



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



ÜNYE İLÇESİ VAHŞİ DEPOLAMA
ALANININ ISLAHI VE DÜZENLİ
DEPOLAMA ALANININ ARAŞTIRILMASI

Güldeniz KADILAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2021 KONYA

Her Hakkı Saklıdır

ÖZET**YÜKSEK LİSANS TEZİ****ÜNYE İLÇESİ VAHŞİ DEPOLAMA
ALANININ ISLAHI VE
DÜZENLİ DEPOLAMA ALANININ ARAŞTIRILMASI****Gülideniz KADILAR****Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Prof. Dr. Şükrü DURSUN****2021, 63 Sayfa****Jüri****Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Dr. Öğrt. Üyesi Sezen KÜÇÜKCONGAR
Dr. Öğrt. Üyesi Fatma KUNT**

Hızlı nüfus artışı ve insanların üretimden ziyade tüketime bazlı yaşaması sebebiyle katı atık miktar ve türlerinde ortaya çıkan artış, artık ürünlerin depolanma problemini de paralel olarak meydana getirmiştir. Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde çok görülen vahşi depolama sistemi Türkiye'nin %60'ında görülmektedir. Vahşi depolama sistemi daha ekonomik ve uğraş gerektirmiyor gibi görünse de uzun vadede düşünüldüğünde beraberinde getirdiği sorunlar, çözüm yolları, rehabilite çalışmaları için harcanan miktarlar ve iş yükü göz önüne alındığında daha fazla maliyetli olmaktadır.

Ordu ili Ünye ilçesi için 1984 yılından itibaren kullanılan yaklaşık 50 hektarlık bir alanda gerçekleştirilen vahşi depolama alanının çevreye verdiği zarar gözle görülebilir boyutlara ulaşmıştır. Bu çalışmada Ünye ilçesi vahşi depolama arazinin ıslahı, düzenli depolama alanına geçiş aşamaları ve geri kazanım hususlarına yer verilmiştir. Ünye vahşi depolama alanında gaz, sızıntı suyu ve enerji salınım miktarı hesaplanmış depolama sahasının çevreye verdiği zarar detaylı incelenmiş ve rehabilite çalışmalarının alanın ekolojik dengesini bozmadan nasıl kapatılabileceği incelenerek detaylı anlatılmıştır. Vahşi depolama sahasının bitkisel ıslah çalışmalarında örnekleme yapılmış ve uygun bitkiler nedenleri ile bitki örtüsü olarak kullanıldığında ne gibi sonuçları sağlayacağı incelemelerle anlatılmıştır.

Ünye vahşi depolama arazisinin kapatılmasından dolayı çevre bilincine sahip bir düzenli depolama arazisine ihtiyaç elzem hale gelmiş, Çaybaşı mevkiinde Ünye ve komşu ilçelerin atık yükünü karşılayabilecek bir düzenli depolama alanı kurulmuş; bu alan deprensellik, yüzey ve yeraltı suları, eğitim, rüzgar yönü, iklim şartları, düzenli depolama alanının kurulum yapısı bakımından incelenmiş sonuç kısmında bu noktalara değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Düzenli depolama, Katı atık, Islah, Vahşi depolama

ABSTRACT**M. Sc. THESIS****IMPROVEMENT OF ÜNYE DISTRICT
WILD STORAGE AREA AND
INVESTIGATION OF THE STORAGE AREA****Güldeniz KADILAR****Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Environmental Engineering****Advisor: Prof. Dr. ŞÜKRÜ DURSUN****2021, 63 Pages****Jury****Advisor: Prof. Dr. Şükrü DURSUN
Assist. Assoc. Dr. Sezen KÜÇÜKCONGAR
Assist. Assoc. Dr. Fatma KUNT**

The amount and types of solid waste resulting from rapid population growth and consumption based on consumption rather than production have paralleled the problem of storage of these residual products. Wild storage system is very common in developing countries is seen in %60 of TURKEY's. Although the wild storage system seems more economical; it is more costly considering the problems it brings and the amount spent on the solution in the long term.

The damage to the environment of the wild storage area realized in an area of 50 hectares which has been used since 1984 for Ünye district of Ordu province has reached to visible dimensions. In this study, rehabilitation of wild storage land of Ünye district, transition to regular storage area and recovery issues will be included. The amount of gas, leachate and energy release in the Ünye landfill area was calculated, the damage to the environment of the landfill area was examined in detail, and how the rehabilitation works could be closed without disturbing the ecological balance of the area was explained in detail. Sampling has been made in the herbal improvement studies of the wild storage area and the reasons for the appropriate plants and what kind of results they will provide when used as vegetation have been explained with examinations.

Keywords: Improvement, Solid waste, Tidy storage, Wild storage

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında tüketim odaklı yaşamın bir yükü olan katı atıklar, katı atıkların bertaraf yöntemleri, Ordu ilinin Ünye ilçesinde 35 yıldır kullanılan vahşi depolama alanının ıslahı ve düzenli depolama yöntemine geçiş konularına yer verilmiştir.

Lisans ve Yüksek Lisans sürecimde desteklerini esirgemeyen sayın danışmanım Prof. Dr. Şükrü DURSUN'a teşekkürlerimi sunarım.

GÜLDENİZ KADILAR
KONYA-2021



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Katı Atık.....	2
1.1.2 Katı atıkların değerlendirme ve bertaraf yöntemleri	3
1.2. Vahşi Depolama Alanlarının Çevreye Zararları	6
1.2.1. Atıklardan gaz çıkışı	6
1.2.2. Sızıntı suyu.....	7
1.3. Düzenli Depolama Alanlarının Tercih Sebepleri.....	9
1.4. Vahşi Depolama Alanlarının Islahı	9
1.5. Ölçümü Yapılacak Gazlara Ait Bilgiler.....	11
1.5.1. Metan gazından enerji üretimine ait genel bilgiler	11
1.6. Bölgenin İklim Koşulları	12
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Materyal	20
3.1.1 Ordu ili Ünye İlçesi Coğrafi Konum ve Morfoloji	20
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Vahşi Depolama Alanı Rehabilitasyon Çalışmaları.....	26
4.1.1. Ünye vahşi depolama alanı gaz ölçümleri	38
4.1.2. Bacaların yerleşim işlemleri.....	40
4.2. Metan Gazı Miktarı Hesaplama	45
4.3. Ünye İlçesi İçin Düzenli Depolama Alanına Geçilmesi	45
4.3.1. Sızıntı suyunun azaltılması	49
4.4. Enerji Üretim Tesisi	51
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	54
5.1. Sonuçlar	54
5.2. Öneriler	57
KAYNAKLAR	61
ÖZGEÇMİŞ.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

CH ₄	METAN
CO ₂	KARBONDİOKSİT
N	AZOT
O	OKSİJEN
S ²⁻	SÜLFÜR
NH ₃	AMONYAK
H	HİDROJEN
CO	KARBONMONOKSİT

Kısaltmalar

LFG: Belediye Çöp Gazı

MSW: Belediye Katı Atığı

BOI: Atık Su İçerisinde Bulunan Organik Maddelerin Biyolojik Olarak Parçalanması Esnasında Mikroorganizmalar Tarafından Kullanılan Oksijen Miktarıdır.

KOI: Kimyasal Oksijen İhtiyacı, Kirliliğin Derecesinin Belirlenmesinde Kullanılır.

BİYOBOZUNUR Atık: Oksijenli veya Oksijensiz Alanda Parçalanabilen Gıda, Bahçe Atığı, Kâğıt Gibi Organik Atıklar

LOT: Düzenli Depolama Alanlarında Dolum Hacmi Belirli Alt Yapısı Mevzuata Göre Hazırlanmış Atık Hücreleri

SIZINTI SUYU: Çöp Alanlarında Atığın Ayrışmasıyla Ve Yağmur Suyunun Atık Alanının Üzerine Yağıp Atıkların Pis Suyunu Alıp Akmasıyla Ortaya Çıkan Sıvı

ÇŞB: Çevre Şehircilik Bakanlığı

BELEDİYE ATIKLARI: Belediye Sınırları İçerisinde Yer Alan Evsel, Endüstriyel Ve Diğer Atıklar.

DEPONİ GAZI (LFG): Katı Atık Depolama Tesisinde Depolanan Katı Atıkların Biyolojik Bozunması Sonucu Oluşan Yanabilir Özelliğe Sahip Gazı İfade Eder.

EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu.

FİZİBİLİTE RAPORU: Yüklenicinin İhale Dosyası Ekinde Sunacağı; İdare Tarafından Onaylı Elektrik Enerjisi Üretimine İlişkin Teknik ve Ekonomik Değerleri İçeren, Rapor.

FLARE: Kokulu Gazların Bacalar Vasıtasıyla Yakılması

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

İDARE: Ordu Büyükşehir Belediyesi

İSG (İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ): Herhangi Bir İşin Yapılması, İş İçin Gerekli Diğer Tamamlayıcı İşlerin Yapılması Sırasında İş ve İşçinin Zarar Görmemesi İçin Tehlikeleri Ortadan Kaldırmaya Çalışan Bilim Dalı.

ATIK SAHASI: Ordu İli Ünye İlçesi Akçay Mevkiinde Bulunan Saha.

SKHKKY: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği.

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Nüfus yoğunluğunun kentsel alanlarda artması ve köyden kente göçün olası sonucu olarak al-tüket-at sistemine hızla geçiş olmuş ve maddelerin tekrar kullanım miktarlarında ciddi bir azalma olmuştur. Bu katı atıklar çevre bilinci olmadan ve gelecekte vereceği zararlar öngörülmeden kullanılmayan, şehirden uzak arazilere gelişigüzel dökülmüştür fakat; hızla artan kentsellerleşme ve nüfus artışı sonucunda bu vahşi depolama alanları şehirlerin içinde veya yerleşim alanlarına çok yakın mesafelerde kalmıştır. Zamanla ülkemizde ve Dünya’da artan çevre bilinci ile birlikte bu vahşi depolama alanlarının mevzuata ve çevre bilincine uygun şekilde rehabilite edilmesi ve düzenli depolama sistemlerine geçiş çalışmalarına başlanmıştır. Dünyamızın geleceğini ve sağlığımızı tehdit eden çevre kirliliğinin önemli bir kısmını insanoğlunun tüketime dayalı yaşaması ve bu yaşantıdan kaynaklanan atıklar oluşturmaktadır. Dünyada ve dolayısıyla ülkemizdeki çeşitliliğin artması, teknolojik gelişmeler, endüstrinin gelişmesi ile birlikte oluşan paketli gıdalar, bilinçsiz tüketimden kaynaklı israfın oluşumu ve nüfusun hızlı artmasına paralel olarak katı atık miktarı günden güne artmaktadır. Atık miktarlarındaki bu önlenemez artışın sonucu olarak, atık probleminin Dünya’mızı tehlikeye sokacak boyutlara ulaşacağı ortadadır.

Ordu Büyükşehir Belediyesi sınırları içinde 28 adet vahşi depolama alanı bulunmaktadır. Gülyalı, İkizce, Çaybaşı ilçelerindeki alanlar kapatılarak üzeri topraklanmıştır. Gülyalı, Perşembe, Ulubey, Yokuşdibi, Kabadüz, Gököy depolama alanları 2015 yılında kapatılmış olup ilçe çöpleri büyükşehir belediyesine verilmektedir.

Çatalpınar, Korgan, Kumru, Çamaş ilçelerindeki vahşi depolama alanları 2015 yılında kapatılmış olup bu ilçeler Fatsa depolama sahasını kullanmaktadır. İkizce ve Çaybaşı ilçelerinin atıkları Ünye sahasına gelmektedir.

Perşembe, Ulubey, Kabadüz, Kumru, Çamaş, Korgan, Gürgentepe, Güzelyurt, Mesudiye, Kabataş, Aybastı, Akkuş, Salman ilçelerinde bulunan vahşi depolama alanları rehabilite edilecektir. Merkez ilçe olan Altınordu vahşi depolama alanı ıslah çalışmaları tamamlanmıştır.

Noktasal kirlilik kaynağı oluşturan toprağı, yeraltı ve yerüstü sularını ekolojik açıdan ağır tahribe uğratan bu sahaların döküme kapatılması ve rehabilitasyon işlemlerinin başlatılması gerekmektedir.

Proje konumuz olan Ordu ili Ünye ilçesindeki vahşi depolama alanı 1984-2019 yılları arasında bölgeye vahşi depolama alanı olarak hizmet vermiştir.

Ünye ilçesinin nüfusunun artması, köylerden ilçe merkezine göç alması ve Ordu ilinin büyük şehir olmasıyla birlikte metropolleşme yolunda ilerlenmesi ile birlikte bu vahşi depolama alanı şehir merkezinin içinde kalmıştır. Ayrıca; sahanın çöp sızıntı sularının denize ve batı sınırından akan say deresine karışması, say deresinin yerleşim alanlarından geçmesi, balık turizmi ve çöp sahasının plajlara ve tarım sahalarına çok yakın konumda olması bu vahşi depolama alanının bir an önce kapatılıp rehabilite edilmesini elzem kılmıştır. Ünye ilçesinin tarım ve hayvancılık dışındaki diğer gelir kaynağı da turizmdir ve atık sahası bu turizm merkezlerinin içinde kalmıştır.

Sahanın jeolojik konumundan dolayı çok gösterişli ve turizm için çok elverişli bir arazide olmasından kaynaklı bu sahanın turizme kazandırılması düşünülmektedir.

Bu çalışmada doğaya zarar veren, çevremizi kirleten ve geleceğimizi tehlikeye atan vahşi depolama alışkanlığından vazgeçilerek düzenli ve modern çevreye zarar vermeyen doğayla uyumlu düzenli depolamaya geçiş ve vahşi depolama alanının çevreye olan zararını minimize ederek kapatılması, rehabilite edilmesi ve bu atık sahasında yeni bir çehre kazandırılma çalışmalarına yer verilmiştir.

1.1 Katı Atık

Katı atık; üreticisi tarafından kullanılmış artık fayda sağlanamaz, kullanım artığı hale gelmiş maddedir. Katı atığın yaşam alanına zarar vermeden kaynağında ayrı toplanması, geri dönüştürebilecek maddelerin kimyasal veya fiziksel işlemlerden geçerek yeni bir ürün haline getirilmesi, geri kazanılması, bertaraf edilmesi veya düzenli bir şekilde depolanması gerekmektedir. Katı atıklar; evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve arıtma çamurları olmak üzere üç gruba ayrılabilir.

Evsel atıklar; evsel yapılardan kaynaklanan mutfak veya diğer bölmelerden çıkan atıklar, ambalaj atıkları, plastikler, organik atıklar olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra sanayi ve endüstri kaynaklı kontamine olmamış atıklar, yine bu tesislerin yemekhane, duş, lavabo gibi beşeri kaynaklı atıklarda evsel atık olarak sayılabilir.

Endüstriyel atıklar; üretim sektöründe kullanılan, üretim esnasında arta kalan artık maddeler, metal, cüruf artıkları.

Arıtma çamurları ise; içme suyu ve atık su arıtma tesisinden kaynaklanan flotasyon-sedimentasyon işlemlerinden sonra arta kalan tüm kirliliği barındıran çamurumsu maddedir.

Düzenli depolama; atıkların sistemli bir şekilde kabul edildiği, depolama işleminden sonraki tüm reaksiyonların gözlem altında tutularak, salınımın minimuma indirilmeye çalışıldığı, engellenemeyen salınımların kontrol altında tutulduğu bertaraf sistemi.

Vahşi depolama ise oluşan atıkların hiçbir fiziksel, kimyasal veya termal işleme tabi tutulmadan gelişigüzel olarak seçilen herhangi bir alana dökülmesidir. Bu yöntem gelişmekte olan ülkelerde çok görülür. Atıkların sadece taşıma-ulaştırma maliyeti bulunmaktadır fakat; araziye ve çevresine verdiği zarar yadsınamayacak kadar fazladır. Özellikle fazla yağış alan bölgelerde sızıntı sularının yol açtığı toprak ve su zehirlenmeleri fazlaca görülür. Vahşi depolama alanına düşen yağışın %20-30 u sızıntı suyuna dönüşmektedir. Ünye gibi bol yağış alan bölgelerde (Yıllık min. 155 gün) sızıntı suyu oranı ve nem ve sıcaklıktan dolayı katı atık reaksiyonu fazladır.

Ünye'deki vahşi depolama alanının denize uzaklığı sadece 78 metredir. Say deresi ise çöp sahasının sızıntı sularını alarak denize deşarj olmaktadır. Say deresi vahşi depolama arazisinin batı sınırından denize dökülmekte olup kaynağından itibaren birçok yaşam alanının içinden geçmektedir. Sızıntı suyunun karışmakta olduğu dere zehir saçmaktadır aynı zamanda sızıntı sularının karıştığı deniz noktasından 100 metre uzağında plajlar bulunmakta, 50 metre çapından itibaren tarım sahaları bulunmaktadır. Bu sebeple Ünye'deki vahşi depolama sahasının ıslahı zaruridir.

1.1.2 Katı atıkların değerlendirme ve bertaraf yöntemleri

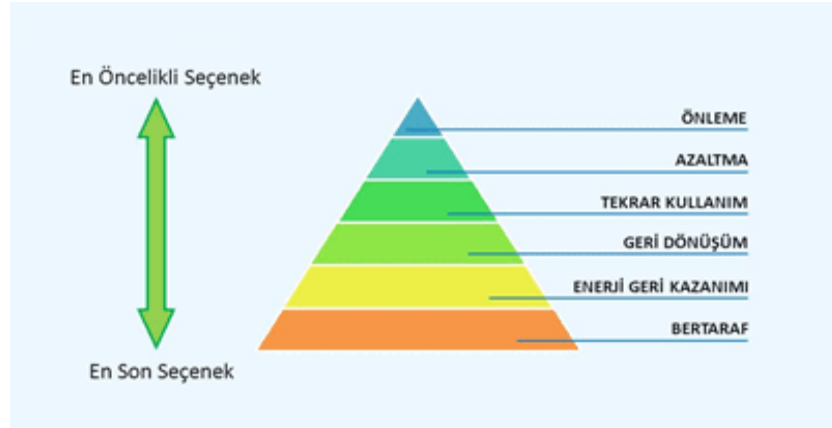
Katı atıklar her geçen saniyede tüketimlerimizin sonucu olarak ortaya çıkan çoğunlukla geri dönüştürebilir maddelerden oluşan atıklardır. Günlük yaşam dengemizin kentsel yaşama entegre olması ve nüfusun hızlı artmasıyla atıklarımızda çeşit ve miktar olarak ciddi bir artış yaşanmıştır. Katı atıkların miktarlarını azaltmak akabinde düzenli depolama lotlarının ömürlerini uzatmak ve atıklardan kazanç elde etmek için atık yönetim hiyerarşisine (piramidine) uyulmalıdır. Bu piramit Şekil 1.1'de gösterilmiş ve açıklaması yapılmıştır.

Önleme (PREVENTİON): Atıkların öncelik olarak ortaya çıkması önlenmelidir bu kapsamda; doğal kaynakların az kullanımı, ürünlerin kullanım sürelerini uzatarak yeni ortaya çıkacak atığı da daha az seviyeye getirmek ihtiyaç fazlası ürünleri satın almamak sıralanabilir.

Azaltma (REDUCE): Atık oluşturmama ihtimalinin olmadığı durumlarda ikinci seçenek olarak tercih edilir. Endüstri ve sanayi tesislerinin temiz teknolojiler kullanması, satın alınan ürünlerin daha büyük ambalajlarda satılarak ambalaj azaltılmasının yapılması gibi azaltım yöntemlerini içerir.

Yeniden kullanma (REUSE): Atık olarak çıkan maddeye yeniden hayat verilmesidir. Örneğin; plastik ürünlerden saksı yapımı, cam şişelerin belirli standartlarda temizlenerek tekrar kullanımı, kullanım ömrünü tamamlamış lastiklerden dekorasyon yapımı gibi yöntemlerdir.

Geri Dönüşüm (RECYCLİNG): Atıklar kaynağında ayrı ayrı toplanır ve kullanılmış olan ürünler işleme tabi tutularak hammadde haline getirilir. Bu işlemler hammadde kazanımı için kullanılan enerjinin tasarrufu sağlar, kullanılan atık su miktarını azaltır, depolama alanlarının ömrünü uzatır. Bu işlemin daha da verimli olmasını sağlamak için atıklar kaynağında ayrı toplanmalı ve kontamine olmamalıdır. Örnek olarak plastik ürünlerin geri dönüşüm tesislerinde plastik granüllerine çevrilerek daha sonra park gereçleri yapımında kullanılması verilebilir.



Şekil 1.1. Atık yönetim hiyerarşisi (2021, sıfıratikgov.tr)

Enerji Geri Kazanımı (ENERGY RECOVERY): Atıktan anaerobik ortamda veya termal olarak enerji elde edilmesidir. Metan gazından enerji elde edilmesi tesisin ve şehrin elektriğinin bir kısmını karşılamasıdır.

