



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORDU İLİ KATI ATIK DEPOLAMA SAHASI İŞLETİMİ VE
MALİYET ANALİZİ

AKAY AKKAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
YENİLENEBİLİR ENERJİ ANABİLİM DALI

ORDU 2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan ve kullanılan intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Akay AKKAYA

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ORDU İLİ KATI ATIK DEPOLAMA SAHASI İŞLETİMİ VE MALİYET ANALİZİ

Akay AKKAYA

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİLENEBİLİR ENERJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 48 SAYFA

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. MEHMET SAMİ GÜLER)

Türkiye'nin enerji ihtiyacı göz önüne alındığında, enerji açığının giderilmesi, petrole olan ihtiyacın azaltılması ve döviz kaybının giderilmesi, kaynaklarımızın verimli kullanılması yönünde değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Yenilenebilir Enerji kaynakları kömür, petrol ve türevleri ürünlere göre sınırsız, çevresel etkileri en az olan ve daha uzun ömürlü kaynaklardır.

Artan enerji talebini giderebilmek için bugün olduğu gibi ileriki yıllarda da, Türkiye alternatif enerji kaynaklarına yönelmek, doğal kaynaklarının en üst düzeyde kullanımını gerçekleştirmek ve bu kaynakları teknik, ekonomik, sosyal, politik ve çevresel etkileri de düşünerek en iyi şekilde değerlendirme ihtiyacı içindedir.

Katı atıkların etkin ve verimli bir şekilde toplanması, taşınması, ayrıştırılması ve uygun bir yöntemle bertarafı belediyelerin ve sanayicilerin en büyük sorunlarından. Günümüz şartlarında; katı atıkların çevre ve ekonomi yönünden en etkin değerlendirme şekli, kaynakta geri kazanımdır. Geri kazanım ile kaynak ve çevre gelecek nesiller için korunur, enerji kazanımı ile ekonomiye katkı sağlanmış olur.

Günümüzde nüfus artışı ile katı atıkların miktarı da artmaktadır. Dolayısıyla katı atık miktarının azaltılması önem kazanmaktadır. Katı atıkların miktarının azaltılması ancak geri kazanım projelerinin gerçekleştirilmesi ile mümkün olmaktadır.

Ordu'da evsel katı atıkların toplanmasından ilçe belediyeleri, transferi ve düzenli depolanmasından Büyükşehir Belediyesi sorumludur. Evsel nitelikli katı atıkların sağlıklı ve sürdürülebilir bir atık yönetim sistemiyle, toplanma, depolanma ve bertaraf işlemlerinin geliştirilmesi sağlanmalıdır. Bu çalışmada Ordu ili katı atık depolama sahası tanıtılmış, katı atıktan üretilen elektrik enerjisi maliyet analizi yapılmıştır ayrıca Ordu'nun mevcut katı atık durumu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ordu, Katı Atık, Yenilenebilir Enerji, Alternatif Enerji, Maliyet Analizi, Verimlilik.

ABSTRACT

ORDU PROVINCE SOLID WASTE STORAGE FACILITIES AND COST ANALYSIS

Akay AKKAYA

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

RENEWABLE ENERGY

MASTER THESIS, 48 PAGES

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MEHMET SAMİ GÜLER)

Considering Turkey's energy needs, it is crucial to address the energy deficit, reduce reliance on petroleum, and alleviate foreign exchange loss while ensuring efficient use of resources. Renewable energy sources, in contrast to coal, oil, and their derivatives, offer limitless availability, minimal environmental impact, and a longer lifespan.

To meet the growing energy demand, Turkey must continue to pursue alternative energy sources and optimize the use of its natural resources, considering the technical, economic, social, political, and environmental impacts for the best possible outcomes.

Effective and efficient collection, transportation, sorting, and disposal of solid waste are major challenges for municipalities and industries. Currently, the most effective way to manage solid waste from both environmental and economic perspectives is through source separation and recycling. Recycling helps preserve resources and the environment for future generations, and energy recovery contributes to the economy.

With the rise in population, the amount of solid waste is increasing, making it important to reduce the volume of solid waste. This reduction is achievable only through the implementation of recycling projects.

In Ordu, district municipalities handle the collection of household solid waste, while the Metropolitan Municipality is responsible for its transfer and regular disposal. There is a need to enhance the management of household solid waste through a robust and sustainable waste management system for collection, storage, and disposal processes. This study introduces the solid waste disposal site in Ordu, conducts a cost analysis of electricity generated from solid waste, and assesses the current status of solid waste management in Ordu.

Keywords: Ordu, Solid waste, Renewable Energy, Alternative Energy, Cost Analysis, Efficiency

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitiminin boyunca gerek ders aşaması ve gerek tez aşamasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet Sami GÖLER'e,

Bu süreçte beni destekleyen iş arkadaşlarıma, manevi desteklerini her an üzerimde hissettiğim değerli annem, babam ve eşime teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÇİZELGE LİSTESİ	VII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	VIII
1. GİRİŞ...	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Katı Atık.....	2
2.1.1 Katı Atık Tanımı.....	2
2.1.2 Katı Atık Türleri.....	2
2.1.3 Türkiye'de Katı Atık Yönetimi ve Tarihi.....	3
2.1.4 Türkiye'nin Katı Atık Yönetimi Politikaları ve Mevzuatı.....	4
2.1.5 Belediyelerin Katı Atık Yönetimi Yönetmeliği.....	5
2.1.6 Yerel seviyede karşılaşılan sorunlar ve zorluklar.....	5
2.1.7 Entegre Atık Yönetimi.....	6
2.1.8 Ön İşlem Tesisleri.....	8
2.2 Düzenli Depolama Alanı.....	10
2.2.1 Tasarım ve İşletim Esasları.....	10
2.2.2 Hacim/Alan Kestirimi.....	11
2.2.3 Düzenli Depolama Alanında Olması Gereken Birimler ve Üniteler.....	11
2.2.4 Düzenli Depolama Tesislerinin Kurulmasında İzlenen Yasal Süreç.....	12
2.2.5 Yer Seçimi.....	13
2.2.6 Türkiye Genelindeki Düzenli Depolama Tesislerinin Dağılımı.....	16
2.2.7 Depo Gazları Kontrol Yöntemleri.....	17
2.2.8 Depo Gazı Oluşum Fazları.....	17
2.2.9 LFG'nin Enerji Değeri.....	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1 Ordu İli Coğrafi ve Beşeri Özellikleri.....	22
3.2 Ordu İli Nüfus Artış Karakterizasyonu.....	23
3.3 Ordu İli Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi.....	24
3.4 Ordu İli Katı Atık Miktar ve Karakterizasyonu.....	26
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	32
4.1 Aktarma istasyonları ve Nakliye Hizmetleri.....	32
4.2 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi.....	36
4.3 Depolama Sahası Kurulum Maliyetleri.....	38
4.4 Enerji Üretim Santrali.....	40
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	43
6. KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Katı Atık Görseli	2
Şekil 2.2 Katı Atık Yönetiminin Fonksiyonel Elemanları (Anonim, 2019).....	9
Şekil 2.3 Düzenli depolama sahalarında bulunması gereken ana unsurlar (Anonim, 2019).....	12
Şekil 2.4 Düzenli Depolama Tesislerinin Kurulmasında Takip Edilen Yasal Süreç (Anonim, 2014).....	13
Şekil 2.5 Değerlendirme Kısaltmaları ve Alabilecekleri Maksimum Puanları (Anonim, 2014).....	14
Şekil 2.6 Dış Görünüşe Göre Puanlama (Anonim, 2014).....	15
Şekil 2.7 Trafik Etkisine Göre Puanlama (Anonim, 2014).....	15
Şekil 2.8 Model Genel Değerlendirmesi (Anonim, 2014).....	15
Şekil 2.9 Yıllara göre Düzenli Depolama Tesisleri ile hizmet verilen belediye sayısı ve nüfus oranı (Anonim, 2023)	16
Şekil 2.10 Metanın Yanıcı ve Patlayıcı Özelliği (Anonim, 2014).....	17
Şekil 2.11 LFG Kompozisyonu (Anonim, 2014).....	18
Şekil 2.12 LFG ve Sızıntı Suyu Kompozisyonları (Anonim, 2014).....	19
Şekil 2.13 Doğalgaz-LFG-Kanalizasyon Gazı Enerji Değerleri.....	21
Şekil 3.1 Ordu İl Haritası (Anonim, 2023)	22
Şekil 3.2 Yıllara göre Ordu nüfusu (Anonim, 2023)	23
Şekil 3.3 Yıllara göre nüfus değişimi (Anonim, 2022).....	24
Şekil 3.4 Google Earth Görüntüsü (Anonim, 2023)	25
Şekil 3.5 Atık türüne göre isimlendirilmiş atık kapları (Anonim, 2023).....	28
Şekil 3.6 Kapların darasının alınması (Anonim, 2023)	29
Şekil 3.7 Sabit hacim kabı (Anonim, 2023).....	29
Şekil 3.8 Atık karakterizasyon çalışması (Anonim, 2023)	30
Şekil 3.9 Verilerin kayıt altına alınması (Anonim, 2023).....	30
Şekil 4.1 Fatsa Aktarma İstasyonu görseli.....	32
Şekil 4.2 Gölköy Aktarma İstasyonu görseli	33
Şekil 4.3 Kabataş Aktarma İstasyonu görseli	34
Şekil 4.4 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi görseli.....	37
Şekil 4.5 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi görseli.....	37
Şekil 4.6 Düzenli Depolama Tesisi gaz motoru görseli.....	42
Şekil 4.7 Enerji üretim tesisi görseli.....	42

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 Atık Bertaraf Sistemlerinin Karşılaştırılması (Anonim, 2019).....	8
Çizelge 3.1 İlçeler bazlı atık miktarları (Anonim, 2022).....	26
Çizelge 3.2 2023 Yılı Ordu İli Katı Atık Miktarı (Anonim, 2023).....	31
Çizelge 4.1 Aktarma İstasyonları araç ihtiyaçları (Anonim, 2023).....	34
Çizelge 4.2 Aktarma İstasyonları personel ihtiyaçları (Anonim, 2023)	34
Çizelge 4.3 Yeni yapılacak ihaledeki araç ihtiyacı (Anonim, 2023)	35
Çizelge 4.4 Yeni yapılacak ihaledeki personel ihtiyacı (Anonim, 2023)	35
Çizelge 4.5 Büyükşehir Belediyesine ait araç miktarı (Anonim, 2023)	36
Çizelge 4.6 Büyükşehir Belediyesinde katı atık nakli için harcanan yakıt miktarı (Anonim, 2023)	36
Çizelge 4.7 Yaklaşık maliyet hesapları (Demir, Ş.A., Yıldız, F., Gürsoy, E.Ö., Demirci, Ö. & Yazıcı, N., 2020)	39
Çizelge 4.8 Depolama sahası personel sayısı	40
Çizelge 4.9 Depolama sahası araç/ekipman sayısı	40

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

kg	: Kilogram
kcal	: Kilokalori
m	: Metre
km²	: Kilometrekare
EKAP	: Elektronik Kamu Alımları Platormu
LFG	: Landfill gaz
ATY	: Atıktan Türetilmiş Yakıt
Gr	: Gram
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
PN	: Anma Basıncı
Ø	: Çap
h	: Saat
dk	: Dakika
CH₄	: Metan
O₂	: Oksijen
N₂	: Azot
H₂	: Hidrojen
kw	: Kilowatt
Mwh	: Megawatt saat
CO₂	: Karbondioksit
NO₃⁻	: Nitrat
SO₄²⁻	: Sülfat
M³	: Metreküp
TL	: Türk Lirası
Mm	: Milimetre
lt	: litre

1. GİRİŞ

Ordu ili, büyük bir nüfusa ve ekonomiye sahip bir bölge olması nedeniyle katı atık yönetimi önemli bir yere haizdir. Bu şehirden ve çevresindeki bölgelerden üretilen katı atıkların etkili bir şekilde toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi, hem çevresel hem de ekonomik açıdan kritik bir konudur. Bu tez, Ordu İlindeki katı atık depolama sahasının işletimi ve maliyet analizini incelemeyi amaçlamaktadır.

Katı atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ve halk sağlığını koruma açısından büyük öneme sahiptir. Yanlış veya etkili olmayan bir katı atık yönetimi, toplumun yaşam kalitesini düşürebilir ve çevre kirliliği ile sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, Ordu İlindeki katı atık depolama sahasının işletimi ve maliyet analizi, daha iyi bir atık yönetimi stratejisinin geliştirilmesi için gereklidir.

Böylece zamanda, çevresel etkileri ve toplumsal faydaları da değerlendirecektir. Ordu İlinin katı atık yönetimine daha fazla bilgi ve perspektif sunmayı amaçlamaktadır ve böylece daha sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Katı Atık

2.1.1 Katı Atık Tanımı

Katı atık, genellikle "çöp" olarak da adlandırılan herhangi bir katı madde veya malzeme grubunu ifade eder. Bu malzemeler, kullanılmış veya artık maddeler olabilir ve genellikle insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkar. Katı atık, organik ve inorganik maddeleri içerebilir ve çeşitli kaynaklardan gelir.



Şekil 2.1 Katı Atık Görseli

2.1.2 Katı Atık Türleri

Evsel Atıklar: Evlerden kaynaklanan atıklardır ve gündelik yaşamda oluşurlar. Bu tür atıklar yiyecek artıkları, ambalaj malzemeleri (kağıt, karton, plastik, cam), giysi, elektronik atıklar ve benzerlerini içerebilir.

Ticari Atıklar: İşletmelerden kaynaklanan atıklardır. Ofislerden restoranlara kadar farklı işletmelerden gelen kağıt atıkları, ambalaj malzemeleri, ofis malzemeleri ve diğer ticari atıkları içerebilir.

Endüstriyel Atıklar: Fabrikalar ve üretim tesislerinin faaliyetlerinden kaynaklanan atıkları ifade eder. Kimyasal maddeler, tehlikeli atıklar ve üretim süreçlerinin yan ürünleri bu kategoriye girer.

