

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI İNŞAATI, İŞLETİMİ VE
MALİYET ANALİZİ: DENİZLİ TAVAS KATI ATIK DÜZENLİ
DEPOLAMA SAHASI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RAMAZAN DEĞİRMENCİ

DENİZLİ, OCAK - 2022

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI İNŞAATI, İŞLETİMİ VE
MALİYET ANALİZİ: DENİZLİ TAVAS KATI ATIK DÜZENLİ
DEPOLAMA SAHASI ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RAMAZAN DEĞİRMENCİ

DENİZLİ, OCAK - 2022

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

RAMAZAN DEĞİRMENCİ

ÖZET

**KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI İNŞAATI,
İŞLETİMİ VE MALİYET ANALİZİ:
DENİZLİ TAVAS KATI ATIK DÜZENLİ DEPOLAMA SAHASI ÖRNEĞİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
RAMAZAN DEĞİRMENCI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. OSMAN NURİ AĞDAĞ)**

DENİZLİ, ŞUBAT - 2022

Tez çalışması kapsamında, Denizli Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası'nda yapılan yapım ve işletim süreci maliyetleri detaylı olarak incelenmiştir. Genç bir depolama sahasında erken dönemde sızıntı suyu ve gaz oluşumu incelenmiştir.

Düzenli Depolama Sahası maliyet çalışmalarında lot ve ön işlem tesisinin yapım maliyeti genel maliyetin yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır. Tesise kabul edilen atık miktarı 130 ton/gün'dür. İşletim maliyetini oluşturan bileşenler; tesiste bulunan araçların yakıt giderleri, taşıt amortismanı, mekanik ayrıştırma ünitesindeki ekipmanların amortismanı ve personel giderleridir. Bu kapsamda yıllık işletim maliyeti ile gelen atık miktarları göz önüne alınarak sahanın işletim sırasında ton başına maliyetler hesaplanmış ve günlük ortalama 42 TL/ton olduğu görülmüştür. Tesisin yapım maliyeti ile depolama sahasına kabul edilecek atık miktarı göz önüne alınarak m³ başına düşen yapım maliyeti 25,10 TL/m³ olarak hesaplanmıştır.

Depolama sahasında oluşan LFG'nin ve sızıntı suyunun yönetimi için LFG miktarı, metan yüzdesi ve sızıntı suyu karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. LFG'in içerisindeki metan yüzdesinin ve LFG debisinin 7 ay boyunca saatlik alınan verilerin aylık olarak ortalamaları alınıp, yüzdeler olarak karşılaştırılmıştır. Metan gazı yüzdesi başlangıçta % 46,08 iken son yapılan ölçümde % 47,67 olarak belirlenmiştir. LFG miktarında başlangıçta 140,43 m³/ay iken son yapılan ölçümde 267,18 m³/ay olarak belirlenmiştir. Debi miktarına bakıldığında gaz miktarındaki değişimin yaklaşık olarak % 90 oranında arttığı gözlemlenmiştir.

Düzenli depolama sahasının erken döneminde sızıntı suyu analizleri ayda iki kere yapılarak KOİ konsantrasyonu başlangıçta 11929,92 mg/l iken 10 ay sonunda 20550,4 mg/l çıktığı gözlemlenmiştir. BOİ konsantrasyonlarındaki değişim ise KOİ konsantrasyonları gibidir. Sızıntı suyunun kirlilik konsantrasyonlarının zamana bağlı olarak artmasının yanı sıra, konsantrasyonların iklimsel koşullardan etkilendiği de anlaşılmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Bertaraf, Düzenli Depolama, LFG, Maliyet, Sızıntı suyu.

ABSTRACT

CONSTRUCTION, OPERATION AND COST ANALYSIS OF SOLID WASTE DISPOSAL STORAGE FIELD: DENİZLİ TAVAS SOLID WASTE STORAGE SITE EXAMPLE

MSC THESIS

RAMAZAN DEĞİRMENÇİ

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

ENVIRONMENTAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. OSMAN NURİ AĞDAĞ)

DENİZLİ, FEBRUARY 2022

Within the scope of the thesis study, the construction and operation process costs carried out at Denizli Tavas Solid Waste Landfill Site were examined in detail. Leachate and gas formation were studied at an early stage in a young landfill.

In Landfill cost studies, the construction cost of the lot and pre-treatment facility accounts for about 60% of the overall cost. The amount of waste accepted into the facility is 130 tons/day. The components that make up the operating cost are the fuel expenses of the vehicles located at the facility, vehicle depreciation, depreciation of the equipment in the mechanical separation unit and personnel expenses. In this context, taking into account the annual operating cost and the amount of waste coming in, the costs per ton were calculated during the operation of the site and it was seen that the average daily cost was 42 TL/ton. Considering the construction cost of the facility and the amount of waste to be accepted to the landfill, the construction cost per m³ was calculated as 25.10 TL/m³.

LFG quantity, methane percentage and leachate characterization studies have been carried out for the management of LFG and leachate formed at the landfill. The percentage of methane in the LFG and the flow rate of LFG were averaged monthly and compared as a percentage of the data taken hourly for 7 months. While the percentage of methane gas was 46.08% at the beginning, it was determined as 47.67% at the last measurement. While the amount of LFG was 140.43 m³/month at the beginning, it was determined as 267.18 m³/month at the last measurement. When the flow rate is considered, it is observed that the change in the amount of gas increases by approximately 90%.

Leachate analyses were performed twice a month in the early period of the landfill site and it was observed that the COD concentration was 11929,92 mg/l at the beginning and 20550,4 mg/l at the end of 10 months. The change in BOD concentrations is similar to COD concentrations. In addition to the fact that the pollution concentrations of leachate increase with time, it is also understood that the concentrations are affected by climatic conditions.

KEYWORDS: Cost, Disposal, Landfill, Leachate, LFG.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
FOTOĞRAF LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1 Katı Atıklar, Türleri ve Özellikleri.....	5
2.1.1 Katı Atıkların Sınıflandırılması	7
2.1.1.1 Tıbbi Atıklar.....	7
2.1.1.2 Tehlikeli Atıklar	7
2.1.1.3 Endüstriyel Katı Atıklar	8
2.1.1.4 Tarımsal Katı Atıklar	8
2.1.1.5 İnşaat ve Hafriyat Atıkları.....	8
2.1.1.6 Park-Bahçe Atıkları.....	9
2.1.1.7 Evsel Katı Atıklar.....	9
2.2 Katı Atık Bertaraf Yöntemleri.....	10
2.2.1 Pirroliz.....	10
2.2.2 Yakma	10
2.2.3 Kompostlaştırma	11
2.2.4 Düzenli Depolama Yöntemi	12
2.2.4.1 Yer Seçimi.....	14
2.2.4.2 Düzenli Depolama Alanlarının Tasarımı	18
2.2.4.3 Depolama Sahalarında Sızıntı Suyu Yönetimi.....	22
2.2.4.4 Depolama Sahalarında Depo Gazı Yönetimi	27
3. MATERYAL VE METOD	34
3.1 Proje Alanı.....	34
3.2 Proje Yapım ve İşletim Maliyeti	39
3.3 Sızıntı Suyu Analizleri	39
3.4 Erken Dönemde Deponi Gazı Analizleri.....	40
3.5 Analitik Yöntemler.....	40
3.5.1 Kimyasal Çözünmüş Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	40
3.5.2 Biyokimyasal Oksijen Hesabı (BOİ ₅).....	41
3.5.3 Amonyum Azotu(NH ₄ -N).....	42
3.5.4 Toplam Azot(TN)	43
3.5.5 Sıcaklık	43
3.5.6 pH.....	44
3.5.7 Çözünmüş Oksijen	44
3.5.8 Klorür (Cl)	44
3.5.9 Gaz Ölçümleri.....	45
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	47
4.1 Genç Bir Depolama Sahasının Maliyet Hesabı.....	47

4.2	Genç Bir Depolama Sahasının Başlangıç Aşamasındaki Sızıntı Suyu Özellikleri	109
4.2.1	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	111
4.2.2	Biyokimyasal Oksijen Hesabı (BOİ ₅).....	113
4.2.3	Amonyum Azotu (NH ₄ -N).....	115
4.2.4	Toplam Azot (TN)	116
4.2.5	Sıcaklık	118
4.2.6	pH.....	119
4.2.7	Çözünmüş Oksijen	120
4.2.8	Klorür (Cl)	121
4.3	Genç Bir Depolama Sahasının Başlangıç Aşamasındaki LFG Özellikleri	122
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	127
6.	KAYNAKLAR.....	129
7.	ÖZGEÇMİŞ	138

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Dünya genelinde oluşan kentsel katı atık miktarları (Gülmez, 2016)	6
Şekil 2.2: Katı atık karakterizasyonu (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2017)	6
Şekil 2.3: Bir deponi alanının yapay tasarımına dair bir görünüm (TBB, 2014)	21
Şekil 2.4: Yaşla birlikte çöp depolama alanı sızıntı suyu sınıflandırmasındaki değişiklikler (Renou ve diğ., 2008; Zhao ve diğ., 2019)	23
Şekil 2.5: Sızıntı suyu oluşumu ve katı atıklardan sızıntı suyuna kirletici geçişi (Öztürk, 2010)	25
Şekil 2.6: Katı atık düzenli depolama sahası için su dengesi (Vesilind ve diğ., 2002)	25
Şekil 2.7: Toplama sistemli depolama sahalarında gaz üretimi modeli	28
Şekil 2.8: Depolamadan sonra atık ayrışma aşamaları (Kurniavan ve diğ. 2022)	32
Şekil 4.1: KOİ konsantrasyonlarındaki değişimler	112
Şekil 4.2: BOİ sonuçları	114
Şekil 4.3: BOİ ₅ /KOİ Oranı	114
Şekil 4.4: Amonyum azotu sonuçları	115
Şekil 4.5: Toplam azot sonuçları	117
Şekil 4.6: Amonyum Azotu/Toplam azot oranları	117
Şekil 4.7: Sıcaklık Sonuçları	118
Şekil 4.8: pH sonuçları	119
Şekil 4.9: Çözülmüş oksijen sonuçları	120
Şekil 4.10: Klorür sonuçları	121
Şekil 4.11: LFG debisi	123
Şekil 4.12: Metan (CH ₄) yüzdelik dağılımı	124
Şekil 4.13: Metan (CH ₄) miktarı	124

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1: Tavas katı atık düzenli depolama sahası inşaat aşamasından görüntüler.	36
Fotoğraf 3.2: KOİ Ölçüm Cihazı	41
Fotoğraf 3.3: BOİ Ölçüm Şişeleri	42
Fotoğraf 3.4: Distilasyon Ünitesi	43
Fotoğraf 3.5: Distilasyon Ünitesi	44
Fotoğraf 3.6: Gaz ölçüm cihazları.....	45
Fotoğraf 3.7: Depolama gazı ölçümleri için saha çalışması.	45
Fotoğraf 3.8: Sızıntı suyu havuzundan numune alım çalışması.....	46
Fotoğraf 4.1: Düzenli depolama sahasında yapılan ek üniteler.	107

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Aday Sahaların Ön Eleme Soruları (Tüm Sahalar İçin).....	16
Tablo 2.2: Aday Sahaların Eleme Soruları (Kalan Sahalar İçin).....	16
Tablo 2.3: Çevresel Kriterler Açısından Puanlaması.....	16
Tablo 2.4: Planlama Kriterleri Puanlaması.....	17
Tablo 2.5: Doğal ve Peyzaj Kriterleri Puanlaması.....	17
Tablo 2.6: Politik ve Yasal Kriterlerin Puanlaması.....	17
Tablo 2.7: Finansal ve Ekonomik Kriterlerin Puanlaması.....	18
Tablo 2.8: Düzenli depolama alanında olması gereken üniteler (TBB, 2014)..	20
Tablo 2.9: Tipik depolama sahası sızıntı suyu özellikleri (H. Alvarez - Vazquez ve diğ., 2004).....	24
Tablo 2.10: Depolama sahası sızıntı suyu konsantrasyonlarına göre düzenli depolama sahaları (Kostova, 2006).....	24
Tablo 3.1: Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Koordinatları.....	34
Tablo 4.1: Tavas katı atık düzenli depolama sahası ana grup yapım maliyet analizi.....	49
Tablo 4.2: Tavas katı atık düzenli depolama sahası ana grup işletim maliyet analizi (yıllık).....	49
Tablo 4.3: Detaylı maliyet hesabı.....	51
Tablo 4.4: Tesis kapasitesine göre ton başına düşen yapım maliyeti.....	106
Tablo 4.5: Tavas katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyu konsantrasyonları.....	110
Tablo 4.6: LFG ve metan (CH ₄) gazı sonuçları.....	123

ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışmalarım süresince beni her konuda destekleyen sıkıntılarımı paylaşabildiğim tez danışmanım Sayın **Prof. Dr. Osman Nuri AĞDAĞ'a**, bilgi ve tecrübelerinden her zaman istifade ettiğim, tavsiyeleriyle yol gösteren değerli hocam Sayın **Prof. Dr. Hidayet ARGUN'a** ve **Arş. Gör. R. Gökçe YILMAZ ÇİNÇİN'e** şükranlarımı sunarım.

Çalışmamın yürütülmesi sırasında gösterdikleri katkı ve özveri sebebiyle Denizli Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığın da çalışan personellere şükranlarımı sunarım.

Bu günlere gelmemde maddi ve manevi desteğini hic bir zaman esirgemeyen ve yalnız bırakmayan eşim Hatice DEĞİRMENCİ ve kızım Asya DEĞİRMENCİ'ye en içten şükranlarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde yaşayan insan nüfusunun artması, gelişen sanayi ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi, yüksek miktarlarda ve farklı türlerde katı atıkların oluşmasına yol açmaktadır. Atıkların uygun olmayan yöntemlerle biriktirilmesi, toplanıp taşınması ve depolanması çeşitli sağlık ve çevre problemlerini de beraberinde getirmektedir. Kontrolsüz atık depolanması, çevresel etkilerin yanı sıra finansal ve sosyo-ekonomik kayıplara da sebep olmaktadır. Kontrolsüz atık depolanma sahasında (vahşi depolama sahalarında) oluşan depolama sahası gazı zaman zaman patlama ve yangınlara, çöp sızıntı suları ise yer altı sularının kirlenmesine sebep olmaktadır.

Katı atıklar, insanların ve hayvanların yaşamları sırasında herhangi bir şekilde tekrar kullanılması mümkün olmayan ve istenmemesi nedeni ile atılan katı maddeler olarak tanımlanmaktadır (Alpaslan 2005). Türkiye’de katı atık kavramı 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda, “Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı atık maddeler” olarak tanımlanmıştır (Çevre Kanunu 1983).

Katı atıkların dünya çapında üretim oranının artması nedeniyle, bu katı atıkların mühendislikle bertaraf edilmesindeki zorluklar ortaya çıkmaktadır. Aslında, dünya çapında belediye katı atık (MSW) üretim oranının 2050 yılına kadar % 70'e kadar artacağı ve yılda 3400 milyon ton (MT) üretimle belediye katı atığı oluşacağı tahmin edilmektedir (Abhishek 2021). Gelişmemiş ve gelişimini tamamlayamamış olan ülkelerde ve ülkemizin de bazı bölgelerinde katı atıklar genellikle yerleşim yerlerinden uzak, açık alanlara kontrolsüz şekilde atılarak bertarafı sağlanmaya çalışılmaktadır. Köylerden şehirlere göçün artmasıyla şehirlerdeki evsel katı atık miktarlarında artış gözlemlenirken, diğer yandan nüfusun artması sonucunda plansız kentleşmeyle katı atık depolama sahaları yerleşim alanlarının içinde kalmıştır. (Gökçe ve diğ. 2015). Evsel, endüstriyel sektörlerden, inşaat atıklarından ortaya çıkan katı atıklar, Belediye Katı Atık sahalarında veya çöplüklerinde toplanarak bertaraf edilmektedir. Farklı özelliklere sahip atıklar toplanarak meydana bırakılıp

birçok çevre sorunu oluşturmaktadır. Atıkların işlenmesi ve bertarafı için uygun mekanizmalar ve mevzuat formüle edilmeli ve takip edilmelidir (Parameswari ve diğ. 2021).

Son yıllarda katı atıklardan kaynaklanan sorunlar, dünyada ve ülkemizde önemli çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Hızlı nüfus artışına, kentleşmeye ve sanayi faaliyetlerine paralel olarak, kişi başına düşen katı atık miktarı da artış göstermektedir. Bu katı atıkların artması sonucunda düzenli depolama sahalarının yetersiz olmasından dolayı, son yıllarda katı atıkların sağlıklı ve ekonomik bir biçimde bertaraf edilmesi, önceki yıllara göre daha da önemli hale gelmiştir (Yeşilnacar ve diğ. 2005).

Konut, ticari ve endüstriyel sektörlerin günlük faaliyetlerinden büyük miktarlarda katı atık üretilmektedir. Bu atıklar, özellikle katı atık yönetiminin önemli bir sorun olduğu gelişmekte olan ülkelerde, neredeyse hiç arıtma olmayan uzun vadeli depolama tesisleri olan çöp sahasında uzaklaştırılır. Yanlış katı atık yönetimi, hastalık bulaşma, kemirgen ve sinekler için üreme yerleri, yangın tehlikeleri, çevre kirliliği, estetik bozukluk ve ekonomik kayıplar yoluyla insan sağlığını ve çevreyi ciddi şekilde etkileyebilir (Kebede ve diğ. 2021). Düzenli depolama; gelen evsel atıkların hassas bir şekilde kontrol edilerek kabul edildiği, bu atıkların depolanmasıyla atıklarda meydana gelen tepkimeler sonucu oluşan ürünlerin de kontrol altında tutulduğu alanlar olarak tanımlanabilir. Düzenli depolama sahalarının faaliyete alınmasıyla bulunduğu bölgenin yer altı sularının ve yüzey sularının kirlenmesinin, hava kirliliğinin engellenmesi, gaz toplama amaçlı kurulan sistemler ile enerji elde edilmesi ve depo sahasının verimli ve uzun vadede kullanımı amaçlanmaktadır (İSTAÇ 2001).

Katı atık depolama alanlarında oluşan sızıntı suları, yüksek konsantrasyonlarda biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacına (KOİ) sahip, azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) besin konsantrasyonları içeren karmaşık bir organik atık su türüdür. Farklı kaynaklardan gelen kentsel katı atıklar yağmur suyuyla karıştığında aşındırıcı etkisi yüksek olan sızıntı suları genellikle büyük miktarlarda kalıcı organik kirleticiler ve ağır metaller içerir. Bu sızıntı suları yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesinin yanında toprak kirlenmesine de neden olmaktadır (ChuanbinZhou ve diğ. 2010).

Depolama alanları, kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçlerin olduğu ve böylece atıkların yapılarında değişmeye ve bozunmaya uğradıkları bir reaktör olarak düşünülebilir. Depolama alanına yağmur sularının girmesi ile atıkların biyokimyasal ve fiziksel bozunmaya uğraması sonucunda organik ve inorganik kirlilik derecesi yüksek bir sızıntı suyu oluşur (Ebin 2004). Sızıntı suları, organik madde bakımından yüksek ve amonyum azotu muhtevasına sahip ayrışması ve arıtılması zor olan atıksulardan birisidir. Katı atıkların depolanma yaşı, katı atık miktarı, depo sahasında oluşan biyokimyasal prosesler ve depo sahasına düşen yağış miktarı gibi faktörler sızıntı suyunun karakterizasyonunu oldukça etkilemektedir (TUIK 2003). Katı atık düzenli depolama sahasında katı atıkların kimyasal ve biyolojik reaksiyonları ile aynı zamanda sıkıştırılması sonucu oluşan sızıntı suyu, depo tabanında bulunan drenaj sistemine ulaşınca kadar farklı katmanlarda bulunan katı atıkların arasından sızarken bu katmanlarda bulunan organik ve inorganik maddelerle etkileşime girerek karakterizasyonunda değişimler olabilmektedir. Bu sızıntı sularını arıtabilmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Katı atık düzenli depolama sahasında oluşan çöp gazı, sahada depolanan atığın içerisinde bulunan aerobik organizmalarca oksijenin tamamının yok olması sonucunda ve oluşan kütlelerin anaerobik koşullarda parçalanmasıyla oluşan bir üründür. Anaerobik bakteriler, organik maddelerin parçalanması sonucunda oluşan bir ürün elde edildiği ve bu ürünün hacimsel olarak yarısından fazlası metan gazı ve geri kalanı karbondioksitten oluştuğu bir gaz karışımı üretirler (Yıldız 2006). Depo gazı bileşenleri insan ve çevre sağlığı üzerinde istenmeyen kokular ve hava kirliliği gibi çeşitli etkilere ve sağlık sorunlarına sebebiyet verebilirler. Bu nedenle depo gazlarının yönetiminde uygulanan yanlış uygulamalar sonucunda çevresel bir sorun oluşturacağı göz önünde bulundurulmaktadır (Öztürk 2018). Düzenli depolama sahalarında depolanan hacim ve kütle bakımından büyük olan organik atıkların oksijensiz ortamda parçalanması sonucunda depo gazı oluşmaktadır. Depolama sahasında oluşan deponi gazının içeriğinde % 50-60 oranında metan gazı, % 35-40 oranında karbondioksit ve % 3-10 oranında azot gazı gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Ayrıca bu gazın içeriğinde az miktarda oksijen, çeşitli organik kükürt bileşenleri, amonyak ve su bulunur (Saltabaş 2004). Gaz oluşumu ile ilgili olarak depolama sahasının işletildiği dönem boyunca işletiminden sonra 10-20 yıl boyunca kullanılabilir depo gazı üretiminin olduğunu göstermektedir. Depolama

sahasındaki kullanılacak depo gazını elde etme sisteminin verimi ve işletme parametreleri depo gazının üretim ömrünü oldukça etkilemektedir. Depolama sahalarında atığın kompozisyonu ve miktarı, atıkların geçtiği ön işlem derecesi, atıklarının nasıl sıkıştırıldığı, alanın işletilme yönteminin nasıl olduğu, hangi örtü tabakasının hangi kalınlıkta kullanıldığı, depolama sahasının geometrisi ve hidrojeolojik özellikleri ve iklim koşullarına göre depolama gazının kalitesi ve oluşum hızı değişkenlik göstermektedir (Kiriş ve Saltabaş 2011). Bir katı atık düzenli depolama sahasında, depolama sahasının ömrü boyunca bertaraf edilen evsel atığın bir tonundan yaklaşık olarak 170 m³ depolama gazı ürünü elde edilebilmektedir. Atık depolandıktan sonra depolama gazı 10 yıl içinde % 60, 15-20 yıl içinde % 90 seviyesine kadar çıkmaktadır (ESMAP 2004).

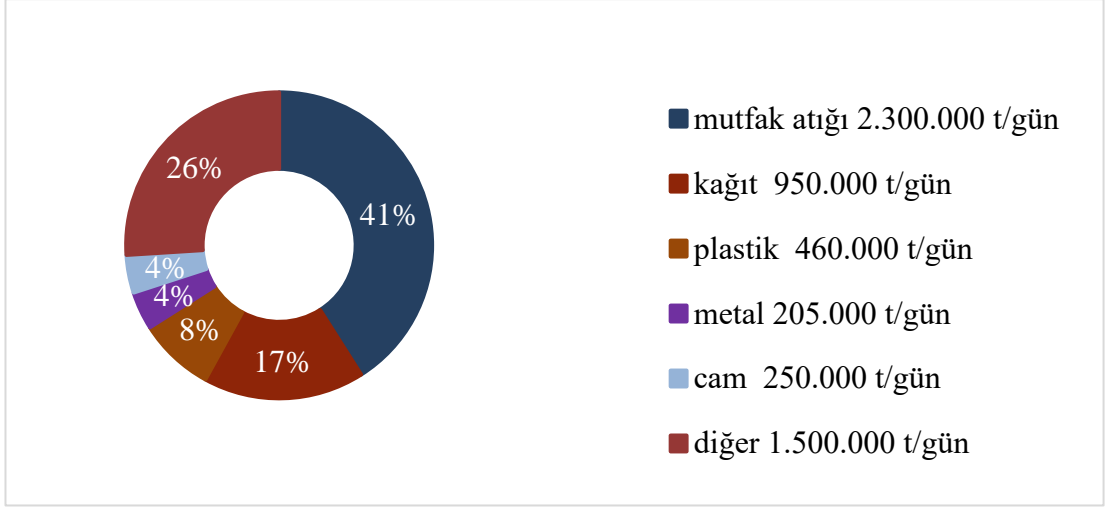
2. GENEL BİLGİLER

2.1 Katı Atıklar, Türleri ve Özellikleri

Atık, insan faaliyetleri sonucu üretilen herhangi bir materyali temsil eder ve çevre ve insan sağlığı üzerinde zararlı bir etkiye sahiptir (Kebede ve diğ., 2021). Türkiye’de katı atık kavramı 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda, “Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı atık maddeler” olarak tanımlanmıştır (Çevre Kanunu 1983).

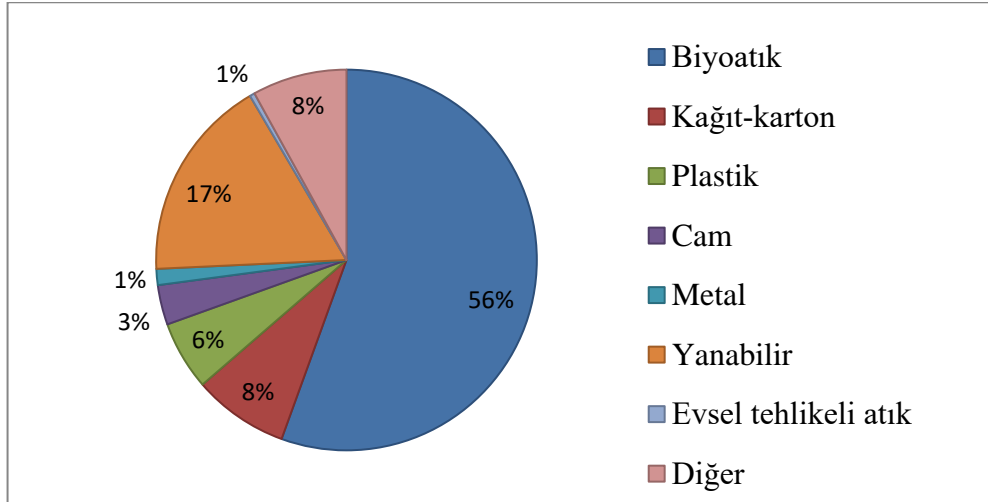
Katı atık, herhangi bir sanayi veya tarım ürününün üretilmesi sırasında, üretilen ürünün kullanım aşamasında veya kullanıldıktan sonra ortaya çıkan malzemelerdir. Bu malzemelerin doğrudan veya dolaylı olarak olağan ortama verilmesi, insanların ve diğer canlıların yaşam alanlarına ve sağlıklarına olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, sıvı ya da gaz halinde olmayan çevre, sağlık ve görüntü kirliliğine neden olan her türlü madde katı atık sınıfına girmektedir (Gündüzalp ve Güven 2016).

Katı atıklar kaynaklarına göre; evsel atıklar, endüstriyel, tıbbi, ticari ve kurumsal atıklar, inşaat, maden ve tarım işlerinden kaynaklanan atıklar olarak sınıflandırılabilir (Pradhan 2008). Dünya’da oluşan kentsel katı atık miktar ve bileşenleri Şekil 2.1’de gösterilmektedir (Gülmez 2016). Şekil 2.1 incelendiğinde kentsel atıkların % 41 oranında yüksek organik madde içeriğine sahip mutfak atıklarından oluştuğu görülmektedir. Şekil 2.2’de de görüldüğü üzere ülkemizde ise kentsel atıkların içerisindeki organik atıkların oranı yaklaşık %56’dır.



Şekil 2.1: Dünya genelinde oluşan kentsel katı atık miktarları (Gülmez 2016)

Türkiye’de bir kişinin günde yaklaşık olarak ürettiği atık miktarı 1.17 kg olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde katı atıklar, miktarlarının fazla olması ve kirlilik potansiyellerinin yüksek oluşu nedeniyle önemli çevre sorunları arasında görülmektedir. Türkiye’de katı atıkların karakterizasyonu araştırıldığında önemli bir kısmını (yaklaşık %56) biyoatıkların oluşturduğu belirlenmiştir. Türkiye’de üretilen atık türlerinin yüzdesi Şekil 2.2’de görülmektedir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2017).



Şekil 2.2: Katı atık karakterizasyonu (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2017)

2.1.1 Katı Atıkların Sınıflandırılması

Katı atıklar genellikle oluştukları yerlere göre adlandırılırlar;

- Tıbbi katı atıklar
- Tehlikeli katı atıklar
- Endüstriyel katı atıklar
- Tarımsal Atıklar
- Park-Bahçe Atıkları
- İnşaat ve Hafriyat Artıkları
- Evsel katı atıklar

2.1.1.1 Tıbbi Atıklar

Tıbbi atıklar; ünitelerden kaynaklanan patolojik ve patolojik olmayan, enfekte, kimyasal ve farmasötik atıklar ile kesici – delici malzemeler ile hastalık etkenleri bulaşmış veya bulaşması muhtemel her türlü; insan doku ve organları, idrar kapları, kan veya plasenta bulaşmış atıklar, bakteri kültürleri, intaniye ve acil servis atıkları, bakteri ve virüs tutucu hava filtreleri, kanlı sargı bezleri ve pamuklu bezler ile diğer pansuman ve ameliyat atıkları, ilaç kutuları, dışkı ve bunlara bulaşmış eşyalar, araştırma amacıyla kullanılan deney hayvanlarının leşleri, karantinadaki hastaların atıkları olarak tanımlanmaktadır (İSTAÇ 2001).

2.1.1.2 Tehlikeli Atıklar

Tehlikeli atıklar, insana ve çevreye zarar verebilecek atıklardır. İnsanlar, hayvanlar ve bitkiler için oldukça toksik, aşındırıcı, yanıcı veya patlayıcı olabilir. Endüstriyel ve hastane atıkları toksik maddeler içerebileceğinden tehlikeli olarak kabul edilir. Günlük hayattaki bazı işler tehlikeli maddeler içeren ürünlerin kullanılmasını gerektirir. Bu tür ürünler boyalar, temizleyiciler, vernikler, araba aküleri, motor yağı ve pestisitleri içerebilir. Bu tür tüketici ürünleri "evsel tehlikeli atık" olarak bilinir (Duan ve diğ. 2008).

2.1.1.3 Endüstriyel Katı Atıklar

Endüstriyel atık, istenmeyen ve herhangi bir endüstriyel işlemde yayılan veya boşaltılan katı malzemeler, sıvılar, gazlar veya karışımlar olarak bilinir. Endüstriyel atıklar, çevresel yükleri ve toksisiteleri nedeniyle dünya genelinde ülkelerin karşılaştığı en önemli sorunlardan biridir. Endüstriyel katı atıklar, endüstriyel faaliyetlerde adım adım üretim sırasında oluşur. Endüstriyel katı atık, tehlikeli, tehlikeli olmayan, yeniden kullanılabilir, yeniden kullanılamaz, geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülemeyen atıklar gibi endüstriyel proseslerden elde edilen her türlü ürünü içerir. Endüstriyel katı atık yönetimini kontrol etmek ve düzenlemek için alınan önlemlere rağmen, endüstriyel katı atık üretim miktarlarında büyük bir artış vardır. Bu nedenle, endüstriyel katı atıklar endişe yaratmaktadır ve endüstriyel katı atık yönetimi kimyasal yoğunluğunun da fazla olmasından ve çevresel etkilerinden dolayı kapsamlı bir araştırma alanı haline gelmiştir (Soliman ve diğ. 2020).

2.1.1.4 Tarımsal Katı Atıklar

Tarımsal atıklar, hayvan gübresi gibi hayvan atıkları, mahsul artıkları gibi bitki atıkları ve meyve kabuğu gibi evsel çöplerden oluşmaktadır (He ve diğ. 2019). Tarımsal katı atıklar meyve, sebze, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların, tarımsal ve hayvansal ürünlerin elde edilmesi ve işlenmesi sırasında, ekonomik değeri toplama, taşıma ve endüstriyel işleme maliyetlerinden oldukça düşük olan üretim dışı artıklardır (Loehr 1978). Tarımsal atıkların veya mahsul artıklarının yakılmasının da ciddi bir sağlık riski oluşturduğu düşünülmektedir (Nagendran 2011). Yakın çevredeki çoğu kişiyi yüksek miktarlarda partikül maddeye maruz bırakmanın yanı sıra, aynı zamanda bölgesel kirliliğin de önemli bir nedenidir (Bhuvaneshwari ve diğ. 2019). Tarımsal kalıntıların biyokütle olarak kullanılması, çevreye zarar vermemek ve yenilenebilir enerji sağlamak için verimli bir atık bertaraf sistemi olarak kabul edilir (Z. Wang ve diğ. 2017).

2.1.1.5 İnşaat ve Hafriyat Atıkları

İnşaat ve yıkım atıkları; inşaat, yenileme, hafriyat veya yıkım süreçlerinde üretilen tüm atıklardır. İnşaat ve yıkım atıkları, inşaat ve yıkım faaliyetlerinden

ayrılmaz bir şekilde kaynaklanan ve etkili bir şekilde yönetilmesi gereken bir malzeme olarak tanımlanır. Aksi takdirde yanlış yönetimi olumsuz ekonomik, çevresel ve sosyal etkilere neden olabilir (Kabirifar ve diğ. 2020). İnşaat endüstrisinden kaynaklanan atık üretimi hızla yükselmekte ve dünya çapında üretilen toplam atığın yaklaşık %35'ini oluşturmaktadır. İnşaat atıkları genellikle çevreye fiziksel zarar verir ve sonuç olarak önemli finansal kayıplara neden olabilir (Odonkor ve diğ. 2021).

2.1.1.6 Park-Bahçe Atıkları

Bahçe atıkları, özel bahçelerin ve kamusal alanların bakımı sırasında meydana gelen farklı organik (çim ve çiçek budamaları, çit budamaları, ağaç budamaları, küçük dallar, düşen yapraklar ve ağaç artıkları) ve inorganik (toprak ve taşlar) maddelerden oluşan atıklardır (Hoeve ve diğ. 2019). Yeşil park ve bahçe atıkları, biçilen çimler, çit budamaları, yaprak ve ağaç kabuğu, çiçekler, dallar, ince dallar ve diğer odunsu maddeler gibi organik maddeler ile toprak ve taş gibi inorganik fraksiyonların ve yabancı cisimlerin (kâğıt ve karton, cam, sigara izmaritleri veya teneke kutular) karışımından oluşur. Bununla birlikte, bileşimi mevsime, yere ve ayrıca atık yönetim stratejilerine göre değişen bir lignoselülozik biyokütle olarak kabul edilebilir (Bary ve diğ. 2005). Park-bahçe atık yönetiminin iki ana teknolojisi vardır, aerobik çürütme ile kompostlaştırma yapılabilir (Reyes-Torres ve diğ. 2018) ya da anaerobik çürütme ile biyoenerjiye dönüştürülebilir (Hla ve Roberts 2015).

2.1.1.7 Evsel Katı Atıklar

Genellikle bir şehir, kasaba veya köyden rutin olarak toplanması ve bir işleme veya bertaraf sahasına taşınması gereken tehlikeli olmayan katı atıkların çoğunu tanımlamak için kullanılır. Artan kentleşme, yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıklarındaki değişimle birlikte kentsel katı atık miktarı hızla artmakta ve karakterizasyonu da gittikçe değişmektedir. Haneler dünyanın en büyük katı atık üreticilerinden birisidir. Bu nedenle hanelerin katı atık yönetimi uygulamalarına katılma taahhüdü, sürdürülebilir ve kaliteli bir ortama sahip olması yönünde çok önemlidir. Hanelerin katı atık yönetimi uygulamalarının anlaşılmasına yönelik

olarak, geçmişte hanelerin katı atık yönetimi davranışının belirleyici faktörlerini belirlemek için deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, hane halkının katı atık yönetimi davranışını etkileyen bir dizi etken olduğunu, ancak bu tür etkenlerin ülkeye veya bölgeye özgü olduğunu göstermektedir (Alhassan ve diğ. 2020).

2.2 Katı Atık Bertaraf Yöntemleri

2.2.1 Piroliz

Biyokütlenin oksijensiz bir ortamda termal olarak yakılması sonucunda katı, sıvı ve gaz halinde oluşan yakıtların elde edilmesi işlemidir. Piroliz, karbonlu hammaddenin oksijen yokluğunda bozunarak kalıcı uçucu maddeler (gaz), yoğunlaşabilir hidrokarbonlar (katran) ve genellikle katı bir kalıntı oluşturduğu (char, biochar, odun kömürü) termokimyasal bir işlemidir (S. Sabogal ve diğ. 2021). Piroliz genellikle, biyo-yağ, biyokömür ve sentez gazı gibi enerji ürünleri üretmek için oksijen yokluğunda (veya sınırlı seviyede) atık malzemelerin termal olarak bozunabileceği bir işlemidir (Hasan ve diğ. 2021). Piroliz işleminin yan ürünleri olarak kömür ve çeşitli gazlar elde edilir (Rehrah ve diğ. 2016). Biyokütle termal olarak yanma işlemi sırasında sıcaklığı arttığında oluşan ürünlerde gaz üretiminde artma, sıvı ve katı ürün üretiminde azalma görülmektedir. Piroliz işleminde prosesin hızı, sıvı/katı ürün oluşum oranını etkilemektedir. Sıcaklık bakımından düşük ve süresi uzun olarak yapılan pirolizde en yüksek katı ürün üretimi, sıcaklık bakımında yüksek ve süresi kısa yapılan pirolizde ise en yüksek sıvı ürün üretimine ulaşılmıştır. Bu nedenle piroliz işleminin esas amacı sıvı yakıt üretimi içindir. Proseste daha çok gaz yakıt üretimi olması için ise prosesin sonunda gazlaştırma işlemi yapılması gerekir (Doğru 2011).

2.2.2 Yakma

Yakma, hammaddenin doğrudan enerjiye dönüştürüldüğü bir doğrudan yakma teknolojisidir. Karbondioksit ve su buharı, kentsel katı atıkların yakılması yoluyla yayılan başlıca bileşiklerdir (Johnke 2012). Yakma, atıkların yakılması

sonucunda atık hacminin onda birine düşmesi sağlanabildiği için özellikle atıkların düzenli depolanmasında yeterli arazi bulunmayan ülkelerde yaygın olarak kullanılan bir atık bertaraf yöntemidir. Atıkların yakılması sonucunda üretilen enerjinin buhar ve/veya elektrik olarak geri kazanımı sağlanmaktadır (Öztürk 2010). Katı atıklar hacimsel olarak %80-90 oranında, ağırlık yönünden %75-80 oranında yakma yöntemi ile azaltılabilir. Katı atıkların yakılmasındaki temel sorun toksik kirleticilerin emisyonudur. Ancak enerji geri kazanım yönü de büyük önem taşımaktadır (Damgaard ve diğ. 2010).

Yakma, dünya çapında yaygın bir kentsel katı atık yönetim seçeneğidir. 2017 yılında Avrupa'da yönetilen kentsel katı atığın ortalama %29'u yakılarak bertaraf edilmiştir. Finlandiya, İsveç, Danimarka ve Norveç kentsel katı atıklarının %50'sinden fazlasını yakarken, diğer 9 ülke %30 ila %50 arasında yakma işlemi uygulamıştır. Yakma, kentsel katı atığı depolama sahalarından ve yerli bir enerji kaynağından uzaklaştırmanın basit bir yolu olarak kabul edilir. Bu nedenle, kentsel katı atığı yakma genellikle sera gazı emisyonlarının azaltılması ile ilişkilidir. Yakma yöntemi, çöplüklerden kaynaklanan metan emisyonlarını önler ve fosil yakıt tüketimini azaltmaya daha fazla katkıda bulunur. Bu iklim yararı birçok yaşam döngüsü değerlendirme çalışmasında da vurgulanmıştır (Ioan-Robert Istrate ve diğ. 2020). Yakma işlemi sonucunda kül oluşur ve ağır metaller, CO₂, N₂O ve kalıcı organik kirleticiler gibi partikül ve gaz kirleticileri serbest bırakılır (Tyagi ve diğ. 2018).