Bertaraf (DİSPOSAL): Atığın eğer geri dönüşümü mümkün değilse düzenli depolama yöntemi denilen sızıntı suyunun toplandığı, katı atıkların bozunması sonucu ortaya çıkan atık gazların kontrolünün sağlandığı, atık gazlardan enerji üretiminin yapıldığı ve sızıntı sularının arıtılarak belirlenen deşarj standartlarına getirildikten sonra belirlenen noktalara deşarj edildiği, lotlar ömürlerin tamamladıktan sonra mevzuata uygun şekilde üzerinin kapatılıp sahanın yeşillendirildiği tesislerde imha edilmesidir.

Diğer yöntemler şu şekilde sıralanabilir;

Geri kazanma: Atık içerisinde geri kazanılabilme ihtimali olan her madde (plastik, kağıt, cam, metal vb.) kazanıma elverişli ve yeterli ise geri kazanım mutlaka yapılmalıdır. Geri kazanılabilir maddeler diğer maddelerden işçinin güvenliğini sağlayarak ayrılmalı ve yeniden kullanılabilecek şekilde işlenmelidir. Ayırım işlemi yapılmadan bertaraf edilen katı atıklarda büyük ölçüde ekonomik kayıp meydana gelmektedir. Geri kazanmanın en ekonomik yolu kaynağında ayırma ve daha sonra tekrardan hammaddeye dönüştürülmesidir.

Biyolojik dönüşüm: Katı atıkların içerisinde bulunan organik kısımlar biyolojik olarak bozunabilir ve bu bozunan maddelerden kompost yapılabilir. Kompost; katı atık içerisindeki organik maddenin biyokimyasal süreçlerden geçirilerek değeri çok yüksek gübre haline getirilmesidir. Kompost bitkilere gübre olarak şehrin park ve bahçelerinde kullanılabilir. Ekonomik açıdan ve çevresel açıdan kullanımı önemlidir.

Yakma: Katı atıklar stabilizasyon hacim azalması, enerji eldesi ve patojen mikroorganizma giderimi gibi sebeplerle yakılırlar. Yakılma işleminde katı atığın yakmaya uygun olması gerekmektedir. Ekonomik olmayacağı için İkincil ve üçüncül yakmaya ihtiyaç duymaması gerekmektedir. Yakma işleminde katı atıkların tamamen bertarafı mümkün değildir ortaya %30-40 civarı cüruf ve kül çıkmaktadır bu atıklarda yine düzenli depolanmalıdır. Yakma işlemi yer sıkıntısı yaşayan ülkelerde görülmektedir burada amaç hacmi küçültmektir yakma işlemi ekonomik değildir burada asıl maliyetli olan yakma işlemi değil yakmadan sonra oluşan baca gazının arıtımı işlemidir.

Düzenli depolama: Düzenli depolama işlemi diğer yöntemlere nazaran daha az maliyetli olan yöntemdir. Burada geniş bir alanın kapatılması, sızdırmaz bir tabaka oluşturulması atığın lotlara yerleştirilmesi ve hazne dolduğunda üzerinin örtü maddesiyle kapatılması metoduyla biyolojik reaktöre çevrilmesidir. Burada önemli

olan sızıntı suyunun ve oluşan gazın toplanmasıdır. Toplanan sızıntı suyu arıtılmalı ve deşarj standartlarına gelmelidir toplanan biyogazdan ise toplanarak enerji eldesi sağlanmalıdır. (Bir ton evsel atıktan yaklaşık olarak 150 m³ gaz oluşmaktadır (White,1995).

1.2. Vahşi Depolama Alanlarının Çevreye Zararları

Toplum Sağlığı ile İlgili Etkiler: Vahşi depolama alanında kontrolsüz şekilde açıkta duran besin oranından dolayı uygun ısı ve şartlar altında hastalık yapan organizmalar veya besinler sebebiyle enfekte olmuş hayvanların halkla ilişkide olması tehlike arz eder.

Yangın ve Patlamalar: Katı atıkları içinde bulunan yanıcı maddeler güneşin etkisiyle tutuşabilir. Ayrıca; reaksiyon sonucu açığa çıkan ısı ve gazlar çöp alanının yüzey hattında oksijenle teması sonucunda yanabilir bu da hava kirliliğine sebebiyet verir.

28 Nisan 1993 yılında İstanbul'un katı atıklarının vahşi depolama ile bertarafının yapıldığı Ümraniye-Hekimbaşı ilçesinde metan gazı patlaması meydana gelmiştir. Beş m yüksekliğinde olan çöp dağları lav etkisi yaratmış ve bu çöp dağlarının eteğinde kurulan köyün üzerine akmıştır burada çöp dağlarının altında kalan evlerde bilinen 39 kişi hayatını kaybetmiştir. Bunun sebeplerine bakıldığında 5 yıl boyunca hiçbir önlem alınmadan atılan çöpler dağ halinde beklemiş ve oluşan kokuyu engellemek için toprak ile örtülmüştür atık oksijensiz ortamda bozunmuş ve metan gazı oluşturmıştır sıkışan metan gazı havadan hafif olması sebebiyle yukarı hareket etmeye meyillidir. Çöp dağlarının hava damarlarından içeriye giren oksijen metanla karşılaşmış ve belirli bir karışıma gelen metan ve oksijen derinlerde patlayınca üzerindeki tabaka çöp sahasının yakınına kurulan köye çökmüştür. Vahşi depolamanın ne sonuçlara sebep olabileceğini bu örnekte daha iyi anlamaktayız. Bu acı olay yaşandıktan sonra Türkiye'de depolama yönünden eksikliklerimiz gündeme gelmiş ve bu tarihten sonra vahşi depolama alanlarının kapatılması, rehabilite edilmesi ve düzenli depolamaya geçilmesi gündeme gelmiştir.

1.2.1. Atıklardan gaz çıkışı

Katı Atıkların anaerobik sistemde bozunmaları sonucu, metan, hidrojen, azot, karbondioksit, sülfür açığa çıkar. Oluşan bu gazlar patlamalara sebep olur. Bu sebeple; depolama alanlarında gaz salınımının engellenmesi ve gaz birikimi olmaması için havalandırma veya baca tipi toplama sistemleri kurulmalıdır.

Depo gazı çok sayıda gazın bileşiminden oluşur bileşimde ağırlıklı bulunan temel gazlar bozunma ürünleridir. Az miktarda bulunan iz gazlar ise atıklarla beraber depo yerine gelen zehirli bileşiklerden oluşan gazlardır. Depo gazında bulunan gazların temel bileşimi Tablo 1.1.'deki gibidir.

Sızıntılar: Organik atıkların bozunması, içindeki sıvıların salınımı ve yağın yağmurun çöp yığınının içinden yer altına akması sebebiyle sızıntı suları meydana gelir. Sızıntı sularının BOİ değerleri normal kanalizasyon sularından 100-500 kat daha fazla olabilmektedir. (Ege, 2018)

Depolama sahalarında organik içerikli atıkların oksijensiz ortamda bozunması sonucunda deponi gazları denilen başlıca; metan, karbondioksit ve azot gazı oluşmaktadır.

Tablo 1.1. Çöp gazlarında bulunan temel gaz birleşimi (Tchobanoglous vd.,1993)

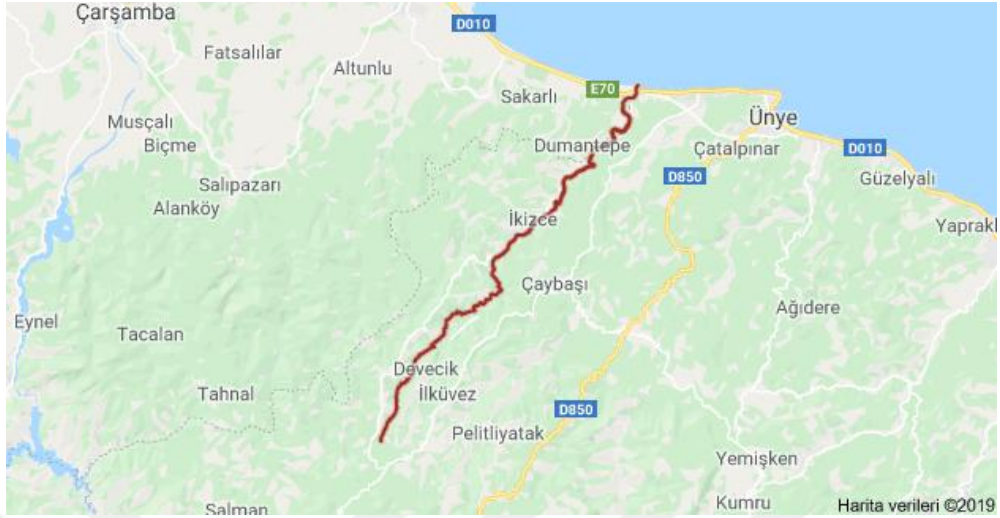
Gaz	%hacim(kuru)	Gaz	%hacim (kuru)
CH ₄	45-60	S	0-1.0
CO ₂	40-60	NH ₃	0.1-1.0
N	2-5	H	0-0.2
O	0.1-1.0	CO	0-0.2

Bu gazların içinde en yoğun olan %50-60 arasında bir değerle metandır. Daha sonra karbondioksit %35-40 ile ikinci sırada ve azot %3-10 ile üçüncü sıradadır. Çöp gazı dediğimiz bu bileşende iz miktarda kükürt, amonyak, su ve oksijen bulunmaktadır.

1.2.2. Sızıntı suyu

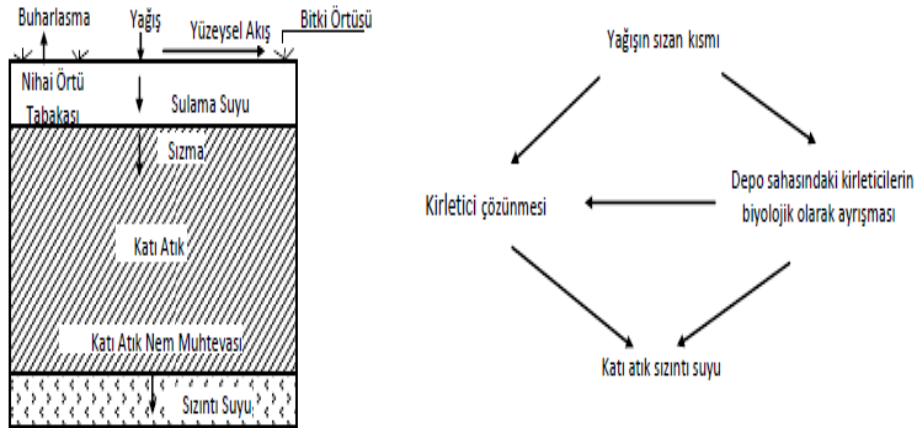
Katı atık depolama sahasına düşen yağmur suyunun, çöp tabakası üzerine yağıp damarlardan çöpe ulaşarak akışı sırasında bazı reaksiyonlar gerçekleşir. Bu reaksiyonlar sonucunda katı atığın bileşiminde bulunan inorganik ve organik maddeler sızıntı suyuna karışır. Sızıntı suyu, çeşitli bileşenler içerir ve bileşen içeriği çok değişkendir. Sızıntı suyunun bu bileşimi incelenerek; atıkların yaşı, içeriği, çeşitliliği, reaksiyonların devamlılığı gibi birçok konuda bilgi sahibi olunabilir. Sızıntı suyu içeriği, depolama alanındaki katı atığın yüzeye yakınlığı, içeriği, depolama yaşı, sızıntı suyunun çevresel kaynaklı etkileşimleri, PH, iklim şartları, atık

yaşı gibi birçok sebeple değişmektedir. Şekil 1.2’de vahşi depolama alanının etkileşimde olduğu Say deresinin uzandığı noktalar verilmiştir.



Şekil 1.2. Sızıntı Suyunun Karıştığı Say Deresi Uzantısı

Katı atık kompozisyonu, sızıntı suyu bileşimi ve dolayısıyla sızıntı suyunun arıtılabilirliğini etkiler. Sızıntı suları, katı atıkların ana bileşenlerinden kaynaklanan birçok element ve bileşiği ihtiva etmektedir. Depo yaşı, sızıntı suyu karakterini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Genç depo alanlarında oluşan sızıntı sularında, biyolojik olarak kolay ayrışabilen uçucu yağ asitleri oranı yüksektir. Depo yaşı arttıkça biyolojik ayrışma tamamlandığından, kolay ayrışabilen organik maddelerin oranı düşer. Bu sebeple, genç depo alanlarındaki sızıntı sularında $BOİ/KOİ > 0,5$ iken yaşlı depo alanlarındaki sızıntı sularında $BOİ/KOİ < 0,2$ ’dir. 2-3 yıllık depolama alanlarında özellikle organik maddeler, mikroorganizma türleri ve inorganik kirlilik yükleri maksimuma ulaşır. (ÇŞB,2019)



Şekil 1.3. Sızıntı suyunun oluşumunu etkileyen parametreler (ÇŞB,2019)

1.3. Düzenli Depolama Alanlarının Tercih Sebepleri

Düzenli depolama alanlarını projelendirirken en önemli husus uygun arazi seçimidir. Tesisler fazla miktarda alan kaplamakta ve halk depolama tesislerini yaşam alanlarının yakınında istememektedir uygun bir devlet arazisi bulunduğu yani satın alma maliyeti ortadan kalktığına diğer bertaraf işlemlerine göre en ekonomik yöntemdir. İşletme maliyeti de diğer bertaraf yöntemlerine göre daha ekonomiktir.

Düzenli depolama alanları beklenenden fazla çöp gelmesi halinde (toplu göçler, başka bir beldenin atığının bağlanması gibi) kolaylıkla kapasite artırılması yönünden de avantajlıdır.

Düzenli depolama sahalarında çöplerden kaynaklı depo gazları uygun bir şekilde toplanıp işlendiğinde enerji elde edilebilir. Bir tesisten 20 yıl süreyle enerji eldesi sağlanabilir. Kapalı bir sistem şeklinde çalıştığı için ortaya çıkan sızıntı suları toprağa zarar vermeden toplanır, arıtımı sağlanır ve deşarj edilir.

Tesis çevresi tel örgülerle kapalı ve sadece bir kapıdan giriş yapılabilmesi sebebiyle hayvanların atık alanını tahribi buradaki mikropların halka taşınmaları söz konusu değildir. Atık sahasına giren araçların tekerlekleri kurulan tekerlek yıkama ünitesinde insan sağlığını tehdit edebilecek mikroorganizmalardan arındırılmakta ve taşınması engellenmektedir.

Kullanım süresi dolan tesisler üzeri uygun bir kapatma malzemesiyle kapatıldığında ve ıslah çalışması bittiğinde halkın kullanıma açık rekreasyon alanları olarak değerlendirilebilir. Düzenli depolama alanlarının tercih sebepleri kısaca bu şekildedir.

1.4. Vahşi Depolama Alanlarının Islahı

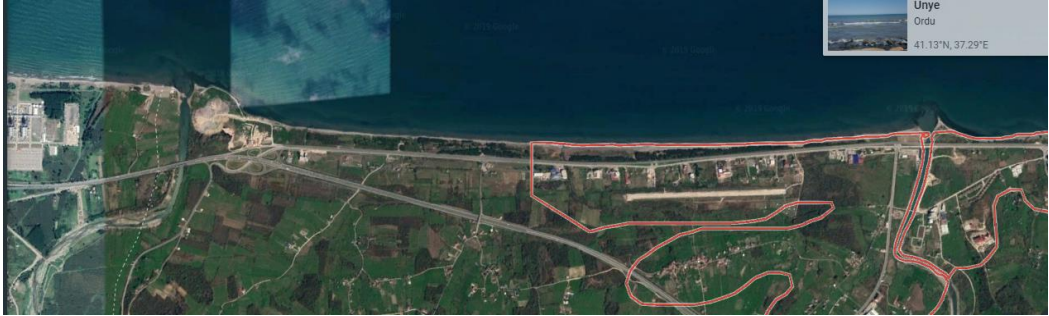
Vahşi depolama alanlarının ıslahında en önemli sebepler şu şekilde anlatılabilir; vahşi depolama alanlarının yağışın etkisiyle çöp dökülmese dahi var olan çöplerin sızıntı sularının yer altı ve yerüstü suyunu hızla kirletmesi, depo alanlarında çöplerin bozunmasıyla oluşan depo gazlarının yüzeyde oksijenle karıştığı takdirde yangınlara sebep olması, çöp dağlarının içinde hareketten kaynaklı yarıklar oluşması ve bu yarıklara oksijen nüfuz ederek patlamalara sebebiyet vermesi, alanda çöp etkisiyle üreyen haşerelerin önüne geçilmesi gibi nedenler sayılabilir.

Vahşi depolama alanının ıslahında ilk aşama alana dair verilerin toplanmasıdır.

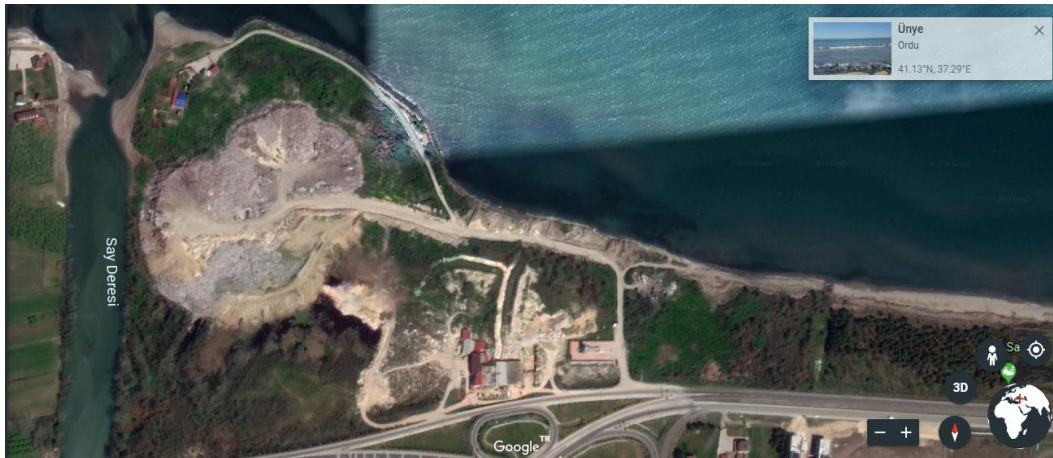
Şekil 1.4’de Ünye ilçesinin genel yerleşim düzeni verilmiştir sahil şeridinde konuçlanan bu ilçede toplanan çöpler şekil 1.5. ve 1.6.’da gösterilen çöp alanına kadar taşınmaktadır.



Şekil 1.4. Ünye ilçesi genel yerleşim yapısı



Şekil 1.5. Vahşi depolama alanının şehir merkezine uzaklığı



Şekil 1.6. Vahşi depolama alanının konumu

Vahşi depolama alanının ıslahına öncelikle, vahşi depolamanın sonucu olan sızıntı suyu ve çöp gazından kurtularak başlanmalıdır.

1.5. Ölçümü Yapılacak Gazlara Ait Bilgiler

Metan (CH₄): Metan gazı diğer adıyla çöp gazıdır. Depolama alanlarında parçalanma sonucunda açığa çıkan gazlardan en yüksek oranda bulunan metan gazıdır.

Oksijen (O₂): Yeryüzünde bulunan en önemli elementlerden biridir. Yaşam kaynağıdır solunum sisteminin bir parçasıdır. Metan ile belirli oranlarda birleştiğinde patlamaya sebebiyet verebilir.

Hidrojen Sülfür (H₂S): Hidrojen sülfürün diğer adı bataklık gazıdır oksijenin yeterli olmadığı yerlerde görülür. Havadan ağır olması sebebiyle dibe çöker. En farkedilebilir özelliği kokusudur. Kokusu çürük yumurtayı andırır bu kokusu sebebiyle biyogazdan arındırılması gerekmektedir.

Hidrojen sülfür madencilik, petrol arıtım işlemleri ve özellikle atık suların arıtılması işlemleri sırasında organik maddelerin oksijensiz ortamda bulunması ile ortaya çıkar.

Karbondioksit (CO₂): Evrendeki en yaygın moleküllerinden biri olan karbondioksit, bir karbon ve iki oksijen molekülünün birleşiminden meydana gelir. Düşük konsantrasyonlarda kokusuzdur, renksizdir. Yüksek konsantrasyonlarda ise keskin bir asit kokusu yayar.

1.5.1. Metan gazından enerji üretimine ait genel bilgiler

Organik madde içeriği yüksek olan atıkların ayrışmasıyla ortaya çıkan metan gazı kolektörler yardımı ile emilerek jeneratör motorlarında yakılması ile enerji üretimi yapılmaktadır. Türkiye’de atık depolama sahalarında yaygın olarak bu sistemler kullanılır. Her atığın ayrışma ve gaz oluşturma zamanı ve miktarı farklıdır. Bir bütün olan meyve ile dilimlere ayrılmış meyvenin çürüme süresi değişiklik gösterir. Evsel içerikli katı atık depolama tesislerinde bu tür atıkların ayrışmasından dolayı tepkimenin ürünü olarak ortaya çıkan gazların toplanarak enerji üretilmesi Türkiye’de uygulanan uygulamalardandır. Türkiye’de evsel içerikli atıklar herhangi bir işleme ve ayrı toplanmaya tabii olmadığı için gaz oluşturma düzeyi atıkların ayrı toplandığı ülkelere göre daha az olmaktadır. Katı atık depolama alanlarındaki gaz toplama işlemleri dikey ve yatay drenaj boruları ile yapılmaktadır.

