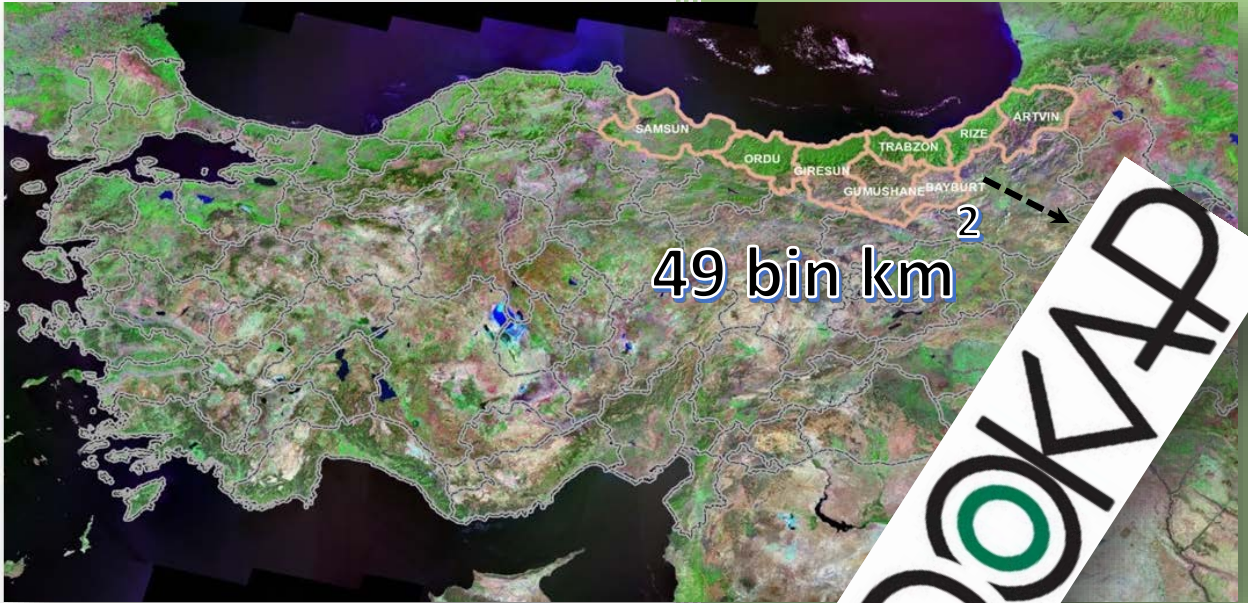


Mayıs - 2017

# DÜZENLİ DEPOLAMA ALANLARI İÇİN YER TESPİTİ ÇALIŞMASI VE ALTERNATİF KATI ATIK BERTARAF SİSTEMLERİ ARAŞTIRMA PROJESİ



## SONUÇ RAPORU



Proje Yürütücüsü  
Doç. Dr. Volkan YILDIRIM  
(KTÜ - Mühendislik Fakültesi)

**T.C.**  
**Kalkınma Bakanlığı**  
**Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (DOKAP)**  
**Çevre ve Turizm Koordinatörlüğü**

**EYLEM ADI**

Düzenli depolama alanları için yer tespiti çalışması ve alternatif katı atık bertaraf sistemleri araştırılacaktır.

**Eylem Numarası: AKG 4.6**

**İlgili Kuruluş: Karadeniz Teknik Üniversitesi**

**Proje Başlığı**

DÜZENLİ DEPOLAMA ALANLARI İÇİN YER TESPİTİ ÇALIŞMASI VE  
ALTERNATİF KATI ATIK BERTARAF SİSTEMLERİ ARAŞTIRMA PROJESİ

**Proje Yürütücüsü**

Doç. Dr. Volkan YILDIRIM (KTÜ – Mühendislik Fakültesi)

**Karadeniz Teknik Üniversitesi**  
**Mühendislik Fakültesi**  
**Harita Mühendisliği Bölümü GISLab Ar-Ge / Trabzon**

Mayıs - 2017

TRABZON

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No	
	İçindekiler	2
	Önsöz	6
	Proje Özeti	8
<b>1.</b>	<b>Genel Bilgiler</b>	10
1.1.	Proje Başlangıç Süreci	10
1.2.	Proje Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler	13
1.2.1.	Samsun İli Genel Özellikleri	15
1.2.2.	Ordu İli Genel Özellikleri	16
1.2.3.	Giresun İli Genel Özellikleri	16
1.2.4.	Gümüşhane İli Genel Özellikleri	17
1.2.5.	Trabzon İli Genel Özellikleri	18
1.2.6.	Rize İli Genel Özellikleri	18
1.2.7.	Artvin İli Genel Özellikleri	19
1.2.8.	Bayburt İli Genel Özellikleri	20
<b>2.</b>	<b>Projenin Bölgeye Katkısı</b>	21
<b>3.</b>	<b>DOKAP Bölgesi Konumsal Veritabanı ve CBS Altlıklarının Oluşturulması</b>	23
3.1.	İdari Sınır/Merkez/Demografik Verilerinin Toplanması	23
3.2.	Topografik Verilerin Toplanması	26
3.3.	Sayısal Yükseklik Modeli, Eğim ve Bakı Veri Gruplarının Üretilmesi	28
3.4.	Toprak Haritalarının Üretilmesi	30
3.5.	Jeoloji Haritalarının Üretilmesi	32
3.6.	Arazi Örtüsü Haritalarının Üretilmesi	33
3.7.	Diğer Konumsal Veri Setlerinin ve Haritalarının Üretilmesi	36
<b>4.</b>	<b>Faktör ve Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi</b>	41
4.1.	Yer Seçimine Etki Eden Faktörler	41
4.1.1.	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Sınırlandırmaları	41

	4.1.2.	Yer seçimi Faktörlerinin Belirlenmesi İçin Literatür Çalışması	42
4.2.		Konumsal Veritabanı Tasarımı	44
4.3.		Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi	45
	4.3.1.	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV)	45
	4.3.2.	Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)	47
	4.3.3.	Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi	50
	4.3.4.	TOPSİS Yöntemi	51
4.4.		Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	51
4.5.		Proje Kapsamında Konumsal Veri Setlerinin Bütünleştirilmesi	54
<b>5.</b>		<b>Düzenli Katı Atık Depolama Tesisleri İçin Uygun Alanlar</b>	<b>55</b>
5.1.		DOKAP Bölgesi Düzenli Katı Atık Depolama Alanlarının Tespiti	56
5.2.		Uygun Düzenli Katı Atık Depolama Tesisi Alanları İçin Koku Analizleri	59
	5.2.1.	Samsun İlinin Koku Analizleri	60
	5.2.2.	Ordu İlinin Koku Analizleri	62
	5.2.3.	Giresun İlinin Koku Analizleri	66
	5.2.4.	Trabzon İlinin Koku Analizleri	68
	5.2.5.	Artvin İlinin Koku Analizleri	71
	5.2.6.	Gümüşhane İlinin Koku Analizleri	73
	5.2.7.	Bayburt İlinin Koku Analizi	76
5.3.		Jeolojik Analizler	77
	5.3.1.	Ordu İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	79
	5.3.2.	Giresun İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	80
	5.3.3.	Samsun İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	81
	5.3.4.	Trabzon İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	81
	5.3.5.	Artvin İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	82
	5.3.6.	Gümüşhane İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	82
	5.3.7.	Bayburt İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi	83
5.4.		Sismik/Depremsellik Analizleri	83
	5.4.1.	Depremsellik Analizlerinin Sonuçları	84
	5.4.2.	Sismik ve Elektrik Analizlerinin Sonuçları	86
5.5.		Çevresel/Sosyolojik Analizler	90
	5.5.1.	Samsun İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	90
	5.5.2.	Ordu İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	94



5.5.3.	Giresun İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	98
5.5.4.	Trabzon İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	102
5.5.5.	Gümüşhane İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	108
5.5.6.	Bayburt İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	112
5.5.7.	Artvin İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları	116
5.5.8.	Katı Atık Bertaraf alanlarının Geo-istatistik Açısından Değerlendirilmesi	118
5.6.	Uygun Alanlarının Sonuç Değerlendirmesi	119
<b>6.</b>	<b>Kompost &amp; Maddesel Geri Kazanım Tesisleri İçin Uygun Alanlar</b>	<b>122</b>
6.1.	Yer seçimine etki eden Faktörler ve ağırlıkları	122
6.2.	Kompost & Maddesel Geri Kazanım Alanları Uygun Yer Tespiti	123
6.3.	Kompost & Maddesel Geri Kazanım Alanlarının Değerlendirilmesi	129
<b>7.</b>	<b>Yakma Tesisleri İçin Uygun Alanlar</b>	<b>134</b>
7.1.	Yer seçimine etki eden Faktörler ve ağırlıkları	134
7.2.	Yakma Tesisleri İçin Uygun Yer Tespiti	135
7.3.	Yakma Tesisi Alanlarının Değerlendirilmesi	141
<b>8.</b>	<b>DOKAP Bölgesi İçin Uygun Bertaraf Yöntemleri</b>	<b>147</b>
8.1.	Mevcut Katı Atık Bertaraf Yöntemleri	147
8.1.1.	Atık Minimizasyonu, Yeniden Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım	148
8.1.2.	Kompostlaştırma Yöntemi	150
8.1.3.	Yakma Yöntemi	151
8.1.4.	Düzenli Depolama Yöntemi	154
8.2.	DOKAP Bölgesi Katı Atık Karakterizasyonu	155
8.2.1.	Samsun İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	156
8.2.2.	Ordu İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	165
8.2.3.	Giresun İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	175

8.2.4.	Trabzon İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	183
8.2.5.	Rize İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	193
8.2.6.	Artvin İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	203
8.2.7.	Bayburt İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	210
8.2.9.	Gümüşhane İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları	218
<b>9.</b>	<b>Taşıma/Ulaşım Güzergâh Analizleri ve Sonuçları</b>	<b>225</b>
9.1.	Samsun İli Güzergâh Analizleri	226
9.2.	Ordu İli Güzergâh Analizleri	228
9.3.	Giresun İli Güzergâh Analizleri	230
9.4.	Trabzon İli Güzergâh Analizleri	231
9.5.	Artvin İli Güzergâh Analizleri	233
9.6.	Gümüşhane İli Güzergâh Analizleri	234
9.7.	Bayburt İli Güzergâh Analizleri	235
9.8.	Rize İli Güzergâh Analizleri	237
<b>10.</b>	<b>Sonuçlar</b>	<b>239</b>
<b>11.</b>	<b>Kaynaklar</b>	<b>245</b>

## Önsöz

Türkiye'nin 2023 hedefleri ve vizyonu doğrultusunda her alanda önemli projeler hayata geçirilmektedir. Bilim ve teknoloji alanında öngörülen hedefler ve bu bağlamda gerçekleştirilen ya da gerçekleştirilecek olan projeler uzun dönemli ekonomik ve toplumsal gelişmenin en önemli unsurlarından biri olarak göze çarpmaktadır. Dünyada ekonomik ve sosyal anlamda gelişmiş ülkelerin tümü (ABD, Japonya, AB üyesi birçok ülke) uzun dönemli toplumsal, ekonomik ve siyasi hedefleri ile uyumlu bir bilim ve teknoloji vizyonu geliştirmektedir ve bu vizyonu güncellerken teknoloji öngörüsü çalışmalarını etkin bir araç olarak kullanmaktadırlar. Türkiye'de son 15 yıldır bilim ve teknoloji alanında yapılan yatırımlar, hukuki düzenlemeler, mevzuat düzenlemeleri ülke kalkınması için önemli yapı taşları olmuştur.

Kalkınmanın temelinde bilim ve teknolojinin önemli yer tutacağını düşünen Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (DOKAP) 2014-2018 yılları için bölge kalkınmasına yönelik bir eylem planı hazırlamış ve bu plan içinde yer alan iş paketlerini bilim ve teknoloji zeminine oturtmuştur. Bu eylem planı içinde, bölge açısından ivedilik arz eden bir konu olması münasebetiyle, **“DOKAP Bölgesi (Artvin, Bayburt, Giresun, Gümüşhane, Ordu, Rize, Samsun, Trabzon) illeri için, Düzenli Depolama Alanları İçin Yer Tespiti Çalışması ve Alternatif Katı Atık Bertaraf Sistemleri Araştırma Projesi”** yerini almıştır. Projenin hayata geçirilmesi ve bölgenin bu anlamda sorunlarının çözümü bağlamında, DOKAP yönetimi bilimsel ve teknolojik çözüm içeren proje teklifleri için bütün üniversitelerle iletişime geçmiş ve proje önerileri talep etmiştir. Bölgenin hami üniversitesi olan Karadeniz Teknik Üniversitesinin (KTÜ) proje teklifi kabul edilmiş ve proje 2015 Aralık ayı itibari ile başlatılmış, 2017 Temmuz itibari ile 20 aylık bir süre içinde tamamlanmıştır.

Proje ekibi, projeye katkı veren meslek disiplinleri, proje paydaşları, projenin kapsadığı alan gibi birçok özelliğinden dolayı, proje bölge adına gerçekleştirilen en büyük çalışmalardan biri olma özelliği taşımaktadır. Bu proje ile bölgede düzenli katı atık depolama tesisleri için uygun alanlar belirlenmiş, atık kompozisyonlarına göre uygun bertaraf yöntemleri tespit edilmiş ve bu yöntemlerin hayata geçirilebilmesi için tesisleşme faaliyetleri açısından uygun yerler tespit edilmiştir.

Projenin bölgeye sağlayacağı en önemli avantajlardan biri de DOKAP sorumluluğunda olan sekiz il için bütüncül bir konumsal veritabanı oluşturulacak olmasıdır. Proje

tamamlandıktan sonra, bu veritabanı sayesinde, bölge için öngörülen bütün projelere ait doğruluk ve uygunluk analizleri çok daha hızlı bir şekilde yapılabilecektir.

Projenin coğrafi bilgi sistemleri ayağında Doç. Dr. Volkan YILDIRIM, arazi yönetimi ayağında Prof. Dr. Bayram UZUN ve Yrd. Doç. Dr. Volkan BAŞER, sosyoloji ayağında Doç. Dr. H. Ebru ÇOLAK; yer bilimleri jeofizik ayağında Prof. Dr. Hakan KARSLI, Prof. Dr. Nilgün SAYIL ve Yrd. Doç. Dr. Ali Erden BABACAN; yer bilimleri jeoloji ayağında ise Doç. Dr. Hakan ERSOY görev yapmıştır. Projenin önemli aşamalarından biri olan çevresel çalışmalarda ise Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK, Doç. Dr. Ayşe KULEYİN ve Öğr. Gör. Dr. Hamdi ÖBEKCAN görev almıştır. Bunların yanı sıra planlama ekipleri de ayrıca projede görev almıştır.

Bölgede ulusal ve uluslararası mevzuata uygun, çevresel ve sosyolojik kriterleri sağlayan toplam 42 uygun düzenli katı atık depolama alanı yeri tespit edilmiştir. Bölgedeki sekiz il için maliyet değeri uygun olan ikişer alan üzerinde ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu bağlamda ilgili kurum ve kuruluşların ve belirlenen dış paydaşların görüş ve önerileri de dikkate alınmıştır. Son aşamada bölge için belirlenen **en uygun 14 alanın** deprensellik, sismik, çevresel ve jeolojik etütleri yapılmıştır. Bunun yanısıra, alternatif bertaraf yöntemlerine ilişkin sonuçlar doğrultusunda yakma ve kompost tesisleri ile ilgili de analizler yapılmış ve olası tesisler için uygun alanlar tespit edilmiştir. Bu aşamadan sonra ulaşım, erişim ve koku analizleri de teknolojik yöntemler kullanılmak suretiyle yapılmıştır.

Bu projenin teoriden pratiğe aktarılması için bizlere olanak sağlayarak, gerek projeye ilk ivmenin verilmesi ve gerekse hayata geçirilmesi için büyük heyecan duyan ve bu konuda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen DOKAP Başkanı Sayın Ekrem YÜCE'ye ve DOKAP Başkan Yardımcısı Sayın Mustafa Kemal BİLGİN'e; KTÜ, GISLab Ar-Ge laboratuvarımız ve proje ekibim adına; teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, DOKAP Çevre, Turizm ve Kentsel Gelişme Koordinatörü Sayın Arif BEKTAŞ'a, DOKAP İzleme ve Değerlendirme Koordinatörü sayın Tolgahan KÖKEN'e, DOKAP'ta projemizden sorumlu personel makine mühendisi Bekir UYSAL'a da katkılarından dolayı teşekkür ederim.

KTÜ Rektörü Sayın Prof. Dr. Süleyman BAYKAL'a destekleri, katkıları ve güvenlerinden dolayı teşekkür ederim.

**Doç. Dr. Volkan YILDIRIM**  
**Proje Yürütücüsü**

## Proje Özeti

Hızlı nüfus artışı, endüstriyel gelişme ve kentleşme gibi olgular, Türkiye gibi gelişmekte olan ülke kentlerinde katı atık sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Doğal kaynakların hızla tükeniyor olması, çevresel tahribatların her geçen gün artarak devam etmesi, küresel ısınma ve su kaynaklarının kirlenmesi gibi etkenlerin giderek yaygınlaştığı dünyamızda, katı atıkların çok daha etkin bir şekilde depolanması ya da bertaraf edilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Kentsel Katı Atıkların (KKA) toplanması, taşınması ve depolanması sürecinde, özellikle Düzenli Katı Atık Depolama Alanları (DÜKADA) yer seçiminde konumsal/harita tabanlı modeller etkin olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra uygun bertaraf yöntemlerinin belirlenebilmesi için, dönemlik atık kompozisyonlarının oluşturulması ve elde edilen bilgiler ışığında maliyet/fayda analizleri yapılarak en uygun bertaraf yönteminin seçilmesi gerekmektedir.

Yer seçimi gibi konumsal problemlerin çözümünde gerekli olan verilerin depolanmasından yönetilmesine ve sunulmasına kadar geçen süreçte Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda CBS ile elde edilen sonuçların yetersizliği, karar vericinin kendi değerlendirmelerini de sürece dahil edebileceği Konumsal Çok Kriterli Karar Verme (K-ÇKKV) yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Günümüzde DÜKADA yer seçimi problemleri CBS tabanlı K-ÇKKV entegrasyonu ile çözülebilmektedir. Bu proje çalışmasında kullanılmak üzere önerilen model CBS ve K-ÇKKV yöntemlerinin entegrasyonu sağlanarak hazırlanan, alan çalışmaları ile test edilmiş ve kullanılabilirliği ispatlanmış olan SiSeGIS (CBS tabanlı yer seçimi arayüzü) modelidir.

Projenin temel amacı, Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (DOKAP) sorumluluğunda olan Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane ve Bayburt illerini kapsayan alanda, SiSeGIS, ArcGIS 10.4 yazılımı ve bütüncül yaklaşımlarla en uygun DÜKADA alanlarının alternatiflerle birlikte tespit edilmesidir. Düzenli katı atık depolama yönteminin yanı sıra literatürde yaygın kullanılan iki bertaraf yöntemi olan Yakma Tesisleri (YT) ve Kompost & Maddesel Geri

Kazanım Tesisleri (KT) için de bölgede uygun yerlerin SiSeGIS ile alternatifli olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bölgedeki 3'ü büyükşehir olmak üzere 8 il'de atık kompozisyonları tespit edilerek KT'ler ve YT'ler için maliyet /fayda analizlerinin gerçekleştirilmesi, böylece bu tesislerin nerelerde hangi standartlara göre yapılmasına karar verilmesi amaçlanmıştır. Bu süreçte CBS&K-ÇKKV ve Konumsal veri tabanı ekibi, arazi yönetimi ekibi, çevre ekibi, yer bilimleri ekibi, planlama ve sosyoloji ekibi olmak üzere altı farklı çalışma ekibi oluşturulmuş ve teknik olarak yapılan bütün tespitler, alan/arazi çalışmaları ile nihai olarak karara bağlanmıştır. Böylece, DÜKADA, YT ve KT'lerin bütüncül yaklaşımlarla konumsal ve istatistiksel olarak planlanması sağlanmıştır.

Oluşturulan konumsal veritabanının, DOKAP tarafından bölgede yapılacak daha sonraki proje çalışmalarına (turizm, enerji, çevre, sağlık, eğitim, ulaşım, tarım, planlama vb.) önemli bir konumsal bilgi altyapısı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu proje çalışmasından ortaya çıkan sonuçlara ve modelin sağladığı avantajlara göre, modelin ülkemizin diğer bölgelerinde uygulanabilirliği de böylece ortaya koyulmuştur.



# 1. Genel Bilgiler

## 1.1. Proje Başlangıç Süreci

Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'nın (DOKAP) 05.05.2015 tarih, 376 sayı ve "Katı Atık Bertaraf Sistemleri" konulu yazısı bölgedeki diğer yedi üniversite ile birlikte Karadeniz Teknik Üniversitesine de gönderilmiştir. Bu yazı KTÜ Rektörlüğünce tarafımıza havale edilmiş ve görüş bildirilmesi talep edilmiştir.

21.05.2015 tarihli görüşün ardından, görüş bildiren diğer üniversiteler ile birlikte, proje tekliflerinin hazırlanması ve DOKAP'a sunulması talep edilmiştir. Hazırlanan proje metni önce DOKAP'a ve ilgili işlemlerden sonra Kalkınma Bakanlığına sunulmuştur. Kalkınma Bakanlığı tarafından gerekli düzeltmeler, değerlendirmeler ve eklemelerin yapılması suretiyle proje son şeklini almıştır. Proje başlığı "**Düzenli Depolama Alanları İçin Yer Tespiti Çalışması ve Alternatif Katı Atık Bertaraf Sistemleri Araştırma Projesi**" olarak belirlenmiştir.

Kalkınma Bakanlığının 16.11.2015 tarihli olur yazısı ile proje nihai kabul aşamasına gelmiş ve akabinde DOKAP'ın 30.11.2015 tarih, 302 sayı ve "Ödenek Onayı ve Protokol" konulu yazısı ile Karadeniz Teknik Üniversitesine imzalanması amacıyla gönderilmiştir.