İnşaat ve Yıkım Atıkları: İnşaat projeleri veya bina yıkımları sırasında oluşan atıkları içerir. Beton, tuğla, tahta, metal, cam ve diğer yapı malzemelerini içerebilir.

Tehlikeli Atıklar: Zararlı kimyasallar veya maddeler içeren atıklardır. Bu tür atıklar insan sağlığına ve çevreye zarar verebilecek özelliklere sahiptir. Tehlikeli atıkların özel bir şekilde işlenmesi ve bertaraf edilmesi gerekebilir.

Medikal Atıklar: Sağlık tesislerinden (hastaneler, klinikler, laboratuvarlar) kaynaklanan tıbbi atıkları içerir. Bu tür atıklar, enfeksiyon riski taşıyabileceğinden özel bir şekilde yönetilir.

Organik Atıklar: Gıda atıkları, bahçe atıkları ve organik malzemeleri içeren atıklardır. Bu tür atıklar kompostlama veya biyolojik ayrıştırma yoluyla işlenebilir.

Elektronik Atıklar (e-atıklar): Kullanılmış veya eski elektronik ekipmanlar, bilgisayarlar, telefonlar ve diğer elektronik cihazlardan kaynaklanan atıkları içerir.

2.1.3 Türkiye'de Katı Atık Yönetimi ve Tarihi

Türkiye'de katı atık tesislerinin tarihsel başlangıcı, katı atık yönetimine yönelik bilincin artması ve çevre sorunlarının gündeme gelmesi ile şekillenmiştir.

1970'ler ve 1980'lerde Türkiye'de katı atık yönetimi ile ilgili ciddi yasal boşluklar ve altyapı eksiklikleri vardı. Bu dönemde katı atıklar genellikle çöplüklerde depolanıyor fakat yönetilemiyordu.

1990'larda Türkiye, katı atık yönetimi konusunda daha fazla hassasiyet göstermeye başladı. Bu dönemde çevre sorunlarının artması ve sağlık risklerinin fark edilmesi, katı atık yönetimine yönelik ilk adımların atılmasını sağladı.

2000'lerin başlarında, Türkiye çevre koruma ve sürdürülebilirlik politikalarını güçlendirdi. Katı atık yönetimi için yasal çerçeve ve yönetmelikler oluşturuldu. Düzenli depolama sahaları geliştirildi, katı atık yönetiminin önemli bir aşaması oluşturuldu. Bu dönemde Türkiye'de düzenli depolama sahaları oluşturuldu ve geliştirildi. Geri dönüşüm ve atık ayrıştırma tesisleri kuruldu ve işletilmeye başlandı. Bu tesisler, atıkların kaynaktan ayrıştırılmasını ve geri dönüşümünü teşvik etmektedir.

Bazı bölgelerde atık yakma ve enerji üretimi tesisleri kuruldu. Bu tesisler, katı atıkları enerjiye dönüştürerek çevreye olan etkilerini azaltmıştır.(Yılmaz, A., Bozkurt, Y., 2010).

Türkiye, katı atık yönetimi alanında halen bazı zorluklarla karşı karşıya olsa da, bu alandaki altyapıyı geliştirmeye yönelik çabalarını sürdürmektedir. Çevresel sürdürülebilirlik ve çevre koruma açısından daha etkili ve verimli katı atık yönetimi stratejileri oluşturma amacıyla çalışmalar devam etmektedir.

2.1.4 Türkiye'nin Katı Atık Yönetimi Politikaları ve Mevzuatı

Türkiye'nin katı atık yönetimi stratejileri ve hedefleri, çevresel sürdürülebilirlik ve çevre koruma amaçları doğrultusunda şekillenmektedir. Türkiye'nin katı atık yönetimi stratejileri ve hedeflerine dair genel bir bakış sunmak için aşağıdaki örnekler verilebilir:

Atık Azaltma ve Geri Dönüşüm Hedefleri: Türkiye, katı atık miktarını azaltma ve geri dönüşüm oranlarını artırma hedeflerini benimsemiştir. Evsel ve endüstriyel atıkların geri dönüşümü teşvik edilerek, atık hacmi azaltılması ve kaynakların verimli kullanılması amaçlanmaktadır.

Katı Atık Ayırma ve Dönüşümü: Türkiye, atık ayırma ve dönüşüm tesislerinin kurulması ve işletilmesi için çeşitli teşvikler sunmaktadır. Atıkların kaynaktan ayrılması ve geri dönüşümün artırılması hedeflenmektedir.

Çevre Dostu Atık Bertarafı: Türkiye, düzenli depolama sahalarının çevre dostu ve sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi için standartlar ve yönergeler geliştirmektedir. Tehlikeli atıkların güvenli bertarafı da özel öneme sahiptir.

Yenilenebilir Enerji Üretimi: Türkiye, atık yakma tesisleri ve biyogaz tesislerinden enerji üretimini teşvik etmektedir. Bu, atıkların enerjiye dönüşümünü desteklemekte ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini de sağlamaktadır.

Atık Bilinçlendirme ve Eğitim Kampanyaları: Türkiye, atık ayrıştırma ve sürdürülebilir atık yönetimi konularında halkı bilinçlendirmeyi amaçlayan kampanyalar ve eğitim programları düzenlemektedir.

Teknolojik İnovasyon ve İzleme Sistemleri: Türkiye, atık yönetimi alanında teknolojik inovasyonları ve izleme sistemlerini benimsemekte ve bu alanlarda gelişmeyi teşvik etmektedir.

Atık Yönetimi Altyapısının Güçlendirilmesi: Türkiye, belediyelerin ve yerel yönetimlerin atık toplama, taşıma ve bertaraf altyapısını güçlendirmeyi hedeflemektedir.

Katı Atık Su ve Toprak Kirliliğinin Önlenmesi: Katı atıkların su ve toprak kirliliği üzerinde olumsuz etkilerini önlemek için önleme stratejileri geliştirilmektedir.

Türkiye, katı atık yönetimi konusunda ulusal ve yerel düzeyde stratejiler oluştururken çevresel sürdürülebilirliği ve ekonomik faydayı dengelemeye çalışmaktadır. Bu hedeflere ulaşmak için çeşitli politika araçları ve uygulamalar kullanılmaktadır. (Anonim, 2019)

2.1.5 Belediyelerin Katı Atık Yönetimi Yönetmeliği

Belediyelerin Katı Atık Yönetimi Yönetmeliği, 14 Mart 1991 tarihinde yürürlüğe girmiş bir yönetmeliktir. Bu yönetmelik, belediyelerin katı atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafına ilişkin yükümlülüklerini belirler. Yönetmelik, belediyelerin atıkların hacmini azaltmalarını, kısmen enerji veya maddesel geri dönüşümünün sağlanmasını ve nihai bertarafı ile çevre uyumlu fiziksel, kimyasal, biyolojik veya termal teknolojilerin kullanılmasını esas alır. Bu yönetmelik, çevre kirliliğinin önlenmesi, doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir bir gelecek için oldukça önemlidir.(Anonim, 2015)

2.1.6 Yerel seviyede karşılaşılan sorunlar ve zorluklar

Yerel seviyede karşılaşılan sorunlar ve zorluklar bir çok farklı nedenden dolayı gerçekleşebilir aşağıda bu nedenlerden bazıları belirtilmiştir:

Atık Miktarının Artışı: Şehirlerin nüfusunun ve ekonomik aktivitelerin büyümesi, katı atık miktarının artmasına neden olabilir. Bu, atık toplama ve bertaraf altyapısının yetersiz kalmasına yol açabilir.

Atık Ayrıştırma ve Geri Dönüşüm: Atık ayrıştırma ve geri dönüşüm programlarının yetersiz veya etkisiz olması, geri dönüşüm oranlarının düşük olmasına neden olabilir. Bu, kaynakların verimli kullanılmasını engelleyebilir.

Atık Taşıma ve Depolama: Atıkların etkili bir şekilde toplanması, taşınması ve düzenli depolanması için gerekli altyapının eksikliği, çevresel ve sağlık sorunlarına yol açabilir.

Tehlikeli Atıklar: Tehlikeli atıkların güvenli bir şekilde yönetilmesi ve bertarafı özel beceri ve tesisleri gerektirir. Yerel yönetimler bu tür atıkların işlenmesi konusunda sorunlarla karşılaşabilir.

Halk Katılımı ve Farkındalık: Halkın atık yönetimi programlarına katılımı ve atık ayrıştırma konusunda farkındalığının düşük olması, sürdürülebilir atık yönetimi stratejilerini zorlaştırabilir.

Altyapı Eksiklikleri: Atık yönetimi altyapısının yetersiz olması veya eskimiş olması, atıkların düzgün bir şekilde toplanmasını ve bertarafını engelleyebilir.

Mali Kaynakların Yetersizliği: Atık yönetimi hizmetlerinin finansmanı, yerel yönetimler için bir zorluk olabilir. Atık yönetimi için yeterli mali kaynak sağlamak önemlidir.

Yasal ve Mevzuat Sorunları: Katı atık yönetimini düzenleyen yerel yasalar ve mevzuatın eksik veya belirsiz olması, atık yönetimi süreçlerini karmaşıktırabilir.

Çevresel Etkiler: Düzenli depolama sahalarının çevresel etkileri, yerel toplulukları ve doğal ekosistemleri olumsuz etkileyebilir.

İklim Değişikliği Etkileri: İklim değişikliği, atık yönetimi süreçlerini etkileyebilir. Özellikle sel, erozyon veya aşırı sıcak hava gibi hava olayları, atık yönetimi tesislerine zarar verebilir.

Bu sorunlar ve zorluklar, yerel yönetimlerin sürdürülebilir atık yönetimi stratejileri geliştirirken karşılaştığı yaygın konulardır. Çözüm bulunması gereken bu sorunlar, etkili atık yönetimi için işbirliği ve stratejik planlamayı gerektirir. Yerel seviyede çevresel ve toplumsal faktörleri dikkate alarak, atık yönetimi stratejilerini geliştirmek önemlidir. (Akdoğan, A., Güleç, S., 2007) (Kılıç, M. 2019)

2.1.7 Entegre Atık Yönetimi

Atık yönetimi sorunlarını çözmek için tek bir yöntem genellikle yeterli olmaz. Bunun yerine, çeşitli yöntemlerin birlikte kullanılması gereklidir. Bu birleşik

yaklaşım, atıkların daha verimli ve çevre dostu bir şekilde yönetilmesini sağlar ve bu yüzden "Entegre Atık Yönetimi" olarak adlandırılır. (Gümüş, E. 2023)

Entegre Atık Yönetimi (EAY) birkaç temel prensip üzerine kuruludur:

- **Atık Üretimini Azaltılması:** Atıkların oluşumunu baştan engellemek veya azaltmak. Bu, ürünlerin tasarım aşamasından itibaren daha az atık üretecek şekilde planlanması ve üretim süreçlerinin optimize edilmesiyle sağlanır.

- **Yeniden Kullanım:** Kullanılmış eşyaların veya malzemelerin tekrar kullanılması. Bu, örneğin eski mobilyaların tamir edilip tekrar kullanılması veya cam kavanozların başka amaçlarla kullanılması anlamına gelir.

- **Geri Dönüşüm:** Kullanılmış malzemelerin toplanıp yeniden işlenerek yeni ürünler yapılması. Bu, plastik, cam, metal ve kağıt gibi malzemelerin ayrıştırılması ve geri dönüşüm tesislerinde işlenmesiyle gerçekleştirilir.

- **Enerji Üretimi:** Atıklardan enerji elde edilmesi. Bu, atıkların yakılmasıyla enerji üretilmesi veya organik atıklardan biyogaz elde edilmesi gibi yöntemlerle yapılır.

- **Nihai Bertaraf:** Geri dönüşüm veya enerji üretimi mümkün olmayan atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi. Bu, düzenli depolama alanlarında veya özel bertaraf tesislerinde yapılır.

Entegre atık yönetimi, bu yöntemlerin tümünün birlikte kullanılmasıyla en iyi sonuçları verir. Bu sayede, atıkların çevreye zarar vermesi minimize edilir ve kaynaklar daha sürdürülebilir bir şekilde kullanılır. Bu yaklaşım, farklı ülkeler ve topluluklar tarafından benimsenmiş ve uygulanmaktadır, çünkü atık yönetiminin tek bir yönteme dayanması genellikle yetersiz kalır. (Yücesoy, M. 2020)

Verimli bir entegre atık yönetimi için; güvenilir veriler, atık karakterizasyonu, performans değerleri, diğer teknolojiler, yeterli maliyet bilgileri ihtiyacı vardır. Atık miktarı, atık karakterizasyonu, toplama, taşıma biçimi, geri dönüşüm / kazanım durumları, yasal mevzuat, yerel şartlar, teknik veriler; ve maliyete göre bertaraf yöntemi oluşur (Yıldız, S.2022)

Çizelge 2.1 Atık Bertaraf Sistemlerinin Karşılaştırılması (Anonim, 2019)

	Düzenli Depolama	Termal Sistemler	Biyolojik Sistemler
Maliyet	Az	Fazla	Orta
Hacimsel Daralma	Az	Fazla	Fazla
Çevresel Değerler	Fazla	Orta	Az
İşletme Hassasiyeti	Kolay	Zor	Zor

2.1.8 Ön İşlem Tesisleri

Katı atık ön işlem tesisleri, atıkların nihai bertaraf veya geri dönüşüm işlemlerine girmeden önce uygun hale getirildiği ve ön işlemlerden geçirildiği tesislerdir. Bu tesislerin amacı, atıkların hacmini ve ağırlığını azaltmak, geri dönüştürülebilir malzemeleri ayırmak ve atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesini sağlamaktır.

Katı atık ön işlem tesislerinin ana işlevleri şunlardır:

- Ayırma ve Sınıflandırma:

Elle Ayırma: İnsan gücü ile atıkların türlerine göre ayrılması. Bu yöntem, genellikle büyük ve hacimli atıkların ayrıştırılmasında kullanılır.