2.2.3 Kompostlaştırma

Belediye katı atık yönetimi, çevreye ve bu alandaki yeni teknolojilerin uygulanmasına yönelik çeşitli alternatif sistemler geliştirilmiştir. Kompostlama, çöp depolamaya uygun bir alternatiftir ve sürdürülebilir belediye katı atık yönetimi için kullanılan çevre dostu bir biyokimyasal yöntemdir. Günümüzde de kentsel katı atıkların entegre yönetiminin önemli bir bileşenidir. Kentsel katı atıkların organik kısmının kompostlanması, ekonomik faydalarının yanında kompost uygulaması yoluyla toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve atıklardan başka türlü yayılan bazı çevresel yüklerden kaçınma dahil olmak üzere çeşitli avantajlara sahiptir (Leyla Behrooznia ve diğ. 2018).

Kompostlaştırma, organik atıkların biyolojik olarak parçalanmasını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir (Epstein 2011). Kompostlaştırma, daha geniş bir ifade ile katı atıkların içerisinde bulunan organik maddelerin kontrollü bir şekilde uygun yöntem ve ekipmanlar kullanılarak mikroorganizmalar tarafından çürütülmesi ve toprak için faydalı olan humus benzeri bir maddeye dönüştürülmesi işlemidir. Kompostlaştırmanın amaçlarını sıralayacak olursak; organik maddeleri biyolojik olarak ayrışmasını sağlayarak stabil maddeye dönüştürmek, katı atıklarda bulunabilen patojenleri, yabancı ot tohumlarını ve istenmeyen organizmaları yok etmek, en fazla nütrient (azot, fosfor ve potasyum) içeriğine sahip olmak, bitki gelişmesini desteklemek için toprak iyileştirici olarak kullanılabilen bir ürün elde etmektir (Tchobanoglous ve diğ. 1993). Diğer bir ifadeyle, kompostlaştırma; organik maddelerin ayrışmasını sağlamak için aerobik bakteriler ve diğer mikroorganizmaların faaliyetleri ile toprağa uygulanmak üzere uygun stabil nihai ürünün elde edilmesini sağlayan kontrollü bir bozunma prosesidir (Aguilar ve diğ. 1997). Ticari yönden kompostlaştırma tekniklerini, aktarmalı yığın (windrow), havalandırmalı statik yığın, reaktörde kompost (invesel), “bay” ve tünel yöntemleri olarak sıralayabiliriz (Karakaya 2008).

Kompostlaştırma ile ilgili 5 temel yöntem vardır. Bunlar;

- Pasif yığında kompostlaştırma,
- Aktarmalı yığında kompostlaştırma,
- Havalandırmalı statik yığında kompostlaştırma,
- Kapalı reaktörde kompostlaştırma (Erdoğan 2015).

2.2.4 Düzenli Depolama Yöntemi

Hızla artış gösteren canlı popülasyonuna paralel olarak değişen ve gelişen ekonomik koşullar ve bu gelişmenin en büyük etkilerinden birisi olan yoğun teknoloji kullanımı çevreye olan zararları hızlandırmaktadır. Çevre kirliliği toprağı, suyu, havayı, doğamızı ve ekosistemimizi tehdit etmektedir. Canlı yaşamı için ihtiyaç duyulan ortamın bozulmasını kısacası çevrenin kirlenmesi olarak

tanımlanabilir. Canlıların yaşamları boyunca üretmiş olduğu atıkların bertarafı da büyük önem taşımaktadır. Bu katı atıkların bertaraf edilmesi yönünden de en çok kullanılan yöntemler arasında “Düzenli Depolama” yöntemi bulunmaktadır. Düzenli depolama yönteminin yaygın olarak kullanılmasının başlıca sebebi ise ekonomik yönden avantajlı olmasıdır.

Şehirlerin hızlı kentleşmesi ve sanayileşmesi, son yıllarda kentsel katı atık bertaraf hacmini arttırmaktadır. Bu nedenle, düzenli depolama sahalarının etkin projelendirilmesi, yönetimi ve izlenmesi sorunu günümüzde çok önemlidir. Depolama sahasının yanlış yönetimi çevreye, altyapıya zarar verebilir ve hatta ölümlere neden olabilir. Tarihin en ölümcül olayı 2000 yılında Manila'da (Filipinler) çöp sahasında 278 kişinin ölümüne neden olurken olay 2005 yılında Bandung (Endonezya) yakınlarındaki Leuwigajah çöp sahasında 71 ev ve 143 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır. 2015 yılında Shenzhen çöp sahasındaki (Çin) atık kayması sonucunda 33 bina yıkıldı, bu da 69 kişinin ölümüne ve 8 kişinin kaybolmasına neden oldu. Örnekler arasında 1993 yılında İstanbul'daki (Türkiye) Ümraniye-Hekimbaşı çöplüğünde 39 kişinin ölümü ve 11 evin yıkılması da bulunmaktadır. 1997'de Bogota'da (Kolombiya) Dona Juana çöp sahasındaki atık barajının temelinin yıkılmasının sonucu nehir çöp yığınlarıyla doldu. Tüm bu olaylar çevresel hasara ve çevresel yıkıma sebep olmuştur. Bu nedenle düzenli depolama sahasının izlenmesi ve atık bertaraf hacmindeki gerekli değişimlerin izlenmesi gerekmektedir (Nikulishyn ve diğ. 2020).

Düzenli depolama alanlarının avantajları incelendiğinde yukarıda da belirtildiği gibi en önemli avantajı ekonomik ve ilk yatırım maliyetinin düşük olmasıdır. Diğer önemli avantajı ise tüm atıklar için uygulanabilir bir nihai bertaraf yöntemi olmasıdır. Ayrıca düzenli depolama alanlarına depolanan katı atıklar sıkıştırıldığından dolayı düzensiz (vahşi) depolama alanlarına göre daha az alana ihtiyaç duyulmaktadır. Depolama alanları kapatıldıktan sonra ise park – bahçe amacıyla kullanılabilir (Tuncel 2006; Kuru 2013). Kalabalık yerleşim yerlerinde ekonomik taşıma mesafesi için bir alan bulmak en önemli dezavantajdır. Diğer dezavantajları ise kapatılmış depolama alanlarının sürekli olarak bakımı gereklidir. Depo alanındaki gaz ve sıvıların denetiminin iyi yapılması gerekmektedir. Aksi halde çevre kirliliğine sebebiyet verebilir, depo gazının birikmesiyle patlamalar

meydana gelebilir, çevreye kötü koku salınımı olabilir, sızıntı suyunun toprağa sızmasıyla yeraltı sularında kirlilik meydana gelebilir ve buna bağlı olarak alıcı ortamlara kirlilik taşınabilir (Tuncel 2006; Kuru 2013; Acun 2014).

Düzenli depolama sahası yapımı için en önemli kriterlerden birisi uygun yer seçimidir. Bu uygun yer seçimi kriteri depolama sahasının inşaatından başlayıp, işletilmesi ve işletiminden sonra kapatılmasına kadar olan süreçleri etkileyen ana unsurlardan birisidir. Yer seçimi kriterinden sonra düzenli depolama sahasının inşaatı ve işletmesi sırasında yaşanan zorlukların bilinmesi ve bunun yanında maliyet çalışmalarının da yapılarak projenin en ekonomik şekilde tamamlanması önemlidir.

2.2.4.1 Yer Seçimi

Katı atık düzenli depolama sahalarının yapılacağı yerin belirlenmesinde, şehirlerin altyapı tasarımının sürdürülebilir ve ekonomik açıdan uygun olması büyük önem arz etmektedir. Seçilen yerin, mevzuata yani kanunlara uygun olması, çevresel, sosyal açıdan ve sağlık yönünden gerekli olan şartları karşılaması gerekmektedir (Dipanjana ve diğ. 1997). Katı atık düzenli depolanma sahasına taşınacak atığın mesafesi, ulaşım imkânı, çevresel faktörler, arazinin büyüklüğü ve kullanılabilirliği, mevzuatlar, nüfus yoğunluğu, iklimsel şartlar, toprağın ve zeminin yapı durumu, jeolojik ve hidrojeolojik unsurlar gibi birçok kriterler dikkate alınarak yer seçimi yapılmalıdır (Tchobanoglous ve Kreith 2002). Katı atık düzenli depolama sahalarının yer seçimi kritik ve teknik bir karar verme süreci gerektirmektedir.

Katı atık düzenli depolama alanının yer seçimiyle ilgili göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin dikkate alınmasıyla aşağıda belirtilen soruların cevaplanarak adım adım ilerlemek güvenli ve etkin bir bertaraf yönetimi olan düzenli depolama sahasının yer seçiminde yardımcı olacaktır:

a. Ne kadar bir alanda ve ne kadar bir sürede katı atık depolama yapmak istiyoruz?

- Katı atık düzenli depolama sahaları evsel katı atıkların en az 20 yıl boyunca depolanması yapılarak bertaraf edilecek şekilde tasarlanmalıdır. Nüfus projeksiyonuna ve kişi başına oluşan atık miktarı göz önüne alınarak katı atık düzenli depolama alanı

için yaklaşık alan miktarı hesaplamasının yapılması gerekmektedir. Katı atıkların bertarafı için geçici bir süre düzenli depolama yapılacaksa veya başka bir bertaraf yöntemini nihai bertaraf yöntemi olarak seçiyorsak depolama alanının alan büyüklüğü değişken olacaktır.

b. Oluşan atıkların bertarafı konusunda en son düzenli depolama yapılacaksa, düzenli depolama alanının hizmet edeceği nüfus nedir?

- Nüfus projeksiyonu için İller Bankası nüfus projeksiyon metodu kullanılarak düzenli depolama sahasının yaklaşık alan hesaplaması yapılarak tasarlanmalıdır. (<http://www.ilbank.gov.tr/>).

c. Şu an için kişi başına oluşan atık miktarı ne kadar? Önceki yıllara göre kıyaslandığında yıllık kişi başına atık miktarı ne kadar artıyor? Bu atıkların yüzdesel karakterizasyonu nasıl değişiyor? Atık taşıyan belediyelerde kaynağında ayrıştırmaya yönelik faaliyetler yürütülüyor mu?

d. Katı atık düzenli depolama alanı olarak seçilebilecek alternatif alanlar belirlendi mi? Alan (büyüklük) bakımından yeterli mi? Yeterli alanın bulunmasının ardından bu alanların düzenli depolama yapmaya uygun nitelikte olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu aşamada puanlama sistemi yapılarak uygun alanlar derecelendirilmeli ve avantaj ve dezavantajları kıyaslanarak nihai alana karar verilmelidir. Kıyaslama amacıyla puanlama yapılacak kriterler Tablo 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 ve 2.7 gösterilmektedir.

Tablo 2.1: Aday Sahaların Ön Eleme Soruları (Tüm Sahalar İçin)

Planlanan Depolama Sahasının Konumu	
1) Yerleşim yerinde midir?	Evet / Hayır
2) Yerleşim yerine 250 m uzaklıkta mıdır?	Evet / Hayır
3) Su havzasını etkileyecek bilecek yakınlıkta mıdır?	Evet / Hayır
4a. Ekolojik, tarihi değeri olan koruma alanları içinde midir? 4b. Böyle bir koruma alanına 150 m uzaklıkta mıdır?	Evet / Hayır
5) Askeri alanın içerisinde midir?	Evet / Hayır
6) Su baskın alanı içinde midir?	Evet / Hayır
7) Havaalanına 5 km uzaklıkta mıdır?	Evet / Hayır
8) Sahanın elde edilmesi imkânsız mıdır?	Evet / Hayır

Tablo 2.2: Aday Sahaların Eleme Soruları (Kalan Sahalar İçin)

Planlanan Depolama Alanı Konumu	Evet / Hayır
1) Toplama yerlerinden uzak mıdır?	Evet / Hayır
2) Ulaşımı zor mudur?	Evet / Hayır
3) Altyapının getirilmesi zor mudur?	Evet / Hayır
4) Jeolojik sınırlamalar var mıdır?	Evet / Hayır
5) Hidrojeolojik ve toprak sınırlamaları var mıdır?	Evet / Hayır
6) Taban kaplama materyali var mıdır?	Evet / Hayır
7) Turistik/rekreasyon alanı içinde mi?	Evet / Hayır
8) Endüstriyel alan içinde mi?	Evet / Hayır

Tablo 2.3: Çevresel Kriterler Açısından Puanlaması

Çevresel Kriterler	Konu
1) Alandaki toprağın geçirgenliği	
2) Toprakta geçirgen katman olması	
3) Toprağın sıkıştırılmaya uygunluğu	
4) Yeraltı suyu akışına göre zarar görebilir objelerin konumu	
5) Yeraltı suyu akış hızı	
6) Yeraltı ve nehir suyu seviyeleri	
7) Yüzey sularının akış hızı	
8) Komşu yerlere koku ve tozdan kaynaklanacak rahatsızlık	
9) Trafik nedeniyle verilen rahatsızlık	
10) Komşu bölgelerin risk oranı	
11) Çevreye verilen diğer rahatsızlıklar	

Tablo 2.4: Planlama Kriterleri Puanlaması

Planlama Kriterleri	Konu
1) Yüzeyin brüt-net orantısı	
2) Altyapı kullanımının engellenmesi	
3) Yerleşim bölgelerine uzaklığı	
4) Endüstriyel, turistik/rekreasyon alanlarına uzaklığı	
5) Doğal koruma alanlarına uzaklığı	
6) Anayola uzaklığı	
7) Atığın en yoğun olarak olduğu yere uzaklığı	
8) Tarımsal alan planlaması sonuçları	
9) Değerli son kullanım olasılıkları	

Tablo 2.5: Doğal ve Peyzaj Kriterleri Puanlaması

Doğal ve Peyzaj Kriterler	Konu
1) Floranın ekolojik değeri	
2) Faunanın ekolojik değeri	
3) Ekosistem üzerinde zararlı etkileri	
4) Peyzajın kültürel ev tarihi değeri	
5) Peyzajın görünüm kapsamının genişletilme olasılığı	
6) Peyzajın jeomorfolojik ve arkeolojik değeri	

Tablo 2.6: Politik ve Yasal Kriterlerin Puanlaması

Politik ve Yasal Kriterler	Konu
1) Bölgesel yönetimin kabulü	
2) Yerel yönetimler tarafından kabulü	
3) Depolama alanındaki diğer planların oluşturduğu engeller	
4) İlgili baskı gruplarının kabulü	
5) Depolama alanı özellikleri	

Tablo 2.7: Finansal ve Ekonomik Kriterlerin Puanlaması

Finansal ve Ekonomik Kriterler	Konu
1) Arsa maliyeti	
2) Depolama sahası girişi maliyeti	
3) Taşıma maliyeti	
4) Personel ve koruma maliyeti	
5) Çevresel koruma için ek maliyet	
6) Kapatma sonrası bakım maliyeti	

Yukarıdaki tablolarda verilen kriterler değerlendirildiğinde katı atık düzenli depolama sahası için uygun yer belirlenmiş olacaktır ve resmî kurumlardan alınacak olan gerekli izinlerin alınma çalışmalarına başlanması gerekmektedir. Yer seçimini müteakip seçilen alanın ilgili resmî kurumlar tarafından onaylanarak izin verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla seçilen yer, atık ve nüfus projeksiyonu ile yapılması planlanan tesisle ilgili çevresel etki değerlendirme raporu hazırlanarak çevresel etki değerlendirmesine yönelik izin ve lisans süreci başlatılır. Bu kademeye kadar gözden geçirilen tüm parametreler resmî kurumlardan ve o bölgede yaşayan halkın görüşleri alınarak, henüz hiçbir işlem yapılmayan ancak inşa aşamasına hazır olan depolama alanı büyük ölçüde tamamlanmış olacaktır (TBB 2014).

2.2.4.2 Düzenli Depolama Alanlarının Tasarımı

Kentlerde nüfus miktarının artması nedeniyle büyük miktarda katı atık ve tehlikeli atık oluşmaktadır. Bu atıkları işlemek ve bertaraf etmek zorlu bir iştir. Bu atıkların uzaklaştırıldığı alanlarda atığın ayrışma işlemi sırasında sızıntı suyu oluşarak toprağı ve yeraltı sularını kirletir. Bu atığı yönetmek için, killi dolgular kullanılarak sızıntı suyunun toprağı ve yer altı sularına karışmasını engellemek amacıyla mühendislik ürünü depolama alanları inşa edilir. Dolgu kalınlığı için öncelikle killi dolgunun geçirgenlik kat sayısı ($\leq 10^{-7}$ m/s ile $\leq 10^{-9}$ m/s) limitlerine, sızıntı suyu parametrelerinin konsantrasyonları, yoğunluğu ve sızıntı suyunun geçiş hareketi gibi etkenler göz önüne alınarak karar verilebilir. Bunlara ek olarak, kil dolgu kalınlığını ve sızıntı suyu konsantrasyon süresini en aza indirmek için geosentetik dolgu sistemleri de kullanılmaktadır. Geosentetik malzemeler, malzemenin türü, kalınlığı, mukavemeti ve membranın geçirgenliği gibi belirli parametrelere göre seçilir. Çeşitli geomembranlar arasında HDPE pratikte en çok

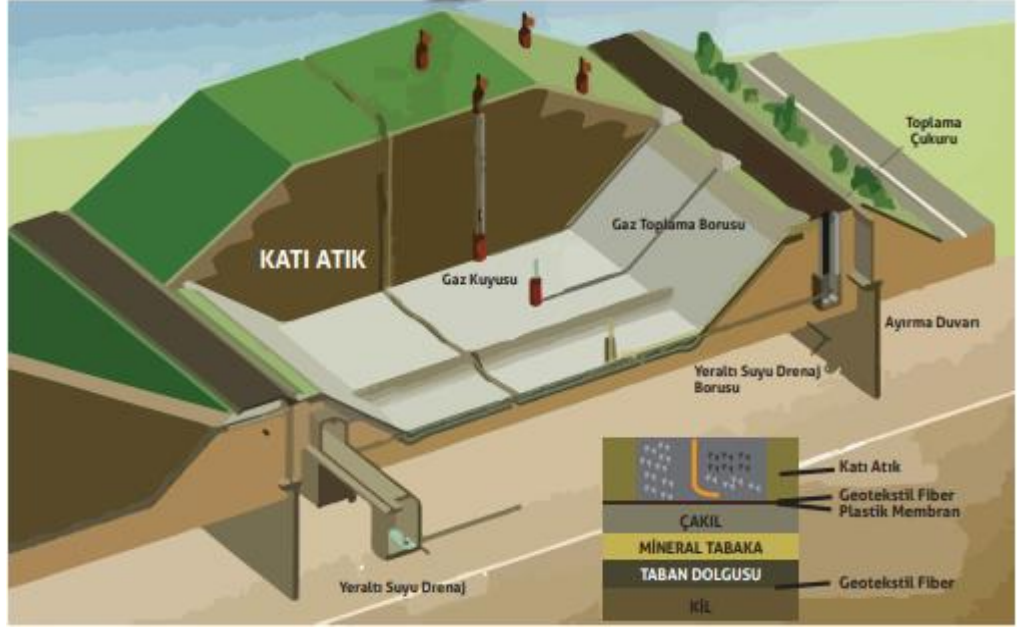
kullanılır. Kil dolgu üzerine yerleştirilir ve taş, çakıl ve diğer tehlikeli maddelerle doğrudan temastan zarar görmesini önlemek için jeotekstil ile kaplanır. Bir düzenli depolama sahası mühendislik yönünden uygun bir şekilde tasarlanmalıdır (RamyaKrishna ve diğ. 2021).

Katı atık düzenli depolama sahaları için bazen uygun alanlar bulmak mümkün olmayabilir. Böyle durumlarda belirlenen alanın düzenli depolamaya uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Katı atık düzenli depolama alanı, sadece zemin geçirimsizliğinin sağlanmasıyla tamamlanacak bir tesis olmayıp ek üniteler ile desteklenmesi gereken bir tesistir. Ayrıca depolama alanının günümüzde giderek gelişen teknolojiler ile uyumlu olması gerekmektedir. Bir katı atık düzenli depolama sahasında verimli bir işletme yapılabilmesi için öngörülen bazı hazırlıklar önceden yapılmalıdır. Tablo 2.8’de belirtilen ek ünitelerin yapım aşamasında tamamlanması gerekmekte olup, işletme ve sonraki dönemlerde de düzenli kontrollerinin yapılması gerekmektedir (TBB 2014).

Tablo 2.8: Düzenli depolama alanında olması gereken üniteler (TBB 2014)

1	Sahaya giriş çıkışların kontrol edildiği güvenlik kontrol noktası	12	Otopark
2	Kantar ve personel için kantar binası	13	Tüm sahayı çevreleyen telçit
3	Sahada çalışacak personeller için sosyaltesis	14	Tüm sahayı çevreleyen yüzey suyu toplama kanalları
4	Yeraltı suyu kirliliğini kontrol etmek amacıyla en az üç adet gözlem kuyusu	15	İdari personelin kullanımı için İdari bina
5	Sahaya girip çıkan araçların temizlenmesi için tekerlek yıkama ünitesi	16	Depolama alanı
6	Araç tamir ve bakım atölyesi	17	Sızıntı suyu toplama drenaj sistemi
7	Jeneratör	18	Sızıntı suyunun toplandığı lagünler
8	Yangın ve kullanma suyu deposu	19	Sızıntı suyu arıtma tesisi
9	Gaz toplama sistemi bacaları,	20	Mekanik ayrıştırma ünitesi
10	Sahaya giren çıkan araçların kullanacağı Yollar	21	Organik atıkları için Kompost Ünitesi
11	Atıkların sıkıştırılmasında kullanılacak araçların kullanacağı yollar	22	Enerji üretim veya gaz yakma sistemi

Tablo 2.8’de belirtilen ünitelerden bazıları katı atık depolama sahası işletilmeye başlandıktan sonra da yapılabilir. Ancak tüm üniteler yapılacakmış gibi düşünülerek maliyetinin hesaplanması diğer bertaraf yöntemleri ile kıyaslama yapılabilmesinde yararlı olacaktır.



Şekil 2.3: Bir deponi alanının yapay tasarımına dair bir görünüm (TBB 2014).

Düzenli depolama alanlarının zemin geçirimsizlik sisteminin yapılması son derece önemlidir. Düzenli depolama alanının tabanını oluşturmak üzere doğal killerin özelliklerini karşılayacak şekilde yapay malzemelerin kullanılması gerekmektedir. Kullanılacak olan yapay malzemeler yani geosentetik kil örtü ve geomembranların en az 5 m kile eşdeğer kalınlıkta ve geçirimsizlik katsayısı $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s olması gerekmektedir. Sonuç olarak son geçirimsizlik katsayısı $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s olması gerekmektedir. Aynı zamanda düzenli depolama alanının tabanında dren boruları, ana toplayıcılar ve bacalardan oluşan Şekil 2.3'te görülen bir sistem inşa edilmelidir. Böylece oluşan sızıntı suları, geçirimsiz katmanın üzerine döşenen drenaj sistemi ile uzaklaştırılabilmektedir. Bu sistem, atıkların kabulünden başlayarak lotun ömrü boyunca pek çok veriyi içermektedir. Bu nedenle düzenli depolama sahası yapım sürecinde yapay malzemeler döşenirken yapılacak olan kaynak testlerinden başlayarak hemen her aşamada geçirimsizliği kontrol edilmeli, ve mutlaka kayıt altına alınarak raporlanmalıdır. Düzenli depolama sahası yapılacak olan yerin yani mekânın kendine özgü yapısından dolayı geçirimsizlik sisteminin yapılma metotlarında değişiklikler olabilmektedir (Yılmaz 2017).

2.2.4.3 Depolama Sahalarında Sızıntı Suyu Yönetimi

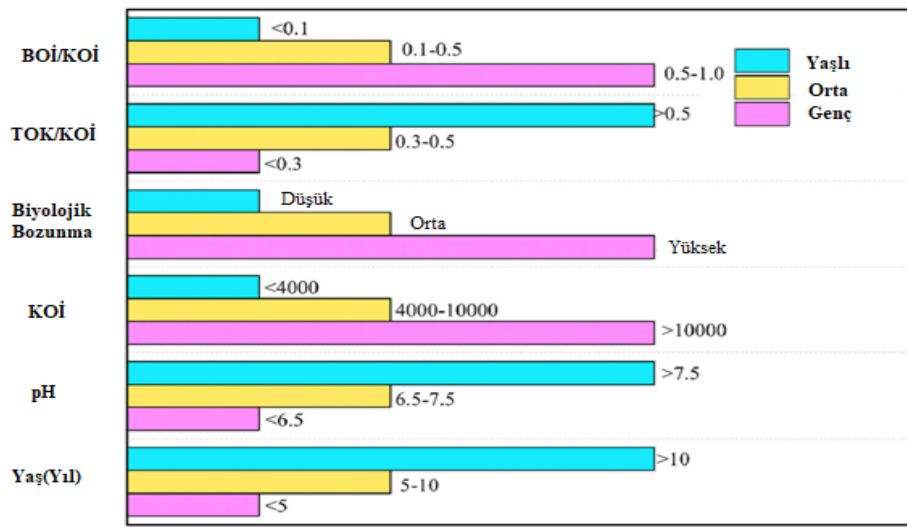
Depolanan katı atıklardan oluşan sızıntı sularının özellikleri depolanan katı atığın özelliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Bu sızıntı sularının içerisinde bulunan yüksek miktardaki organik madde, ağır metaller ve azotlu maddelerden dolayı yeraltı ve yüzey sularının kirletilmesinin yanında toprağın da kirlenmesine sebebiyet vermektedir (Cua ve diğ. 2016). Katı atık düzenli depolama sahasının yer seçimi ve proje tasarımı, toprağın, yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmesini engelleyecek şekilde yapılması gerekmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasının kullanımı sonrası kapatma planı uygulanarak toprağın, yüzeysel ve yeraltı suların kirlenmesini önlemek için üst örtü yapılmalıdır. Tehlikeli ve evsel atık kabul edilebilecek sırasıyla I. ve II. sınıf düzenli depolama sahaları için meteorolojik şartlar ve sahanın niteliği göz önüne alınarak; depolama sahasına yağın yağmur sonucunda yüzeysel suların girmesini engellemek, sızıntı suyu toplama sistemine yağmur suyunun karışmasını en aza indirmek, yeraltı ve yüzeysel sularının depolanmış olan atığa temasını engellemek, depolama sahasında toplanmış olan kirlenmiş ve sızıntı suyunu toplayarak yönetmek oldukça önemlidir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2014).

Katı atık düzenli depolama sahasına gelen atıklar başlangıçta %20-40 arasında nem oranına sahiptirler. Atıkların sıkıştırılmasıyla atıklardan sızan sular depolama sahası tabanına doğru sızar ve depolama sahası tabanında bulunan sızıntı suyu toplama boruları vasıtasıyla sızıntı suyu havuzunda toplanır. Sızıntı suyunun oluşumlarını temel anlamda üç grupta toplamak mümkündür. Bunlar;

- 1) Depolama sahasında bulunan atığın anaerobik ayrışması sırasında oluşan,
- 2) Depolama sahasına gelen ve sıkıştırılan katı atığın sıkıştırılmasıyla oluşan,
- 3) Yağın sonucu katı atıklardan yağın suyunun geçmesiyle oluşan sızıntı suyudur (Heyer ve diğ. 1999).

Katı atık depolama yaşı, sızıntı sularının bileşimini ve özelliklerini etkileyebilecek önemli bir faktördür. Katı atık depolama alanı sızıntı suları, katı atık depolama yaşına göre üç kategoriye ayrılabilir. Şekil 2.4'te gösterildiği gibi, 5 yaşından küçük depolama sahası sızıntı suları genç sızıntı suları olarak

sınıflandırılırken, 5-10 yıl arasındaki sızıntı suları orta ve on yıldan fazla bir süre boyunca işletilen depolama sahası sızıntı suları yaşlı olarak adlandırılır (Miao ve diğ., 2019). Genç katı atık depolama sızıntı suları esas olarak düşük pH değeri ve yüksek biyobozunurluk indeksi (BOİ₅/KOİ) ile düşük moleküler ağırlıklı hidrofilik organik maddeden oluşur. Buna karşılık, yüksek moleküler ağırlıklara sahip hümik asit (HA) ve fulvik asit (FA), eski katı atık depolama sızıntı sularının baskın bileşenleridir ve bu da yüksek pH değeri ve düşük biyobozunurluk indeksi ile sonuçlanır. Özellikle, artan pH değeri metallerin çözünürlüğünü azalttığı için ağır metal konsantrasyonları yaşlanma ile azalma eğilimindedir.



Şekil 2.4: Yaşla birlikte çöp depolama alanı sızıntı suyu sınıflandırmasındaki değişiklikler (Renou ve diğ., 2008; Zhao ve diğ. 2019).

Depolama sahası yaşı arttıkça, depolama sahasında meydana gelen anaerobik ayrışmanın bir sonucu olarak sızıntı suyundaki organik kirleticilerin biyolojik olarak bozunabilir fraksiyonu azalmaktadır. Bu nedenle, olgun veya orta sızıntı suyu, genç sızıntı suyundan çok daha fazla kararlı organik içerir. Bu bağlamda, Tablo 2.9 ve Tablo 2.10'da görüldüğü üzere genç depolama sahası sızıntı suyu (yaş < 5 yıl) tipik olarak yüksek BOİ₅ (4000–13000 mg/l) ve KOİ (30000-60000 mg/l) konsantrasyonları, yüksek miktarda NH₃-N (< 400 mg/l), yüksek BOİ₅/KOİ oranı (0,4 - 0,7) ile karakterize edilir ve pH değeri <6.5'tir. Buna karşılık, stabilize depolama sahası sızıntı suyu (yaş > 10 yıl) genellikle oldukça yüksek miktarda NH₃-N (> 400 mg/l), orta derecede yüksek KOİ mukavemeti (<4000 mg/l) ve 0,1'den daha düşük BOİ₅/KOİ oranı içerir (Aziz 2013).

Tablo 2.9: Tipik depolama sahası sızıntı suyu özellikleri (H. Alvarez-Vazquez ve diğ. 2004)

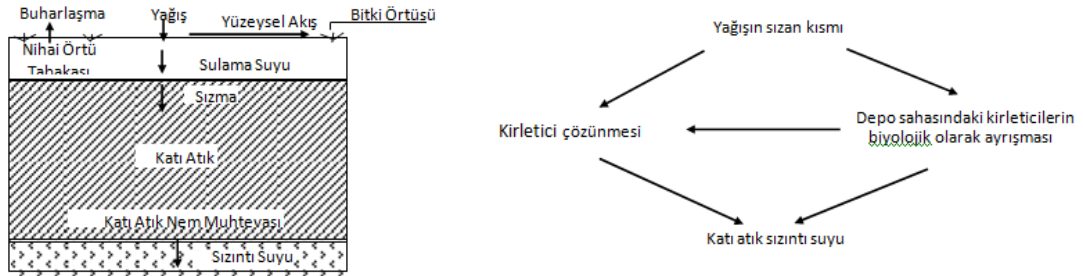
No.	Parametre	Birim	Depolama sahası sızıntı suyu tipi		
			Genç (< 5 yıl)	Orta (5–10 yıl)	Yaşlı (> 10 yıl)
1	pH		<6.5	6.5–7.5	>7.5
2	KOİ	mg/l	>10000	4000–10000	<4000
3	BOİ ₅ /KOİ		0.5–1.0	0.1–0.5	<0.1
4	Organik Bileşik		80%	5–30% VFA ^a + HFA ^b	HFA ^b
5	NH ₃ -N	mg/l	<400	NA ^c	>400
6	TOK/KOİ		<0.3	0.3 –0.5	>0.5
7	TN	g/L	0.1–0.2	NA ^c	NA ^c
8	Ağır Metal	mg/l	Düşük ile orta	Düşük	Düşük
9	Biyolojik Bozunma		Önemli	Orta	Düşük

Tablo 2.10: Depolama sahası sızıntı suyu konsantrasyonlarına göre düzenli depolama sahaları (Kostova 2006).

Parametreler	Aşamalar			
	Geçiş	Asit Oluşumu	Metan Oluşumu	Son Olgunlaşma
	(0-5 yıl)	(5-10 yıl)	(10-20 yıl)	(>20 yıl)
BOİ ₅	100-11000	1000-57000	100-3500	4-120
KOİ	500-22000	1500-71000	150-10000	30-900
TOK	100-3000	500-28000	50-2200	70-260
NH ₃ -N	0-190	30-3000	6-430	6-430
NO ₂ ⁻ -N	0.1-500	0.1-20	0.1-1.5	0.5-0.6
TÇK	2500-14000	4000-55000	1100-6400	1460-4640

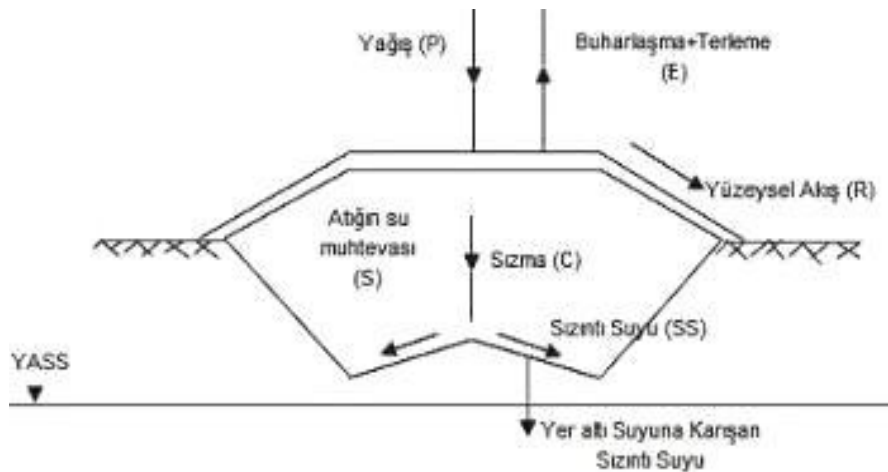
Katı atık düzenli depolama alanına düşen yağmur sularının, depolama sahasında bulunan katı atık kütlesi arasından sızması sırasında çeşitli kimyasal ve biyolojik tepkimeler gerçekleşir. Bu tepkimeler sonucunda, inorganik ve organik bileşikler atıktan sızıntı suyuna geçer. Sızıntı suyu ve katı atık arasındaki bu etkileşimler, Şekil 2.5'te gösterilmektedir. Depolama sahasında bulunan atıkların içerisinde gerçekleşen bu tür karmaşık tepkimelerin son ürünleri, sızıntı suyu ve depo

gazı ile depolama sahasından uzaklaştırılır. Oluşan sızıntı suyu karakteristiğinde kalitesi çok değişken olan çok fazla bileşenler bulunur. Sızıntı suyu belli aralıklarla analizleri yapıp kalitesi izlenerek, bir depolama sahasında bulunan atığın yaşı ya da genel özellikleri ve durumu hakkında önemli bilgiler elde edilebilir.



Şekil 2.5: Sızıntı suyu oluşumu ve katı atıklardan sızıntı suyuna kirlenici geçişi (Öztürk 2010)

Sızıntı suyu miktarı; ampirik veri ya da yağış, buharlaşma, yüzeysel akış ve atığın su muhtevası bileşenleri veya kriterler dikkate alınarak, atık hücreleri üzerinde kurulacak su dengesi yöntemi ile tahmin edilir. Atığın karakteristiği, iklimsel faaliyetler, depolama alanını işletilme yöntemi vb. şartlar, depolama sahasındaki sızıntı suyu miktarında oldukça etkilidir (Öztürk ve diğ. 2010). Bir katı atık düzenli depolama sahası için su dengesi, özel veriler vasıtasıyla aşağıdaki denklemle ve Şekil 2.6'daki gibi kurulabilir.



Şekil 2.6: Katı atık düzenli depolama sahası için su dengesi (Vesilind ve diğ. 2002).

$$SS = C \pm S - E = P.(1-R) - S - E$$

Burada;

- C : Atık deposu gövdesine sızan yağış suyu ($= P \cdot (1-R)$), mm/yıl
- P : Yağış yüksekliği, mm/yıl
- R : Yüzeysel akış katsayısı, mm/yıl
- S : Atık yığını bünyesinde tutulan su, mm/yıl
- E : Depo yüzeyinden buharlaşma, mm/yıl
- SS : Oluşması beklenen sızıntı suyu, mm/yıl

Mevzuat gereği depolama sahasında oluşan sızıntı sularının toprağa ve yeraltı sularına karışmasını engellenmek için katı atık düzenli depolama sahalarında doğal geçirimsizlik tabakasına ek olarak sızıntı suyu toplama ve drenaj sistemi inşa edilmesi gerekmektedir. I. sınıf ve II. sınıf düzenli depolama sahalarında yapay geçirimsizlik kaplaması üzerine, kalker(CaCO_3) \leq %20 oranına, en az 50 cm kalınlığa ve en az geçirgenlik katsayısı $K \geq 1,0 \times 10^{-4}$ m/s geçirgenliğe sahip drenaj tabakası uygulanır. Drenaj tabakasının içinde sızıntı suyu toplama boruları bulunur. Bu boruların çapı, temizleme ve yapılacak kontrollere imkân verebilecek genişlikte olmalıdır. Depolama sahasının tabanında sızıntı suyuna dayanıklı bir malzemeden yapılmış yeterli sayıda drenaj borusu, ana toplayıcı, kılcal toplayıcı borular ve bacalar bulunur. Sızıntı suyu toplama ve drenaj sistemi sızıntı suyu toplama havuzunda toplanacak şekilde tasarlanarak inşaatı tamamlanır. Sızıntı suyu toplama havuzu sahanın kurulacağı yerin meteorolojik koşulları ve depolanacak atıkların su muhtevası göz önüne alınarak herhangi bir olumsuzluk yaşanmayacak şekilde tasarlanmalıdır. Depo tabanının boyuna eğimi oluşan sızıntı sularının toplanabilmesi için %3'ten az olmamalıdır. Toplayıcı boru dayanımı atık yüksekliğine uygun seçilmelidir. Toplayıcı boru deliksiz olmalıdır. Drenaj boruları delikli perfore boru olmalı, ana toplayıcı boru ve drenaj borularının ucu saha dışına kadar çıkarılmalıdır. Drenaj borularının toplayıcı boruya eklenmeden önceki son 5 metresi deliksiz olmalı, mümkün olduğunca sık sık yapılmalıdır. Delikli drenaj boruları; delik kısımlarının üst tarafta kalması için inşaat sırasında sahada kaynak yapılarak birleştirilmelidir. Sızıntı suyu havuzları tabana çökecek şekilde ön çöktürme havuzu şeklinde yapılabilir. Katı atık düzenli depolama sahası tasarımı sırasında sızıntı suyu hesabı sahanın kurulacağı bölgeye en fazla günlük yağın yağmura göre hesaplanarak

tasarımı yapılması gerekmektedir. Dengeleme havuzu büyüklüğünün aşırı olması durumunda, sızıntı suyu havuzuna gelen borunun ucuna bir vana konularak depolama sahanın içerisi sızıntı suyu için depo olarak kullanılabilir. Sızıntı suyu toplama hatları sonuna konulacak vana sistemi sahada/sızıntı suyu toplama havuzlarında meydana gelebilecek olumsuz durumlarda sızıntı suyunu daha kolay kontrol etme olanağı sağlar (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 2014).