30.11.2015 tarihinde DOKAP ve Karadeniz Teknik Üniversitesi arasında proje protokolü imzalanmış, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yönetim Kurulu'nun 04.12.2015 tarih ve 1243 sayılı yönetim kurulu toplantısında protokol kabul edilmiş ve projeyi yürütmek üzere Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi görevlendirilmiştir. Ayrıca projeye ait harcama hesabı açılması için Strateji Daire Başkanlığına bilgi verilmiştir. Mühendislik Fakültesi Dekanlığının 10.12.2015 tarih ve 722592 sayılı yazısı ile projenin yürütülmesi ve koordine edilmesi görevi tarafıma tebliğ edilmiş ve aynı tarihte de proje hesabı T.C. Ziraat Bankası KTÜ şubesinde açılmıştır.

DOKAP'ın 22.12.2015 tarih ve 397 sayılı yazısı ile proje toplam bütçesinin %10'una karşılık gelen 123.845,40 TL proje hesabına aktarılmıştır. Proje başlangıç tarihi 10.12.2015, bitiş tarihi 10.07.2017, kesin bütçesi ise 1.238.454 TL olarak belirlenmiştir.

Proje ekibi ve görev/sorumlulukları Tablo 1'de gösterilmiştir;

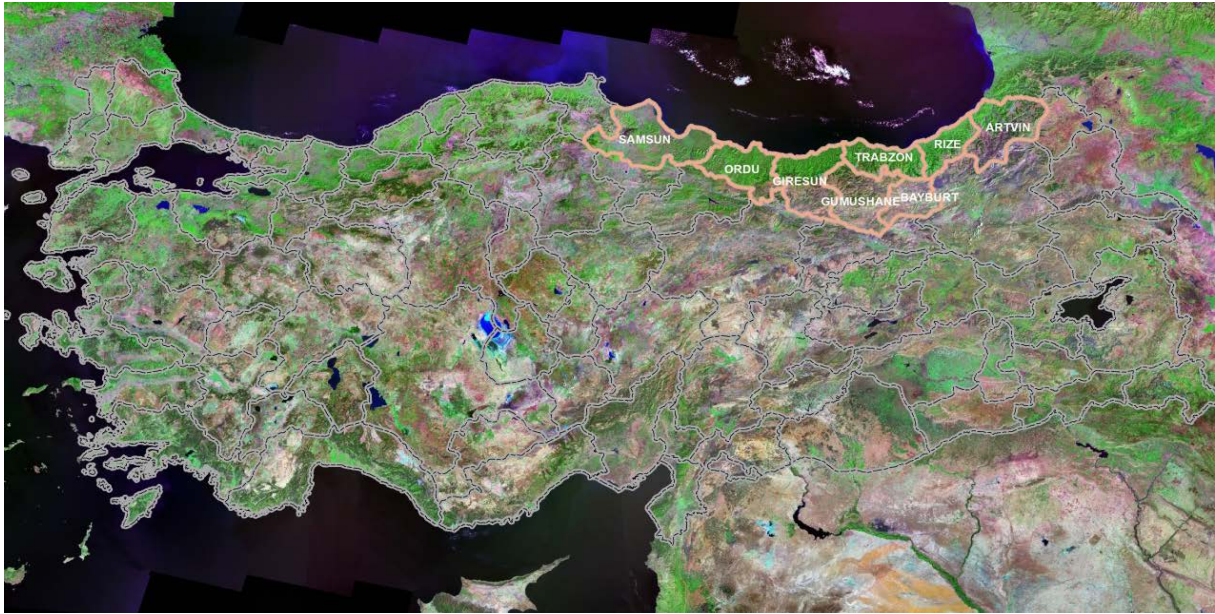
Tablo 1. Proje ekibi ve iş paketi tanımlamaları

ARAŞTIRMACI	Çalıştığı Kurum/Kuruluş	İş Tanımlaması
<b>PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ</b> <b>Doç. Dr. Volkan YILDIRIM</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.  <b>yvolkan@ktu.edu.tr</b>	<b>Proje sorumlusu ve CBS uzmanı olarak</b> , proje ile ilgili aşamaların gerçekleşmesi, yönlendirilmesi, proje takvimine göre çalışmanın uygunluğunu sağlama, CBS'ye ilişkin tüm işlemlerin değerlendirilmesi ve takibi, tematik haritaların üretilmesi ve yorumlanması, çalışma grupları arasında koordinasyonun sağlanması, iş paketlerinin zaman çizelgesine uygun yürütülüp yürütülmediğinin denetlenmesi
<b>CBS &amp; K-ÇKKV ve Veri Tabanı Ekibi</b>		
<b>PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ</b> <b>Doç. Dr. Volkan YILDIRIM</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	<b>CBS &amp; K-ÇKKV ve Veri Tabanı Ekibi olarak</b> , konumsal veritabanı tasarımı, faktör ve alt faktörlerin belirlenmesi, faktör ve alt faktör ağırlıklarının tespiti, yöntemlerin entegrasyonu, uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesi ve sınıflandırılmasının yapılması, CBS veritabanı düzenlemeleri, sayısallaştırma işlemleri ve uygulamanın raster tabanlı veri analizlerini gerçekleştirmek, araziden GPS ve Mobil CBS ile verilerin toplanması ve sisteme aktarılması, araziden diğer konumsal verilerin toplanması ve sisteme aktarılması, CBS tabanlı konumsal analizlerin gerçekleştirilmesi, tematik haritaların oluşturulması ve yorumlanması, raporlama sonuçların web üzerinden sunumu
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Arş. Gör. Şevket BEDİROĞLU</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Arş. Gör. Yaşar Selçuk ERBAŞ</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Arş. Gör. Tuğba MEMİŞOĞLU</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	
<b>Arazi Yönetimi Ekibi</b>		
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Prof. Dr. Bayram UZUN</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	<b>Arazi Yönetimi Ekibi olarak</b> , mülkiyet ve taşınmaz analizlerinin yapılması, arazi örtüsü/kullanımı haritalarının oluşturulması ve yorumlanması, sosyoloji grubuna yardımcı olmak,
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Yrd. Doç. Dr. Volkan BAŞER</b>	GRÜ - Müh. Fak. Harita Mühendisliği Böl.	
<b>YARDIMCI ARAŞTIRMACI</b> <b>Arş. Gör. Merve MURAT</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	
<b>Çevre Ekibi</b>		
<b>Yardımcı ARAŞTIRMACI</b> <b>Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK</b>	OMÜ - Müh. Fakültesi Çevre Mühendisliği Böl.	<b>Çevre Ekibi olarak</b> , nüfus, sosyal doku, ekonomik envanterler gibi kriterlere bağlı olarak belirlenecek ve numunelerin hangi

<b>Yardımcı ARAŞTIRMACI</b> <b>Prof. Dr. Ayşe KULEYİN</b>	OMÜ - Müh. Fakültesi Çevre Mühendisliği Böl.	zaman aralığında toplanacağına proje sürecinde yapılacak özel ihtisas toplantıları ile karar vermek, bölgede çöp kompozisyonları ortaya koymak, kimyasal analizler yapmak KT ve YT'ler için maliyet/fayda analizleri gerçekleştirmek ve raporlamak, DÜKADA arazi çalışmalarında çevresel analizleri yapmak ve raporlamak
<b>Yardımcı ARAŞTIRMACI</b> <b>Dr. Hamdi ÖBEKCAN</b>	OMÜ - Müh. Fakültesi Çevre Mühendisliği Böl.	
<b>Yer Bilimleri Ekibi</b>		
<b>Danışman</b> <b>Prof. Dr. Hakan KARSLI</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Böl.	<b>Yer Bilimleri Ekibi olarak,</b> deprensellik ve sismik analizler, kayaç/toprak geçirgenlikleri, sondaj çalışmaları, kayaç yapısı vb. analizleri yapmak ve raporlamak, bu süreçte arazi çalışmaları yürütmek, hat etüdü çalışmaları, sondaj uygulamaları ve kontrolleri, permeabilite deneylerin uygulanması, laboratuvar deneylerin yapılması, kazılabilirlik, taşıma gücü, şev stabilitesi analizi
<b>Danışman</b> <b>Prof. Dr. Nilgün SAYIL</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Böl.	
<b>Danışman</b> <b>Doç. Dr. Hakan ERSOY</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl.	
<b>Danışman</b> <b>Yrd. Doç. Dr. Ali Erden BABACAN</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Böl.	
<b>Yardımcı Araştırmacı</b> <b>Arş. Gör. Murat KARAHAN</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl.	
<b>Yardımcı Araştırmacı</b> <b>Arş. Gör. M. Oğuz SÜNNETÇİ</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Böl.	
<b>Şehir Bölge Planlama / Danışman</b>		
<b>Danışman</b> <b>Ercan ŞEN</b>	Şehir Plancı / Trabzon	<b>Planlama Ekibi olarak,</b> DÜKADA, YT, ve KT alanlarının çevre düzeni planlarına ve uygulama imar planlarına işlenmesindeki avantaj ve dezavantajları oluşturan faktörleri, belirlemek, ve yerel yönetimler için rapor haline getirmek
<b>GIS Uzmanı &amp; Sosyolog</b>		
<b>Yardımcı Araştırmacı</b> <b>H. Ebru ÇOLAK</b>	KTÜ - Müh. Fakültesi Harita Mühendisliği Böl.	<b>Harita, GIS ve arazi yönetimi konusunda uzman sosyolog olarak,</b> toplumsal, sosyo-ekonomik, ve ekonomik faktörleri belirlemek, sürecin yönetilmesinde özellikle GIS tabanlı yer seçimi analizlerinde sosyolojik faktörlerin süreçte eksiksiz kullanılmasını sağlamak, projenin başından sonuna kadar hem arazi ve hem de laboratuvar çalışmalarına görev almak

## 1.2. Proje Çalışma Alanı Hakkında Genel Bilgiler

Çalışma alanı, Türkiye'nin kuzeyinde bulunan ve ismini kıyısı bulunduğu Karadeniz'den alan bir bölge niteliğindedir. Bölge batısında Sinop'tan başlayarak doğuda Gürcistan sınırına kadar uzanmaktadır. Yüzölçümünün % 26'sı orman sayılan Türkiye'de, DOKAP bölgesi, kendine özgü iklimi, topografyası ve bunlara bağlı olarak gelişen orman ekosistemleri ile haklı bir ayrıcalığa sahip bir bölge durumundadır (URL-1,2016). Bu proje kapsamında DOKAP sorumluluğundaki 8 ili (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) kapsayan 49.000 km<sup>2</sup> lik alan çalışma alanı (Şekil 1) olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. Düzenli depolama alanları için yer tespiti çalışması ve alternatif katı atık bertaraf sistemleri araştırma projesi çalışma alanı

Bölgenin yeryüzü Şekilleri III. Jeolojik devirde Alp kıvrımları sonucunda oluşan doğu-batı yönündeki Kuzey Anadolu dağları ile bu dağlar arasında kalan oluşlardan oluşmaktadır. Batıda uzanan dağlar kuzeyden güneye doğru; Küre, Bolu-Ilgaz ve Köroğlu dağları şeklindedir. Ortada Canik Dağları ve doğuda ise iki kuşak şeklinde, kuzeyde Giresun-Rize dağları, güneyde ise Mescit, Kop ve Çimen dağları şeklinde yer almaktadır (URL-2,2016). Karadeniz boyunca uzanan dağların yükseltileri batıda 2000 m civarında olup, Orta Karadeniz'de 1000 m'ye kadar inmekte, doğuda ise yükselti 4000 m'ye çıkmaktadır. Bölgedeki en yüksek dağ ise Rize'de bulunan Kaçkar Dağıdır (URL-2,2016).

Kıyı kesim ile iç kesim arasında önemli iklim farklılıkları ve buna bağlı olarak da tarımı yapılan ürün çeşidinde değişiklikler görülmektedir. Dağların yükselti ve doğrultusunun farklı oluşu, ulaşım, iklim ve tarımsal faaliyetleri önemli ölçüde etkilemektedir. Dağların geniş yer kaplaması ayrıca büyük kentlerin kurulmasını önlemiş, kentlerin kıyıda birbirine yakın ve küçük bir şekilde yer almasına sebep olmuştur (URL-1,2016; URL-2,2016).

Bölge akarsu ve göl bakımından genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de oldukça önemli bir yere sahiptir. Bölgenin önemli akarsuları Çoruh nehri, Yeşilirmak, Kızılırmak, Bartın, Kelkit ve Yenice (Filyos) çaylarıdır (URL-2,2016; URL-3,2016). Bölge sınırları içinde birçok doğal ve yapay göl bulunmaktadır. Bölgeye ait başlıca doğal göller Yeniçağa, Efteni ve Abant gölleridir. Bir diğer önemli göl niteliğindeki Karagöl, Şavşat ilçe merkezinin 48 km kuzeyinde yer almaktadır. Sahara Yaylası ise ilçe merkezine 17 km uzaklıktadır. Başlıca yapay göller Sarıyar, Çamlıdere ve Gökçekaya baraj gölleri ve Tortum, Sera, Abant, Yedigöller ve Zinav gölleridir (URL-3,2016).

Türkiye’nin en fazla yağış alan bölgesi niteliğinde olan Karadeniz bölgesinde yıllık sıcaklık farkı az, yazları serin ve kışları ılıktır. İl bazlı değerlendirme yapıldığında, Rize bölgede en fazla yağış alan (2400mm) il niteliğindedir. Bunun sebebi güneydeki yüksek dağların hakim rüzgar yönüne dik olmasıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı ise 1500mm ‘dir. Bölgede kıyı ve iç kesimlerde önemli iklim farklılıkları görülmektedir. Kıyından iç kesime gidildikçe hem yağış oranı azalmakta hem de karasallık nedeniyle sıcaklık düşmektedir. Bölgenin kıyı kesimlerinde kış sıcaklık ortalaması fazla düşmediğinden turunçgil tarımı yapılabilmektedir. Bölgede dağların denize bakan yamaçları bol yağış aldığından gür ormanlarla kaplıdır. İç kısımlara gidildikçe soğuğa dayanıklı ağaç türleri ile bozkırlar bitki örtüsünü oluşturmaktadır. Kıyından yamaç boyunca yükseldikçe sıcaklığın düşmesine bağlı olarak bitki örtüsünün değiştiği, kıyından 800 metre yüksekliğe kadar olan alanda yayvan yapraklı ağaçlar, 800 - 1500 metre arasında karışık yapraklı ağaçlar,1500-2000 metreye kadar olan alanda iğne yapraklı ağaçlar, 2000 metreden sonra ise dağ çayırları görülmektedir (URL-2,2016; URL-3,2016). Genel olarak bakıldığında Karadeniz Bölgesinin doğal koşullar nedeniyle nüfusun büyük bölümü kıyıda toplanmıştır ve iç kısımlar kıyı kesimi kadar yoğun nüfuslu değildir. Bölgenin (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bayburt, Gümüşhane) 2015 TUIK







Tablo 2. Samsun ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	1252693
<b>2011</b>	1251729
<b>2012</b>	1251722
<b>2013</b>	1261810
<b>2014</b>	1269989
<b>2015</b>	1279884

### 1.2.2. Ordu İli Genel Özellikleri

Ordu ili 40<sup>0</sup>- 41' kuzey paralelleri, 37<sup>0</sup> -38' doğu meridyenleri arasında yer almaktadır. Toplam yüzölçümü 5961 km<sup>2</sup> dir. Ordu ilinin genel olarak iklim özelliklerine bakıldığında ılıman bir iklime sahip olup, kışları ılık yazları ise serin geçen bir özelliğe sahiptir. Genellikle yılın bütün aylarında yağışlı seyreden bir iklim özelliği görülmektedir. Akarsuları bakımında ele alındığında oldukça zengin bir akarsuya sahip olmakla birlikte önemli ırmakları arasında Melet Irmağı, Bolaman Çayı, Elekçi Irmağı, Turna suyu gelmektedir. Bitki örtüsü olarak Karadeniz maki formuna uygun bitki grupları orman vasfı bozulmuş araziler görülmekte ancak genel olarak ladin, çam (karaçam), kızılğaç, kayın, gürgen, meşe, kestane ormanlık arazilerde bazen büyük, bazen küçük mesçereler yer almaktadır. Tarım arazilerinde yoğunlukla fındık bitkisi hakimdir (URL-6, 2016; URL-7,2016). Ordu iline ait nüfus verileri Tablo 3'de gösterilmektedir (URL-5,2016).

Tablo 3. Ordu ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	719183
<b>2011</b>	714390
<b>2012</b>	741371
<b>2013</b>	731452
<b>2014</b>	724268
<b>2015</b>	728949

### 1.2.3. Giresun İli Genel Özellikleri

Giresun ili 37° 50' ve 39° 12' doğu boylamları ile 40° 07' ve 41° 08' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. 6.934 km'lik yüzölçüme sahiptir. Kıyı genel olarak tepelik bir görünüşe sahip, kıyından 50-60km içeriye doğru kıyıya paralel olarak yükselen dağların

ortalama yüksekliği 2000m. olmakla birlikte bazı yerlerde 3000.m'yi açmaktadır. Giresun ili çok sayıda küçük akarsuya sahiptir ve buna bağlı olarak kıyı şeridi sık vadilerle yarılmıştır. Giresun ilinin iklim özelliklerine bakıldığında iki farklı iklim bölgesi mevcuttur. Karadeniz kıyılarında ılık ve yağışlı iklim özelliği yer almaktadır. Bitki rts iklim ve yükseltiye bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İlin kuzey kesiminde kıyı ovalarının ardındaki yamaçlar 800m. yükseltiye kadar fındık bahçeleriyle kaplıdır. İli arazisinin % 25' si tarım alanı, % 34'u orman ve fundalık alan, %18'si ayır ve mera ve %25'i tarım dışı araziden oluşmaktadır (URL-8,2016). Nüfusun 2010-2015 yılları arasındaki değişimi Tablo 4'te gösterilmiştir (URL-5,2016).

Tablo 4. Giresun ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	419256
<b>2011</b>	419498
<b>2012</b>	419555
<b>2013</b>	425007
<b>2014</b>	429984
<b>2015</b>	426686

#### 1.2.4. Gümüşhane ili Genel zellikleri

Gümüşhane ili Doğu Karadeniz Bölgesinde 38<sup>0</sup> 45' - 40<sup>0</sup> 12' doğu boylamları ile 39<sup>0</sup> 45'-40<sup>0</sup> 50' kuzey enlemleri arasında yer alan yüzölçümü 6575 km<sup>2</sup> olan bir il niteliğindedir. Gümüşhane ili yeryüzü şekilleri bakımından ele alındığında; ilin tamamen dağlarla kuşatılmış olduğu görülmekte, ilin %59,6'lık bölümünü oluşturan dağlık alanlar il sınırları ile kuzey kesimlerini kaplamaktadır. Engebeli bir arazi üzerinde yer alan Gümüşhane'nin kuzeyini Zigana Dağları ile Trabzon Dağlarının güney kısımları oluşturmaktadır. Gümüşhane ilinin akarsularına bakıldığında ise Harşit ayı ve Kelkit ayı ile bu çayların yan kolları genel akarsu yapısını oluşturmaktadır. İlin iklim özellikleri incelendiğinde Karadeniz'in ılık ve nemli etkisine maruz kalmakla birlikte Doğu Anadolu Bölgesinin sert karasal iklim etkisi de genel olarak ilde görülmektedir. Gümüşhane Dağları'nın Karadeniz'e bakan kesimleri kayın, meşe, ladin, köknar ve sarıçam ağaçlarından oluşan ormanlarla kaplı iken ormanları yok olmuş bozkır görünümündeki güney kesimlerinde sadece sarıçam ağaçlarına rastlanılmaktadır (URL-9,2016). İle ait 2010-2015 yılları arasında nüfus verileri Tablo 5'de gösterilmiştir (URL-5,2016).

Tablo 5. Gümüşhane ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	129618
<b>2011</b>	132374
<b>2012</b>	135216
<b>2013</b>	141412
<b>2014</b>	146353
<b>2015</b>	151449

#### 1.2.5. Trabzon İli Genel Özellikleri

Doğu Karadeniz Bölgesinde 40<sup>0</sup>-33' ve 41<sup>0</sup>-07' kuzey enlemleriyle 39<sup>0</sup>-07' ve 40<sup>0</sup>-30' doğu boylamları arasında kalan 4685 km<sup>2</sup>'lik yüzölçümüne sahip Trabzon'un Güneyinde Gümüşhane, batısında Giresun, doğusunda Rize İlleri, kuzeyinde de Karadeniz bulunmaktadır. Trabzon ili nemli bir iklime sahip olup, nem oranı zaman zaman % 99'lara kadar çıkmaktadır. Ilıman ve her mevsim yağışlı iklim şartları, farklı türlerden oluşan bitki kuşaklarını meydana getirmiştir. Bitki örtüsü açısından bakıldığında son derece zengin bir bitki örtüsüne sahip olan Trabzon'da 440'ı bölgeye has, Türkiye genelinde nadir olan 2500 bitki türü bulunmaktadır. Trabzon iline ait önemli akarsulardan en önemlileri Solaklı Çayı, Baltacı, Karadere, Değirmendere, Foldere, Yanbolu ve Kale dereleridir. Trabzon ilindeki başlıca göller ise Çakır Göl dağındaki Buzyalağı Gölü, Sera Gölü ve Uzungöl adlı heyelan gölleridir (URL-10,2016). İle ait 2010-2015 yılları arasındaki nüfus değişimi Tablo 6'de gösterilmektedir (URL-5,2016).

