
Seyitgazi	4 668
Sivrihisar	7 218
Büyükşehir	3 582
Özel Firmalar	41 072
TOPLAM	327 374

2015 yılı Toplam Nüfus 826 716

2015 Yılında Kişi Başına Düşen Atık Miktarı :

$$(327 374 \text{ ton} \times 1000) / (826 716 \text{ kişi} \times 365 \text{ gün}) = \quad \mathbf{1,08 \text{ kg}}$$

Tablo 4.19. Yerleşim Yerlerinde 2015 Yılında Toplanan Katı Atık Miktarları

Tablo 4.19.' da örnek teşkil etmesi için yıllık kişi başına düşen katı atık miktarının hesaplanması için Eskişehir ilinin 2015 yılına ait toplam atık miktarı gösterilmiştir. Toplam atık miktarları ton cinsinden hesaplanarak yıllık kişi başına düşen kısmı hesaplanmıştır.

2016 Yılından yola çıkacak olursak ;

- Türkiye’de 2016 yılında 1397 tane belediye bulunmaktadır.
- 1390 tanesinde katı atık hizmeti verilmektedir.
- Yıl içerisinde katı atık hizmeti verilen belediyelere toplam 31 583 553 katı atık girişı olmuştur.

2017 Yılından yola çıkacak olursak ;

- Katı Atık Bertaraf Tesisine 280 226 ton atık kabul edilmiştir.
- 205 835 ton atık enerji için kullanılmıştır.
- 205 835 ton atık 28 817 MWsa enerjiye dönüştürülmüştür.

2018 Yılından yola çıkacak olursak ;

- Katı Atık Bertaraf Tesisine 271 566 ton atık kabul edilmiştir.
- 271 566 atıktan 233 620 ton atık enerji için kullanılmıştır.
- 233 620 ton atık 32 708 MWsa enerjiye dönüştürülmüştür.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Eskişehir ili üzerinden Türkiye'nin katı atık enerji potansiyeli çıkarılmıştır. Nüfus projeksiyonları için dört farklı metot kullanılmış, R^2 korelasyon değerlerinden en iyi metot tespit edilmiş ve diğer tüm projeksiyonlar için bu metot (İller Bankası Metodu) kullanılmıştır.

Eskişehir Büyükşehir Belediye'sinin 2015 yılı katık atık verisi olan, 1,08 kg\kişi\gün değeri 2001-2014 TÜİK verilerinin ortalamasıyla örtüştüğü için katı atık projeksiyonları bu değere göre hesaplanmıştır.

- Atık türüne göre değişmekle birlikte Eskişehir İli Katı Atık Bertaraf Tesisi verilerinden 1 ton katı atıktan 140 ± 10 kWsa enerji elde edilebileceği saptanmıştır.

Elde edilen bu verilerden 2019 nüfusu 82 886 421 olması öngörülen Türkiye'nin katı atıklarının tamamının enerjiye dönüştürülmesi durumunda 4 743 796 megawatt saat (MWsa) = 4 743 gigawatt saat (GWsa) enerji üretilebileceği görülmüştür.

TÜİK tarafından açıklanan en yakın tarihli toplam elektrik enerjisi üretim verisi 2017 yılına aittir. Türkiye'nin 2017 yılına ait katı atık enerji miktarı Tablo 4.18.'de verilmiştir. Bu iki verinin karşılaştırılması sonucunda Türkiye'nin 2017 yılına ait toplam enerji üretiminde katı atık enerjisinin yüzdelik değeri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

- TÜİK 2017 Türkiye Verisi: Genel Enerji Üretimi Miktarı 297 278 GWsa
- Tablo 4.18.'de ki 2017 Türkiye Katı Atık Enerji Üretim Miktarı: 4 517 GWsa

Buradan da görüleceği gibi 2017 yılında Türkiye'nin katı atıklarının tamamı elektrik enerjisine dönüştürülebilseydi bu enerjinin 2017 yılı toplam üretiminin %1,52 'si olacağı görülmüştür.

Yapılan bu tez çalışması Türkiye'nin katı atık enerji potansiyelini açığa çıkarmak açısından son derece önemlidir. Bu tez çalışmasının benzeri yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları yapılarak Türkiye'nin diğer yenilenebilir enerji üretim potansiyellerinin tespit edilmesi ve öneminin ortaya çıkarılması önerilir.