2.2.4.4 Depolama Sahalarında Depo Gazı Yönetimi

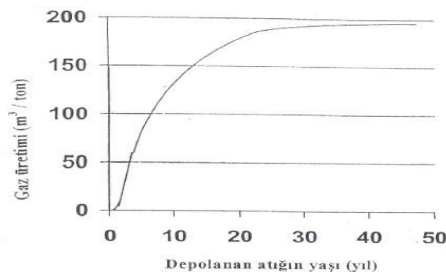
Dünya Bankası, düzenli depolamanın dünya çapında katı atık bertarafı için en yaygın seçenekler arasında olduğunu bildirmiştir (Kaza ve diğ. 2018). Katı atık düzenli depolama sahasında oluşan çöp gazı, sahada depolanan atığın içerisinde bulunan aerobik organizmalarca oksijenin tamamının yok olması sonucunda ve oluşan kütlede anaerobik koşullarda parçalanmasıyla oluşan bir üründür. Anaerobik bakteriler, organik maddelerin parçalanması sonucunda oluşan bir ürün elde edildiği ve bu ürünün hacimsel olarak yarısından fazlası metan gazı ve geri kalanı karbondioksitten oluştuğu bir gaz karışımı üretirler. Bu anaerobik bakteriler selülozlu maddeler gibi atığın içindeki diğer organik maddeleri de (yiyecek atığı vs.) çürüterek parçalayabilirler (Yıldız 2006). Kentsel katı atığının büyük bir kısmını oluşturan ayrışabilen organik atıklar, mikroorganizmalar tarafından bozularak depolama gazı (LFG) üreten bir süreç meydana getirir. Anaerobik bozunma altında üretilen bu LFG esas olarak metan (CH_4) (%55-60), karbondioksit (CO_2) (%40-45), metan olmayan organik bileşikler (NMOC), sülfürler (örn. hidrojen sülfür, dimetil sülfür ve merkaptanlar) ve nitrojen bileşiklerinden (örn., nitroz oksit (N_2O) ve akrilonitril) oluşur (Huang ve diğ. 2022). Katı atık düzenli depolama sahaslarında öncelikli olarak depo alanında oluşan patlayıcı ve parlayıcı özelliği olan depo gazının kontrol altına alınması ile çevreye ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla toplanan deponi gazı, yenilenebilir enerji üretiminde ve arıtılarak doğal gaz geri kazanımında kullanılabilir. Böylece sera gazı emisyonlarının azaltımı sağlanarak iklim değişikliğine olan etkisi azaltılmış olur. Depolama sahaslarında depo gazı elde etme sistemi, depolama alanında bulunan atıkların üst örtüsünün altında yer alan bir entegre gaz toplama sisteminden oluşur (Kiriş ve Saltabaş 2011)

Katı atık düzenli depolama sahasında gaz oluşumu ile ilgili olarak, kullanılan depo gazı elde etme sistemine bağlı olarak depolama alanının fiilen işletildiği dönem boyunca ve işletmeden sonra 10-20 yıl boyunca gaz elde edilebileceğini göstermektedir. Böylelikle katı atık düzenli depolama sahasında oluşan gazın kalitesi ve oluşum hızı aşağıdaki koşullara göre değişiklik gösterebilmektedir:

- Atığın karakterizasyonu (karbon konsantrasyonu, besin içeriği, nem oranı, bozunma reaksiyonlarını engelleyici bileşenlerin varlığı vs.)
- Atıkların nasıl ön işlemden geçtiği (atık azaltma, geri dönüştürme, kompostlaştırma, balyalama)
- Sıkıştırmanın türü ve şiddeti
- Depolama sahasının işletilme yöntemi
- Örtü tabakasının türü ve kalınlığı
- Atığın miktarı
- Depolama alanının geometrisi ve hidrojeolojik özellikleri
- İklim (sıcaklık derecesi, yağmur, buharlaşma)

Bir katı atık düzenli depolama sahasında, depolama sahasının ömrü boyunca bertaraf edilen evsel atığın bir tonundan yaklaşık olarak 170 m³ depolama gazı ürünü elde edilebilmektedir. Atık depolandıktan sonra depolama gazı 10 yıl içinde %60, 15-20 yıl içinde %90 seviyesine çıkmaktadır (ESMAP 2004).

Gaz üretimi için gaz toplama sistemi bulunan bir katı atık düzenli depolama sahasında evsel atıklar için toplama sistemli depolama sahalarında gaz üretim modelini yıllara göre değişimi Şekil 2.7’de gösterilmektedir.



Şekil 2.7: Toplama sistemli depolama sahalarında gaz üretimi modeli.

Evsel atık miktarının az olduğu bir katı atık düzenli depolama sahasında depolama gazı oluşumu düşük seviyelerde olmaktadır. Bunun nedeni ise bir genç katı

atık düzenli depolama sahalarının ilk yıllarında aerobik ortamların uzun sürede yok olmamasından kaynaklanmaktadır. Düzenli depolama sahalarında oluşacak deponigaz miktarını tespit etmek için aşağıda sıralanan teorik metotların bazıları kullanılabilir.

- Tabasaran modeli
- SCS mühendislik modeli
- Özgül gaz yöntemi
- Scholl Canyon modeli (Yıldız 2006)

Katı atık düzenli depolama sahası içerisinde oluşan depo gazının toplanması için yerleştirilecek olan yatay borular, sahadan gazın emilmesini sağlayabilmesi için delikli boru olmalıdır. Gaz toplama boruları Pn 10 basınçlı, Çapı (Q)=160-200 mm, et kalınlığı(S)=8-12 mm delikli, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) borulardan oluşmalıdır. Düşey gaz toplama sistemi, depolama sahası içerisinde 50 metre çapında olacak şekilde yerleştirilmiş düşey gaz kuyularından oluşur. Bu kuyuları açmak için genellikle 80–120 cm çaplı kuyu kazan sondaj makineleri kullanılır. Düzenli depolama sahası üzerinde depolama alanının toplam derinliğinin %50 ila %90 civarında kuyu derinliği olacak şekilde inşa edilir. Gazın toplanabilmesi için çapı 10–20 cm olan boruların üstte kalan 4–5 metresi deliksiz, kalan kısmı ise gazın toplanabilmesi için delikli olacak şekilde açılan sondaj kuyularına yerleştirilmelidir. Boru bağlantılarının depolama alanında ilerleyen zamanlarda oluşabilecek çökmelerden zarar görmemesi için esnek şekilde ve delikli boruların deliksiz borularla birleştiği nokta kum/bentonit karışımı bir malzemeyle en az 0,5 m olacak şekilde inşa edilmesi gerekmektedir. Bu işlem depolama sahasının yüzeyinden gelen havanın toplanan depolama gazı ile karışmasını engellemek veya depolama sahasının yüzeyinden gelen havanın atıkların içine girmesini engellemek amacıyla yapılması gerekmektedir. Deliksiz boruların etrafındaki boşluklar kum ile delikli boruların etrafındaki boşluklar ise sızıntı suyunun girmesini engellemek için çakıl ile doldurulması gerekmektedir (ESMAP 2004).

Düzenli depolama sahasında oluşan depo gazını toplamak için yerleştirilen düşey boruların birbirine olan uzaklığı bütün düzenli depolama sahalarında sık olarak kullanılan yukarıda da belirtildiği gibi yaklaşık 50–70 metre çapında olması gerekmektedir. Kuyu aralıkları daha çok olursa verimli bir gaz toplama işlemi

yapılamaz, mesafeler daha kısa tutulur ise gaz vakumla çekmesirasındakuyuların kendi aralarında etkileşimleri olacağından dolayı verim alınamaz ve ayrıca kuyu miktarı artacağından dolayı daha yüksek işletme giderleri ile karşılaşılacaktır (Hauser 2009).

Depolama sahasında oluşan gazın, gaz toplama sistemiyle toplanarak deliksiz yatay borularla manifold adı verilen toplama ünitelerine, oradan da daha büyük borularla enerji üretimi için kullanılacağı tesise taşınır. Taşıma boruları depo gazı içindeki nemin kondense olup tıkanmasıyla boru içerisindeki gaz hareket edemez duruma gelir. Bunun için yoğunlaşma sonrası oluşan suları temizlemek için kodu en az olan noktada bir drenaj sisteminin yapılması gerekmektedir. Bu drenaj sistemi yapılmadığı takdirde ise çok büyük olumsuzluklara sebebiyet vereceği aşıkardır. Düzenli depolama alanlarında oluşan gazın, toplanarak ısı ve elektrik enerjisi üretebilecek düzeyde olabilmesi için aşağıdaki hususların oluşması gerekmektedir.

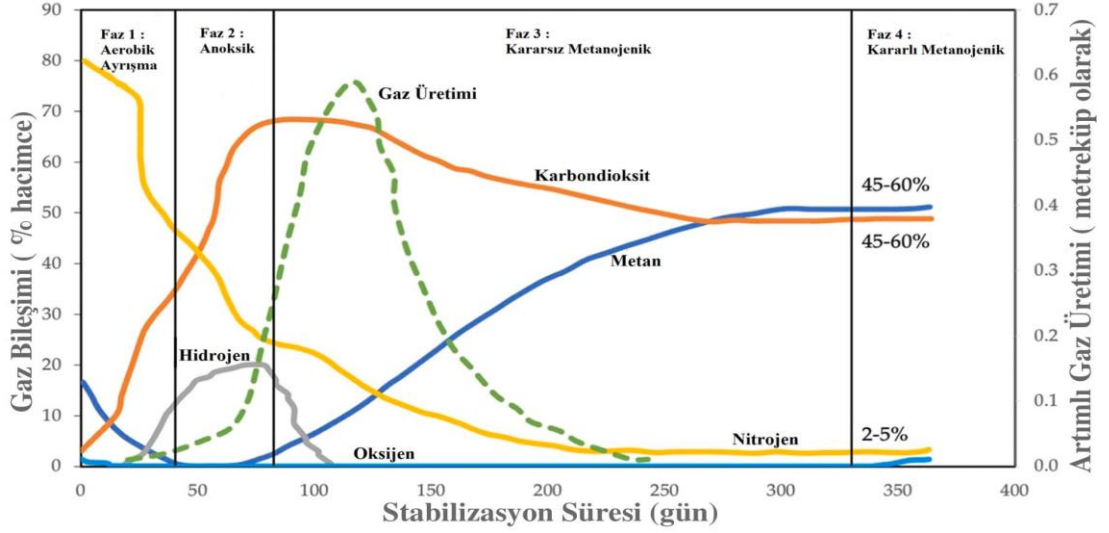
- Gaz için uygun bir kullanım alanı belirlenmelidir.
- Depolama sahasında en az 10 metre derinliğinde organik madde bulunmalıdır.
- Depolama sahasında en az 500.000 bin ton atığın olması gerekmektedir.
- Depolama sahasında bulunan atığın geçmişi 2-10 yıllık olması gerekmektedir.
- Depolama sahası suya doymuş olmamalıdır (Yıldız 2006).

LFG, yüksek metan içeriği nedeniyle yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Hem enerji hem de hammadde üretimi için uygun bir yakıt kaynağıdır (Kale ve Gökçek 2020). Metan ve karbondioksit, bilinen en önemli sera gazlarıdır. Günümüzde hem sera gazı emisyonlarını hem de enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve enerji kaynaklarının çeşitliliğini artırmak için düzenli depolama sahalarında üretilen LFG'nin verimli bir şekilde yönetilmesi gerekir. LFG'den enerji üretimi için öncelikle depolama sahasından atıklardan üretilen gaz miktarını tahmin ederek projelerinin fizibilitesi, planlanması ve tasarımı yapılması gerekmektedir. Bu gaz, arazi ölçümleri, deneysel proseslerle veya matematiksel modelleme yaklaşımları ile tahmin edilebilir. Matematiksel modelleme, depolanan atık ve depolanacak olan atık miktarlarına, gaz toplama sistemi verimliliğine bağlı olarak gaz oluşumunun

tahminidir. LFG oluşumunu tahmin etmek için sıfırcı, birinci ve ikinci dereceden ayrıştırma denklemlerine dayalı olarak çok sayıda matematiksel model geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Ölçüm sonuçları ve önceki çalışmalardan elde edilen verilerin karşılaştırılması, sıfır dereceli ayrıştırma denklemlerine dayalı modellerin diğer dereceli modellere göre daha fazla hata içerdiğini göstermiştir. Ayrıca ikinci mertebeden ayrıştırma denklemi ile oluşturulan modellerde kullanım için gerekli olan parametreler tam olarak belirlenememektedir. Bu nedenle ikinci mertebeden ayrıştırma denklemi kullanılarak oluşturulan modeller sonuçların doğruluğunu olumsuz etkilediği için pek tercih edilmemektedir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı tarafından geliştirilen LandGEM, birinci dereceden ayrıştırma denklemlerine dayalı bir Microsoft Excel ara yüzüne sahip olan ve LFG'yi tahmin etmek için yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Modelin kullanımı, depolanan yıllık atık miktarı veya bir düzenli depolama alanındaki toplam atık miktarı, metan üretim hızı (k), potansiyel metan üretim kapasitesi (L_0), üretime başlama yılı, atık kabulü gibi bilgileri gerektirmektedir. Bu tahminler, alanların çevre ve enerji potansiyeli üzerindeki etkisini tahmin etmek için kullanılabilir. Ayrıca oluşturulacak LFG'den yenilenebilir bir enerji santrali için ayrıntılı bir fizibilite ve maliyet analizi çalışması yapılabilir. Elektrik üretiminde LFG enerji projeleri için en yaygın kullanılan teknolojiler içten yanmalı motorlar ve gaz türbinleridir. İçten yanmalı pistonlu motorlar (ICRE'ler) köklü ve yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Depolama alanlarında elektrik üretimi için ağırlıklı olarak ICRE'ler kullanılmaktadır. Öte yandan, gaz türbinleri elektrik üretmek için çöplük alanlarında da kullanılabilir. Bununla birlikte, pistonlu motorlar, karşılaştırılabilir boyuttaki gaz türbinlerinden daha yüksek elektriksel verimliliğe sahiptir ve bu nedenle yakıtla ilgili işletme maliyetlerini düşürür. Ek olarak, pistonlu motor jeneratör setlerinin peşin maliyetleri, genellikle 20 MW'ın altındaki boyutlardaki gaz türbinli jeneratör setlerinden daha düşüktür (Kale ve Gökçek 2020).

Yağış aralığı, süresi, depolama sahası örtüsü (eğim ve bütünlük), tasarım ve işletme parametreleri LFG oluşumlarını etkilemektedir. CH_4 ve CO_2 , LFG'nin önemli bileşenleridir. Katı organik atık miktarı ve nem oranına bağlı olarak LFG oluşumunda değişiklik gözlemlenebilir. LFG üretiminin aerobik ayrışma, anoksik ayrışma, metanojenik olmayan ayrışma, kararsız metanojenik ayrışma ve sabit metanojenik ayrışma olmak üzere Şekil 2.8'de de görüldüğü üzere dört aşaması

bulunmaktadır. İlk iki aşama doğada 50-100 gün boyunca kalıcıdır. Burada nitrojen ve hidrojen gazı hacmi pik yapar ve 3. aşamada önemsiz hale gelir. LFG oluşumunun %90'ından fazlası kararlı metanojenik faz sırasındaki CH₄ ve CO₂ üretimidir (Kurniavan ve diğ. 2022).



Şekil 2.8: Depolamadan sonra atık ayrışma aşamaları (Kurniavan ve diğ. 2022).

İlk aşamada, aerobik bakteriler kompleks karbonhidratların, proteinlerin ve lipidlerin uzun moleküler zincirlerini parçalamak için oksijen tüketir ve karbondioksit üretir. Anaerobik faaliyetler, karbondioksit ve hidrojen ile birlikte bazı organik asitlerin ve alkollerin üretildiği ikinci faz ile başlar. Bu organik asitler, metanojen aktivitesinin arttığı üçüncü fazda tüketilir. Dördüncü aşamada, LFG nispeten sabit kalır ve genellikle hacimce %50-55 metan, %45-50 karbondioksit ve % 2-5 sülfür gibi diğer gazları içerir. Belediye katı atık depolama sahalarında her zaman biyolojik olarak yavaş parçalanabilen organik maddeler vardır ve bu da çöp gazı üretiminin 15 ila 20 yıl gibi uzun sürmesine neden olur. Araştırmalara göre 1 ton atık, tüm bozunma süresi boyunca 50 ila 240 m³ gaz üretmektedir. Bu aralıktaki fark, atığın bileşimi ile ilgilidir. Biyobozunur atıklar depolama sahasına ne kadar çok giderse, mikroorganizmalar tarafından o kadar fazla LFG üretilir. Gıda atıkları gibi yüksek oranda parçalanabilir organik maddeler hızla LFG üretir ve bu da organik maddenin hızla tüketilmesine neden olur. Öte yandan, kâğıt gibi daha az parçalanabilir organik maddeler, daha uzun bir sürede ve gıda atıklarından daha yavaş LFG üretecektir. En yüksek gaz üretimi genellikle atıkların doldurulmasından 5 ila 7 yıl sonra görülür. Kayda değer miktarda LFG genellikle 1 ila 3 yıl içinde

üretir. Ayrıca, tüm gaz yaklaşık 20 yıl içinde üretir. LFG üretimi, zor parçalanabilen organik maddelerin varlığı nedeniyle 50 yıldan fazla devam edebilir (Altan 2015).

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Proje Alanı

Proje kapsamında literatürden edinilen bilgiler ışığında genç bir katı atık düzenli depolama sahasının yer seçiminden başlayarak inşaat ve işletmede karşılaşılan sorunlar, maliyet analizleri, oluşan depolama gazının ve sızıntı suyunun karakteristiklerindeki değişimlerin ortaya konması gerekmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalar bu bölümde verilmektedir. Bu kapsamda Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası baz alınmıştır.

Söz konusu proje kapsamında örnek olarak verilen Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası için öncelikle yer seçim kriterleri göz önüne alınarak alternatif alanlar belirlenmiştir. Bu alanlarda yapılan çalışmalar sonucunda saha için yasal çevresel faktörler, nüfus yoğunluğu, mevzuatlar, alternatif arazinin büyüklüğü ve kullanılabilirliği, etrafındaki ilçe belediyelerin atıkları için atığın taşınma mesafeleri ve ulaşım imkanı, toprağın ve zeminin yapı durumu, iklimsel şartlar, yüzey suyunun hidroloji durumu, jeolojik, topoğrafik ve coğrafik koşullar göz önüne alınmıştır. Böylece yer alan Tablo 3.1’de koordinatları verilen ve Fotoğraf 3.1’de görülen yerde yaklaşık 9,89 ha (98.858 m²) büyüklüğündeki orman arazisi üzerinde gerekli izinler alınarak inşaatı tamamlanmıştır. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Denizli’ye yaklaşık 60 km uzaklıktadır.

Tablo 3.1: Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Koordinatları

Koordinatlar	Y	X
1	417704.63	4146275.63
2	417573.51	4146129.43
3	417930.07	4145784.40
4	418054.35	4145922.40

Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasının yapımı Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından 2018 yılında tamamlanmış ve 2018 Eylül ayında atıkları kabul etmeye başlamıştır. Başlangıçta günlük olarak 50-60 ton/gün arası evsel atığın kabul edildiği, 2019 yılında Acıpayam İlçesinde Büyükşehir Belediyesi tarafından bir Katı Atık aktarma istasyonunun tamamlandığı ve böylelikle günlük atık miktarı ortalama 130 ton/güne çıkarılarak atık kabulüne devam edildiği belirlenmiştir (Denizli Büyükşehir Belediyesi 2018).

(a)



(b)



(c)



(d)



Fotoğraf 3.1: Tavas katı atık düzenli depolama sahası inşaat aşamasından görüntüler.

(e)



(f)



(g)



(h)



Fotoğraf 3.1 (devamı): Tavas katı atık düzenli depolama sahası inşaat aşamasından görüntüler.

Çalışmada kullanılan tesisin inşaatı sırasında her bir aşamasındaki görüntüleri Fotoğraf 3.1.'de gösterilmektedir. Tavas ilçesi, Nikfer Mahallesi, Alaman Boğazı Mevkiinde, ikiztepe üzerinde yapılması planlanan tesisin inşaatı 2017 yılında Fotoğraf 3.1.(a)'da görülen yer de gerekli izinler alınıp, zemin etüdü ve fiziksel koşulların çalışması yapılarak çalışmalara başlamıştır. Tesisin yapılacağı alan makilik orman alanı olduğu için öncelikle makilik alanda sıyırma işlemleri yapıldığı Fotoğraf 3.1.(b)'de görülmektedir. Belirlenen alan orman alanı olduğundan ve sert kayalar bulunduğundan dolayı herhangi bir yumuşak kazı yapılamamıştır. Sıyırma işlemleri tamamlandıktan sonra belli periyotlarla dinamit ile kontrollü patlatmalar yapılmıştır. Bu dinamit patlatmalar sonucunda Fotoğraf 3.1.(c)'de görüldüğü üzere kazı çalışmaları ve lot alanlarının oluşturulmasına başlanmıştır. Lot alanları ve idari bina yerlerinin zemin kazı çalışmaları tamamlanmış, sonra lot 1 alanının zeminine geçirimsizliği sağlamak için Fotoğraf 3.1.(d)'de görüldüğü üzere kil örtü yapılmıştır. Bu kil örtü 25 cm kalınlığında permabilite (geçirgenlik) kat sayısı $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s olacak şekilde toplamda 2 sefer olmak üzere 50 cm olarak uygulanmıştır. Bu kil örtüsünün üzerine geomembran serilerek üzerine sızıntı suyunun toplanması için Fotoğraf 3.1.(f)'de görüldüğü üzere kılcal ve ana borular yerleştirilmiştir. Daha sonra 50 cm kalınlığında 16-32 cm ebatlarında çakıl örtüsü yapılmıştır. Zemin geçirimsizliği tamamlanarak şevlerin geçirimsizliğini sağlamak için Fotoğraf 3.1.(e) ve 3.1.(g)'de görüldüğü üzere şevlere sırasıyla, geotekstil, geosentetik kil örtü, geomembran ve tekrar geotekstil örtüler serilmiştir. Ayrıca Fotoğraf 3.1.(g)'de gösterildiği gibi tesisin işletilmesi için gerekli olan idari bina, atölye, kantar binaları yapımı tamamlanmıştır. Son olarak Fotoğraf 3.1.(h)'da görüldüğü üzere kağıt/cam/metal/plastik vb. atıkların geri dönüşümünün sağlanması için ön işlem tesisi yani mekanik ayrıştırma ünitesi kurulumu yapılmıştır. Bu mekanik ayrıştırma ünitesi ile, evsel atıklar içerisinde bulunan geri dönüştürülebilir atıkların geri kazanımını sağlayarak çevresel kirliliğin azaltılması ve ekonomiye katkı sağlanması hedeflenmiştir. Tesis tam otomatik olarak işletilecek şekilde tasarlanmıştır.

3.2 Proje Yapım ve İşletim Maliyeti

Proje kapsamında Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası için yapım sürecinde iş grupları oluşturularak maliyet analizi yapılmıştır. Yapımı tamamlanan Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası'nın işletim maliyetleri çıkarılmıştır. Yapım sürecinin maliyet analizinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığın yayınlamış olduğu kamu kurumlarının ihale dokümanlarına esas teşkil eden birim poz numaralarına göre hesaplamaları yapılmıştır (Denizli Büyükşehir Belediyesi 2018).

Katı atık düzenli depolama sahası'nın yapım işi için saha düzenlemesi, lot yapımı ve izolasyon, sızıntı suyu havuzu, saha ve yol kaplama, binalar, elektrik projeleri, tekerlek yıkama ünitesi, kompost alanı, tam otomatik ön işlem tesisi olmak üzere toplam 9 ana iş grubu oluşturularak yapım maliyeti Euro ve Türk lirası cinsinden ortaya konulmuştur. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasının işletim maliyetleri de yıllık akaryakıt, personel, iş makinesi, bakım-tamirat, elektrik ve su giderleri olmak üzere toplam 6 ana iş grubu Euro ve Türk lirası cinsinden hesaplamaları yapılarak ortaya konulmuştur. Yapım ve işletim maliyet analizlerinde tesisin yapım yılındaki kura göre yani 1 Euro = 3,29 TL üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

3.3 Sızıntı Suyu Analizleri

Sızıntı suyu katı atıkların içerisinde ve yağın yağmur ile oluşan suların süzülerek birtakım kimyasal, biyolojik ve fiziksel olaylara maruz kalmasıyla oluşur ve sızıntı suyu toplama sistemleri ile dışarıda oluşturulan sızıntı suyu toplama havuzuna alınır. Katı atıkların içinden süzülen sızıntı suyu, katı atıkların muhtevassından kaynaklanan çok sayıda element ve bileşiği içerir. Çözünmeyen yapıda bulunan demir ve manganın çözünebilen hale dönüşmesi ile bu bileşiklerin sızıntı suyunda yüksek konsantrasyonlara ulaşmasını sağlar. Sızıntı suları anaerobik şartlara maruz kaldığı zaman çözünmeyen metal bileşikler meydana gelir ve böylelikle sızıntı suyu toplama borularında tıkanmalara sebebiyet verebilir (İSTAÇ 2006). Katı Atık Düzenli Depolama Sahasında erken dönemde oluşan sızıntı

sularından aylık periyotlar halinde 10 ay boyunca ayda 2'şer defa numuneler alınarak sızıntı suyu analizleri yapılmıştır.

3.4 Erken Dönemde Deponi Gazı Analizleri

Depolama sahası gazı temel olarak metan ve karbondioksitten oluşur ve bu depolama sahasının doğru yönetimi ve yenilenebilir enerji kullanımı ile düşük sera gazı emisyonları için zorunludur. Elektrik üretimi bu gazın zararsız hale getirilmesi ve faydalı kullanımı için bir çözümdür (Brigagao ve diğ. 2020). Bilindiği üzere metan gazı, anaerobik metan bakterilerinin enerji kaynağı olarak hidrojeni (H₂) ve uçucu yağ asitlerini (UYA) kullanması sonucu üretilmektedir. Anaerobik parçalanma sürecinde katı atık depolama sahalarında metan gazı oluşumunda esas faktör, uçucu yağ asitlerinin tüketilmesidir. Ancak asitleşme safhasının erken evrelerinde hidrojeni enerji kaynağı olarak kullanan metan bakterileri de metan üretimine katkı sağlamaktadır. Genç depolama sahalarında erken dönemde görülen metan oluşumunun temel sebebi budur. Proje kapsamında gaz ölçüm cihazı ile erken dönemde oluşan toplam gazın debisi ve metan gazının yüzdesinin ölçümleri yapılmıştır. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası'nın yapım sürecinde metan gazı için dikey bacalar yapılmış olup işletme sırasında tam verim alınabilmesi için yatay bacalara geçiş yapılmıştır. Proje süresi içerisinde toplam 7 aylık zaman zarfında günlük olarak gaz ölçümleri yapılarak zamana göre değişiklikleri tespit edilip genç bir katı atık düzenli depolama sahasında oluşan deponi gazının miktarı ve kalitesi analiz edilmiştir.

3.5 Analitik Yöntemler

3.5.1 Kimyasal Çözünmüş Oksijen İhtiyacı (KOİ)

KOİ ölçümleri, Kapalı Reflux Kolorimetrik yöntemi ile yapılmıştır (APHA AWWA, 1992). Alınan sızıntı suyu örneklerinin KOİ değerleri yüksek olduğu düşünülüp belirlenen oranlarda seyreltmeler yapılmıştır. Yapılan seyreltmeler sonucunda örneklerden 2,5 ml alınıp deney tüplerine konular ve üzerlerine 1,5 ml

$K_2Cr_2O_7$ çözeltisi ve 3,5 ml $H_2 SO_4$ çözeltilerinden ilave edilir. Şahit numune için de aynı şekilde 2,5 ml distile su deney tüpüne alınarak üzerine 1,5 ml $K_2Cr_2O_7$ çözeltisi ve 3,5 ml $H_2 SO_4$ çözeltilerinden ilave edilir. Deney tüplerinin ağzı kapatılarak hafifçe çalkalanır. 148 °C'ye ısıtılmış termoreaktöre (WTW CR 2200) (Fotoğraf 3.2) konulan deney tüpleri 2 saat bekletilir. 2 saatlik reaksiyon süresini tamamlayan deney tüpleri termoreaktörden çıkarılıp soğumaya bırakılır. Soğuyan deney tüpleri 600 nm'ye ayarlanmış spektrofotometrede absorbans değerleri ölçülür. Elde edilen absorbans değerleri oluşturulan kalibrasyon eğrisindeki formülde yerine konularak hesaplanır.



Fotoğraf 3.2: KOİ Ölçüm Cihazı

3.5.2 Biyokimyasal Oksijen Hesabı (BOİ₅)

BOİ₅, WTW Oxi Top IS sistem kullanılarak ölçülmüştür. BOİ₅, KOİ değerinin yaklaşık 80% 'i olarak kabul edilmiş ve sızıntı suyu numunelerinde belirli oranda seyreltme yapılmıştır. Yöntemde belirli okuma değerlerine karşılık gelen tablodan faktör 50 (0-2000 mg/l) seçilmiştir. BOİ şişelerine (Fotoğraf 3.3) 43,5 ml numune ve şişelerin içerisine inkübasyon süresi boyunca karışmasının sağlanması için manyetik balıklar konulmuştur. Kauçuk tıpların içine nem tutması amacı ile 2-3 adet NaOH tableti konuldu. Başlıktaki S-M tuşlarına 2 saniye basılıp sıfırlanarak inkübatöre yerleştirildi. 5 günlük inkübasyon sonucunda aşağıdaki formül yardımı ile BOİ₅ değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{BOI}_5 \text{ (mg/l)} = D * f * \text{SF}$$

D; Seyreltilmiş örneğin 5 günlük inkübasyondan sonraki çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/l)

f; Faktör(cihazın kullanım kılavuzuna göre belirlenen değer)

SF;Yapılan seyreltme oranı



Fotoğraf 3.3: BOİ Ölçüm Şişeleri

3.5.3 Amonyum Azotu(NH₄-N)

Amonyum azotu analizi standart method (4500-NH₃ (B,C)) yöntemi ile yapılmıştır. Her bir flaska belirlenen seyreltme oranında hazırlanan sızıntı suyu numunelerinden 150 ml konulur. Her bir flaska 25 ml Borat buffer (9.5 g Na₂B₄O₇ .10 H₂O/L) çözeltisi ilave edilip pH 9.5'in üzerinde olup olmadığı kontrol edilir. Eğer bu pH değeri sağlanmamışsa 6N NaOH çözeltisi pH değeri sağlanana kadar damlatılır. Distilasyon işlemi için cihaz (Fotoğraf 3.4) 4 dakika olacak şekilde ayarlanır. Flasklar distilasyon ünitesine yerleştirilir. Erlenlere 25 ml borik asit (40g/l) çözeltisinden ilave edilir. Distilasyon işlemi sonrasında erlene toplanan numuneler 0,02 N H₂SO₄çözeltisi ile titre edilip aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$NH_4 - N \text{ (mg/l)} = \frac{(A - B)}{(\text{Numune Hacmi (ml)})} * 280$$

A; Numune için titre edilen H₂SO₄ hacmi (ml)

B; Şahit için titre edilen H₂SO₄ hacmi (ml)



Fotoğraf 3.4: Distilasyon Ünitesi

3.5.4 Toplam Azot(TN)

14537 no'luspektroquant kitlerle fotometrede ölçülmüştür.

3.5.5 Sıcaklık

WTW OXI 215 çözünmüş oksijen ve sıcaklık ölçme probu olan portatif cihazla ölçülmüştür.

3.5.6 pH

Biyoreaktörlerden alınan sızıntı suyu numuneleri HANNA HI 221 (Fotoğraf 3.5) model pH metre kullanılarak ölçülmüştür.



Fotoğraf 3.5: Distilasyon Ünitesi

3.5.7 Çözünmüş Oksijen

WTW OXI 215 çözünmüş oksijen ve sıcaklık ölçme probu olan portatif cihazla ölçülmüştür.

3.5.8 Klorür (Cl)

14730 no'lu spektroquant kitlerle fotometrede ölçülmüştür. Alınan numunelerde gerekli seyreltmeler yapıldıktan sonra numuneler santrifüjlenir. Kitlerde prosedüre uygun işlemler yapıldıktan sonra fotometrede konsantrasyon mg/l cinsinden okunur.

3.5.9 Gaz Ölçümleri

Gaz ölçümleri 2 cihazla yapılmıştır. Fotoğraf 3.6'da görüldüğü üzere MRU optima 7 model portatif gaz ölçüm cihazı ile metan gazının yüzdesi, Kimo MP210 model portatif gaz ölçüm cihazı ile LFG gazının debisi ölçülmüştür.



(a)



(b)

Fotoğraf 3.6: Gaz ölçüm cihazları.



(a)



(b)

Fotoğraf 3.7: Depolama gazı ölçümleri için saha çalışması.



(a)



(b)

Fotoğraf 3.8: Sızıntı suyu havuzundan numune alım çalışması.

Genç bir depolama sahasında oluşan gazların tespiti için öncelikle saha içerisinde gaz ölçüm cihazları kullanılarak belli periyotlar halinde LFG debileri ve metan gazını yüzdesi ölçülmüştür. (Fotoğraf 3.7). Metan gazının gazların içerisinde yüzdelik dilimi ve toplamda oluşan gazın debisi hesaplanmıştır. Saha içerisinde oluşan metan gazından elektrik üretimi için tesis yapılmış ve tesisin çalışma prensibi ölçüm sonuçlarına göre değerlendirilmektedir. Fotoğraf 3.8’de görüldüğü üzere depolama sahasında oluşan sızıntı suyunun karakteristik yapısını öğrenmek için numuneler alınmıştır. Buradaki temel prensip sızıntı suyunun kirlilik yükünün ne kadar olduğu ve arıtımı için nasıl bir yol izleneceği hakkında ön bilgiler elde etmektir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1 Genç Bir Depolama Sahasının Maliyet Hesabı

Katı atık Düzenli Depolama sahalarının temel amacı, özellikle kentsel katı atıkların içindeki organik maddelerin anaerobik ortamda parçalanmasını sağlayarak metan gazı üretimi, bu gazdan enerji elde edilmesi ve sızıntı sularının yer altı suyunu kirletmemesinin sağlanmasıdır. Ayrıca katı atık yönetim sistemi, içerisinde geri dönüştürülebilir atıkların başlangıçta ayrılmasını gerçekleştirmektedir. Buna ilaveten kompostlaştırma da depolama sahası sınırları içerisinde yapılmaktadır. Yapım maliyeti diğer katı atık bertaraf yöntemlerine göre ucuz bir bertaraf sistemidir.

Kamu kurum ve kuruluşları tarafından yapılacak olan mal alımı, hizmet alımı ve yapım işleri ihaleleri 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'na göre ihalesi yapılmaktadır. İhalesi yapılan bir işin ihaleyi kazanan firma (yüklenici) ve ihaleyi yapan kamu kurumu arasında sözleşmenin imzalanması ile işe başlayıp ve işin tamamlanıp işletmeye açılmasına kadar geçen zamandaki işlemlerde yine 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanununa göre yürütülmektedir. 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanununa göre yapım işi ihalelerinde sözleşme usulleri; anahtar teslimi götürü bedel sözleşme, teklif birim fiyat sözleşme ve karma sözleşmedir. Kamu kurumları tarafından yapılması planlanan bir yapım işinin ihale edilebilmesi için öncelikle projenin oluşturulması ve bu projeye göre yaklaşık maliyetinin hesaplanması gerekmektedir. İşin ekonomik açıdan en uygun şekilde yapılması ve işi yapacak yüklenicinin sağlıklı seçilebilmesi için yaklaşık maliyetin tam olarak hesaplanması gerekmektedir. Yaklaşık maliyetin yanlış ve/veya eksik hesaplanması hem ekonomik açıdan en avantajlı teklifin yanlış seçilmesine ve hem de sözleşmenin uygulanma aşamasında uzlaşmazlıklara sebep olmaktadır. Bunun için yaklaşık maliyet hesabı kamu kurumları açısından çok önemlidir (Gencer 2017). Projesi yapılan bir katı atık düzenli depolama sahaları için öncelikle projesine göre mahaller ve metrajlar oluşturulur. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının yayınlamış olduğu kamu kurumlarının ihale dokümanlarına esas teşkil eden birim poz numaraları metrajlar ile birbirine bağlanır. Pozlar kamu kurumlarının yayımlandığı

pozlardan seçilmiş ise fiyatlar kurumların yayımladığı birim fiyat kitaplarında yer aldığı şekilde aktarılır.

Genç Bir Depolama Sahasının maliyet hesabı detaylı olarak Tablo 4.3'de verilmiştir. Yapım sürecinin maliyet analizinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının yayınlamış olduğu kamu kurumların ihale dokümanlarına esas teşkil eden birim poz numaralarına göre hesaplamaları yapılmıştır.

Depolama sahalarının yapım aşamaları genellikle depolama sahası, idari bina, atölye, sızıntı suyu havuzu, kantar binası, tekerlek yıkama ünitesi, kompost sahası ve son zamanlarda önemi gittikçe artan mekanik ayırma tesislerinden oluşmaktadır. İşletme maliyeti giderleri ise iş makinesi giderleri, araçların kullanılmasından kaynaklı yakıt giderleri, tesiste çalışacak personel giderleri, tesis bakım giderleri ve tesiste kullanılan su ve elektrik giderleri başlıkları altında toplanmaktadır. Proje kapsamında Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası için yapım sürecinde ve yıllık olarak işletim maliyetlerinde iş grupları oluşturularak Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'de maliyet kalemleri ve miktarları ortaya çıkarılmıştır. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasının yapım işi için toplam 9 ana iş grubu oluşturularak yapım maliyeti Euro ve Türk lirası cinsinden ortaya konulmuştur. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasının işletim maliyetleri de yıllık olarak toplam 6 ana iş grubu oluşturularak Euro ve Türk lirası cinsinden hesaplamaları yapılarak ortaya konulmuştur. Yapım ve işletim maliyet analizlerinde tesisin yapım yılındaki kura göre yani 1 Euro = 3,29 TL üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Tablo 4.1'de de görüldüğü üzere 9 ana iş grubu oluşturularak bir katı atık düzenli depolama sahası yapım maliyeti 4.655.575,22 Euro olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.1: Tavas katı atık düzenli depolama sahası ana grup yapım maliyet analizi.