Tablo 6. Trabzon ili Nüfus Bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	763714
<b>2011</b>	757353
<b>2012</b>	757898
<b>2013</b>	758237
<b>2014</b>	766782
<b>2015</b>	768417

#### 1.2.6. Rize İli Genel Özellikleri

Rize ili 40<sup>0</sup>-22' ve 41<sup>0</sup>-28' doğu boylamları ile 40<sup>0</sup>-20' ve 41<sup>0</sup>-20' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 3920 km<sup>2</sup> dir. İklim özelliklerine bakıldığında, Rize yöresinde Karadeniz iklimi hüküm sürmekte ve bu il Türkiye'nin en çok yağış

alan ili niteliğindedir. Bunda en büyük etken dağların kıyıya paralel uzanmasıdır. Rize’de yağış her mevsime dengeli olarak dağılmakta olup kurak mevsimi yoktur. Bölgenin doğal bitki örtüsü, kıyılarda nemlilik ve yağışın fazla olması sebebi ile geniş yapraklı gür ormanlardan oluşur. Türkiye ormanlarının %25’ini barındırır ve sahip olduğu ormanlar bakımından Türkiye'nin en zengin bölgesidir. İle ait en önemli akarsuları, Fırtına deresi ve İyidere’dir (URL-11,2016). İle ait nüfus bilgilerinin 2010-2015 yılları arasındaki değişimi Tablo 7’de gösterilmektedir (URL-5,2016).

Tablo 7. Rize ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	319637
<b>2011</b>	323012
<b>2012</b>	324152
<b>2013</b>	328205
<b>2014</b>	329779
<b>2015</b>	328979

#### 1.2.7. Artvin İli Genel Özellikleri

Artvin ili 41° 07' ile 42° 00' doğu boylamları ile 40° 35' ile 41° 32' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 7.367 km<sup>2</sup> dir. Karadeniz ikliminin hakim olduğu il, tüm yıl boyunca yağışlıdır ve kışları ılık, her mevsim bol yağışlı bir iklim hüküm sürmektedir. Artvin ili dağlık ve çok engebeli bir arazi yapısına sahiptir. Bu alan genellikle ormanlarla kaplıdır. İl sınırları içinde 30'a yakın akarsu bulunmakla birlikte, bunlardan Karadeniz'e dökülenler hariç, diğerleri Çoruh Nehrinin kollarıdır. Karadeniz Havzası'nın belli başlı akarsularından olan Çoruh nehri, Artvin ilinin en büyük akarsuyu niteliğindedir. İl genelinde Muratlı ve Borçka isminde iki tane de baraj gölü mevcuttur (URL-12,2016). İl nüfusunun 2010-2015 yılları arasında değişimi Tablo 8’de verilmiştir (URL-5,2016).

Tablo 8. Artvin ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	164759
<b>2011</b>	166394
<b>2012</b>	167082
<b>2013</b>	169334
<b>2014</b>	169674
<b>2015</b>	168370

### 1.2.8. Bayburt İl'i Genel Özellikleri

40° 45' doğu boylamı ile 40° 37' kuzey enlemleri arasında yer alan Bayburt ili 3652 km<sup>2</sup> alana sahiptir. Bayburt ilinde Doğu Karadeniz iklimi ile Doğu Anadolu iklimi arasında, bir geçiş iklimi hüküm sürmektedir. Bu nedenle yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlıdır. Ancak gerek ortalama yüksekliğin azlığı, gerekse vadiler sisteminin oluşturduğu "mikro klima" özelliği Doğu Anadolu'ya göre bu ilde iklimin daha yumuşak seyretmesine sebep olmuştur. Dağlık alanlar saha yüzölçümünün % 45'ini oluşturmaktadır. İlin ve ülkemizin en önemli su kaynaklarından biri olan Çoruh nehri, kaynağını Mescit dağlarından 3239m. yüksekten alarak il sınırlarına güney doğudan girmektedir. İlin gölleri genelde krater gölleri şeklinde karşımıza çıkmakta bunlardan önemlileri Haldizen (Balıklı Göl) ve Göloba (Atlı Göl)'dir. Yaklaşık olarak 900 km<sup>2</sup>'yi bulan Bayburt ovası, esas itibariyle dört bölümden oluşmaktadır (URL-13,2016). Nüfusun 2010-2015 yılları arasındaki değişimi tablo 9'da gösterilmektedir (URL-5,2016).

Tablo 9. Bayburt ili nüfus bilgileri

<b>Yıl</b>	<b>Nüfus</b>
<b>2010</b>	164759
<b>2011</b>	166394
<b>2012</b>	167082
<b>2013</b>	169334
<b>2014</b>	169674
<b>2015</b>	168370

## 2. Projenin Bölgeye Katkısı

Kentsel Katı Atık (KKA) yönetimi pahalı ve ülke ekonomisine yük getiren bir süreçtir. Düzenli Katı Atık Depolama Alanlarının (DÜKADA) doğru belirlenmemesi, toplanan atıklardan geri dönüşüm sağlanamaması ve tesislerin birbirleri ile entegrasyonunun kurulamaması bu ekonomik külfeti daha da arttırmaktadır. Bu proje sonucunda; kentsel alanlara yakın taşıma maliyetlerinin mümkün oldukça az olduğu ama bu aşamada çevresel ve sosyolojik faktörlerin de ön plana çıktığı planlama çalışmaları ile ekonomik kayıpların azaltıldığı etkin bir KKA yönetimi hedeflenmektedir. Uygun yerlere yönelik tematik haritaların oluşturulmasında kullanılacak konumsal veriler KKA yönetiminin diğer süreçlerinde de etkin olarak kullanılabilir ve ekonomik kayıplar oldukça azaltılacaktır. Örneğin; bu proje sonucunda yol ve ulaşım verileri ile depolama alanlarına etkin taşıma güzergâhları tespit edilmiş, yakıt analizleri ve mevsimlik yol durumu analizleri yapılmıştır. Böylece bundan sonraki süreçte gereksiz maliyetlerin ortadan kaldırılması için öneriler/tavsiye kararları ortaya koyulmuştur.

Projede bölgeye ait çöp kompozisyonları, çok hassas bir şekilde, akademik bir ekibin başında bulunduğu ekip tarafından üretilmiştir. Bu bilgiler Kompost Tesisi (KT) ve Yakma Tesisi (YT) maliyet/fayda analizlerinde kullanılmış ve bilgiye dayalı doğru kararlar verilmiştir. Bu durum gereksiz yatırımlar sonucu ortaya çıkacak ekonomik kayıpları azaltacak, doğrudan ülke ve bölge ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Belirlenen DÜKADA'lar için arazi yönetimi ekibi, çevre ekibi, yer bilimleri ekibi, planlama ve sosyoloji ekibi olmak üzere beş farklı çalışma ekibi alan/arazi çalışmaları yapmış, model üzerinden belirlenen yerler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Böylece etkili arazi yönetimi, çevresel değerlendirmeler, sismik ve jeolojik analizler, planlama ve sosyolojik analizler yapılarak DÜKADA'lar belirlendiği için tarımsal faaliyetlerin aksamaması, verimli toprakların bu süreçte kullanılmaması, ekonomik değeri yüksek ormanlık alanların tahrip edilmemesi suretiyle bölge ekonomisine katkı sağlanmıştır. Bu durum hem YT hem de KT'ler için de düşünüldüğünde oldukça yüksek dolaylı bir ekonomik katkı olacağı öngörülmektedir.



Ayrıca bölgede yaşayan halkın katı atık depolama tesislerine karşı bakış açısı dikkate alındığında; devletin bu alanların yönetimine kayıtsız kalmadığı, bu alanların yönetiminde bilimsel kriterler ışığında doğru çözümler üretildiği, sızıntı, koku ve çevresel zararların önlenmesi konusunda politikalar geliştirdiği ve bu anlamdaki çalışmalarını desteklediğinin bilinmesi, halkın bilimsel bulgularla bilinçlendirilerek devlete olan güvenini daha da artıracaktır.

Projenin tamamlanması ile birlikte, DOKAP Bölgesinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli konumsal veri altyapısı güncel bir yapıda oluşturulmuştur. Bu yapı içinde gerek Harita Genel Komutanlığından (HGK) alınan veriler, gerek kurum ve kuruluşlardan temin edilen veriler ve gerekse GPS ve uzaktan algılama yöntemleri ile araziden toplanan veriler depolanmıştır. İlerleyen aşamalarda bu konumsal veritabanı bölgesel diğer faaliyetlerde rahatlıkla kullanılabilir. Kurulacak tesisler sadece çevre kirliliğini önlemekle kalmayıp atıkların yakılması ile elde edilecek enerji sayesinde ülkemizde ve bölgemizde gün geçtikçe artan enerji tedarik sorunlarına da katkı sağlamış olacaktır. Örnek olarak, 2015 Haziran ayında İsveç'ten gelen verilere göre kentsel atıkların %96'sının geri dönüşümünün yapılabileceği (URL-8, 2015) ve diğer doğal enerji kaynaklarının kullanılması ile 2030 yılından sonra fosil yakıtların kullanımına gerek kalmayacağı öngörülmektedir.

### 3. DOKAP Bölgesi Konumsal Veritabanı ve CBS Altlıklarının Oluşturulması

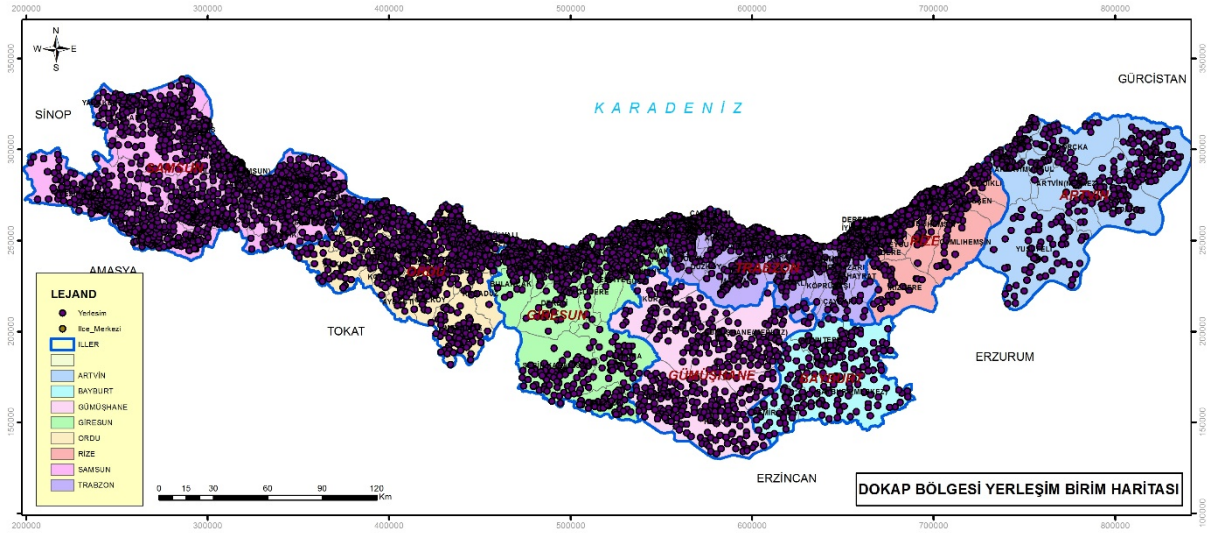
Çalışma bölgesine ait konumsal veriler; üretilen haritalar, HGK'nın ürettiği 1/25.000 ölçekli standart Topoğrafik Haritalar, Maden Tetkik Aramanın (MTA) ürettiği 1/25.000 ölçekli Jeolojik haritalar, Tarım Bakanlığının ürettiği dijital toprak haritaları, 1/25.000 ölçekli arazi örtüsü haritası ile kamu kurumlarının ürettiği diğer haritalar şeklindedir.

HGK'nın, ürettiği küçük ölçekli haritaların ortalama üretim tarihleri 20-25 yıldır. 1984 yılında üretilen 1/25.000 ölçekli topografik haritalar, yeni revize edilmeye başlanmıştır. 2000 yılında revizyon işlemi yapılan 1/250.000 ölçekli topoğrafik haritalar dışında, diğer topoğrafik haritalar için revizyon yapılmamıştır. Uygulama için seçilen tüm konumsal veriler ilgili kurumlarla yapılan yazışmalar ve protokoller ile birlikte temin edilmiştir. Harita alımlarıyla birlikte temin edilen veriler oluşturulan veritabanı ile bütünleştirilmiş ve her bir veri katman halinde düzenlenmiştir.

#### 3.1. İdari Sınır/Merkez/Demografik Verilerinin Toplanması

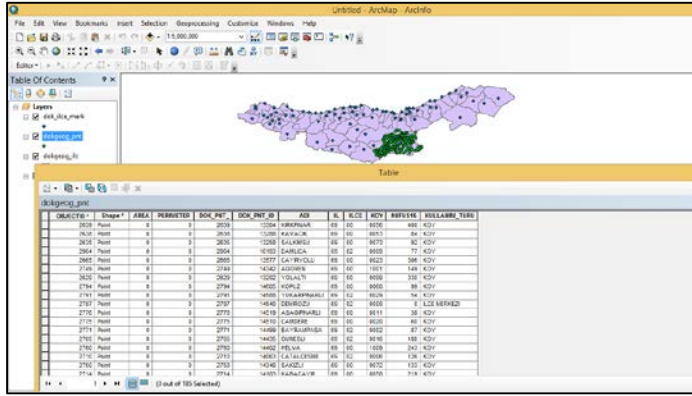
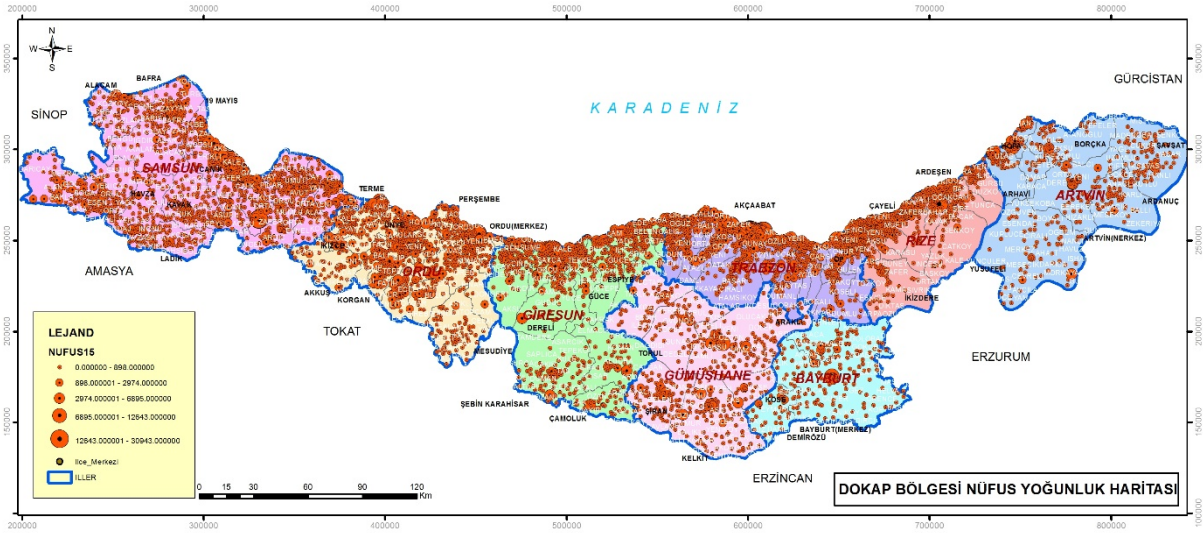
Proje bölgesindeki idari birimleri temsil eden konumsal veri setleri, 1:25B ve 1:100B ölçekli İl Özel İdareleri'nden elde edilen haritalar ve Trabzon'daki bölgesel ve yerel kamu kurumlarının mevcut haritalarının sayısallaştırılması ile elde edilmiştir. Yukarıda verilen veri kataloglarına bağlı olarak İl'leri N3IL, İlçe'leri ILCE ve Mahalle /Köy'leri MAKO ile sınırlarıyla birlikte idari birim alanını ifade edilen polygon konumsal veri setleri üretilmiştir. İl, İlçe, Belediye, Mahalle ve Köy idari birimlerinin merkezleri IDME ile ifade edilen nokta konumsal veri setlerinde üretilmiştir.

İdari Birimlerin mevcudiyeti, nüfus vb. veriler, Mahalli İdareler, TÜİK ve Ulusal Adres Veritabanı'ndan elde edilen verilerle bütünleştirilerek tamamlanmıştır. Bu anlamda belirtilen proje kapsamındaki bölgede 8 il, 92 ilçe, 144 belde, 63 belediye, 961 mahalle ve 2591 köyün idari merkezini temsil eden konumsal veri setleri üretilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. DOKAP Bölgesine ait yerleşim birimleri haritası

Proje kapsamında önemli işlem adımlarından birisi nüfus ve sosyo-ekonomik verilerin tespit edilmesi aşamasıdır. Bunun sebebi katı atık yer seçimi alanı olarak tespit edilen bölgenin nüfusun yoğun olan alanlardan olabildiğince uzak olması gerekliliğidir. Çevreye ve yaşayan kişilere zarar vermemesi açısından demografik yapının konumundan uzak noktalarda katı atık alanlarının seçilmesi önemli bir kriterdir. Proje kapsamında olan 8 ilde ait nüfus verileri 2015 yılına ait istatistiklere bağlı olarak tespit edilmiştir. Tüm illerin mahalle, il, ilçe, köy durumlarına bağlı olarak Google Earth programı üzerinden yerleşim noktaları tespit edilmiş ve TÜİK 2015 verileri tüm il, ilçe konumsal verilerine sözel veriler olarak eklenmiştir. Bu noktada birçok problemle karşılaşmıştır. Özellikle belirli bir idari sınır haritasının olmamasından dolayı bazı noktalarda kayıklıklar meydana gelmiş, uzun uğraşlar sonucunda bu problemler çözümlenerek veri katmanı şeklinde nüfus verisi düzenlenmiştir (Şekil 4).

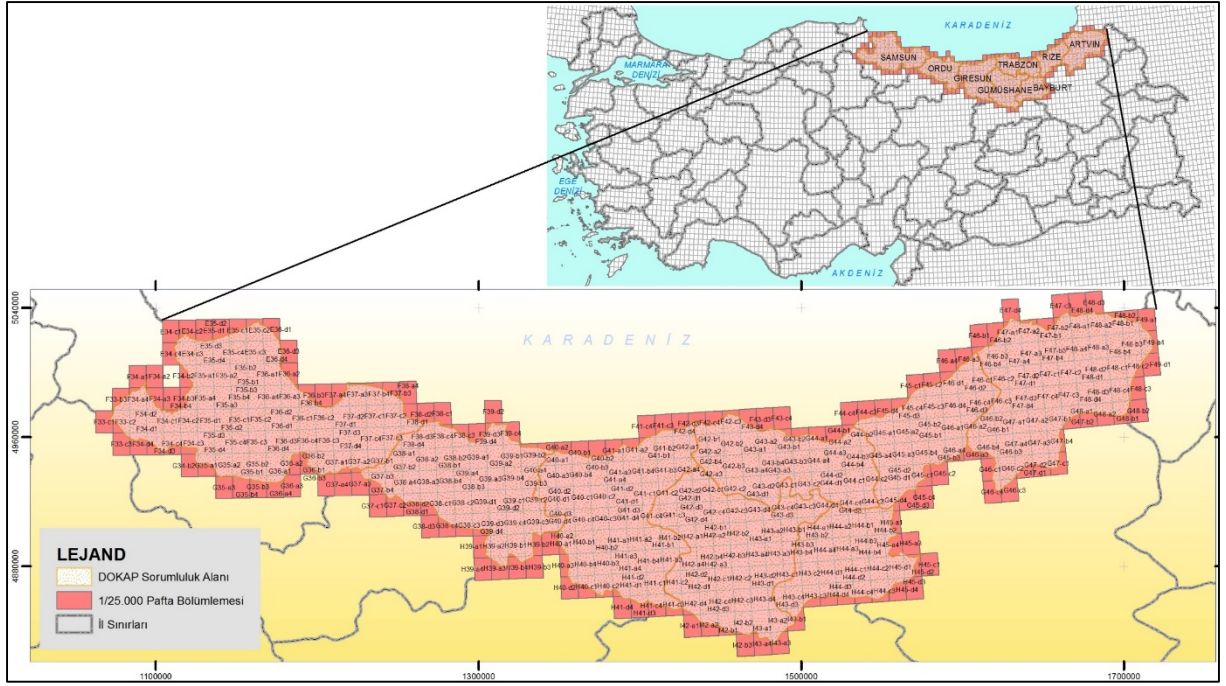


Şekil 4. DOKAP Bölgesi yerleşim birimleri haritası (nüfusa göre sınıflandırılmış)

Proje, bünyesinde barındırdığı iller bakımından kendine has özellikleri bulunan, ülkenin yeşil doğasının büyük bir bölümünü içeren Karadeniz illerinde yürütülmesi bakımından da oldukça önemlidir. Yeşil doğasının bozulmaması veya en az tahribat ile etkilenmesi noktasında katı atık bertaraf alanlarının ve alternatif yakma, kompost&maddesel geri kazanım noktalarının tespit edilmesi açısından da ele alınması önemli bir durumdur. Ayrıca doğası ve turizmi açısından da uğrak yeri niteliğinde olan DOKAP Bölgesi Türkiye nüfusunun da büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Yürütülen bu proje kapsamında 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarına ait nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ten temin edilmiştir. Son beş yıla ait nüfus verileri her il için ve her ilçe için köy, mahalle, ilçe bazında yapılan nüfus sayımı sonuçlarına dayalı olarak tespit edilmiştir. Uzun uğraşlar sonucunda belirlenen idari sınır haritası üzerinden tespit edilen yerleşim birimlerine nüfus verileri entegre edilmiş ve coğrafi veritabanı içerisine eklenmiştir. Akabinde nüfus yoğunluğu haritası, elde edilen veriler kullanılarak üretilmiştir (Şekil 5).







Şekil 6. DOKAP Bölgesine ait pafta indeks haritası (1:25 000)

Bölgeye ait yükseklik paftaları, toplam 435 adet, 1/25B ölçeğinde, ArcInfo-Export (.e00) formatında, ED50 datumunda, UTM projeksiyon sisteminde dijital olarak sağlanmıştır. Bu haritalar, 1/25 000 ölçeğinde hazırlanmış standart topografik haritalarda yer alan eşyüksekti eğrilerinin sayısallaştırılmasıyla elde edilen vektör haritalardır. Bu haritalar projenin temel altlık veri/bilgileri niteliğindedir.