Türkiye’de atıkların su muhteviyatının yüksek olması ve atık depolama sahalarının atık yüksekliklerinin düşük olması sebebiyle yatay borulama sistemleri tercih edilmektedir. Oluşan gaz atmosfere doğru dikey yukarı yönlü hareket etmektedir, depolama alanlarının geniş araziler üzerine kurulması sebebiyle gaz kontrolü tam sağlanamaz ve gaz toplama sistemlerinden dışarı sızmaktadır.

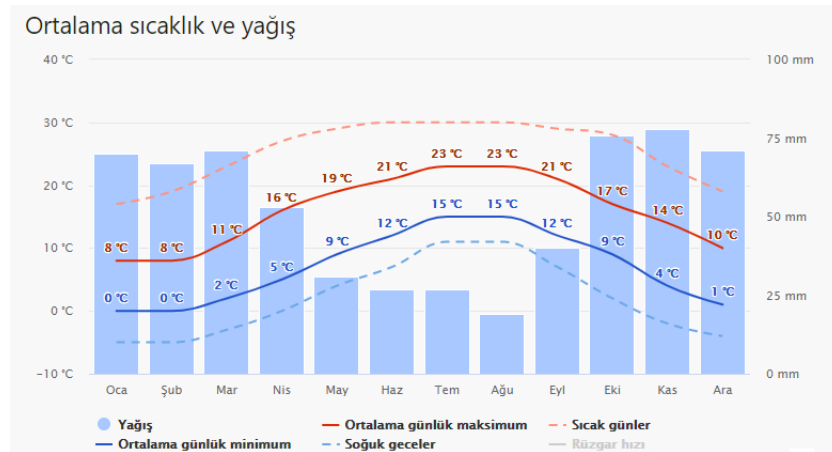
Biyolojik olarak parçalanabilir atığın (organik atık) biyogaz tanklarında ıslak fermantasyonu ile yapılan uygulamalarda bu oran %90’ları bulmaktadır. Organik atığın Biyogaz ünitelerinde fermantasyon işlemi ortalama 21-28 gün sürerken, depolama alanlarında bu süre 6-14 ay arasında sürmektedir.

Bu sürelerle atığın içeriği, boyutu, su muhtevası, depolama şeklinin etki ettiği bilinmektedir. Aktif gaz salınımı bu sürelerle göre değişkenlik göstermektedir.

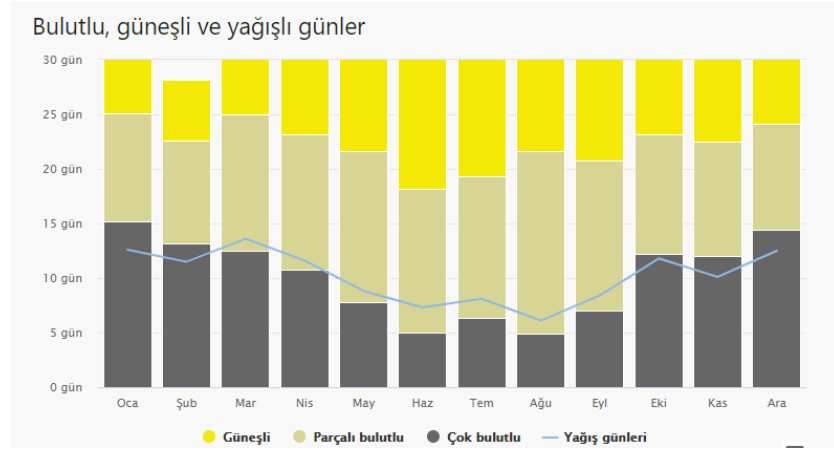
Atık depolamaya devam edilen sahalarda atık muhtevası ve miktarı değişim göstermez ise oluşan gaz miktarı bir doğrultuda devam eder. Eğer alan atık alımına kapatılır ise gaz oranı düşmeye başlar ve 2-3 yıl içerisinde verimliliğinde ciddi oranda düşüş olur.

1.6. Bölgenin İklim Koşulları

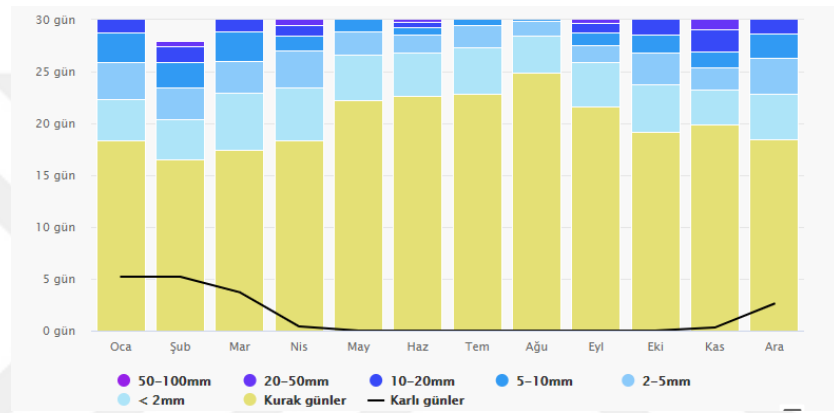
Bölgede Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir yılın yaklaşık 155 günü yağışlı geçmektedir. Aşağıda iklim değerlerini görmekteyiz.



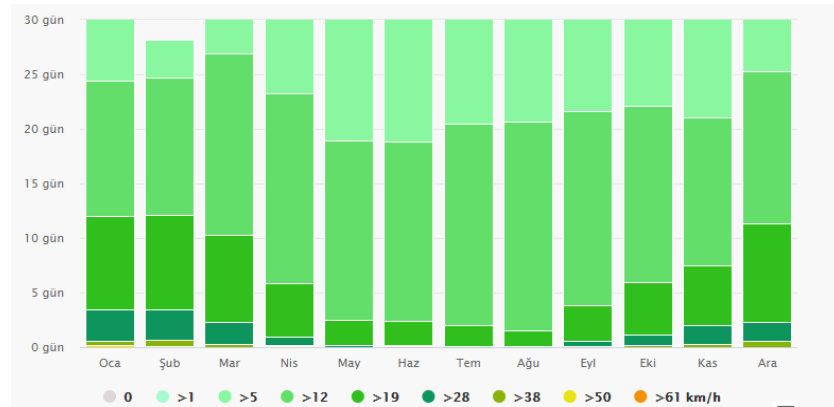
Şekil 1.7. Ortalama Sıcaklık (Meteooble,2021)



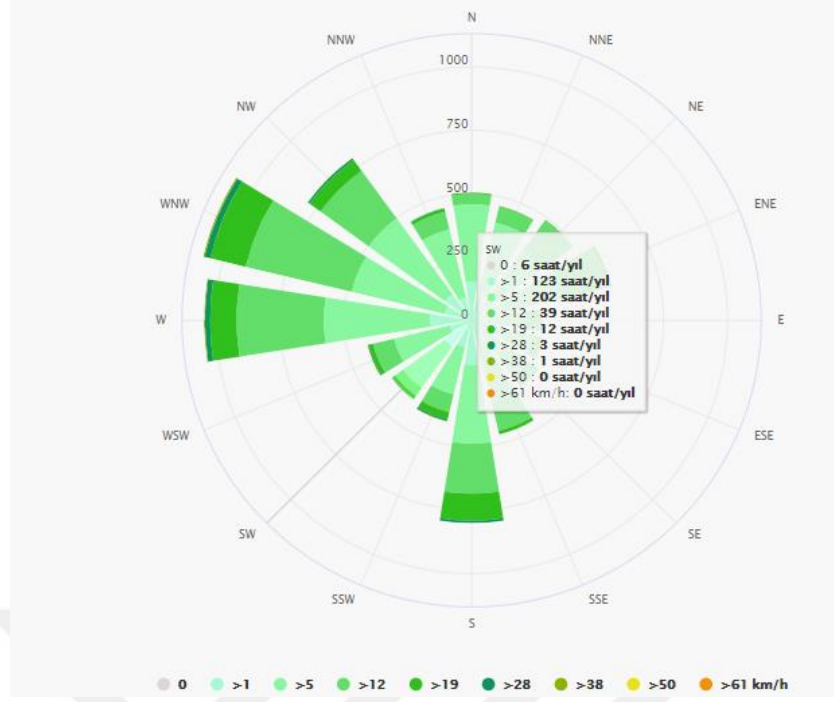
Şekil 1.8. Bulutlu ve Yağışlı günler (Meteoube,2021)



Şekil 1.9. Yağış Miktarı ,(Meteoube,2021)



Şekil 1.10. Rüzgar Hızı (Meteoube,2021)



Şekil 1.11. Rüzgar Yönü (Meteouble,2021)

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Karagözoğlu ve ark. (2009) tarafından Cumhuriyet Üniversitesi Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü, katı atıklardan çevresel ve ekonomik açıdan en verimli şekilde yararlanılması, katı atıkların geri kazanımı, geri kazanıma dair uygulanabilir yöntemler belirlenerek; Türkiye’de ki katı atık üretimi, geri kazanımı ve ekonomik getirileri değerlendirilmiştir.

Rahardy ve ark., (2004) tarafından Katı Atık Yönetimi tesislerine yönelik endişe ve tutumları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Sınırlı alan nedeniyle, yeni bir SWM tesisinin kurulması ve inşası Japonya’da büyük bir zorluk yaratmıştır, Bir SWM tesisi çevresel ve ekonomik olarak sağlam olduğu kadar sosyal olarak da kabul edilmelidir. Bu çalışma, insanların SWM tesisleri hakkındaki endişelerini ve bu tesislere yönelik tutumlarını araştırmayı amaçlamıştır. Literatür taramasına dayanan bir anket hazırlanmış ve üç belediyede yaşayanlara farklı geçmişlere sahip bir anket gönderilmiştir. Kapsanan sorular, bir SWM tesisinin etkisine, yönetim yönlerine, tesis konumuna ve tesis inşasına yönelik tutumlara ilişkindir.

Guerrero ve ark. (2003) tarafından Gelişmekte olan ülkelerdeki şehirler için katı atık yönetimi zorlukları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Katı atık yönetimi, artan atık üretimi nedeniyle, gelişmekte olan ülkelerdeki şehirler için zorluktur; yüksek maliyetlerden kaynaklı belediye bütçesine yüklenen yük, atık yönetiminin farklı aşamalarını etkileyen faktörler ve tüm taşıma sisteminin çalışması bir külfettir. Bu çalışmayla ilgili temel bulgular özetlenmiştir: “Atık yönetimi, farklı ilgi alanlarına sahip çok sayıda farklı paydaşı içerir. Hepsi bir şehir sistemini şekillendirmede rol oynar, ancak çoğu zaman sadece yerel yetkililerin sorumluluğu olarak görülür. Katı atık yönetimi çok boyutlu bir konudur. Genel olarak belediyeler, karşılaştıkları sorunların çeşitliliğine çözüm bulma yolu olarak ekipman arar. Bu çalışma, etkili bir sistemin sadece teknolojik çözümlere dayanmadığını, aynı zamanda tüm sistemin çalışmasını sağlamak için bulunması gereken çevresel, sosyo-kültürel, yasal, kurumsal ve ekonomik bağlantılara da dayandığını göstermektedir. Katı atık hizmetleri verilen diğer hizmetler gibi bir maliyetlidir. Yetenekli personele, uygun donanım, doğru altyapıya, uygun bakım ve işleme sahip olmalıdır.”

Move ve Lunghti (2005) tarafından geleneksel ve yenilikçi yöntemler kullanarak çöp gazından enerji eldesi konusu çalışılmıştır. “Atıklardan enerji geri kazanımı, fosil yakıtlar, yani yenilenemeyen enerji kaynakları kullanılarak üretilen

elektrik enerjisi miktarını azaltmanın önemli bir yolunu temsil eder. Enerji geri kazanımı uygulaması yüklü ekonomik gelirler sunabilir. Şu anda, atık depolama alanlarına büyük miktarda atık atıldığı için, son ömürlü ürünlerin yakıt olarak kullanılmasının gözle görülür bir ilişki gösterebileceği açıktır. Bu çalışmada, geleneksel ve yenilikçi teknolojiler dahil olmak üzere farklı atık depolama gazı (LFG) enerji geri kazanım sistemleri, teknolojik ve çevresel bir karşılaştırma yoluyla analiz edilmiştir.” Elektrik üretimi için atık gaz geri kazanımının teknik ve ekonomik bir değerlendirmesi sunulmuştur. Geleneksel ve yenilikçi teknolojiler düşünülmüştür. Sonuçlar, içten yanmalı motorların en düşük çevresel performansı göstermesine rağmen, bunların ekonomik nedenlerden dolayı en yaygın kullanılan teknoloji olduğunu göstermektedir. Aksine, yakıt hücreleri en temiz enerji dönüşüm sistemleridir, ancak göreceli yatırım maliyeti, geleneksel enerji sistemleriyle rekabet etmek için hala çok yüksektir. Bununla birlikte, yüksek enerji dönüşüm verimlilikleri nedeniyle, yakıt maliyetleri, sermaye maliyeti geleneksel sistemden daha yüksek olsa bile ekonomik olarak rekabetçi hale gelebilir.

Wall ve Zeiss (1995) tarafından Belediyeler düzenli depolama alanları biyodegradasyonu ve yerleşimi hakkında çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, biyolojik iyileştirmenin, atıkların biyolojik olarak stabilize edilmesine ayrılmayan maddeye ulaşma süresini kısaltmak için yeteneğini test etmek ve biyolojik bozulmanın yerleşim üzerindeki etkilerini tespit etmektir. Bunu başarmak için, uzun süreler boyunca hem yerleşmeyi hem de ayrışmayı modellemek için altı çöp depolama testi hücresi inşa edilmiştir. Üç hücre biyoreaktör depolama alanlarını simüle etmek için tasarlanırken, üç hücre güvenli tonozları simüle etmek için tasarlanmıştır. Sonuçlar, ikincil yerleşimin zaman logaritması ile doğrusal olduğunu ve ayrışmanın birinci dereceden bir model ile iyi temsil edildiğini göstermektedir. Karşılaştırmalar, kısa vadede, biyolojik bozulma nedeniyle yerleşim oranında önemli bir artış olmadığını; ancak, ekstrapolasyon, uzun vadede, ayrışma etkilerinin daha belirgin hale gelmesi nedeniyle uzlaşma oranının artacağını göstermektedir.

Gökçe ve ark. (2005 tarafından “Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi” konusunda çalışılmıştır. Bu alanlarda oluşan çevresel faktörler, zehirli gazlar, atık sular vb. alandaki bitkilerin yetişmesini direkt olarak etkilemiştir. Bitkilendirme esnasında karşılaşılabilecek bu

tür sorunlar, alan için uygun bitki türlerinin dikkatli seçimiyle önlenebileceği düşünülmüştür. Çöp alanı bitkilendirme planı ağırlıklı olarak ekolojik ve maddi olanaklara göre hazırlanmaktadır. “Bu nedenle bu tür sahalar için zorluklara karşı koyabilen, kuraklığa dayanıklı ve sorunu olmayan odunsu ve otsu türlerin seçilmesi öncelikle düşünülmelidir. Peyzaj onarımı ile bu düzensiz depolanan alan kentsel açık-yeşil alan sisteminin bir halkası olarak kazanılmış olacaktır. Onarımı yapılarak kazanılacak olan bu alan ile açık yeşil alan sistemlerin kentsel ekolojiye sağladığı yararlar katkı da sağlanacaktır. Bitkilendirme planı ekolojik ve maddi olanaklara göre yapılması çevre kirliliğinin azaltılması için önem arz etmektedir. Eski çöp depolama alanının, zorlu koşullarda yetişmesi mümkün olan, kuraklığa dayanıklı odunsu ve otsu bitkisel materyal ile yeşillendirilmesi önemlidir.” Eski çöp depolama alanlarının doğaya kazandırılması ile ilgili ülkemizde çok sınırlı çalışmalar yapılmıştır. Potansiyel olarak bitkilendirmeye uygun olabilecek bu sorunlu alanların yeşillendirilmesinde belediyelerin, üniversiteler ile yakın iş birliği yaparak çalışmaları düzenlemesi başarılı bitkilendirme çalışmaları için gereklidir.

Chemnal ve ark. (2014) Depolama sahası sızıntı suyu arıtımı için gelişmiş oksidasyon ve biyolojik işlemlerin kombinasyonu konusunda çalışma yapmıştır. Sızıntılar 2010-2011 döneminde farklı noktalardan toplanmıştır. Sızıntı suyu, sızıntı suyu bileşimindeki mikrobiyal etkinliği en aza indirmek için donma sıcaklığında saklanmıştır. Standart yöntemler kullanılarak PH, iletkenlik sırasıyla HANNA PH-Metre (PH-211) ve HANNA iletkenlik metre (EC214) kullanılarak ölçülmüştür. Askıda Katı Maddeler (SS) santrifüjleme ile elde edilmiştir sonra 105° C kurutulmuş (NFT 90-105), BOD₅ analizi sabit hacimde respirometrik yöntemle yapılmıştır ve ağır metaller (Fe,Pb,Hg,Cu) standart yöntemlerle tarif edildiği gibi atomik absorpsiyon spektrofotometresi SOLAAR UNICAM M serisi ile ölçülmüştür. (APHA,1999) Stabilize sızıntı suyu Oued Smar tedavisi depolama bir bağlanmasıyla ileri oksidasyon yöntemi TiO₂ havalandırılmış ve UV desteklenen biyoreaktör elde edilmiştir. AOP ilk olarak refrakter fraksiyonları biyobozunurluğu arttırmıştır. (BOD₅/COD oranını arttırın.) Elde edilen ışınlanmış sızıntı suyu tam refrakteraksiyonları mineralizasyonu sağlamak için havalandırılmış biyoreaktör ile muamele edilmiştir.Heterojen fotokatalizden sonra elde edilen sonuçla ilgilidir. Başlangıçta BoD'nin %50 ile %84 ü arasında değişen bir düşüş 5°C' de tutulan PH

da kaydedilmiştir. Bununla birlikte bu işlenmiş sızıntı suları doğrudan çevreye yeniden kullanılmaya uygun değildir.

Reneu ve ark.,(2008) Depolama sahasında sızıntı suyu arıtımı konularında çalışmıştır. Sızıntı suyu bileşimi arka arkaya aerobik, asetojenik, metanojenik, atık evriminin stabilizasyon aşamaları içinde geniş ölçüde değişebilse de, atık depolama yaşına göre üç tip sızıntı suyu tanımlanmıştır. Depolama sahası yaşı ve organik madde bileşimi arasındaki mevcut ilişki, uygun bir arıtma işlemi seçmek için yararlı bir kriter sağlayabilir. Bu makale, atık su sızıntı suyu arıtma işlemlerinin kapsamlı bir gözden geçirmesini önermek ve evrimin son on yılda giderek daha katı olan tahliye standartları ile evrimini anlamaktır. COD temelinde NH tedavileri performanslarını değerlendirmek $3-N$ ve ağır metal, COD, NH açısından pH'ı üzerine seçilen bilgi Gerekli dozunu, atık suyun kuvveti $3-N$ ve ağır metal konsantrasyonlarının yanı sıra işlem verimi de sunmaktadır.

Jeffrey ve Seadon(2010) Sürdürülebilir atık yönetim sistemleri konularında çalışma yapmıştır. Bir WMS'in nasıl çalıştığını anlamak için en önemli itici güçlerden biri, WMS'de istenen pozisyonu oluşturmak için bir değişiklik yapmıştır. Bir WMS'deki her değişiklik, yan etkiler üretmiş; bunun en azı, sistemlerdeki bileşenler arasındaki sayısız bağlantı nedeniyle değişimin atalet göstermiştir. Dikkatli planlama ve incelenen WMS dinamiklerini anlama, bir dereceye kadar bir başarı derecesi ile birlikte, büyük değişikliklerin çok az bir çaba ile gerçekleştirilebildiği zaman zaman 'fırsat pencereleri' vardır. Geleneksel atık yönetimi yaklaşımı, atık üretim, toplama ve bertaraf sistemlerinin bağımsız operasyonlar olarak planlanmıştır. Bununla birlikte, her üçü de birbirine çok yakın ve her bir bileşen diğerini etkilemiştir. Bu işlemler için gereken planlama, imalat alt sistemleri, ulaştırma sistemleri, arazi kullanım düzenleri, kentsel büyüme ve gelişme ve halk sağlığı ile ilgili konular arasında bir denge kurulmasını gerektirmiştir. (Clark, 1978)

Demirbaş (2011) Atık yönetimi ve atık dönüştürme süreçleri hakkında çalışmalar yapmıştır. Depolama sahası sızıntı suları, bazılarının doğal ortama salınması durumunda sağlığa ve doğaya tehdit oluşturması beklenebilecek çok sayıda bileşik içerir. Depolama sahası sızıntı suyu arıtımı son yıllarda özellikle belediye alanlarında kayda değer dikkat çekmiştir.