		Türk Lirası (TL)	EURO
1	Saha Düzenlemesi	1.085.984,47	330.086,46
2	Lot Yapımı ve İzolasyon	3.546.056,39	1.077.828,69
3	Sızıntı Suyu Havuzu	115.057,28	34.971,82
4	Saha ve Yol Kaplama	1.556.871,09	473.213,10
5	Binalar	1.483.035,56	450.770,69
6	Elektrik Projeleri	1.035.684,62	314.797,76
7	Tekerlek Yıkama Ünitesi	33.431,29	10.161,49
8	Kompost Alanı	1.312.957,02	399.075,08
9	Tam Otomatik Ön İşlem Tesisi	5.147.764,76	1.564.670,14
	TOPLAM	15.316.842,48	4.655.575,22

Tablo 4.2: Tavas katı atık düzenli depolama sahası ana grup işletim maliyet analizi (yıllık)

		Türk Lirası (TL)	EURO
1	Akaryakıt	205.860,00	62.571,42
2	Personel	360.000,00	109.422,49
3	İş Makinası	62.000,00	18.844,98
4	Elektrik	204.000,00	62.006,07
5	Su	6.500,00	1.975,68
6	Bakım-Tamirat	80.000,00	18.237,08
	TOPLAM	913.360,00	279.136,74

Genç bir depolama sahası maliyet hesabı Tablo 4.1 incelendiğinde yapım maliyetinin yaklaşık % 60'ını oluşturan Lot yapımı, izolasyon ve ön işlem tesisidir. Depolama sahalarının temelini oluşturan ana iki etkenin maliyet bakımından da en üstte olduğu görülmüştür. Tablo 4.2 incelendiğinde işletme maliyetinde personel, yakıt ve elektrik giderlerinin yaklaşık % 80 civarında olduğu görülmektedir. Yeni yapılacak olan bir katı atık düzenli depolama sahasının toplam yapım maliyeti, yıllık işletim maliyetinin yaklaşık olarak 17 katı olduğu görülmektedir. Bundan dolayı da bir katı atık depolama sahası tasarımı yapılırken bu sahanın yaklaşık olarak 20 yıl boyunca hizmet verecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Genç Bir Düzenli Depolama Sahasının Maliyet Hesabı aşağıda detaylı olarak verilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 1 Ana Grup>İnşaat İmalatları>SAHA DÜZENLEMESİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
07.005/07	200 Metreye Taşıma	Sbt	34.750,00	0,79	27.452,50	8.344,22
07.005/08	300 Metreye Taşıma	Sbt	20.982,00	0,97	20.352,54	6.186,18
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	897,68	12,05	10.817,04	3.287,86
B-15.052/A	Sedde ve dolgunun titreşim özelliğine sahip silindir ile sıkıştırılması	Saat	1.760,57	102,65	180.722,00	54.930,70
B-15.302	Barajlarda Ariyet sahalarında her cins ve klas.zem.kazının yapılması	m ³	8.215,97	3,69	30.316,93	9.214,87
	N.YF.33 Kil Nakli	m ³	8.215,97	18,81	154.542,40	46.973,37
B-15/308	Barajlarda Ariyet sahalarında yumuşak kaya kazılması	m ³	34.750,00	8,8	305.800,00	92.948,33
B-15/321	Sedde ve dolgunun sulanma işlemi	m ³	8.215,97	3,68	30.234,77	9.189,90
İş Grubu 1-1 Ana Grup>İnşaat İmalatları>YÜZEY SUYU DRENAJ>Açık Yüzey Suyu Drenaj Kanalları Teşkili						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	434,7	12,05	5.238,14	1.592,14
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	142,83	144,88	20.693,21	6.289,73
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	95,68	11,78	1.127,11	342,59

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 1-2 Ana Grup>İnşaat İmalatları>YÜZEY SUYU DRENAJ>Kuşaklama Kanalları						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	872,2	12,05	10.510,01	3.194,53
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	286,58	144,88	41.519,71	12.619,97
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	191,36	11,78	2.254,22	685,17
İş Grubu 1-3 Ana Grup>İnşaat İmalatları>YÜZEY SUYU DRENAJ>1. No'lu Depolama (Lot.1) Etrafındaki Kapalı Yüz.S.Drenaj Hendeği						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
880.207	Çapı 200 mm, PVC DRENAJ BORULARININ HAZIRLANMASI	m	590	8,1	4.779,00	1.452,58
122.273	6. tip olan HDPE kanalizasyon borusunun döşenmesi (Çap=Ø 1000 mm)	m	1,5	563,01	844,52	256,69
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	377,756	12,05	4.551,96	1.383,57
15.140/İB-8	Kum -çakıl'ın elle sıkıştırılıp taban ve hendek iyileştirilmesi ve dolgusunun yapılması	m ³	74,34	12,54	932,22	283,35
15.150/K	Kum, çakıl, kilin, stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	74,34	1,8	133,81	40,67
3.608.911	Taşıma ve baş bağlama ücretleri hariç 200 mm dış çapa sahip olan PE100 Boruların döşenmesi	m	590	4,1	2.419,00	735,26
38.D.300/E.6.1A	Çapı 200 mm olan PE 100 boru ücreti (basınç dayanıklılığı 10 ATM)	m	58	47,66	2.764,28	840,21
N.YF.27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	74,34	20,01	1.487,54	452,14
Y.15.140/06	Drenaj tabakasının yapılması ve bu drenaj için çakıl temin edilmesi	m ³	300,9	31,88	9.592,69	2.915,71

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

N.YF..03 KUM VE ÇAKILIN KAMYONLARLA NAKİL EDİLMESİKum-Çakıl nakli		m ³	300,9	18,28	5.500,45	1.671,87
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	0,2	30,04	6,01	1,83
İş Grubu 1-4 Ana Grup>İnşaat İmalatları>GÖZLEM KUYULARI VE GAZ DRENAJ BACALARI						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
12.2202A	Q200 MM Çaplı Gaz Drenaj Bacası Teşkili	ad	14	297,94	4.171,16	1.267,83
30-11-8801A	Gözlem Kuyusu Teşkili	ad	5	9.941,01	49.705,05	15.107,92
İş Grubu 1-5 Ana Grup>İnşaat İmalatları>TESİS HİMAYE ÇİTİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
23.260/İB-1	Direkleri beton olan kafes telli himaye çiti inşa edilmesi (2,63 m yüksekliğinde)	m	1.540,00	99,84	153.753,60	46.733,62
KGM/60.020	2,5 m ² ve 2,5 m ² 'den küçük olacak şekilde alüminyum profilden bilgi levhası yapılması	m ²	12	313,55	3.762,60	1.143,65
TOPLAM					1.085.984,47	330.086,46

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 2 Ana Grup>LOT YAPIMI İZALASYON						
İş Grubu 2 -1 Ana Grup>LOT YAPIMI İZALASYON>TABAN İZOLASYONU VE DRENAJ TABAKASI TEŞKİLİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
07.005/07	200 Metreye Taşıma	Sbt	125.671,00	0,79	99.280,09	30.176,32
B-15.308	Barajlarda Ariyet sahalarında yumuşak kaya kazılması	m ³	125.671,00	8,8	1.105.904,80	336.141,28
19.095/JKÖ	Jeosentetik Kil Örtü Temini ve Serilmesi	m ²	15.138,90	14,78	223.752,94	68.010,01
B-15.302	Barajlarda Ariyet sah. her cins ve klas.zem.kazımı yapılması	m ³	10.200,00	3,69	37.638,00	11.440,12
	N.YF.33 Kil Nakli	m ³	10.200,00	18,81	191.862,00	58.316,72
KGM/15.040/K	Makineyle her cins zeminden çıkan malzemenin tekrar kazılarak kullanılma işlemi	m ³	6.120,00	1,26	7.711,20	2.343,83
KGM/15.046	Makina ile Her Cins Zeminde dolgu yapıldıktan sonra düz olmayan araziye, kazı ve dolgu uygulaması yapılarak ihtiyaç duyulan eğimi sağlamak	km	2,19	3.877,76	8.492,29	2.581,24
N.YF.33	Kil Nakli	m ³	10.200,00	18,81	191.862,00	58.316,72
Y.15.140./04	Çakıl temin edilip getirilerek, makine ile sererek sıkıştırma işleminin yapılması	m ³	10.200,00	14,19	144.738,00	43.993,31
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	10.200,00	18,28	186.456,00	56.673,56
Y.15.140./06	Tesise çakıl temin edilip getirilerek, drenaj tabakasının oluşturulması	m ³	8.500,00	31,88	270.980,00	82.364,74
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	8.500,00	18,28	155.380,00	47.227,96
Y.18.461/045	500 gr/m ² ağırlığa sahip geotekstil keçelerin serilme işlemi	m ²	49.017,70	4	196.070,80	59.595,99
Y.18.461/054B	2 mm kalınlığa sahip, UV dayanıklı, HDPE esaslı, jeomembran ile suların geçiriminin engellenmesi	m ²	33.649,80	19,14	644.057,17	195.762,06

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 2-2 Ana Grup>LOT YAPIMI İZALASYON>SIZINTI SUYU DRENAJ>1. Etap Depolama Sahası Sızıntı Suyu Havuzu Arası Sedde Geçışı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
08.D.300/G.11A	16 ATM basınca dayanıklı çapı 500 mm olan PE 100 borunun hazırlanma işlemi	m	35	273	9.555,00	2.904,26
08.D.900/3	PVC Esaslı çapı 315 mm olan Tünel Tipli Drenaj borunun Hazırlanma işlemi	m	38	23	874	265,65
14.1714/1	Kazı malz. makineyle hendeğin ve temel dolgusunun yapılma işlemi	m ³	15,056	8,52	128,28	38,99
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	23,408	12,05	282,07	85,74
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	8,352	19,24	160,69	48,84
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	8,352	1,8	15,03	4,57
38.D.300/E.8A	10 ATM basınca dayanıklı çapı 315 mm olan PE 100 boru ücreti	m	38	92,06	3.498,28	1.063,31
38.D.300/G.11A	16 ATM basınca dayanıklı çapı 500 mm olan PE 100 boru ücreti	m	35	341,25	11.943,75	3.630,32
N.YF.27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	8,352	20,01	167,12	50,80

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 2-3 Ana Grup>LOT YAPIMI İZALASYON>SIZINTI SUYU DRENAJ>1 No'lu Depolama Sahasında (Lot.1) Sızıntı Suyu Drenajı Teşkili						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
880.207	Çapı 200 mm, PVC DRENAJ BORULARININ HAZIRLANMASI	m	463	8,1	3.750,30	1.139,91
08.D.900/3	PVC Esaslı çapı 315 mm olan Tünel Tipli Drenaj borunun Hazırlanma işlemi	m	135	23	3.105,00	943,77
15.140/İB-8	Kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp taban ve hendek iyileştirilmesi ve dolgusunun yapılması	m ³	119,6	12,54	1.499,78	455,86
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	119,6	1,8	215,28	65,43
3.608.911	Taşıma ve baş bağlama ücretleri hariç 200 mm dış çapa sahip olan PE100 Borularının döşenmesi	m	463	4,1	1.898,30	576,99
3.619.707	Taşıma hariç baş bağlama bedeli dahil 200 mm çapa sahip olan pvc drenaj boruların döşenmesi	m	463	11,2	5.185,60	1.576,17
38.D.300/E.8A	10 ATM basınca dayanıklı çapı 315 mm olan PE 100 boru ücreti	m	135	92,06	12.428,10	3.777,54
N.YF..27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	119,6	20,01	2.393,20	727,42
Y.15.140/06	Drenaj tabakasının yapılması ve bu drenaj için Çakıl temin edilmesi	m ³	28,35	31,88	903,8	274,71
N.YF..03	Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	28,35	18,28	518,24	157,52
Y.18.461/054B	2 mm kalınlığa sahip, UV dayanıklı, HDPE esaslı, jeomembran ile suların geçiriminin engellenmesi	m ²	1.219,92	19,14	23.349,27	7.097,04
TOPLAM					3.546.056,39	1.077.828,69

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 3 Ana Grup>SIZINTI SUYU HAVUZU						
İş Grubu 3-1 Ana Grup>SIZINTI SUYU DRENAJI>Sızıntı Suyu Dengeleme Havuzu						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	308	12,05	3.711,40	1.128,09
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	333,2	19,24	6.410,77	1.948,56
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	366,52	1,8	659,74	200,53
19.095/JKÖ	Jeosentetik Kıl Örtü Temini ve Serilmesi	m ²	2.214,45	14,78	32.729,57	9.948,20
B-15.044	Yolda her türlü zeminin tesviye ve ince reglaj işlemleri	km	3,2	3.451,10	11.043,52	3.356,69
N.YF..27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	333,2	20,01	6.667,33	2.026,54
Y.18.461/054B	2 mm kalınlığa sahip, UV dayanıklı, HDPE esaslı, jeomembran ile suların geçiriminin engellenmesi	m ²	2.151,18	19,14	41.173,59	12.514,77
İş Grubu 3-2 Ana Grup>SIZINTI SUYU DRENAJI>Sızıntı Suyu D. Havuzu-S.Suyu Arıtma Tesisi Arası Hat						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
14.17.14/1	Makine ile kazı yapılan malzemeden temel dolgusu ve hendek yapılması	m ³	2,779	8,52	23,68	7,20
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	6,16	12,05	74,23	22,56
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	3,381	19,24	65,05	19,77
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	3,381	1,8	6,09	1,85
3.608.915	Taşıma ve baş bağlama ücretleri hariç 315 mm dış çapa sahip olan PE100 Borularının döşenmesi	m	10	11,71	117,1	35,59
38.D.300/E.8A	10 ATM basınca dayanıklı çapı 315 mm olan PE 100 boru ücreti	m	10	92,06	920,6	279,82

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı**İş Grubu 3-3 Ana Grup>SIZINTI SUYU DRENAJİ>Sızıntı Suyu Arıtma Tesisi-Doğaya Deşarj Hattı**

Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
14.1714/1	Kazı malz. makineyle hendeğin ve temel dolgusunun yapılma işlemi	m ³	11,57	8,52	98,58	29,96
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	30,8	12,05	371,14	112,81
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	19,23	19,24	369,99	112,46
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	19,23	1,8	34,61	10,52
207-108	80 mm çaplı , prinç vidalı preste imal edilen Sürgülü ve glop vana	Adet	2	267	534	162,31
210-709	80 mm çaplı Flanşlı gövde pik küresi paslanmaz çelik olan Küresel vana,	Adet	1	343	343	104,26
228-408	80 mm çaplı Flanşlı demir döküm gövdeli geri tepme ventili,	Adet	2	345	690	209,73
239-502	10.0-15.0 basınçlı 5.0-10.0 m ³ /h debisinde Dalgıç Tipli Pis Su Pompası	Adet	2	1.720,00	3.440,00	1.045,59
3.608.915	Taşıma ve baş bağlama ücretleri hariç 315 mm dış çapa sahip olan PE100 Borularının döşenmesi	m	50	11,71	585,5	177,96
38.D.300/E.8A	10 ATM basınca dayanıklı çapı 315 mm olan PE 100 boru ücreti	m	50	92,06	4.603,00	1.399,09
N.YF.27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	19,23	20,01	384,79	116,96
TOPLAM					115.057,28	34.971,82

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 4 Ana Grup>SAHA ve YOL KAPLAMA						
İş Grubu 4-1 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Binalar Sahası Kaplamaları>Kompostlaştırma Sahası Sınırı-Tekerlek Yıkama Ün. Çıkışı Arası						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
B-15.044	Yolda her türlü zeminin tesviye ve ince reglaj işlemleri	km	2,35	3.451,10	8.110,09	2.465,07
KGM/6020	Kırılmayan ve elenmeyen çakıllı malzeme ile temelin altının yapılma işlemi	m ³	2.016,00	6,03	12.156,48	3.694,98
N.YF..27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	2.016,00	20,01	40.340,16	12.261,45
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	2.016,00	158,63	319.798,08	97.203,06
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	1.612,00	11,78	18.989,36	5.771,84
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	60,48	2.096,56	126.799,95	38.541,02
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	61,992	45,21	2.802,66	851,87
İş Grubu 4-2 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Binalar Sahası Kaplamaları>Kompostlaştırma Sahası (Hücreler Dışındaki Alan)						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
KGM/6020	Kırılmayan ve elenmeyen çakıllı malzeme ile temelin altının yapılma işlemi	m ³	280	6,03	1.688,40	513,19
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	280	20,01	5.602,80	1.702,98
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	280	158,63	44.416,40	13.500,43
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	224	11,78	2.638,72	802,04
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	8,4	2.096,56	17.611,10	5.352,92
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	8,61	45,21	389,26	118,32

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 4-3 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Binalar Sahası Kaplamaları>Kantar ve Otomasyonu						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
ÖZEL-KNTR	80 TONLUK TAM ELEKTRONİK ZEMİN ÜSTÜ KANTAR VE MONTAJI	AD	1	60.625,00	60.625,00	18.427,05
ÖZEL-KNTRO	80 TONLUK TAM ELEKTRONİK KANTAR OTOMASYONU VE YAZILIMI KURULMASI	PK	1	69.546,56	69.546,56	21.138,77
İş Grubu 4-4 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>1 ve 2 no'lu Yollar,S.S.H.Ulaşım Yolu veSahaya İniş Yolu Kap.>1 ve 2 nolu yollar, SSH na ulaşım yolu,D.S. iniş yolu kaplamaları						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
14.1714/1	Kazı malz. makineyle hendeğin ve temel dolgusunun yapılma işlemi	m ³	246	8,52	2.095,92	637,06
KGM/6020	Kırılmayan ve elenmeyen çakıllı malzeme ile temelin altına yapılma işlemi	m ³	1.312,27	6,03	7.913,00	2.405,17
KGM/6050	Kırılan ocak taşı ve elenen çakıllı malz. İle temel yapılma işlemi	m ³	224,69	15,76	3.541,11	1.076,33
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	1.536,96	20,01	30.754,61	9.347,91
Y.15.00.6/2B	Makineyle her derinliğe ve genişliğe sahip yumuşak ve sert derin kazı kazılma işlemi	m ³	1.730,00	4,83	8.355,90	2.539,79
	N.YF.32 Yapılan kazı sonucunda çıkan malzemelerin şantiye dışına kamyonla nakli	Ton	3.460,00	1,59	5.501,40	1.672,16
Y.16.050 /04	Beton nakli dahil edilerek (C 20/25) özellikli betonun dökülmesi	m ³	1.242,76	149,88	186.264,12	56.615,23
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	59,804	11,78	704,49	214,13
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	583,2	30,04	17.519,33	5.325,02
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	31,093	2.096,56	65.188,34	19.814,09
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	31,87	45,21	1.440,84	437,95
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	10,63	1.972,66	20.969,38	6.373,67
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	11,162	45,21	504,63	153,38

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 4-5 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Kompostlaştırma Sahası Hücreleri (4 adet hücre)						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
19.090A	Su geçirimsizliği için katkı malzemesi	kg	1.890,00	1,31	2.475,90	752,55
KGM/6020	Kırılmayan ve elenmeyen çakıllı malzeme ile temel altının yapılma işlemi	m ³	420	6,03	2.532,60	769,79
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	420	20,01	8.404,20	2.554,47
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	945	158,63	149.905,35	45.563,94
Y.21.001/01	İnşaat için ahşaplı olarak kalıbın yapılması	m ²	43,2	11,78	508,9	154,68
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	12,6	2.096,56	26.416,66	8.029,38
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	12,915	45,21	583,89	177,47
İş Grubu 4-6 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Kompostlaştırma Hücreleri Duvarları (4 adet)						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
19.090A	Su geçirimsizliği için katkı malzemesi	kg	612,192	1,31	801,97	243,76
Y.15.001/1A	Makineyle yumuşak ve sert olan toprakların serbest kazı ile kazılma işlemi	m ³	440,064	2,84	1.249,78	379,87
	N.YF.32 Yapılan kazı sonucunda çıkan malzemelerin şantiye dışına kamyonla nakli	Ton	704,102	1,59	1.119,52	340,28
Y.15.140 / 04	Makineyle getirilen çakılın serilmesi ve sıkıştırılması işlemlerini yapmak	m ³	91,68	14,19	1.300,94	395,42
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	91,68	18,28	1.675,91	509,40
Y.16.050/ 3	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	62,496	144,88	9.054,42	2.752,10
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	291,52	158,63	46.243,82	14.055,87
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	1.700,00	30,04	51.068,00	15.522,19
Y.21.050/01	0,00-4,00 m arası kalıp iskelesinin çelik borudan yapılması	m ³	1.075,29	4,59	4.935,59	1.500,18
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,516	45,21	23,33	7,09
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	14,43	1.972,66	28.465,48	8.652,12
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	15,152	45,21	685,02	208,21
Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	11,807	1.939,23	22.896,49	6.959,42
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	12,633	45,21	571,14	173,60

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 4-7 Ana Grup>SAHA VE YOL KAPLAMALARI İNŞAATI>Giriş Kapısı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
25.015	Bir kat sülyen ve iki kat yağlı boya ile demirin boyanması	m ²	4,5	20,61	92,75	28,19
PTT-ÖZEL-74	Temel inşaatlarıyla beraber 6 m yüksekliğinde paslanmaz çelikten imal edilmiş bayrak direği	Adet	2	1.400,00	2.800,00	851,06
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	9,3	158,63	1.475,26	448,41
Y.17.301/02	Direk aralığı 2,5 m olacak şekilde duvar üzeri uygulamada 1,20 m yükseklik 4,5 mm çapında 50 x 150 mm göz aralıklı min. 2 bükümlü sıcak daldırma galvaniz üzeri elektrostatik polyester toz boyalı panel teller ile çit yapılması	m	9,938	33,4	331,93	100,89
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	4,8	30,04	144,19	43,83
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	51,759	1.972,66	102.102,91	31.034,32
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	54,347	45,21	2.457,03	746,82
Y.23.152	Pencere ve kapının yapılması ve yerine konulması (kare ve dikdörtgen profil ile)	kg	99,675	6,33	630,94	191,78
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,068	45,21	3,07	0,93
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,042	45,21	1,9	0,58
Y.23.176	Çeşitli demir işleri yapılması ve yerine yerleştirilmesi (Lama ve profil demirden)	kg	614,55	5,88	3.613,55	1.098,34
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,338	45,21	15,28	4,64
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,338	45,21	15,28	4,64
TOPLAM					1.556.871,09	473.213,10

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5 Ana Grup>BİNALAR						
İş Grubu 5-1 Ana Grup>BİNALAR>ATIK SU ŞEBEKESİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	11,2	12,05	134,96	41,02
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	2,24	19,24	43,1	13,10
15.140/İB-8	Kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp taban ve hendek iyileştirilmesi ve dolgusunun yapılması	m ³	8,96	12,54	112,36	34,15
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	11,2	1,8	20,16	6,13
204-1007	200 mm çaplı ve kalınlığı 3,9mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	16	22,7	363,2	110,40
204-2000 sert PVC 100 plastik, sabit contalı pis su boru montajı yapılması ve malzemesinin bedeli		-	0,35	363,2	127,12	38,64
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	11,2	20,01	224,11	68,12
Y.16.050/04	Beton nakli dahil edilerek (C 20/25) özellikli betonun dökülmesi	m ³	6,24	149,88	935,25	284,27
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	57,6	30,04	1.730,30	525,93
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	0,865	1.972,66	1.706,35	518,65
N.YF.07 Demir nakli		Ton	0,908	45,21	41,05	12,48

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı**İş Grubu 5-2 Ana Grup>BİNALAR>TEMİZ SU ŞEBEKESİ**

Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	175,5	12,05	2.114,78	642,79
15.140/İB-8	Kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp taban ve hendek iyileştirilmesi ve dolgusunun yapılması	m ³	49,5	12,54	620,73	188,67
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	49,5	1,8	89,1	27,08
204-805	50mm çaplı 10 atü PE63 sınıftan SDR 11 serisi olan PN10 polietilen boru	m	220	4,45	979	297,57
	204-901 Binanın içerisinde basınçlı sert polietilen boru montaj malz. ücreti	-	0,25	979	244,75	74,39
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	49,5	20,01	990,5	301,06

İş Grubu 5-3 Ana Grup>BİNALAR>YANGIN SUYU ŞEBEKESİ

Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	486,48	12,05	5.862,08	1.781,79
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapıma işlemi	m ³	357,6	19,24	6.880,22	2.091,25
15.140/İB-8	Kum -çakıl'ın elle sıkıştırılıp taban ve hendek iyileştirilmesi ve dolgusunun yapılması	m ³	126	12,54	1.580,04	480,26
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	476,8	1,8	858,24	260,86
3.608.909	Taşıma ve baş bağlama ücretleri hariç 160 mm dış çapa sahip olan PE100 Borularının döşenmesi	m	1.192,00	4,03	4.803,76	1.460,11
38.D.300/E.5A	10 ATM basınca dayanıklı 160 mm çapa sahip olan PE 100 boru ücreti	m	1.192,00	23,88	28.464,96	8.651,96
N.YF..27	Kırmataş nakli	m ³	483,6	20,01	9.676,84	2.941,29

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-4 Ana Grup>BİNALAR>İdari Bina-Atölye						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
071-118	50x70 cm ebatlarında seramik ayaklı olan lavabo takımı.	Adet	7	141	987	300,00
072-.701	Birinci sınıf lavabo tesisatının yapılması	Tk	7	134	938	285,11
073-202	40x60 cm ebatlarında kristal camlı ayna.	Adet	7	44,1	308,7	93,83
074-101	50x10 cm ebatlarında fayanslı etajer	Adet	7	27,9	195,3	59,36
075-105	60x60 cm ebatlarında sırlı seramikli, sifonu plastik olan alturka hela taşı	Adet	3	104	312	94,83
076-400	Plastik rezervuarlı:	Tk	3	45,1	135,3	41,12
084-202	Bataryalı iki gözlü olacak şekilde sifonu plastik olan eviye tesisatı	Adet	1	182	182	55,32
086-301	1. kalite duşun borusu ve süzgeçiiile beraber Banyo bataryası	Tk	2	161	322	97,87
089-101	Musluk (kısa) 1.sınıf, 1/2"	Adet	3	19,2	57,6	17,51
089-105	1. sınıf kaliteli uzun musluk	Adet	2	19,9	39,8	12,10
090-102	Sabunluk (fayans, kollu), 16x31 cm	Adet	2	18,8	37,6	11,43
094-400	Kağıtlık (paslanmaz çelik)	Adet	3	21,8	65,4	19,88
095-100	Elbise askısı (fayans), 10x16 cm	Adet	2	10,7	21,4	6,50
097-503	15x15 cm ebatlarında prınçkromajlı banyo süzgeci	Adet	2	46,5	93	28,27
1026-004	6 kg kapasiteli taşınabilir Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürücüler	Adet	3	83,5	250,5	76,14
110-612	850 lt/h sıcak su çıkış debisine sahip olan 150 Lt kapasiteli tek Serpantinli Hızlı Boyler	Adet	1	980	980	297,87
113-201	PVC'den imal edilmiş 7 mm çaplı havalandırma boru ve şapkası	Adet	1	6,35	6,35	1,93
162-201	100 mm çaplı 120 C bölüntülü termometre	Adet	1	26,7	26,7	8,12
164-400	100 mm çaplı 10 Atü'ye kadar bölüntülü Manometre	Adet	1	31,3	31,3	9,51
165-708	22 tipli olan 600'lük panel radyatör	m	6,9	165	1.138,50	346,05

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

165-709	Panel radyatör, (Tip 22) 900	m	0,8	228	182,4	55,44
167-503	8000 kcal/h, 1500 m ³ /h özelliklerine sahip min. 1500 dkda elektrik motoruna bağlanabilen radyal vantilatörlü sıcak hava cihazı	Adet	2	758	1.516,00	460,79
169-100	Radyatör duvar konsolu. (TS-1107)	Adet	6	2,4	14,4	4,38
170-201	15 mm çaplı köşe tipli olacak şekilde radyatör musluğu	Adet	6	14,4	86,4	26,26
170-401	15 mm çaplı köşe tipli termostatlı olacak şekilde radyatör musluğu	Adet	6	41,7	250,2	76,05
173-103	108/3.71 mm çaplı dikişli kollektör borusu	m	2	36,2	72,4	22,01
173-303	25 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	1	7,65	7,65	2,33
173-305	40 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	2	12,9	25,8	7,84
173-306	50 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	5	15,1	75,5	22,95
193-105	Ø 200, Tek cidarlı paslanmaz çelik baca	m	0,5	183	91,5	27,81
201-106 /B	Bina içinden kaynaklı dikişli 1"siyah boru yapılması	m	5	8,15	40,75	12,39
	Döşenmiş boru malzeme ve montaj bedeli	-	0,25	40,75	10,19	3,10
201-107 /B	Bina içinde kaynaklı dikişli vidalı siyah boru	m	10	9,8	98	29,79
	Döşenmiş boru malzeme ve montaj bedeli	-	0,25	98	24,5	7,45
201-109 /B	Bina içinden kaynaklı dikişli 2"siyah boru yapılması	m	10	15,8	158	48,02
	Döşenmiş boru malzeme ve montaj bedeli	-	0,25	158	39,5	12,01
201-205/E	Bina dışında toprağa, %25 özelliklerinde dikişli galvanizli boru	m	4	12,5	50	15,20
	Toprağa döşenmiş borunun montaj ve malzeme bedeli	-	0,15	50	7,5	2,28
204-1001	50 mm çaplı, kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	6	3,5	21	6,38
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	21	7,35	2,23
204-1002	75 mm çaplı kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	10	5,15	51,5	15,65
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	51,5	18,03	5,48
204-1003	100 mm çaplı kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	40	8,05	322	97,87
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	322	112,7	34,26

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

204-3102	1/2" 20/3,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	30	2,65	79,5	24,16
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	79,5	35,78	10,88
204-3103	3/4" 25/4,2 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	60	3,95	237	72,04
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	237	106,65	32,42
204-3104	1" 32/5,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	15	5,55	83,25	25,30
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	83,25	37,46	11,39
204-402/A	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 5-70 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	40	6	240	72,95
	204-502 yağmur suyunun toplanması için geçme muflu plastik boru montaj malzeme bedeli	-	0,1	240	24	7,29
204-920/1-4/A	Isıtma Borusu 25x2,3 mm ebatlarında Oksijen Bariyerli Boru	m	20	5,95	119	36,17
	204-970 ve 204-930 pozundaki PE-Xa borularının montajında kullanılan bağlantı ekipmanları, flanş ve contalarının montajlanacak şekilde boru ücreti	-	0,35	119	41,65	12,66
204-920/1-5/A	Isıtma Borusu 32x2,9 mm ebatlarında Oksijen Bariyerli Boru	m	20	11,4	228	69,30
	204-970 ve 204-930 pozundaki PE-Xa borularının montajında kullanılan bağlantı ekipmanları, flanş ve contalarının montajlanacak şekilde boru ücreti	-	0,35	228	79,8	24,26
204-920/1-6/A	Isıtma Borusu 40x3,7 mm ebatlarında Oksijen Bariyerli Boru	m	15	17,8	267	81,16
	204-970 ve 204-930 pozundaki PE-Xa borularının montajında kullanılan bağlantı ekipmanları, flanş ve contalarının montajlanacak şekilde boru ücreti	-	0,35	267	93,45	28,40
204-960/1	16x2,0 mm ebatlarında PEXb ISO A S 5,0 Isıtma Borusu Oksijen Bariyerli Boru	m	110	2,2	242	73,56
	204-972 ve 204-930 pozundaki borularla 204-960 pozlarındaki boruların montajında kullanılan bağlantı elemanları, flanş ve contalarının montajlanacak şekilde boru ücreti	-	0,2	242	48,4	14,71
204-985	Mini küresel vanalı kollektör (6 Çıkışlı)	Adet	2	122	244	74,16
207-104	32 mm çaplı prinç vidalı preste imal edilmiş sürgülü ve glop vana	Adet	2	53	106	32,22
207-106	50 mm çaplı prinç vidalı preste imal edilmiş sürgülü ve glop vana	Adet	4	108	432	131,31
208-101	1.sınıf kaliteli döküm prinç kolon boşaltma musluğu	Adet	1	2,15	2,15	0,65
210-625	25 mm çaplı prinç presli, teflon contalı küresel vana	Adet	6	27,6	165,6	50,33
210-626	32 mm çaplı prinç presli, teflon contalı küresel vana	Adet	2	46,7	93,4	28,39
210-627	40 mm çaplı prinç presli, teflon contalı küresel vana	Adet	2	62	124	37,69

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

210-628	50 mm çaplı prinç presli, teflon contalı küresel vana	Adet	2	94	188	57,14
216-801	Ucu hızlı olan sirkülasyon pompası	Adet	2	320	640	194,53
221-102	20 mm çaplı , pres döküm, vidalı pislik tutucu	Adet	1	15,3	15,3	4,65
221-106	50 mm çaplı pres döküm, vidalı Pislik tutucu	Adet	1	79,5	79,5	24,16
224-301	15 mm çaplı su için otomatik havalandırma cihazı,	Adet	1	14,9	14,9	4,53
226-925	1000 mm tipli klape lirogar klapesi	Adet	2	34	68	20,67
227-103	25 mm çaplı prinç döküm vidalı geri tepme ventili,	Adet	2	13,68	27,36	8,32
227-105	40 mm çaplı prinç döküm vidalı geri tepme ventili,	Adet	1	26,96	26,96	8,19
227-106	50 mm çaplı prinç döküm vidalı geri tepme ventili,	Adet	2	36,24	72,48	22,03
229-102	20 mm çaplı prinç, yaylı tip, vidalı emniyet ventili,	Adet	1	25,6	25,6	7,78
230-1223/A.lu	Ø 42 mm- 50 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	10	19,6	196	59,57
230-1233/A.lu	Ø 60 mm- 50 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	10	23,24	232,4	70,64
231-202	50 mm-100 mm çaplı borunun yağlı boyayla boyanma işlemi	m	10	2,9	29	8,81
239-401	2.0-6.0 m³/h debilerinde 3.0-6.0 ölçüsünde olan dalgıç tipli drenaj pompasının ücreti	Adet	1	846	846	257,14
253-704	400 m3/h, Kanal tipi aspiratör	Adet	1	270	270	82,07
261-251	Kenetli spiral yoluyla galvanizli sacdan, Ø 160 mm e kadar 0,50 mm ebatında olan silindir hava kanalının yapılma işlemi	m²	6	69,5	417	126,75
261-401	0.20 mm kalınlığına sahip tek katlı bükülebilir borudan hava kana	m²	2,2	20,3	44,66	13,57
268-101	6"-15 cm'ye kadar boyun çapına sahip olan kanat araları ayarlanır	Adet	4	33,5	134	40,73
269-101	Galvanizli sacdan panjur	m²	0,5	179	89,5	27,20
488-101	1 lt/s, et kalınlığı min.2 mm, Yağ hacmi litre: 47	Adet	1	2.590,00	2.590,00	787,23
IP-01	Stokerli otomatik yüklenmeli olan 60.000 Kcal/h, 70 kW, çelik malz. Yapılan kalorifer kazanı	Adet	1	10.248,00	10.248,00	3.114,89
IP-02	Açık silindirik genleşme deposu - 300 Litre	Adet	1	318	318	96,66
MT-01	Mutfak Tipi Aspiratör (Sürgülü)	Adet	1	348	348	105,78
YP-01	Arabalı Yangın Söndürme Tüpü - 25 kg	Adet	1	288	288	87,54

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-5 Ana Grup>BİNALAR>Kantar Binası						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
071-118	50x70 cm ebatlarında seramik ayaklı olan lavabo takımı.	Adet	1	141	141	42,86
072-701	Birinci sınıf lavabo tesisatının yapılması	Tk	1	134	134	40,73
073-202	40x60 cm ebatlarında kristal camlı ayna.	Adet	1	44,1	44,1	13,40
074-101	50x10 cm ebatlarında fayanslı etajer	Adet	1	27,9	27,9	8,48
079-101	37x77 cm ebatlarında kendinden rezerv.alafranga hela ve tes.	Adet	1	225	225	68,39
086-301	1. kalite duşun borusu ve süzgeciile beraber Banyo bataryası	Tk	1	161	161	48,94
090-102	Sabunluk (fayans, kollu), 16x31 cm	Adet	1	18,8	18,8	5,71
094-400	Kağıtlık (paslanmaz çelik)	Adet	1	21,8	21,8	6,63
095-100	Elbise askısı (fayans), 10x16 cm	Adet	1	10,7	10,7	3,25
097-203	10x10 cm ebatlarında sert plastik ızgaralı yer süzgeci	Adet	1	8,25	8,25	2,51
097-503	15x15 cm ebatlarında prinçkromajlı ve ızgaralı banyo süzgeci	Adet	1	46,5	46,5	14,13
1026-004	6 kg kapasiteli taşınabilir Kuru Kimyasal Tozlu Yangın Söndürücüler	Adet	2	83,5	167	50,76
113-201	PVC den yapılan 70 mm çaplı havalandırma boru ve şapkası	Adet	1	6,35	6,35	1,93
117-301/1	430 kcal/h, 1500 wattlı 30 l'lik elektrikli su ısıtıcısı	Adet	1	361	361	109,73
204-1001	50 mm çaplı, kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	2	3,5	7	2,13
204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)			0,35	7	2,45	0,74

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

204-1002	75 mm çaplı kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	2	5,15	10,3	3,13
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)		0,35	10,3	3,61	1,10
204-1003	100 mm çaplı kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	10	8,05	80,5	24,47
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)		0,35	80,5	28,18	8,57
204-3102	1/2" 20/3,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	2	2,65	5,3	1,61
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti		0,45	5,3	2,39	0,73
204-3103	3/4" 25/4,2 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	5	3,95	19,75	6,00
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	19,75	8,89	2,70
204-3104	1" 32/5,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	5	5,55	27,75	8,43
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	27,75	12,49	3,80
204-402/A	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 5-70 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	6	6	36	10,94
	204-502 Yağmur suyu için geçme muflu plastik boru montaj malzeme bedeli	-	0,1	36	3,6	1,09
207-104	32 mm çaplı prinç vidalı preste, sürgülü ve glop vana, imalat	Adet	1	53	53	16,11
226-925	Tip; 1000 mm çeşidinde klapeli kilitli rogar klapesi	Adet	1	34	34	10,33
230-1223/A.lu	Ø 42 mm- 50 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	1	19,6	19,6	5,96
KP-02	Duvar Tipi Split Klima - 13.500 btu/h (Inverter)	Adet	2	3.600,00	7.200,00	2.188,45

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-6 Ana Grup>BİNALAR>Su Deposu-Yangın						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
1001.-001	DN 80 özellikli yer üstüne montajı yapılan yangın suyu için musluk	Adet	10	1.370,00	13.700,00	4.164,13
1002.-300	Hortumlu, Ölçü: Adet; İhzarat %60 ölçülerinde arazi tipi yangın dolabı 2''	Adet	10	2.240,00	22.400,00	6.808,51
1004.-114	Dişli, pirinç, ½" değerlerinde DN 50 Testli drenaj vanası,	Adet	1	529	529	160,79
1012-000	Boşaltma Vanası: (Ölçü: Adet, İhzarat %60)	Adet	2	52,5	105	31,91
1014-105	DN 100 modelli Kelebekli Vana	Adet	1	873	873	265,35
1014-106	DN 150, modelli Kelebekli Vana	Adet	5	1.290,00	6.450,00	1.960,49
1015-205	DN 100 modelli Milli Vana	Adet	1	1.070,00	1.070,00	325,23
1015-206	DN 150 modelli Milli Vana	Adet	3	1.620,00	4.860,00	1.477,20
1016-001	DN 25 modelli Yangın Çek Vana	Adet	2	70,5	141	42,86
1016-007	DN 100 modelli Yangın Çek Vana	Adet	1	587	587	178,42
1016-008	DN 150 modelli Yangın Çek Vana	Adet	2	735	1.470,00	446,81
1017-000	Ölçüsü Adet, İhzarat %60 olan İtfaiye Bağlantı Ağzı	Adet	1	631	631	191,79
1017-101	Damlatma Vanası ve ağızların bağlantısı İçin Ödenmesi gereken Farklar	Adet	2	64	128	38,91
1020-154	Yatay Parçalanabilir Gövdeli Yangın Pompası (120-126 m³/h, 100 mSS,)	Adet	1	35.670,00	35.670,00	10.841,95
1020-234	Yatay Parçalanabilir Gövdeli Dizel Motorlu Yangın Pompası (120-126 m³/h, 100 mSS)	Adet	1	47.710,00	47.710,00	14.501,52
1020-318	6,0 m³/h debili, 100 mSS basınçlı, Elektrik Motorlu Kaçak Giderme Pompa Grubu	Adet	1	3.660,00	3.660,00	1.112,46
1020-502	DN 100 Pompa Akışmetre	Adet	2	3.300,00	6.600,00	2.006,08
1020-503	DN 150 Pompa Akışmetre	Adet	4	3.820,00	15.280,00	4.644,38
103-106	50 mm çaplı, flanşlı soğuk su sayacı	Adet	1	304	304	92,40
104-107	50 mm çaplı (2'') pres dökümlü Flotör	Adet	2	56	112	34,04