Gerek satın alma gerekse protokol usulüyle temin edilen veriler daha önceden oluşturulmuş olan veritabanı içine entegre edilmek üzere “\*.shp” formatında veritabanında tek bir standartta UTM-6trb projeksiyon sisteminde bütünleştirilmiştir.

Tüm bölgeye ait veriler özellikle idari sınır ve yerleşim merkezi anlamında temin edilmiştir. Koordinat ve projeksiyon farklılığından dolayı ortaya çıkan kayıklıkların giderilmesi için laboratuvar süreci tamamlanmıştır ve veritabanına entegre işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tüm veriler veritabanında bütünleştirildikten sonra tek bir koordinat sisteminde analize sokabilmek üzere coğrafi koordinat sistemine dönüştürülmesi gerçekleştirilmiştir. Bu noktada tüm veriler bütün bölgeyi esas alacak şekilde, büro çalışması yürütülerek



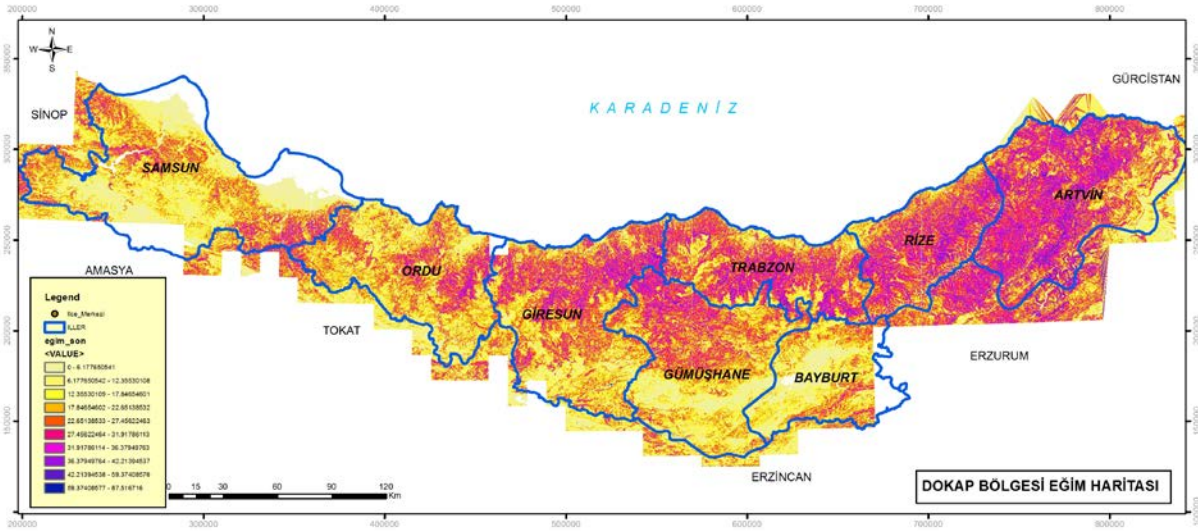
Lambert Conformal Conic projeksiyonuna dönüştürülerek veritabanına eklenmiştir. Bu bağlamda Harita Mühendisliği Bölümü Jeodezi anabilim dalı öğretim üyesi Doç. Dr. Faruk Yıldırım'dan yardım alınmıştır. Bölgeyi en iyi ifade edebilecek parametreler tespit edilmiş ve sonuç olarak projeksiyon sistemi tanımlanmıştır.

Çalışma dosyalarının veri boyutları (bellek) dikkate alındığında, elektronik ortamdaki çalışmaları daha esnek gerçekleştirebilmek için bölge düzeyinde değil, öncelikle il bazında paftaların bütünleştirilmesi yoluna gidilmiştir. Daha sonraki süreçte, tasarlanan veritabanına göre dijital topografik verilerin işlenmesi işlemine geçilmiştir.

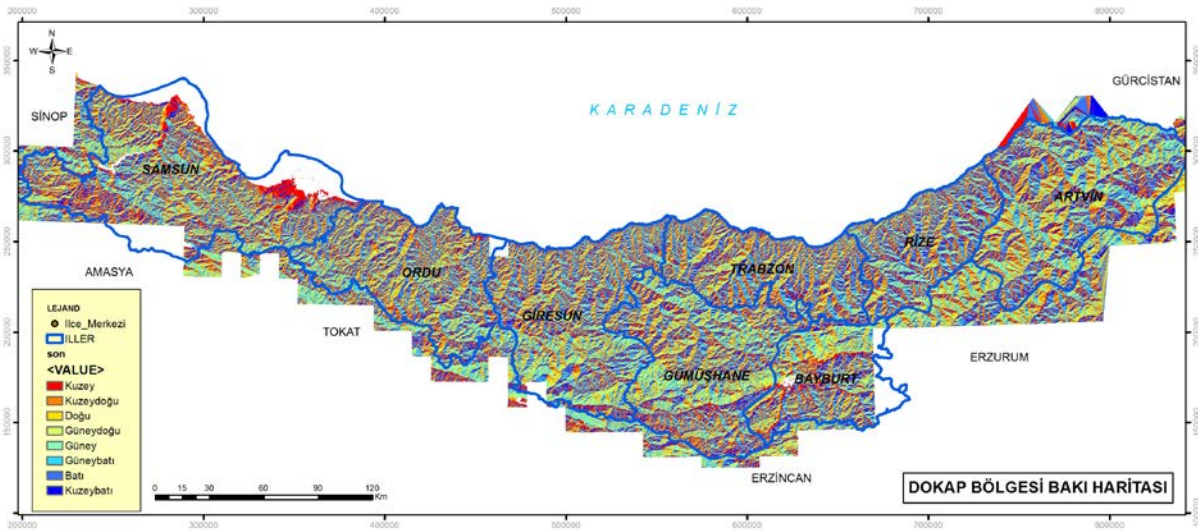
### 3.3. Sayısal Yükseklik Modeli, Eğim ve Bakı Veri Gruplarının Üretilmesi

Proje kapsamındaki illere ait topografyayı temsil eden veri setleri, HGK'dan sağlanan 1:25B ölçekli dijital eşyüksekti verilerinden üretilmiştir. Konumsal veri yönetiminde veri işlemede zorluk yaşanmaması için, proje kapsamındaki illere ait eşyüksekti verileri, 1:100B'lik pafta boyutlarına göre ayrı ayrı dosyalarda bütünleştirilmiştir.

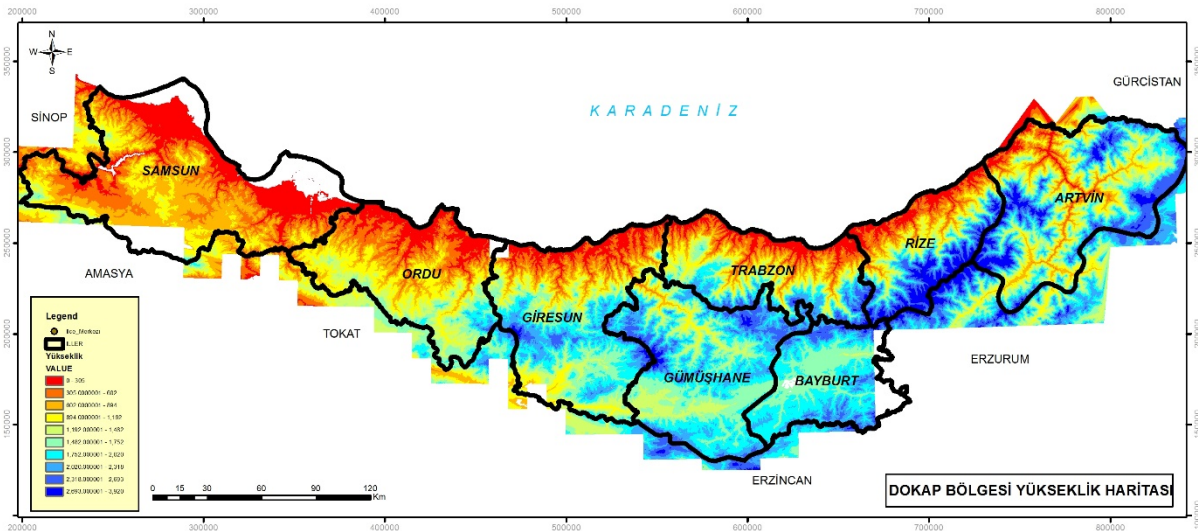
Eşyüksekti verileri tasarlanan veritabanına göre YUKS ile ifade edilen çizgi konumsal veri setlerinde yönetilmektedir. ArcGIS Konumsal Analiz fonksiyonu Terrain kullanılarak SYM üretilmiş ve grid temsile dönüştürülerek SAYM olarak ifade edilen veri setlerinde temsil edilmiştir. SAYM olarak ifade edilen Sayısal Yükseklik Modeli, slope ve aspect konumsal analiz fonksiyonları kullanılarak, arazinin eğimini temsil eden EGIM ve arazinin yönünü ifade eden BAKI grid temsilli konumsal veri setleri üretilmiştir (Şekil 7, 8, 9).



Şekil 7. DOKAP Bölgesine ait eğim haritası



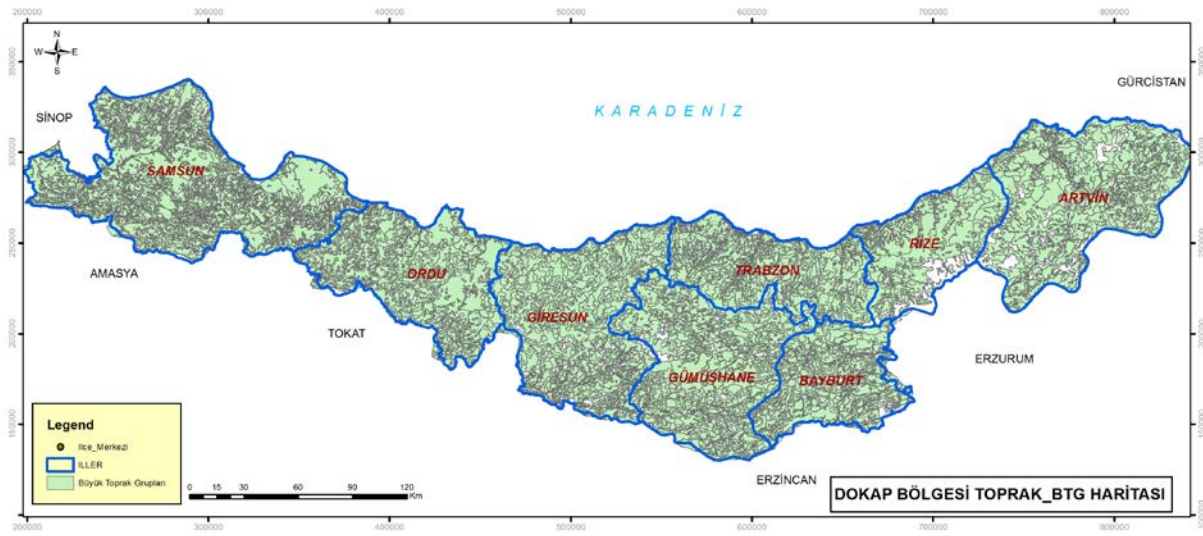
Şekil 8. DOKAP Bölgesine ait bakı haritası



Şekil 9. DOKAP Bölgesine ait sayısal yükseklik modeli haritası

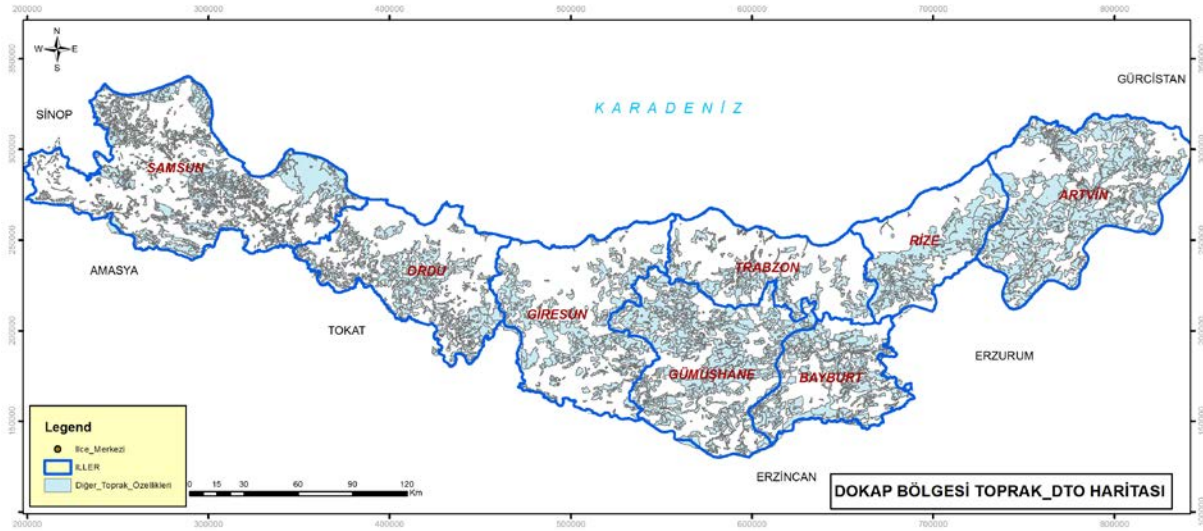
### 3.4. Toprak Haritalarının Üretilmesi

“Toprak” adı altında toplanan bilgiler şunlardır: Büyük toprak grubu (BTG), şimdiki arazi kullanım şekli (SAKS), arazi kullanım kabiliyet sınıfı (AKKS), arazi tipi (AT), tarım arazi sınıfı (TAS) ve alt sınıf (AT). Arazi kullanım kabiliyet sınıfları sekiz adettir. Bu sınıflar toprak zarar ve sınırlandırmalarına göre I. sınıftan VIII. sınıfa kadardır. İlk dört sınıf arazi, iyi bir toprak idaresi altında, yöreye adapte olmuş kültür bitkileri ile orman, mera ve çayır bitkilerini iyi bir şekilde yetiştirme yeteneğine sahiptir. V., VI. ve VII. sınıflar adapte olmuş yerli bitkilerin yetişmesine elverişlidir. V. ve VI. sınıflarda, toprak ve su koruma önlemleri alındığında bazı özel bitkilerde yetişebilir. VIII. sınıf arazilerde çok etkin ve pahalı ıslah çalışmaları ile ürün alınabise dahi, mevcut piyasa koşullarında elde edilecek ürün yatırım harcamalarını karşılayamaz. DOKAP bölgesine ait toprak verileri Şekil 10-14’de gösterilmiştir.

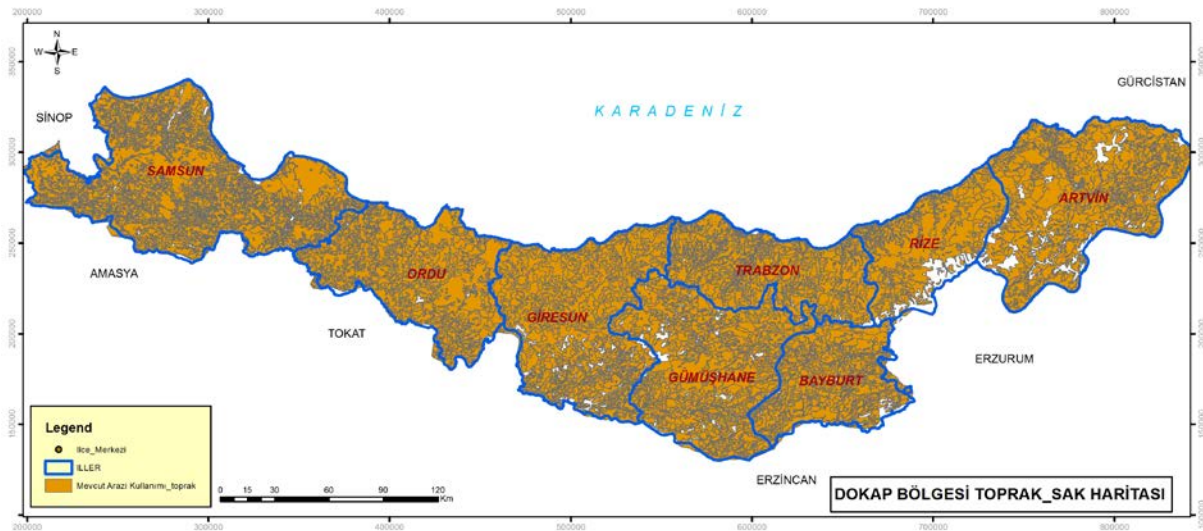


Şekil 10. DOKAP Bölgesine ait büyük toprak grubu (BTG) haritası

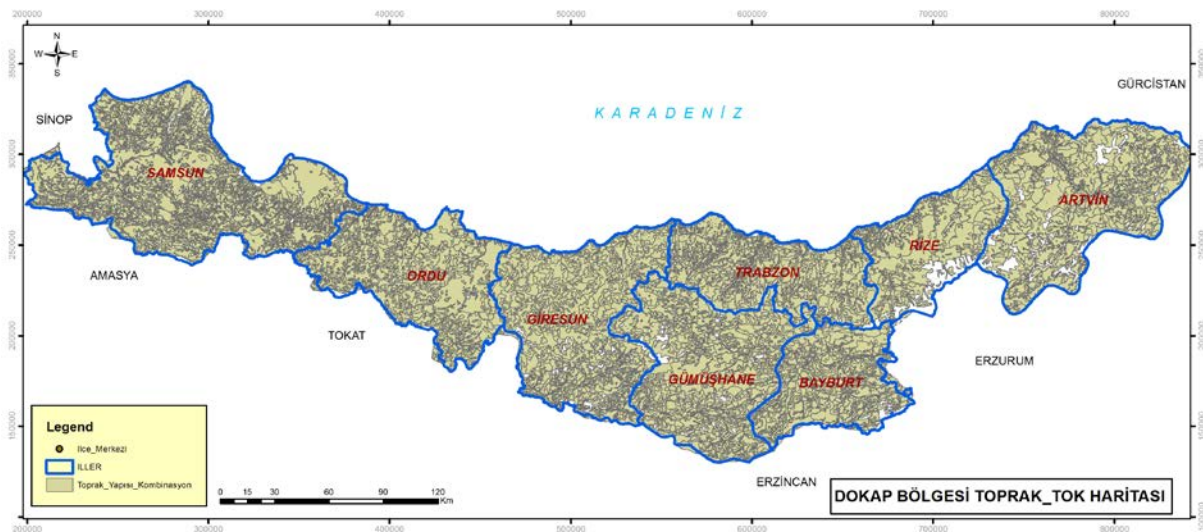




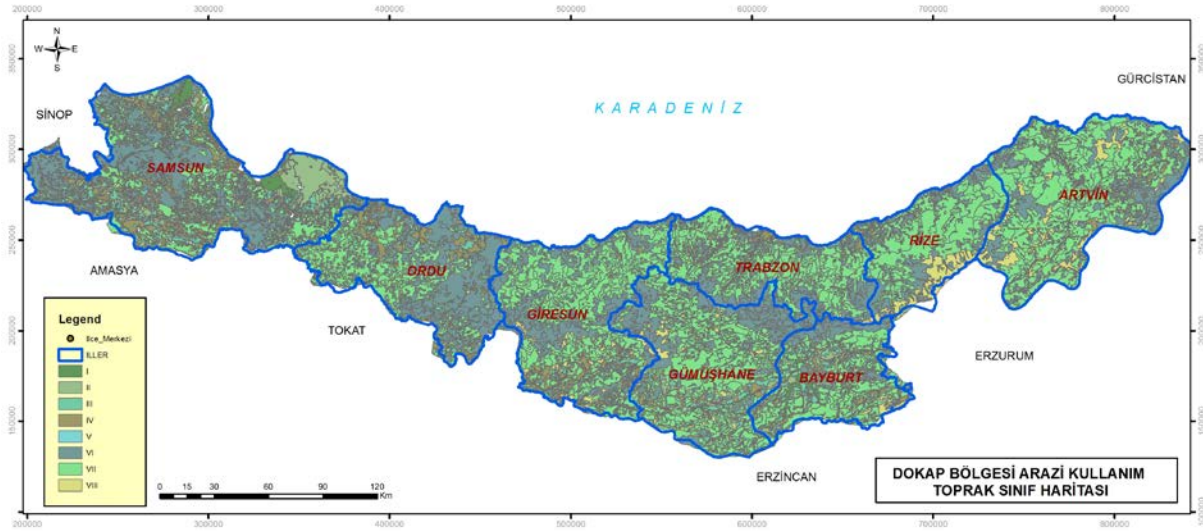
Şekil 11. DOKAP Bölgesine ait diğer toprak özellikleri (DTO) haritası



Şekil 12. DOKAP Bölgesine ait mevcut arazi kullanımı (SAK) haritası



Şekil 13. DOKAP Bölgesine ait eğim-derinlik kombinasyonu (TOK) haritası

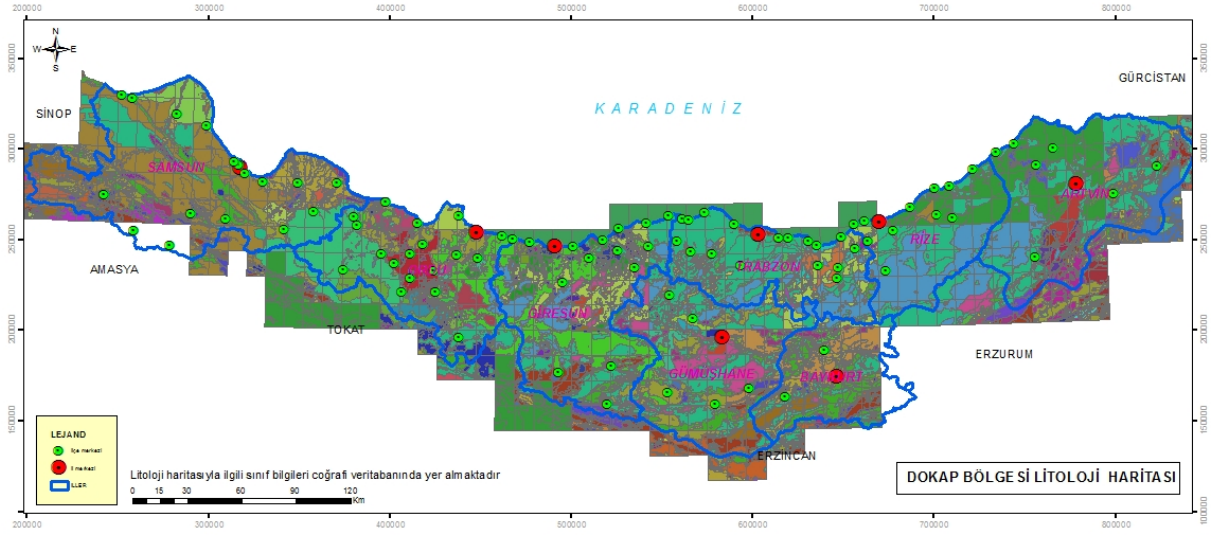


Şekil 14. DOKAP Bölgesine ait arazi kullanım kabiliyet sınıfları (AKKS) haritası

### 3.5. Jeoloji Haritalarının Üretilmesi

Projenin gerçekleşmesi için gerekli olan bir diğer önemli veri katmanı bölgenin Jeolojik yapısını gösteren harita altlıklarıdır. Bu altlıklar MTA kaynaklı 1/25.000 ölçekli dijital haritalardan yararlanılarak ve yapılan muhtelif sayısallaştırmalar neticesinde elde edilmiş ve üretilen jeolojik poligon verileri litolojik bilgilerle bütünleştirilerek, hazırlanan coğrafi veri tabanına ilave edilmiştir. Hazırlanan jeoloji veri katmanı daha sonra gerekli sonuçlara ulaşmak adına bölge için üretilen diğer veri katmanları ile konumsal analizlere tabi tutulmuştur. Şekil 15’de bölgenin temel jeolojik yapısını gösteren Litolojik Haritası verilmiştir.