Katı atıklar çöp, kâğıt, plastik, metal, ahşap ve sentetik malzemelerden oluşur. Tüm canlı organizmalar bir tür atık üretir ve başka bir yere götürülmek için

toplanmalıdır. Birçok şehir ve kasaba, bir depolama sahası oluşturarak katı atıklarla uğraşır; Bazıları çöpü yakmak için yakma fırınlarını kullanır. Katı atıklardan kurtulmanın en iyi yolu kompostlama denilen bir yöntem kullanmaktır. Kompostlama işleminde, katı atık toplayıcıları çöpü hızlıca ayrıştırmak için doğal biyolojik ilerlemeyi kullanır. Katı atık yaşamda bir zorunluluktur. Tehlikeli atıklar en ölümcül olanıdır çünkü hayvanlara, insanlara, bitkilere ve çevrelere zarar verebilir veya onları öldürebilir. Uygun olmayan atık yönetimi uygulamaları, katı atıkların büyük bir kısmından geri dönüştürülebilen ve üretilebilecek kaynak ve enerji kaybına neden olur.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Ordu ili Ünye İlçesi Coğrafi Konum ve Morfoloji

3.1.1.1 Coğrafi Konum

Ünye 41 derece kuzey paraleli ve 37 derece doğu meridyenleri arasında, Karadeniz Bölgesinin Orta Karadeniz Bölümünde Ordu İlinin kuzeybatısında yer alır. Ordu ilinin en büyük ilçesidir. Doğusunda Fatsa, batısında Terme, güneyinde Çaybaşı, Akkuş ve Kumru İlçeleriyle komşudur. Kuzey sınırını Karadeniz kıyıları çizer. Batı yakasındaki Akçay, ilçenin Terme ile fiziksel sınırını oluşturmaktadır. Bu sınırlar içinde Ünye İlçesini yüzölçümü yaklaşık 440 kilometre kare, nüfusu ise 2020 yılında 130464' dür. Ünye'nin il merkezi Ordu 'ya uzaklığı 76 kilometredir. Samsun il merkezine uzak-lığı 86 kilometredir. Ünye ilçe merkezi geniş bir hilal oluşturan bir koy üzerinde yer almaktadır. İlçenin içinden geçen Tabakhane deresi ilçenin doğu 1/3-2/3 şeklinde ikiye ayırmıştır. Karadeniz bölgesinin dağlık yapısı gereği Ünye'deki dağlar kıyıya paralel olarak uzanır. Eğimin sıfıra yaklaştığı bir yerde kurulmuştur ki bu onu Doğu Karadeniz den tümüyle ayırmaktadır. Bu dağlar Akkuş ilçesine kadar uzanır ve 1250-1300 m yüksekliğe kadar ulaşır. Ünye'de ova olmamakla birlikte Akkuş ilçesinden doğan ırmakların denize döküldüğü yerlerde küçük düzlükler vardır. (Ordu BB., 2021)

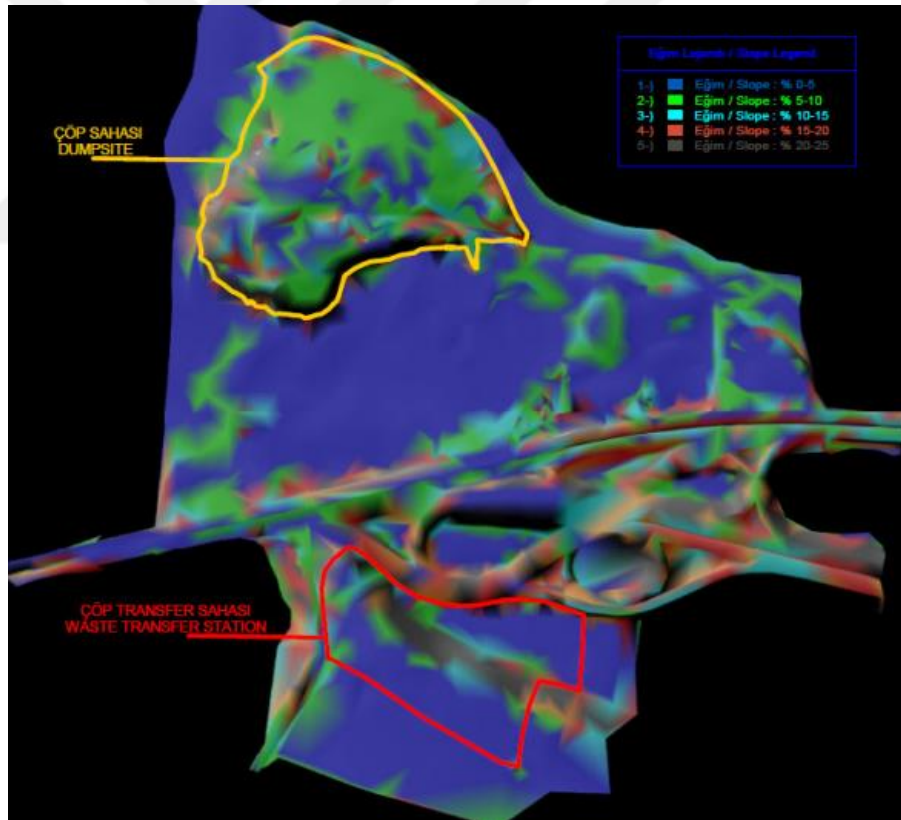
İnceleme alanında; maksimum kot 1 metre ve minimum kot 11 metrelerden geçmektedir. İnceleme alanının eğim miktarları %0-10 arasında olduğu görülmektedir.



Şekil 3.1. İnceleme Alanının Genel Görüntüsü



Şekil 3.2 İnceleme Alanının genel görüntüsü



Şekil 3.3. İnceleme Alanının Eğim Haritası

3.1.1.2 İklim ve Bitki Örtüsü

İklim: Ünye ilçesinde tipik Karadeniz iklimi hüküm sürer. Kışlar ılık yazlar ise serin geçer. Sahilden içeriye indikçe kara iklimi görülür. Canik Dağları kuzeyden gelen soğuk kuzey rüzgârlarına set olur. Bu rüzgârların getirdiği yağmur bulutlarının

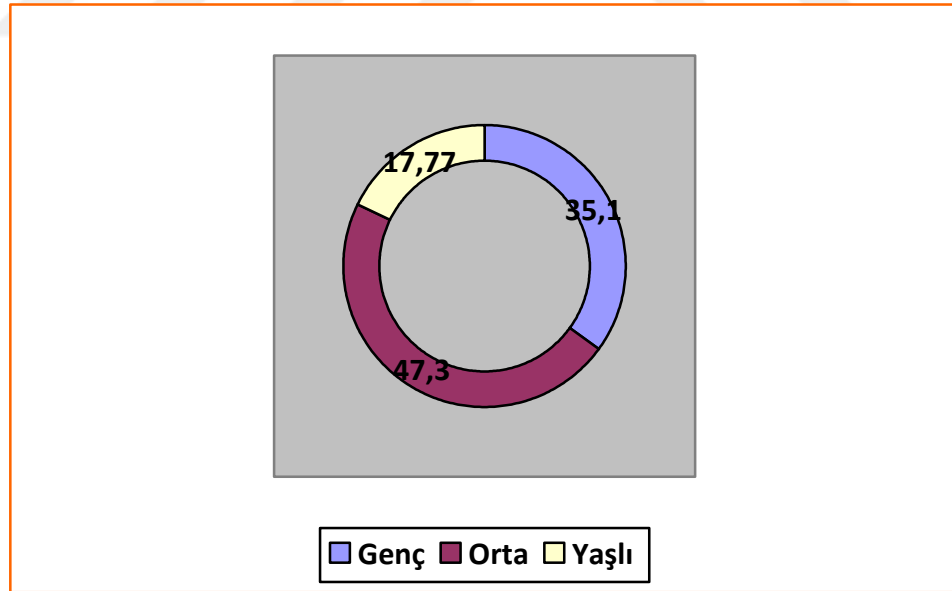
Ünye içinde yağmura dönmesinde rol oynar. Isı senede en fazla 10 gün 0 °C'nin altına düşer. Karın yerde kalma müddeti 10 günü geçmez. Senenin 155 günü yağışlı geçer. (Ordu BB., 2021)

Bitki örtüsü: Ünye ilçe toprakları yaz ve kış yemyeşildir. Kıyıların ılık ve bol yağışlı olması, bitki örtüsünün zengin olmasını temin etmektedir. Kıyı şeridi 1500 m yüksekliğe kadar meyve ağaçları, ormanlar ve fundalıklarla kaplıdır. Ünye'nin Karadeniz kıyısında Akdeniz bitkilerine rastlanır. Geniş fındık bahçeleri yanında incir, mandalina, portakal ve limon gibi meyvelerle mersin ve defne ağaçları oldukça çoktur. (Ordu BB., 2021)

3.1.1.3 Nüfus ve idari durum

İlçeye bağlı 7 belde, 63 köy ve 61 mahalle mevcuttur. Ancak Ordu Büyükşehir olunca tüm belde ve köyler mahalle statüsüne geçmiştir. Ünye konumundan dolayı Çaybaşı, Akkuş, İkizcenin diğer illerle ulaşımını sağlar.

Son açıklanan nüfus rakamlarıyla 130.464 ile Ordu'nun en büyük ilçesinin Ünye olduğu rakamlarla ortaya çıkmaktadır. (TÜİK, 2020)
Ünye ilçesinde nüfus yoğunluğu 212088 kişi/km² dir. İlçe nüfus oranları grafikte gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Nüfus Yaş Dağılımı

3.1.1.4 Eğitim durumu

İlçede 3 adet anaokulu, 28 adet ilköğretim okulu, 22 adet ortaöğretim okulu ve 15 adet lise mevcuttur. Ayrıca 17 adet özel eğitim kurumu bulunmaktadır. Çeşitli alanlarda birçok kurslar açılarak yaygın eğitim faaliyetleri sürdüren 1 adet Halk

Eğitim Merkezi bulunmaktadır. Ünye İktisadi ve İdari Birimler Fakültesi, İşletme, İktisat, Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri, Kamu Yönetimi, Maliye ve Uluslar arası İlişkiler Bölümleri olmak üzere 6 bölüm altında eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. Ünye Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı Bölümü ile Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü adı altında 2 bölüm altında eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir (Ordu BB., 2021).

3.1.1.5 Sağlık durumu

İlçede 215 yataklı Devlet Hastanesi ve 112 Acil Servis bulunmaktadır. Hastane her türlü tıbbi malzeme ile donatılmıştır. Ünye Toplum sağlığı Merkezi; Verem Savaş Dispanseri Birimi ile Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Birimi; 9 Aile Sağlığı Merkezi ile 12 Sağlık Evinden oluşmaktadır. Ayrıca ilçe merkezinde 1 adet Özel Hastane ve 2 adet Özel Sağlık Merkezi bulunmaktadır (Ordu BB., 2021).

3.1.1.6 Ekonomik durum

İlçe ekonomisi temel olarak tarıma dayanmaktadır. Özellikle fındık tarımı ilçe ekonomisinin can damarını oluşturmaktadır. Gerek fındık tarımı ile uğraşan aileler, gerek fındık ticareti ile uğraşan ticarethaneler ve gerekse de fındık kırma tesisleri ekonominin can damarını oluşturmaktadır. İlçe yerleşkesinin büyük kısmını fındık bahçeleri kaplamaktadır. Fındık dışındaki ürünler ekonomik hayatta büyük bir yer kaplamayan, ailelerin genelde kendi ihtiyaçları için yetiştirdikleri ya da köylülerin pazarda sattıkları ürünlerdir. Ünye hurması, mısır, pancar diye bilinen karalahana da yetiştirilmekte, son yıllarda iklimin elverişliliği nedeniyle kivi üretimi artmaktadır. Tarım dışında ilçenin en büyük sanayi kuruluşu Ünye Çimento Fabrikasıdır. Ünye limanı beklenen canlılığa bir türlü kavuşamamıştır. Fakat içerisinde kurulan Ünye Tersanesi sayesinde gemi onarım ve yapım çalışmalarıyla daha aktif bir rol üstlenmiştir. Ünye un fabrikası Ünsan orta çaplı bir un fabrikasıdır. Son yıllarda tekstil atölyeleri sayısında bir canlanma gözükmemektedir. Esnaf işletmeleri tarımdan sonraki en önemli geçim kaynağıdır (Ordu BB., 2021).

3.1.1.7 Ulaşım haberleşme

Ulaşım: İlçeye hem karayolu hem de havayolu ulaşımı vardır. Çarşamba Uluslararası Havaalanının Ünye'ye uzaklığı sadece 40 km'dir. Havaalanından Ünye'ye veya Ünye'den Havaalanına karayolu ile günün her saatinde toplu kara taşıma aracı vardır. Şehir merkezinden geçen Sahil Karayolu, İlçenin doğu ve batı ile bağlantısını sağlar. İç Anadolu'yu Karadeniz'e bağlayan en kısa yol da Ünye-Niksar Karayolu (Tarihi İpekyolu)'dur. Ünye Limanı, yüz elli metre rıhtım uzunluğu

bulunan; yedi metre derinliğe sahip 7 tona kadar olan gemileri barındırabilen bir limandır. 1992 yılında açılan liman, Ünye Belediyesine ait olmakla beraber en çok Ünye Çimento tarafından kullanılmaktadır ki Ünye Çimento limandan 49 yıllık bir kullanım izni almıştır. Küçük çaptaki balıkçı teknelerinin tamir edilebildiği bir alan olan limanın hemen yanında da bir tersane bulunmaktadır.

Atık tesisine sahip olan limanın Terme Çaltı Burnu ve Taşkana adlarında fenerleri bulunmaktadır. Ayrıca limanın kılavuz hizmeti de bulunmaktadır. (Ordu BB., 2021)

Haberleşme: Ünye ve komşu ilçelere bağlı bütün yerleşim birimlerinde, her türlü telefon haberleşmesi yapılabilmektedir.

Basın- Yayın Faaliyetleri; Bugün Ünye'de günlük olarak 3 adet ve haftalık 8 adet gazete yayınlanmaktadır. 1 adet TV kanalı yayın yapmaktadır.

3.1.1.8 Turizm

İlçede çok sayıda mesire yeri bulunmaktadır. Çamlık diye bilinen denize bakan bir yamacın üstünde kurulmuş ağaçlık arazi 4 mevsim ziyaretçi çekmektedir. Bu alan üzerinde yer alan Çamlık motel bir konaklama tesisidir. Çakırtepe, şehre hakim bir tepe yer almaktadır. Ünye kalesi şehrin 5 km dışında kalan bölgedeki önemli turistik destinasyondur. Uzunkum, Karadenizin en uzun plajlarından biridir ve bu alanda başı çeker. Uzunkum, İncekum, inciraltı, çınarsuyu diye bilinen plajlar zinciri halinde kilometrelerce uzanır. Yunus Emre mezarlığı, ozanın bilinen mezarlarından birisi de Ünye de yer almaktadır. Bir şiirine dayanarak Ünye de öldüğü iddia edilir. Çınar, şehir merkezinde yer alan 300 yıldan daha yaşlı bir çınardır. Son yıllarda yıldız taşıma yetkisine sahip otel sayısında artış gözlenmektedir. (Ordu BB., 2021)

3.2. Yöntem

Vahşi depolama alanlarında yer seçimi gelişigüzel, şehirden uzak bir arazilere yapılır. Bu araziler planlamadan yapıldığı için zaman içinde şehir bu alanlara doğru büyür ve vahşi depolama arazileri halkla iç içe kalır.

Düzenli depolama alanları sızıntı suyu, gaz salınımı gibi parametrelerin kontrol altında tutularak planlandığı tesislerdir. İnşa edilecek sahaların çevreye zarar vermeden işletilmesi ilk kuraldır.

Tasarım için çeşitli parametreler geliştirilmiştir, bu parametreler method olarak kullanılmıştır. Vahşi depolama alanlarının gaz ölçümleri, eğim haritalandırmaları,

sızıntı suyu kirlilik parametreleri çeşitli yöntemlerle belirlenmiştir. Sonuç kısmında uygulanma aşamaları ve sonuçları verilmiştir.

Ayrıca düzenli depolama alanlarının projelendirilmesi için bazı parametreleri sağlaması gerekmektedir. Bunlar kısaca;

Çöp deponi sahaları hâkim rüzgar yönünde olmamalı, en yakın yerleşim yerine uzaklığı 1000 m olmalıdır. Seçimi yapılmış arazi halk tarafından kabul edilebilir olmalı sit alanlarına yakın olmamalıdır.

Seçilen saha ulaşılabilir olmalı çöp taşınması sırasında zorluk çıkarmamalı ayrıca sızıntı suyu ve gaz toplanması gibi teknolojilere uygun bir arazi olmalıdır.

Dere taşması, çığ, erozyon, heyelan gibi doğal afetlerin görülme riskinin fazla olduğu bölgelerde düzenli katı atık depolama tesisinin inşasına ve işletilmesine izin verilemez.

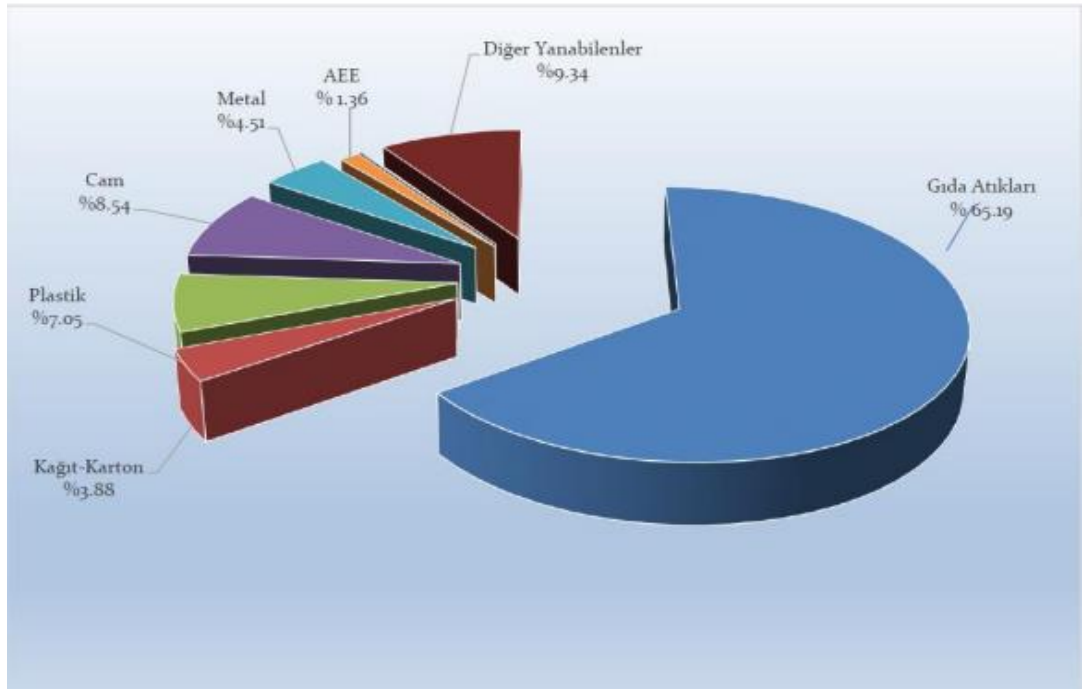
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Vahşi Depolama Alanı Rehabilitasyon Çalışmaları

Ünye vahşi depolama alanı rehabilite işlemlerine ilk olarak katı atık karakterizasyonu yapılarak başlanmıştır.

Vahşi depolama alanı Ünye-Samsun yolu kenarında, Gocuklu Mahallesi Akçay Mevkiinde, deniz ve say deresi kıyısında bulunmaktadır. 1984 yılından bu yana alan düzensiz depolama amaçlı kullanılmaktadır. Atık miktarı yüksektir. Katı atıkla karışık olarak depolanmış yüksek miktarda hafriyat atığı ve kül içermektedir. Yüzey alanı 5,5 ha olup atık yüksekliği 3-7 m arasındadır. Deniz kıyısı boyunca kaya sedde bulunmaktadır. Depolama alanının eski atıkların bulunduğu kısmın üzeri tamamen toprakla kapatılmıştır. Ünye depolama sahası aynı zamanda İkizce ve Çaybaşı yerleşimlerinde de kullanılmaktadır. Çevresel riskler çok yüksektir. Depolama alanında geri kazanılabilen malzeme ayıklaması yapılmaktadır. Ünye sahasının ölçülen alanı topoğrafik etüden 54,494 m² tahmini atık hacmi ise 272,229 m³ olarak belirlenmiştir.

Ünye ilçesi atık karakterizasyonu şekil 4.1. de verilmiştir.