Makine ile Ayırma: Çeşitli teknolojiler kullanılarak atıkların ayrıştırılması. Örneğin, mıknatıslar ile metal atıkların ayrılması, hava üfleme ile hafif malzemelerin ayrılması gibi.

- Hacim Azaltma:

Kırma ve Parçalama: Atıkların daha küçük parçalara ayrılması. Bu, atıkların taşınmasını ve daha sonraki işlemler için hazırlığını kolaylaştırır.

Presleme ve Balyalama: Atıkların sıkıştırılarak daha az yer kaplaması sağlanır. Bu yöntem, özellikle geri dönüştürülebilir malzemelerin daha kolay taşınması ve depolanması için kullanılır.

- Homojenleştirme:

Karıştırma: Farklı türdeki atıkların karıştırılarak homojen bir yapıya getirilmesi. Bu işlem, özellikle biyolojik işlemler (kompostlama, biyogaz üretimi) için önemlidir, çünkü homojen atıklar daha verimli işlenir.

- Kurutma:

Nem Azaltma: Atıkların nem içeriğinin azaltılması. Bu, özellikle enerji geri kazanımı süreçlerinde atıkların daha verimli yanmasını sağlar.

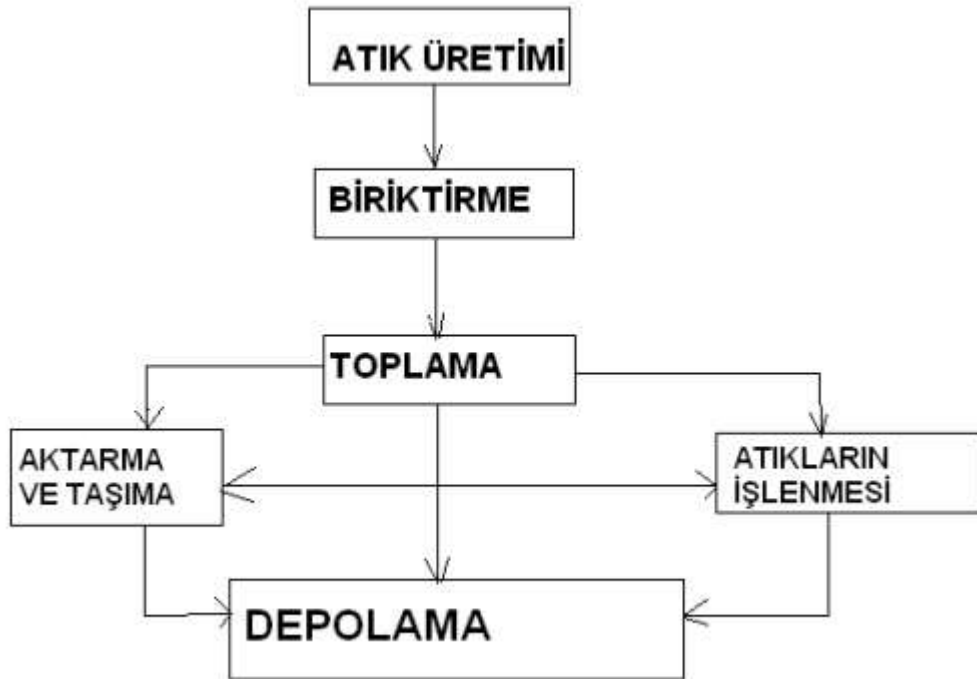
- Geri Dönüşüm Malzemelerinin Ayrılması:

Plastik, Cam, Metal ve Kağıt: Bu malzemeler, geri dönüştürülmek üzere ayrı bölümlerde toplanır ve işlenmek üzere geri dönüşüm tesislerine gönderilir.

- Organik Atıkların İşlenmesi:

Kompostlama: Organik atıkların kompost haline getirilmesi. Bu işlem, organik atıkların biyolojik olarak parçalanarak doğal gübreye dönüşmesini sağlar.

Biyogaz Üretimi: Organik atıkların biyolojik süreçlerle işlenerek metan gazı gibi biyogaz üretimine dönüştürülmesi. Bu gaz, enerji üretiminde kullanılabilir.



Şekil 2.2 Katı Atık Yönetiminin Fonksiyonel Elemanları (Anonim, 2019)

Katı atık yönetiminin amacı bu fonksiyonel elemanları ve karşılıklı ilişkileri optimize etmektir.(Anonim, 2019)

2.2 Düzenli Depolama Alanı

Katı atıkların bertaraf amacıyla alana yerleştirildiği (depolandığı), bu durumda çevreye en az olumsuz etki yapacak şekilde sıkıştırılıp serilip üstünün örtüldüğü, depolamadan kaynaklanan sızıntı sularının toprak katmanları arasından geçip yeraltı veya yüzeysel sulara bulaşmasının önleildiği, çıkan gazın toplanıp ortadan kaldırıldığı ve işletme süresi tamamladığında, diğer kullanım amaçlarına hizmet edecek şekilde üstü kapatıldığı bir işlemdir. Bu işlemin yapıldığı yerlere “düzenli çöp depolama alanları” (veya Almandan gelen bir deyimle – Deponi) denir.

2.2.1 Tasarım ve İşletim Esasları

Katı atıkların etrafa zarar vermeden arazide depolamasında istenen verimin oluşması için aşağıdaki işlemlerin sırasıyla gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

1. Gerekli görülen depolama için ihtiyaç duyulan alan ve hacmin hesaplanması
2. Düzenli depolamanın yapılacağı “alan”ın seçimi
3. Düzenli depolama yerinin projelendirilmesi (alan planlanması ve tasarım)
4. Depolama esnasında tatbik edilecek boşaltma ve örtme yöntemlerin seçimi
5. Oluşan sızıntı suyunun toplanması ve etkisiz hale getirilmesi (bertarafı)
6. Oluşan gazların toplanması ve giderilmesi
7. Depolama sahasının amacına uygun işletilmesi
8. Depolama bölgesinin işletilmesini (dolumunu) takiben kapanma prosedürünün planlanması, projelendirilmesi (bölgenin hangi amaç(lar) için kullanılacağıнын tayin edilmesi)
9. Depolama bölgesi civarında yüzeysel ve yeraltı sularının çalıştırma öncesi, çalıştırma süresi ve çalıştırma sonrası kalitesinin ölçümünü değerlendiren gözlem ağının planlanması gerekmektedir.

2.2.2 Hacim/Alan Kestirimi

- Nüfus ve buna bağlı çıkacak çöp miktarının yıllara göre projeksiyonu,
- Kişi başı üretilen çöp miktarının belirlenmesi,
- Çıkacak çöpün proje yılları boyunca ne kadarının geri kazanılacağı,
- Günlük örtü ve nihai örtü tabakalarının toplam çöp hacminin ne kadarını kapsayacağı (ABD kaynaklı literatüre göre %25),

- Depolama alanındaki sıkıştırılmış çöpün yoğunluğu (örn: 700kg/m³), göz önüne alınarak, $V(\text{hacim}) = (1 + \text{örtü tabakaları yüzdesi}) \times \{ (\text{nüfus}) \times (\text{kişi başı günlük çöp üretimi}) \times (1 - \text{geri kazanma yüzdesi}) \times 365 \text{gün} \} / \{ \text{sıkıştırılmış çöpün yoğunluğu} \}$

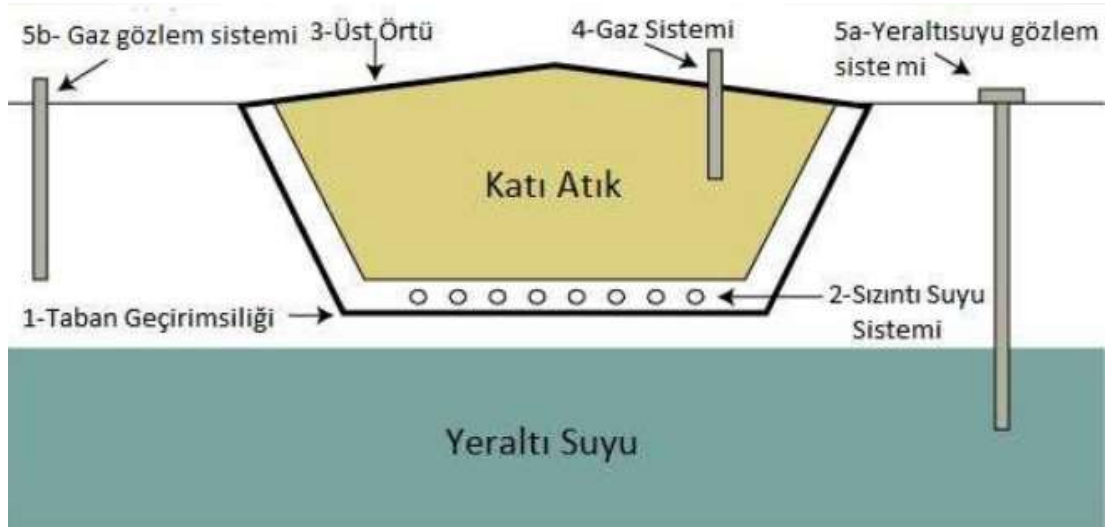
- Çöpün hacmi hesaplandığında buna uygun alan, depolama yüksekliği göz önüne alınarak bulunur. (Yıldız, S.2022)

2.2.3 Düzenli Depolama Alanında Olması Gereken Birimler ve Üniteler

- 1-Sahaya giriş ve çıkışların kontrolü için bekçi kontrol noktası
- 2-Sahaya gelen bütün atıkların tartılması için kantar ve personelin olacağı kantar binası
- 3-Sahada çalışacak işçilerin yemek, temizlik ve barınma amaçlı sosyal tesis
- 4-İdari bina
- 5-Sahaya girip çıkan makinelerin temizlenmesi için tekerlek yıkama ünitesi
- 6-Araç tamir, bakım atölyesi
- 7-Jeneratör binası
- 8-Yangın ve kullanma suyu binası
- 9-Ambalaj atıkları ayırma ve toplama tesisi
- 10-Sahaya giren çıkan makinelerin kullanacağı yollar
- 11-Atıkların sıkıştırılması amaçlı araçların kullanacağı yollar
- 12-Otopark
- 13-Yer altı suyu kirliliğini kontrol etmek amacıyla en az üç adet gözlem kuyusu
- 14-Depolama alanı

- 15-Tüm sahayı çevreleyen yüzey suyu toplama kanalları
- 16-Sızıntı suyu arıtma tesisi
- 17-Sızıntı suyu toplama drenaj sistemi
- 18-Tüm sahayı çevreleyen tel çit
- 19-Sızıntı suyunun toplandığı yapay lagünler
- 20-Gaz toplama sistemi, menholler, bacalar, manifoldlar
- 21-Enerji üretim veya gaz yakma makineleri

Düzenli depolama tesislerinin doğuracağı çevresel etkilerin azaltılabilmesi için depo tabanında dizayn edilen engelleyici tabakası sayesinde depo ortamından sızan çöp sularının bir araya getirilerek yer altı suların ve yüzeysel suların kirlenmesi sağlanabilir. Düzenli depolama sahalarını, düzensiz depolama bölgelerinden ayıran en önemli ayırmadan biri de, sızıntı sularının ve depo gazının negatif etkilerini kontrol altına alacak bir projenin olmasıdır.(Anonim, 2019)



Şekil 2.3 Düzenli depolama sahalarında bulunması gereken ana unsurlar (Anonim, 2019)

2.2.4 Düzenli Depolama Tesislerinin Kurulmasında İzlenen Yasal Süreç

Belediyeler/Birlikler/ özel ve tüzel kişiler tarafından hazırlanan düzenli depolama tesislerinin yasal ve teknik ehliyetleri ile işletme durumları ilgili Bakanlık tarafından izlenmektedir. 26/03/2010 tarih ve 27533 sayılı ‘‘Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliğin’’ ilgili maddesine göre düzenli depolama tesisi oluşturmak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, ilk olarak kuracakları tesisin bu Yönetmelik

Jeolojik ve hidrojeolojik koşullar da dikkate alınmalıdır. Depolama alanı, sızıntılara karşı dayanıklı olmalı ve deprem riskinin düşük olduğu bölgelerde yer almalıdır. Yerleşim alanlarına uzaklık, halk sağlığı ve yaşam kalitesi açısından önemlidir. Depolama alanları, yerleşim yerlerinden uzakta olmalı ve koku, gürültü gibi olumsuz etkiler minimize edilmelidir.

Ulaşım ve erişim olanakları, lojistik maliyetleri ve çevresel etkileri azaltmak için önemli bir faktördür. Depolama alanına ulaşımı kolaylaştıran yollar ve altyapı bulunmalıdır. Aynı zamanda, arazinin mevcut ve gelecekteki kullanım planlarına uygunluğu göz önünde bulundurulmalıdır. Tarım arazileri, turistik bölgeler ve sanayi alanları gibi önemli kullanım alanlarına yakın olmamalıdır.

Yasal mevzuat ve düzenlemelere uygunluk, atık depolama alanlarının seçimi ve işletilmesi sürecinde kritik bir rol oynar. Çevre izinleri ve atık yönetim planları gibi yasal gereklilikler yerine getirilmelidir. Toplumsal kabul de göz ardı edilmemelidir. Yerel halkın görüşleri dikkate alınmalı ve bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır.

Son olarak, alanın büyüklüğü ve kapasitesi, bölgedeki atık miktarını uzun vadeli olarak karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Bu, atıkların güvenli ve etkili bir şekilde depolanmasını sağlar. Tüm bu faktörler dikkate alındığında, atıkların düzenli depolanması için uygun bir yer seçimi yapılabilir.