Bölgenin genel jeolojik yapısı, Pontid tektonik zonuna bağlı olup, Jura-Pliyosen zaman aralığında gelişmiş Pontid-Elbruz ada yayı dizisinin bir parçasıdır. Çalışma bölgesi Bölgesi Kaledoniyen, Hersiniyen ve Alpin orojenilerinin etkisinde kalmıştır. Bölgede Alpin yaşlı volkanizma Jurada başlar ve Üst Kretase-Eosen zamanlarında çok şiddetli ve yaygın bir şekil alır. Jura başında Doğu Pontidler'in güneyinde Kuzey Anadolu Tetisi açılmaya başlamıştır. Alt Kretase başında Kuzey Anadolu Tetis kabuğunun Pontidler'in altına dalmaya başladığını gösteren açık veriler vardır.



Şekil 15. DOKAP bölgesine ait litoloji haritası

### 3.6. Arazi Örtüsü Haritalarının Üretilmesi

Proje bölgesi arazi örtüsü itibarıyla çok zengin bir yapıya sahipken topografya açısından ise meyilli ve engebeli bir bölgedir. DOKAP Bölgesinin arazi örtüsü genel olarak benzer özellikler göstermesine rağmen çay, fındık ve ekili tarım bitkilerinden dolayı 3 bölüme ayrılabilir. Ordu ilinden Trabzon'un Of ilçesine kadar sahil kesimlerinde ağırlıklı olarak fındık tarımı yapılırken, Of ilçesinden Artvin ili de dahil olmak üzere çay tarımı ağırlıklı yapılmaktadır. Samsun ili genelinde ise ekili tarım söz konusudur. Ordu ve Giresun illerinde oldukça geniş ve homojen yapıda fındık bahçeleri bulunabilirken, Trabzon ilinde ise homojen olmayan daha küçük fındık bahçeleri vardır. Bu nedenle Ordu-Giresun bölgesini içine alan uydu görüntüsü için eğitim (sınıflandırma) verisinin araziden toplanması oldukça kolay olmuştur, buna karşılık Trabzon iline karşılık gelen uydu görüntüsü için ise homojen yapıda fındık bahçesi bulmak oldukça güç olmuştur. Rize Artvin bölgesinde ağırlıklı olarak bulunan çay bitkisi, diğer ağaç türlerinin arasında yetişebilmesi nedeniyle homojen yapıda çay oldukça azdır. Bu nedenle homojen yapıda çay bahçesi tespit ederek eğitim verisinin alınması güç olmuştur.

Bölgede, denize yakın yerlerde çalılık, meşe, kestane, gürgen gibi ağaç türleri ile fındık ve çay bahçeleri bulunmakta, bunların içerisinde ayrıca meyve ve sebze yetiştirilmektedir. Yüksek kesimlerde ise; iğne yapraklı ağaç türü olan ladin, köknar ve

sarıçam; geniş yapraklılardan kayın; bunların dışında ise mera, açık toprak ve kayalık alanlar bulunmaktadır. Arazi örtüsü sınıfları belirlenirken, bölgedeki küçük meyve ve sebze bahçeleri, fındık ve çay alanları içerisinde değerlendirilmiştir. Ayrıca, tarım alanı olup üzerinde herhangi bir ürün bulunmayan bahçeler ise açık toprak sınıfı içerisine dahil edilmiştir. Bölgede fındık ve çayın dışında yapılan elma, armut, kiraz, fasulye, mısır, patates, lahana, vb. tarımsal faaliyetler, küçük bahçelerde ve ticari amaçtan ziyade bölge halkının kendi geçimini sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Bu bahçelerin bir özelliği de genellikle bölge halkının evlerine yakın olması, çay ve fındık bahçelerinin içerisinde yetiştirilmeleridir (Şekil 16). Bu durum topografyadan dolayı parçalı bir görüntü veren tarımsal faaliyetleri daha da karmaşık duruma getirmektedir.

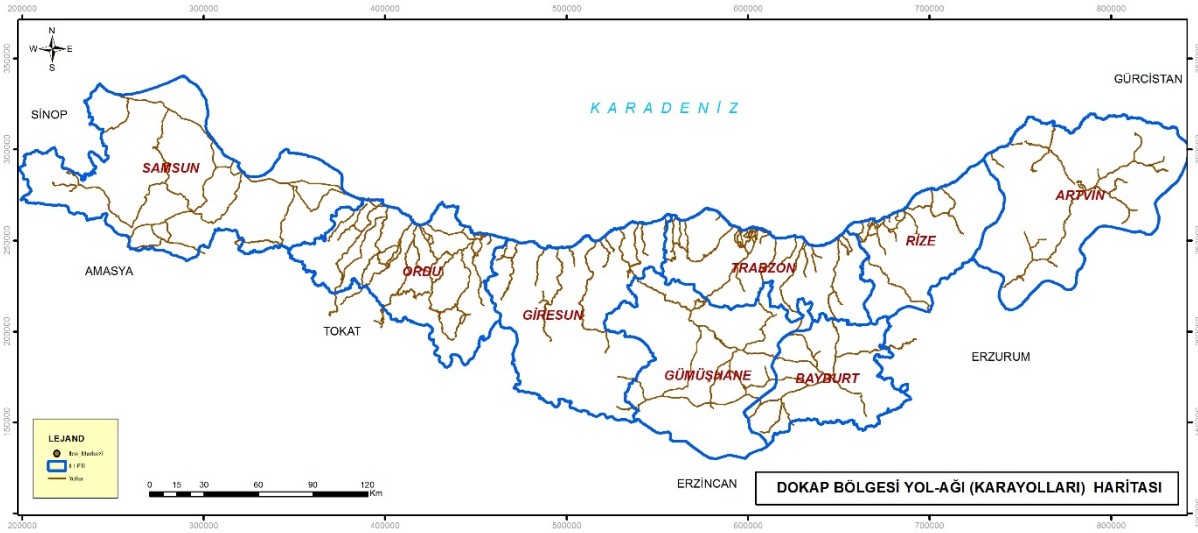
Çalışma Bölgesinin yüksek kesimlerindeki arazi örtüsü birbirine oldukça fazla benzemektedir. Çay ve fındık bitkilerinin yetiştirilmediği yüksek kesimlerde ormanlar, mera ve kayalık alanlar bulunmaktadır. Orman alanları geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık geniş olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Denize yakın alanlarda geniş yapraklı ağaç türleri (çalılık, gürgen, kestane, vb.) karmaşık bir yapıya sahip olduğundan ormanlık alanlarla ilgili eğitim verilerinin tespiti güç olmuştur. Yüksek kotlu yerlerde yetişen bazı geniş yapraklı ağaç türlerinin (gürgen, meşe) toplu halde ve geniş alanlara yayılması nedeniyle bu bölgelerde eğitim verisinin toplanması daha etkin olmuştur. Daha çok rakımı 1500m'nin üstünde yetişen iğne yapraklı ağaç türüne ait eğitim verileri, bu türün toplu halde olması nedeniyle rasyonel olmuştur. Tespit edilen eğitim alanlarının irdelenmesi sonucu bazı geniş yapraklı türde (p173r032 nolu çerçeve-Trabzon ilinin olduğu görüntü) gölgelik ve parlaklığın etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle gölgelik ve parlaklıklardan etkilenen sınıflar, ikiye bölünmüştür. Bu tür sınıflar gölgelik ve parlak alanlar olarak ikiye ayrılarak sınıflandırılmıştır.



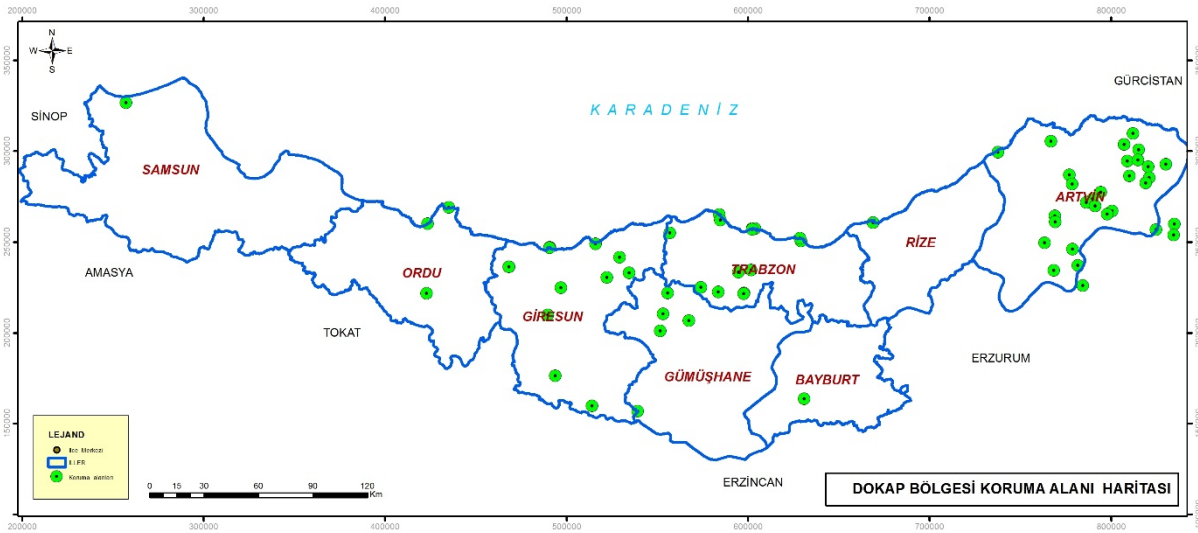




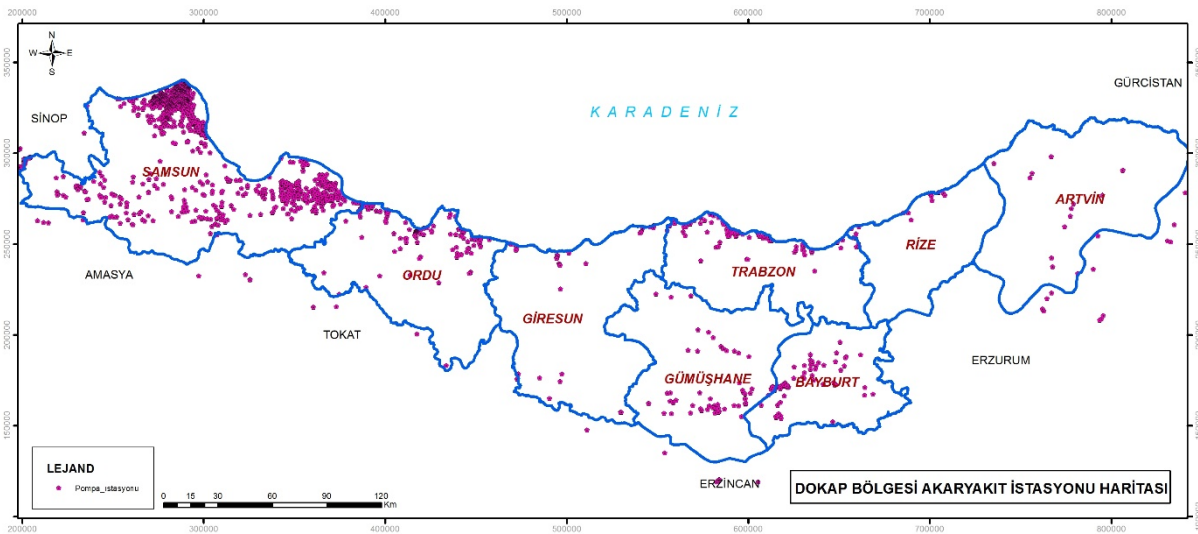




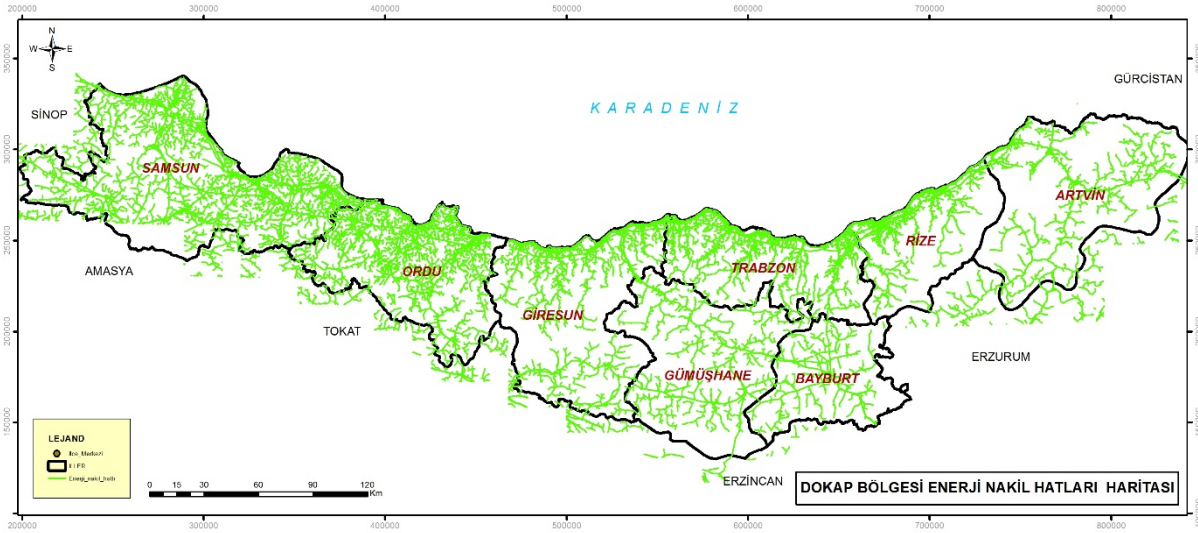
Şekil 19. DOKAP Bölgesine ait yol haritası (karayolları sorumluluğundaki yollar)



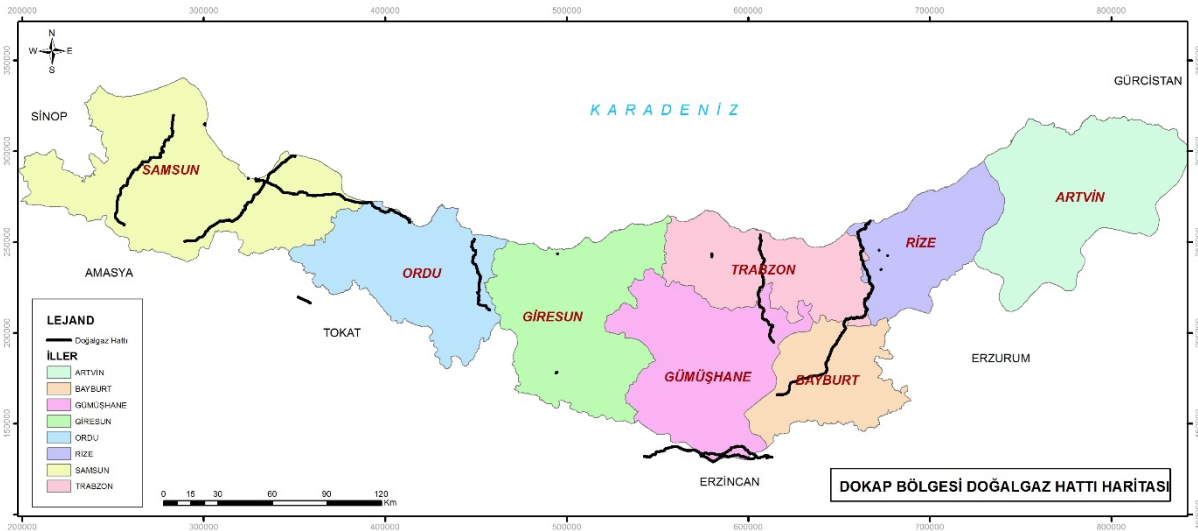
Şekil 20. DOKAP Bölgesine ait koruma alanları haritası



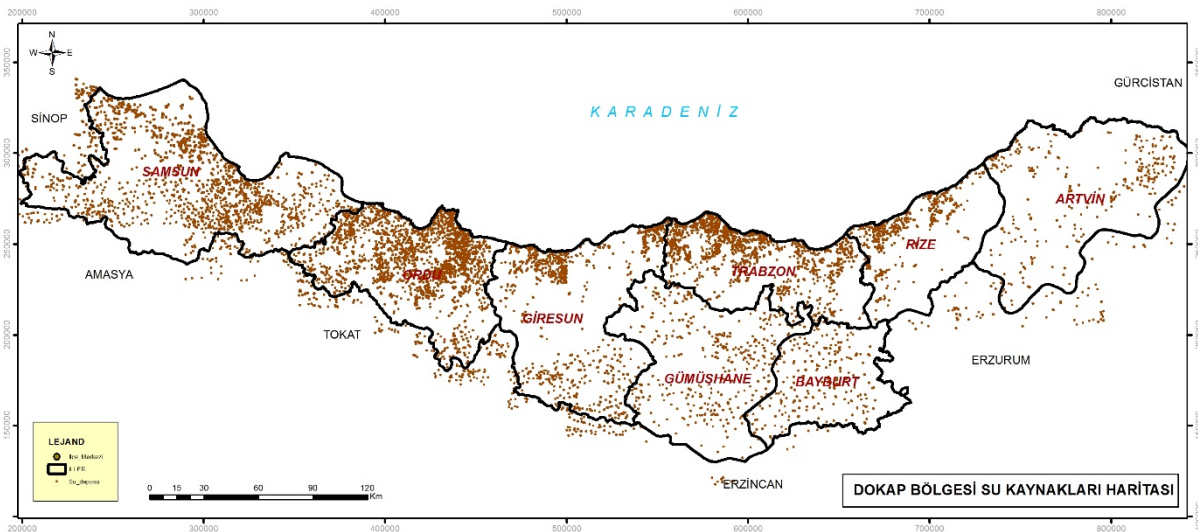
Şekil 21. DOKAP Bölgesine ait akaryakıt istasyonları haritası



Şekil 22. DOKAP Bölgesine ait enerji nakil hattı haritası



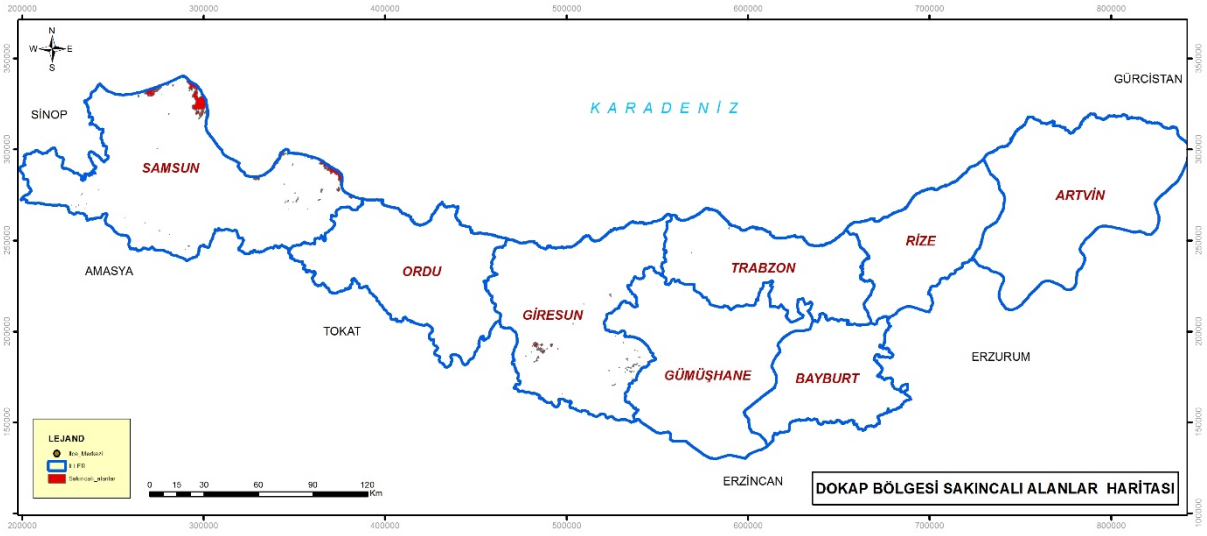
Şekil 23. DOKAP Bölgesine ait doğal gaz iletim hattı haritası



Şekil 24. DOKAP Bölgesine ait su kaynakları haritası







Şekil 28. DOKAP Bölgesine ait sakıncalı alanlar haritası

## 4. Faktör ve Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

### 4.1. Yer Seçimine Etki Eden Faktörler

Bu proje çalışması kapsamında katı atık depolama tesisi, kompost&maddesel geri kazanım ve yakma tesisleri yer seçimi uygulaması çalışma bölgesindeki 8 ilde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda yer seçimine etki eden faktörler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

DÜKADA yer seçimi noktasında iki aşama ele alınmıştır.