Şekil 4.1 Ünye katı atık karakterizasyonu



Şekil 4.2. Alan genel görünümü

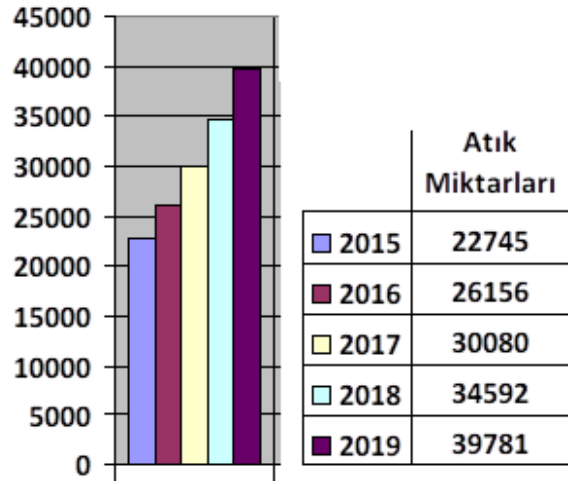


Şekil 4.3. Araç yolu görünümü



Şekil 4.4. Taş sedde

Tablo 4.1 2015-2019 atık miktarları (ton)



Tablo 4.2. Toplam Atık Hacmi

Ünye Sahası	Çöp Sahasında ki Atık Yoğunluğu (Ton/m ³)	2015-2019 Tarihlerinde Oluşan Atık Miktarı (Ton)	2015-2019 Tarihlerinde Oluşan Atık Hacmi (m ³)	Kapanıştaki Toplam Hacim (2019) (m ³)
Saha	0,95	153.353	161.425	433.654
Örtü Toprağı	-	-	77.440	77.440
Net Atık Miktarı	0.95	338.403	356.214	356.214

Düzensiz depolama alanları yüzey ve yeraltı suyu kirliliği, hava kirliliği, toprak kirliliği, haşerelerin ve kemirgenlerin üremesi ve epidemiyolojik hastalıkların artması gibi yukarıda anlattığımız sebeplerden dolayı kapatılması gerekmiş ve gerekli çalışmalar başlamıştır.

Karadeniz Bölgesi'nde ki katı atıkların %55-65 gibi önemli bir bölümünü organik atıklar oluşturmaktadır. Vahşi depolama alanlarında organik atıkların parçalanması sonucu ortaya çıkan sülfür ve amonyak gazları ortama kötü kokular yaymaktadır. Parçalanma sonucu ortaya çıkan gazların zehirleyici ve patlayıcı özelliği bulunmaktadır. Bu gazlar dipten patlama yaratırsa bir lav gibi çöp dağlarının akmasına sebep olabilir. Metan gazı, bu gazlar arasında gerek insan gerekse çevre sağlığını olumsuz etkileyecek en önemli gazlardandır. Metan gazı %4-9 değerleri arasında patlama eğilimindedir. Vahşi depolama sahalarında 3 aylık depolama ömrüne sahip olan atıklarda metan oluşumu görülür, her bir düzensiz depolama sahası bir nevi yangın-patlama riskine sahip tehlikeli bir alandır. Yapılan çalışmalar ve ölçümler neticesinde açılan gaz kuyularından çıkan gazda %45-60 arası metan gazı gözlemlenmiştir. Ayrıca sahalarda oluşan metan gazı önlem alınmadan ve yakılmadan salınımın gerçekleşmesi halinde 21 kat daha fazla sera gazı etkisi yapmakta ve küresel ısınmayı tetiklemektedir.

Ünye ilçesi katı atık vahşi depolama alanı 55 dekar alana sahiptir. Ortalama atık yüksekliği 6-7 m olarak kabul edilmiştir ve yaklaşık 520 bin m³ atık içerdiği hesaplanmıştır.

Genel kabul olarak 1 ton atıktan 200 m³ metan oluşur, bu göz önüne alındığında mevcut sahanın metan salma potansiyeli yaklaşık 68 milyon m³ metan salınımına eşdeğerdir. Ayrıca alanın sızıntı suyunun toprağa ve yer altı, yüzey suyuna karışmasını engelleyen herhangi bir sızdırmazlık sistemi bulunmamaktadır. Sızıntı suları dere ve denize karışmaktadır.

Vahşi depolama alanında yapılacak çalışmalar; öncelikli olarak atık alımını durdurmak, kullanıma kapatılan alanın su ile temasını engellemek amacıyla yüzeyini tamamen sıkıştırılmış kil ile örtmek, örtülen sahanın üzerini bitkisel toprak ile yeşillendirmektir. Akabinde sahanın korunaklı hale getirilmesi için etrafının koruma çiti ile çevrilmesi, oluşabilecek metan patlamalarını engellemek için dikey gaz drenaj kuyularının açılması ve ölçülen gaz miktarına bağlı olarak elektrik üretecek olan kojenerasyon sisteminin kurulumu, yüzey suyunun kontrollü bir şekilde yönlendirilmesi için yüzey suyu drenaj hatlarının inşası ve derin kuyu sondajı ile

sahanın muhtelif yerlerinde açılacak kuyular ile sızıntı suyunun çekilerek inşa edilecek olan arıtma sistemi ile arıtılarak alıcı ortam standartlarına uygun hale getirildikten sonra suyun zararsız bir şekilde deşarjının sağlanması amaçlanmaktadır.

Ünye mevkiinde bulunan proje konusu saha Ünye ilçe merkezine 10 km mesafede Karadeniz ile Akçay deresinin kesişimde olup sahada toprak yol mevcuttur ve ulaşım problemi yoktur.

Ordu ili 2014 yılı itibari ile Büyükşehir olduktan sonra Büyükşehir Belediyesi geçmiş dönem ilçe Belediyelerinden devralmış olduğu 26 adet vahşi depolama sahasının 22 adetine atık akışını yasaklamış ve kapatarak rehabilite süreçlerini başlatmıştır. Ordu Büyükşehir Belediyesinin hizmete gelmesi ile 2014 yılında Çaybaşı ilçesinde düzenli depolama sahası inşasına başlanmıştır. 2018 yılında tamamlanan 130 hektar alandaki düzenli depolama sahasının faaliyete girmesi ile birlikte Ordu ili genelindeki diğer düzensiz depolama sahalarında rehabilitasyonu gerçekleştirecektir.

Projenin maliyet analizi yapılmıştır. Bu maliyet analizi 3 dekarlık alan için yapılmış olup, tahmini rakamları içermektedir.

AŞAMA	AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYAT (2015)(AURO)	TUTAR (AURO)
Aşama 1 Geçici Örtü	Etüt ve nihai rehabilitasyon tasarımı	Adet	1	10,000	10,000
	1/3 eğimli yüzey oluşturulması ve toprak serilmesi Atıkların hafriyatı, sahada taşınması (25 m) ve serilmesi ile yeni bir yüzey oluşturulması	m ³	40,000	1,18	47,200
	Atıkların taşınması (100m mesafeye)	Ton	40,000	0,20	8,000
	Atıkların üzerinde toprak tabakası oluşturulması (40 cm)	m ³	12,600	1,18	14,868
	Toprağın depolama sahasına taşınması (2 km)	Ton	20,160	0,92	18,547

Aşama 2 Nihai Örtü	Etüt ve nihai rehabilitasyon tasarımı	Adet	1	5,000	5,000
	Atıkların /toprağın hafriyatı, sahada taşınması ve serilmesi, oturma sonrası toprak katmanının yeniden şekillendirilmesi	m ³	10,000	1,18	11,800
	Atıkların üzerinde toprak katmanı oluşturulması (en az 20 cm)	m ³	6,300	1,18	7,434
	Toprağın çöp depolama sahasına taşınması (2 km)	Ton	10,080	0,92	9,274
	Gaz drenaj katmanı oluşturulması (30cm kum)	m ³	9,450	14,31	135,230
	Kumun taşınması (5km)	Ton	15,120	1,42	21,470
	Kil katman oluşturulması (50 cm)	m ³	15,750	2,38	37,485
	Kil temini	m ³	15,750	1,50	23,625
	Kil taşınması (30km)	Ton	25,200	3,67	92,484
	Gaz toplama kuyuları	Adet	11	500	5,500
	Gaz bertaraf biyofilre	Adet	11	6,022	66,424
Yüzey Drenaj Katmanı	Atıkların çevresinde çakıl-taş set oluşturulması	m ³	2,734	14,31	39,126
	Çakılın-taşın taşınması (30 km'den)	Ton	4,375	3,67	16,055
	Yüzey suyu drenaj katmanının oluşturulması (30cm çakıl)	m ³	9,450	14,31	135,230
	Çakılın taşınması (5 km'den)	Ton	15,120	1,42	21,470
Nihai Bitkisel Toprak Katmanı	100 cm yüksekliğinde toprak katmanının oluşturulması	m ³	2,734	14,31	39,126
	Bitkisel toprağın çöp depolama sahasına taşınması (2 km'den)	Ton	4,375	3,67	16,055
	Çimlendirme (ürüne göre değişecektir)	m ²	9,450	14,31	135,230
Yüzey Suyu Drenaj	Yüzey suyu drenaj kanalı için kazı	m ³	735	1,20	882

Kanalı					
DİĞER	Drenaj kanalı için çakıl	m ³	478	14,48	6,918
	Çakılın taşınması(30km)	ton	764	1,42	1,085
	Yol yapımı	m ³	3,276	2,27	7,437
	Yol malzemesinin döşenmesi	m ³	3,276	0,30	983
	Yol malzemesinin taşınması (5km)	ton	5,897	1,42	8,373
	Saha çevresine çit	m	1,050	35,57	37,349
	Giriş kapısı	adet	1	2000	2000
	Granüler malzemenin kamyonu yüklenmesi	m ³	25,388	0,72	18,279
TOPLAM					957,134

Tablo 4.3. Ünye vahşi depolama alanının rehabilite aşamaları ve maliyet analizi

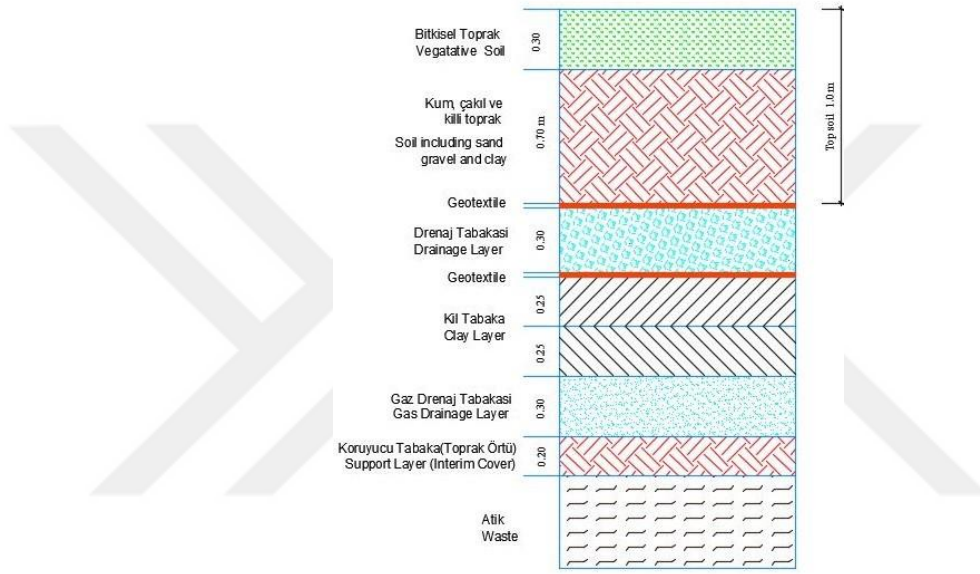
Yukarıdaki tabloda vahşi depolama alanının rehabilite çalışmalarına dair yaklaşık olarak maliyet analizi yapılmıştır. Görüldüğü gibi vahşi depolama alanlarının ıslahı düzenli depolama alanlarının projelendirilmesi ve işletilmesinden daha maliyetli olmaktadır. Bu sebeple düzenli depolama uzun vadede daha ekonomiktir.

Mevcut vahşi depolama alanına Ünye, Çaybaşı ve İkizce ilçelerinden toplanan karışık atıkların 2019 yılında sahanın atık akışı kesilmesine kadar depolanmasına devam edilmiştir. Yaklaşık olarak günlük 135 ton karışık evsel atık depolanmıştır.

Düzensiz depolama sahalarının tam olarak kapatılması, 99/31/EC sayılı AB direktifi, Atık Yönetimi Yönetmeliği ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik mevzuatının gereklerine göre yürütülmüştür. Atık yönetiminde genel kural olarak kabul edilmiş olan ve ulusal ve uluslararası olarak uygulanan yöntemler mevcuttur. Kapatma ve rehabilite işleminde;

1. Aşama: Atıkların tesisler için belirlenen alandan kaldırılması ve geçici kapatma, atıkların durdurulması, depo gazı ve sızıntı suyu toplama tesisleri ile yüzey suyu toplama ve deşarj tesislerinin döşenmesi dâhil ara örtü tabakasının yapılması.
2. Aşama: yüzeyin geçirimsiz hale getirilmesiyle son örtü ve depo gazı toplama ve yakma sistemi, sızıntı suyu toplama ve arıtma sistemi ile yüzey suyu toplama tesislerinin döşenmesi çalışmalarını içerecektir.

Alanın tehlikeli bir bölge oluşundan çevreye yaymış olduğu hastalıklardan ve bu hastalıkların enfekte olacağı hayvanların sahaya girişini engellemek ve sebep olacakları bulaşıcı hastalıkların önüne geçebilmek adına ilk olarak alan himaye çiti ile çevrilmiştir. Çalışma yapılan alanın ve şantiyenin kurulduğu bölgeyi korunaklı hale getirilmesi ve temizlenmesi, geçici kapatmaya yönelik kurulacak olan tesisler için belirlenen alanlardaki ve civardaki atıkların kaldırılması, sahalarda bulunan atık tepeciklerinin ve absürt oluşumların yeniden şekillendirilmesi için tesviye işleri yapılmıştır. Şekil 4.5.'de sahanın kapatılması tabaka halinde gösterilmiştir.



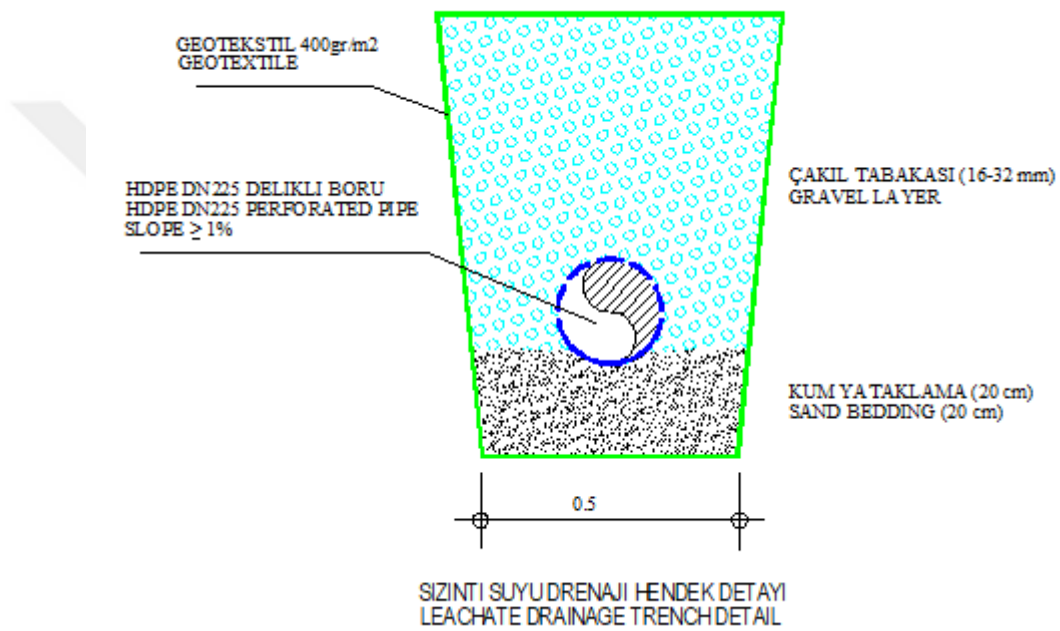
Şekil 4.5. Atık üzerindeki tabaka

Öncelikli olarak açıkta bulunan katı atığın üzerine 0,2 m toprak serilerek ara örtü tabakası yapılmıştır. Buradaki amaç; depo gazının salınımını azaltmak, koku ve toz oluşumunu önlemektir. Bu ara örtü aerosol ve yangın oluşumlarını da azaltmaktadır. Aynı zamanda atıkların doğal sebeplerle taşınmasını, kemirgen kuş gibi hayvanların çöp sahasını istila etmesini azaltmaktır. Bu işlem yapılırken daha sağlıklı bir çalışma ortamı sağlanması amaçlanmıştır.

Mineral (kil) katmandan oluşan son sızdırmazlık sağlayıcı sisteminin teşkili, depodaki kaçınılmaz oturma işlemi göz önünde bulundurulmadan yapılırsa, sızdırmazlık sistemin fonksiyonu kısa bir sürede (2 -3 üç yıl içinde) kaybolabilir. Sızdırmazlık sistemi fonksiyonunu kaybetmesi durumunda sızıntı suyu miktarının sızdırmazlık sistemi olmayan duruma benzer seviyelere çıkması olasılığı doğacaktır. Bu durumda çok pahalı onarımlar veya yeni sızdırmazlık sistemi yapımı olmadan çevrenin korunmasına yönelik talepler karşılanamaz.

Arıtılması amacıyla sızıntı suyunu toplamak için borular teşkil edilmiştir.

Nihai toprak örtüsü uygulanmadan önce bertaraf sahasının üzerinde veya etrafındaki sızıntı suyu oluşumları belirlenmiştir. Yüzeydeki sızıntı suyunu toplamaya yönelik kanallar/hendekler yapılarak müdahale edilmiştir. Toplanan sızıntı suyu, aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi hendek ve içine yerleştirilen drenaj borusu aracılığıyla sahanın aşağısında bulunan sızıntı suyu toplama havuzuna verilmiştir. Sızıntı suyu toplama havuzu eğimli toprak alan olarak yapılmıştır. Şekil 4.6.'da sızıntı suyu drenaj hendek yapısı incelenmiştir.



Şekil 4.6. Sızıntı Suyu Drenaj Hendek Yapısı

20 cm'lik koruyucu örtü toprağı boşluklardan yüzeye sızan gazı bariyer olması için serilmiştir. Salınan gazın yaklaşık %90'ını metan (CH_4) ve karbondioksit (CO_2) oluşturmaktadır. Depo gazının bileşiminde az miktarda, azot (N) ve eser miktarda hidrojen sülfür (H_2S) bulunmaktadır. Gaz çıkışı, depolamadan, sonraki ilk iki yılda en fazla düzeye ulaşır daha sonra ise yavaşlar ve bir düzeyde sabit kalarak 25 yıl ve daha fazla süreyle devam eder (Sürücü, 1994).

Ünye vahşi depolama sahasında kapatma işleri için ihtiyaç duyulan gaz toplama sisteminin altyapısı yapılmıştır. Depolanan (tipik) evsel atığın her bir tonu, depolama sahasının ömrü boyunca yaklaşık olarak 170 m^3 depolama gazı oluşturmaktadır. Depolama gazının %60'ı atık depolandıktan sonra 10 sene içinde oluşmaktadır.

Bu miktar 15-20 yıl içinde %90 seviyesine çıkmaktadır (Kiriş, 2011). Sahadaki mevcut atık hacmi ele alındığında 520 bin m³ atıktan salınacak olan gaz miktarı 88 milyon m³ olacaktır. Bu miktar içerisinde %60 oranda metan oluşumu varsayımı ile 53 milyon m³ metan salınımı gerçekleşecektir.

Gaz sistemi inşasında saha içerisine yerleştirilen düşey borular atığın içerisinden salınan gazın toplanmasını sağlamak amacıyla deliklidir. Bu deliklerin boyutu 16-20 mm arasındadır. Bu borular yaklaşık 50 metre aralıklı olacak şekilde sistemleşmiştir. Bu sistemleme fore kazık makinaları ile sağlanmıştır. Gaz toplama kuyularının çapları 1 m'dir. Nihai derinliğe dipte bulunabilecek sızıntı suyuna teması önlemek amacıyla atık tabanından 3 m yüksekte kalacak şekilde inşa edilmiştir. Boruların çapı 140 mm'dir. Boruların toprağın üste kalan ve atığa temas etmeyen bölümünde gaz kaçağı olmaması amacıyla herhangi bir delik bulunmamaktadır. Sadece atığın temas ettiği kısımda delikler mevcuttur. Bağlantı kısımları çürüme gerçekleştikçe toprakta hareketlenme görülebileceği için esnek yapılmıştır. Atığın içinde olan ve dışında olan kısım arasında bağlantıyı sağlamak amacıyla kum/bentonit bileşimi kullanılmıştır. Yapılan bu bağlantı işlemi atık alanından atmosfere ve atmosferden atık alanına herhangi bir sızıntı olmaması amacı ile yapılmıştır.

Depo gazı dediğimiz metan karışımının toplanabilmesi külfetli ve dikkat gerektiren bir iştir. Burada çevresel sorunlara neden olduğu gibi toplum sağlığıyla ilgili de olumsuzluklara sebep olmaktadır.