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

107-1203	10-30 m ³ /h debili 30-60 mSS basınçlı iki Pompalı Düşey Hidrofor	Adet	1	9.050,00	9.050,00	2.750,76
164-500	100 mm çaplı, 15 Atü'ye kadar bölüntülü Manometre	Adet	2	31,7	63,4	19,27
173-101	57/3.0 mm çaplı dikişli olan kollektör borusu	m	2	21,5	43	13,07
173-106	219/4.50 mm çaplı spiral kaynaklı olan kollektör borusu	m	4	85	340	103,34
173-303	25 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	3	7,65	22,95	6,98
173-304	32 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	1	12,5	12,5	3,80
173-309	100 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	2	21,5	43	13,07
173-310	125 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	1	29,9	29,9	9,09
173-311	150 mm çaplı kollektör ağızlığı	Adet	5	35	175	53,19
174-609	10 atm. 80 lt kapasiteli genişleme deposu	Adet	1	264	264	80,24
201-208/B.	Bina içinde kaynaklı % 25'lik 2"dikişli galvanizli boru	m	10	23	230	69,91
	Bina içinde kaynaklı döşenmiş boru montajının yapılması ve malzeme bedeli	-	0,25	230	57,5	17,48
204-1002	75 mm çaplı kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	10	5,15	51,5	15,65
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	51,5	18,03	5,48
204-3104	1" 32/5,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	30	5,55	166,5	50,61
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	166,5	74,93	22,78
204-3106	1 1/2", 50/8.4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	5	11,3	56,5	17,17
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	56,5	25,43	7,73
204-3107	2", 63/10.5 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	20	17,5	350	106,38
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	350	157,5	47,87
207-106	50 mm çaplı prinç vidalı preste imal, sürgülü ve glop vana,	Adet	2	108	216	65,65
210-625	25 mm çaplı prinç pres, teflon contalı küresel vana,	Adet	4	27,6	110,4	33,56
210-627	40 mm çaplı prinç pres, teflon contalı küresel vana,	Adet	2	62	124	37,69
210-628	50 mm çaplı prinç presli, teflon contalı küresel vana,	Adet	2	94	188	57,14

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

219-1505	Çift körüklü, Ø 150 mm, yanal,60 mm aksnel hareketli genişleme parçası	Adet	2	1.490,00	2.980,00	905,78
221-106	50 mm çaplı pres döküm ve vidalı olan Pislik tutucu	Adet	1	79,5	79,5	24,16
227-102	20 mm çaplı prinç adi döküm vidalı, geri tepme ventili	Adet	1	10	10	3,04
227-105	40 mm çaplı prinç adi döküm vidalı, geri tepme ventili	Adet	1	26,96	26,96	8,19
227-106	50 mm çaplı prinç adi döküm vidalı, geri tepme ventili	Adet	1	36,24	36,24	11,02
229-103	25 mm çaplı prinç, yaylı tip, vidalı emniyet ventili	Adet	1	35	35	10,64
230-1217/A.lu	Ø 33 mm- 40 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	2	15,12	30,24	9,19
230-1232/A.lu	Ø 60 mm- 40 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	2	18,06	36,12	10,98
230-1252/A.lu	Ø 114 mm- 40 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	5	27,02	135,1	41,06
230-1264/A.lu	Ø 169 mm- 40 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	5	35,42	177,1	53,83
230-1270/A.lu	Ø 219 mm- 40 mm ölçülerinde olan, Cam yünlü Alüminyum Folyo ile kaplanan Prefabrik Borunun Yalıtımının yapılması	m	5	42,14	210,7	64,04
239-404	3.0-15.0 m³/h debisinde 4.0-10.0 mSS basınçlı Dalgıç Tipli Drenaj Pompası	Adet	1	1.350,00	1.350,00	410,33
38.D.300/G.5A	PE 100 boru (16 ATM basınca dayanıklı ve 110 mm çapa sahip olan) tutarı	m	10	16,63	166,3	50,55
38.D.300/G.6.1A	PE 100 boru (16 ATM basınca dayanıklı ve 180 mm çapa sahip olan) tutarı	m	10	45	450	136,78
38.D.300/G.6A	PE 100 boru (16 ATM basınca dayanıklı ve 160 mm çapa sahip olan) tutarı	m	10	35	350	106,38

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-7 Ana Grup>BİNALAR>Ön İşlem- Güvenlik Klb.						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
071-118.	50x70 cm ebatlarında seramik ayaklı olan lavabo takımı.	Adet	2	141	282	85,71
072-701	Birinci sınıf lavabo tesisatının yapılması	Tk	2	134	268	81,46
073-202	40x60 cm ebatlarında kristal camlı ayna.	Adet	2	44,1	88,2	26,81
074-101	50x10 cm ebatlarında fayanslı etajer	Adet	2	27,9	55,8	16,96
089-105	1. sınıf kaliteli uzun musluk	Adet	1	19,9	19,9	6,05
1026-004	6 kg kapasiteli taşınabilir kimyasal tozlu yangın söndürücüler	Adet	2	83,5	167	50,76
204-1001	50 mm çaplı, kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	2	3,5	7	2,13
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	7	2,45	0,74
204-1002	75 mm çaplı, kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	5	5,15	25,75	7,83
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	25,75	9,01	2,74
204-1003	100 mm çaplı, kalınlığı 3 mm olan sabit contalı sert PVC 100	m	5	8,05	40,25	12,23
	204-2000 sert ve sabit contalı plastik pis su borunun montajı ve malz. ücreti (PVC 100)	-	0,35	40,25	14,09	4,28
204-3102	1/2" 20/3,4 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	2	2,65	5,3	1,61
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	5,3	2,39	0,73
204-3103	3/4" 25/4,2 mm özelliklerinde Pn 20 polipropilen temiz su boruları	m	5	3,95	19,75	6,00
	204-3300 Bina içinde vidalı olan polipropilen borunun montajı ve malz. ücreti	-	0,45	19,75	8,89	2,70
204-402/A	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 75-70 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	3	6	18	5,47
	204-502 Yağmur suyu için geçme muflu plastik boru montaj malzeme bedeli	-	0,1	18	1,8	0,55
204-403/A	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 100-110 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	55	9,3	511,5	155,47
	204-502 Yağmur suyu için geçme muflu plastik boru montaj malzeme bedeli	-	0,1	511,5	51,15	15,55
207-104	32 mm çaplı prinç vidalı preste imal edilmiş sürgülü ve glop vana,	Adet	1	53	53	16,11
226-925	tip ; 1000 mm ebatlarında olan klapeli kilitli rogar klapesi	Adet	1	34	34	10,33
KP-01	9.500 btu/h Inverter özelliklere sahip olan duvar tipli Split Klima	Adet	1	3.060,00	3.060,00	930,09

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-8 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>ÇATI VE SUNDURMA İŞLERİ							
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)	
24.012.	155 mm çaplı yağmur oluğunun çinko levhadan yapılarak yerine montaj edilmesi	m	27,7	53,01	1.468,38	446,32	
		N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,046	45,21	2,08	0,63
24.060	Çapı 70 mm olan yağmur borusunun bir ucu muflu olacak şekilde sert PVC'den yapılarak yerine montaj edilmesi	m	6,2	7,7	47,74	14,51	
		N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,001	45,21	0,05	0,02
Y.18.201/A.02	Çatının örtülmesi için yan ve üst kenarından bağlanabilir kiremitler	m ²	48,5	16,95	822,08	249,87	
Y.18.201/A.11	Kiremitle çatılarda mahya yapılması	m	18,96	7,13	135,18	41,09	
		N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,028	26,9	0,75	0,23
		N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,009		0	0,00
		N.YF.04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	0,114	20,01	2,28	0,69
		N.YF.09 Kiremit nakli	BinA	0,06		0	0,00
Y.21.101/02	Çatının altı OSB olacak şekilde ahşaptan oturtmalı çatının yapım işlemi	m ²	48,5	64,31	3.119,04	948,04	
		N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,009	45,21	0,41	0,12

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-9 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>DOĞRAMACILIK VE CAMCILIK İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
A01	Geniş tipli gömmeli içerideki kapının kilidi takılma işlemi	Adet	3	8,88	26,64	8,10
A04	Gömmeli silindirik iç ve dış kapı kilitlerinin yerine montaj edilmesi	Adet	1	26,13	26,13	7,94
A08	Kromajlı aynalarının ve kapı kolunun yerine takılması	Adet	4	8,88	35,52	10,80
A.09	Başlığı lastikli olan tamponun yerine takılması	Adet	3	1,81	5,43	1,65
B/03	Çelik makas, kromaj kol tutanak vasıtasıyla vasistas takımının yerine takılması	Adet	1	9,38	9,38	2,85
B16	Menteşenin yerine takılması	Adet	22	2,06	45,32	13,78
PTT-ÖZEL-62	Alüminyum pencere doğramanın kol hariç İspanyolet mekanizması	Tk	3	30	90	27,36
PTT-ÖZEL-67	Alüminyum pencere doğramanın kol ve aynasının montajı	Adet	3	28	84	25,53
Y.23.152	Pencere ve kapının yapılması ve yerine konulması (kare ve dikdörtgen profil ile)	kg	983,149	6,33	6.223,33	1.891,59
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,671	45,21	30,34	9,22
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,411	45,21	18,58	5,65
Y.23.7244./B	Alüminyum doğramanın satinajlı ve eloksallı ısı yalıtımsız olarak imalatının yapılma işlemi ve yerine montajı	kg	53,296	18,2	969,99	294,83
Y.23.244./F	Alüminyum doğramanın naturel-mat ve eloksallı ısı yalıtımlı olarak imalatının yapılma işlemi ve yerine montajı	kg	111,421	21,39	2.383,30	724,41
Y.28.645/C21	4+4 mm kalınlığında ve 12 mm aralıklı ilk camı ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencerenin yerine takılması	m ²	6,293	60,41	380,16	115,55
İş Grubu 5-10 Ana Grup>BİNALAR> KANTAR BİNASI>DUVAR İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.18.110/01/C04	10 cm kalınlığındaki 2,50 N/mm ² ve 400 kg/m ³ özelliklerinde olan yalın gaz beton duvar bloklarına gazbeton tutkalı ile duvar yapılması	m ²	15,423	28,59	440,94	134,02
Y.18.110/01/C10	20 cm kalınlığındaki 2,50 N/mm ² ve 400 kg/m ³ özelliklerinde olan yalın gazbeton duvar bloklarına gazbeton tutkalı ile duvar yapılması	m ²	44,89	48,14	2.161,00	656,84

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-11 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>BOYA, BADANA, CİLA, SIVA, ALÇI İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
27.525/A2.	Sönmüş kireçle sıva ve üzerine alçı sıva yapıma işlemi	m ²	79,369	14,53	1.153,23	350,53
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,274	26,9	7,37	2,24
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,274		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,825	18,28	33,36	10,14
27.528/3	3 mm kalınlığında saten alçının ince sıvalı, alçı sıvalı yüzeyler üzerine kaplanması işlemi	m ²	79,369	5,91	469,07	142,57
Y.25.003/16	Saten alçı ve alçı panel olan iç cepheli yüzeyler astarlanarak sulu mat boyanın iki kat uygulanması	m ²	79,369	9,25	734,16	223,15
Y.25.004/04	Betonun dış cephesinin sıvalı veya eskiden boyalı yüzeyleri, astarlanarak silikon esaslı sulu boyanın uygulanması	m ²	79,98	16,65	1.331,67	404,76
Y.27.501/01	Kaba ve ince harçla 250/350 kg çimento ile dış cephe sıvası yapılması	m ²	59,345	21	1.246,25	378,80
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,549	26,9	14,77	4,49
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,365	18,28	24,95	7,58
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	0,593	20,01	11,87	3,61
Y.27.501/03	Kaba ve ince harçla 200/350 kg kireç/çimento karışımı tavan sıvası yapılması	m ²	31,368	19,45	610,11	185,44
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,227	26,9	6,11	1,86
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,036		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,314	18,28	5,74	1,74
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	0,471	20,01	9,42	2,86
Y.27.501/08	Kaba ve ince harçla 350 kg çimento ile tek kat sıva yapıma işlemi	m ²	19,152	13,94	266,98	81,15
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,134	26,9	3,6	1,09
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	0,383	20,01	7,66	2,33

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-12 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>YALITIM İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.18.435/001	Eğimli çatılarda, çatının altına, 1 mm kalınlığa sahip olan iki tarafı polietilen kaplı polimer bitümlü örtü ile su yalıtımı yapılması	m ²	48,5	9,55	463,18	140,78
Y.18.461/003	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcılı ve polyester keçe taşıyıcılı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	58,59	26,05	1.526,27	463,91
Y.18.461/041	Ağırlıkça 150 gr/m ² olan geotekstilli keçenin serilme işlemi	m ²	37,76	1,94	73,25	22,26
Y.19.055/003	Kalınlığı 5 cm olan XPS - 200 kPa basınca dayanıklı yüzeyinde pürüzlü olan levhalar ile dış duvarların dışından ısı yalıtımı yapılması ve daha sonra yalıtım sıvasıyla sıvanması	m ²	19,495	40,66	792,67	240,93
Y.19..057/00.3	Kalınlığı 5 cm olan XPS - 200 kPa basınca dayanıklı yüzeyi düzgün levhalarla ısı yalıtımının yapılma işlemi	m ²	58,59	14,24	834,32	253,59
Y.19.061/00.2	8 cm kalınlıkta 18 kg/m ³ yoğunlukta olan camyünü şiltenin çatı arasına döşeme üzerine serilmesi ve bunun üzerine su yalıtım örtüsü serilmesi	m ²	48,49	11,39	552,3	167,87
İş Grubu 5-13 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>ZEMİN KAPLAMA İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.26.005/402	I.kalite, 33 x 33 cm veya 30 x 30 cm ebatlarında karo yapıştırıcısı ile döşeme kaplama işlemi	m ²	2,65	29,91	79,26	24,09
Y.26.020/012.A	Honlu veya cilalı 3cmx3-40-50cmxserbest boy ebatlarında kalınlığı 3 cm olan mermer levha ile döşeme yapılma işlemi	m ²	29,886	101,49	3.033,13	921,92
	N.YF.01. Beton yapımı için çimentonun şantiye içerisine nakli	Ton	0,478	26,9	12,86	3,91
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,359	18,28	6,56	1,99
	N..YF.27 Kırmataşın şantiye içerisine nakli	m ³	0,837	20,01	16,75	5,09
Y.26.020/141B	Honlu ve cilalı hariç 3cmx30-40-50cmxserbest boy ebatlarında kalınlığı 3 cm olan açık traverten levhayla dış denizlik yapılma işlemi	m ²	1,715	154,08	264,25	80,32
	N.YF.01. Beton yapımı için çimentonun şantiye içerisine nakli	Ton	0,034	26,9	0,91	0,28
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,026	18,28	0,48	0,15
	N..YF.27 Kırmataşın şantiye içerisine nakli	m ³	0,06	20,01	1,2	0,36

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-14 Ana Grup>BİNALAR>KANTAR BİNASI>TESVİYE, ŞAP, BETON, DERZ İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	1,133	144,88	164,15	49,89
Y.27.581	Tesviye tabakası 200 kg'lık çimentoyla yapılma işlemi	m ²	29,69	9,95	295,42	89,79
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,208	26,9	5,6	1,70
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,039	18,28	18,99	5,77
Y.26.006/406	I.kalite 20 x 60 cm, 30 x 60 cm, 33 x 60 cm ölçülerinde, karo yapıştırıcısıyla duvar kaplamasının yapılması	m ²	19,152	41,63	797,3	242,34
İş Grubu 5-15 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>ÇATI VE SUNDURMA İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
18.138/A13	Tek profil-60cm aks aralıklı alçı duvar levhaları ile levha dolgulu bölme duvar yapılma işlemi	m ²	352,93	60,73	21.433,44	6.514,72
18.233/11	Alüminyum levhalarını çatı üzerine 60 mm polistren dolgusuna sahip ısı yalıtımlı çatı örtüsünün yapılma işlemi	m ²	352,236	68,84	24.247,93	7.370,19
24.060	Çapı 70 mm olan yağmur borusunun bir ucu muflu olacak şekilde sert PVC'den yapılarak yerine montaj edilmesi	m	33,6	7,7	258,72	78,64
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,006	45,21	0,27	0,08
Y.23.167	Su depoları gibi yerlere farklı profil demirleri ve sac levhalarla yapım yapılarak montajı yapılması	kg	9,93	5,69	56,5	17,17
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,005	45,21	0,23	0,07
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,005	45,21	0,23	0,07

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-16 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>DOĞRAMACILIK VE CAMCILIK İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
A01	Geniş Tipli gömmeli iç kapı kilidinin yerine montajı	Adet	9	8,88	79,92	24,29
A04	Gömmeli silindirik iç ve dış kapı kilitlerinin yerine montaj edilmesi	Adet	3	26,13	78,39	23,83
A08	Kromajlı aynalarının ve kapı kolunun montajının yapılması	Adet	12	8,88	106,56	32,39
A09	Başı lastikli olan tamponun montajı	Adet	8	1,81	14,48	4,40
B03	Çelik makas, kromaj kol tutamağın montajı	Adet	3	9,38	28,14	8,55
B16	Menteşenin yerine takılması	Adet	98	2,06	201,88	61,36
ÖzelK2	355x440 cm. ELEKTRONİK KEPENK YAPILMASI	AD	2	3.584,76	7.169,52	2.179,19
PTT-ÖZEL-62	Alüminyum pencere doğramanın kol hariç İspanyolet mekanizması	Tk	19	30	570	173,25
PTT-ÖZEL-67	Alüminyum pencere doğramanın kol ve aynasının montajı	Adet	19	28	532	161,70
Y.23.152	Pencere ve kapının yapılması ve yerine yerleştirilmesi (kare ve dikdörtgen profil ile)	kg	983,149	6,33	6.223,33	1.891,59
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,671	45,21	30,34	9,22
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,411	45,21	18,58	5,65
Y.23.7244./B	Alüminyum doğramanın satinajlı ve eloksallı ısı yalıtımsız olarak imalatının yapılma işlemi ve yerine montajı	kg	159,889	18,2	2.909,98	884,49
Y.23.244./F	Alüminyum doğramanın naturel-mat ve eloksallı ısı yalıtımlı olarak imalatının yapılma işlemi ve yerine montajı	kg	688,688	21,39	14.731,04	4.477,52
Y.28.645/C21	4+4 mm kalınlığında ve 12 mm aralıklı ilk camı ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencerenin yerine takılması	m ²	20,456	60,41	1.235,75	375,61

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-17 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>DUVAR İŞLERİ, DUVAR KAPLAMA İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
MSB.457	Kalınlığı 22 cm. den az olan tuğla ile baca yapılması	m3	3,744	463,44	1.735,12	527,39
Y.18.110/01C04	Kalınlığı 10 cm olan gazbeton duvar bloklarıyla duvar örülmesi	m ²	81,411	28,59	2.327,54	707,46
Y.18.110/01C10	Kalınlığı 20 cm olan gazbeton duvar bloklarıyla duvar örülmesi	m ²	286,36	48,14	13.785,37	4.190,08
Y.26.006/406	I.kalite 20 x 60 cm, 30 x 60 cm, 33 x 60 cm ölçülerinde, karo yapıştırıcısıyla duvar kaplamasının yapılması	m ²	77,38	41,63	3.221,33	979,13
İş Grubu 5-18 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>BOYA, BADANA, CİLA, SIVA, ALÇI İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
27.525/A2	Sönmüş kireçle sıva ve üzerine alçı sıva yapılma işlemi	m ²	189,04	14,53	2.746,75	834,88
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,652	26,9	17,54	5,33
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,652		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	4,348	18,28	79,48	24,16
27.528/3	3 mm kalınlığında alçı sıvalı, ince sıvalı yüzeyler üzerine saten alçı kaplama yapılması	m ²	189,04	5,91	1.117,23	339,58
Y.25.003/15	İç cephe de kısa süre önce sıvanan yüzeylere astar uygulanmasıyla sulu iki kat mat boya ile boyanması	m ²	389,446	12,68	4.938,18	1.500,97
Y.25.003/16	Saten alçı ve alçı panel olan iç cephe yüzeyler astarlanarak sulu mat boyanın iki kat uygulanması	m ²	189,04	9,25	1.748,62	531,50
Y.25.004/04	Betonun dış cephesinin sıvalı veya eskiden boyalı yüzeyleri, astarlanarak silikon esaslı sulu boyanın uygulanması	m ²	266,008	16,65	4.429,03	1.346,21
Y.27.501/01	Kaba ve ince harçla 250/350 kg çimento ile dış cephe sıvası yapılması	m ²	279,588	21	5.871,35	1.784,60

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	2,586	26,9	69,56	21,14
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	6,431	18,28	117,56	35,73
	N.YF..04 Mil Kumu İle İnce Sıva Yapılması	m ³	2,796	20,01	55,95	17,01
Y.27.501/02	Kaba ve ince harçla 200/250 kg kireç/çimento karışımı iç cephe sıvasının yapılma işlemi	m ²	387,428	18,7	7.244,90	2.202,10
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	2,751	26,9	74	22,49
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	1,435		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	8,911	18,28	162,89	49,51
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	3,874	20,01	77,52	23,56
Y.27.501/03	Kaba ve ince harçla 200/350 kg kireç/çimento karışımı tavan sıvası yapılması	m ²	94,16	19,45	1.831,41	556,66
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,683	26,9	18,37	5,58
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,107		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,942	18,28	17,22	5,23
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	1,412	20,01	28,25	8,59
Y.27.501/08	Kaba ve ince harçla 350 kg çimento ile tek katlı olarak sıva yapılma işlemi	m ²	62,01	13,94	864,42	262,74
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,434	26,9	11,67	3,55
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	1,24	20,01	24,81	7,54
İş Grubu 5-19 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>YALITIM İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.18.461/003	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcılı ve polyester keçe taşıyıcılı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	386,945	26,05	10.079,92	3.063,81
Y.18.461/041	Ağırlıkça 150 gr/m ² olan geotekstilli keçenin serilme işlemi	m ²	317,735	1,94	616,41	187,36
Y.19.055/00.3	Kalınlığı 5 cm olan XPS - 200 kPa basınca dayanıklı yüzeyinde pürüzlü olan levhalar ile dış duvarların dışından ısı yalıtımı yapılması ve daha sonra yalıtım sıvasıyla sıvanması	m ²	88,18	40,66	3.585,40	1.089,79
Y.19.057/00.3	Kalınlığı 5 cm olan XPS - 200 kPa basınca dayanıklı yüzeyi düzgün levhalarla ısı yalıtımının yapılma işlemi	m ²	317,735	14,24	4.524,55	1.375,24

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-20 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>ZEMİN KAPLAMA İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.19.090/001B	Yeni betonda kum agregalı yüzeylerin sertleştirilmesi ve kür uygulanma işlemi	m ²	166,97	6,6	1.102,00	334,95
Y.26.005/402	I.kalite, 33 x 33 cm veya 30 x 30 cm ebatlarında karo yapıştırıcısı ile döşeme kaplama işlemi	m ²	76,15	29,91	2.277,65	692,29
Y.26.020/012A	Honlu veya cilalı 3 cm kalınlığında 3cmx30-40-50cmxserbest boy ebatlarında renkli mermer levha ile döşenerek kaplamanın yapılma işlemi	m ²	84,458	101,49	8.571,64	2.605,36
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	1,351	26,9	36,34	11,05
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,013	18,28	18,52	5,63
	N.YF.27 Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	2,365	20,01	47,32	14,38
Y.26.020/141B	Honlu ve cilalı hariç 3cmx30-40-50cmxserbest boy ebatlarında kalınlığı 3 cm olan açık traverten levhayla dış denizlik yapılma işlemi	m ²	14,56	154,08	2.243,40	681,88
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,291	26,9	7,83	2,38
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,218	18,28	3,99	1,21
	N.YF.27 Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	0,51	20,01	10,21	3,10

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-21 Ana Grup>BİNALAR>İDARE VE ATÖLYE BİNASI>TESVİYE, BETON, ŞAP, DERZ İŞLERİ, AHŞAP DOĞRAMA İŞLERİ, TEZGAH, LAVABO, TAVAN İŞLERİ, İSKELE-KALIP						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	9,532	144,88	1.381,00	419,76
Y.27/581	Tesviye tabakası 200 kg'lık çimentoyla yapılma işlemi	m ²	102,91	9,95	1.023,95	311,23
	N.YF/.01 Çimentonun nakli yapılması	Ton	0,72	26,9	19,37	5,89
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	3,602	18,28	65,84	20,01
MSB.922./A	Laminatlı 13 mm ebadında bölme panosu ve kapının üretimi işlemi	m ²	10,2	226,34	2.308,67	701,72
P-077	Mutfak ve çay ocağının altındaki dolabın imalatı	m ²	3,2	766,74	2.453,57	745,77
P-078	Mutfak ve çay ocağının üstündeki dolabın imalatı	m ²	3,2	732,53	2.344,10	712,49
MSB.660/A1	Tezgah Üstü Kaplaması 3 cm Renkli Mermer Plaklarla Yapılması	m ²	1,62	154,43	250,18	76,04
	N.YF/.01 Çimentonun nakli yapılması	Ton	0,007	26,9	0,19	0,06
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,016	18,28	0,29	0,09
23.243/34	Eni 85 mm ve kalınlığı 0,70 mm olan boyalı deliksiz alüminyum lamellerle asma tavanların imalatı	m ²	14,77	48,88	721,96	219,44
Y.21.051/C11	0,00-51,50 m arası dış cepheye iskelenin yapılması	m ²	498,411	7,15	3.563,64	1.083,17
Y.21.051/C13	0,00-21,50 m arası tavan için iskelenin yapılması	m ³	329,01	6,45	2.122,11	645,02

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-22 Ana Grup>BİNALAR>ÖN İŞLEM TESİS BİNASI>DOĞRAMACILIK VE CAMCILIK İŞLERİ, ÇATI VE SUNDURMA İŞLERİ							
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)	
18.233/11	Alüminyum levhalarını çatı üzerine 60 mm polistren dolgusuna sahip ısı yalıtımlı çatı örtüsünün yapılma işlemi	m ²	850,63	68,84	58.557,37	17.798,59	
24.060	Çapı 70 mm olan yağmur borusunun bir ucu muflu olacak şekilde sert PVC'den yapılarak yerine montaj edilmesi	m	41	7,7	315,7	95,96	
N.YF.08 Sac nakli		Ton	0,007	45,21	0,32	0,10	
B16	Menteşenin yerine takılması	Adet	22	2,06	45,32	13,78	
ÖzelK1	500x500 cm. ELKTRONİK KEPENK YAPILMASI	AD	1	5.737,45	5.737,45	1.743,91	
PTT-ÖZEL-62	Alüminyum pencere doğramanın kol hariç İspanyolet mekanizması	Tk	11	30	330	100,30	
PTT-ÖZEL-67	Alüminyum pencere doğramanın kol ve aynasının montajı	Adet	11	28	308	93,62	
Y.23.152	Pencere ve kapının yapılması ve yerine yerleştirilmesi (kare ve dikdörtgen profil ile)	kg	983,149	6,33	6.223,33	1.891,59	
		N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,671	45,21	30,34	9,22
		N.YF.26 Profil nakli	Ton	0,411	45,21	18,58	5,65
Y.23.244./F	Alüminyum doğramanın naturel-mat ve eloksalı ısı yalıtımının ve imalatının yapılma işlemi ve yerine montajı	kg	965,256	21,39	20.646,83	6.275,63	
Y.28.645/C21	4+4 mm kalınlığında ve 12 mm aralıklı ilk camı ısı kontrol kaplamalı çift camlı pencerenin yerine takılması	m ²	68,88	60,41	4.161,04	1.264,75	
İş Grubu 5-23 Ana Grup>BİNALAR>GÜVENLİK KABİNİ>DÖŞEME KAPLAMA İŞLERİ, PREFABRİK İMALATLAR, YALITIM İŞLERİ, TESVİYE, ŞAP, BETON, DERZ İŞLERİ							
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)	
ÖZEL-KNTYNR	3,00x3,00 m. DIŞ EBATTA ÖZEL PREFABRİK KONTEYNER YAPILMASI, YERİNE MONTAJI	AD	1	16.250,00	16.250,00	4.939,21	
Y.18.461/.003	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcı ve polyester keçe taşıyıcı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	21	26,05	547,05	166,28	
Y.19.057/003	Kalınlığı 5 cm olan XPS - 300 Kpa basınca dayanıklı ısı yalıtımının yapılma işlemi	m ²	9	14,24	128,16	38,95	
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	0,27	144,88	39,12	11,89	
Y.27.581	Tesviye tabakası 200 kg'lık çimentoyla yapılma işlemi	m ²	8,41	9,95	83,68	25,43	

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-24 Ana Grup>BİNALAR>SU DEPOSU>DOĞRAMACILIK VE CAMCILIK İŞLERİ, BOYA, BADANA, CİLA, SIVA, ALÇI, DERZ, VE ŞAP İŞLERİ, YALITIM İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
23.301/İB-2	Kapağın kaldırma tertibatı ve sızdırmazlığı dahil edilerek her türlü demir kapağın yapılma işlemi	kg	8,86	23,77	210,6	64,01
28	Tel Kafesli Kapı	m ²	2	72,06	144,12	43,81
KGM/51.106/B	Galvanizli kafes tel ile çitlerin yerleştirilmesi	m ²	10,3	11,24	115,77	35,19
MSB.805-Y	Paslanmaz Çelik İmalat Yapılması	kg	111,917	19,58	2.191,33	666,06
Y.25.003/15	İç cephe de kısa süre önce sıvanan yüzeylere astar uygulanmasıyla sulu iki kat mat boya ile boyanması	m ²	66,413	12,68	842,12	255,96
Y.27.501/02	Kaba ve ince harçla 200/250 kg kireç/çimento karışımı iç cephe sıvasının yapılma işlemi	m ²	66,413	18,7	1.241,92	377,48
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,472	26,9	12,7	3,86
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,246		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,527	18,28	27,91	8,48
	N.YF..04 Mil kumu ile İnce sıva yapılması	m ³	0,664	20,01	13,29	4,04
Y.27.501/03	Kaba ve ince harçla 200/350 kg kireç/çimento karışımı tavan sıvasının yapılma işlemi	m ²	36,99	19,45	719,46	218,68
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,268	26,9	7,21	2,19
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,042		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,37	18,28	6,76	2,05
	N.YF..04 Milli kum ile İnce sıva	m ³	0,555	20,01	11,11	3,38
Y.27.501/08	Kaba ve ince harçla 350 kg çimento ile tek kat sıvanın yapılma işlemi	m ²	17,25	13,94	240,47	73,09
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,121	26,9	3,25	0,99
	N.YF..04 Milli kum ile İnce sıva	m ³	0,345	20,01	6,9	2,10
Y.18.461/003	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcı ve polyester keçe taşıyıcı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	437,96	26,05	11.408,86	3.467,74
Y.18.461/051B	2 mm kalınlığa sahip jeomembranın su yalıtımı için kullanılması	m ²	103,13	20,71	2.135,82	649,19

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-26 Ana Grup>BİNALAR>SU DEPOSU>ZEMİN KAPLAMA İŞLERİ, TESVİYE, ŞAP, BETON, DERZ İŞLERİ, DUVAR KAPLAMA İŞLERİ, DUVAR İŞLERİ, İSKELE-KALIP						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.26.005/402	I.kalite, 33 x 33 cm veya 30 x 30 cm ebatlarında karo yapıştırıcısı ile döşeme kaplama işlemi	m ²	18,25	29,91	545,86	165,91
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	9,023	144,88	1.307,25	397,34
Y.27.581	Tesviye tabakası 200 kg'lık çimentoyla yapılma işlemi	m ²	18,25	9,95	181,59	55,19
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,128	26,9	3,44	1,05
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,639	18,28	11,68	3,55
Y.26.006/406	I.kalite 20 x 60 cm, 30 x 60 cm, 33 x 60 cm ölçülerinde, karo yapıştırıcısıyla duvar kaplamasının yapılması	m ²	17,25	41,63	718,12	218,27
Y.18.001/C11	190 x 85 x 190 mm ebatlarında dikey olmayan delikli tuğlayla duvar yapılma işlemi	m ²	137,2	22,18	3.043,10	924,95
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,343	26,9	9,23	2,81
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,104		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,372	18,28	25,08	7,62
	N.YF.11 Tuğla nakli (Karışık)	BinA	3,567		0	0,00
Y.21.051/C11	0,00-51,50 m arası dış cepheye iskelenin yapılması	m ²	137,2	7,15	980,98	298,17
Y.21.051/C13	0,00-21,50 m arası tavan için iskelenin yapılması	m ³	36,5	6,45	235,43	71,56

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 5-27 Ana Grup>BİNALAR>Ana Grup>İnşaat İmalatları>ÇATI İMALATLARI						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.18.201/A02	Çatı örtüsü için yan ve üst kenarlarından kilitlenebilen kiremitle örtülmesi	m ²	579,222	16,95	9.817,81	2.984,14
Y.18.201/A11	Çatılarda kiremit için mahyaların yapılması	m	33,34	7,13	237,71	72,25
	N.YF.01 Çimentonun kamyonlarla nakil edilmesi	Ton	0,05	26,9	1,35	0,41
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,015		0	0,00
	N.YF..04 Milli kum ile İnce sıva	m ³	0,2	20,01	4	1,22
	N.YF.09 Kiremit nakli	BinA	0,105		0	0,00
Y.18.461/030	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcı örtülerle tek kat yapılıma işlemi	m ²	451	13,16	5.935,16	1.804,00
Y.21.101/01	Çatı örtüsünün altı tahta kaplamalı olacak şekilde çatının imal edilmesi	m ²	579,222	65,63	38.014,34	11.554,51
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,105	45,21	4,75	1,44
İş Grubu5-28 Ana Grup>BİNALAR>STATİK>KAZI, DOLGU VE REGLAJ İŞLERİ, BETON İŞLERİ, DEMİR İNŞAAT İŞLERİ, BETONARME İŞLERİ, ÇELİK YAPIM-İMALAT İŞLERİ, KALIP, YAPI İSKELET İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.15.010/4B	Makineyle derin yumuşak kaya kazılma işlemi	m ³	1.330,36	8,08	10.749,31	3.267,27
	N.YF.32kazı sonucu oluşan malzemenin şantiye dışına çıkarılması için kamyonla nakli	Ton	3.192,86	1,59	5.076,65	1.543,05
Y.15.140/02	Çakıl temin edilerek serme ve sıkıştırma işleminin elle yapılması	m ³	156,13	22,2	3.466,09	1.053,52
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	156,13	18,28	2.854,06	867,50

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	145,42	144,88	21.068,45	6.403,78
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	73,8	158,63	11.706,89	3.558,33
Y.16.050/06	Beton nakli dahil edilerek (C 30/37) özellikli betonun dökülmesi	m ³	805,1	172,38	138.783,14	42.183,33
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	6,1	2.096,56	12.789,02	3.887,24
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	6,253	45,21	282,7	85,93
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtıklı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	43,88	1.972,66	86.560,32	26.310,13
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	46,074	45,21	2.083,01	633,13
Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm çapında olan tırtıklı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	17,2	1.939,23	33.354,76	10.138,22
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	18,404	45,21	832,04	252,90
19.090/A	Betona su geçirimsizliği için katkı maddelerinin ilave edilmesi	0,7	821,94	1,58	1.298,67	394,73
Y.19.090/002	Derzin genişliği 4 mm ve derinliği 40 mm olacak şekilde kesiminin yapılarak derz mastiğiyle doldurulması	m	411,55	4,93	2.028,94	616,70
25.001/İB-2	Özel kumla demir yüzeylerin kopresör yardımıyla parlak bir yüzey elde edilinceye kadar sürtülmesi	m ²	2.668,70	37,4	99.809,38	30.337,20
25.017/İB-1A2	300 mikron kalınlıkta olacak şekilde demir imalatının kum raspa veya zımpara ile temizlenmesi	m ²	2.668,70	33,61	89.695,01	27.262,92
Y.23.101	Her türlü profil, çelik çubuk ve çelik saçlarla çerçevelerin inşaatının yapılarak yerine yerleştirilmesi	Ton	63,3	3.428,64	217.032,91	65.967,45
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	13,926	45,21	629,59	191,36
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	55,704	45,21	2.518,38	765,47
21.011/A	Yüzeyleri düz olan beton kalıpları	m ²	1.525,30	23,03	35.127,66	10.677,10
Y.21.050/C01	0,00-4,00m arası kalıp iskelesi çelik borudan yapılması	m ³	621,75	4,59	2.853,83	867,43
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,298	45,21	13,47	4,09
Y.21.050/C02	4,01-6,00m arası çelik borularla iskelesinin yapılma işlemi	m ³	171,4	5,84	1.000,98	304,25
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	0,106	45,21	4,79	1,46
TOPLAM					1.483.035,56	450.770,69

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6 Ana Grup>ELEKTRİK PROJELERİ						
İş Grubu 6-1 Ana Grup>ELEKTRİK>Kuvvetli Akım Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
704-103	0.20-0.30 m ² arası 0.30 m ² dahil olmak üzere sıva üstü sac tablo	Adet	8	84	672	204,26
704-104	0.30-0.40 m ² arası 0,40 m ² dahil olmak üzere sıva üstü sac tablo	Adet	1	95,5	95,5	29,03
704-105	0.40-0,50 m ² arası 0,50 m ² dahil olmak üzere sıva üstü sac tablo	Adet	3	121	363	110,33
707-205	16 Otomatik sigortalık Halojensiz alev geciktirici tip sıva üstü tablolar	Adet	1	48	48	14,59
707-207	24 Otomatik sigortalık Halojensiz alev geciktirici tip sıva üstü tablolar	Adet	2	68	136	41,34
713-304	Normal Pako Şalter-tablo üstü-3x25 A'e kadar	Adet	2	16,5	33	10,03
715-307	Termik Magnetik Şalter-tablo arkası-3x40 A'e kadar	Adet	1	137	137	41,64
715-329	4x16 A'den 63 A'e kadar (4 Kutuplu) 400 V Icu: 25kA, Ics:25kA	Adet	14	170	2.380,00	723,40
715-334	4x200 A'e kadar (4 Kutuplu) 400V Icu: 35kA	Adet	1	370	370	112,46
715-340	4x630 A'e kadar (4 Kutuplu) 400V Icu: 50kA	Adet	2	1.040,00	2.080,00	632,22
718-101	Kuru tip koruyucusuz kontaktör-3x10 A'e kadar	Adet	1	24,5	24,5	7,45
718-103	Kuru tip koruyucusuz kontaktör-3x25 A'e kadar	Adet	7	40	280	85,11
718-507	4x25 Ampere kadar kaçak akım koruma şalterleri	Adet	11	57,5	632,5	192,25
718-508	4x40 Ampere kadar kaçak akım koruma şalterleri	Adet	2	60	120	36,47
718-509	4x63 Ampere kadar kaçak akım koruma şalterleri	Adet	1	71,5	71,5	21,73
718-530	3x300-3x1250 A'e kadar kaçak akım koruma şalterine montaj edilen kombinasyon	Adet	2	1.570,00	3.140,00	954,41
720-109	Sigortalı şalter-bıçak Sigortalı 3x250 A'e kadar	Adet	1	158	158	48,02
721-601	3x25 A'e kadar Kontaktörlü Yıldız üçgen otomatik şalter	Adet	4	407	1.628,00	494,83
723-501	İlave kompanzasyon bataryası 400 V'a kadar	kVAR	15	39	585	177,81
724-601.	6 kA-16 A'e kadar Anahtarlı otomatik sigorta	Adet	100	7,32	732	222,49
724-606	6 kA-3x16 A'e kadar Anahtarlı otomatik sigorta	Adet	38	19,25	731,5	222,34
724-607.	6 kA-3x40 A'e kadar Anahtarlı otomatik sigorta	Adet	11	24,2	266,2	80,91
724-608	6 kA-3x63 Ampere kadar Anahtarlı otomatik sigorta	Adet	2	26,95	53,9	16,38