#### **Birinci aşamada (a)** Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik

Sınırlandırmaları (Md. 15) (Resmi Gazete Tarihi: 26.03.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27533), Türkiye'nin Avrupa Birliği sürecinde olması sebebiyle Avrupa Birliği(EU)'da katı atık alanı tespiti kriterleri (EPA), Dünya Sağlık örgütü (WHO)'nün belirlediği kriterler, dünya bankasında ele alınan kriterler, Türkiye'nin katı atık konusundaki yasa-yönetmelik ve 10. kalkınma planı, dikkate alınarak çalışma kapsamında kullanılacak faktörler belirlenmiştir.

**İkinci aşamada ise (b)** Düzenli depolama alanlarının tespiti konusunda ulusal ve uluslararası yapılan akademik çalışmalar, uygulamalar, organizasyonlar, kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri tarafından yayımlanan raporlar incelenmiştir ve elde edilen değerler kullanılarak yer seçim kriterleri tespit edilmiştir.

#### 4.1.1. Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik Sınırlandırmaları

Atıkların düzenli depolanmasına yönelik yasal mevzuat kapsamında değerlendirmeler yapılmış, mevzuatta belirtilen sınırlandırmalar için ayrı ayrı konumsal veri katmanları tanımlanmış; bu sınırlandırmalara karşılık gelen ilgili konumsal ve sözel veriler veri toplama yöntemleri ile elde edilmiştir

Yönetmeliğe göre dikkate alınması gereken sınırlandırmalar şu şekilde özetlenebilir;

- Yerleşim birimlerine uzaklık,
- Hava ulaşım güvenliği,
- Orman alanları ve ağaçlandırma alanlarına uzaklık,
- Flora – fauna alanlarına uzaklık,
- Yeraltı ve yüzey sularına uzaklık,
- Jeolojik, jeoteknik durum,
- Topoğrafik yapı,
- Hidrojeolojik durum,
- Taşkın, heyelan, çığ, erozyon ve yüksek deprem riski,
- Yağış durumu,
- Doğal veya kültürel miras durumu,
- Çizgisel mühendislik yapılarına (boru hattı, enerji nakil hattı vb.) uzaklık,
- Toprak kalitesi,
- Mevcut maden ve taş ocakları,
- İçme suyu havzaları,
- Rekreasyon ve mesire yerleri,

#### 4.1.2. Yer Seçimi Faktörlerinin Belirlenmesi İçin Literatür Çalışması

Yer seçimi faktörlerinin tespiti ve faktör ağırlıklarının tespit edilmesi için ele alınması gereken bir diğer konu yönetmeliğe ek olarak katı atık yer seçimi konusundaki ulusal ve uluslararası akademik çalışmalardır. Yapılan literatür çalışmalarına bağlı olarak seçim kriterleri olarak nelerin kullanıldığı, aynı zamanda bu kriterlerin yer seçimine olan faktör ağırlıklarının neler olduğu belirlenebilmektedir. Ayrıca bu çalışmaların yapılması, düşünülen uygulamalar açısından kolaylık sağlamada da oldukça avantajlar sağlamaktadır.

Genel olarak bakıldığında katı atık depolama alanı yer seçimi, çevresel, sosyolojik, ekonomik ve teknik anlamda birçok faktörün birlikte değerlendirilmesi gereken zor, karmaşık ve uzun bir süreçtir (Chang et al. 2008). Katı atık depolama alanlarının yer seçiminde, bio-fiziksel çevre ve ekolojik yapının önemli ölçüde etkilenmesi söz konusu olduğundan, çevresel faktörler oldukça önemlidir (Sumathi et al. 2008; Kontos et al. 2005). Ekonomik faktörler ise katı atık depolama alanlarının oluşturulması, gelişimi ve

işletim süreci ile ilgilidir (Delgado et al. 2008; Kontos et al. 2005; Yesilnacar and Cetin 2007). Sosyal ve politik faktörler ise, katı atık depolama tesislerinin yer seçiminde engelleyici faktörler olarak görülmektedir. “Benim yakınımında olmasın da, nerede olursa olsun” (“not in my backyard” and “not in anyone’s backyard”) sosyal yaklaşımı karar vericiler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Tuzkaya et al. 2008; Chang et al. 2008; Lin and Kao 2005; Nas et al. 2010).

Bu proje çalışmasında, faktörlerin, faktör ağırlıklarının ve alt kriter uygunluklarının tespiti için 23 adet bilimsel çalışma ve farklı kuruluşlara ait raporlar irdelenmiştir (Tablo 10). Ayrıca Türkiye bağlamında modelin daha gerçekçi sonuçlar verebilmesi için yapılan çalışmalar incelenmiş ve özellikle mevcut durumda kullanılan katı atık depolama alanlarının ortaya çıkardığı sorunlar araştırılmıştır. Bu çalışmalarda, literatüre bağlı olarak tespit edilen faktörlerin uygunluğu, bu faktörlerin yer seçimi işlemine etki derecesi ve ayrıca alt kriterlerin uygunluk dereceleri değerlendirilmiştir. Bu faktörlerin katı atık depolama yönetmeliği içindeki faktörleri de kapsadığı görülmektedir.

Tablo 10. Katı atık depolama alanları yer seçimi için etkili faktörler

Literatür Matrisi	Makaleler																							Toplam			
	Al Yaqout et al. (2001)	Cheng et al. (2003)	Al-Jarrah et al. (2006)	Javaheri et al. (2006)	Sener et al. (2006)	Chang et al. (2006)	Akbari et al. (2008)	Nas et al. (2008)	Ersoy et al. (2008)	Sumathi et al. (2009)	Wang et al. (2009)	Guişin et al. (2009)	Sharifi et al. (2009)	Şener et al. (2010)	Moehaddini et al. (2010)	Aragones-Beltran et al. (2010)	Nas et al. (2010)	Ekmeçoğlu et al. (2010)	Eskandari et al. (2012)	Gorsevsk et al. (2012)	Korucu et al. (2012)	Cora (2014)	Beskese et al. (2015)		Eskandari et al. (2015)	Mohammed (2016)	
Yerleşim alanlarına uzaklık		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22
Yollara uzaklık		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	22
Akarsulara uzaklık		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21
Eğitim			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19
Arazi kullanımı/örtüsü		*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	19
Yüzey suları (göl, baraj vb.)		*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	18
Jeoloji	*		*	*	*				*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14
Koruma alanlarına uzaklık			*							*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9
Fay hatlarına uzaklık							*		*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9
Su kuyularına uzaklık						*	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9
Havalimanlarına uzaklık			*		*				*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6
Enerji hatlarına uzaklık			*		*										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6
Yeraltı Suyu	*			*								*						*	*					*	*	*	6
Atık üretim merkezine uzaklık	*			*					*			*							*		*		*	*	*	*	6
Tarımsal alanlara uzaklık		*					*	*										*			*		*	*	*	*	5
Tarihi alanlara uzaklık		*					*	*								*							*	*	*	*	5
Boru hatlarına uzaklık			*		*										*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	5





çalışmaları için yetersiz kalmaktadır (Yomralıoğlu vd., 2002). Diğer bir yandan, konumsal verinin yerel, bölgesel, ulusal ve uluslararası ölçekte kullanılması önemli bir gereksinim haline gelmiştir. Karar verme sürecine katkı sağlayarak, zaman ve emek yönünden bilgi kaybını önleyecek bir yapının oluşturulabilmesi için farklı ölçeklerdeki bu verilerin bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, konumsal verilerin birlikte çalışılabilirliği olarak ifade edilen, Coğrafi/Konumsal Veri Altyapısı (KVA, SDI-Spatial Data Infrastructure) kavramı ortaya çıkmıştır. Avrupa Komisyonu'nun kontrolünde 2001 yılından itibaren faaliyetlerin başlayan Avrupa Birliği Konumsal Veri Altyapısı (Infrastructure for Spatial Information in Europe) (INSPIRE) girişimi, Avrupa konumsal veri altyapı çalışmalarında yönlendirici bir rol oynamayı hedeflemektedir. INSPIRE Yönergesi'nde coğrafi verinin tekrarlı üretimini önleyecek, veri kalitesini sağlayacak, veri ve bilginin etkin kullanımını arttıracak standartların kabul edilmesi gerektiği de vurgulanmaktadır. INSPIRE kapsamında İdari Birim, Topoğrafya, Ulaşım, Arazi Örtüsü, vb. tanımlanan 34 farklı coğrafi veri grubu için standartların tasarlanması hedeflenmekte, 27 Avrupa ülkesi için de bu modele göre konumsal verilerin üretimi ve paylaşımı hedeflenmektedir (Aydınöğlu, 2009).

Yürütülen bu projede gerçekleştirilen konumsal veritabanı tasarımında Türkiye için Avrupa Birliğine uyum sürecinde ortaya koyulan standartlar da dikkate alınmıştır. Bu gereksinimler doğrultusunda ve oluşturulacak modelin etkinliğinin artırılabilmesi için yer seçimine etki eden faktörler ve bu faktörlerin geçiş zorluklarını ifade eden alt faktörler ilgili standartlara göre oluşturulmuştur. Faktörlerin tespit edilmesi noktasında daha önce de belirtildiği üzere ilgili yasa-yönetmelik, akademik çalışmalar, raporlar vs. birçok çalışma incelenmiştir. Faktörlerin tespit edilmesinden sonra bu faktörlerin yürütülmekte olan proje kapsamındaki hedefe yönelik neye katkı sağlayacağına karar verilmiş ve ağırlık değerleri tespit edilmek üzere yöntemler belirlenmiştir.

### 4.3. Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

#### 4.3.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKV)

ÇKKV yöntemleri farklı çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri barındıran alternatifler arasındaki karmaşıklığın analiz edilmesinde etkileşimli ve esnek bir araçtır. CBS ile ÇKKV tekniklerinin birleştirilmesi, çoklu ve karmaşık yapıya sahip kriter ve nesnelerin

çeşitli alternatiflerinin değerlendirilmesinde kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. Bu yöntem, seçilen kriterler (faktörler ve limitler) doğrultusunda alternatiflerin oranlanıp karşılaştırılması suretiyle bilgilerin entegrasyonunu sağlamaktadır. Bu durum, mekâna ve özniteliğe ilişkin pek çok kriter dolayısıyla aynı anda analize girecek çok sayıda değişkenin koordineli bir şekilde ortak yönetilmesi anlamına gelmektedir (Kesgin ve Ersoy, 2006; Anavberokhai, 2008). ÇKKV yöntemi en çok tercih edilen tek bir seçeneği tanımlamak, seçenekleri sıralamak, bir sonraki detaylı değerlendirme için sınırlı sayıda seçeneği belirlemek ya da kabul edilemeyen olasılıklardan kabul edilebilir olanı ayırmak için kullanılabilir (Şener, 2004).

ÇKKV problemleri genellikle altı bileşenden oluşur:

- Karar vericinin ulaşmak istediği hedef ya da hedefler,
- Karar vericilerin değerlendirme kriteri ile ilgili olarak tercihlerini karar verme sürecine katması,
- Değerlendirme kriterleri (amaçlar ve/veya fiziksel nitelikler),
- Karar alternatifleri,
- Kontrol edilemeyen (bağımsız) değişkenler ya da doğal özellikler (karar ortamı),
- Her bir alternatif nitelik çifti ile ilgili sonuçlar.

Genel olarak yapılan literatür çalışmaları doğrultusunda yer tespiti çalışmalarında kullanılan en etkin ÇKKV olarak tespit edilmiş, AHY ve bu yöntem içinde de en etkin kriter ağırlıklandırma yöntemi olarak ikili karşılaştırmalar yöntemi (pairwise comparison method) kullanılmaktadır (Atkinson vd. 2005).

Genel olarak yapılan literatür çalışmalarına bakıldığında ÇKKV yöntemleri içerisinde, katı atık yer tespit çalışmalarında Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY), Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi (BAT) ve TOPSİS Yöntemi oldukça sık kullanılmaktadır. Yürütülen bu çalışma kapsamında; katı atık bertaraf yer seçimi için Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Kompost& Maddesel geri kazanım ve Yakma Tesisi içinse Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi kullanılmış, ilgili analizler yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

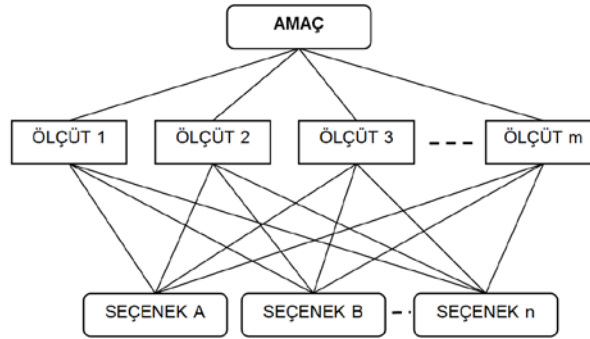
### 4.3.2. Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY)

AHY, gruplara ve bireylere, karar verme sürecindeki nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı veren güçlü ve kolay anlaşılır bir yöntemdir (Saaty, 1994). AHY her sorun için; amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır. Karışık, anlaşılması güç veya yapılaşmamış sorunlar için genel bir yöntemdir ve üç temel prensip üzerine kurulmuştur;

1. Hiyerarşilerin oluşturulması,
2. Üstünlüklerin belirlenmesi,
3. Mantıksal ve sayısal tutarlılık.

Hiyerarşinin tüm parçaları birbirleri ile ilgilidir ve bir faktördeki değişimin diğer faktörleri nasıl etkilediği kolayca görülebilir. Karar verici bu yöntemle birçok veri türünü bir araya getirilebilir, performans seviyelerindeki farklılıkları birbirine uygun hale getirilebilir ve farklı gözükten nesnelere arasında karşılaştırma yapılabilir.

Analitik hiyerarşi modelinde; hiyerarşinin en üstünde bir amaç, bu amacın altında sırasıyla kriterler, alt-kriterler ve seçenekler vardır (Şekil 29).



Şekil 29. Basit bir AHY modeli

Proje kapsamında DÜKADA alanları yer seçimi, sürecinde hangi faktörlerin kullanıldığı ve ilgili faktörlerin ağırlıkları Tablo 11 ve Tablo 12’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Yer tespitini etkileyen faktör, alt faktör ve ağırlıkları

Faktörler	Düzenli Katı Atık Depolama Yer Seçimi	Kompost Tesisleri Yer Seçimi	Yakma Tesisleri Yer Seçimi
Yerleşim alanlarına uzaklık	✓		✓
Akarsulara uzaklık	✓		✓
Ana arter yollara uzaklık	✓		
Eğim / baki	✓		✓
Arazi kullanımı/örtüsü (orman, tarım vb)	✓		✓
Yüzey suları (göl, baraj vb.)	✓		✓
Aquifer alanlarına uzaklık	✓		✓
Jeoloji / litoloji	✓		
Su kuyularına uzaklık	✓		✓
Koruma alanlarına uzaklık	✓		✓
Fay hatlarına uzaklık	✓		
Havalimanlarına uzaklık	✓		
Nüfus yoğunluğu	✓		✓
Demiryollarına uzaklık	✓		
Yağmur, rüzgâr ve iklimsel şartlar	✓		
Sanayi tesislerine uzaklık	✓		
Doğal kaynaklara uzaklık	✓		✓
Kıyı çizgisine uzaklık			
Enerji hatlarına uzaklık	✓		
Boru hatlarına uzaklık	✓		
Atık su hatlarına uzaklık	✓		
Sulama kanallarına uzaklık	✓		
Toprak (AKKS)	✓	✓	✓
Heyelan bölgelerine uzaklık	✓		
Flora/fauna alanlarına uzaklık	✓	✓	✓
Taşınmaz değeri / Kamulaştırma	✓		
Mülkiyet	✓		
İdari sınırlar	✓		
Sağlık tesislerine uzaklık	✓	✓	
Eğitim merkezlerine uzaklık	✓	✓	
DÜKADA alanlarına uzaklık		✓	✓

Tablo 12. Faktör ağırlıkları

Faktörler / Alt Faktörler	Ağırlık (%) / Puan
<b>Arazi Kullanımı</b>	<b>15</b>
Yoğun Orman*	∞
Sezonluk Tarım	2
Tarım Alanları	1
Sulak Alanlar*	∞
Kayalık Alanlar	5
Açık Alanlar	6
Yerleşim Alanları*	∞
Diğer	10
<b>Eğim</b>	<b>10</b>
0-5	10
5-10	8
10-15	5
15-20	3
>20	1
<b>Jeoloji</b>	<b>10</b>

En Uygun Alanlar	10
Uygun Alanlar	6
Uygun Olmayan Alanlar	1
Sakıncalı Alanlar*	∞
<b>Akarsu</b>	<b>20</b>
0-500	∞
500-1000	1
1000-2000	2
2000-3000	6
>3000	10
<b>Altyapı( Boru Hattı, Enerji Hattı, Atıksu vb.) **</b>	-
0-300*	∞
>300	10
<b>Fay Hattı/ Flora ve Fauna **</b>	-
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Toprak</b>	<b>10</b>
I. Sınıf Toprak – Çok İyi Tarım*	∞
II. Sınıf Toprak	1
III. Sınıf Toprak	2
IV. Sınıf Toprak	4
V. Sınıf Toprak	5
VI. Sınıf Toprak	6
VII. Sınıf Toprak	9
VIII. Sınıf Toprak	10
<b>Yol</b>	<b>10</b>
0-300	∞
300-500	10
500-1000	8
1000-1500	6
1500-2000	4
2000-5000	2
>5000	1
<b>Göl-Baraj</b>	<b>20</b>
0-1000	∞
1000-2000	1
2000-3000	5
>3000	∞
<b>Heyelan</b>	<b>5</b>
Aktif Heyelan Alanları*	∞
Potansiyel Heyelan Alanları	1
Eski Heyelan Alanları	2
<b>Demiryolu, Kıyı Çizgisi**</b>	-
0-500*	∞
>500	10
<b>Okul, Hastane, Limanlar**</b>	-
0-500*	∞
>500	10
<b>Doğal Kaynaklar( Su, Enerji, Jeolojik)**</b>	-
0-500*	∞
>500	10
<b>Koruma Alanları, Aküferler, Yerlerim, Turizm**</b>	-
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Nüfus</b>	-
0-1000	10
1000-5000	5
5000-25000	4
25000-50000	3
50000-100000	2
>100000	1

Uygunluk sınıflandırması 1'den 10'a kadar yapılmıştır. Kesin engel olarak tanımlanan faktörler  $\infty$  ile simgelenmiştir. 1 en az uygun, 10 değeri ise en uygun alanları simgelemektedir. Bu ağırlıkların tespitinde DOKAP Bölgesinin hassasiyetleri ve mevcut durumda kullanılan katı atık depolamada yaşanan sorunlar sürece dahil edilmiştir. Katı atık depolama alanı yer seçimi alanlarını etkileyen faktör ve alt faktörler Tablo 11'de gösterilmektedir. Bu tabloya bakıldığında örneğin yerleşim alanlarına, aquifer alanlarına, fay hatlarına ve koruma alanlarına 1000 m., yüzey sularına, doğal kaynaklara, okul hastane gibi alanlara 500 m. mesafedeki yerler de kesin engel olarak tanımlanmıştır (Tablo 12) (Yang et al. 2008; Wang et al. 2009; Moeinaddini et al.2010; Zamorano et al. 2008; Nas et al. 2010; Yang et al. 2008; Sadek et al. 2006; Sumathi et al. 2008; Gemitzi et al. 2007; Sener et al.2010). Yürütülen proje kapsamında katı atık bertaraf alanlarının tespiti noktasında analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır. Proje kapsamında temin edilen ve kullanılan veriler tablodaki değerlerle birlikte puanlandırılmış ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak faktör ağırlıkları tespit edilmiştir. Elde edilen faktör ağırlıkları akabinde raster yüzey analizinde kullanılmış ve her ile ait katı atık bertaraf alanları tespit edilmiştir.

#### 4.3.3. Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi

Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi (BAT), ÇKKV yöntemleri içinde en çok kullanılan yöntemlerinden biridir ve herhangi bir karar probleminde karar vericinin değerlendirmek istediği olası çözüm kümesiyle tanımlanan bir gerçek fayda fonksiyonu kuramına dayanır. Yöntem, eklemeli fayda varsayımı ile tanımlanır ve her bir seçeneğin toplam değeri; ölçüt değerleri ve ağırlıklarına bağlı olarak elde edilen toplam değere eşittir. Buna göre, bir  $A_i$  seçeneğinin bütünleşik değeri için;

$$A_{SAW} = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j \quad (i=1,2,3,..,m)$$

Burada:

$A_{SAW}$  : n adet ölçütü bir arada değerlendiren bir fayda fonksiyonu

$a_{ij}$  : i. seçeneğin j. ölçütünün değeri

$w_j$  : j. ölçütün ağırlığı



BAT yönteminde, herhangi bir seçeneğin bütün öznelik değerleri göz önünde bulundurularak toplama ve çarpma gibi düzenli işlemler kullanılmaktadır. Projenin ikinci ve üçüncü aşaması olan yakma ve kompost&maddesel geri kazanım alanlarının tespit edilmesi noktasında basit ağırlıklı toplam yöntemi kullanılmıştır. Herbir faktör birbiri arasında önem derecesine göre sıralanmış ve analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda tüm bölgeye ait kompost ve yakma tesisi alternatif noktalar belirlenmiştir.