Depo gazı içeriğindeki metan, düşük konsantrasyonlarda olduğu sürece kokusu dışında olumsuz bir etki göstermemektedir. Daha yüksek metan konsantrasyonlarında (hacimce %5–15) patlama tehlikesi mevcuttur. Hacimce %15'in üzerindeki konsantrasyonlarda ise metan gazı yanar ve dolayısıyla yangın tehlikesi oluşturur.

Bu nedenle, bu tür tehlikelere maruz yerleşim yerlerindeki kapalı alanlar (özellikle bodrum gibi yeraltında bulunan mekânlar) mutlaka iyi bir havalandırmaya sahip olmalıdır (Özcan, 2005)

Ara örtüden sızan gazın kolay bir şekilde çekilmesi, bölgesel gaz sıkışmalarının önüne geçilmesi ve gazın serbest bir şekilde zemin altında hareketinin sağlamak adına 30 cm 16/32 mm, $k_f \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s değerlerinde, 0,5 m kum/çakıldan oluşan bir gaz drenaj sistemi kurulmuştur.

Gaz drenaj tabakası üzerine ise geçimsizliği yüksek olan kil materyali bölgede temini kolay ve maliyetinin düşük oluşundan dolayı tercih edilmiştir.

$h \geq 0,25$ m, $k_f \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s olan 2 katman halinde serilmiş ve sıkıştırılmış olan 0,5 m kil, silt veya gevşek yapılı topraktan oluşan mineral bir geçirimsiz katman oluşturmuştur. Kil kaplamasının yapılmasının nedeni sahada oluşan gazın dışarı kaçması ve saha içine girecek olan yağmur suyunun engellenmesidir.

Gaz kontrol sisteminin kurulumunun ardından sızıntı suyu kontrol sistemi inşası gerçekleştirilmiştir. Sızıntı suyu içeriğindeki yüksek organik madde, $\text{NH}_4\text{-N}$, ağır metal, klorlu organikler ve inorganik tuzlar nedeniyle çevresel açıdan ciddi tehlike oluşturmaktadır (Öztürk, 2011)

Yüksek KOI (20000-60000 mg/l) ve BOI (20000-40000 mg/l) değerleri ile birlikte arıtılmayan sızıntı suyu çevreyi ciddi anlamda kirletmektedir.

Atık içerisinde oluşan sızıntı suyu miktarı depolanan atık miktarı ve içeriği ile orantılı olarak değişmektedir. Sızıntı suyu, su kirliliğini oluşturan en önemli faktörlerden biridir. Katı atık bileşenleri ile birlikte sızıntı suyu özelliklerinde değişiklik gösterir. Bu özellikler şunlardır;

- ✓ Depo yaşı,
- ✓ Atık içindeki fiziksel, kimyasal, biyolojik aktiviteler
- ✓ Atığın içerisindeki sıvı miktarı
- ✓ pH
- ✓ Stabilizasyon derecesi
- ✓ Katı atık dikey düşümü (Yükseklik)
- ✓ Depolama sahasının işletilmesi
- ✓ İklim
- ✓ Yüzeysel akış
- ✓ Alanın hidrojeolojik durumu
- ✓ Isı
- ✓ Redox potansiyeli

Sıralaması yapılan bu maddelerden atık içeriği en önemli faktördür. Bu atıkların bozunması aşamasında ortaya çıkan reaksiyonlar sızıntı suyunun içeriğini belirler.

Atık bileşenleri ve reaksiyon ürünleri atık tepesi içinden süzülerek, sızıntı suyunda veya gaz olarak dışarı çıkar. Değişik bileşenlerin azalması ve tükenmesi ile

birlikte redox potansiyeli, pH, sülfidler, iyonik kuvvet gibi kimyasal çevreden dolayı da sızıntı suyu kompozisyonu zamanla değişir. (Yıldız, 2006).

Mevcut sızıntı suyu miktarını azaltmak için alana geri devir yapılmıştır. Suyun miktarı parçalanmayı etkilediğinden sızıntı suyu karakterini de etkiler. Anaerobik mikrobiyolojik aktivite ve düşük hızlı filtrasyon sızıntı suyundaki parçalanabilir madde konsantrasyonunu azaltır. Su yüksek debili gelirse bu atığın içerisinde ki mikroorganizmalar bu yüksek debili su ile sürüklenabilir. Bu nedenle sızıntı suyu drenaj ve arıtma sisteminin yapımı ve yüzey suyu tutma sistemi yapılmıştır. Arıtılan sızıntı suyunun su kalitesi kontrol yönetmeliği standartlarına uygun olarak alıcı ortama verilmektedir.

Gaz toplama sistemi ve sızıntı suyu toplama hatlarının inşasının ardından asıl kapatma işlemine geçilmiştir. Bu işlemler sırası ile mevcut eğimlerin en çok 1:3 oranında yeniden şekillendirilmesi ve üst alandaki %5 eğimli bir düzlük alan edilmesinin ardından örtü katmanı sisteminin yapımına başlanmıştır. İlk olarak yüzey üzerine inert malzemeden yapılma 0,3-0,5 m kalınlığında bir ara örtü tabakasının düzenli depolama sahasının üzerine serilmesi ve zemin oturmalarının izlenmesi yapılmış, son örtü sisteminin yapımı için ana oturmalar gerçekleşene kadar beklenmiştir. Ara örtü tabakasının işlevi aynı zamanda depo gazı, koku ve toz emisyonlarını en aza indirmek, rüzgârla uçuşan malzemeleri azaltmak, kuşların, kemirgenlerin ve böceklerin görülmesini azaltmak, aerosollerin oluşumunu en aza indirmek ve yangınları önlemektir.

Geçirimsizlik sağlayıcı mineral (kil) katman üzerine ağırlığı $\geq 400 \text{ g/m}^2$ olan bir jeo-tekstil koruma katmanı jeotekstil serimi yapılarak yağmur suyu drenaj tabakasını oluşturacak olan çakıl malzemenin altta bulunan kil ve üstte bulunan bitkisel toprak malzemeye karışması önlenmiştir. Bu sayede 30 cm derinliğinde olan yağmur suyu drenaj tabakası ve bitkisel topraktan sızacak olan fazlalık yağmur suyunun rahat bir şekilde hareketi sağlanmış ve toplama kanallarına akış kolaylaşmıştır.

Depolama sahasındaki işlemler gerçekleştikten sonra, halkın refahı ve çevre üzerinde olabilecek tüm etkilerinin önlenmesi amacıyla, düzenli depolamanın son bir geçirimsiz yüzeyle kaplanması gerekmektedir. Bu işlem, özellikle şunlardan oluşmaktadır ;

- Zemin giden sızıntı suyunun debisinin minumuma indirilmesi (yer altı, yüzey ve toprak kirliliğinin azaltılması)

- Kontrolsüz depo gazı çıkışının minumuma indirilmesi (hava kirliliğinin en aza indirgenmesi)

Son örtünün serilmesinden sonra sızıntı suyu miktarı sıfıra kadar düşer ve arıtma ihtiyacı düşer.

Su, toprak ve hava uzun süreli ve sürdürülebilir şekilde korunacaktır. Son katman olarak ise 70 cm toprak ve üzerine 30 cm bitkisel toprak serimi yapılarak rehabilitasyon projesi tamamlanacaktır. Bitkisel toprak üzerine yeşil alan oluşturularak mevcut sahaya göze hoş gelen bir yeşillik kazandırılacaktır.

4.1.1. Ünye vahşi depolama alanı gaz ölçümleri

Salınan gazı toplamak için geçici örtü tabakasını delerek atık kütesinin içine giren gaz bacaları inşa edilmiştir gaz kuyularının çapı 1 m'dir. Bacalar atık tabanına 1 m kalana kadar dikey olarak yerleştirilmiştir.

Proje arazisi 54.494 m² alana sahip ve depolama alanındaki toplam atık miktarı yaklaşık 356.214 m³ tür. Vahşi depolama alanı üzerine 50 metre aralıklar ile dikey olarak 19 adet baca yerleştirilmiştir. Depolama alanının tüm yüzey ölçümü ve yükseklik kotları belirlenmiştir.

Ortalama atık dikey yüksekliği 11-15 metre civarındadır. Sahanın geçmiş resimlerinde de görüldüğü üzere zaman içerisinde atık yüzeyinin toprak ile kapatıldığı ve sonrasında tekrar atık alındığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.7. (1) Ünye Vahşi depolama alanı Nisan 2010 Tarihli uydu görüntüsü



Şekil 4.7. (2) Ünye Vahşi depolama alanı Nisan 2013 Tarihli uydu görüntüsü



Şekil 4.7. (3) Ünye Vahşi depolama alanı Nisan 2018 Tarihli uydu görüntüsü



Şekil 4.7. (4) Ünye Vahşi depolama alanı Kasım 2019 Tarihli uydu görüntüsü

Atık sahası olarak kullanılan ve hafriyat sahasının ortak kullanıldığı alanlarda düzenli depolama yapılamayacağı, bu durumda gaz oluşumuna ters etki edeceği bilinmektedir. Sahanın geçmiş resimlerinde de görüldüğü üzere zaman içerisinde atık yüzeyinin toprak ile kapatıldığı ve sonrasında tekrar atık alındığı anlaşılmaktadır.

Saha kapanmadan önce organik muhtevası yüksek evsel içerikli atık depolandığı atık karakterizasyonu ve yapılan ölçümlerden anlaşılmaktadır.

Aralık, 2019 un ilk haftasında yapılan ölçümlerde;

- Bazı alanlarda saha yan yüzeyleri ve üst yüzeylerin toprak kapatılmadığı gözlemlenmiştir, bu durum gazın doğaya salınımını arttırmıştır.

4.1.2. Bacaların yerleşim işlemleri

Bacalar yerleştirilirken oksijen ile temas etmemesi ve gazın dışarıya salınımının olmaması için önlem alınmamıştır. Bu durumu engellemek için örnek baca yapımı yukarıdaki fotoğrafta gösterilmiştir. Atık yüzeyi kapatılırken park bahçe ve inşaat atıkları kullanılmış olduğu görülmüştür. Bu durum gaz fermantasyonunu olumsuz yönde etkilemiştir. Gaz emebilmek için sahaya basınç uygulandığında yüzeyden ve dikey kesitlerden oksijen çekeceği için gaz kalitesi düşer.



Şekil 4.8. Baca yerleşim düzeneği



Şekil 4.9. Katı atık sahası kapatmak için kullanılan maddelerin yakından görünümü

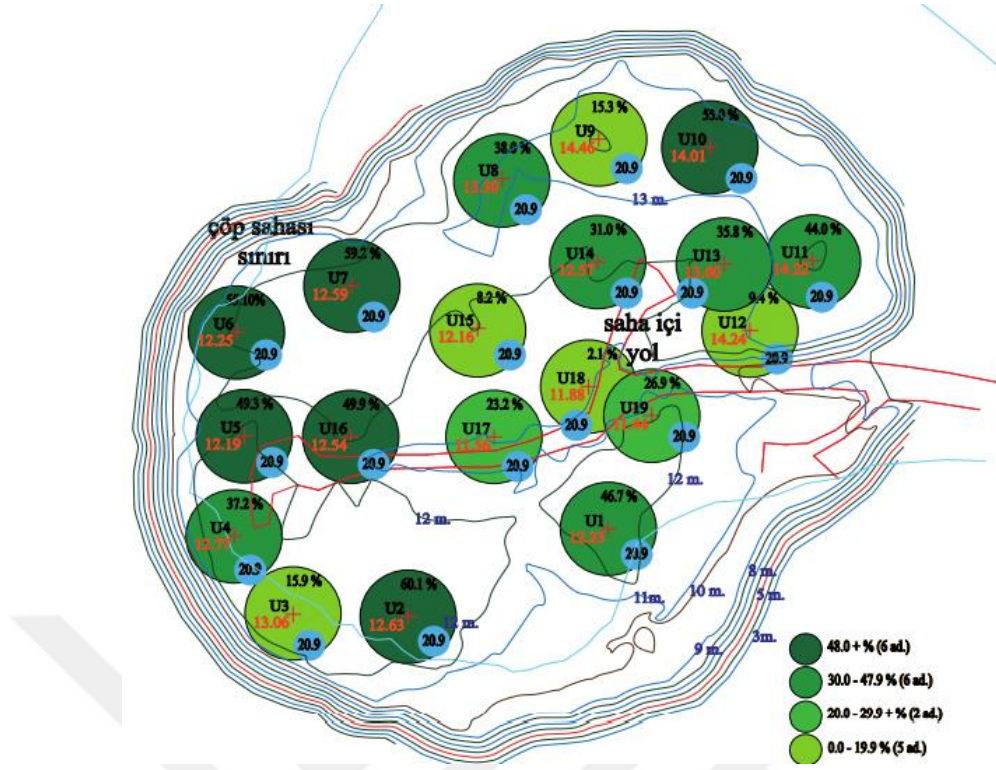
Vahşi depolama alanı atık alımına kapatılmadan önce gaz içeriği yüksek bacalar tespit edilmiştir. Gaz ölçümüne ait bazı fotoğraflar içerikleri ve gaz ölçüm miktarları verilmiştir.



Şekil 4.10. Gaz Ölçümü Esnasındaki Gösterge Değerleri



Şekil 4.11. Gaz Bacaları Uydu Görünümü



Şekil 4.11. (2) Gaz Bacaları İşaretlenmesi

Tablo 4.4. Bacalarda ölçülen gaz miktarları

BACA NO	ÖLÇÜM TARİHİ: 29.11.2019				ÖLÇÜM SICAKLIĞI: 16°C		
	%CH ₄	%O ₂	%CO ₂	%H ₂ S	GAZ SICAKLIĞI	m ³ /h	KALORİ mJ/m ³
1	46.7	0.2	28.0	0.0	26.4	4.0	18.6
2	60.1	0.0	35.0	56.0	22.0	8.0	24.0
3	15.9	5.8	18.0	2.0	38.0	10.0	6.5
4	37.2	0.0	31.0	24.0	36.0	9.0	17.0
5	49.3	1.8	33.3	3.0	37.0	7.0	19.6
6	55.0	0.8	37.4	222.0	45.0	4.0	21.0
7	59.2	0.0	37.5	160.0	40.0	10.0	23.7
8	38.0	1.2	27.0	3.0	38.0	7.0	15.0
9	15.3	8.8	15.0	3.0	46.0	4.0	6.4
10	55.0	0.0	39.0	150.0	37.0	11.0	22.0
11	44.0	0.0	34.5	7.0	34.0	8.0	17.4
12	9.4	6.5	15.7	2.0	42.0	9.0	3.4
13	35.8	3.5	28.1	1.0	29.0	10.0	14.3
14	31.0	6.9	19.0	2.0	30.0	6.0	11.4
15	8.2	13.6	7.2	2.0	46.2	9.0	3.2
16	49.9	2.2	33.6	2.0	31.0	10.0	19.6
17	23.2	7.4	13.5	1.0	21.0	10.0	8.2
18	2.1	16.5	4.2	0.0	24.0	8.0	1.2
19	26.9	5.5	17.0	1.0	16.0	4.0	11.0
TOPLAM m ³							148
Toplam enerji üretimi Kw/h							296

Tablo 4.4. (2) Bacalardan ölçülen gaz miktarları

ÖLÇÜM YERİ	ÜNYE GAZ ÖLÇÜM TABLOSU						
ÖLÇÜM TARİHİ	2-5 / 12/2019		DIŞ ORTAM SICAKLIĞI		17°C		
BACA NO	%CH ₄	%O ₂	%CO ₂	%H ₂ S	GAZ SICAKLIĞI	m ³ /h	KALORİ mJ/m ³
1	46.7	0.2	28.0	0.0	26.4	4.0	18.6
2	60.1	0.0	35.0	56.0	22.0	8.0	24.0
3	15.9	5.8	18.0	2.0	38.0	10.0	6.5
4	37.2	0.0	31.0	24.0	36.0	9.0	17.0
5	49.3	1.8	33.3	3.0	37.0	7.0	19.6
6	55.0	0.8	37.4	222.0	45.0	4.0	21.0
7	59.2	0.0	37.5	160.0	40.0	10.0	23.7
8	38.0	1.2	27.0	3.0	38.0	7.0	15.0
9	15.3	8.8	15.0	3.0	46.0	4.0	6.4
10	55.0	0.0	39.0	150.0	37.0	11.0	22.0
11	44.0	0.0	34.5	7.0	34.0	8.0	17.4
12	9.4	6.5	15.7	2.0	42.0	9.0	3.4
13	35.8	3.5	28.1	1.0	29.0	10.0	14.3
14	31.0	6.9	19.0	2.0	30.0	6.0	11.4
15	8.2	13.6	7.2	2.0	46.2	9.0	3.2
16	49.9	2.2	33.6	2.0	31.0	10.0	19.6
17	23.2	7.4	13.5	1.0	21.0	10.0	8.2
18	2.1	16.5	4.2	0.0	24.0	8.0	1.2
19	26.9	5.5	17.0	1.0	16.0	4.0	11.0
TOPLAM ORT. Ve m³/h	34.9	4.2	24.9	33.7	33.6	148	13.9

Yapılan ölçümler sonucunda tablodan da anlaşılacağı üzere 6 bacada enerji üretiminde değerlendirilebilir gaz ölçümüne rastlanmıştır. Bu bölgenin sahanın kapanmadan önce kullanılan bölge olduğu belirtilmiştir genç çöp yaşı gaz oluşumunda önemli rol oynamıştır. Diğer bacalar fermantasyon döneminin sonunda olduğu için birçoğunda değerlendirilebilir gaz değerlerine rastlanmamıştır.

Bu tür enerji dönüşüm sistemlerinde toplanan gaz jeneratör motorlarında yakılarak enerji elde edilir. Bu jeneratör motorları metan değeri 48'in altına düştüğünde çalışmamaktadır. Bu durumda 6 baca kullanılabileceği düşünülse de bacalara emiş yapıldığında metan oranlarının kısa sürede düşeceği tahmin edilmektedir. Mevcut bacaların alan üzerindeki dağılımına bakıldığında U2- U16, U16-U7, U7-U8 bacalarının arasına 3 baca daha yapılabileceği düşünülmektedir. Ekli tablolarda oluşturulan gaz grafiği emiş sırasında gaz kalitesinin düşmediği düşünülerek oluşturulmuştur. Bölgedeki atık karakterizasyonu incelendiğinde, sahaya atık alınmayacağı düşünüldüğünde ve diğer sahalardaki gaz bacalarının aktif kullanım süreleri baz alındığında enerji verimliliği kısa zaman içerisinde

düşmektedir. Şalt sahası yapılması, enerji nakil hattı ve ana hatta bağlantı noktası, gaz motorunun temini, gaz emme ve motorlara gazı pompalama hatları, gerekli izinler, sahada yapılması gereken düzenlemeler düşünüldüğünde bu hali ile mevcut gaz bacalarının yapılacak yatırımı karşılamayacağı düşünülmektedir.

Bunun gibi küçük miktarlarda gaz söz konusu olduğunda iki seçenek düşünülebilir. Bunlar; yakma ve biyofiltre sistemleridir.

4.2. Metan Gazı Miktarı Hesaplama

16.10.2019 tarihinde 55 dekarlık alanda 19 adet gaz drenaj kuyusu açılmış olup 22.10.2019 tarihinde borulaması tamamlanan 3 adet kuyu yapılan ölçümde, %59 oranında yüksek değerde metan gazı tespit edilmiştir. Metan gazı ölçüm işlemi şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Ölçüm yapılan aletlerin ve çöp gazı değerinin gösterimi

4.3. Ünye İlçesi İçin Düzenli Depolama Alanına Geçilmesi

Ordu Belediyesi sınırları içinde vahşi depolama alanlarının kapatılmasının düşünülmesiyle birlikte yeni ve modern çevre bilincine uygun şekilde kurulacak olan düzenli depolama tesisinin yeri aranmaya başlanmış ve Çaybaşı Mevkiinde bir arazi seçilmiştir.

Düzenli depolama alanlarının kurulması için gereken şartlara uygun olmasına özen gösterilmiştir. Bu şartlar ;

- Yerleşim yerlerine çok yakın olmaması
- Arazi değerinin fazla olmaması
- Tarıma elverişli alanlar olmaması
- Yer altı su seviyesinin yüksek ve yüzey sularına yakın olmaması
- İçme, sulama sularına yakın mesafede olmaması

- Havaalanlarına yakın olmaması. Çaybaşı düzenli depolama tesisi Ordu - Giresun havaalanına 133 km, Samsun (Çarşamba) havaalanına 77 km mesafededir. (Katı atık depolama tesisleri yerleşim yerlerine en az 1000 metre mesafede olmalı ve havaalanlarına 5000 metre uzakta olmalıdır.) Çaybaşı düzenli depolama tesisi bu şartlara uymaktadır.
- Depolama sahaları kuruluş itibari ile en az 20 yıl kullanılmalıdır Çaybaşı düzenli depolama tesisi 11 yıllık çalışacak şekilde projelendirilmiştir, genişletme çalışması yapılabilecek alana sahiptir.
- Sıt alanlarına ve turizm alanlarına yakın değildir.
 - Düzenli depolama tesis yerimizi depremsellik yönünden incelediğimizde; Ordu ilinin güneyinden Sivas-Tokat-Amasya üzerinden geçen Kuzey Anadolu fay zone (KAFZ) geçmektedir. Bu fay üzerinde oluşabilecek herhangi salınım bölgemizi endirek olarak etkileyecektir. KAFZ üzerinde oluşmuş olan ve rihter ölçeği ile ölçülen 5 üzeri depremler tarihleri ve şiddetleri ile birlikte verilmiştir;
 - Sivas Suşehri Depremi: 1929- 6.1
 - Niksar Erbaa Depremi: 1942- 7.0
 - Samsun Tosya-Ladik Depremi: 1943- 7.2
- Bölgede çığ, heyelan, gibi diğer doğal afetlere rastlanmamaktadır.