Değerlendirme Kıstasları	Maksimum Pozitif Puan
1. Hacmin alana oranı	7
2. Yapılara olan uzaklık	20
3. Rüzgâr istikameti	7
4. Dış görünüş (manzara)	7
5. Yandaki trafiğe tesiri	13
6. Bitmiş tesisten kazanç	13
7. Suyu tesiri	33
Toplam	100

Şekil 2.5 Değerlendirme Kıstasları ve Alabilecekleri Maksimum Puanları (Anonim, 2014)

Yapılardan Görünme	Puan P ₄₀
Mümkün değil	7
Kısmen mümkün	3
Mümkün	0

Şekil 2.6 Dış Görünüşe Göre Puanlama (Anonim, 2014)

Civardaki Trafik Üzerine Tesir	Puan P ₅₀
Meskûn Mıntıka Yoluna Tesir	
Fazla	0
Orta	4
Hiç	8
Devlet Karayolunun Etkilenmesi	
Fazla	0
Orta	2
Hiç	4
Otoyol Etkilenmesi	
Fazla	0,5
Orta	1

Şekil 2.7 Trafik Etkisine Göre Puanlama (Anonim, 2014)

Puanlar	Uygunluk
90-100	Çok çok iyi (ideal)
80-89	Çok iyi
70-79	İyi
60-69	Uygun
50-59	Kabul edilebilir
0-49	Uygun değil

Şekil 2.8 Model Genel Değerlendirmesi (Anonim, 2014)

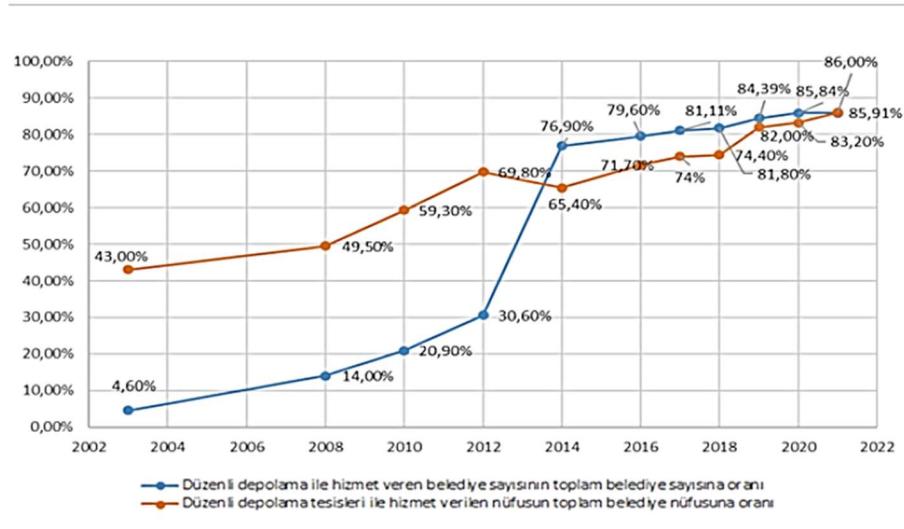
Halkımız, düzensiz depolamada görülen yangın, haşere üremesi, koku, atıkların çevreye yayılması gibi problemler yaşanacağını düşünerek yakınında bir Düzenli Depolama Tesisinin yapılmasına karşı çıkabilecektir. Bu problemlerin önüne

geçmek amacıyla halkın düzenli depolama tesisi projelerine ortak olarak katılımının sağlanması, vatandaşa kurulacak atık yönetim sistemi ve düzenli depolama tesisleri, çevresel faktörlerin nasıl önleneceği, alınacak önlemler, gerekli durumlardaki müdahaleler hakkında onlarında katıldığı programlar ve özel bilgilendirme toplantıları düzenlenmesi gerekmektedir. (Anonim, 2018)

2.2.6 Türkiye Genelindeki Düzenli Depolama Tesislerinin Dağılımı

2023 itibarıyla Türkiye'de yaklaşık 90 düzenli depolama tesisi bulunmakta ve bu tesisler 81 ilin 77'sine hizmet vermektedir. Bu tesislerde yılda yaklaşık 32 milyon ton atık düzenli olarak depolanmakta olup, Türkiye nüfusunun yaklaşık %89'u bu tesislerin hizmet kapsamındadır. Belediye atıklarının %65'inden fazlası bu tesislerde bertaraf edilmekte, bu da ülkenin atık yönetiminde sürdürülebilir ve çevre dostu uygulamaları benimsediğini göstermektedir.

2021 yılı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı sonucuna göre, düzenli depolama tesisleri ile hizmet verilen nüfusun toplam belediye nüfusuna oranı %86'dır. 2024 yılı sonunda mevcut altyapı tesislerinin tümünün iyileştirilmesi ve atık bertaraf hizmeti verilen nüfus oranının %100'e çıkarılması hedeflenmektedir. (Anonim, 2023)



Şekil 2.9 Yıllara göre Düzenli Depolama Tesisleri ile hizmet verilen belediye sayısı ve nüfus oranı (Anonim, 2023)

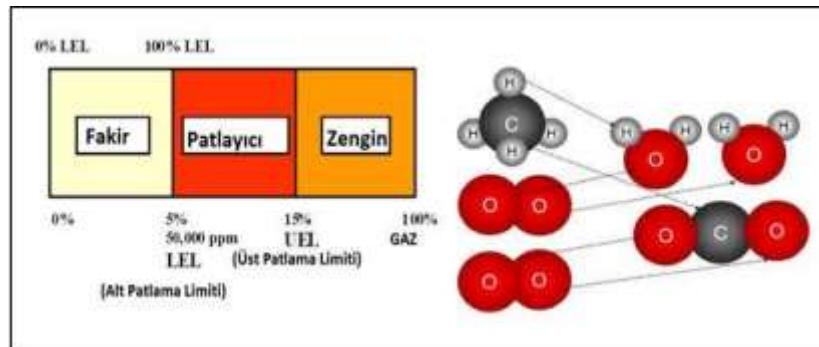
2.2.7 Depo Gazları Kontrol Yöntemleri

Atıkların depolanması sürecinde biyolojik faaliyetlerden kaynaklanan gaz emisyonları önemli bir çevresel faktördür. Yeni dökülen atıklar hızla aktif biyolojik süreçlere dönüşür ve açık alanda uzun süre tutulmaları durumunda emisyon potansiyelleri artar. Bu sebeple, depolama alanlarının mümkün olduğunca küçük tutulması ve atık sahasının yüzey topografisine göre zamanında kapatılması, gaz emisyonlarını kontrol altına almanın ilk adımındır. (Gümüş, E. 2023)

Atık sahasının kapanma süreci, işletme kurallarına bağlı olarak ertelenebilir ancak emisyon kontrolü açısından öncelikli bir önlem olarak görülmelidir. Depolama işlemi tamamlanan alanların hızla örtülmesi, olası gaz emisyonlarını minimize eder ve çevresel etkileri azaltır. Bu süreçte, en güvenli tedbirlerin alınması hayati önem taşır.

2.2.8 Depo Gazı Oluşum Fazları

Atık depolama sahalarında depo gazı oluşumu, organik atıkların doğal parçalanma sürecinin bir sonucudur ve genellikle dört aşamada gerçekleşir. İlk aşamada, yeni dökülen atıklar hızla biyolojik olarak aktif hale gelir ve metan ile karbondioksit gibi gazlar üretilir. Aktif dolunun sona ermesiyle geçiş aşamasına geçilir; burada organik madde parçalanması devam eder ve metan üretimi artarak devam eder. Sonraki aşamada, gaz oluşumu stabil hale gelir ve biyolojik denge sağlanır. Son fazda ise, atıkların büyük ölçüde parçalanması tamamlanır ve gaz oluşumu minimum seviyelere düşer. Bu süreç, atık türüne, depolama koşullarına ve yönetim politikalarına bağlı olarak değişiklik gösterir ve doğru yönetildiğinde çevresel etkileri en aza indirecek önlemler alınabilir. (Öztürk, D. & Özgüven, A. 2022)



Şekil 2.10 Metanın Yanıcı ve Patlayıcı Özelliği (Anonim, 2014)

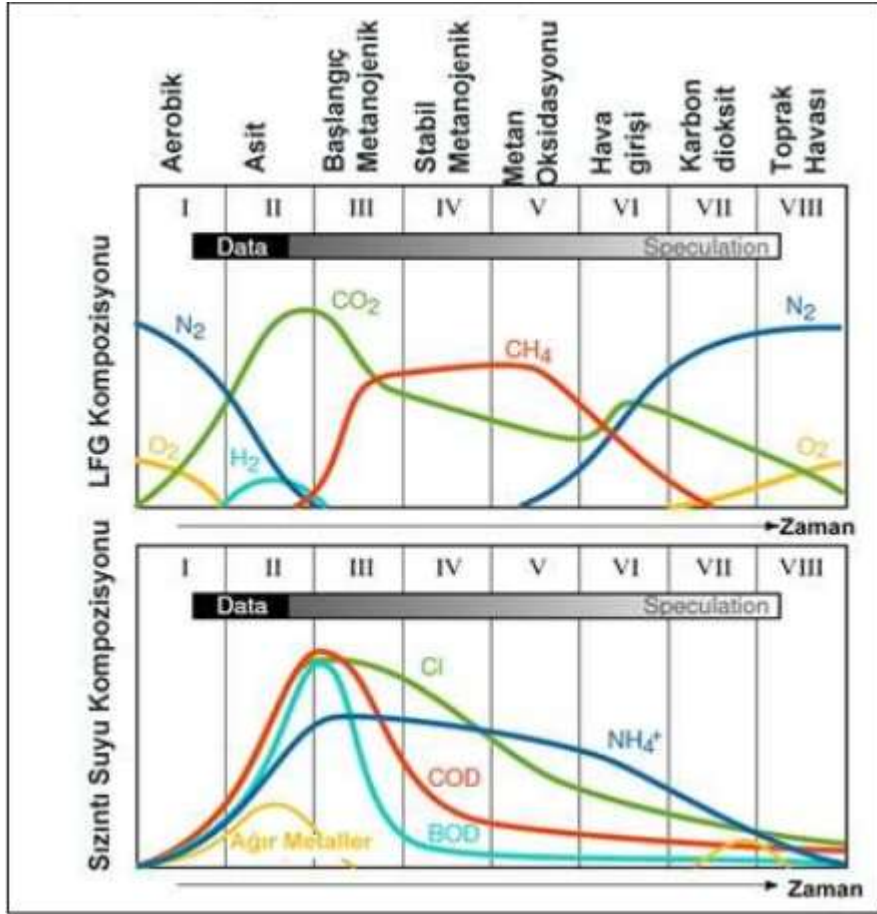


Şekil 2.11 LFG Kompozisyonu (Anonim, 2014)

Aerobik Faz: Atık depolama sahalarında aerobik faz, atıkların doğal biyolojik parçalanma sürecinin başlangıcıdır ve oksijenin bolca bulunduğu ortamlarda gerçekleşir. Bu süreçte, atık yığınlarındaki organik maddeler, çeşitli mikroorganizmalar tarafından oksijen kullanılarak parçalanır. Bu biyolojik aktivite sırasında atık yığınları içinde karbondioksit ve su gibi gazlar oluşurken, aynı zamanda atık yığınlarının iç sıcaklığı da artabilir. Aerobik faz, atıkların erken dönemde stabilize olmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlar. Bu süreç, atık yönetiminde doğal bir parçalanma ve stabilizasyon sağlamak için önemli bir adımdır ve atık depolama sahalarının sürdürülebilir yönetimi için temel bir unsurdur.

Asit Fazı: Atık depolama sahalarında asit fazı, atıkların doğal kimyasal parçalanma sürecinin erken aşamalarında meydana gelir ve genellikle oksijenin sınırlı olduğu ortamlarda gerçekleşir. Bu süreçte, organik ve inorganik maddelerin kimyasal reaksiyonları sonucunda asitler oluşur. Bu asitler, yağmur veya diğer su kaynaklarıyla etkileşime girerek asit suları veya linye adı verilen sıvılar oluşturabilirler. Asit fazı, atık depolama sahasının çevresel etkilerini artırabilecek potansiyele sahiptir, bu nedenle etkili atık yönetim stratejileri ve çevresel koruma önlemleri bu sürecin kontrol altında tutulmasında kritik öneme sahiptir. Bu safhada O₂'in tükenmesiyle birlikte, anaerobic faaliyetin baskın olduğu ikinci safha başlar. Organik asitlerin oluşmaya başlamasıyla daha belirgin miktarlarda CO₂ üretilmeye başlar ve anaerobik ayrışma safhası başlamış olur. CO₂'in ulaşabileceği maksimum değer hacimce % 70-90 arasında değişir. Bu değerlere çevre şartlarına ve depolama şartlarına bağlı olarak atık depolandıktan 11-40 gün sonra ulaşılabilir. Bu safhada Hidrojen (H₂) gazı konsantrasyonu ise hacimce % 20 civarındadır. Burada birincil elektron kabul ediciler

nitrat (NO_3^-) ve sülfatır (SO_4^{2-}). Yani bu safhada oksijen ihtiyacı için nitrat ve sülfatın oksijeni kullanılır.



Şekil 2.12 LFG ve Sızıntı Suyu Kompozisyonları (Anonim, 2014)

Başlangıç Metanojenik Faz: Atıkların depolanması sürecinde biyolojik olarak aktif olan dönemin başlangıcını ifade eder. Bu fazda, atık yığınları içindeki organik maddeler, özellikle de karbon bazlı bileşikler, mikroorganizmalar tarafından parçalanır. Bu biyolojik süreç sırasında ortamın oksijensiz olması ve mikroorganizmaların metanojenik bakteriler olması nedeniyle metan gazı (CH_4) üretilir.

Başlangıç metanojenik fazı, atık depolama sahasındaki organik madde parçalanmasıyla başlar ve genellikle atıkların depolanmasının erken aşamalarında etkili olur. Bu fazda oluşan metan gazı, atık sahasının üzerindeki kaplama ve izolasyon sistemleri ile kontrol altında tutulmaya çalışılır. Metan gazının yönetimi, sızıntıların önlenmesi ve depolama sahasının çevresel etkilerinin minimize edilmesi açısından

önemlidir. Birinci ve ikinci safhaların tamamlanması 10-50 gün arasında gerçekleşirken üçüncü safha 200-500 gün arasında tamamlanır.