#### 4.3.4. TOPSİS Yöntemi

Çoklu karar vermede, kriterler arası çatışma durumu nedeniyle ideal çözüme ulaşmak genelde mümkün olmadığından bir "uzlaşık" çözümden bahsedilir. ÇKKV yöntemlerinin bir kısmı, ideale olabildiğince yaklaşık olan bir çözüme ulaşmaya çalışan "Uzlaşma (Compromising) Modeli"ni kullanırlar (Zeleny, 1982). Hwang ve K. Yoon tarafından geliştirilen " ideal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği" (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution TOPSIS) ideal alternatife görelî yakınlığı en fazla olan alternatifi seçme mantığına dayalıdır (Hwang ve Yoon, 1981).

Literatürde TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilen bertaraf tesisi çalışmaları mevcuttur. Ancak yürütülen bu projede TOPSIS yöntemi analiz için ele alınmamıştır.

#### 4.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

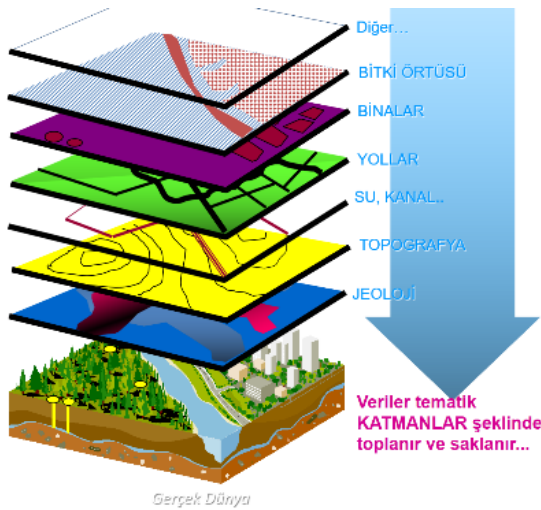
Yer seçim problemleri, farklı disiplinlerin bir araya getirdiği karmaşık yapıdaki konuma dayalı grafik ve grafik olmayan verilerin toplanmasını, dijital ortamda depolanmasını, sunulmasını ve analiz edilmesini gerektirmektedir. Büyük veri kitlelerinin bu şekilde analiz edilerek, sonuçların hızlıca alınabilmesi günümüzde CBS teknolojileri ile mümkün olabilmektedir. Yomralıoğlu'na (2009) göre, CBS konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir.

CBS teknolojilerinde son yıllarda yaşanan hızlı gelişmeler ve bu teknolojilerin çok farklı disiplinler tarafından etkin olarak kullanılmaya başlanması, CBS ile ilgili birçok tanımın

yapılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda CBS ile ilgili çeşitli tanımların yapıldığı birçok kaynak literatürde mevcuttur.

CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar; donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerdir (Yomralıoğlu, 2009). CBS'den etkin bir şekilde faydalanabilmek, bu bileşenlerin tamamının organize bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Bu bileşenler içinde veri, en fazla zamanı ve maliyeti gerektiren bileşendir. Bazı durumlarda veri bileşeni, bütün proje maliyetinin ve zamanının %80'ini oluşturmaktadır.

Coğrafi verilerin bilgisayara aktarılması, işlenmesi ve görüntülenmesi için öncelikle söz konusu verilerin bilgisayarca anlaşılır hale dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm verilerin dijital formata dönüştürülmesi ile mümkündür. Ayrıca dijital formata dönüştürülen verilerin, bilgisayarda gerçek modeli yansıtabilmesi için konumsal veri modellerinden biri tercih edilmeli ve veri yapısı buna göre tasarlanmalıdır (Yomralıoğlu 2009). CBS veri katman yapısı Şekil 30'te gösterilmiştir.



Şekil 30. Coğrafi veri katman yapısı

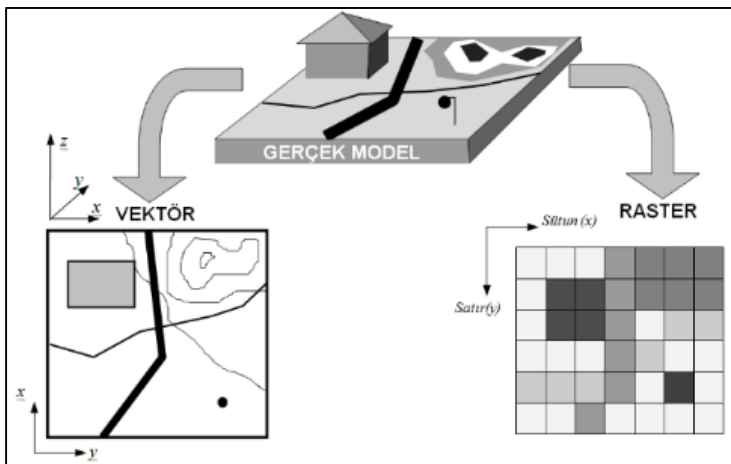
Gerçek dünyaya ait verilerin işlenmesi ve organize edilmesi sonucu uygun bir dijital veri setine dönüştürülmesi işlemi "veri modelleme" olarak adlandırılır. CBS'de konumsal veri organizasyonlarında raster ve vektör modeller en çok kullanılan modellerdir.

Diğer bir açıdan bakıldığında son yıllarda CBS ile ÇKKV yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. ÇKKV yöntemleriyle tespit edilen faktör

ağırlıkları CBS teknolojileri kullanılarak analiz edilmekte dolayısıyla ÇKKV-CBS entegre çalışmalar gerçekleştirilmek, CBS teknolojileri oldukça avantaj sağlamaktadır.

Yürütülen bu proje kapsamında ÇKKV yöntemleri kullanılarak katı atık, yakma ve kompost alanlarının tespit edilmesi noktasında kullanılacak ağırlıklar belirlenmiş, analiz için kullanılacak verilere entegre edilmiş, bu veriler raster veri modeline dönüştürülmüş ve CBS teknolojileriyle analiz edilerek maliyet yüzey haritaları elde edilmiştir.

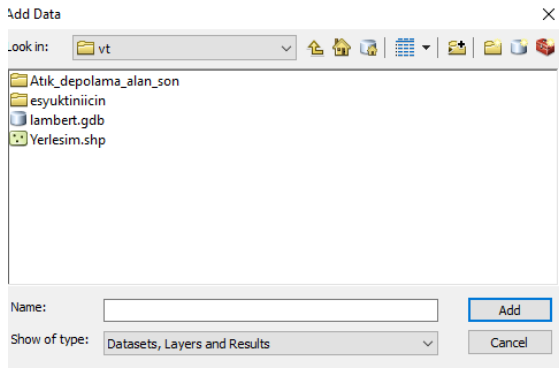
Raster Veri Modeli; gerçek dünyayı temsilde düzgün dağılımlı pikseller kullanır (Longley vd., 2001). Fotoğraf özelliğine sahip bir gösterim şekli olan raster veri modelinde herhangi bir görüntü bütünü piksel adı verilen seri haldeki kare şeklinde küçük kutucuklardan ya da grid'lerden oluşur (Şekil 31). Gridler aynı boyutta olup, farklı renkte olabildikleri gibi, birbirini izleyen herhangi bir rengin tonları şeklinde de olabilir (Yomralıoğlu, 2009). Her bir piksel içinde bulunan bilgi, bilgisayarda belirli kodlarla (sayılar/harfler) kaydedilir. Başka bir deyişle grid ağı, elemanları pikseller olan bir matris olarak düşünülür. Her bir piksel satır ve sütun numarası ile koordinatlandırılır. Raster gösterimde, farklı özellik gösteren coğrafi varlıklar arasında, vektörel gösterimdeki gibi bir sınır olmayıp, sürekli bir gösterim söz konusudur. Farklı özelliklerin ayrımı, komşu piksellerin farklı renk değerleri veya tonlamasıyla olur. Dolayısıyla her bir piksel taşıdığı özelliği yansıtmak ve diğer özelliklerden ayırt etmek üzere farklı renk koduna sahiptir. Raster gösterimde, hassasiyet piksel boyutuna göre değişen ayırma veya çözünürlük gücü ile ölçülür. Piksellerin arazideki gerçek boyutuna yersel çözünürlük denilmektedir (Yomralıoğlu, 2009).



Şekil 31. Raster veri modeli

#### 4.5. Proje Kapsamında Konumsal Veri Setlerinin Bütünleştirilmesi

Projenin bu bölümünde gerek katı atık bertaraf alanları gerekse de yakma ve kompost tesislerinin tespiti noktasında yapılması planlanan yöntemler tespit edilmiştir. Akabinde veriler belirlenmiş ve gerek kurumlardan temin edilmesi gereken veriler gerekse de proje çalışanları tarafından büro ortamında üretilmesi gereken tüm veriler sağlanmış ve konumsal veritabanı içerisine eklenmiştir. Eksiklikleri ve yanlışlıkları giderilen veriler veritabanı içerisinde bütünleştirilerek raster analizler için hazır duruma getirilmiştir (Şekil 32).

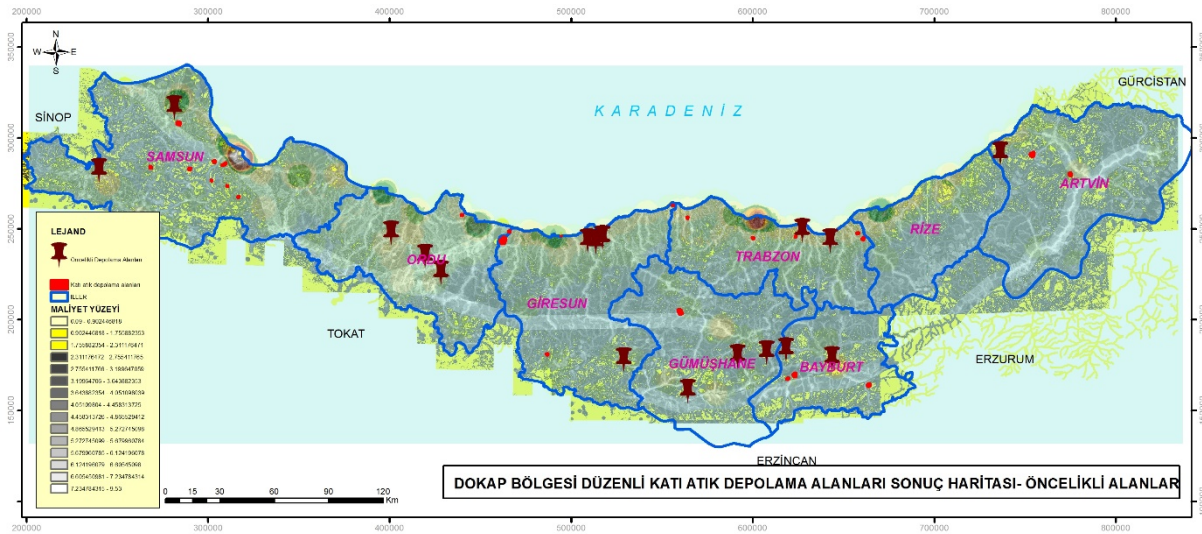


Şekil 32. Veritabanı görünümü



## 5.1. DOKAP Bölgesi Düzenli Katı Atık Depolama Alanlarının Tespiti

Katı atık depolama yer seçimi süreci uzun ve karmaşık bir süreçtir. Ancak bu durumu ortadan kaldırmak için ÇKKV yöntemleri kolaylık sağlamaktadır. Tespit edilecek noktaların uygun oluşu hem yapılacak analizler doğrultusunda tespit edilebilir hem de maliyet analizleriyle sağlanabilir. Katı atık bertaraf noktalarının tespit edileceği alanlarda meydana gelecek maliyetin en aza indirilmesi, kamulaştırma maliyeti ve taşıma maliyetlerinin azaltılmasıyla paraleldir. Kısacası taşıma maliyeti ve kamulaştırma maliyetinin en az olacağı noktaların tespit edilmesi katı atık alanlarında meydana gelecek maliyetin azalmasına katkıda bulunacaktır. Bu proje kapsamında gerçekleştirilen katı atık bertaraf alanlarının tespiti çalışmasında üretilen raster tabanlı maliyet yüzey haritası ile her ile ait olası katı atık alanları ve her ile ait kesin kullanılabilir alanlar tespit edilmiştir. Tüm iller bağlamında değerlendirme yapıldığında toplamda 42 katı atık bertaraf noktası belirlenmiştir (Şekil 34).



Şekil 34. DOKAP Bölgesi düzenli katı atık depolama tesisleri için uygun alanlar

İl il değerlendirme yapıldığında Samsun ilinde 10, Ordu ilinde 5, Giresun ilinde 8, Trabzon ilinde 7, Gümüşhane ilinde 4, Bayburt ilinde 5, Artvin ilinde 3 arazi noktası katı atık bertaraf tesisi için uygun görülmüştür. Ancak bu noktalar olası DÜKADA alanlarıdır. Her il için gerek kurumlarla yapılan görüşmeler gerekse de proje ekibinin yaptığı toplantılar ile arazi koşullarının değerlendirilmesi ile birlikte her ile ait 2 önemli katı



atık noktası tespit edilmiş, sondaj/jeolojik/sismik ölçüm ve değerlendirmelerin yapılacağı noktalar belirlenmiştir. Bu tespitite, maliyet yüzeyi haritasından el de edilen piksel bazlı uygunluk değerleri süreçte yorumlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda Rize ili için düzenli katı atık depolama tesisi olabilecek nitelikte kriterleri sağlayan **birinci derece** uygun alanlar tespit edilememiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda **Samsun ilinde öncelikli 2 katı atık bertaraf alanı belirlenmiştir. Bunlar Samsun ili Vezirköprü ilçesi Avdan Mahallesi ve Samsun ili Bafra ilçesi Aktekke Mahallesi'dir.** (Şekil 35).

FID	Shape *	OBJECTID	Il	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta
0	Polygon	6	Samsun	Bafra	Aktekke	2	uygun çalışacak alan	8604.997823	4839849.37859	Kurum_sondaj_öncelikli_2
1	Polygon	12	Samsun	Havza	Hecimli	1		4279.767814	1280794.75906	Kurum_tarafından iptal
2	Polygon	15	Samsun	Canik	Tuzaklı	1		2830.073151	484328.109344	Kurum_tarafından iptal
3	Polygon	19	Samsun	Canik	Hacınaipli	2	Eğim	3233.946773	656687.624308	Kurum_tarafından iptal
31	Polygon	57	Samsun	Bafra	İkizpınar_Darboğaz	1		6773.299973	3016239.91432	Kurum_tarafından iptal
32	Polygon	58	Samsun	Kavak	Azıklı_Civil	1		4432.434946	1273039.51961	Kurum_tarafından iptal
33	Polygon	65	Samsun	Kavak	Mahmutlu	1		3025.332524	578242.586442	Kurum_tarafından iptal
34	Polygon	67	Samsun	Atakum	Sarıyusufl	1		4573.098356	1505619.07997	Kurum_tarafından iptal
38	Polygon	75	Samsun	Vezirköprü	Avdan	1	Uygun çalışacak alan	4184.937891	1116620.21689	Kurum_sondaj_öncelikli_1
39	Polygon	76	Samsun	Merkez	Gürgendağ	1	Mevcut Depolama alanı	6505.207828	1973048.76066	Mevcut Depolama alanı

Şekil 35. Samsun ili olası katı atık bertaraf noktaları

**Ordu ilinde öncelikli olarak 3 katı atık bertaraf noktası belirlenmiştir. Bunlar Ordu ili Kumru ilçesi Esence Köyü, Ordu ili Gököy ilçesi İçyaka Köyü, Ordu ili Gürgentepe ilçesi Işıktepe Köyü'dür** (Şekil 36).

FID	Shape *	OBJECTID	Il	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta
4	Polygon	20	Ordu	Gököy	İçyaka	2	Yerleşim	4188.528473	1292023.73874	Kurum_tarafından öncelikli 2
5	Polygon	21	Ordu	Kumru	Esence	1		6162.168195	2850118.90682	Kurum_tarafından öncelikli 1
6	Polygon	22	Ordu	Perşembe	Beyli	3	Yerleşim	3302.184596	810165.675911	Kurum_tarafından iptal
7	Polygon	23	Ordu	Gülyalı	Aynık	1	Havalmalı yakınlık	3305.667035	729150.561885	Kurum_tarafından iptal
30	Polygon	56	Ordu	Gürgentepe	Işıktepe	1		7456.585429	2561259.78733	Kurum_tarafından öncelikli 3

Şekil 36. Ordu ili olası katı atık bertaraf noktaları

**Giresun ilinde öncelikli olarak 4 katı atık bertaraf noktası tespit edilmiştir. Bunlar; Giresun ili Espiye ilçesi Ağalık Madeni, Giresun ili Yağlıdere ilçesi Ömerli Köyü, Giresun ili Espiye ilçesi Gebeli Köyü'dür. İlin güney kısmında ise öncelikli olarak Giresun ili Şebinkarahisar ilçesi Ovacık Köyü seçilmiştir** (Şekil 37).

FID	Shape *	OBJECTID	Il	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta	NEAR_FID	NEAR_DIST
8	Polygon	24	Giresun	Praiz	Güneyköy_kestane	1		11383.312481	8742392.41433	KURUM_TARAFINDAN ÖNCELİK	111	51426.49607
9	Polygon	25	Giresun	Espiye	Karadere	2		3495.898598	679835.127575	Kurum_tarafından iptal	70	26468.351523
10	Polygon	26	Giresun	Espiye	Karadere-Ağalık	1	çibrit tarafı uygun	4429.815957	924996.15525	Kurum_tarafından öncelikli 1	70	24362.468859
11	Polygon	27	Giresun	Espiye	Gebeli	1		2606.8212	374828.108978	Kurum_tarafından öncelikli 3	70	23893.83144
12	Polygon	28	Giresun	Yağlıdere	Ömerli	1		2576.243259	462826.015244	Kurum_tarafından öncelikli 2	70	28426.516229
13	Polygon	29	Giresun	Eynesil	Alınlı	2	Yerleşim	2398.373642	302007.76569	Kurum_tarafından iptal	2	22796.941043
27	Polygon	53	Giresun	Şebinkarahisar	Ovacık	1		3333.235297	704251.483426	Kurum_tarafından öncelikli	116	3616.687863
28	Polygon	54	Giresun	Aıucra	Gürbulak	1		7327.305063	3725828.36826	Kurum_tarafından öncelikli 1_güney_ortak	82	1109.467739

Şekil 37. Giresun ili olası katı atık bertaraf noktaları

Trabzon ilinde öncelikli olarak 3 katı atık bertaraf noktası seçilmiştir. **Bunlar; Trabzon ili Araklı ilçesi Taşönü Köyü, Trabzon ili Of ilçesi Ovacık köyü, Trabzon ili Sürmene ilçesi Yeniay Mahallesidir (Şekil 38).**

FID	Shape *	OBJECTID	II	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta	NEAR_FID	NEAR_DIST
14	Polygon	31	Trabzon	Vakfikebir	Yaylacık	2	Eğim	3080.72492	581266.373605	Kurum tarafından iptal	2	12828.857923
15	Polygon	39	Trabzon	Arsin	Yolüstü	2	Yerleşim	2438.604498	383123.702567	Kurum tarafından iptal	1	35465.908338
16	Polygon	41	Trabzon	Of	Gülderen	2	Yerleşim	3486.397811	754336.200475	Kurum tarafından iptal	1	68299.031555
17	Polygon	42	Trabzon	Of	Ovacık	1		4443.926837	1271666.96182	Kurum tarafından öncelikli_2	1	71599.24527
35	Polygon	69	Trabzon	Maçka	Günay	2	Yerleşim	3419.233352	734873.577705	Kurum tarafından iptal	1	15093.269323
36	Polygon	73	Trabzon	Sürmene	Yeniay	1		3486.493983	759262.153378	Kurum tarafından öncelikli_3	1	54440.14791
41	Polygon	78	Trabzon	Araklı	Taşönü	1		2309.605516	394760.361913	Kurum tarafından öncelikli_1	1	38403.06873

Şekil 38. Trabzon ili olası katı atık bertaraf noktaları

Gümüşhane ilinde öncelikli olarak 3 katı atık bertaraf noktası seçilmiştir. **Bunlar; Gümüşhane ili Merkez Yenice Köyü, Gümüşhane ili Merkez Kazantaş Köyü ve Gümüşhane ili Kelkit Doğanca Köyü'dür (Şekil 39).**

FID	Shape *	OBJECTID	II	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta
21	Polygon	47	Gümüşhane	Merkez	Yenice	1		4077.668642	1007055.31937	Kurum tarafından öncelikli 1
25	Polygon	51	Gümüşhane	Merkez	Kazantaş	1		5965.46134	1989425.54265	Kurum tarafından öncelikli 2
26	Polygon	52	Gümüşhane	Torul	Küçükçit_Büyükçit	1		8788.365761	5039923.10175	Kurum tarafından iptal
29	Polygon	55	Gümüşhane	Kelkit	Doğanca	1		6778.237955	3436523.21196	Kurum tarafından öncelikli 3

Şekil 39. Gümüşhane ili Olası Katı atık bertaraf noktaları

Bayburt ilinde öncelikle olarak 2 nokta seçilmiştir. Bunlardan birisi halen mevcut durumda olan katı atık bertaraf noktası bir diğeri ise yeni tespit edilen noktalardır. **Hali hazırda mevcut olan katı atık bertaraf alanı Bayburt merkezdedir. İkinci olarak seçilen nokta ise Barbur il Merkez Balkaynak Köyüdür (Şekil 40).**

FID	Shape *	OBJECTID	II	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta
22	Polygon	48	Bayburt	Demirözü	Çifttaş	1		3806.924015	1049500.61316	Kurum tarafından iptal
23	Polygon	49	Bayburt	Merkez	Tomlack	1		6597.333943	2993534.16089	Kurum tarafından iptal_tarım
24	Polygon	50	Bayburt	Merkez	Kırath	1		5690.33438	2425628.57918	Kurum tarafından iptal
37	Polygon	74	Bayburt	Merkez	Merkez	1		3149.525874	659706.013131	Kurum tarafından öncelikli 1_mevcut
40	Polygon	77	Bayburt	Merkez	Balkaynak	1		5327.025671	2080766.96783	Kurum tarafından öncelikli 2

Şekil 40. Bayburt ili Olası Katı atık bertaraf noktaları

Artvin iline bakıldığında katı atık bertaraf alanı olarak seçilen noktalar 2 tanedir. **Bunlar; Artvin ili Murgul ilçesi Başköy Köyüdür. Bir diğeri ise Artvin ili Arhavi ilçesi Gürgencik Köyü'dür (Şekil 41).**

FID	Shape *	OBJECTID	II	Ilce	Koy_Mahall	Puan	Aciklama	SHAPE_Leng	SHAPE_Area	Kurum_ipta
18	Polygon	43	Artvin	Murgul	Başköy	1		7904.316206	4431996.03821	Kurum tarafından öncelikli 1
19	Polygon	45	Artvin	Arhavi	Gürgencik	1		4365.521075	1296873.83741	Kurum tarafından öncelikli 2
20	Polygon	46	Artvin	Merkez	Camlık	1		5294.814562	2048626.96367	Kurum tarafından iptal Cerrattepe

Şekil 41. Artvin ili Olası Katı atık bertaraf noktaları

Rize ili için kriterleri birinci derecede sağlayan herhangi bir katı atık depolama alanı tespit edilememiştir.