Halk bu bölgede düzenli depolama tesisinin kurulmasına karşı çıkmış, tesisin inşası devam ederken protesto etmiştir. Fakat; halk bilinçlendirme toplantısı ve Ordu 52 TV de halkı bilinçlendirmek için yapılan yayınlar sonrasında halk ikna olmuştur ve çalışmalar güvenli bir şekilde devam etmiştir. Halkın protestosu şekil 4.13' de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Yerel Halkın Protestosu



Şekil 4.13 (2) Yerel halkın protestosu

Buradaki düzenli depolama alanına Ünye' nin çöpleri kompost halinde getirilmektedir. Burada ki komposttan söz edilen atık içinden geri dönüştürülebilecek her malzemenin çıkarılması, yakılabilecek ürünlerin yakılmasıdır.

Alınan evsel içerikli katı atık ilk olarak ayrıştırma tesisine gelmekte burada geri dönüşüm işlemlerine tabii olabilecek malzemeler ayrıştırılmaktadır. Yakılması daha uygun olan katı atıklar Ünye Çimento fabrikasında yakılmaktadır. Geriye kalan organik atıklar bu tesise getirilmektedir getirilen katı atığın %40'ını su oluşturmakta ve depolama sonrası ilk bir hafta gibi bir sürede büyük bir hacim küçülmesi yaşanmaktadır. Lotlarda oluşan bu sızıntı suyu arıtılma amaçlı dengeleme havuzuna getirilir.

Altınordu ve Ünye Mekanik Ayırma tesislerinden gelen günlük yaklaşık 250 ton organik atık 14400 m² alanda bulunan ve tabanında sızdırmazlık yapısı bulunan (Geotekstil-Membran-Kil) arazi içine depolanarak üzeri kokmaların önüne geçmek

için topraklanmaktadır. Tesiste idari bina, atölye binası, 500 m³'lük içme suyu deposu, kantar, araç yıkama ünitesi bulunmaktadır. Organik atığının havasız ortamda ayrışması ile oluşan metan gazından 2,5 megawatt saat (2000 hane) enerji üretimi yapılmaktadır. Çaybaşı Düzenli Depolama Sahası ve Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi alanı 132.000 m² lik bir orman arazisidir. Kesim izni mevcuttur. Toplamda 3 adet depolama lotu projelendirilmiştir.

Tablo 4.5. Lotların Tahmini Ömürleri

Lot	Ömür	Yıl	Lot alanı (ha)	Bertaraf Edilen atık(ton)	Atık Hacmi (m ³)	Günlük Toprak Örtü(%13)	Toplam depolama (m ³)	Kapasite
Lot-1	2018-2019	2	1,44	100652	100652	13085	113737	120000
Lot-2	2020-2024	5	2,24	260279	260279	33836	294115	300000
Lot-3	2025-2028	4	1,70	217620	217620	28291	245911	250000
	TOPLAM	11	5,38	578551	578551	75212	653763	670000

1.Lotun ömrü 2 yıl olup sahanın toplam ömrü 11 yıldır. Çevresel Etki Değerlendirmesi raporuna göre 140 ton/gün atık depolanmıştır. (2019 yılı için)

Kantar, tekerlek yıkama ünitesi, atölye binası, idari bina ve 3 adet biyokurutma lotu mevcuttur. Sızıntı suyu arıtma tesisi için membran- ultra filtre-nano filtre sistemi seçilmiştir. Kapasitesi 156 m³/gün'dür. Dengeleme havuzu (32 m x29 m x 6.5m) 100 yıl tekerrürlü en yüksek yağış alacak şekilde hesaplanmıştır. Sızıntı suyu arıtma tesisi alıcı ortam deşarj standartlarını sağlamak ve kuru dere yatağına deşarj edilmektedir. Sızıntı suyu arıtma tesisi tam otomatik olarak çalışmaktadır.

Kantar gelen atıkları tartmakta ve lotun ömrünü net bir ifadeyle ölçmemizi sağlamaktadır. Tekerlek yıkama ünitesi saha içine giren araçların çıkışta tekerleklerinin yıkanması ve gidiş güzergahındaki yollara bu kirliliği götürmemesi amaçlıdır. Tesisin çevresi tel çit ile çevrilmiş ve giriş tek bir ana kapıdan verilmektedir bunun amacı yine hayvanların tesise giriş çıkış yaparken yanlarında kirlilik ve hastalık götürmesini engellemektir.

Sızıntı suyu, çöp deposunun çevre açısından önemli bir parametresidir. Sızıntı suyunun ana kaynağı yağmur suları ve çöpün ihtiva ettiği sudur. Çöplük işletmede iken hektar başına günde yaklaşık 2-5 m³ sızıntı suyu oluşur.

Sızıntı suyu miktarı; atıkların kompozisyonu, miktarı, türü ve yağışlara göre değişir. Katı atık deposunda oluşan bu sızıntı suları; geçirimsiz hale getirilen depo tabanı üzerine dren boruları döşenerek, bir noktada toplanır. Hidrolik ve statik olarak

hesaplanması gereken drenaj borularının çapı minimum 100 mm ve minimum eğimi %1 olmalıdır. Bu borular, basınca dayanıklı yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) delikli veya yarıklı borulardır. Bu boruların et kalınlığı 10 mm veya 16 Atü iç basınca dayanacak şekilde olmalıdır. Dren boruları, münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkar. Depo tesisi çıkışında kontrol bacaları bulunur. Ayrıca dren boruları çevresine iri taşlar yerleştirilir. Bu taşların üzerine çakıl filtre yerleştirilir. Bu filtrenin boru sırtından itibaren yüksekliği minimum 30 cm olur. Drenaj sisteminde kullanılan çakılın çapı 16/32 veya 8/16'dan küçük ve kireç oranı da %30 dan çok olmamalıdır (ÇŞB, 1996).

4.3.1. Sızıntı suyunun azaltılması

Sızıntı suyunun oluşumunu sağlayan en önemli parametre çöp kütlesi üzerine yağın yağmurlar ve çöp içerisindeki suyun parçalanma sonucuyla salınımıdır. Yağmur suyu çöp kütlesi içinden ne kadar az debili akarsa o kadar kirliliği bünyesine absorbe eder ve sızıntı suyunun kirlilik seviyesi yükselir buna bağlı olarak sızıntı suyunun arıtımı güçleşir. Burada yağmur suyunun çöp kütlesi içerisinde olabildiğince hızlı fakat mikroorganizmaları çöp kütesinden sökmeyecek kadar da yavaş akmalıdır. Burada ki bahsettiğimiz hız ile suyunun kütleyle terk etmesi için toprağa %3 den daha büyük olmak üzere eğim verilmelidir.

Sahanın etrafındaki yüzey sularının çöp deposuna girmesi önlenmiş, bunun için saha kenarına drenaj hendekleri açılmıştır. Buradaki sular çöplükteki sızıntı sularına karıştırılmadan ayrıca drene edilirler. Kanallar, yüzey sularının tamamını taşıyabilecek kapasiteye sahiptir. Depo sahası önceden belirlenmiş etaplar halinde işletilmeli, her bir etap tamamen doldurulmadan bir sonraki etap başlatılmamalıdır.

Etaplar atık boşaltma sahasının en yüksek kısmından başlayarak sıra ile birbirini izlemelidir. Böylece dolum yapılan bölgeden kaynaklanan sızıntı sularının, sahanın diğer bölgelerine düşen yağmur sularına karışması önlenir. (Çevre Bakanlığı, 1996)

Sızıntı suyu arıtma tesisinde lotlarda oluşan atık su sızıntı suyu dengeleme havuzuna gelir. Sonraki adımda HDPE boru sistemiyle Denitrifikasyon havuzuna gelir. Burası oksijensiz bir alandır. Bu kısımda oksijensiz ortamda ilgili bakterilerle biyolojik arıtma başlar.

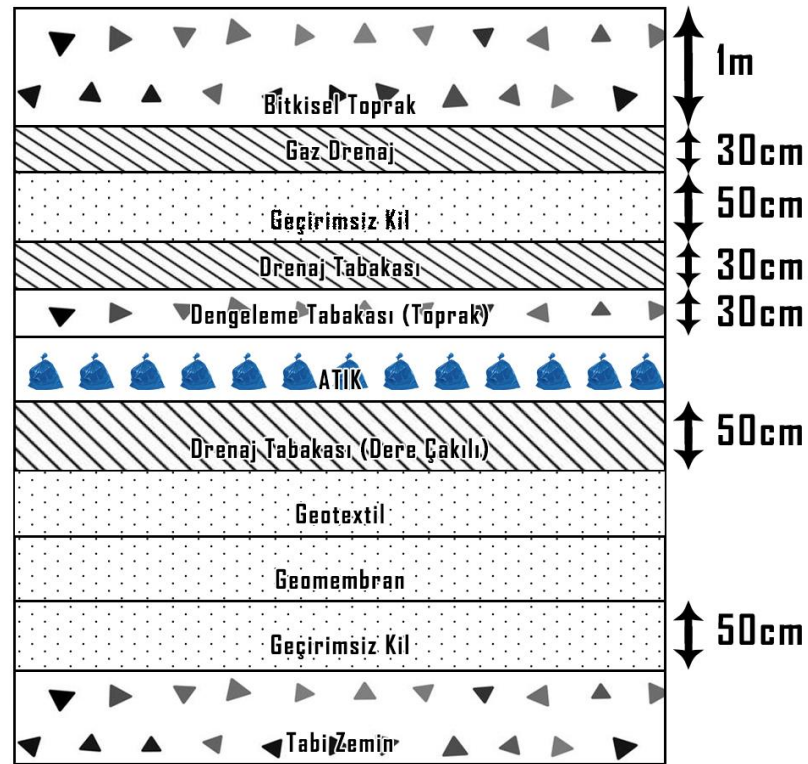
Nitrifikasyon havuzuna gelen atıksu burada bulunan blowerlar sayesinde oksijenli ortamda biyolojik arıtma işlemi devam eder. Daha sonra Ultrafiltrasyon ve

nanafiltrasyon ünitelerine geçiş yapılır. Burada yüksek basınçlı filtreler vasıtasıyla kimyasal arıtma işlemi gerçekleştirilmektedir. Alıcı ortam olan kuru dere yatağına deşarj standartlarına uygun kriterlerde deşarj yapılır.

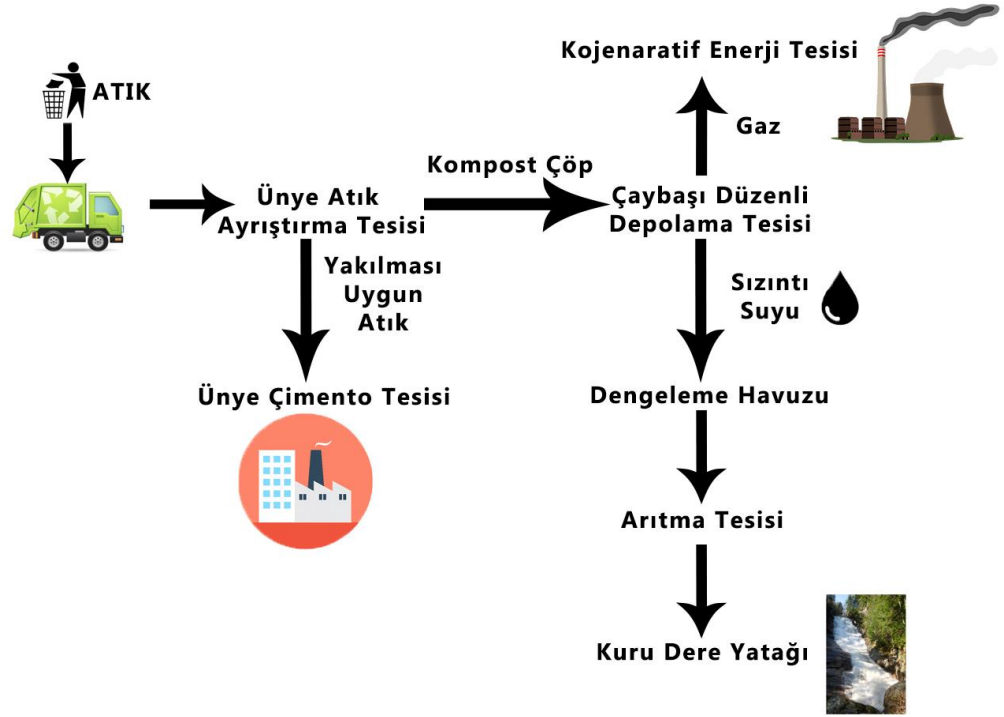
Tesise depolanacak atıklar evsel içerikli; evlerden veya evsel atık içerikli atık oluşturan belediyeler, lokantalar, rekreasyon alanları, tehlikeli atık içeriğine sahip olmayan sanayi ticarethane atıkları gibi tehlikeli atık içermeyen atıklardır.

Tesise depolanmayacak atıklar ise; sıvı atıklar, radyoaktif madde içeren atıklar, stabilize hale getirilmemiş arıtma çamurları, geri dönüştürülebilir elektronik atıklar, kontamine olmuş hastane atıkları, patlayıcı maddeler, hayvan kadavraları ve yakılmaya daha uygun olan nem muhtevasının yüksek olmadığı atıklar bu tesise depolanmayacaktır.

Düzenli depolama alanının kesit görüntüsü şekil 4.14’ de verilmiştir. Kısaca atıkların izlediği yol aşağıdaki grafikte detaylı olarak verilmiştir;



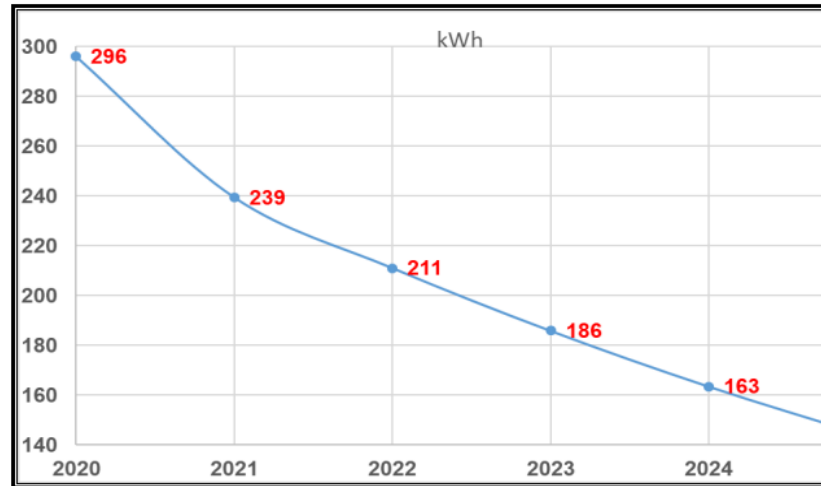
Şekil 4.14. Düzenli Depolama Alanı Kesit Görüntüsü



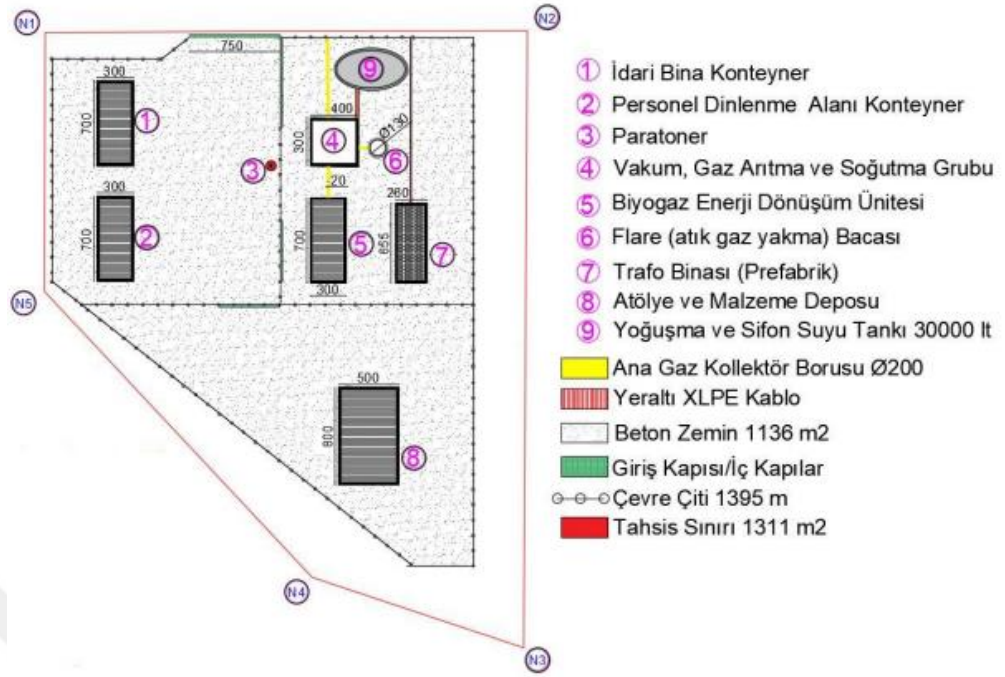
Şekil 4.15. Ünye İlçesi Atık Yolu

4.4. Enerji Üretim Tesisi

Çaybaşı düzenli depolama tesisinde çöplerden salınan gazı toplayarak enerji tesisinde kojenaratif elektrik üretimi yapılmaktadır. Kojenaratif ısı ve elektrik üreten tesislerce kullanılan bir terimdir. Yıllara göre tahmin edilen enerji üretim miktarları 4.16. grafiğinde verilmiştir.



Şekil 4.16. Yıllara göre tahmin edilen enerji üretim miktarları



Şekil 4.17. Enerji tesisinin kurulum şeması

Tesisin genel yerleşim yapısı bu şekildedir. Ve 2000 hanenin enerji ihtiyacını karşılamaktadır.



Şekil 4.18. Enerji tesisi



Şekil 4.19. Enerji tesisi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Ülkemizde 2003 yılında düzenli depolama tesisi sayısı 15 iken 2017 yılı ilk yarısı itibari ile düzenli depolama tesisi sayısı 84'e yükseltilmiştir. Bu tesisler ile 1112 belediyede 52,7 milyon nüfusa hizmet verilmektedir. 2017 yılında düzenli depolama sahası kuran ve işleten il sayısı ise 59'dur. Bununla birlikte yaklaşık 900 civarında düzensiz döküm sahası bulunmaktadır. Bu sahalar rehabilite edilmemiş olup sahalarda aktif döküme devam edilmektedir. Düzenli depolama, biyometanizasyon ve düzensiz döküm sahalarından kaynaklanan biyogaz veya depo gazından enerji eldesi mümkün olmaktadır. 29 ilde biyogaz tesisi (depo gazı, biyometanizasyon) faaliyet göstermekte olup tesisler; Adana, Afyonkarahisar, Aksaray, Amasya, Ankara, Antalya-Manavgat, Bolu, Bursa, Denizli, Elazığ, Gaziantep, Hatay, Isparta, İstanbul, Kırıkkale, Kayseri, Kocaeli, Konya, Malatya, Mersin, Nevşehir, Sakarya, Samsun, Sivas, Şanlıurfa, Tokat, Trabzon, Uşak, Zonguldak illerinde bulunmaktadır. Bu tesislerden fiili olarak üretilen elektrik miktarı yılda yaklaşık 900 bin MWh'ın üzerindedir. Ankara, Konya, Malatya ve Kayseri illerinde ise rehabilite edilmiş düzensiz döküm sahasından fiili olarak 230 bin MWh elektrik üretimi sağlanmaktadır. Ankara, Adana, Kocaeli ve Samsun illerinde biyometanizasyon tesisinden üretilen gaz, depo sahasından çekilen depo gazı ile birlikte yakılarak elektrik üretilmektedir. Ülkemizde mevcut düzenli depolama ve düzensiz döküm sahalarından kaynaklanan depo gazının toplanması ve toplanarak enerjiye dönüştürülmesi mevcut düzensiz döküm sahalarının kapatılması ve yeni düzenli depolama sahalarının açılarak depo gazının toplanma oranının artırılması ile mümkün olacaktır. Buna göre, depo gazı potansiyeli yaklaşık olarak 2 milyar m³ olup bu sahalardan elde edilebilecek enerji potansiyelinin yaklaşık olarak 2,5 milyon MWh olacağı tahmin edilmektedir. Bu kapasite, sahalarda yapılacak detaylı fizibilite çalışmaları ile belirlenmelidir. Potansiyelin kullanılması ve gerekli yatırımların yapılabilmesi için bu bilgiler temelinde depo gazının üretimi, toplanması ve kullanılması ile ilgili daha net hesaplamalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Çöpler düzenli depolama alanlarında bertaraf edilecekse bu alanlarda oluşan/oluşacak depo gazları toplanmalı ve enerji amacı ile kullanılmalıdır. Artık çöp depolama tesisleri bioreaktör haline dönüştürülerek, depo gazları çevre ile uyumlu şekilde değerlendirilmelidir. (Öztürk, 2017)

Mevcut vahşi depolama alanlarının oluşturduğu çevresel sorunlar gelişen teknoloji ile sorunların daha nicel yöntemlerde kısa sürelerde belirlenebilmesi, halkın eğitim seviyesinin artması ile toplumsal yaşama önem verme kaynaklarımızı tüketme ve sürdürülebilirlik konusunda bilinçlenme, gelecekte güzel bir dünya bırakma ümidiyle önemli gündem maddesi haline gelmeye başlamıştır. Her türlü katı atığın bilinçsiz olarak depolandığı bu sahalar hava, su ve toprak kirliliğine neden olan noktasal kirlilik kaynaklarıdır. Ayrıca yapılan çalışmalar neticesinde depolanan atık karakteristiğine göre radyoaktif kirlilik oluşturduğu, toryum, potasyum ve uranyum radyasyonu yaydığı tespit edilmiştir (Çınar, 2015).