Stabil Metanojenik Faz: Stabil metanojenik faz, atık depolama sahasında atıkların biyolojik olarak stabil hale geldiği bir süreçtir ve genellikle depolama sürecinin orta aşamalarında veya sonrasında gerçekleşir. Bu fazda, atık yığınlarındaki organik maddelerin parçalanma hızı azalır ve biyolojik aktivite daha dengeli bir seviyeye gelir. Metanojenik bakteriler, organik maddeleri metana dönüştürmeye devam ederler, ancak bu süreç daha kontrollü ve düşük bir hızda gerçekleşir.

Bu fazın karakteristik özellikleri arasında atık yığınlarının iç sıcaklığının daha düşük olması, metan gazı üretiminin sabitlenmesi ve atık yığınlarının hacminin daha az değişkenlik göstermesi yer alır. Bu faz, atık depolama sahasının uzun vadeli stabilitesini sağlamak için önemlidir. Metan gazının kontrol altında tutulması ve yönetilmesi, çevresel etkilerin azaltılması için atık yönetim planlarının kritik bir bileşenidir. Bu fazda gaz üretimi ve bileşenleri hemen hemen sabit olup % 40-70 CH₄ ve % 30- 60 CO₂'den oluşur.

Aerobik Şartlara Geçiş Fazları: Bu safhada ayrışma süreçleri ve depo gazı üretimi önemli oranda azalır. Başlangıçtaki atmosferik şartlar yeniden etkili olmaya baslar. Bugüne kadar hiçbir çalışma atığın ayrışmasının tamamlanmasına kadar devam etmemesine rağmen, eski sahalardan elde edilen verilere dayanarak mevcut organik karbon kullanıldıktan sonra metanojenik faaliyetin azaldığı ve CH₄ ve CO₂ konsantrasyonlarının hızla düştüğü söylenebilir. Sonuçta kalan artık madde ise biyolojik olarak inert ve stabil haldedir. (Akpınar, N. 2006)

2.2.9 LFG'nin Enerji Değeri

LFG'nin enerji değeri, atık depolama sahalarında organik maddelerin doğal parçalanması sonucu oluşan gazların içeriğine ve bileşimine bağlı olarak değişir. Bu gaz, genellikle metan (CH₄) ve karbondioksit (CO₂) gibi bileşenleri içerir. Metan, LFG'nin ana enerji kaynağı olarak kullanılır çünkü yakıldığında enerji üretir. LFG'nin enerji potansiyeli, depolama sahasının özelliklerine, atık türüne ve depolama sürecine bağlı olarak belirlenir. Bu nedenle, her depolama sahasının LFG'nin enerji değerini belirlemek için özgün koşulları ve ölçümleri göz önünde bulundurması gereklidir. (Zarifi, A.F. 2022)

Aşağıdaki çizelge 2.13’de görüldüğü gibi doğal gazın yaklaşık %90’ı metan gazı iken, bu oran LFG ve kanalizasyon gazlarında düşüktür.

Gaz Bileşimi	Doğalgaz	LFG	Kanalizasyon Gazı
Metan (CH ₄)	% 90	% 55	% 65
Karbondiyoksit (CO ₂)	% 0	% 45	% 35
Azot (N ₂)	% 5	% 5	% 0
Etan (C ₂ H ₆)	% 5	% 0	% 0
Toplam	% 100	% 100	% 100
Metan Numarası	85	136	134
Isıl değeri (MJ/m ³)	34	21	25

Şekil 2.13 Doğalgaz-LFG-Kanalizasyon Gazı Enerji Değerleri (Anonim, 2014)

Bir gazın enerji üretiminde kullanılabilmesi için iki önemli özelliğine bakılır;

Metan numarası: Gazların sıkıştırılabilirlik özelliğini ve enerji potansiyelini ifade eden bir ölçüttür. Bu numara, gazın içindeki metanın yanı sıra diğer bileşenlerin de etkisiyle belirlenir. Yüksek metan numarasına sahip olan gazlar, daha kolay sıkıştırılabilir ve enerjiye dönüştürülebilirler. Bu özellikleriyle, metan numarası gazların kullanımı ve enerji üretimi için kritik bir değerdir, özellikle atık depolama sahalarında LFG gibi gazların yönetimi ve enerji geri kazanımı için önemlidir.

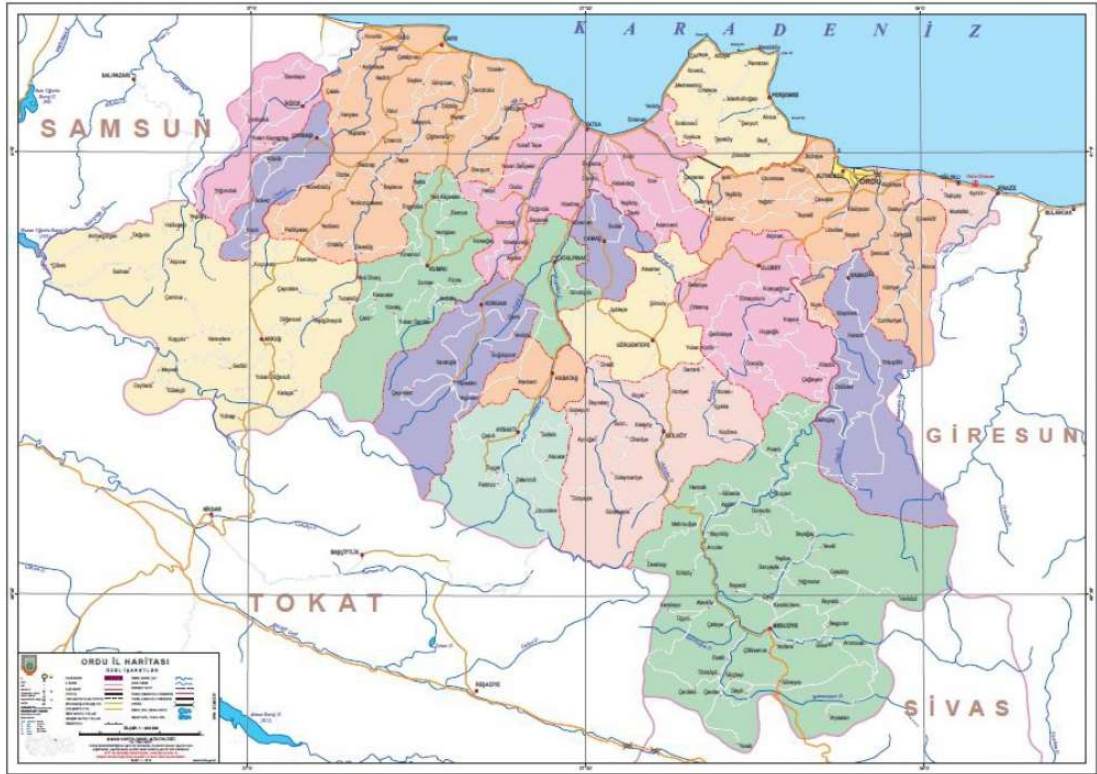
Isıl Değeri: Gazda metan gazı oranı arttıkça ısıl değeri de artmaktadır.

1 kg CH₄; 1.18 kg fueloil, yani yaklaşık olarak 1 m³ CH₄ 1 lt fueloil olarak kabul edilebilir. Yüksek metan numarası dolayısıyla LFG’nin enerji üretiminde kullanılmasının uygun olacağı görülmektedir. Ancak 5040 – 5600 kcal’lik ısıl değeri ile LFG’nin doğalgazdan enerji üretiminde daha az verimli, yani aynı miktarda elektrik üretebilmek için doğalgazın yaklaşık iki katı LFG’ye ihtiyaç vardır. (Akpınar, N. 2006)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Ordu İli Coğrafi ve Beşeri Özellikleri

Ordu; Karadeniz bölgesinin giriş kapısıdır. Kuzeyinde Karadeniz, güneyinde Tokat, Sivas, doğusunda Giresun, batısında Samsun ili bulunmaktadır. Konumu 40'-41' kuzey paralelleri, 37' -38' doğu meridyenleri arasındadır. Toplam yüzölçümü 5961 km² olup, üzerinde Melet, Cival Deresi, Akçaova Deresi gibi büyüklü küçüklü akarsuların oluşturduğu yer yer alüvyon düzlükler bulunmaktadır.



Şekil 3.1 Ordu İl Haritası (Anonim, 2023)

Ordu il merkezi, dağların denize dik olarak indiği melet vadisinin oluşturduğu alüvyon ovasına 500. rakımlı Boztepe'nin eteklerine kurulmuştur. İl merkezinden denize dökülen ve en büyük akarsuyumuz olan olan Melet Irmağı'nın doğu kısmında doğu ladini, yüksek kısımlarında ise karaçam, ibrelî meşçereleri bulunmaktadır. Melet Havzası'nın batı kıyısından itibaren tarım arazileri dışında kızılığaç, kestane, gürgen ve doğu kayını küçük meşçereler halinde bulunmaktadır.(Anonim, 2023)

Tarım arazilerinde ise genellikle ağaçlık formunda fındık bitkisi bulunmaktadır. Şehir kıyı ile birlikte doğu-batı doğrultusunda uzanan, yüksekliği 3000m'yi geçen aşılması güç Doğu Karadeniz dağ sıralarının kıyıda sıkıştırdıkları dar

bir bölge ve küçük bir körfezin kenarında kurulmuştur. Ordu ili genel olarak ılıman bir iklime sahip olup, kışları ılık, yazları ise nispeten serin geçer. Yılın bütün aylarında mevsime uygun yağışlar mevcuttur.

Akarsu bakımından zengin olup, tüm kanyonlarda ırmak, dere türü akarsular bulunmaktadır. En önemli ırmakları Melet Irmağı, Bolaman Çayı, Elekçi Irmağı, Turna suyudur. Bitki örtüsü ladin, çam (karaçam), kızılğaç, kayın, gürgen, meşe, kestane, ormanlık arazilerde bazen büyük, bazen küçük meşçereler oluşturmaktadır. Karadeniz maki formuna uygun bitki grupları orman vasfı bozulmuş arazilerde mevcuttur. Tarım arazilerinde yoğunlukla fındık bitkisi hakimdir. (Anonim, 2023)

3.2 Ordu İli Nüfus Artış Karakterizasyonu

Ordu ili 2023 yılı nüfus miktarı 775.800 olarak sayılmıştır. Bu nüfus, 386.605 erkek ve 389.195 kadından oluşmaktadır. Yüzde olarak ise: %49,83 erkek, %50,17 kadındır. Ordu ili nüfus yoğunluğu 130kişi/km²'dir.

Yıllara Göre Ordu Nüfusu

Yıl	Ordu Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu
2022	763.190	380.997	382.193
2021	760.872	379.700	381.172
2020	761.400	380.031	381.369
2019	754.198	376.933	377.265
2018	771.932	386.547	385.385
2017	742.341	371.061	371.280
2016	750.588	376.243	374.345
2015	728.949	364.236	364.713
2014	724.268	361.627	362.641
2013	731.452	366.011	365.441
2012	741.371	370.631	370.740
2011	714.390	356.675	357.715
2010	719.183	358.386	360.797
2009	723.507	361.422	362.085
2008	719.278	358.910	360.368
2007	715.409	356.553	358.856

Şekil 3.2 Yıllara göre Ordu nüfusu (Anonim, 2023)

İlçelere Göre Ordu Nüfusu

Yıl	İlçe	İlçe Nüfusu	Erkek Nüfusu	Kadın Nüfusu	Nüfus Yüzdesi
2022	Altınordu	235.096	114.390	120.706	% 30,80
2022	Ünye	132.432	65.996	66.436	% 17,35
2022	Fatsa	126.775	63.025	63.750	% 16,61
2022	Perşembe	30.101	15.778	14.323	% 3,94
2022	Kumru	28.436	14.285	14.151	% 3,73
2022	Korgan	27.349	13.882	13.467	% 3,58
2022	Gölköy	25.960	13.252	12.708	% 3,40
2022	Akkuş	21.258	11.131	10.127	% 2,79
2022	Aybastı	20.969	10.381	10.588	% 2,75
2022	Ulubey	16.976	8.774	8.202	% 2,22
2022	İkizce	13.276	6.864	6.412	% 1,74
2022	Mesudiye	13.221	6.841	6.380	% 1,73
2022	Çatalpınar	13.025	6.535	6.490	% 1,71
2022	Gürgentepe	12.617	6.389	6.228	% 1,65
2022	Çaybaşı	11.889	6.105	5.784	% 1,56
2022	Kabatış	10.119	5.045	5.074	% 1,33
2022	Gülyalı	8.425	4.287	4.138	% 1,10
2022	Çamaş	8.211	4.173	4.038	% 1,08
2022	Kabadüz	7.055	3.864	3.191	% 0,92

Şekil 3.3 Yıllara göre nüfus değişimi (Anonim, 2023)

3.3 Ordu İli Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi

Ordu İli entegre katı atık bertaraf etme tesis projesi 2014 yılında şehrimizin Büyükşehir Belediyesi olaması ile hız kazanmıştır. Başta nüfus yoğunluğunun sahil kesiminde olan ilçeleri Altınordu (merkez ilçe), Fatsa, Ünye de ve daha sonra diğer ilçelerinde de katı atığın çağdaş yöntemlerle bertaraf edilmesi hedeflenmiştir. Öncesinde bu atıkların vahşi depolama (toplanan atığın ayrıştırılmadan depolanması) yöntemiyle belli bölgelere döküldükleri, çevre ve toplum sağlığına büyük zarar verdikleri tesbit edilmiştir. Sahil kesiminde olan ilçeler deniz kenarında olan vahşi depolama alanlarına dökülen katı atıkları, deniz suyunu büyük oranda kirletmekteydi. Günümüzde yapılan çalışmalarla beraber sahil kesimindeki ilçelerimizin mavi bayraklı yüzme alanlarına sahip oldukları, insanların güvenli ve kontrolleri sürekli yapılan sularda yüzdükleri görülmektedir.