6. KAYNAKLAR

- Abaş, F.S., Yalçın M. A.,** 2004. Depo Gazından Enerji Üretimi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8-1.
- Abdalla, L.H.,** 2018. Future solid waste generation quantity determination and landfill site selection by using GIS and multi criteria decision analysis a case study of Suleymaniyah city , *Yüksek Lisans Tezi*, Yüzüncüyıl Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.
- Ağaçbiçer, G.,** 2010. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Ardıç İ., Taner F.,** Biyokütleden Biyogaz Üretimi I: Anaerobik Arıtımın Temelleri, *Doktora Tezi*, Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çiftlikköy, Mersin.
- Avcı F.,** Belediye Katı Atıklarının Termal Yöntemlerle Bertarafı Teknolojik ve Ekonomik İncelenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi-Enerji Enstitüsü, İstanbul .
- Biçer, A.,** 2014. Enerji Talep Tahminine Yönelik Program Geliştirme ve Bir Bölge İçin Uygulaması, *Yüksek Lisans Tezi*, Afyon Koca Tepe Üniversitesi -Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon .
- Büyüksoy, F.,** 1994. Erzurum il merkezinde katı atık verilerinin değerlendirilmesi katı aatık toplama ve taşıma optimizasyonu, *Yüksek Lisans Tezi*, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü- Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.,** 2012. Türkiye’de Atık Yönetimi.
- Dalkılıç, K.,** 2018. Katı Atık Depolama Sahası Sızıntı Sularını Membransız Biyo-Katot Mikrobiyal Yakıt Hücresinde Arıtılması ve Elektrik Enerjisi Üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Kimya Mühendisliği Programı.
- Duran, E. B., Cuci, Y.,** 2016. Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Sızıntı Suyunun Fizikokimyasal Arıtım Yöntemleriyle Arıtılabilirliğinin Araştırılması, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği, Kahramanmaraş, (KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19(2), 2016).
- Halisdemir, B.,** 2006. Evsel katı atılardan elektrik enerjisi üretimi ,Mersin Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanı, Mersin.
- Karadağ, D.,** 2002. İstanbul evsel katı atık yönetiminde ilçe belediyelerinin rolü ve katı atık bertaraf maliyetlerinin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Kaya, H. S., 2001. Nüfus Projeksiyonu Projesi , İstanbul Teknik Üniversitesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul.

Kılıç, R., Urgan N., Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelmenin Ülke Ekonomisine Etkileri ve Türkiye’nin Enerjideki Dışa Bağımlılığın Azaltılmasına Yönelik Katkıları.

Korkmaz, Y., Aykanat, S., Çil, A., 2012. Organik Atıklardan Biyogaz ve Enerji Üretimi, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana- Sakarya Üniversitesi Edebiyat Dergisi.

Lü, E., Varınca, K. B., KEMİRTLEK, A., Katı Atık Geri Kazanım Çalışmaları ; İstanbul Örneği, İstanbul.

Saltabaş, F., Soysal, Y., Yıldız, Ş., Balahorli, V., Evsel katı atık termal bertaraf yöntemleri ve İstanbul’a uygulanabilirliği İSTAÇ A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A .Ş., İstanbul, Türkiye.

Sezgin N., Özcan H. K., Varınca K., Borat M., Katı Atık Depolama Gazından Elektrik Üretiminin Türkiye’de Uygulanabilirliğine İki Örnek ; İstanbul ve Bursa Tesisleri.

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Avcılar-İSTANBUL

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Yıldız-İSTANBUL

Şen, M., 2004. Mustafa Kemal Paşa ilçesi meskun bölgelerden kaynaklanan katı atıkların sınıflandırılması ve sınıflandırılan katı atıkların ekonomik yönden değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.

Şenol, H., Elibol, E. A., Açıkel, Ü., Şenol, M., Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin Başlıca Biyokütle Kaynakları .

Tankut, İ., 2001. Evsel katı atıkların bertaraf yöntemleri ve Ankara’nın katı atıklarının mevcut durumunun değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Tulukadana, C., 2007. Çeşitli Substratların Anaerobik Şartlar Altında Metan ve Hidrojene Dönüşüm Potansiyellerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı .

Yıldız, Ş., Saltabaş, F., Balahorli, V., Sezer K., Köksal Y., Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi (Biyometanizasyon) Projesi – İstanbul Örneği;

İSTAÇ A.Ş. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Atık Maddeleri

Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul, Türkiye .

Yılmaz, A., Bozkurt, Y., 2010. Türkiye’de Kentsel Katı Atık Yönetimi Uygulamaları ve Kütahya Katı Atık Birliği (KÜKAB) Örneği , Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (Y.2010, C.15, S.1 s.11-28.)

Diğer Kaynaklar ;

Eskişehir Büyükşehir Belediyesi

TUIK

Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı

İller Bankası Genel Müdürlüğü (İLBANK),

İlgili Belediyeler



7. ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Tunceli \ Merkez’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Tunceli’de tamamladı. 2011 yılında girdiği Tunceli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümünden 2015 yılında mezun oldu.

Fırat Elektrik Dağıtım A.Ş de Şantiye Şefi olarak görev yaptı.

Şuan da Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı’nda Elektrik-Elektronik Mühendisi olarak çalışmakta.