Atık alanları çevresinde hayatını sürdüren halk çevreye ve insana verilen zararı derinden yaşamakta bu alanların bir an önce rehabilite edilmesini, gerek toplumsal eylemler ile gerekse mahkeme yolu ile talep etmektedir.

Teknolojik gelişmelerin artmasıyla hızlı endüstrileşme bunun sonucunda atık çeşitliliği ve miktarında ki artış ayrıca nüfusun bir sıçrama yapıyor olması sebebiyle ortaya çıkan bu atıklar belirli kurallar çerçevesinde bertarafını gerektirmektedir. Atıkların bertarafının usüle uygun yapılmaması durumunda yakın gelecekte olumsuz etkilerinin gündeme geleceği açıktır. Katı atıklar ülkemiz için önemli bir çevre sorunu teşkil etmektedir. Türkiye'de günümüzde halkın sağlığını tehdit eden ve hiçbir standarda uymayan iki bine yakın atık depo sahası (vahşi depolama sahası) bulunmaktadır (Ertürk, 2011).

Kentsel yaşamın sürdüğü ve sanayi bölgelerinden çıkan atıkların problemlerinin insana, doğaya ve çevreye verdiği zararların bir nebze azaltılabilmesi için bu kurallar çerçevesinde bertaraf edilmelidir.

Türkiye'nin farklı illerinde yapılan çalışmalar yukarıda verilmiştir. 5 yıl içinde Türkiye'nin tamamına düzenli depolama tesislerinin hizmet vermesi planlanmıştır. Bu tesislerden elde edilen enerji miktarı tesisin kendi elektirliğini ve şehrin bir kısmının elektirğini karşılayacak düzeydedir. Çöp enerjisi boşa harcanmayacak kadar değerli bir üründür. Vahşi depolama alanlarında çöpten herhangi bir enerji eldesi söz konusu olmadığı için bir çalışma yapılmayıp bu değerli madde atmosfere salınıp sera gazı etkisi yaratmakta veya sıkışıp patlamalara neden olmaktadır. Bu gazın toplanıp işlenmesi ve enerji eldesi ülkemize çevresel ve ekonomik anlamda büyük bir kazanım sağlayacaktır.

Vahşi depolama alanları enerji ve geri dönüşüm katkısı olmadığı gibi çevreye yeraltı yerüstü suyuna toprağa atmosfere yadsınamayacak zararlar vermektedir.

Türkiye’de vahşi depolama alanlarının kapatılıp düzenli depolamaya geçilmesi programı başlatılmıştır fakat; bu düzenli depolama tesisleri mevzuata uygun yapılmaz ise enerji eldesi, sızıntı suyunun toplanması ve arıtılması deşarj standartlarına uygun hale getirilmesi gibi kurulum amaçlarında kullanılamayabilir.

Düzenli depolama alanlarında nüfus çalışmaları, kişi başı oluşturulan atık miktarı, lotların ne kadar zamanda dolacağı gibi nüfus projeksiyon çalışmaları ile alan miktarı belirlenebilir arazi nüfusun atık depolama ihtiyacını minimum 20 yıl karşılamalıdır. Lotların dolması halinde alan genişletilebilir olmalıdır bu sebeple arazi seçiminde çok dikkatli olunması gerekmektedir.

Arazi seçimi yaparken hava, su, toprak gibi yaşamımızı devam ettirmemizi sağlayan unsurlara verilen zarar minimuma indirilmelidir. Seçilen arazinin yeraltı suyu yüksekliği fazla olmamalı ve yakınında yüzey suyu olmamalıdır.

Türkiye’de vahşi depolamaya son verilmeli alanlar kapatılarak Ünye örneğinde ki gibi rehabilite edilmelidir. Rehabilite işlemleri gerçekleşirken metan gazı ölçüm ve bertarafı dikkatli bir şekilde yapılmalı, metan gazı miktarı yüksekse enerji üretiminde kullanılmalıdır.

Vahşi depolama alanlarındaki metan gazı ölçümleri doğru bir şekilde yapılmalıdır. Fayda maliyet analizleri esas alınarak enerji tesisleri kurulabilir veya Ünye örneğindeki gibi metan gazı yeterli değilse bacalar ve biyofiltre yardımıyla gazlar bertaraf edilip atıklar düzenli depolama alanına taşınarak burada metan gazı üretimi amaçlı kullanılabilir. Yaşlı deponi sahalarında metan gazı eldesi daha zayıf olacağı için kurulacak enerji tesisini buralardaki oluşmuş ve oluşmakta olan metan gazı çalıştırmayabilir bu unsura dikkat edilerek çalışma yapılmalıdır. Metan gazı ölçümü için kurulacak olan sistemlerde gaz kaçırma engellenmeli ve borunun etrafı sızıntı önleyen membran tabaka ile kapatılmalıdır.

Halkın katılım toplantısının projeye başlanmadan önce yapılması elzemdir. Halk bu konuda bilinçlendirilmeli ve rahatsızlık yaratan durumlara çözüm bulunmalı, halkın soruları cevaplanmalıdır.

Projeye başlanmadan bu tasarımın çevreye vereceği zararlar göz önüne alınarak ÇED raporu alınmalıdır. ÇED olumlu olduğuna dair rapor alındıktan sonra projeye başlanmalıdır

5.2. Öneriler

Çaybaşı düzenli depolama alanı projesi başlatılmadan halkın katılım toplantısı yapılmamıştır bu eksiklik proje başlangıç aşamasında halkın bu projeyi çevre tahribi olarak görmesine ve protestolara sebep olmuştur. Halk proje devam ederken bilinçlendirilmiş ve halkın da onayı alınmıştır.

Projelerde mutlaka halkın katılım toplantısı ve bilinçlendirme yapılmalıdır. Ünye vahşi depolama alanının rehabilitasyon süreci tamamlanmak üzeredir. Bunun yanı sıra Ordu Büyükşehir belediyesi sınırları içinde bulunan ve döküme devam edilen 10'dan fazla arazi bulunmaktadır bu vahşi depolama alanları halkın ve çevrenin sağlığını ileri düzeyde tehlikeye sokmaktadır bu sahaların acilen döküm işlemlerinin durdurulması ve bu örnekteki gibi rehabilite çalışmalarının başlaması gerekmektedir.

Vahşi depolama alanı olarak kullanılan alan ekolojik açıdan ağır tahribe uğramıştır ve tekrar dengeye ulaşip tohumlanmak çimlenmek gibi doğal toprak süreçlerini yerine getirmesi uzun yıllar alabileceği için dışardan bir etken ile bu süreci olabildiğince kısaltmak ve ekolojik olarak kaybettiği bu dengeyi toprağa kazandırmak gerekmektedir.

Bu dengeyi geri kazandırmak için bazı bitkisel ıslah çalışmaları yapılmalı ve kullanım dışı olan alan bu ıslah ve rehabilite çalışmaları sonucunda tekrar halkın kullanımına açılmalıdır. Çöp depo alanları halk sağlığı üzerinde psikolojik ve biyolojik rahatsızlıklara sebep olduğu bilinmektedir alan yeşillendirilip çiçeklendirilerek bu olumsuz etkenin minumuma indirilmesi sağlanmalıdır.

Vahşi depolama alanı ıslah ve rehabilitasyon çalışmalarının son basamağı olan toprak üstü yeşillendirme için bazı çalışmalar yapılmıştır. Kapatılan vahşi depolama alanlarının alt tabakasında çöp olduğu için kökü uzun bitkilerin burada biriken çöp sızıntı suyunu dışarı sızdırma ihtimalinden dolayı kısa köklü bitkiler tercih edilmesi önerilir. (Binbaşaran ,2001)

Uzun köklü bitkiler su sızmasını arttıracığından ve örtü tabakasını tahrip edebileceğinden rehabilitasyon sürecinde kullanılmamalıdır. Fakat; saha çevresinde alt tabakasında atık içermeyen bölgede güzel bir görünümün oluşturması açısından ağaçlar dikilebilir.

Vahşi depolama alanlarının rehabilitasyonunda saha üzerinde idari bina ve kalıcı yapılar için jeolojik etütler yapılmadığı ve önlemler alınmadığı sürece uygun değildir.

Saha üzerinde toprak yapısını bozabileceği için herhangi bir araç akışına uygun şekilde yol yapılmamalıdır veya yürüyüş yolları tavsiye edilebilir.

Ünye ilçesinde tarım ve hayvancılık yaygındır, park sahalarında otlatma yapılabilmektedir. Rehabilit edilen saha otlatma ve tarım arazilerinin yakınında bulunmaktadır. Toprak örtüsü olarak kullanılan yeşillendirme-bitkilendirme çalışmaları tamamen sahanın tahrip edilen yönünü en aza indirmek içindir bu düzensiz depolama alanlarının yeşillendirilmesi için kullanılan bitkilerde çeşitli araştırmalar sonucunda ağır metal birikimleri görülmüştür. Bu sahada otlatma yapılmaması gerektiğine dair halk bilinçlendirilmeli uyarı levhaları asılmalıdır.

Kısa köklü bitki seçimleri ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır ve bu sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

Akdeniz doğal bitki örtüsüne ait bitkilerden biri olan *C. dactylon* bitki örtülüğü açısından hem çöpsüz temiz alanda hem de çöp depo alanında, temiz su ile ya da çöp sızıntı suyu ile sulanarak her koşulda ve her dönemde en az %80'nin üzerinde başarı göstermiştir. İki yıllık bitkilerin bitki örtülüğü açısından çöpsüz temiz alanda %93 çöp depo alanında %84,2 temiz su ile sulandığında %91,7 çöp sızıntı suyu ile sulandığında ise %85,5 ortalama değerleri elde edilmiştir. İki yıllık bitkilerin boy ortalaması çöpsüz temiz alanda 33,2 cm, çöp depo alanında 30,6 cm, temiz su ile sulandığında 33,6, çöp sızıntı suyu ile sulandığında ise 30,3 cm'dir.

C. dactylon'da bitki boyu hem çöpsüz temiz alanda hem de çöp depo alanında, temiz su ile ya da çöp sızıntı suyu ile sulandığında yeterli uzunluğa ulaşabilmiştir. *C. dactylon* istilacı bir bitki olarak çimlenme yeteneği zayıf olan, bitki örtülüğü yetersiz ve gelişimi yavaş olan türlerin alanına da girerek onların yerini almıştır.(Erdoğan R ve Uzun G, 2007)

C. dactylon bitkisi Karadeniz ikliminde de tohumlanma ve büyüme süreçlerine uyumludur. Doğal ortamda sık sık karşımıza çıkması ve bakım gerektirmeden kendiliğinden türemesi ve olduğu alanı istila etmesi bu bitkiyi toprak yüzeyini kaplama konusunda iyi bir seçenek haline getirmiştir.

Ayrıca bu bitkinin ağır metal ve arsenikle kirlenmiş sahalarda da etkili istila gücüne sahip olduğu görülmüştür. (Del rio ve ark. ,2002)

Bitki tohumlarının Ordu yöresinde doğal ortamından uygun yöntemlerle toplanması toprağa ekilmesi ve temiz su ile can suyu verilmesi ardından düzenli sulama yapılması tavsiye edilir.

A. rosea bitkisi sayı bakımından hem çöpsüz temiz alanda hem de çöp depo alanında, temiz su ile sulanarak ya da çöp sızıntı suyu ile sulanarak yeterlilik gösterebilmektedir. Denemede bitki örtülüğü ortalamalarına bakıldığında çöpsüz temiz alanda %45,1 çöp depo alanında %36,3 temiz su ile sulandığında %45,3 çöp sızıntı suyu ile sulandığında ise %38,2 değerleri elde edilmiştir. Daha çok dikey olarak gelişme gösteren ve etkinliğini dikey olarak gösteren *A. rosea* bitki örtülüğü açısından hem çöpsüz temiz alanda hem de çöp depo alanında, temiz su ile ya da çöp sızıntı suyu ile sulanarak başarılı sonuçlar vermiştir. Bitki boyu ortalamaları ise çöpsüz temiz alanda 64,7 cm, çöp depo alanında 84,0 cm, temiz su ile sulandığında 75,4 cm, çöp sızıntı suyu ile sulandığında ise 73,7 cm olarak belirlenmiştir. *A. rosea* hem çöpsüz temiz alanda hem de çöp depo alanında, temiz su ile ya da çöp sızıntı suyu ile sulandığında yeterli boya ulaşabilmektedir. Bitki iyi gelişim gösterdiği aylarda diğer bitkilerin gelişimine sınırlı bir şekilde olanak vermekte, Ağustos ayından itibaren bitkinin tohum bağlayıp kurumasıyla birlikte yabancı bitkiler *A. rosea*'nın yerini alabilmektedir. (Erdoğan R ve Uzun G, 2007)

A. rosea bitkisi orta Karadeniz bölümü iklim şartlarına uyan ve tahrip edilmiş sahalarda kullanılabilen tolerans değeri yüksek bir türdür. Mevsim şartlarına uyan bir bitki olması ve vahşi depolama alanında kullanılması için uygun bir bitki olabilir. Bitki tohumları Ordu yöresinden uygun şartlarda toplanmalı toprağa ekilmelidir. Can suyu ve sulama suyu olarak temiz su kullanımı önerilir.

Ordu' nun merkez ilçesi olan Altınordu Belediyesinde 30 yıldır kullanıma açık olan vahşi depolama alanı aynı yöntemlerle rehabilite edilmiştir ve toprak üstü yeşillendirme projesi olarak *lavandula officinalis* (lavanta) bitkisi kullanılmıştır. 17 dönümlük eski vahşi depolama alanı olan ve rehabilite çalışması tamamlanan alana 15 bin adet lavanta fidanı dikilmiştir. Burada ki amaç tahrip edilen alanın lavanta bahçesi olarak kullanıma açılması, halk için güzel bir görünüm oluşturarak psikolojik açıdan verdiği zararı minimuma indirmesi, estetik görünüşü ile turist çekmesi ve etrafa güzel koku yaymasıdır. Aynı toprak ve iklim yapısına sahip olan Ünye ilçesinde de *lavandula officinalis* dikimi yapılabilir. Ünye ilçesi çok fazla turist alması nedeni ile böyle bir rekreasyon alanının halk ve turistlerin ilgisini çekeceği düşünülebilir.



Şekil 5.5. Altınordu ilçesi eski vahşi depolama alanına lavanta dikimi (Nisan, 2021)

Konum olarak Ordu ve Samsun şehirlerinin sınırında ve deniz kenarında olan bu bölge için halk açısında kullanışlı hale getirilmesi düşünülmelidir. Deniz kenarında olan kısma yürüyüş yolları ve iç kısımda kalan bölmeye bank ve çardaklar inşa edilerek bölge yukarıda örnek olarak verilen bitkilerle yeşillendirilmelidir.

Tüm sahada *lavandula officinalis* bitkisi toprak örtüsü olarak kullanılırsa fotoğraf çekim platosu oluşturulup ekonomik fayda sağlanabilir.

Bölge Büyükşehir Belediyesi tarafından gözetim altında tutulmalı belirli aralıklarla sızıntı suyu ve toprak hareketlenmesi konularında denetlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Akdoğan, A. ve Güleç S., 2005 “Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarının ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi” Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. S.3, 258-271
- Akınbo B. J. ve Olajuwon B I., 2019 “Isı ve Termal Radyasyon Varlığındaki Konvektif Sınır Şartı İle Dik Plakalı Hareketli Magnetohidrodinamik (Mhd) Akışı Üzerinden A Kitle Transferi” Mühendislik ve Doğa Bilimleri Sigma Dergisi , 2019, Cilt: 37, Sayı: 3, (SEP 2019), s: 1031-1053
- Chugh S. ve ark., 1998 “Devridaim edilen sızıntı suyu hacminin MSW bozulması üzerine etkisi Atık Yönetim”. Res., 16, S: 564 – 573
- Çınar A. 2015, “İki Farklı Jeofizik Yöntemi ile Trabzon-Moloz İlçesi Eski Atık Bertaraf Alanının Karakterize Edilmesi”
- Demir İ. ve ark. 1999, Katı Atıklar için Entegre Yönetim Yaklaşımları, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu'99, İstanbul, 17-19 Şubat 1999
- Erdoğan R. ve Uzun G., 2007 “Katı Atık Depolama Alanlarının Bitkisel Islahına Bir Örnek” Adana-Sofulu Çöp Depolama Alanı, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Sayı 20(1) S:71-80
- Ertürk M., 2011, “Türkiye’deki Düzensiz Çöp Döküm Sahalarının Islahında Güncel Bir Örnek: Mersin Çavuşlu Çöp Depolama Sahasının Rehabilitasyonu”
- Kiriş A.,2011, “Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Depo Gazı (LFG) Yönetimi ve İstanbul Uygulamaları” Sigma 3, 209-218
- Özcan H. Ve ark., 2005, “Katı atık depo sahası gazları ve çevresel etkileri” Mühendislik bilimleri genç araştırmacılar kongresi, İstanbul
- Öztürk M., 2011, “Katı Atık Sızıntı Suyunun İleri Oksidasyon Yöntemleriyle Arıtımı” Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas MYO, Organik Tarım Programı, 58140, Sivas
- Sürücü G., 1994, “Mevcut Çöplüklerin Rehabilitasyonu ve Düzenli Depolama Esaslarına Göre Yeni Katı Atık Tesislerinin Kurulması Semineri” , İstanbul
- TBB, 2014 Türkiye Belediyeler Birliği Atık Komisyonu “Düzenli Depolama Sahalarının Tasarımı, Yer Seçimi ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı” Ankara, s:12
- TUİK 2020, “Yıllara ve cinsiyete göre il/ilçe merkezleri ve belde/köyler nüfusu,1927-2016”

- Tüylüoğlu S. ve Ark., 2015, Ordu B.B, “Düzensiz Çöp Depolama Sahalarının Kapatılmasına Yönelik Kavramsal Tasarım Çalışma Raporu” Syf:15-16, Ordu
- URL.1.<http://www.unyetso.org.tr/unyenin-sosyo-ekonomik-yapisi-88s.htm> Ünye’nin sosyo-ekonomik yapısı Ünye Ticaret ve Sanayi Odası Birliği Dergisi, [Ziyaret Tarihi: 5 Ocak 2021].
- URL.2.<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/son-2017-ordu-il--cevre- durum-raporu-20180806100518.pdf> T.C. Ordu Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü Ordu İli Çevre Durum Raporu (2017) [Ziyaret Tarihi: 10 Kasım 2020].
- URL.3.<http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/duzenli-depolama-tesisleri-20180418123432.docx> Baştürk, A. Ve Demir A. (1994), Katı Atık Depo Sahaları Tip Projesi Nihai Rapor, T.C Çevre Bakanlığı ÇEKÖK Genel Müdürlüğü [Ziyaret Tarihi: 8 Aralık 2020].
- URL. 4. www.cyg.gov.tr > CYGM > Files > mevzuat > yönetmelik > kaky
- T.C. Çevre bakanlığı, Katı atıkların kontrolü. Yönetmeliği. - 14.3.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış; 03.04.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış. [Ziyaret Tarihi: 6 Ekim 2020].
- URL.5.<http://documents.worldbank.org/curated/en/685291468739570943/pdf/multpage.pdf>. Environmend Canada, Code Of Good Practice On Dump Closings Or Conversion To Sanitary Landfill At Federal Establishments, Eps 1-Ec-77-4 sempember 1977. [Ziyaret Tarihi: 5 Ekim 2020].
- Yıldız Ş. ve ark., 2006, ‘‘Eysel Katı Atık Termal Bertaraf Yöntemleri ve İstanbul’a Uygulanabilirliği’’ Syf: 2-3 Türkay Sempozyumu, 2019, İstanbul