132.846,98 m²'lik bir alanı kapsayan tesis ile Ordu ili genelinde toplanan atıklar Altınordu ve Ünye mekanik ayırma tesislerinde işlendikten sonra geriye kalan organik içerikli bakiye atıklar, mevzuata uygun olarak inşa edilmiş düzenli depolama lotlarında depolanarak bertaraf edilmektedir. Sahaya ait ÇED raporuna göre 1.lotun ömrü 2 yıl olup sahanın toplam ömrü 11 yıldır ancak lot planı revize edilerek lot 2 ve 3 alanı birleştirilmiş ve tek lot, 4 hücre olarak yeniden tasarlanmıştır. Bu tasarım ile 653.000 m³ kapasiteli ve 11 yıllık ömürlü tesis, yaklaşık 800.000 m³ kapasite ile 15 yıl

ömre çıkarılmıştır. Lot-2, 1. etap kazı çalışmaları tamamlanmış, zemin geçirimsizlik katmanları yapılmaktadır. (Anonim, 2022)



Şekil 3.4 Google Earth Görüntüsü (Anonim, 2023)

Ordu Katı Atık Düzenli Depolama Tesisinin işletmeye alınmasıyla vahşi depolama sona erdirilip, eski vahşi depolama sahaları kapatılmıştır. Ordu katı atık düzenli depolama tesisinin işletme aşamaları aşağıda verilmektedir.

- Tel-Çit ve Giriş Kapısı,
- Bekçi Binası Kantar Platformu,
- Tekerlek Yıkama Ünitesi,
- İdari Bina,
- Foseptik,
- Otopark,
- İçme-Kullanma Suyu Sistemi ve Su Deposu
- Tamir Bakım Atölyesi
- Enerji ve Aydınlatma Sistemi, Trafo ve Jeneratör Binaları,
- Biyokurutma Tesisi,
- Sızıntı Suyu Toplama Havuzu,

- Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi
- Lot-1 Düzenli Depolama Sahası,
- Tesis İçi Yollar,
- Ünye Mekanik Ayırma Tesisi,
- Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Hazırlama Tesisi,

3.4 Ordu İli Katı Atık Miktar ve Karakterizasyonu

- Katı Atık Miktarı

İlçelerin 2022 yılına göre atık miktarları çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3.1 İlçeler bazlı atık miktarları (Anonim, 2022)

İLÇE BAZLI ATIK MİKTARLARI (2022 YILI)		
	İLÇE	EVSEL ATIK(TON/YIL)
1	ALTINORDU	64974
2	FATSA	30564
3	ÜNYE	28339
4	PERŞEMBE	4697
5	GÜLYALI	1605
6	KABADÜZ	798
7	MESUDİYE	1061
8	ULUBEY	2030
9	GÜRGENTEPE	1480
10	GÖLKÖY	3374
11	ÇAMAŞ	843
12	ÇATALPINAR	1074
13	KABATAŞ	1130
14	AYBASTI	2785
15	KUMRU	2471
16	KORGAN	2231
17	AKKUŞ	1327
18	İKİZCE	1994
19	ÇAYBAŞI	1222
	TOPLAM	153999

- Katı Atık Karakterizasyonu

Katı atıkların toplanması, taşınması, geri kazanılması ve bertarafına ilişkin yükümlülükler 5393 sayılı Belediyeler Kanunu ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyeleri Kanunu ile Belediyeler ve Büyükşehir Belediyelerine verilmiştir.

2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 8. maddesine göre; "her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili Yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır". Bu kapsamda katı atıkların, kaynağında ayrı toplanması, taşınması, geri kazanılması (kompost, yakma vb.), düzenli depolanması, mevcut vahşi depolama sahalarının rehabilitasyonu ve bu tesisler için yer seçimi kriterleri ile ilgili esaslar, 02.04.2015 tarih ve 29314 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği ile belirlenmiştir (Anonim, 2015).

Ülkemizde yaşanan katı atık sorununun çözümünde, çevrenin korunmasında ve evsel atıklardan kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesinde, Belediyelerin "Katı Atık Bertaraf Tesisleri"ni hayata geçirmeleri ana unsur olarak görülmektedir.

Belediyeler evsel katı atıkların bertarafı için en uygun teknolojiyi kullanmak zorundadır. Bertaraf yöntemlerinin belirlenmesinde evsel atığın miktarının ve niteliğinin bilinmesi kilit rol oynamaktadır. Katı atık karakterizasyonu, bir katı atık yönetim sistemi kurulacak bölgede atık miktarının ve niteliğinin belirlenmesi esasıdır. Bu esasa göre katı atık yönetim sistemi içerisinde yer alacak tesislere ve bu tesislerin kapasitelerine karar verilir.

- **Katı Atık Karakterizasyonu Analiz Metodu**

Katı atık karakterizasyonu, mevsime, bölgeye ve sosyo-ekonomik duruma göre değişiklik gösterdiği için belli sıklıkta ve farklı noktalarda yapılmalıdır. Bu kapsamda düşük, orta ve yüksek gelirli mahallelerden alınan 16 atık bileşenini içeren numunelerle karakterizasyon gerçekleştirilmiştir. Atık karakterizasyonunda kullanılan malzeme listesi aşağıda yer almaktadır. (Uçar, Ö. 2022)

Malzeme Listesi

- Kantar
- Sabit hacim kabı (0,50m*1,00m*1,00m)
- 3mx4m ölçülerinde branda
- 16 adet plastik kapları(atık bileşenlerinin isminin yer aldığı)
- Kürek, süpürge, eldiven, maske, çizme, baret, gözlük
- Not defteri, kalem

Karakterizasyona başlamadan önce, ayırma işlemini yapacak ekiple birlikte tehlikeli durumlar ve prosedür yeniden gözden geçirilir.

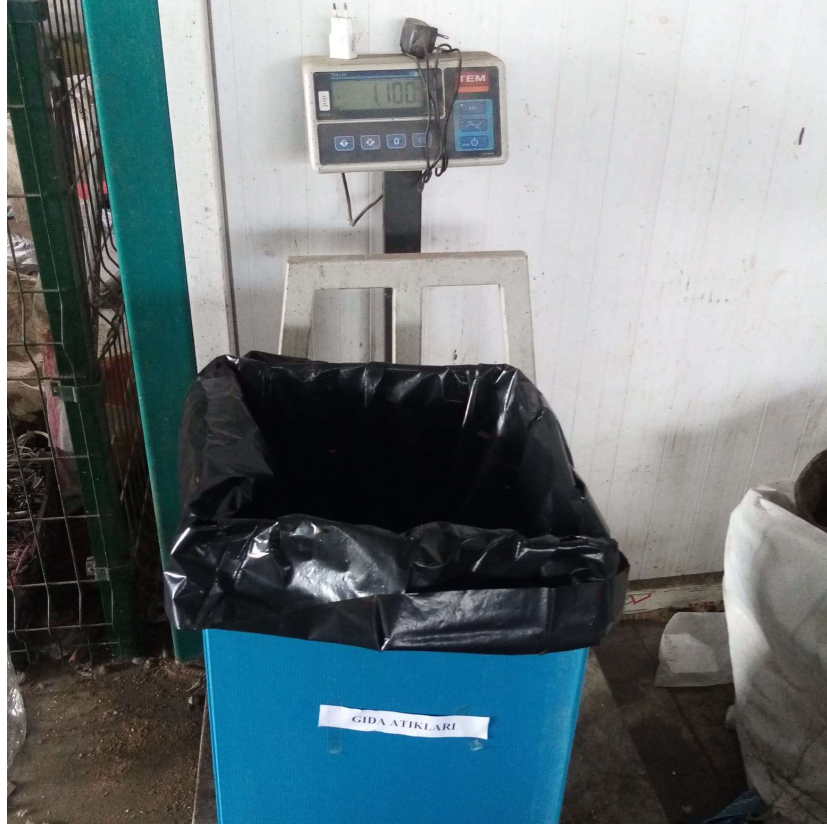
Katı atık karakterizasyonu için numune alınacak atıklar, atık toplama araçlarında sıkıştırılmadan getirilir.

Katı atık karakterizasyonu yapılacak ilde, oluşan katı atıktan temsil edici bir numune alabilmek için ilin farklı noktalarından (gelir seviyesine göre; düşük, orta, yüksek) ayrı atık toplama araçları ile toplanan atıklar karakterizasyon yapılacak alana getirilir.



Şekil 3.5 Atık türüne göre isimlendirilmiş atık kapları (Anonim, 2023)

Numune almak üzere oluşturulan yığınlardan herhangi birinden, örneğin gelir seviyesi düşük bölgeden gelen yığından, 0,50m*1,00m*1,00m ölçülerindeki sabit hacim kabına yığını tamamen dolduracak kadar atık, yığının her bölümünden eşit miktarda olacak şekilde konulur. Bu sayede temsil edici bir numune elde edilmiştir. Numune alma sırasında kolaylık olması açısından 1m*1m*1m boyutlarında bir kez sabit hacim kabı yerine 0,50m*1,00m*1,00m ölçülerinde 2 kez numune alınmıştır.



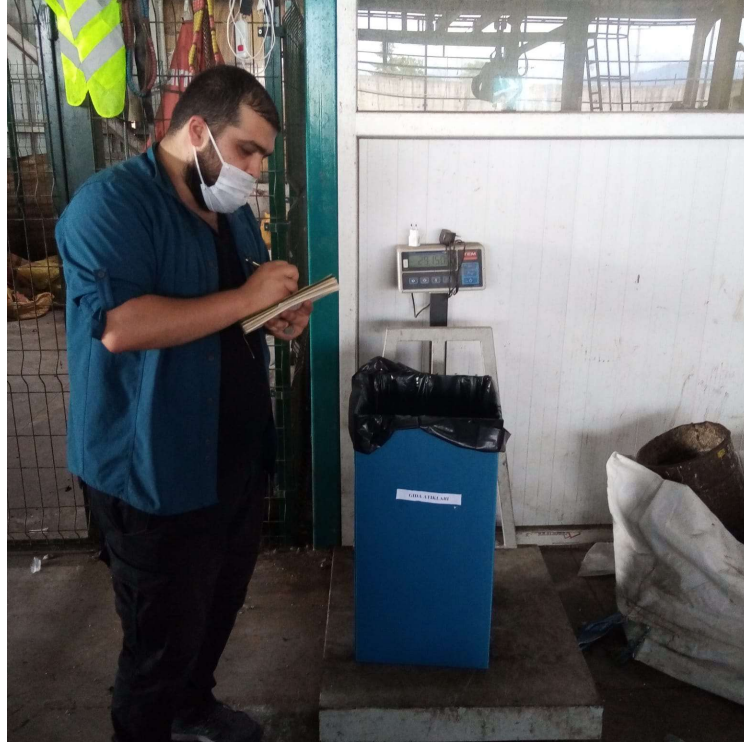
Şekil 3.6 Kapların darasının alınması (Anonim, 2023)



Şekil 3.7 Sabit hacim kabı (Anonim, 2023)



Şekil 3.8 Atık karakterizasyon çalışması (Anonim, 2023)



Şekil 3.9 Verilerin kayıt altına alınması (Anonim, 2023)

Elde edilen değerler tipik ulusal değerlere uygun olarak bulunmuştur. Yapılan atık karakterizasyonu çalışmaları sonucu elde edilen değerler aşağıdaki çizelgede mevcuttur.

Çizelge 3.2 2023 Yılı Ordu İli Katı Atık Miktarı (Anonim, 2023)

Bileşenler	Dar Gelirli		Orta Gelirli		Yüksek Gelirli	
	(Bucak Mah.)		(Bahçelievler Mah.)		(Cumhuriyet Mah.)	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Gıda atıkları	159.10	66.39	147.20	74.95	135.30	68.02
Kağıt	0.15	0.06	0.12	0.06	0.10	0.05
Karton	0.35	0.15	0.28	0.14	0.40	0.20
Karton,Hacimli	9.00	3.76	7.30	3.72	2.80	1.41
Plastik	30.70	12.81	20.90	10.64	33.20	16.69
Cam	12.45	5.20	11.35	5.78	14.80	7.44
Metal	4.15	1.73	2.90	1.48	0.80	0.40
Metal, hacimli	2.75	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
Elektrikli ve Elektronik Cihazlar	0.40	0.17	0.05	0.03	0.20	0.10
Tehlikeli atıklar	0.10	0.04	0.13	0.07	0.00	0.00
Bahçe atıkları	5.40	2.25	2.35	1.20	0.20	0.10
Diğer yanamayan	3.60	1.50	0.15	0.08	0.00	0.00
Diğer yanabilen	1.10	0.46	0.00	0.00	0.00	0.00
Diğer yanabilen,hacimli	7.70	3.21	3.60	1.83	8.50	4.27
Diğer yanamayan,hacimli	2.30	0.96	0.08	0.04	2.60	1.31
Diğer	0.40	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	239.65	100	196.41	100.00	198.90	100.00

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Aktarma istasyonları ve Nakliye Hizmetleri

İlimiz genelinde, atıkların ilçelerden transferlerini kolaylaştırmak, trafik yükünü azaltmak ve taşımayı daha ekonomik hale getirmek amacıyla 4 adet Katı Atık Aktarma İstasyonu yapılmıştır. Aktarma istasyonları mobil, konveyör bantlı ve çift yüklemeli'dir. Konveyör sistemi rüzgâr gibi etkenlerle atıkların dağılmasını ve konveyörün kenarlarından atıkların dökülmesini engelleyecek şekilde üzeri kapalı olarak tasarlanmıştır. Atık Aktarma İstasyonları uzaktan otomasyon sistemiyle izlenebilir ve kontrol edilebilir özelliktedir. Tesisin çevreye olan etkilerini en aza indirmek amacıyla koku giderici sistem mevcuttur. Aktarma istasyonu kurulan ilçeler ve atığını bu aktarma istasyonuna taşıyacak ilçelerin uzaklıkları şu şekildedir:

Fatsa Aktarma İstasyonu : Fatsa → 9 km

Çamaş → 30 km

Çatalpınar → 32 km

Korgan → 27 km

Kumru → 25 km



Şekil 4.1 Fatsa Aktarma İstasyonu görseli

Gölköy Aktarma İstasyonu: Gürgentepe→ 20,8 km
Gölköy→ 5,7 km



Şekil 4.2 Gölköy Aktarma İstasyonu görseli

Ünye Aktarma İstasyonu: Ünye→ 12 km
Çaybaşı→ 24 km
İkizce→17 km
Akkuş→ 67 km

Kabataş Aktarma İstasyonu: Kabataş→ 4,8 km
Aybastı→ 5,6 km



Şekil 4.3 Kabataş Aktarma İstasyonu görseli

Fatsa, Gölköy, Ünye ve Kabataş aktarma istasyonları 2017 yılında tamamlanmış olup Ünye ve Altınordu katı atık mekanik ayırma tesislerimize taşıma işlemi sağlanmaktadır. Mesudiye ve Akkuş ilçelerimizde aktarma istasyonları bulunmayıp çöp kamyonları direk treyler içine boşaltım sağlamaktadır. Aktarma istasyonlarının araç ve personel ihtiyacı çizelge 4.1 ve 4.2 de verilmiştir. (Anonim, 2023).