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

724-612	Anahtarlı 3 fazlı nötr kesmeli otomatik sigorta (6 kA)-40 A'e kadar	Adet	16	31,9	510,4	155,14
725-302	Ampermetre 25-100 A'e kadar	Adet	1	21,5	21,5	6,53
726-306	Topraklama hattı-35 mm ² (borusuz) çıplak örgülü veya dolu bakır tel	m	1.938,00	7,9	15.310,20	4.653,56
726-401	Topraklama hattı-4 mm ² (peşel borulu)	m	247	2,9	716,3	217,72
726-402	Topraklama hattı-6 mm ² (peşel borulu)	m	377	3,15	1.187,55	360,96
727-510	1 kV 3x10 mm ² yeraltı kablosu	m	2	8,35	16,7	5,08
727-544	1 kV 1x50 mm ² yeraltı kablosu	m	140	8,4	1.176,00	357,45
727-548	1 kV 1x150 mm ² yeraltı kablosu	m	160	32,5	5.200,00	1.580,55
727-701	1 kV 3x2,5/6 mm ² yeraltı kablosu	m	12	7,1	85,2	25,90
727-707	1 kV 4x4/6 mm ² yeraltı kablosu	m	3.258,00	9,55	31.113,90	9.457,11
727-708	1 kV 4x6/6 mm ² yeraltı kablosu	m	1.162,00	12	13.944,00	4.238,30
727-710	1 kV 4x16/6 mm ² yeraltı kablosu	m	175	18	3.150,00	957,45
727-715	1 kV 3x95+50/6 mm ² yeraltı kablosu	m	134	80	10.720,00	3.258,36
727-717	1 kV 3x150+70/6 mm ² yeraltı kablosu	m	300	116	34.800,00	10.577,51
735-102	Güvenlik hatlı priz sortisi	Adet	28	49,5	1.386,00	421,28
781-602	2 kutuplu (1NA+1NK kontak) , Ø 60 mm mantar kafalı Acil Durdurma (Acil Stop) Butonu	Adet	2	16,5	33	10,03
782-100	Kablo Tava Sistemleri (Ölçü: kg. İhzarat %60)	kg	343	9,6	3.292,80	1.000,85
790-307	Elektrik motoru-3 fazlı, 1000 d/d, 1,5 kW'a kadar	Adet	1	273	273	82,98
791-312	Kurşunsuz PVC izoleli kablolar ile 3x1,5 mm ² besleme hattı tesisi	m	340	4,75	1.615,00	490,88
791-317	Kurşunsuz PVC izoleli kablolar ile 4x2,5 mm ² besleme hattı tesisi	m	80	6,4	512	155,62
791-426	4x6 mm ² 1 kV yeraltı kabloları ve besleme hattı	m	377	13	4.901,00	1.489,67
791-427	4x4 mm ² 1 kV yeraltı kabloları ve besleme hattı	m	172	10,5	1.806,00	548,94
791-431	5x2,5 mm ² 1 kV yeraltı kabloları ve besleme hattı	m	360	8,3	2.988,00	908,21
791-629	Aleve dayanıklı 3x95rm/50rm 180 0,60/1 kV kablo	m	14	143	2.002,00	608,51
OZEL-KA-1	5 KVAR SONT REAKTOR	Adet	3	436	1.308,00	397,57
ÖZEL-KA-2	1x(5x32A) TRIFAZE+ 2x(1x16A) MONOFAZE PRİZ KOMBİNASYON KUTUSU	Adet	11	540	5.940,00	1.805,47

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-2 Ana Grup>ELEKTRİK>Zayıf Akım Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
815-101	Telefon tesisatı sortisi	Adet	9	22,5	202,5	61,55
818-201	Bina haricinde ana hat tesisatı (2 çifte kadar)	m	230	2,7	621	188,75
818-202	Bina haricinde 6 çifte kadar ana hat tesisatı	m	100	3,1	310	94,22
818-204	Bina haricinde ana hat tesisatı (20 çifte kadar)	m	200	5,25	1.050,00	319,15
819-101	Telefon dağıtım kutuları (10 çifte kadar) (DKP sac)	Adet	3	38	114	34,65
819-201	Yanmaz plastik 20 çifte kadar telefon dağıtım kutusu-	Adet	1	54,5	54,5	16,57
845-103	Televizyon sortisi	Adet	1	20	20	6,08
845-104	TS 489 standardına uygun, Televizyon anteni 4 elemanlı anten	Adet	1	25,5	25,5	7,75
880-1202	16 U 600mmx600mm 19" Dikili tip kabinet	Adet	1	339	339	103,04
880-5631	Ölçüsü: m, İhzarat: %60 olan Utp Cat6H Halojen Free 4x2x23 AWG	m	920	2,5	2.300,00	699,09
880-573	Utp Cat6 siva üstü tekli priz	Adet	6	22	132	40,12
890-813	Analog D Hat: [48] - Analog H. Hat: [4] - Sayısal D. Hat: [14] - Sayısal Ha. Hat Prı (30b+D): [1]	Adet	1	18.940,00	18.940,00	5.756,84
ÖZEL-KAM-6	KENAR ANAHTAR	Adet	1	1.200,00	1.200,00	364,74

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-3 Ana Grup>ELEKTRİK>Aydınlatma Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
734-201	Güvenlik hatlı normal sorti	Adet	6	41	246	74,77
734-202	Güvenlik hatlı komütatör sorti	Adet	10	57,5	575	174,77
734-203	Güvenlik hatlı vaevien sorti	Adet	2	75,5	151	45,90
742-283	Flüoresan armatür Ü (etanş)-1x40 W	Adet	1	39	39	11,85
ÖZEL-AY-	7 METRELİK AYDINLATMA DİREĞİ	Adet	23	412,5	9.487,50	2.883,74
ÖZEL-AY-	24 METRELİK ASANSÖRLÜ PROJEKTÖR DİREĞİ	Adet	2	14.375,00	28.750,00	8.738,60
ÖZEL-AY-	12 METRELİK PORTATİF MERDİVENLİ AYDINLATMA DİREĞİ	Adet	56	1.062,50	59.500,00	18.085,11
ÖZEL-	1x200W LED PROJEKTOR	Adet	68	1.326,83	90.224,44	27.423,84
ÖZEL-	1x7W LED AYDINLATMA	Adet	4	108,75	435	132,22
ÖZEL-	1x76 W LED ARMATÜRLER İÇİN ASLI TAKIMI	Adet	39	9,37	365,43	111,07
ÖZEL-	UÇAK İKAZ LAMBASI	Adet	2	200	400	121,58
ÖZEL-	COGRAFİ ZAMAN SAATİ	Adet	7	200	1.400,00	425,53
ÖZEL-	1x48W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	23	634,81	14.600,63	4.437,88
ÖZEL-	1x25W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	14	298,26	4.175,64	1.269,19
ÖZEL-	1x20W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	2	175,37	350,74	106,61
ÖZEL-	1x17W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	11	140,58	1.546,38	470,02
ÖZEL-	1x30W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	11	355,74	3.913,14	1.189,40
ÖZEL-	1x30W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ(ACİL KİTLİ)	Adet	2	533,55	1.067,10	324,35
ÖZEL-	1x76W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ	Adet	31	493,96	15.312,76	4.654,33
ÖZEL-	1x76W LED AYDINLATMA ARMATÜRÜ(ACİL KİTLİ)	Adet	8	651,35	5.210,80	1.583,83
İş Grubu 6-4 Ana Grup>ELEKTRİK>Jeneratör Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
950-116	Diesel Jeneratör- 400 kVA, Diesel motoru su veya hava ile soğuyan cinsten, 1500 d/min	Adet	1	83.040,00	83.040,00	25.240,12
951-104	Otomatik Devreye Girme tertibatı 300-1000 kVA (1000 kVA dahil)	Adet	1	3.620,00	3.620,00	1.100,30
952-200	Otomatik senkronizasyon tertibatı 10-1000 kVA	Adet	1	2.560,00	2.560,00	778,12
952-316	Ses izolasyon kabini 400 kVA	Adet	1	7.160,00	7.160,00	2.176,29

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-5 Ana Grup>ELEKTRİK>OG Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
01.a-004	24V, 120Ah Akü Bataryası	Adet	1	671	671	203,95
03.1.1-009	40x10mm ² Bakır Bara (3.56 kg/m)	kg	80	44,35	3.548,00	1.078,42
12-004	36kV İzole Manevra Çubuğu	Adet	1	51,92	51,92	15,78
13-004	36kV İzole Pens	Adet	1	60,79	60,79	18,48
13.Oca	36kV İzole Eldiven	Çift	1	176,12	176,12	53,53
13.Şub	36kV İzole Halı	m ²	4	49	196	59,57
13.Mar	36kV İzole Sehpa	Adet	1	84,23	84,23	25,60
17.9-023	36kV, 2-20A OG Sigorta Patronu	Adet	6	41,96	251,76	76,52
22.4.1-008	Hava Yalıtımlı 36kV, 630A, 16kA Modüler Giriş/Çıkış Hücresi	Adet	1	6.114,00	6.114,00	1.858,36
22.4.2-004	36kV, 200A, 16kA Modüler Trafo Hücresi (Hava Yalıtımlı)	Adet	1	6.611,00	6.611,00	2.009,42
22.5.1.01-004/B	400 KVA TRAFÖ BİNASI İÇİN BOŞ BETON KÖŞK BİNASI TİP1A ((22.5.1.01-004)-((2x(22.4.1-008)))-(22.4.2-004)-(31.3.2-012)-(24.4.1-005)	Adet	1	15.146,00	15.146,00	4.603,65
24.4.1-005	400kVA 'lık Dahili Tip AG Panosu	Adet	1	4.480,00	4.480,00	1.361,70
26.Oca	Tehlike Levhası (Emaye)	Adet	12	15,87	190,44	57,88
30.Nis	5m Galvanizli örgülü çelik tel ve 2 m, 65x65x7'lik ebatlarında galvanizli köşebent ve montajının yapılması	Adet	17	192,3	3.269,10	993,65
31.1.A-009	600/5Amper AG Akım Trafosu	Adet	12	55,37	664,44	201,96
31.5.3-002	33/0.4-0.231kV, 400kVA Kuru (M) tip Trafo	Adet	1	29.814,00	29.814,00	9.062,01
32.11-002	XLPE Kablo Yeraltına-toprak kanala 35kV, 1x50s/16 mm ² ebatlarında ana kablo.	m	40	61,57	2.462,80	748,57
32.11.3.1-03	Tuvenan Malzeme Farkı (Not-2)	m	1.500,00	20,21	30.315,00	9.214,29
32.11.3.1-15	her türlü zeminde zemin altından 300 mm, yatay delgi (HDD) metodu ile delik açılması	m	10	431,95	4.319,50	1.312,92
32.11.4-004	yeraltına-toprak kanala ana kablo XLPE Yalıtkanlı, PVC Dış Kılıflı 35kV, 1x95s/16 mm ² ölçülerinde Alüminyum Kablo	m	1.500,00	54,26	81.390,00	24.738,60
32.19.1-004	aynı toprak kanala ilave döşenen XLPE Yalıtkanlı, PVC Dış Kılıflı 35kV, 1x95s/16 mm ² ölçülerinde Alüminyum Kablo	m	3.000,00	19,74	59.220,00	18.000,00
32.34.11-002	Büzüşmeli Kablo Başlığı (35kV, 1x50s/16 mm ²)	Adet	8	69,35	554,8	168,63
32.34.11-004	Büzüşmeli Kablo Başlığı (35kV, 1x95s/16 mm ²)	Adet	3	75,58	226,74	68,92
32.34.14-004	YE3SV Harici olan Büzüşmeli Kablo Başlığı (35kV, 1x95s/16 mm ²)	Adet	3	104,42	313,26	95,22
32.b-001	Harman tuğlası	Adet	15.000,00	0,36	5.400,00	1.641,34
32.b-003	Kablo Kanalı İşaret Plakası	Adet	30	15,74	472,2	143,53
725-511	Enerji analizörü	Adet	2	759	1.518,00	461,40
727-546	1 kV yeraltı kablosu (NYY)-1x95 mm ²	m	25	22	550	167,17

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-6 Ana Grup>ELEKTRİK>Kamera Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
726-304	Topraklama hattı-16 mm ² (borusuz)	m	7	4,6	32,2	9,79
727-512	1 kV yeraltı kablosu (NYY)-3x4 mm ²	m	2.000,00	4,55	9.100,00	2.765,96
750-301	3 Faz giriş 3 faz çıkışlı kesintisiz güç kaynağı, 10 kVA, 10 dakikaya kadar akü besleme süreli	Adet	1	7.060,00	7.060,00	2.145,90
880-1202	16 U 600mmx600mm 19" Dikili tip kabinet	Adet	1	339	339	103,04
880-5631	Ölçüsü: m, İhzarat: %60 olan Utp Cat6H Halojen Free 4x2x23 AWG	m	300	2,5	750	227,96
880-617	Core 8 SM Zırhlı F/O Kablo	m	2.000,00	3,85	7.700,00	2.340,43
983-102	TS 435 / T1 standardına uygun, Toprak elektrodu (Çubuk)elektrolitik bakır	Adet	7	337	2.359,00	717,02
ÖZEL-	DIS MEKAN SABİR IR KAMERA(IP)	Adet	4	2.925,00	11.700,00	3.556,23
ÖZEL-	DIS MEKAN HAREKETLİ KAMERA	Adet	7	14.812,50	103.687,50	31.515,96
ÖZEL-	NVR KAYIT CİHAZI	Adet	1	6.337,50	6.337,50	1.926,29
ÖZEL-	İZLEME BİLGİSAYARI	Adet	1	2.812,50	2.812,50	854,86
ÖZEL-	21.5 INC LCD MONİTÖR	Adet	2	562,5	1.125,00	341,95
ÖZEL-	KENAR ANAHTAR	Adet	6	1.200,00	7.200,00	2.188,45
ÖZEL-	GIGABİT ANAHTAR	Adet	1	3.375,00	3.375,00	1.025,84
ÖZEL-	GBIC/SFC ARA BİRİM MODÜLÜ	Adet	14	450	6.300,00	1.914,89
ÖZEL-	8 METRELİK KAMERA DİREĞİ	Adet	7	937,5	6.562,50	1.994,68

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-7 Ana Grup>ELEKTRİK>Yangın Algılama Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
833-301	127 adres kapasiteli, 12 yangın bölgesi göstergeli 1 çevrimli, 12 bölgeyi akıllı analog adresli yangın alarm santrali.	Adet	1	7.020,00	7.020,00	2.133,74
833-500	Analog adresli optik duman detektörü	Adet	25	149	3.725,00	1.132,22
833-520	Ölçüsü: Adet; İhzarat %60 olan akıllı analog adresli sıcaklık detektörü	Adet	7	149	1.043,00	317,02
833-530	Duman ve sıcaklık detektörlü analog adresli kombine optik,	Adet	2	190	380	115,50
833-555	Analog adresli yangın ihbar butonu	Adet	7	126	882	268,09
833-557	Ölçü: Adet; İhzarat %60 olan Akıllı analog adresli hava şartlarına dayanıklı sıfırlanabilir yangın ihbar butonu	Adet	1	265	265	80,55
833-592	Ölçü:Ad.; İhzarat: %60 olan dahili Tip Flaşörlü Elektronik Yangın alarm sireni	Adet	7	186	1.302,00	395,74
833-594	Harici Tip Flaşörlü Elektronik Yangın İhbar Sireni (Ölçü:Ad.;İhzarat %60)	Adet	1	242	242	73,56
880-2001	1x2x0,8+0,8 mm ² halojensiz yangın alarm kablosu	m	1.200,00	1,6	1.920,00	583,59
880-3189	2x1,5 mm ² halojen free sinyal ve kumanda kablosu	m	600	3,25	1.950,00	592,71
İş Grubu 6-8 Ana Grup>ELEKTRİK>Topraklama ve Paratoner Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
204-401	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 40-50 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	3.200,00	3,65	11.680,00	3.550,15
	204-501 Geçme muflu plastik su borusu montaj malz. ücreti	-	0,35	11.680,00	4.088,00	1.242,55
204-403	Sert PVC'den imal edilen geçme muflu, 100-110 mm çaplı, 3 mm et kalınlığına sahip olan plastik su borusu	m	320	9,3	2.976,00	904,56
	204-501 Geçme muflu plastik su borusu montaj malz. ücreti	-	0,35	2.976,00	1.041,60	316,60
980.-210	5m Galvanizli örgülü çelik tel ve 2 m, 65x65x7'lik ebatlarında galvanizli köşebent ve yere gömülmesi	Adet	99	192,3	19.037,70	5.786,53
980-214	Ortalama uyarım yolu dl=60 m, aktif yakalama ucu	Adet	2	1.590,00	3.180,00	966,57
980-300	Çatı direği (radyoaktif yakalama ucu için) (Ölçü: Adet, İhzarat: %60)	Adet	1	274	274	83,28
981-101	Çatı ihata ve indirme iletkenleri 50 mm ² elektrolitik bakır tel ile tesisatının yapılması	m	72	24,5	1.764,00	536,17
982-102	30x3,5 mm ebadında olan galvanizli çelik lama	m	679	12	8.148,00	2.476,60
983-102	TS 435 / T1 standardına uygun, Toprak elektrodu (Çubuk)elektrolitik bakır	Adet	4	337	1.348,00	409,73
983-103	İletken koruyucu borusu (3 m'lik)	Adet	2	73,5	147	44,68

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 6-9 Ana Grup>ELEKTRİK>OG Havai Hat Tesisatı						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
03.1.2-002	ø8mm İçi Dolu Bakır Bara (0.45 kg/m)	kg	6,075	44,35	269,43	81,89
05.6.1-121	12m/8, 2010 kg/Ad Santrifüj Betonarme Direkler (Standart Torsiyonlu)	Adet	1	664	664	201,82
05.6.1-131	12m/18, 2660 kg/Ad Santrifüj Betonarme Direkler (Standart Torsiyonlu)	Adet	1	1.100,00	1.100,00	334,35
05.6.6-012	Beton Direk Nakli 10 Tona Kadar Sabit Bedel	Sbt	1	298,05	298,05	90,59
05.6.M2	Beton Direk Montajı (II-BAHH)	kg	4.800,00	0,72	3.456,00	1.050,46
05.7.6-007	N/70-220, 130 kg/Ad Beton.OG D.ve N. Travers (MYM=70000 kg.cm)	Adet	1	114,21	114,21	34,71
09.3.1-005	RAVEN St-Alüminyum İletken (Beton Direğe)	kg	32	11,42	365,44	111,08
11.4-006	36 kV VHD-35 H.H. Normal Mesnet İzolatörü	Adet	1	56,49	56,49	17,17
11.5-020	C-35 Beton Travers için (Taşıyıcı) İzolatörü Demiri	Adet	1	7,77	7,77	2,36
11.6-001	K1 (Normal Tip) H.H. Zincir İzolatörü	Adet	9	23,5	211,5	64,29
11.8-001	Tek Gergi Tertibatı : Swallow-3/0	Tk	3	35,86	107,58	32,70
15.2-010	36kV, 10kA ZnOParafudr	Adet	3	263,61	790,83	240,37
17.8-008	36kV, 630A, 12.5kA Harici Tip Sigortalı Topraklı Ayırıcı	Adet	1	2.097,90	2.097,90	637,66
17.9-023	36kV, 2-20A OG Sigorta Patronu	Adet	6	41,96	251,76	76,52
30.2.5	95 mm2 (865.20 Kg/Km) Bakır İletken ve gömülmesi.	m	20	29,65	593	180,24
30.03.2001	Topraklama Kazığı+ 5m şerit ve gömülmesi	Adet	1	190,85	190,85	58,01
TOPLAM					1.035.684,62	314.797,76

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 7 Ana Grup>TEKERLİK YIKAMA						
İş Grubu 7-1 Ana Grup>TEKERLİK YIKAMA>SIZINTI SUYU DRENAJ>Tekerlek Yıkama Ünitesi Sızıntı Suyu Drenaj Sistemi						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
122.278	Ø 2000 mm çaplı 6. Tip HDPE kanalizasyon borusunun döşenmesi	m	6	2.666,85	16.001,10	4.863,56
14.1714/1	Kazı malz. makineyle hendeğin ve temel dolgusunun yapılma işlemi	m ³	3,26	8,52	27,78	8,44
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	24,56	12,05	295,95	89,95
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	4,66	19,24	89,66	27,25
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	4,66	1,8	8,39	2,55
38.D.300/E.6.1A	Çapı 200 mm olan PE 100 boru ücreti (basınç dayanıklılığı 10 ATM)	m	12	47,66	571,92	173,84
Y.16.050/04	Beton nakli dahil edilerek (C 20/25) özellikli betonun dökülmesi	m ³	1,256	149,88	188,25	57,22
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	1,6	30,04	48,06	14,61
İş Grubu 7-2 Ana Grup>TEKERLİK YIKAMA>SIZINTI SUYU DRENAJ>Tekerlek Yıkama Ünitesi						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
19.095/JKÖ	Jeosentetik Kil Örtü Temini ve Serilmesi	m ²	146	14,78	2.157,88	655,89
KGM/6050	Kırılan ocak taşı ve elenen çakıllı malz. İle temel yapılma işlemi	m ³	24	15,76	378,24	114,97
N.YF.27	Kırmataş ve kazı sırasında oluşan malz. naklinin yapılması	m ³	24	20,01	480,24	145,97
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	8	144,88	1.159,04	352,29
Y.16.050/04	Beton nakli dahil edilerek (C 20/25) özellikli betonun dökülmesi	m ³	16,4	149,88	2.458,03	747,12
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	14	158,63	2.220,82	675,02
Y.18.461/054B	2 mm kalınlığa sahip, UV dayanıklı, HDPE esaslı, jeomembran ile suların geçiriminin engellenmesi	m ²	146	19,14	2.794,44	849,37
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	129,4	30,04	3.887,18	1.181,51
Y.23.010	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtıklı çelik hasırının yerine yerleştirilmesi	Ton	0,31	2.096,56	649,93	197,55
	N.YF.05 Hasır çeliğin kamyonlarla nakil edilmesi	Ton	0,318	45,21	14,38	4,37
TOPLAM					33.431,29	10.161,49

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 8 Ana Grup>KOMPOST ALANI						
İş Grubu 8-1 KOMPOSTLAŞTIRMA						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
10-300-2037	Sıvı halde bulunan Su Geçirimsizlik Katkısı	kg	3.081,41	3,25	10.014,58	3.043,95
KGM/6020	Kırılmayan ve elenmeyen çakıllı malzeme ile temelin altının yapılma işlemi	m ³	400,000	12,72	5.088,00	1.546,50
	N.YF. Kırılmayan ve elenmeyen Çakıllı Malzeme ile temelin altının yapılma işlemi	m ³	400,000	14,12	5.648,00	1.716,72
15-120-1001	Serbest kazı şeklinde yumuşak ve sert toprağın makine ile kazılması	m ³	440,060	5,46	2.402,73	730,31
15-125-1004	Çakıl temin edilip getirilerek, serme, sıkıştırma işleminin makine ile yapılması	m ³	134,480	22,21	2.986,80	907,84
15-150-1003	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	88,510	239,88	21.231,78	6.453,43
15-150-1005	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	1.467,340	253,63	372.161,44	113.118,98
15-305-1202	Çift Sistemli, boyalı beton kiremitlerle çatı örtüsünün yapılma işlemi	m ²	451,000	84,69	38.195,19	11.609,48
15-305-1205	Boyalı beton mahya kiremitlerle mahya yapılma işlemi	m	33,340	73,41	2.447,49	743,92
15-255-1011	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcılı ve polyester keçe taşıyıcılı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	451,000	48,34	21.801,34	6.626,55
15-180-1002	Düz yüzeyli betonarme kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	3486,950	63,98	223.095,06	67.810,05
15-185-1001	0,00-4,00 m arası çelik borularla iskelenin kurulması	m ³	1046,290	9,15	9.573,55	2.909,89
15-185-1002	4,01-6,00 m arası çelik borularla iskelenin kurulması	m ³	1998,750	10,73	21.446,59	6.518,72
15-185-1003	6,01-8,00 m arası çelik borularla iskelenin kurulması	m ³	1698,450	12,26	20.823,00	6.329,18
15-300-1002	çatı örtüsünün altı OSB ve 3 kaplamadan olacak şekilde ahşaptan çatının kurulması	m ²	451,000	129,78	58.530,78	17.790,51
15-160-1001	1,500-3,000 kg/m ² arasında tırtırlı çelik hasırın yerine yerleştirilmesi	Ton	11,840	4.745,00	56.180,80	17.076,23
	N.YF.05 Hasır çelik nakli	Ton	11,840	25,38	300,50	91,34
15-160-1003	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	28,080	4.444,21	124.793,42	37.931,13
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	28,080	25,38	712,67	216,62
15-160-1004	Ø 14- Ø 28 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	22,980	4.362,90	100.259,44	30.473,99
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	22,980	25,38	583,23	177,27

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 8-2 Ana Grup>KOMPOST ALANI>KOMPOST ÜRÜN DEPOLAMA ALANI						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
19.090A	Su geçirimsizliği için katkı malzemesi	kg	579,222	1,31	758,78	230,63
Y.15.140/04	Makineyle getirilen çakılın serilmesi ve sıkıştırılması işlemlerini yapmak	m ³	42,8	14,19	607,33	184,60
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	42,8	18,28	782,38	237,81
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	26,016	144,88	3.769,20	1.145,65
Y.16.050/05	Beton nakli dahil edilerek (C 25/30) özellikli betonun dökülmesi	m ³	275,82	158,63	43.753,33	13.298,88
Y.21.001/02	Yüzeyleri düz olan betonarmenin kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	1.743,75	30,04	52.382,34	15.921,68
Y.21.050/C02	4,01-6,00m arası çelik borularla iskelesinin yapılma işlemi	m ³	4.298,75	5,84	25.104,70	7.630,61
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	2,665	45,21	120,48	36,62
Y.21.050/C03	6,01-8,00m arası Çelik borularla kalıp iskelesinin kurulması	m ³	1.698,45	7,1	12.059,00	3.665,35
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	1,291	45,21	58,37	17,74
Y.23.014	Ø 8- Ø 12 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	13,653	1.972,66	26.932,73	8.186,24
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	14,336	45,21	648,13	197,00
Y.23.015	Ø 14- Ø 28 mm çapında olan tırtırlı beton çeliğin çubuğu, bu çubukların kesilme, bükülme işlemleri ve yerine yerleştirilmesi	Ton	11,171	1.939,23	21.663,14	6.584,54
	N.YF.07 Demir nakli	Ton	11,953	45,21	540,4	164,26
İş Grubu 8-3 Ana Grup>KOMPOST ALANI>SIZINTI SUYU DRENAJ>Kompostlaştırma Sahası Sızıntı Suyu Drenaj Sistemi						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
Y.23/.176	Çeşitli demirlerden oluşan işlerin imal edilmesi ve yerine yerleştirilmesi	kg	4.300,42	5,88	25.286,48	7.685,86
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	2,365	45,21	106,92	32,50
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	2,365	45,21	106,92	32,50
Genel TOPLAM					1.312.957,02	399.075,08

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 9 Ana Grup>ÖN İŞLEM						
İş Grubu 9-1 Ana Grup>ÖN İŞLEM>Mekanik ayrıştırma ekipmanları						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
ÖZEL	Poşet Açıcı	Adet	1,00	250.000,00	250.000,00 ₺	75.987,84 ₺
ÖZEL	Tambur Elek	Adet	1,00	500.000,00	500.000,00 ₺	151.975,68 ₺
ÖZEL	Balistik Seperaatör	Adet	1,00	300.000,00	300.000,00 ₺	91.185,41 ₺
ÖZEL	Manyetik Konveyör	Adet	2,00	110.000,00	220.000,00 ₺	66.869,30 ₺
ÖZEL	Eddy Akımlı Ayırıcı	Adet	1,00	150.000,00	150.000,00 ₺	45.592,71 ₺
ÖZEL	Optical Sensör-NIR	Adet	1,00	850.000,00	850.000,00 ₺	258.358,66 ₺
ÖZEL	Optik Ayırıcı Konveyörü	Adet	1,00	100.000,00	100.000,00 ₺	30.395,14 ₺
ÖZEL	Balya Presi	Adet	1,00	200.000,00	200.000,00 ₺	60.790,27 ₺
ÖZEL	Rulolu Konveyör	Metre	51.810	3,5	181.335,00 ₺	55.117,02 ₺
ÖZEL	Rulolu Konveyör	Metre	55.500	3,75	208.125,00 ₺	63.259,88 ₺
ÖZEL	Rulolu Konveyör	Metre	121.770	4	487.080,00 ₺	148.048,63 ₺
ÖZEL	Rulolu Konveyör	Metre	7.200	4,25	30.600,00 ₺	9.300,91 ₺
ÖZEL	Rulolu Konveyör	Metre	10.100	4,5	45.450,00 ₺	13.814,59 ₺
ÖZEL	Zincirli Konveyör	Metre	44.770	6	268.620,00 ₺	81.647,42 ₺
ÖZEL	Çelik Konstrüksiyon ve Hazneler		1	420.000,00	420.000,00 ₺	127.659,57 ₺
ÖZEL	Ayıklama Platformu ve Kabini		1	400.000,00	400.000,00 ₺	121.580,55 ₺
ÖZEL	Kumanda Odası		1	50.000,00	50.000,00 ₺	15.197,57 ₺
ÖZEL	Elektrik Panosu, SCADA ve Kablolama		1	400.000,00	400.000,00 ₺	121.580,55 ₺

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 9-2 Ana Grup>ÖN İŞLEM>ÖN İŞLEM TESİS BİNASI>DUVAR KAPLAMA İŞLERİ, BOYA, BADANA, CİLA, SIVA, ALÇI, DERZ İŞLERİ, YALITIM İŞLERİ, ZEMİN KAPLAMA İŞLERİ, İSKELE-KALIP, DUVAR İŞLERİ, TESVİYE, ŞAP, BETON, DERZ İŞLERİ						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
18.233/CPH	Mevcut ahşap, çelik, betonarme kiriş veya aşıklı cephe üzerine 0,50+0,40+ (40 mm dolgulu) poliüretan yalıtımlı gizli vidalı cephe paneli yapılması	m ²	875,744	13,43	11.761,24	3.574,84
Y.25.003/15	İç cephe de kısa süre önce sıvanan yüzeylere astar uygulanmasıyla sulu iki kat mat boya ile boyanması	m ²	31,5	12,68	399,42	121,40
Y.27.501/02	Kaba ve ince harçla 200/250 kg kireç/çimento karışımı iç cephe sıvasının yapılma işlemi	m ²	31,5	18,7	589,05	179,04
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,224	26,9	6,03	1,83
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,117		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	0,725	18,28	13,25	4,03
	N.YF..04 Milli kum ile İnce siva	m ³	0,315	20,01	6,3	1,91
Y.18.461/003	Polimer bitüml -20 derece soğukta bükülmeli kalınlığı 3 mm olan cam tülü taşıyıcılı ve polyester keçe taşıyıcılı örtüler ile su yalıtımının iki kat yapılma işlemi	m ²	1.153,16	26,05	30.039,82	9.130,64
Y.18.461/053B	HDPE esaslı 2 mm kalınlığa sahip, jeomembranla su geçirimsizliğin sağlanması	m ²	960,58	17,56	16.867,78	5.126,98
Y.19.090/001B	Yeni betonda kum agregalı yüzeylerin sertleştirilmesi ve kür uygulanma işlemi	m ²	819,84	6,6	5.410,94	1.644,66
Y.21.051/C11	0,00-51,50 m arası dış cepheye iskelenin yapılması	m ²	146,22	7,15	1.045,47	317,77
Y.18.001/C11	190 x 85 x 190 mm ebatlarında dikey olmayan delikli tuğlayla duvar yapılma işlemi	m ²	146,22	22,18	3.243,16	985,76
	N.YF.01 Çimento nakli	Ton	0,366	26,9	9,85	2,99
	N.YF.02 Kireç nakli	Ton	0,111		0	0,00
	N.YF..03 Kum ve Çakılın kamyonlarla nakil edilmesi	m ³	1,462	18,28	26,73	8,12
	N.YF.11 Tuğla nakli (Karışık)	BinA	3,802		0	0,00
Y.16.050/03	Beton nakli dahil edilerek (C 16/20) özellikli betonun dökülmesi	m ³	26,574	144,88	3.850,04	1.170,22

Tablo 4.3 (devamı): Detaylı maliyet hesabı

İş Grubu 9-3 Ana Grup>ÖN İŞLEM>SIZINTI SUYU DRENAJ>Ön İşlem Tesisi Binası Sızıntı Suları Drenaj Sistemi						
Poz Numarası	İmalatın Cinsi	Birim	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)	Tutarı (EURO)
122.273	6. tip olan HDPE kanalizasyon borusunun döşenmesi (Çap=Ø 1000 mm)	m	1,5	563,01	844,52	256,69
12.2401/1	Ø 1000mm çapında spiral sarımlı HDPE esaslı muayene bacasının imalatı ve yerine montaj edilmesi (h=1,75 m yüksek)	Adet	1	1.109,26	1.109,26	337,16
14.1714/1	Kazı malz. makineyle hendeğin ve temel dolgusunun yapılma işlemi	m ³	0,81	8,52	6,9	2,10
15.006/2-A	Makine ile her derinlikte geniş derin yumuşak zeminin kazılması (serilmesi ve düzeltilmesi hariç).	m ³	1,389	5,34	7,42	2,26
15.006/H1	Her cins zeminde 2 mt derinliğe kadar düz hendek kazı yapılması	m ³	1,98	12,05	23,86	7,25
15.140/İB-4	Her tür kum ve çakıl'ın elle sıkıştırılıp hendeğin ve temel tabanın iyileştirilmesi, boru yerleştirilecek zeminin hazırlanması ve borunun gömlekleme yapılma işlemi	m ³	1,17	19,24	22,51	6,84
15.150/K	Kum, çakıl ve kilin stabilize ve benzeri malz. düzenlenmesi	m ³	1,17	1,8	2,11	0,64
3.619.707	Taşıma hariç baş bağlama bedeli dahil 200 mm çapa sahip olan pvc drenaj boruların döşenmesi	m	3	11,2	33,6	10,21
38.D.300/E.6.1A	Çapı 200 mm olan PE 100 boru ücreti (basınç dayanıklılığı 10 ATM)	m	3	47,66	142,98	43,46
Y.16.050/04	Beton nakli dahil edilerek (C 20/25) özellikli betonun dökülmesi	m ³	0,157	149,88	23,53	7,15
Y.21.001./02	Düz yüzeyli olan beton kalıbının ahşaptan yapılması	m ²	0,2	30,04	6,01	1,83
Y.23.176	Çeşitli demir işlerin yapılarak yerine yerleştirilmesi (Lama ve profil demirden)	kg	1.865,68	5,88	10.970,20	3.334,41
	N.YF.08 Sac nakli	Ton	1,026	45,21	46,39	14,10
	N.YF.26 Profil nakli	Ton	1,026	45,21	46,39	14,10
TOPLAM					5.147.764,76	1.564.670,14
GENEL TOPLAM					15.316.842,48	4.655.575,22

Kamu kurum ve kuruluşları tarafından katı atık düzenli depolama sahası yapılması planlandığında öncelikle yer seçimi yapılıp ve kamu kurumlarından gerekli izinler alındıktan sonra yapım süreci için projelendirme çalışmaları başlatılır. Projelendirme süreci için öncelikle yapım işlerinin taleplerini karşılayacak mimari, betonarme-statik, elektrik ve çevre düzenlemesi gibi çeşitli uygulama projeleri oluşturulmalıdır. Proje esas alınarak yapımda kullanılacak malzemelerin teknik özelliklerinin yer aldığı teknik şartnameler uzmanlarca hazırlanmalıdır. Projede yapılacak olan yapılar tek tek bölümlere ayrılarak mahaller oluşturulur. Bir yapının tamamında ve her mahalde yapılacak olan tüm inşaat uygulamaları ayrı ayrı gösterilerek mahal listeleri oluşturulur. Hangi mahalde hangi malzemelerin kullanılacağı mahal listelerinde detaylı bir şekilde belirtilir. Mimari, betonarme-statik, elektrik, tesisat ve çevre düzenlemesi uygulama projeleri üzerinden yapılacak işteki tüm adımlara ait metrajlar çıkartılır. Her bir iş için hangi birim baz alınarak ölçülüyorsa (adet, metre, metrekare, metreküp, kg, ton) o birim baz alınarak ne kadar miktarda kullanılacağı ölçülerek metrajları yapılır. Mahal listeleri ve metraj çalışmalarından sonra ayrıca pozlar seçilir. Bu pozlar Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Yüksek Fen Kurulu, İller Bankası, Karayolları Genel Müdürlüğü, Vakıflar Genel Müdürlüğü vb. kurumlar tarafından yayınlanmış birim fiyat ve analiz veri tabanlarından alınır. Yaklaşık maliyet hesabında yüklenici kar ve genel giderler düşünülerek karşılığı olarak % 25 oranında hesaplanması gerekmektedir. Daha sonra seçilen pozlarla metrajlar birbirine bağlanarak bir yaklaşık maliyet hesabı oluşturulur.

Bu çalışmamızda, Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası için hazırlanan projeye göre saha düzenlemesi, lot yapımı ve izolasyon, sızıntı suyu havuzu, saha ve yol kaplama, binalar, elektrik projeleri, tekerlek yıkama ünitesi, kompost alanı, tam otomatik ön işlem tesisi olmak üzere Tablo 4.3'te görüldüğü üzere 9 ana iş grubu oluşturulmuştur. Bu iş gruplarına göre her bir iş grubunun kendi içerisinde yapılacak olan yapılara göre mahal listeleri çıkarılmıştır. Projeye göre her mahalde yapılacak olan imalatların cinsleri, birimlerine göre miktarları oluşturulmuştur. İmalat cinslerine göre de Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın yayınlamış olduğu kamu kurumların ihale dokümanlarına esas teşkil eden birim poz numaralarına göre birim fiyatları çıkarılarak her mahalin maliyeti belirlenmiştir. Bu mahaller de birleştirilerek Tablo 4.3'teki yaklaşık maliyet oluşturulmuştur. Türk lirası

cinsinden oluşturulan yaklaşık maliyetin de belirlenen her imalat cinsi ve poz numaralarına göre Euro cinsinden hesaplamaları yapılmıştır. İmalatların cinsine göre Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından yayınlanan birim poz numarası karşılığı olmayan durumlarda ise özel poz birim fiyatları oluşturulur. Bunun için ise öncelikle yapılacak olan yapım veya mal alımı durumlarında piyasa araştırmaları yapıp özel poz birim fiyatları oluşturulur. Tablo 4.3'te görüldüğü üzere 4. iş grubu olan Saha ve Yol Kaplamalarının Kantar ve Otomasyonu, 5. iş grubu olan Binaların Doğramacılık ve Camlılık İşlemlerinde, 6. iş grubu olan Elektrik Projelerinin Kamera Tesisatı ve Aydınlatma Tesisatında, 9. İş grubu olan ön işlemin mekanik ayrıştırma ünitesi ekipmanlarının da birim poz numaralarında karşılığı olmadığı için piyasa araştırmaları yapıp özel pozlar oluşturularak yaklaşık maliyetin hazırlanması tamamlanmıştır.

Tablo 4.3'te 1. İş grubunda olan inşaat imalatları saha düzenlemelerinde yapılacak olan işlerden inşaat sırasında kazı çalışmaları yapılırken kamyonların kazıda oluşan malzemeleri götürmesi için 200 metreye ve 300 metreye taşıma poz numaralarına göre bedelleri hesaplanmıştır. Yine aynı iş grubunda bulunan dolgu malzemelerinin kamyonlarla taşınması için ise kil nakli poz numaralarına göre hesaplamaları yapılmıştır. Bunun sebebi ise kazıdan çıkan malzemelerin ileride örtü tabakası olarak kullanılabilmesi için Fotoğraf 4.1.(a) görüldüğü gibi düzenli depolama sahası yanında bulunan bir boşluğa bırakıldığı, dolgu malzemesi için düzenli depolama sahasına en yakın nereden dolgu malzemesi alınabileceği uygulama projesinde belirtilerek ona göre metre hesabı yapıp birim fiyatı oluşturulmuştur. Kum, çakıl, çimento, kireç, ince sıva kumu, stabilize ve kırmataş, demir, hasır çelik gibi malzemelerin teminin yanında nakli için de metre hesabı yapılarak birim fiyatı oluşturulmuştur.

Tablo 4.4: Tesis kapasitesine göre ton başına düşen yapım maliyeti

Günlük Gelen Atık Miktarı	130 ton/gün
Birim Hacim Ağırlığı	0,8 ton/m ³
Günlük Atık Miktarı	80 ton = 100 m ³
2038 Yılı Sonuna Kadar İhtiyaç Duyulan Depolama Kapasitesi	100 m ³ x 313 gün x 20 yıl = 626.000 m ³
Lotların Brüt Depolama Kapasitesi	734.253 m ³
Taban İzolasyonu Tabakası	28.000 x 1,0 m = 28.000 m ³
Ara Örtü Malzemesi	9 Tabaka x 31.000 m ² x 0,20 m = 55.800 m ³
Lotların Net Kapasitesi	734.253 – 83.800 = 650.453 m ³
Değerlendirme	650.453 > 626.000 m ³
Artan Kapasite Miktarı	650.453 – 626.000 = 24.453 m ³

Tablo 4.4'te görüldüğü üzere günlük gelen 130 ton/gün evsel atığın mekanik ayrıştırma tesisinde ayrıştırılıp organik atıklar kompost ünitesine, değerlendirilebilir atıklar geri dönüşümü sağlanması için geri dönüşüm tesislerine gönderildikten sonra kalan inorganik atıklar yaklaşık olarak 80 ton/gün evsel atığın lot alanında depolanarak bertarafının sağlanacağı öngörülmektedir. Buna göre depolama sahasında depolanarak bertarafı sağlanan evsel atıkların sıkıştırma işlemleri yapılarak birim hacim ağırlığı 0,8 ton/m³ olacağı öngörülmüştür. Tesise pazar günleri haricinde haftanın 6 günü evsel atık getirilmektedir. Tesis yaklaşık olarak 20 yıl hizmet vermesi planlandığı için evsel atığın birim hacim ağırlığına ve haftanın 6 günü getirilen evsel atık miktarına göre gerekli olan hesaplamalar Tablo 4-4'te görüldüğü üzere yapılmış olup yapılan tesisin 20 yıllık planlanmasına karşılık toplam 20 yıl sonunda lot alanında 24453 m³ hacmi kalacağı hesaplanmıştır.

Buna karşılık Tablo 4.3'te belirtilen tesisin toplam yapım maliyeti ile depolama sahasına kabul edilecek toplam atık miktarı göz önüne alınarak m³ başına düşen yapım maliyeti 25,10 TL (7.63 Euro) olarak hesaplanmıştır.

(a)



(b)



(c)



(d)



Fotoğraf 4.1: Düzenli depolama sahasında yapılan ek üniteler.

(e)



(f)



(g)



(h)



Fotoğraf 4.1 (devamı): Düzenli depolama sahasında yapılan ek üniteler.

Tavas ilçesi, Nikfer Mahallesi, Alaman Boğazı Mevkiinde, ikiztepe üzerinde yapılması planlanan tesisin Tablo 4.3'te belirtilen yaklaşık maliyet hesabına göre inşaatı 2017 yılında başlayarak 2018 yılında tamamlanmıştır. Düzenli depolama sahasının kazı ve lot alanlarının yapımı tamamlandıktan sonra bir katı atık düzenli depolama sahasında olması gereken ünitelerin başında gelen Fotoğraf 4.1.(b)'de görüldüğü üzere kantar ve kantar binasının yapımı tamamlanmıştır. Daha sonra binalar kısmında yapılacak olan Fotoğraf 4.1.(c)'deki idari bina, atölye ve ayrıştırma ünitesi binası tamamlanmıştır. Bunun yanında su şebekesi için alt yapılar tamamlanmış, Fotoğraf 4.1.(d)'deki yangın hidrantları yerleştirilmiş, su deposu ve foseptik yapımı tamamlanmıştır. Tesise gelen organik atıkların değerlendirilmesi için Fotoğraf 4.1.(e)'de görülen ve 5 hücreden oluşan kompost bölümleri yapılmış, geri dönüşebilen atıkları değerlendirmek için ise Fotoğraf 4.1.(f)'de görülen tam otomatik ayrıştırma ünitesi kurulmuştur. Tesise gelen çöp kamyonlarının döküm işlemleri için lot alanlarına inmesi sonucu tekerlekleri ile örtü malzemesi veya sızıntı sularının tesis dışarısına taşınmasını önlemek amacıyla Fotoğraf 4.1.(g)'de görülen tekerlek yıkama ünitesi inşa edilmiştir. Katı atık depolama işlemleri için oluşturulan lot alanlarının hazırlık aşamasında, drenaj sistemi oluşturularak; depolama sonucu oluşan sızıntı suları Fotoğraf 4.1.(h)'de görülen sızıntı suyu havuzunda toplanmaktadır.

4.2 Genç Bir Depolama Sahasının Başlangıç Aşamasındaki Sızıntı Suyu Özellikleri

Genel olarak, çöp sızıntı suları, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), toplam organik karbon (TOK), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), askıda katı maddeler, pH, amonyum azotu ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) ve ağır metal konsantrasyonları dahil olmak üzere geleneksel parametrelerle karakterize edilir. BOİ₅/KOİ ve KOİ/TOK oranları organik bileşiklerin biyobozunurluğu ve organik karbonun oksitlenmiş durumu için tipik göstergelerdir. Çöp depolama alanının kalitesi, atık türü, işletme koşulları, iklim, hidrojeoloji ve çöp depolama yaşı gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Dabaghian ve diğ. 2018).

Katı atık depolama sahası sızıntı suyu özellikleri, atık bileşimi ve nem içeriğindeki değişimlerin yanı sıra sıcaklık ve yağış gibi mevsimsel faktörler nedeniyle önemli farklılıklar sergiler (Costa ve diğ. 2019). Yaz aylarında daha yüksek sıcaklıklar daha düşük KOİ konsantrasyonlarına neden olurken, kışın pH, toplam azot ve elektrik iletkenliği genellikle yaza göre daha yüksektir. Buna karşılık, oksidasyon redüksiyon potansiyeli ve metal konsantrasyonları önemli bir mevsimsel değişiklik sergilemez (Zhao ve diğ. 2013). Yağışların düzensiz olması sebebiyle belirli kirleticilerin konsantrasyonunun artması veya azalması sonucunda sızıntı suyundaki özelliklerin değişmesine neden olabilir. Bu değişiklikler farklı mevsimlerde meydana gelebilir, bu tür olayların sıklığı ve yoğunluğu her yıl aynı olmadığı için, belirli bir eğilim söz konusu değildir (Pratibha Gautam ve diğ. 2021). Genç bir depolama sahası olan Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasında erken dönemde oluşan sızıntı suyu analizleri analitik yöntemlerde belirtilen metotlarla ölçülmüştür. Ayda iki kere olmak üzere 10 ay boyunca numuneler alınmış ve analizleri yapılmıştır. Bu analizlerin sonuçlarına göre aylık ortalamaları çıkarılarak analiz sonuçları Tablo 4.5'te belirtilmiştir.

Tablo 4.5: Tavas katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyu konsantrasyonları

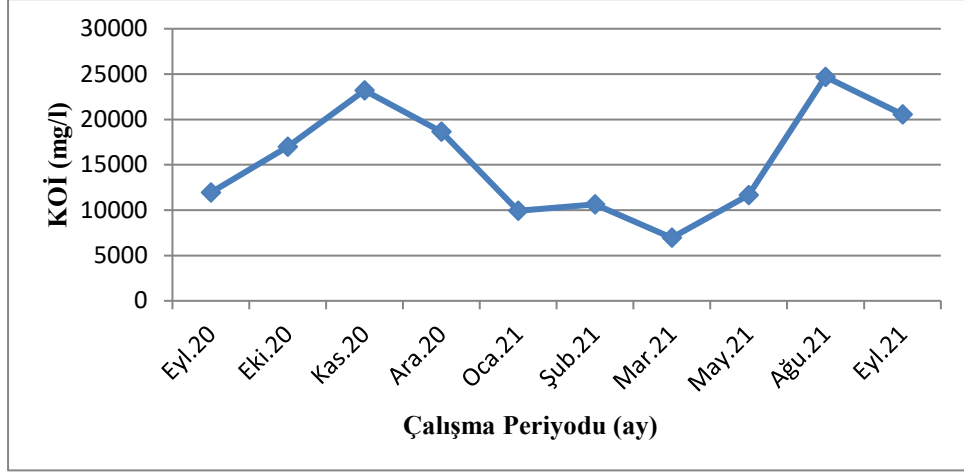
Parametre	Birim	Konsantrasyon (pH ve Sıcaklık Hariç)									
		Eyl.20	Eki.20	Kas.20	Ara.20	Oca.21	Şub.21	Mar.21	May.21	Ağu.21	Eyl.21
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/l	11929,92	17000,7	23189,7	18647,62	9926,91	10646,78	6948,38	11638,91	24699,69	20550,4
Biyokimyasal Oksijen Hesabı (BOİ ₅)	mg/l	1066,67	1800	3000	2723	2332	2900	2800	5533,33	5133,3	4826
BOİ ₅ /KOİ		0,089	0,010	0,129	0,146	0,235	0,272	0,403	0,475	0,207	0,234
Amonyum Azotu(NH ₄ -N)	mg/l	620	525	820	990	565	900	560	850	140	234
Toplam Azot(TN)	mg/l	1820	2040	1570	2260	815	1050	875	1050	1290	1270
(NH ₄ -N)/(TN)		0,34	0,26	0,52	0,44	0,69	0,86	0,64	0,81	0,11	0,18
Sıcaklık	°C	22,8	22,2	18,6	18,4	19,4	23,5	14,9	22,5	26,2	24,1
pH		8,74	8,17	8,3	7,91	8,29	8,23	8,36	8,19	8,38	8,23
Çözünmüş Oksijen	mg/l	0,23	0,25	0,18	0,19	0,19	0,32	0,2	0,35	0,18	0,21
Klorür(Cl)	mg/l	10950	11100	10800	5310	5.900	6400	5.180	7200	8950	5890

Katı Atık Düzenli Depolama Sahasındaki katı atığın derinliği ve türü, depolama yaşı vb. gibi birçok etkenler sızıntı suyunun kalitesini değiştirmektedir. Tavas katı atık düzenli depolama sahasında oluşan sızıntı suyunun analiz sonuçlarına genel olarak bakıldığında evsel atık yükünün artmasıyla kirlilik yükünün arttığı gözlemlenmiştir. KOİ konsantrasyonu başlangıçta 11929,92 mg/l iken 10 ay sonunda en son yapılan analizde 20550,4 mg/l çıktığı gözlemlenmiştir. BOİ konsantrasyonu ise başlangıçta 1066,67 mg/l iken en son yapılan analizde 1200 mg/l ölçüldüğü gözlemlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere sızıntı suyunun kirlilik yükü giderek arttığı ama bu artışın sadece gelen atıklardan olmadığı iklimsel koşullardan da etkilendiği anlaşılmaktadır. 2021 yılı mart ayında yapılan ölçümlerde yağışların yüksek görülmesinden dolayı sızıntı suyunda seyrelme görülmüş olup, KOİ değerinde azalış, BOİ değerinde artış ve azot değerlerinde azalma görülmüştür. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu ise 0,35 mg/l ile 0,18 mg/l arasında değişmektedir. Klorür konsantrasyonun ise başlangıçta 17100 mg/l iken en son alınan numuneden yapılan analizle 5890 mg/l'ye düştüğü gözlemlenmiştir.

4.2.1 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

KOİ, güçlü bir kimyasal oksitleyici tarafından oksidasyona duyarlı bir su numunesindeki organik maddenin oksijen eşdeğerinin bir ölçüsüdür. KOİ, su kütlelerinde, evsel ve endüstriyel atıklarda bulunan organik ve inorganik malzemelerin oksidasyona duyarlılığının bir ölçüsü olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Doğal suyun KOİ testi, bir atığın karbondioksit ve suya oksidasyonu için gerekli olan toplam oksijen miktarını verir. Yüzey suyu kaynaklarında gözlemlenen KOİ konsantrasyonları, tipik olarak, kirlenmemiş sulara 20 mg/l veya daha az, atıksu deşarjı yapılan sulara 200 mg/l'nin üzerindedir. Endüstriyel veya evsel atıklardan oluşan sızıntı atık sular, 1000 mg/l ila 60000 mg/l arasında değişen KOİ'ye sahip olabilir (Jain ve Singh 2003).

Tavas katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyundan 10 ay boyunca ayda iki sefer alınan numunelerin analizleri yapılmış, elde edilen KOİ konsantrasyonunun aylara bağlı değişimlerinin ortalamaları Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: KOİ konsantrasyonlarındaki değişimler

Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 10 ay boyunca elde edilen KOİ konsantrasyonlarının aritmetik ortalaması 15500 mg/l' dir. Bu değer oldukça yüksek bir kirliliği göstermektedir. En yüksek KOİ değeri 24699,69 mg/l ile ağustos ayında görülürken en düşük KOİ değeri 6948,38 mg/l ile mart ayında görülmüştür. 10 ay boyunca yapılan analizler sonucunda KOİ değeri sadece 5 ayda 10000 mg/l civarında veya altında olduğu görülmektedir. Yaklaşık olarak 4 ayda 20000 mg/l civarında veya üstünde olduğu görülmektedir. KOİ değeri 10000 mg/l oldu civarında veya altında olduğu aylar genellikle kış aylarıdır. Bu aylarda yağın yağmurun etkisiyle KOİ konsantrasyonunda seyrelmelere bağlı olarak düşüşler gözlenmiştir. İlk ayda yapılan analiz sonucunda KOİ konsantrasyonu 11929,92 mg/l iken sırasıyla ekim ve kasım aylarında KOİ konsantrasyonunun giderek arttığı görülmüştür. Bunun sebebi ise yaz aylarında taze organik içerikli atıkların alanda depolanmasından dolayı organik içerik dolayısıyla KOİ değerlerinde yükselmeler görülmektedir. Kasım ayından sonra genellikle mayıs ayına kadar yapılan analizlerde KOİ konsantrasyonunda aniden düşüşler görülmektedir. KOİ değerlerinin düşüşlerin sebebi ise kış aylarında depolama alanına organik atık içeriğinin daha az gelmesi ve kış aylarında yağışlarla meydana gelen sızıntı suyundaki seyrelmeler olduğu düşünülmektedir. İnanç ve diğ. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada İstanbul Kömürçüoda depolama sahası sızıntı sularının konsantrasyonlarının ölçümü yapılmıştır. Bu çalışmada bizim çalışmamıza paralel olarak KOİ konsantrasyonları ölçülmüştür. Kömürçüoda depolama sahası sızıntı sularının KOİ değerleri de kış aylarında yağışlardan kaynaklanan yağmur sularının depolama sahasında seyrelmeye sebebiyet verdikleri için yaz aylarına oranla düşük ölçülmüştür. Aynı durum Gönüllü

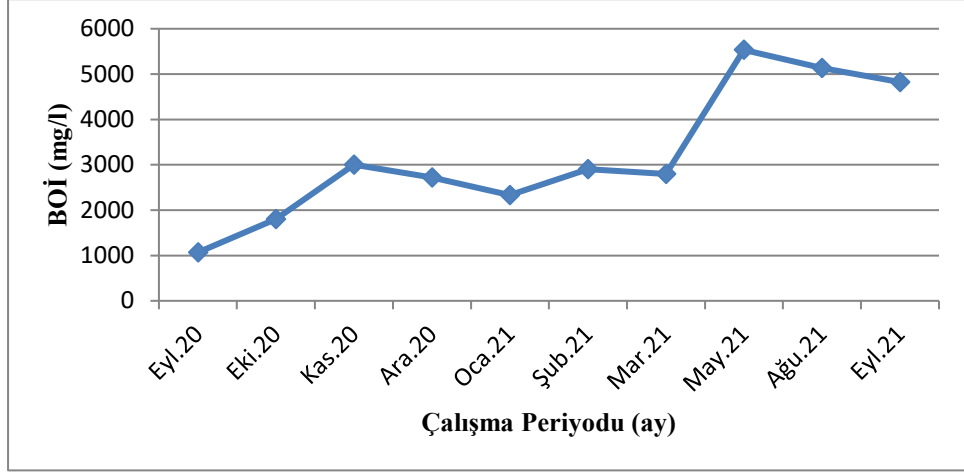
ve diğ. (1986) tarafından yapılan çalışmada da gözlenmiştir. Sızıntı suyu karakterizasyonu yerleşim yerinin alışkanlıklarına göre farklı atık türlerinin depolanma sahasına ulaşmasıyla ve depolama sahalarına göre farklılıklar görülmektedir. Timur ve Öztürk (1999) tarafından İzmir Harmandalı depolama sahasında yapılan çalışmada KOİ konsantrasyonları 14900-19980 mg/l arasında ölçülmüştür. Bu değerler ise bizim çalışmamızdan az da olsa farklılıklar göstermektedir. Bunun sebebi ise, ölçüm zamanının ve depolama sahası yaşının da KOİ değerleri üzerinde etkisinden kaynaklanabilmektedir.

Sonuç olarak KOİ değerlerinin mevsimsel sıcaklık ve yağış farkından dolayı kış aylarında düşük, yaz aylarında yüksek olduğu görülmektedir. Kış aylarında düşük olmasının sebebi genel anlamda yağın yağmurun sızıntı suyuna karışarak sızıntı suyunu seyreltmesinden dolayıdır denilebilir.

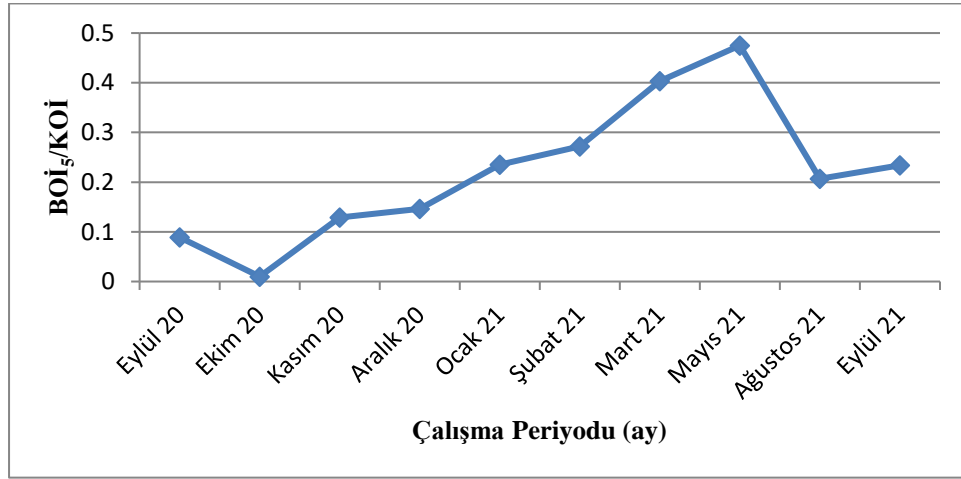
4.2.2 Biyokimyasal Oksijen Hesabı (BOİ₅)

BOİ, aerobik biyolojik organizmaların belirli bir su örneğinde bulunan organik materyali belirli bir sıcaklıkta belirli bir süre boyunca parçalamak için ihtiyaç duyduğu çözünmüş oksijen miktarıdır. BOİ, atık su arıtma tesislerinin etkinliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. ABD Temiz Su Yasasında geleneksel bir kirletici olarak listelenmiştir. BOİ, sudaki organik bileşiklerin miktarını ölçülmesi bakımından KOİ'ye benzer bir işleve sahiptir. Bununla birlikte, BOİ, KOİ'den daha fazla özgüldür. Çünkü KOİ sadece biyolojik olarak parçalanabilen organik madde seviyelerinden ziyade kimyasal olarak oksitlenebilen her şeyi ölçer (Li ve diğ. 2019).

Tavas katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyundan 10 ay boyunca ayda iki sefer alınan numunelerin analizleri yapılmış, elde edilen BOİ konsantrasyonunun aylara bağlı değişimlerinin ortalamaları Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Elde edilen BOİ ve KOİ konsantrasyonları oranlanarak biyobozunurluk indeksi Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.2: BOİ sonuçları



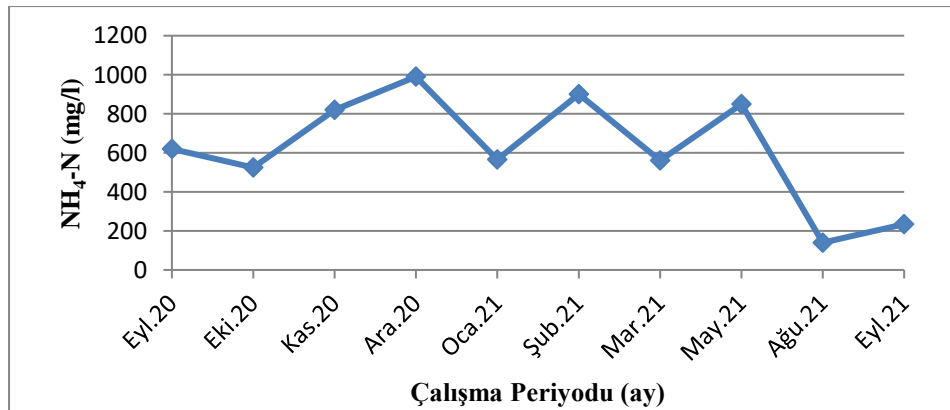
Şekil 4.3: BOİ₅/KOİ Oranı

Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 1 yıl boyunca yapılan analizlerden elde edilen BOİ konsantrasyonlarının aritmetik ortalaması 3211,43 mg/l'dir. En yüksek BOİ değeri 5533,33 mg/l ile Mayıs ayında görülürken en düşük BOİ değeri 1066,67 mg/l ile Eylül ayında görülmüştür. Depolama sahasındaki sızıntı sularındaki BOİ değişimi aylara göre değerlendirildiğinde farklılıklar gözlenmektedir. Sızıntı suyu BOİ değerlerinde KOİ değerlerine paralel bir değişim gözlenmiştir. Şekil 4.3'te görüldüğü üzere BOİ/KOİ oranları en yüksek Mart ve Mayıs aylarında sırasıyla 0,403 ve 0,475 olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu durum yaz aylarının başlangıçlarında depolama sahasına gelen atıkların içerisinde organik atık miktarında artışlar olduğu ve böylece biyolojik parçalanmanın yüksek olduğunun göstergesidir. BOİ/KOİ oranları kış aylarında yüksek çıkmasının diğer bir sebebi ise

kış aylarında katı atık depolama sahasını kullanan ilçe belediyelerin ısınma için kömür kullanması sonucunda depolama sahasında sobada kullanılan kül miktarı arttığından dolayı diyebiliriz. Ayrıca bu oran genç bir depolama sahası olduğunun göstermektedir. İnanç ve diğ. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada İstanbul Kömürçüoda depolama sahası sızıntı sularının konsantrasyonlarının ölçümü yapılarak BOİ/KOİ oranları 0,70'in üzerinde çıkmıştır. Bu oran katı atık düzenli depolama sahanın asitleşme safhasında olduğunu göstermektedir. Bhalla ve diğ. (2013) tarafından Kanada Keele Vadisi'nde bulunan genç bir depolama alanında yapılan çalışmalarda BOİ değeri ortalaması 9660 mg/l 'dir. DiPalma ve diğ. (2002) tarafından İtalya'da genç bir depolama sahasında yapılan bir çalışmada BOİ değeri ortalaması 4000 mg/l'dir Atık depolama sahasına gelen evsel atıkların içeriklerinin farklılıkları nedeniyle bizim çalışmamızla birlikte 3 çalışmada da değerler arasında farklılıklar gözlenmiştir.

4.2.3 Amonyum Azotu (NH₄-N)

Katı atık düzenli depolama sahasında oluşan sızıntı sularındaki bileşenleri içerisinde bulunan azotun büyük bir kısmı amonyum azotu formundadır. Bu yüksek miktardaki amonyum azotu ise metan oluşumunu engelleyebilmektedir. Sızıntı suyunda bulunan fazla miktardaki amonyum azotu, kentsel katı atıkların içerisinde bulunan azotlu bileşiklerin parçalanması sonucu açığa çıkmaktadır (İnanç ve diğ. 2000). Aylık olarak alınan numunelerin sonuçlarına göre amonyum azotu konsantrasyonlarının aylara göre değişimi Şekil 4.4'te gösterilmektedir.



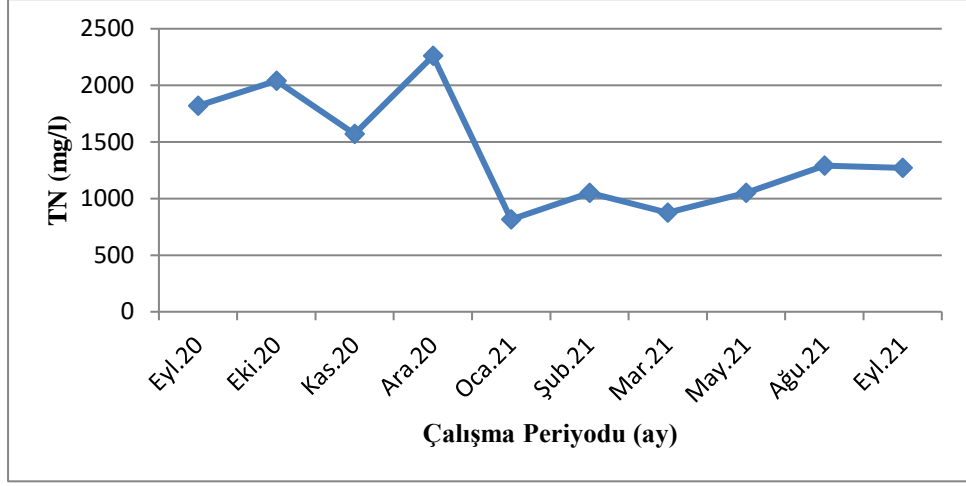
Şekil 4.4: Amonyum azotu sonuçları

Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 10 ayda alınan numunelerin aritmetik ortalaması alındığında ortalama $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri 620 mg/l'dir. Çalışma periyodunda amonyum azotu konsantrasyonları 140-990 mg/l arasında değişmektedir. Amonyum azotunun en düşük değeri 140 mg/l ile ağustos ayında, en yüksek değer ise 990 mg/l ile aralık ayında ölçülmüştür. Şekil 4.3'ten de anlaşılacağı üzere amonyum azotu konsantrasyonları değerlerinde salınım olduğu için mevsimsel değişim üzerine herhangi bir yorumda bulunmak oldukça zordur. Polonya'nın kuzeybatısında bulunan genç bir belediye çöplüğünde yapılan çalışmada $\text{NH}_4\text{-N}$ değeri 910 mg/l'dir (Talalaj ve diğ. 2021). Rafizul ve Alamgir (2012) tarafından yapılan çalışmada aerobik ve anaerobik şartlara göre oluşan sızıntı sularının özelliklerinde $\text{NH}_4\text{-N}$ değerleri 125-965 mg/l aralığında farklılıklar göstermiştir. Bu çalışma ile bizim çalışmamız arasında çok büyük bir farklılık bulunmamaktadır. Genellikle amonyum azotu konsantrasyon aralıkları birbirine çok yakın çıkmıştır. KOİ ve BOİ konsantrasyonlarında kış aylarında yağın yağmur sonucunda seyrelme nedeniyle düşüşler gözlemlenirken bu seyremlerden amonyum azotu için bahsetmek pek mümkün değildir.

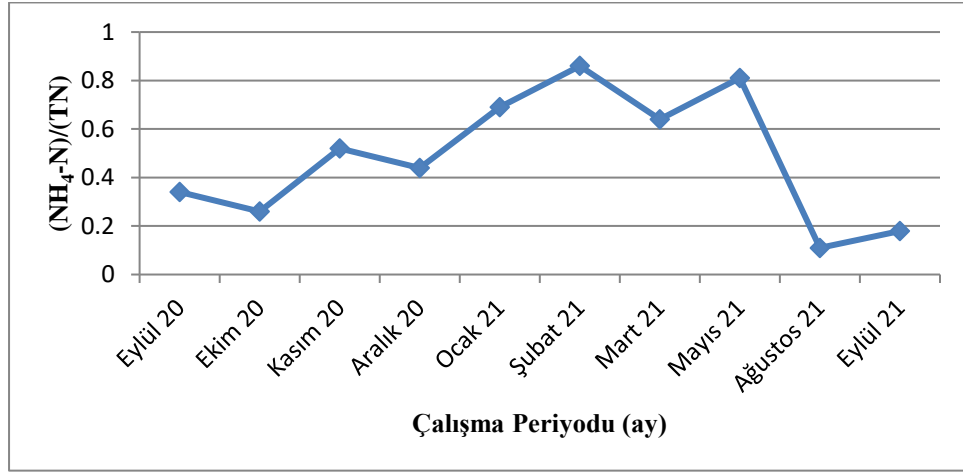
Genç bir depolama sahasında biyolojik olarak parçalanabilen atık maddelerinin azotlu fraksiyonlarının hidroliz ve fermantasyonuna bağlı olan çöp depolama alanının yaşının artmasıyla $\text{NH}_4\text{-N}$ değerinin düşeceği öngörülmektedir (Abbas ve diğ. 2009).

4.2.4 Toplam Azot (TN)

Toplam azot, amonyak ve organik azot bileşiklerinin toplamını ifade eder. Aylık olarak alınan numunelerin sonuçları Şekil 4.5'te gösterilmektedir. Toplam azot ile amonyum azot konsantrasyon değerlerinin oranlaması Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Toplam azot sonuçları



Şekil 4.6: Amonyum Azotu/Toplam azot oranları

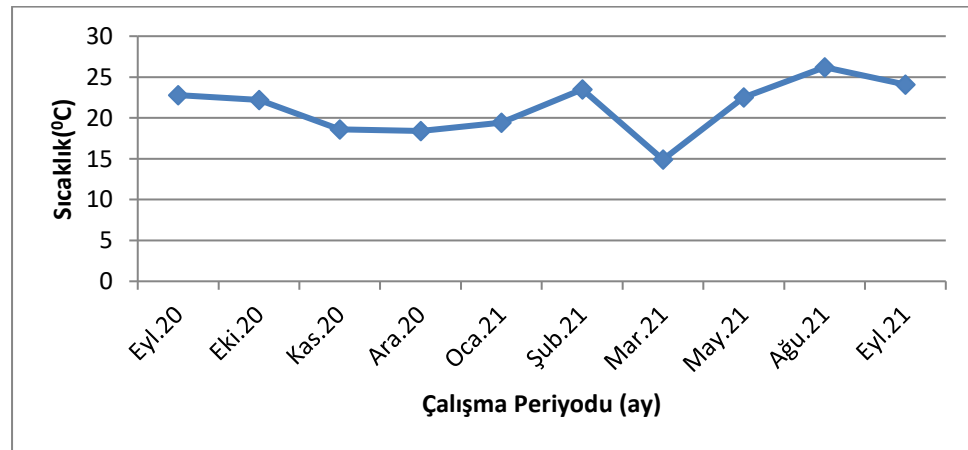
Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 10 ayda alınan numunelerin aritmetik ortalaması alındığında ortalama Toplam Azot (TN) değeri 1404 mg/l 'dir. Şekil 4.5'te görüldüğü üzere toplam azot aralık ayında en yüksek konsantrasyon (2260 mg/l) değerine ulaşırken, ocak ayında da en düşük konsantrasyon (815 mg/l) değerine ulaşmıştır. Amonyum azotu konsantrasyonunda görüldüğü gibi toplam azot konsantrasyonunda da mevsimsel değişim üzerine herhangi bir yorum yapmak mümkün değildir. En düşük ve en yüksek konsantrasyon değerlerine bakıldığında da görülebilmektedir. Çünkü kış ayında aralık ve ocak aylarına bakıldığında sırasıyla en düşük ve en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra ocak ayında en yüksek çıkmasının sebebi ise ocak ayından önceki 2-3 ay boyunca protein bakımından zengin gıdaların tüketildiği ve atık olarak yine protein bakımından zengin atıkların

depolama sahasına getirildiği ve bu ayda azot konsantrasyonunun en yüksek noktaya ulaştığının kanıtıdır diyebiliriz. Tablo 4.6’da görüldüğü üzere tavas katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyunda amonyum azotu ve toplam azot konsantrasyonlarına bakıldığında ocak ve mayıs ayları arasında ölçülen toplam azot konsantrasyonunun büyük kısmını amonyum azotundan oluştuğu görülmektedir.

Talalaj ve diğ. (2021) tarafından Polonya’nın kuzeybatısında bulunan genç bir katı atık düzenli depolama sahasında yapılan çalışmada TN değeri 1030 mg/l’dir. Rafizul ve Alamgir (2012) tarafından yapılan çalışmada ise aerobik ve anaerobik şartlara göre oluşan sızıntı sularının özelliklerinde toplam azot konsantrasyon değerleri 195-2187 mg/l aralığında olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalardaki tesislerin sızıntı sularındaki toplam azot konsantrasyon değerleri ile bizim yapmış olduğumuz Tavas katı atık düzenli depolama sahasındaki sızıntı suyundaki toplam azot konsantrasyon değerleri arasında çok büyük bir fark olmadığı görülmüştür. Bunun sebebi ise bu 3 ayrı depolama sahasında evsel atıklardan başka bir atık depolanmadığından kaynaklanmaktadır.

4.2.5 Sıcaklık

Aylık olarak alınan numunelerin sonuçları Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



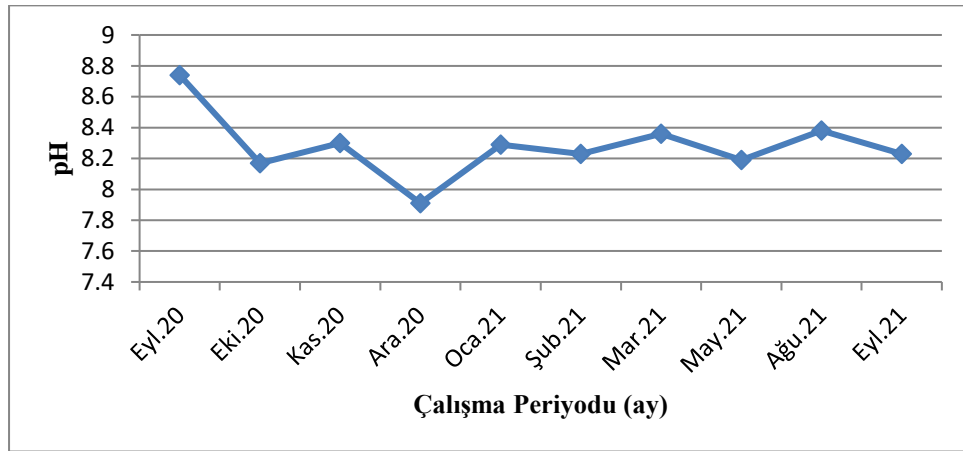
Şekil 4.7: Sıcaklık Sonuçları

Sızıntı sularının içerisinde bulunan organik ve inorganik maddelerin yoğunluğuna göre sıcaklık değerlerinde önemli ölçüde farklılık göstermediği ve

sıcaklığı 20-25°C aralığında olduğu görülmektedir. Bu sızıntı sularında alınan numunelerin arasında çok büyük bir sıcaklık farkı olmamasının bir diğer sebebi ise alınan numunelerin sızıntı suyu toplama havuzundan alınmasından kaynaklanmaktadır. Bu havuzda açık bir alanda bulunduğu için mevsimsel hava sıcaklığı ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında sızıntı suyu sıcaklık derecesi yüksek, kış aylarında ise sızıntı suyu sıcaklık derecesi düşmektedir.

4.2.6 pH

pH, bir çözeltinin asit mi veya baz mı olduğunu ve derecesini tarif eden ölçü birimidir. Tavas katı atık düzenli depolama sahasından aylık olarak alınan numunelerin sonuçları Şekil 4.8’de gösterilmektedir. Sızıntı suyundaki pH, evsel katı atık düzenli depolama sahasındaki sızıntı suyu konsantrasyonunu etkileyen en önemli parametre olarak kabul edilir (Bilgili ve diğ. 2007).



Şekil 4.8: pH sonuçları

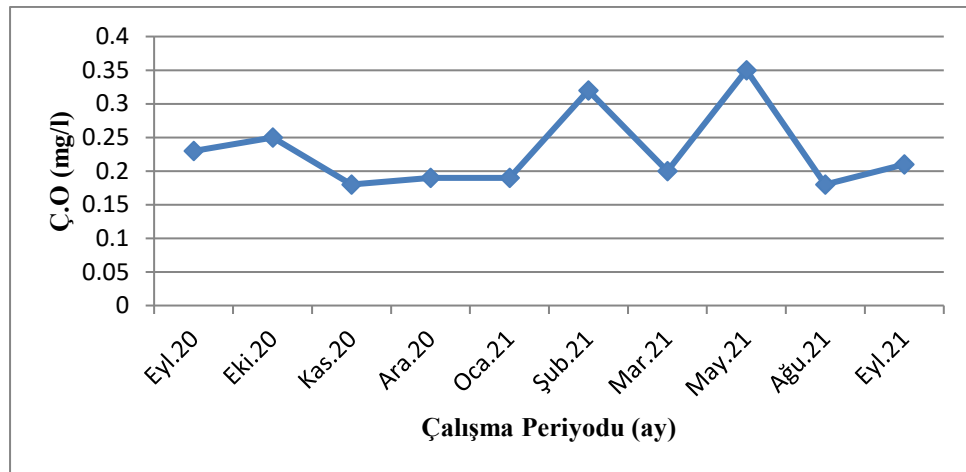
Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 10 ay boyunca alınan numunelerin aritmetik ortalaması alındığında ortalama pH değeri 8,28’dir. Şekil 4.6’dan da görüleceği üzere sızıntı sularının pH değerleri 8,74 ile 7,91 arasında değiştiği görülmektedir. Genellikle sızıntı sularının pH değerleri ile ilgili olarak literatürde 5,3-8,5 arasında olduğu ve ortalama 6 değerinde olduğu belirtilmiştir (Küçükgül ve Akça 2001). Bhalla ve diğ. (2013) tarafından Kanada Keele Vadisi’nde bulunan genç bir depolama alanında yapılan çalışmalarda pH değeri 5.8’dir. DiPalma

ve diğ. (2002) tarafından İtalya’da genç bir depolama sahasında yapılan bir çalışmada pH değeri 8,0’dır. Rafizul ve Alamgir (2012) tarafından yapılan çalışmada aerobik ve anaerobik şartlara göre oluşan sızıntı sularının özelliklerinde pH değerleri 5,98-8,61 aralığında farklılıklar göstermiştir.

Depolama sahasında oluşan sızıntı suyunun pH’ı bazık olduğu ve genellikle 8-8,5 arasında olduğu tespit edilmiştir. Genç katı atık düzenli depolama sahası sızıntı suyunun özelliklerinden biri olan düşük pH da metal çözünmesi artar. Yapılan ölçümlerde pH değeri 6’nın altına düşmediği görülmüştür. Bu durum CH₄ üreten bakteriler için oldukça avantajlıdır.