Çizelge 4.1 Aktarma İstasyonları araç ihtiyaçları (Anonim, 2023)

	Semi Treyler	Tır Çekici
Fatsa	12	12
Ünye	6	6
Gölköy	1	1
Mesudiye	1	1
Akkuş	1	1
Altınordu	8	8

Çizelge 4.2 Aktarma İstasyonları personel ihtiyaçları (Anonim, 2023)

	Temizlik Personeli	Güvenlik Personeli
Fatsa	3	
Ünye	3	1
Gölköy	1	
Kabadüz	1	
Akkuş		
Altınordu	8	1

Araçlar aktarma istasyonlarından aldığı katı atıkları Altınordu ve Ünye ilçelerinde bulunan Mekanik Ayırma Tesislerine getirmektedirler. Bu bölgelerde ayrılan atıkların yaklaşık %40 (günlük ~250 ton) kadarı Ünye Çimento Ticaret ve Sanayi A.Ş. ye gönderilmektedir. Atıktan ayrılan su ve yanıcı kısımdan sonra kalan organik atıklar Çaybaşı Düzenli Depolama Sahasına gönderilmektedir. Tüm bu nakliye hizmetleri sırasında Çekici, Semitreyler, Üst Yapılı Kamyon ve Damperli Kamyonlar kullanılmaktadır. Ayrıca mekanik ayırma tesisleri ve aktarma istasyonları saha temizliği, yeraltı temizliği için süpürge aracı ve vidanjör kullanılmaktadır, sürekli hareket halindeki araçların bakım, onarım ve arazide tamirat işlemleri için bakım malzemelerini taşıyabilecek pick-up aracına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüm bu araçların kullanımı, bakım-onarım hizmetleri, temizlik hizmetleri ve personel kontrolleri amaçlı formen hizmetleri için sürekli olarak ‘Katı Atık Nakli’ ihalesi yapılmakta olup EKAP (Elektronik Kamu Alımları Platformu) kayıtlı 18.10.2023 tarihli 70 gün süreli pazarlık usulü (Madde 21 B) yapılan ihale bedeli 20.543.900,00 TL ile yüklenici firmaya kalmıştır. Sürenin tamamlanması sonrasında planlanan yeni ihalenin 1 yıl süreli olması ve yaklaşık 100.000.000,00TL gibi bir tutarlı ihale bedeli ortaya çıkması öngörülmektedir. Yeni yapılacak ihaledeki araç ve personel ihtiyacı aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4.3 Yeni yapılacak ihaledeki araç ihtiyacı (Anonim, 2023)

Araç Cinsi	Miktar
Çekici	9
Semitreyler	20
Damperli kamyon	5
Üst Yapılı Kamyon	4
Süpürge aracı	1
Vidanjör-Arazöz	1
Bakım Aracı(Pick-up)	1

Çizelge 4.4 Yeni yapılacak ihaledeki personel ihtiyacı (Anonim, 2023)

Personel Adı	Personel Miktarı
Çekici Şöforü	21
Kamyon Şöforü	24
Temizlik Personeli	24
Makine Operatörü	1
Formen	4

Kiralanan bu araçların dışında Ordu Büyükşehir Belediyesine ait çekici, semitreyler ve damperli kamyonlar aktif olarak çalışmaktadırlar.

Çizelge 4.5 Büyükşehir Belediyesine ait araç miktarı (Anonim, 2023)

Araç Cinsi	Araç Miktarı
Çekici	1
Semitreyler	8
Damperli kamyon	4
Üst Yapılı Kamyon	1

Çizelge 4.6 Büyükşehir Belediyesinde katı atık nakli için harcanan yakıt miktarı (Anonim, 2023)

	2022 Yılı Kullanılan Akaryakıt Miktarı (Litre)	2023 Yılı Kullanılan Akaryakıt Miktarı*(Litre)
Kiralık Araçlar	709.497,50	665.197,04
Belediyenin Araçları	205.863,30	180.234,40
Toplam	915.360,80	845.431,44

*2023 Yılı 17.11.2023 tarihine kadar alınan akaryakıt bilgileridir.

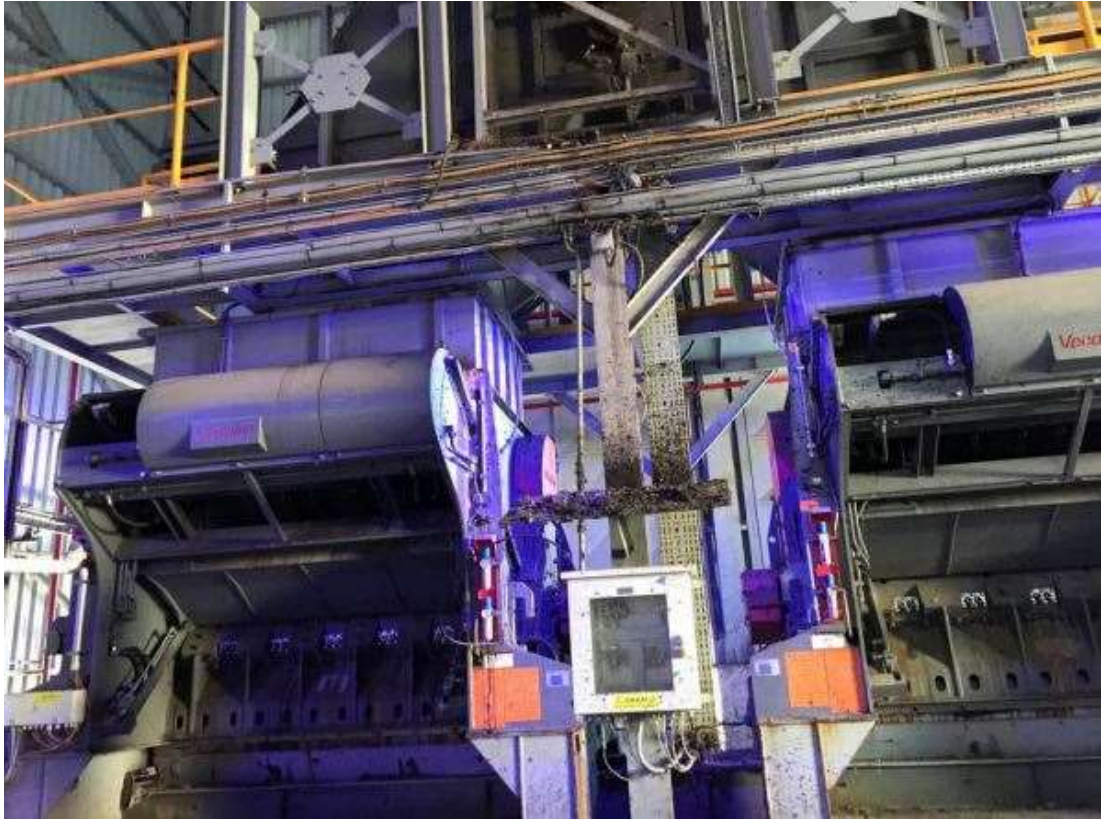
Çizelge 4.6 da yer alan yıllık harcanan akaryakıt miktarlarına bakıldığında 2022 yılında katı atığın depolama alanına götürülmesi için harcanan akaryakıt miktarının hesabın yapıldığı zaman motorin fiyatı (27.11.2023) ile çarpımında 34.383.240,5 TL ve 2023 yılında katı atığın depolama alanına götürülmesi için harcanan akaryakıt miktarının hesabın yapıldığı zaman motorin fiyatı(27.11.2023) ile çarpımında 31.756.518,465 TL olduğu ortaya çıkmaktadır.(Anonim, 2023)

4.2 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi

Ordu ili sınırları içerisinde toplanan evsel atıklar Ünye Mekanik Ayırma Tesisinde; ayırma, boyut küçültme/parçalama, eleme ve homojenizasyon işlemlerinin yapıldığı ünitelerden geçtikten sonar bakiye atıklar Çaybaşı II. sınıf düzenli depolama tesisine alınmaktadır. Ünye mekanik ayırma tesisinin kapasitesi 832,27 ton/gün'dür. Ünye mekanik ayırma tesisine ait görüntüler aşağıdadır.



Şekil 4.4 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi görseli



Şekil 4.5 Ünye Mekanik Ayırma Tesisi görseli

Ünye Mekanik Ayırma Tesisinde 80 mm elek üstü, kalorifik değeri yüksek olan atıklar, Ünye Çimento Fabrikasına verilmekte olup, Ünye Çimento Ticaret ve

Sanayi A.Ş. ile Ordu Büyükşehir Belediyesi arasında 2015 yılında ATY (Atıktan Türetilmiş Yakıt) Hammaddesi Satış Sözleşmesi imzalanmıştır. (Anonim, 2023)

4.3 Depolama Sahası Kurulum Maliyetleri

Ordu Büyükşehir Belediyesi 2014 yılında kurulmasıyla birlikte hızlı bir şekilde İlküvez Katı Atık Depolama Sahası olması için karar alınmıştır. 2015 yılında yapılan ilk ihalede Lot-1 sahası için 2 milyon TL gibi bir rakamla kazı çalışmalarına başlanmıştır. 2018 yılına gelindiğinde arıtma tesisi, tesis yolları, tesis binaları, kapı girişi ve çevre düzenlemesi ile ilgili yapılan ihalede 10 milyon TL harcanmıştır. Lot-2 ihalesi yaklaşık 40 milyon TL olarak 2020 yılında hesaplanmıştır. Aşağıda Lot-2 sahası yapım işi yaklaşık maliyet hesaplamaları yer almaktadır. (Demir, Ş.A., Yıldız, F., Gürsoy, E.Ö., Demirci, Ö. & Yazıcı, N. 2020)

Çizelge 4.7 Yaklaşık maliyet hesapları (Demir, Ş.A., Yıldız, F., Gürsoy, E.Ö., Demirci, Ö. & Yazıcı, N., 2020)

Poz No	İş Kalemi	Tutar
1	Kazı	983.620,00 ₺
2	Dolgu	179.920,00 ₺
3	Geçirimsiz Kil Malzeme (Temin ve Nakliye)	1.440.000,00 ₺
4	Geçirimsiz Kil Malzeme (Serme, Sıkıştırma, Sulama)	247.500,00 ₺
5	2,00 mm, HDPE, Düz Geomembran	511.876,00 ₺
6	800 gr/m ² , PP, Örgüsüz Geotekstil	327.040,00 ₺
7	Drenaj Çakılı (Temin ve Nakliye)	839.937,60 ₺
8	Drenaj Çakılı (Serme)	168.506,00 ₺
9	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Perfore Sızıntı Suyu Ana Drenaj Borusu	23.149,75 ₺
10	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Perfore Sızıntı Suyu Ana Drenaj Borusu işçilik Bedeli	6.944,93 ₺
11	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Sızıntı Suyu Ana Drenaj Borusu(Düz)	7.800,00 ₺
12	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Sızıntı Suyu Ana Drenaj Borusu (Düz) İşçilik Bedeli	1.950,00 ₺
13	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Ana iletim Bağlantı Borusu (Düz)	13.000,00 ₺
14	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Ana iletim Bağlantı Borusu (Düz) İşçilik Bedeli	3.250,00 ₺
15	Ø 315 mm, PN10, HDPE, Ana iletim Bağlantı Borusuna Takılmak Üzere Kör Flanş	1.500,00 ₺
16	Ø 250 mm, PN16, HDPE, Perfore Sızıntı Suyu Tali Drenaj Borusu	72.645,00 ₺
17	Ø 250 mm, PN16, HDPE, Perfore Sızıntı Suyu Tali Drenaj Borusu İşçilik Bedeli (boruların perforasyon çalışmaları sahada yapılacaktır.)	18.161,25 ₺
18	Ø 315 mm, PN10, kelebek vana	6.000,00 ₺
19	Kazı (Ankraj Hendeği)	7.368,00 ₺
20	Kil (Ankraj Hendeği)	10.438,00 ₺
21	Aydınlatma Sistemi	15.600,00 ₺
22	Yangın Hidrantları	13.600,00 ₺
23	Dolguda Sıkışma Testi (Kum Konisi veya Nükleer Proktor)	3.000,00 ₺
24	Kilde Sıkışma Testi (Kum Konisi veya Nükleer Proktor)	4.000,00 ₺
25	Geomembran Kalite Kontrol Deneyleri	6.572,60 ₺
26	Geotekstil Kalite Kontrol Deneyleri	1.150,50 ₺
27	Geçirimsiz Kil Malzeme Kalite Kontrol Deneyleri	1.683,00 ₺
28	Drenaj Çakılı Kalite Kontrol Deneyleri	2.478,00 ₺
	TOPLAM:	4.918.690,63 ₺

*Dolar kuru yabancı menşei malzemeler için 7,93TL alınmıştır.

Depolama sahası kontrolü, enerji üretimi ve diğer işlerin yürütülmesi amacıyla Büyükşehir Belediyesi ile yüklenici firma arasında 25 yıllık sözleşme imzalanmıştır. Yüklenici firmanın saha personeli ve araç ekipman durumu aşağıdaki gibidir:

Çizelge 4.8 Depolama sahası personel sayısı

Personel Sınıfı	Personel Sayısı
Proje Müdürü	1
Enerji Sistemleri Mühendisi	1
Çevre Mühendisi	1
Elektirik Teknikeri	2
Operatör	4
Şöfor	2
Arıtma Personeli	3
Kantar Bekçisi	4
Saha Personeli	4
Bakım Onarım Personeli	1
Aşçı	1
Muhasebe	1
Dış Saha Personeli	1
Toplam Personel Sayısı	26

Çizelge 4.9 Depolama sahası araç/ekipman sayısı

Araç / Ekipman	Adet
Beko Loder	1
Ekskavatör	3
Kompaktör	1
Traktör	1
Servis Aracı	1
Tanker	1
Pickup	1
Dozer	1
Kamyon	1
Toplam Araç/Ekipman Sayısı	11

4.4 Enerji Üretim Santrali

Ordu ili 19 ilçe belediyesinden toplanan günlük yaklaşık 550 ton karışık evsel katı atık, Altınordu Karapınar ve Ünye Cevizdere Mekanik Ayırma Tesislerinde işlendikten sonra geri kazanım ve dönüşüm değeri olmayan organik atık kısmı Çaybaşı Düzenli Depolama Sahasına depolanmak için nakledilmektedir. Nakledilen organik atık doğası gereği meydana gelen havasız çürümeden dolayı yanıcı olan deponi (çöp) gazı oluşturmaktadır. Oluşan deponi gazı içerisinde yaklaşık %55-60 oranından yanıcı olan ve elektrik enerjisine verimli bir şekilde dönüştürülebilen metan gazı bulunmaktadır. Oluşan metan gazı, derinliği 5-7 metre arasında, uzunluğu ise 60-70 m

arasında değişen 14 adet yatay gaz toplama hattı ile toplanmaktadır. Kuyulardan emilen gazlar, toplam 14 adet manifoldda toplanarak tesisin Gaz arıtma ve Soğutma bölümüne gelmektedir. Sahadan körükleyiciler (blower) ile emilen gaz, ana toplama borularıyla tesisin gaz arıtma ve soğutma bölümüne gelmektedir. Burada önemli olan gazın debisi ve kalitesidir. Verimli sahalarda ortalama $150\text{m}^3/\text{h}$ - $200\text{m}^3/\text{h}$ gaz geçişi olmaktadır ancak bazen $50\text{m}^3/\text{h}$ - $100\text{m}^3/\text{h}$ gaz geçişi görülmektedir. Bu bölümde gaz, içerisindeki başta sülfür olmak üzere, motor ve sistemlere zarar verebilecek diğer partikülden ve nemden arındırılmaktadır ve gaz motorları için gerekli şartlar sağlandıktan sonra sahadan emilen gaz, enerji üretmek amacıyla gaz motorlarına verilmektedir. Aynı zamanda sahalarda vakumu sürekli sabit tutmak amacıyla gaz balonları bulunmaktadır. İşletme şartlarına göre 5000 m^3 kapasiteli gaz toplama balonu depolama vazifesi görmektedir. Tesislerde, her biri $1,414\text{ kw}$ kapasiteli 2 adet jenbacher 4.20 serisi gaz motoru ve jeneratör setleri kullanılmaktadır. Enerji üretimi için gerekli miktarın üzerinde ve gaz motorlarının bakımı veya arızası durumunda eğer gaz balonu da doluysa çekilecek olan gaz yakma bacası (flare) ile yakılarak bertaraf edilmektedir. Böylece tesisin çalışmaması durumlarında dahi emisyon azaltımına katkıda bulunmaktadır. Tesis aktif olarak çalışmakta olup günlük ortalama 26 megawatt enerji üretilmektedir. 2021 yılında toplamda 3570 megawatt enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Başlangıçta 1,1 megawatt kapasite ile çalışan tesis, yıllara göre artış göstererek 7,0 megawatt (33 bin konut) saat enerji üretilmesi planlanmaktadır. (Anonim, 2023)

Üretilen enerji miktarı www.seffaflik.epias.com.tr sitesinden canlı olarak yayınlanmaktadır. Bu verilere göre 2023 yılı üretimi 5086 Mwh (30.11.2023) 2022 yılı üretimi 10260,44 Mwh olmuştur.(Anonim, 2023)



Şekil 4.6 Düzenli Depolama Tesisi gaz motoru görseli



Şekil 4.7 Enerji üretim tesisi görseli

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Belediyelerin katı atık yönetimine katkıda bulunması, çevre kirliliğinin önlenmesi konusunda atılan önemli adımlardan biri olmuştur. Artan teknolojiyle birlikte yeni tesislerin kurulması ve tesislerin teknolojik olarak ilerleme göstermeside yaşanabilir ve ferah şehirlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Belediyeler, katı atık toplama ayrıştırma ve bertaraf etme aşamalarıyla atık yönetimi sistemlerini gün geçtikçe geliştirmekte ve sürekli tecrübe birikimi elde etmektedir. Tüm bu işlemler maliyeti yüksek olan faaliyetlerdir.

Bu bağlamda Ordu ili düzenli depolama sahası işletimi ve maliyet analizi irdelendiğinde bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Evsel nitelikli katı atıklardan geri dönüşüm veya yararlı kullanıma uygun atıkların kaynağında ayırma yöntemiyle toplanması hem geri kazanılan atık toplamı ve elde edilen ürün kalitesi hem de taşıma maliyeti açısından daha ekonomik olması sağlanmaktadır. Bu konuyla ilgili proje alanları ortaya konulup yapılan çalışmaların sonuçlarına göre hareket edilmeli ve proje alanı genişlemelidir. Örneğin Altınordu ilçesi Şahincili mahallesinde bulunan sitelerin yönetimlerinin tamamı ile görüşmeler yapıp gerekli eğitimler verilerek başlanabilir. Sitelere özel olarak yapılacak görsel zenginlik kazandırılmış ayrıştırma kutuları site sakinlerinin kullanımını kolaylaştırmanın yanında katı atık konusunda bilinçli olunmasını sağlayacaktır.
- Kamu Kurum Kuruluşları; toplama, biriktirme ve atık yönetimi konusunda öncelik sağlanarak halkın eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları yerel yönetimlerin teşvikiyle desteklenmelidir.
- Akıllı Sistem geliştirilerek, mobil aplikasyon üzerinden toplama noktaları konumları belirlenmeli, karşılığında da para puan kazanabileceği, bir mobil sistem kurularak vatandaşları geri dönüşüme katkı sağlamaya teşvik etme konusu düşünülmelidir.
- Geri kazanılabilir atıkların aktarma merkezlerinde kısmi ayrıştırılarak bölge ekonomisine katkı sağlanabilir. Ayrıca mekanik ayırma tesislerinin iş yükü azaltılarak atık birikimleri azaltılabilir.

- Mekanik ayırma tesisleri bakım ekibi eğitimleri planlanarak verilmelidir. Mevcut olan Altınordu ve Ünye Mekanik Ayırma tesislerinin verimli çalışması sağlanmalıdır. Tesislere planlı ve periyodik bakımlar yapılmalı sürekli Arızai duruşların önüne geçilmelidir. Verimli çalışan tesisler sayesinde atık birikimi nedeniyle çevrede oluşan kötü kokuların önüne geçilmesi sağlanacaktır. Ayrıca Düzenli Depolama sahasına aktarılan katı atığın kalitesi artacağından enerji üretimi için oluşan gaz miktarı kalitesinde artırmak mümkün olacaktır.

- Mekanik ayırma tesislerinde ömrünü tamamlamış ekipmanların tespiti yapılarak değişimleri gerçekleştirilmelidir.

- Kompost olabilen atıklar tarım alanlarında gübre ve peyzaj uygulamalarında kullanılması sağlanmalıdır.

- Kapatılan vahşi depolama sahalarının rehabilitasyon çalışmaları tamamlanmalıdır.

- Ordu ili, verilere bakıldığında katı atık yönetiminde büyük bir başarıya sahiptir. Mekanik ayrıştırma tesislerinde ayrılan katı atığın yaklaşık %40 kadarı Ünye Çimento A.Ş. tarafından ücreti karşılığı alınmaktadır. Bu sayede ilgili şirketin zaten yakması gereken yakıt miktarı azalmış, Büyükşehir Belediyesi'nin ilgili atığı aktarma ve bertaraf maliyetleri neredeyse sıfırlanarak kazan-kazan formülü oluşmuştur.

- Katı atık yönetiminin ekonomik olarak en fazla maliyet toplama ve taşıma sistemlerinde harcanmaktadır. Bu nedenle toplama sistemindeki eksiklikler giderilerek taşımayı daha verimli kılacak transfer metotları oluşturularak daha etkin ve kullanışlı yeni sistemler üzerinde araştırmalar geliştirilmelidir. Yeni yapılacak sahaların bu maliyetler hesaba katılarak değerlendirilmesi sağlanmalıdır

- Büyükşehir Belediyesi Düzenli Depolama Tesisinde bulunan Arıtma Tesisi kontrolleri periyodik olarak yapılmalıdır. Arıtma tesisi filtreleri gerektiğinde yedekli olarak kullanılmalı atık sularının sürekli kontrolü sağlanmalıdır. Nitekim 2022 yılı Sayıştay denetiminde çıkan rapora göre Düzenli Depolama Sahası'nın alt kotunda bulunan su kaynağından alınan numunede çıkan kirliliğe istinaden yüklenici firmaya 96.561,00 TL ve 263.032,00 TL ceza kesilmiştir.

- Zorlu hava koşulları bulunan aybaşı ilçesindeki Düzenli Depolama sahasında yıl içerisinde yoğun kar yağışı, aşırı rüzgar vb. doğal olaylar yaşanmaktadır. Bu bağlamda tesis içerisinde bulunan elektrik üretim sahası sabit makine ekipmanlarından elektirik üretim motorlarının bakım ve onarımı zorlaşmaktadır. Ayrıca mevcuttaki gaz balonunda aşırı rüzgar nedeniyle yırtılma olayı yaşanmıştır. Makine ekipmanlarının kapalı ortama alınması değerlendirilmeli ve gaz balonunun rüzgarı karşı dayanıklılığının artırılması için doğal şevler oluşturularak rüzgarın engellenmesi gerekmektedir.

- Enerji retim aşamasında gazın debisi ve kalitesi önem arz etmektedir. Verimli sahalarda ortalama 150m³/h - 200m³/h gaz geçişi olmaktadır ancak bazen 50m³/h-100m³/h gaz geçişi görülmektedir. Gaz kalitesini ve debisini artıracak olan organik atığın kalitesi, manifoldların eğimi, şev yüksekliliği gibi etmenlerin kontrol edilmesi, geri alınamayacak hataların yeni yapılacak lotlarda tekrar edilmemesi sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akdoğan, A., Güleç, S., (2007). Sürdürülebilir kati atık yönetimi ve belediyelerde yöneticilerin kati atık yönetimiyle ilgili tutum ve düşüncelerinin analizine yönelik bir araştırma. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25 (1) 39-69
- Akpınar, N. (2006). Kentsel kati atıklardan enerji üretimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilimi Ve Teknolojileri, İstanbul.
- Anonim, (2010). Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, Yayın No: 27533, Ankara.
- Anonim, (2014). Düzenli depolama tesisleri saha yönetimi ve işletme kılavuzu. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Ankara.
- Anonim, (2018). Düzenli Depolama Tesisleri Uygulama Projesi Hazırlanmasına İlişkin Genelge. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Ankara.
- Anonim, (2019). Düzenli Depolama Tesisleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ), Samsun.
- Anonim, (2019). Sıfır Atık Sistem Kurulumu, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2021). Atık Getirme Merkezlerinin Kurulması ve İşletilmesi İle Sıfır Atık Uygulamalarına İlişkin Usul ve Esaslar, Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara
- Anonim, (2022). Ordu İl haritası, Harita Genel Müdürlüğü (HGM), Ankara.
- Anonim, (2022). Ordu 2022 yıl sonu nüfus istatistikleri, Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü (NVİ), Ankara.
- Anonim, (2022). Ordu Çevre Durum Raporu, Ordu Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Ordu.
- Anonim, (2023). Coğrafya, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, (2023). Ordu Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ordu
- Anonim, (2023). Raporlar, T.C. Sayıştay Başkanlığı, Ankara. <https://www.sayistay.gov.tr/reports/download/OqY77M3YN1-ordu-buyuksehir-belediyesi>
- Demir, Ş.A., Yıldız, F., Gürsoy, E.Ö., Demirci, Ö. & Yazıcı, N. (2020). Ordu Büyükşehir Belediyesi Çaybaşı katı atık düzenli depolama tesisi lot-2 sahası revize uygulama projesi, Ordu Yenilenebilir Enerji Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.

- Gümüş, E. (2023). Ankara ili Mamak ilçe merkezi katı atık yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Kılıç, M. (2019). Eysel Katı Atık Yönetiminde Halkın Yaklaşımı; Bursa İli Örneği. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9 (1): 41-50.
- Öztürk, D. & Özgüven, A. (2022). Katı Atık Depo Alanlarında Bulunan Atıklardan Biyogaz Enerjisi Üretme Potansiyelinin Değerlendirilmesi; Van İli Örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 26, Sayı 1, 160-170.
- Uçar, Ö. (2022). Artvin ili katı atık toplama taşıma sisteminin optimizasyonu ve geri kazanım uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Vikipedi, (2023), Ordu, [https://tr.wikipedia.org/wiki/Ordu_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Ordu_(il))
- Yücesoy, M. (2020). Mardin İlinde Katı Atık Yönetim Planı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.
- Yıldız, S. (2022). Katı atıkların ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, İktisat Anabilim Dalı, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- 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*, 15 (1) 11-28
- Zarifi, A.F. (2022). Nevşehir ilinde katı atık yönetimi ve sıfır atık projesi uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Akay AKKAYA
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Mustafa Kemal Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Makine Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	01.06.2009
Yüksek Lisans	
Üniversite	Ordu Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı
Bilim Dalı	-
Mezuniyet Tarihi	2024