4.2.7 Çözünmüş Oksijen

Doğal ve atık sudaki çözünmüş oksijen seviyesi, su kütlelerindeki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal faaliyetlere bağlıdır. Oksijen suda az çözünür olarak kabul edilir. Çözünürlüğü basınç ve sıcaklıkla ilgilidir. Aylık olarak alınan numunelerin sonuçları Şekil 4.9’da gösterilmektedir.



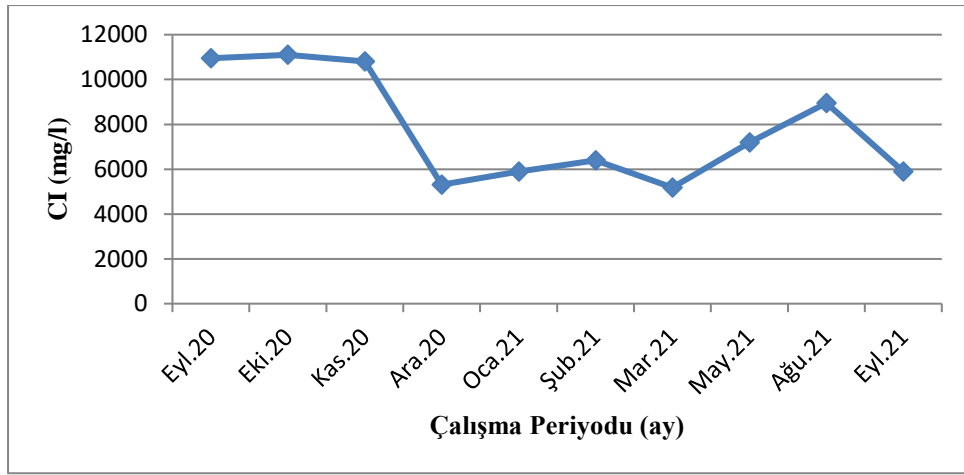
Şekil 4.9: Çözünmüş oksijen sonuçları

Şekil 4.9’da görüldüğü üzere sızıntı suyunun çözünmüş oksijen değerleri oldukça düşüktür. Çözünmüş oksijen konsantrasyonları 0,32 ile 0,18 mg/l arasında değişmektedir. Şubat ve mayıs ayında daha yüksek çözünmüş oksijen değerleri görünmektedir. Bunun sebebi ise oksijenin suda çözünürlüğü ile sıcaklık arasındaki ilişkidir. Depolama sahasında bulunan atıkların içerisinde çok

yüksek organik madde içeriğine sahip atıkların bulunması Ç.O konsantrasyonunun düşük olmasının en önemli sebebidir.

4.2.8 Klorür (Cl)

Klorürler çok yaygın su kirleticilerdir. Çoğu zaman, suda doğal olarak bulunurlar ve sızıntı sularında evsel katı atıkların içeriğinden dolayı kesin olarak bulunmaktadır. Aylık olarak alınan numunelerin sonuçları Şekil 4.10'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10: Klorür sonuçları

Tavas katı atık düzenli depolama sahasından 10 ay boyunca alınan numunelerin aritmetik ortalaması alındığında ortalama klorür konsantrasyonu 7768 mg/l'dir. En yüksek ekim ayında ölçülen klorür konsantrasyonu 11100 mg/l, en düşük ise mart ayında 5180 mg/l ölçülmüştür. Diğer kirlilik parametrelerine benzer şekilde klorür konsantrasyonları da belirgin bir şekilde yaz aylarında yükselmiş ve kış aylarında düşmüştür. İnorganik bir kirlilik parametresi olan klorür konsantrasyonu yağmur yağdığı zaman yağışlara bağlı olarak seyrelme görülmektedir. Şekil 4.10'da görüldüğü üzere Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında klorür konsantrasyonunda büyük bir düşüş gözlenmiştir. Talalaj ve diğ. (2021) tarafından Polonya'nın kuzeybatısında bulunan genç bir katı atık düzenli depolama sahasında yapılan çalışmada Cl^- değeri 2496 mg/l'dir. Rafizul ve Alamgir tarafından, 2012'de yapılan çalışmada aerobik ve anaerobik şartlara göre oluşan

sızıntı sularının özelliklerinde Cl⁻ değerleri 110-3572 mg/l aralığında farklılıklar göstermiştir.

4.3 Genç Bir Depolama Sahasının Başlangıç Aşamasındaki LFG Özellikleri

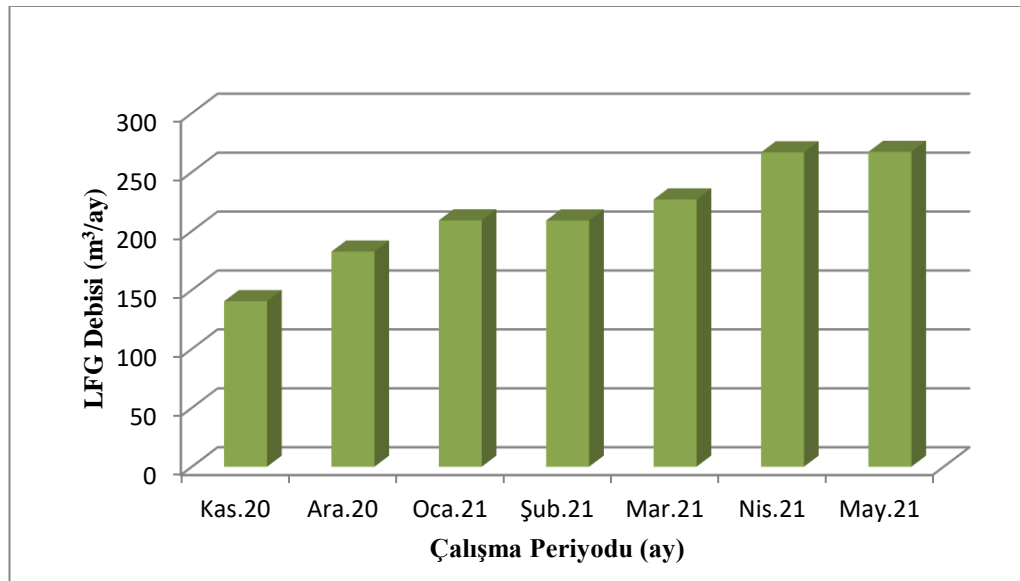
Tüm mikroorganizmalar metabolik faaliyetlerini sürdürebilmek, ihtiyacı olan enerjiyi üretmek ve büyümek için yeterli miktarda besine ihtiyaç duyarlar. Özellikle kentsel katı atıklar için düzenli depolama sahaları, uygun miktarda depolama gazını oluşturmak için besin açısından zengin ortamlardır. Depolama gazı (LFG), depolama sahalarındaki mikroorganizmaların anaerobik reaksiyonlarla üretilen farklı gazların bir karışımıdır. Esas olarak metan ve karbondioksit ile birlikte az miktarda nitroz gazlar ve diğer bazı eser bileşiklerden oluşur. Çöp gazı genellikle patlama potansiyeli, kötü kokusu ve iklim değişikliğine olan etkisi ile bilinir. Ancak uygun yöntemlerle enerji üretmek ve çöpe atılan atıkları alternatif bir enerji kaynağı haline getirmek için kullanılabilir. Günümüz dünyasında yerel kaynakları kullanarak enerji üretimi dünyanın gündemindeki en önemli konulardan biridir. Düzenli depolama sahalarının güvenliğinin sağlanması için düzenli depolama gazının saha dışına çıkarılması ve kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu gaz birçok ülkede doğrudan motorlar kullanılarak yakılır. Bu yöntem çöp gazının sera etkisini azaltır. Depolama sahası içindeki nem içeriği, çöp gazı üretimi için çok önemli bir parametredir. Gaz üretiminin sürdürülebilirliği için düzenli depolama sahası içindeki su dengesi sağlanmalıdır. Atık bileşimi, sıkıştırma oranı, günlük örtü uygulaması ve diğer bazı faktörler nedeniyle, düzenli depolama sahası içindeki nem içeriği bir noktadan diğerine farklılık gösterebilir. Yıllık yağış verileri, sahadaki nem içeriği hakkında bilgi sahibi olmak için bir gösterge olarak kullanılabilir. Atığın yaş ağırlığına bağlı olarak % 40 veya daha yüksek nem içeriği, özellikle kapalı bir depolama sahasında LFG üretimini sağlar (Altan 2015).

Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahasında LFG'nin toplanması için kurulan yatay bacalardan tez projesi kapsamında alınan Kimo MP210 model portatif gaz ölçüm cihazı ile LFG'nin debisi ve MRU optima 7 model portatif gaz ölçüm cihazı ile metan gazının yüzdesi ölçülmüştür. Bu cihazlar ile 7 (yedi) ay boyunca her

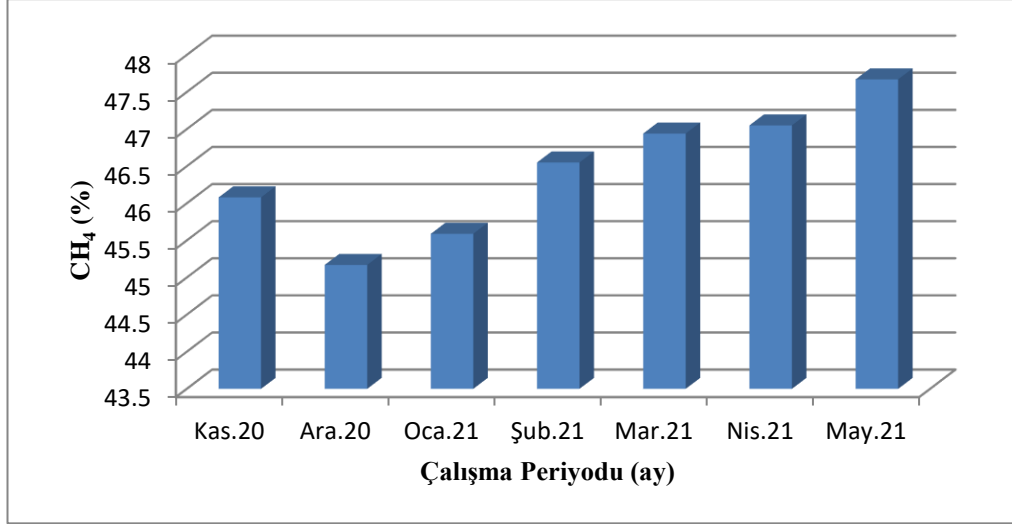
saat başı ölçümler yapıp kaydedilmiştir. Toplam gaz miktarı ve metan gazı yüzdesi verilerinden hareketle metan gazının miktarı hesaplanmıştır. Bu verilerin de aylık ortalamaları Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

Tablo 4.6: LFG ve metan (CH₄) gazı sonuçları

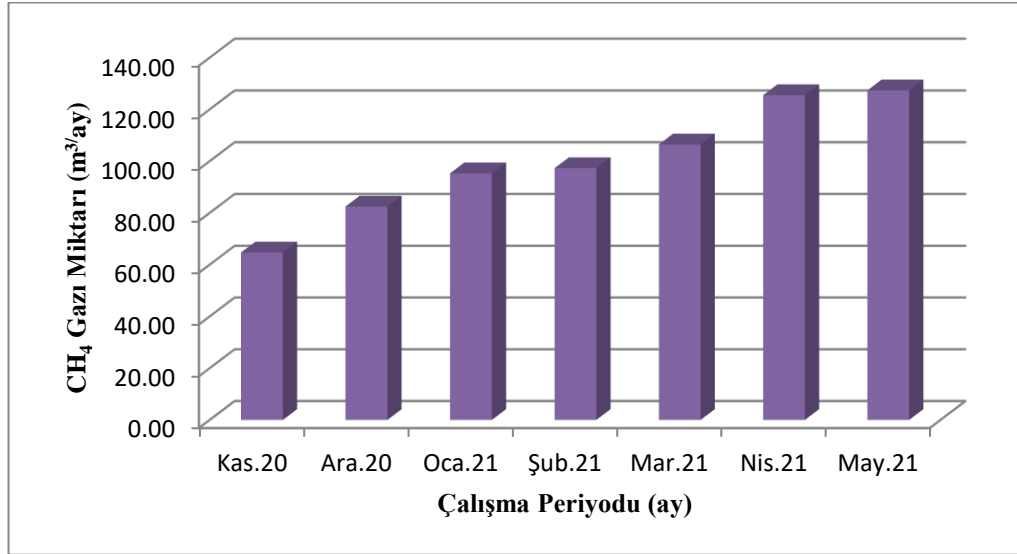
	Kasım 20	Aralık 20	Ocak 21	Şubat 21	Mart 21	Nisan 21	Mayıs 21
LFG Debi (m ³ /ay)	140,43	182,55	209,01	208,96	226,75	266,74	267,18
CH ₄ (%)	46,08	45,17	45,59	46,55	46,94	47,05	47,67
CH ₄ Miktarı (m ³ /ay)	64,71	82,46	95,29	97,27	106,44	125,50	127,36



Şekil 4.11: LFG debisi



Şekil 4.12: Metan (CH₄)yüzelik dağılımı



Şekil 4.13: Metan (CH₄) miktarı

Atık depolama sahasına bırakıldıktan sonra, önce hızla biyolojik olarak parçalanabilen organik maddeler parçalanmış ve çöp gazı üretilmeye başlanmıştır. Başlangıçta metan gazı 2020 yılı kasım ayı ortalaması % 46,08 iken son yapılan ölçümde 2021 yılı mayıs ayı ortalaması % 47,67 olarak belirlenmiştir. LFG miktarı 2020 yılı kasım ayı ortalaması 140,43 m³/ay iken son yapılan ölçümde 2021 yılı mayıs ayı ortalaması 267,18 m³/ay olarak belirlenmiştir. Debi miktarında ölçüm sonuçlarında da anlaşılacağı üzere 7 aylık zaman sürecinde gaz miktarındaki değişimin yaklaşık olarak % 90 artış olduğu gözlemlenmiştir. Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası genç bir depolama sahası olduğu için, Şekil 4.11'de de

görüldüğü üzere atık miktarı arttıkça oluşan gaz miktarı da zamanla artmaktadır. Katı Atık Depolama sahasında örtü tabakası yapıldıkça anaerobik ortam oluşumu arttığı için Şekil 4.11-4.12'de de görüldüğü gibi oluşan gazın debisi ve metan oranı artmaktadır. Metan gazı miktarı hesaplamalarına göre (Şekil 4.13) metan gazı miktarında 10 ay boyunca artış olduğu gözlenmiştir. Depolama sahasında yaptığımız ölçümlerde metan kalitesinin kabul edilebilir seviyelere yaklaştığı ve elektrik üretimine elverişli olduğu gözlemlenmiştir.

Metan üreten bakteriler, oksijene karşı çok hassas olduğundan ortamda serbest oksijen birikmesi engellenmiştir. Atık miktarı arttıkça sıkıştırma işlemi iş makineleriyle daha iyi yapılmıştır. Ayrıca örtü toprağı da yeterli kalınlıkta örtülebilmştir. Böylece oksijenin derinlere kadar nüfus etmesi engellenmiştir. Yapılan ölçümlerde çözünmüş oksijen miktarının sifira yakın olması nedeniyle grafiklere bakıldığında parçalanma işleminde yavaşlama olmadığından atık miktarıyla beraber LFG miktarı da artmıştır. Şekil 4.12'de görüldüğü üzere sadece aralık ayında metan gazı yüzdesel oranında biraz düşüş gözlemlenmiştir. Bunun nedeni gaz yoğunluğunun oluşturduğu basınç nedeniyle sahaya bir miktar oksijen sızmış ve bu oksijen CH₄ bakterilerini olumsuz etkilemiştir. Bunun sonucunda da CH₄ yüzdesi biraz azalmıştır.

Katı atık ve sızıntı suyunun pH'ı 7 ila 9 arasındadır. Atık bileşimi çok değişmediğinden pH seviyesinde yapılan ölçümlerde pH değeri 6'nın altına düşmemiş ve bakteriler optimum CH₄ üretimini gerçekleştirmiştir. Depolama sahası asidik olmadığından metanojik faz yavaşlamamış, çöp gazı kalitesi ve miktarı düşmemiştir.

Sıcaklık düşüşünün olduğu aylarda, depolama sahasındaki bozunma hızı ve çöp gazı üretim hızında azalmanın çok az olmasının nedeni atık derinliğinin zamanla artmasıdır. Bu noktada atık derinliği, depolama sahası sıcaklığını korumaktadır. Yapılan sıcaklık ölçümlerinde sıcaklık değerleri önemli ölçüde farklılık göstermediğinden ve sıcaklığın 20-25°C aralığında olmasından dolayı ayrışmayı sağlayan bakterilerin optimum sıcaklık aralığı sağlanmış olmaktadır. Bu sayede mezofilik CH₄ bakterileri tarafından üretilen gaz miktarı da artmaktadır.

İlk zamanlarda daha az ve yavaş parçalanabilen organik maddelerin bozunması nedeniyle LFG üretimi daha yavaş gerçekleşmiştir. Daha sonra gıda atıkları gibi yüksek oranda parçalanabilir organik maddeler depolama sahasına artarak geldiğinden, mikroorganizmalar tarafından hızla LFG üretilmiştir.

Depolama sahasında oluşan gazların büyük bir bölümünü metan ve karbondioksit oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalara göre metan yüzdesi %40 ile %60 arasında, karbondioksit ise %35 ile %50 arasında değişen oranlarda ölçülebilmektedir. (Gürdal 2019).

Gürdal (2019) tarafından yapılan bir çalışmada Kocaeli Solaklar Mahallesiindeki düzenli depolama sahasında 2018 yılında yapılan ölçüm sonuçlarına göre ortama üretilen CH₄ gazı miktarının %53 olduğu görülmüştür. Denizli Tavas İlçesi Nikfer Mahallesiindeki düzenli depolama sahasındaki CH₄ ölçümlerinde ise bu oran %46 olarak tespit edilmiştir. Kocaeli'ndeki sanayi bölgelerinden çıkan ve hızlı bozunabilen organik atıkların daha fazla olması nedeniyle birim zamandaki ortalama CH₄ gazı üretim oranı daha büyüktür. Tavas düzenli depolama sahasında günlük 1200 kWh'lik elektrik ürettiği düşünülürse yaklaşık olarak bir ayda 864.000 kWh'lik elektrik üretimi yapılmaktadır. Dört kişilik bir ailenin evinde ayda yaklaşık 200 kWh elektrik tükettiği kabul edilirse üretilen bu enerji ile aylık ortalama 4320 hanenin elektrik ihtiyacını depolama sahasında oluşan gazlarla karşılanmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Denizli Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası maliyet çalışmalarında depolama sahasının lot yapımı ve ön işlem tesisinin yapım maliyeti genel maliyetin yaklaşık % 60'ını oluşturmaktadır. Tesise kabul edilen atık miktarı ise yaklaşık olarak 130 ton/gün'dür. Yıllık işletim maliyeti tesiste bulunan araçların yakıt giderleri, taşıt amortismanı, mekanik ayrıştırma ünitesindeki ekipmanların amortismanı ve personel giderleri atık toplamanın başlıca işletme maliyet bileşenleridir. Bu kapsamda yıllık işletim maliyeti ile gelen atık miktarları göz önüne alınarak sahanın işletim sırasında ton başına maliyetler hesaplanmış ve 42 TL (12,76 Euro) olduğu görülmüştür. Tesise getirilen her ton atık için 42 TL (12,76 Euro) harcanmaktadır.

Denizli Tavas Katı Atık Düzenli Depolama Sahası toplam yapım maliyeti ile depolama sahasına kabul edilecek toplam atık miktarı göz önüne alınarak m³ başına düşen yapım maliyeti 25,10 TL (7.63 Euro) olduğu görülmüştür. Tesise getirilen ve lot alanında depolanan her m³ için 25,10 TL (7.63 Euro) harcanacaktır.

Başlangıçta KOİ konsantrasyonu 11929,92 mg/l iken 10 ay sonunda en son yapılan analizde 20550,4 mg/l çıktığı gözlemlenmiştir. BOİ konsantrasyonu ise başlangıçta 1066,67 mg/l iken en son yapılan analizde 1200 mg/l ölçülmüştür. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere depolama sahasının evrelerine bağlı olarak KOİ ve BOİ değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Sızıntı suyunun kirlilik yükü giderek arttığı ama bu artışın sadece gelen atıklardan olmadığı iklimsel koşullardan da etkilendiği anlaşılmaktadır. Çözünmüş oksijen konsantrasyonu başlangıçta 0,23 mg/l iken en son yapılan analizde 0,21 mg/l'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Klorür konsantrasyonunun da ise başlangıçta 10950 mg/l iken en son alınan numuneden yapılan analizle 5890 mg/l'ye düştüğü gözlemlenmiştir. Bu duruma yağışların sebep olduğu söylenebilir.

Tesiste günlük 1200 kWh'lik elektrik üretildiği düşünülürse, bir ayda yapılan üretim miktarı yaklaşık 864.000 kWh'tir. Dört kişilik bir evin bir ayda yaklaşık 200

kWh elektrik tükettiği kabul edilirse üretilen bu enerji ile aylık ortalama 4320 hanenin elektrik ihtiyacı karşılanabilmektedir.

Depolama sahasına gelecek atıkların öncelikle kaynağında yani evlerde ayrıştırılmasının sağlanması atıkların türlerine göre (cam, metal, plastik, kağıt-karton) ayrılması ile hammadde ve enerji tasarrufu yapılmış olacaktır. Bu işlem ekonomiye ciddi oranda katkı sağlaması yanında, düzenli depolama alanlarına hacimsel olarak daha az atık depolanacağı için depolama sahaslarının ömürleri ciddi oranda uzatılmış olacaktır.

Depolama sahasına gelen atıklarında içerisinde bulunan organik atıkların kompost veya biyogaz tesislerinde değerlendirilmesi ile gaz üretiminden elektrik kazanımı ve ürün olarak toprak şartlandırıcı elde edilerek ciddi bir kazanım sağlanmış olacaktır.

Genç bir depolama sahasında erken dönemde ortaya çıkan sızıntı suyu özellikleri ve gaz oluşumu durumunun belirlenmesinin ilerleyen dönemlerde depo sahasının yönetimi açısından kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca maliyet analizi yapılması, Türkiye’de katı atık bertarafından sorumlu belediyeler açısından faydalı bir alt yapı oluşturacaktır.

Düzenli depolama alanında LFG toplayarak CH₄ gazını yenilenebilir enerji olarak değerlendirmek önemli ölçüde sera gazı emisyonlarının salınımını azaltacaktır.

6. KAYNAKLAR

Abbas, A. A., Jingsong G., Ping L.Z., Ya P. Y., Al-rekabi W.S., “Review on landfill leachate treatments”, *Journal of Applied Science Research*, 5 (5), 534-545, (2009).

Abhishek, S., Sumedha C., “Investigating leachate decontamination and biomethane augmentation through Co-disposal of paper mill sludge with municipal solid waste in simulated anaerobic landfill bioreactors”, *Bioresource Technology*, 329, 124889, (2021).

Acun, S. “Entegre katı atık yönetiminde biyoreaktör depolama alanı yaklaşımı - İstanbul örneği”, Yüksek Lisans Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Teknolojisi Anabilim Dalı*, Sivas, (2014).

Aguilar, F. J., Gonzalez A., Revilla J., De Leonj, Porcel O., “Agricultural Use of Municipal Solid Waste on Tree and Bush Crops”, *Agic. Eng. Res.*, 67, 73-79, (1997).

Akyıldız, M. H., “Düzenli depolama alanlarının taban sızdırmazlığında gerekli olan kil kalınlığının tespiti”, *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8 (4), 695-701, (2017).

Alhassan, H., Kwakwa, P. A., Ebenezer, O. S., “Households' source separation behaviour and solid waste disposal options in Ghana's Millennium City”, *Journal of Environmental Management*, 259, 110055, (2020).

Alpaslan, M. N., “Katı Atık Yönetiminin Temel Prensipleri”, Katı Atık Yönetimi, İzmir: Emre Basımevi, (2005).

Altan, H. S., “The Effects Of Biodegradable Waste Diversion On Landfill Gas Potential In Turkey”, Master Thesis, Istanbul Technical University Graduate School Of Science Engineering and Technology, (2015).

Alvarez-Vazquez, H., Jefferson, B., Judd, S. J., “Membrane bioreactors vs conventional biological treatment of landfill leachate: A brief review”, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 79, 1043–1049 (2004).

Aziz, S. Q., “Produced Leachate from Erbil Landfill Site, Iraq: Characteristics, Anticipated Environmental Threats and Treatment”,

Conference: The 16th International Conference on Petroleum, Mineral Resources and Development, Cairo, Egypt, 10-12, (2013).

Bary, A. I., Cogger, C. G., Sullivan, D. M., and Myhre, E. A., “Characterization of fresh yard trimmings for agricultural use”. *Bioresource Technology*, 96 (13), 1499–1504, (2005).

Behrooznia, L., Sharifi, M., Alimardani, R. Mousavi-Avval S. H., “Sustainability analysis of landfilling and composting-landfilling for municipal solid waste management in the north of Iran”, *Journal of Cleaner Production*, 203, 1028-1038, (2018).

Bhalla, B., Saini, M.S., Jha, M.K., “Effect of age and seasonal variations on leachate characteristics of municipal solid waste landfill”, *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 2 (8), 223 – 232, (2013).

Bhuvaneshwari, S., Hettiarachchi, H. and Meegoda, J. N., “Crop Residue Burning in India: Policy Challenges and Potential Solutions”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (5), 832, (2019).

Bilgili, M. S., Demir, A. and Özkaya, B., “Influence of leachate recirculation on aerobic and anaerobic decomposition of solid wastes”, *Journal of Hazardous Materials*, 143(1–2), 177–183, (2007).

Brigagão, G. V., Medeiros, J. L., Queiroz, O., Araújo, F., NevenDuić, H., “A zero-emission sustainable landfill-gas-to-wire oxyfuelprocess: Bioenergy with carbon capture and sequestration”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110686, (2020).

Chian, E. S. K., Dewalle, F. B., “Sanitary landfill leachates and their leachate treatment”, *Journal of the Environmental Engineering Division*, 102 (2), 411–432, (1976).

Costa, A. M., Alfaia, R. G. A., and Campos, J. C., “Land fill leachate treatment in Brazil – An overview”, *J. Environ. Manage.*, 232, 110-116, (2019).

Dabaghian, Z., Peyravi, M., Jahanshahi, M., Rad, A. S., “Potential of Advanced Nano-structured Membranes for Landfill Leachate Treatment: A Review”, *ChemBioEng Rev.*, 5 (2), 119-138, (2018).

Daoliang, L., Shuangyin, L., *Water Quality Monitoring and Management*, Elsevier, (2019).

Denizli Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Daire Başkanlığı “Faaliyetler” Denizli, (2018).

Dipanjan, S., Vinod, T., and Onkar, D., “Ranking Potential Solid Wastes Disposal Sites Using Geographic Information System Techniques and AHP”, National Seminar on Applications of GIS for Solving Environmental Problems, Chennai, 98-106, (1997).

Doğru, B., “Yakma ve Düz enli Depolama Yö netmeliklerinin Enerji Sektörüne Etkileri”, İstanbul (2011).

Duan, H., Huang, Q., Wang, Q., Zhou, B., Li, J., “Hazardous waste generation and management in China: A review”, *Journal of Hazardous Materials*, 158, 221–227 (2008).

Duran, E. B., Cuci, Y., “Katı Atık Düz enli Depolama Sahası Sızı ntı Suyunun Fizikokimyasal Arıtım Yö ntemleriyle Arıtılabilirliğ inin Araştırılması”, *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 104-110, (2016).

Ebin, G. C., “Katı Atık Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2004)

Epstein, E., “Processed Meats”, Second Edition. Industrial Composting. CRC Pellet Sound Park Way NW 300, 278, USA, (2011).

Esmap, “Handbook for the Preparation of Landfill Gas to Energy Projects in Latin America and the Caribbean”, The World Bank, (2004).

Gautam, P., Kumar, S., “Characterisation of Hazardous Waste Landfill Leachate and its Reliance on Landfill Age and Seasonal Variation: A Statistical Approach”, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9, 105496, (2021).

Gencer, H., “Yaklaş ık Maliyet Hesaplama Esasları”, Uygulamada Karşı laş ılan Sorunlar ve Ç ö züm Ö nerileri, (2017).

Gökçe, G. F., Aydemir, K.P., Hasanođlu, P., Ö zbay, M., “Katı Atık Düz enli Depolama Sahalarının ve Vahş i Depolama Alanlarının Islahı ve Bitkilendirilmesi”, *Düz ce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3 (1), 258 – 271, (2015).

Gönüllü, M. T., Baştürk, A., Ha S., “Sızıntı Sularının Uzaklaştırılma İmkanları ve Arıtılabilirliği”, Çevre 86 Sempozyumu, İzmir, (1986).

Gündüzalp, A. A., Güven S., “Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği”, *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar Dergisi*, 1-19, (2016).

Gürdal, U., “Düzenli Depolama Sahalarının İşletilmesi Atık Karakterizasyonu ve Lfg’den Enerji Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Aksaray, (2019).

Hasan, M. M., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., Ashwath, N., and Jahirul, M. I., “Energy recovery from municipal solid waste using pyrolysis technology: A review on current status and developments”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111073, (2021).

Hauser, V. L., *Evapotranspiration Covers for Landfills And Waste Sites*, CRC Press, 216, (2009).

Heyer, K. U., Erdin, E., Tokgöz, S., “Deponi Sızıntı Sularının Arıtma Teknikleri ve Örnek Tesisler”, III. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, (1999).

He, K., Zhang, J., and Zeng, Y., “Knowledge domain and emerging trends of agricultural waste management in the field of social science: A scientometric review”, *Science of The Total Environment*, 670, 236–244, (2019).

Hla, S. S., Roberts, D. “Characterisation of chemical composition and energy content of green waste and municipal solid waste from Greater Brisbane, Australia”, *Waste Management*, 41, 12–19, (2015).

Hoeve, T. M., Bruun, S., Jensen, L. S., Christensen, T. H., Scheutz, C., “Life cycle assessment of garden waste management options including long-term emissions after land application”, *Waste Management*, 86, 54–66, (2019).

Huang, D., Du, Y., Xu, Q., Ko, J. H., “Quantification and control of gaseous emissions from solid waste landfill surfaces”, *Journal of Environmental Management*, 302 (17), 114001, (2022).

Istrate, I. R., Galvez-Martos J. L., Dufour, J., “The impact of incineration phase-out on municipal solid waste landfilling and life cycle environmental performance: Case study of Madrid, Spain”, *Science of the Total Environment*, 755 (1), 142537, (2020).

İnanç, B., Çallı, B., Saatçi, A., “Characterization and Anaerobic Treatment of Sanitary Landfill Leachate in İstanbul”, *Water Science and Technology*, 41 (3), 223-230, (2000).

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAÇ A.Ş., Kaynakları ve Eğitim Semineri Notları, (2001).

Jain, S. K., Singh, V. P., *Developments in Water Science*, Netherlands, (2003).

Johnke, B., “Emissions From Waste Incineration”, Intergovernmental Panel on Climate Change, 455-468,(2012).

Zhao, J., Lu, X. Q., Luo, J. H., Liu, J. Y., Xu, Y. F., Zhao, A. H., Liu, F., Tai, J., Qian, G. R., Peng, B., “Characterization of fresh leachate from a refuse transfer station under different seasons”, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 85, 630-637, (2013).

Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C. C., Tam, V. W. Y., “A conceptual foundation for effective construction and demolition waste management” *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 100019, (2020).

Kale, C., Gökçek, M., “A techno-economic assessment of landfill gas emissions and energy recovery potential of different landfill areas in Turkey”, *Journal of Cleaner Production*, 275, (2020).

Kaza, S., Yao, L.C., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F., *A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050* The World Bank, Washington, DC: World Bank, (2018).

Kebede, Y. S., Endalemaw, A. N. T., “Urban landfill investigation for managing the negative impact of solid waste on environment using geospatial technique. A case study of Assosa town, Ethiopia”, *Environmental Challenges*, 4, 100103, (2021).

Kiriş, A., Saltabaş, F., “The Landfill Gas Management At Sanitary Landfill Site And Istanbul Case Study”, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 3, 209-218, (2011).

Kostova, I., “Leachate from sanitary landfills—origin, characteristics, treatment”, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, “Iskar’s Summer School”—Borovetz, (2006).

Kurniavan, T. A., Liang, X., Singh, D., Othman, M. H. D., Goh, H. H., Gikas, P., Kern, A. O., Kusworo, T. D., “Harnessing landfill gas (LFG) for electricity: A strategy to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions in Jakarta (Indonesia)”, *Journal of Environmental Management*, 301, (2022).

Kuru, E. “Karadeniz Ereğli ilçesinin kentsel katı atık yönetiminin incelenmesi”. Yüksek Lisans Tezi, *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, (2013).

Loehr, R. C., “Hazardous solid waste from agriculture”, *Environmental Health Perspectives*, 27, 261 – 273, <https://doi.org/10.1289/ehp.7827261>, (1978).

Miao, L., Yang, G., Tao, T., Peng, Y., “Recent advances in nitrogen removal from landfill leachate using biological treatments – A review”, *Journal of Environmental Management*, 235, 178-185, (2019).

Nagendran, R., “Agricultural Waste and Pollution”, *A Handbook for Management, Waste*, 341–355, (2011).

Nikulishyn, V., Savchyn, I., Lompas, O., Lozynskyi, V., “Applying of geodetic methods for monitoring the effects of waste-slide at Lviv municipal solid waste landfill”, *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 13, 100291, (2020).

Odonkor, S. T., Sallar, A. M., “Correlates of household waste management in Ghana: implications for public health”, *Heliyon*, 7 (11), e08227, (2021).

Öztürk, M., *Katı Atık Depolama Alanında Depo Gazı Oluşumu*, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2018).

Öztürk, İ. *Katı Atık Yönetim ve AB Uygulamaları*. İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi 2, İstanbul, (2010).

Palma, L., Ferrantelli, D. P., Merli, C., Petrucci, E., “Treatment of industrial landfill leachate by means of evaporation and reverse osmosis”, *Waste Management*, 22, 951-955, (2002).

Parameswari, K., Aamri, A. M. S. A., Gopalakrishnan, K., Arunachalam, S., Alawi, A. A. S. A., Sivasakthivel, T., “Sustainable Landfill Design For Effective Municipal Solid Waste Management For Resource And Energy Recovery”, *Materials Today: Proceedings*, 47 (10), 2441-2449, (2021).

Pradhan, U. P., “Sustainable solid waste management in a mountain eco system: Darjeeling, West Bengal, India”, Master Thesis, University of Manitoba Faculty of Graduate Studies, Manitoba, (2008).

Rafizul, I. M., Alamgir, M., “Characterization and tropical seasonal variation of leachate: Results from landfill lysimeter studied”, *Waste Management*, 32, 2080-2095, (2012).

Ramya, K. V., Harish, K. R. P., “Optimizing the liners thickness to design a landfill”, *Materials Today: Proceedings*, 43 (2), 2331-2336, (2021).

Rehrah, D., Bansode, R. R., Hassan, O., Ahmedna, M., “Physico-chemical characterization of biochars from solid municipal waste for use in soil amendment”, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 118, 42–53 (2016).

Renou, S., Givaudan, J. G., Poulain, S., Dirassouyan, F., Moulin, P., “Landfill leachate treatment: Review and opportunity”, *Journal of Hazardous Materials*, 150, 468-493, (2018).

Reyes-Torres, M., Oviedo-Ocaña, E. R., Dominguez, I., Komilis, D., Sánchez, A., “A systematic review on the composting of green waste: Feedstock quality and optimization strategies”, *Waste Management*, 77, 486–499, (2018).

Saltabaş, F., “Biyogaz Esaslı Kojenerasyon Santralleri” Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı*, Sakarya, 2004.

Soliman, N. K., Moustafa, A. F., “Industrial solid waste for heavy metals adsorption features and challenges; a review”, *Journal of Materials Research and Technology*, 9 (5), 10235-10253, (2020).

Sosa S. O., Valin, S., Thiery, S., Salvador, S., “Design and thermal characterization of an induction-heated reactor for pyrolysis of solid waste”, *Chemical Engineering Research and Design*, 173, 206–214, (2021).

Tałałaj, I. A., Bartkowska, I., Biedka, P., “Treatment of young and stabilized landfill leachate by integrated sequencing batch reactor (SBR) and reverse osmosis (RO) process”, *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16, 100502, (2021).

Tchobanoglous, G., Kreith, F., *Handbook of Solid Waste Management*, McGraw-Hill, ISBN 0-07-135633-1, New York, (2002).

Timur, H., Öztürk, İ., “Anaerobic Sequencing Batch Reactor Treatment of Landfill Leachate”, *Water Research*, 33 (15), 3225-3230, (1999).

Tuncel, Z., “Çorum ilinde katı atıklar, düzenli depolama ve ayrıştırma ünitelerinin modellenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri*, Ankara, (2006).

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, (2003).

Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) Düzenli Depolama Sahalarının Tasarımı, Yer Seçimi ve Vahşi Depolama Alanlarının Islahı, (2014).

Tyagi, V. K., Fdez-Güelfo, L. A., Zhou, Y., Álvarez-Gallego, C. J., Garcia, L. I. R., Ng, W. J., “Anaerobic co-digestion of organic fraction of municipal solid waste (OFMSW): Progress and challenges”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 380–399, (2018).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı 26.03.2010 Tarih ve 27533 Sayılı Resmî Gazete. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik, (2010).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Düzenli Depolama Tesisleri Saha Yönetimi ve İşletme Klavuzu, (2014).

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2016-2023, (2017).

Vesilind, P. A., Worrell, W. A., Reinhart, D. R., *Solid Waste Engineering*, Brooks/Cole, Pacific Grove, USA, (2002).

Wang, Z., Lei, T., Yang, M., Li, Z., Qi, T., Xin, X., He, X., Ajayebi, A., and Yan, X., “Life cycle environmental impacts of cornstalk briquette fuel in China”, *Applied Energy*, 192, 83–94, (2017).

Yang, X., Meng, L., Meng, F., “Combination of self-organizing map and parallel factor analysis to characterize the evolution of fluorescent dissolved organic matter in a full-scale landfill leachate treatment plant”, *Sci. Total Environ.*, 654, 1187–1195, (2019).

Yeşilnacar, M. İ., Bayındır, Y., Uyanık, S., Demir, Ö., Kırıkçı, A., “GAP İlleri İçin Nüfus Tahmini ve Katı Atık Miktarının Belirlenmesi”, *DEÜ Çevre*

Mühendisliği Bölümü ve ÇEVMER III. Ulusal Katı Atık Kongresi UKAK'2005, 25-27 Mayıs 2005, İzmir, Bildiriler Kitabı, 119-129 , (2005).

Yıldız, Ş., “Depolama Sahalarında Sızıntı Suyu ve Depo Gazının Yönetimi”, 22-24 Mayıs 2006 Katı Atıkların Düzenli Depolanması ve Vahşi Depolama Sahalarının Rehabilitasyonu Eğitimi, İstanbul, (2006).

Yılmaz, A., “Deponi Alanları Yer Seçimi, Bütünsel Atık Yönetimi ve Ülkemizde Yaşanan Sorunlar”, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, ANKARA, 2017.

Zhao, R., Wang, X., Chen, X., Liu, Y., “Impacts of different aged landfill leachate on PVC corrosion”, *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 18256-18266, (2019).

Zhou, C., Rusong, J. L., Yang, W. W., Jin, J., “Ecological-economic assessment of ecological sanitation development in the cities of Chinese Loess Plateau”, *Ecological Complexity*, 7 (2), 162-169, (2010).