Tespit edilen alternatif alanların sayısı oldukça fazladır ancak çalışma kapsamında içlerinden en uygun ve kesin olan 2 alan tespit edilmiş (Trabzon için üç, Artvin için bir) ve çalışmalar bu alanlar için arazi sahasında yürütülmüştür. Bu alanların seçilme sebepleri arasında şehir merkezine ulaşımın kolay ve taşıma maliyetinin az olması, çevresel koşulların en uygun olmasıdır. Dolayısıyla maliyetin en aza indirgeneceği en uygun alanlar esas alınmış ve bu alanlarda jeolojik ve çevresel çalışmaların yürütülmesi amaçlanmıştır.

Yapılan analizlerde çalışma bölgesindeki iller için özellikle nüfusa bağlı maliyet yüzeyi haritaları oluşturulmuştur. Konumsal veri temini ile alınan veriler genel olarak raster yüzey analizde kullanılırken, analize katılmayan bazı konumsal veri katmanları ise oluşturulan yüzey haritası üzerinden yorumlama yapmak amacıyla kullanılmıştır. Bu katmanlar organize sanayi bölgesi katmanı, sanayi tesisleri, korunan alanlar (sit alanları), baraj koruma alanları, sakıncalı alanlar (sazlık-bataklık), flora-fauna, turizm alanları vs. katmanlarıdır. Burada esas alınan ölçüt konumsal veri katmanlarına yakın-uzak olma durumu, konumsal verinin tamamen içinde bulunup-bulunmama durumudur. En uygun alanlar bu konumsal verilerle değerlendirme sonucunda belirlenmiştir.

## 5.2. Uygun Düzenli Katı Atık Depolama Tesisi Alanları İçin Koku Analizleri

Projenin bu aşaması projenin ilk imzalanması esnasında çalışma takvimine eklenmeyen daha sonra proje kapsamına dahil edilen ve bu alanların tespit edilmesi gerekliliğini vurgulayan aşamadır. Koku analizlerinin gerçekleştirilmesi aşaması, her ile ait belirlenen katı atık bertaraf alanlarının çevreye yayacağı kötü kokuların etkilenebileceği alanları göstermektedir. Bu aşamada koku analizleri için gerekli olan temel veri; hâkim rüzgâr yönü ve bu yöne ilişkin rüzgâr şiddetidir. Öncelikle, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 2015 yılı için, günlük bazda, 20 adet istasyona ait maksimum rüzgâr şiddeti ve yönü verisi alınmıştır. Alınan bu veri incelenerek gerekli oranda

genelleştirilmiş, aylık bazda hâkim rüzgâr yönleri ve bu yöne ilişkin rüzgâr şiddetleri belirlenmiştir.

Enterpolasyon yöntemleri kullanılarak ilgili 20 istasyon verisinden her ay için rüzgâr şiddeti ve yönü için bir dağılım haritası oluşturulmuştur (IDW). Akabinde 500 m aralıklarla bölgeyi temsil edecek şekilde noktalar atılmıştır (Create Fishnet). Atılan bu noktalar üzerine IDW ile oluşturulmuş olan rüzgâr dağılım haritalarından yön ve şiddet verisi çekilmiştir (Extract Multi Values to Point). Böylece proje kapsamındaki 8 ile ait katı atık bertaraf noktalarının yaydığı kokulardan etkilenecek bölgeler tespit edilmiştir. Ayrıntılı analiz sonuçları Ek-3'de verilmiştir. İl bazında yapılan özet değerlendirmeler aşağıdaki gibidir.

#### 5.2.1. Samsun İlinin Koku Analizleri

Samsun ili için yapılan koku analizleri sonucunda **1. Alternatif katı atık alanı olan Vezirköprü- Avdan sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir;

Ocak ayı için bu bölgede hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır (Şekil 42). Ocak ayı için bölgede herhangi bir yerleşim birimi için koku oluşma olasılığı yoktur. Şubat, Mart, Haziran, Kasım ve Aralık ayları için yapılan analizlerin sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Nisan ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü kuzeybatıdır. Nisan ayı için Örencik Mahallesi 2. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Ekim ayı için yapılan analizin sonuçları Nisan ayı ile benzerlik göstermektedir. Mayıs ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü güneydir. Mayıs ayı için Yağınözü Mahallesi 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Ağustos ayı için yapılan analiz sonuçları Mayıs ayı ile benzerlik göstermektedir. Temmuz ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü kuzeydoğudur. Temmuz ayı için Avdan Mahallesi 2. dereceden, Oymaağaç Mahallesi 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Eylül ayı için yapılan analizin sonuçları Temmuz ayı ile benzerlik göstermektedir.

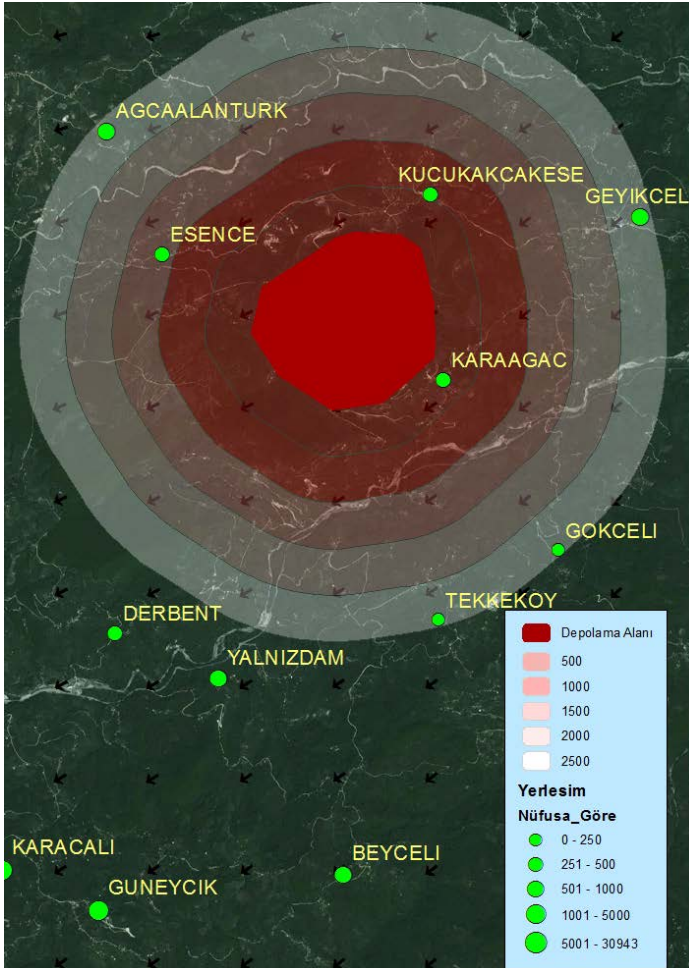






gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hakim rüzgar yönü güneybatıdır (Şekil 44). Ocak ayı için Esence mahallesi 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat, Mart, Ağustos, Ekim, Kasım ve Aralık ayları için yapılan analizler Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Nisan ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü batıdır. Nisan ayı için Esence mahallesi 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Haziran ve Temmuz ayları için yapılan analizlerin sonuçları Nisan ayı ile benzerlik göstermektedir. Mayıs ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü güneydoğudur. Mayıs ayı için Karaağaç Mahallesi 1. dereceden, Tekkeköy ve Gökçeli mahalleleri 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Eylül ayı için yapılan analiz sonuçları Mayıs ayı ile benzerlik göstermektedir.

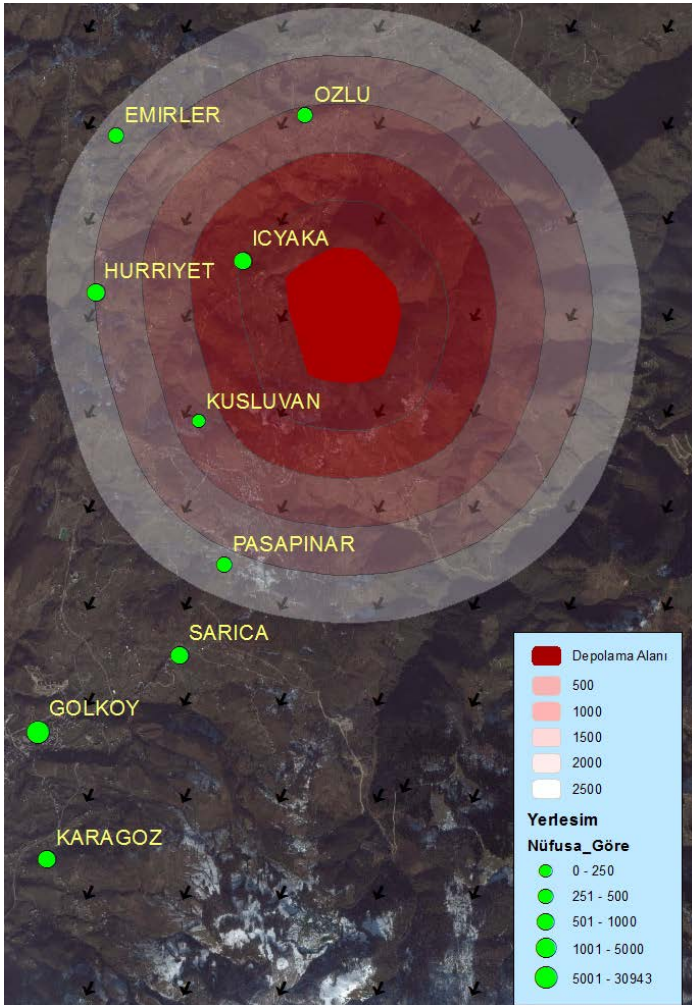


Şekil 44. Kumru - Esence sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı



Ordu ili için yapılan koku analizleri sonucunda **2. Alternatif katı atık alanı olan Gölköy-İçyaka sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

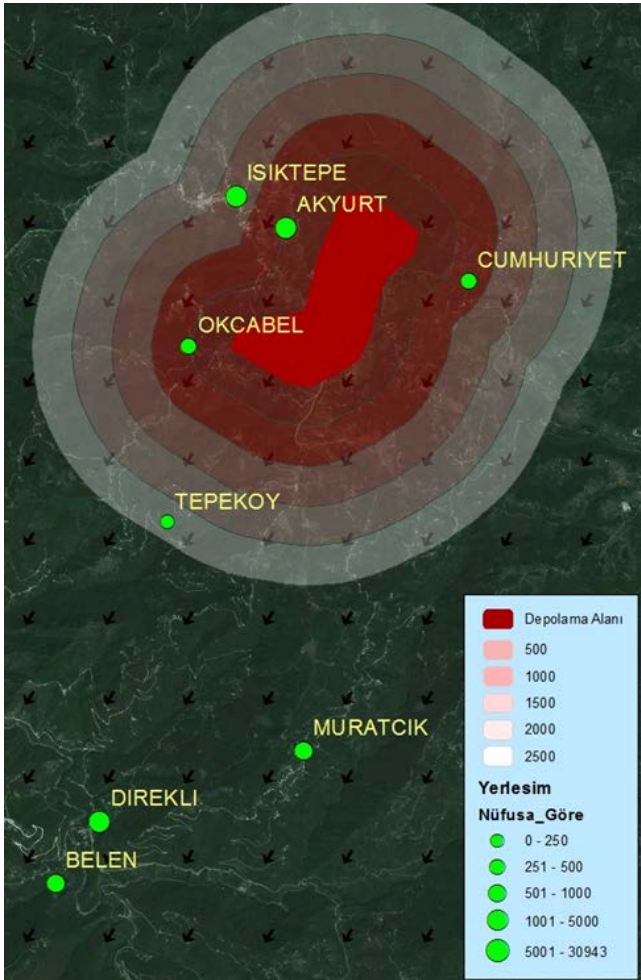
Ocak ayı için bu bölgede hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır (Şekil 45). Ocak ayı için İçyaka Mahallesi 1. dereceden, Kuşluvan mahallesi 3. dereceden, Paşapınar mahallesi 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mayıs, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım ayları için yapılan analiz sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Şubat ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü batıdır. Şubat ayı için İçyaka Mahallesi 2. dereceden, Kuşluvan mahallesi 3. dereceden, Hürriyet mahallesi 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mart, Nisan, Haziran, Eylül ve Aralık ayları için yapılan analiz sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 45. Gölköy - İçyaka sahası Ocak ayı hakim rüzgâr yönü ve koku yayılım dağılımı

Ordu ili için yapılan koku analizleri sonucunda **3. Alternatif katı atık alanı olan Gürgentepe-Işıktepe sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır (Şekil 46). Ocak ayı için Akyurt mahallesi 1. dereceden, Okçabel mahallesi 2. dereceden, Tepeköy 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mayıs ve Aralık ayları için yapılan analiz sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Şubat ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü batıdır. Şubat ayı için Akyurt mahallesi 1. dereceden Okçabel mahallesi 2. dereceden, Işıktepe mahallesi 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mart, Nisan, Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım ayları için yapılan analiz sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir. Eylül ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü güneydir. Eylül ayı için Tepeköy 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır.

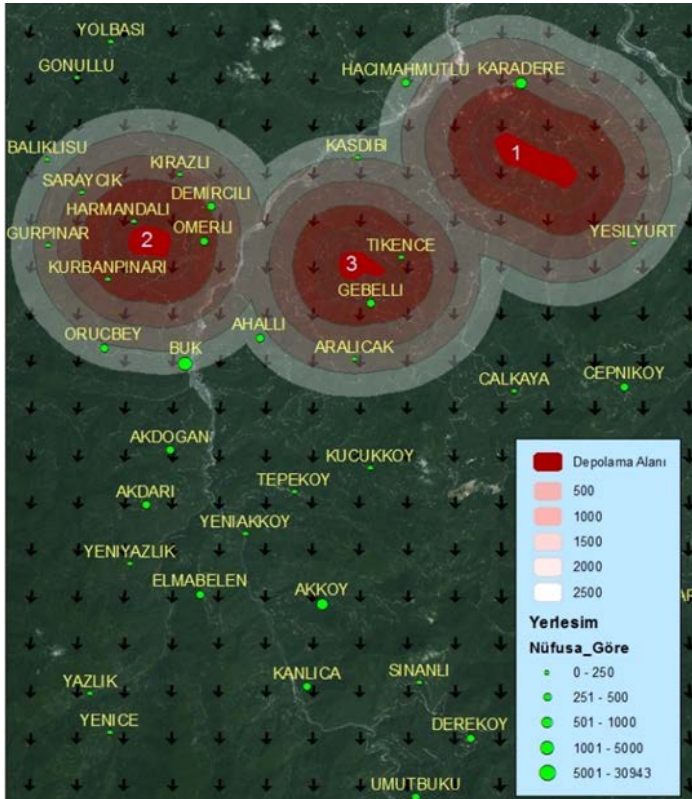


Şekil 46. Gürgentepe-Işıktepe sahası Ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

### 5.2.3. Giresun İlinin Koku Analizleri

Giresun ili için yapılan koku analizleri sonucunda **1. Alternatif katı atık alanı olan Espiye-Ağalık Madeni sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için rüzgârın hâkim yönü güneydir (Şekil 47). Ocak ayı için koku oluşma olasılığı taşıyan bir yerleşim birimi yoktur. Şubat ayı için rüzgârın hâkim yönü batıdır. Şubat ayı için koku oluşma olasılığı taşıyan bir yerleşim birimi yoktur. Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos ve Ekim ayları için yapılan analiz sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir. Temmuz ayı için rüzgârın hâkim yönü güneydoğudur. Temmuz ayı Yeşilyurt köyü 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Kasım ayı için rüzgârın hâkim yönü güneybatıdır. Kasım ayı için koku oluşma olasılığı taşıyan bir yerleşim birimi yoktur. Aralık ayı için yapılan analiz sonuçları Kasım ayı ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 47. Espiye-Ağalık Madeni ve Espiye-Gebelli sahaları ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

Giresun ili için yapılan koku analizleri sonucunda **2. Alternatif katı atık alanı olan Espiye-Gebelli** sahasında kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için rüzgârın hâkim yönü güneydir (Şekil 47). Ocak ayı için Kurbanpınarı köyü 1. dereceden, Oruçbey ve Buk köyleri 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat ayı için rüzgârın hâkim yönü batıdır. Şubat ayı için Kurbanpınarı ve Harmandalı köyleri 1. dereceden, Saraycık köyü 3. dereceden, Gürpınar köyü 4. dereceden, Balıklısu köyü 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ağustos ve Ekim ayları için yapılan analiz sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir. Temmuz ayı için rüzgârın hâkim yönü doğudur. Temmuz ayı için Ömerli köyü 2. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Kasım ayı için Kurbanpınarı köyü 1. dereceden, Gürpınar köyü 4. dereceden, Oruçbey köyü 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Aralık ayı için yapılan analiz sonuçları Kasım ayı ile benzerlik göstermektedir.

Giresun ili için yapılan koku analizleri sonucunda **3. Alternatif katı atık alanı olan Şebinkarahisar-Ovacık sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

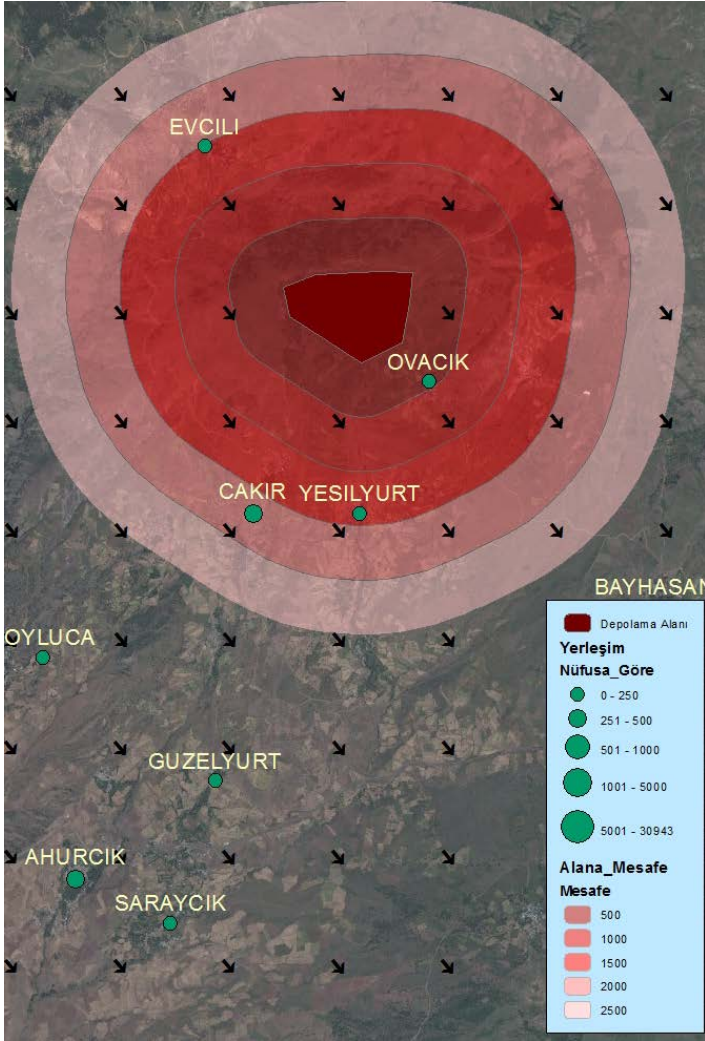
Bölgede rüzgârın hâkim yönü Ocak ayı için güneydoğudur (Şekil 48). Ocak ayı için Ovacık köyü 1. Dereceden, Yeşilyurt köyü 3. Dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Aralık ayı için yapılan analizden elde edilen sonuç Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir.

Bölgede rüzgârın hâkim yönü Şubat ayı için güneybatıdır. Şubat ayı için Çakır köyü 4. Dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mart, Nisan, Mayıs ve Ekim ayları için yapılan analizlerin sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir.

Bölgede rüzgârın hâkim yönü Haziran ayı için batıdır. Haziran ayı için koku oluşma olasılığı taşıyan bir yerleşim birimi yoktur. Kasım ayı için yapılan analizin sonuçları Haziran ayı ile benzerlik göstermektedir. Bölgede rüzgârın hâkim yönü Temmuz ayı için



kuzeydoğudur. Temmuz ayı için koku oluşma olasılığı taşıyan herhangi bir bölge bulunmamaktadır. Ağustos ve Eylül ayları için yapılan analizlerin sonuçları Temmuz ayı ile benzerlik göstermektedir.



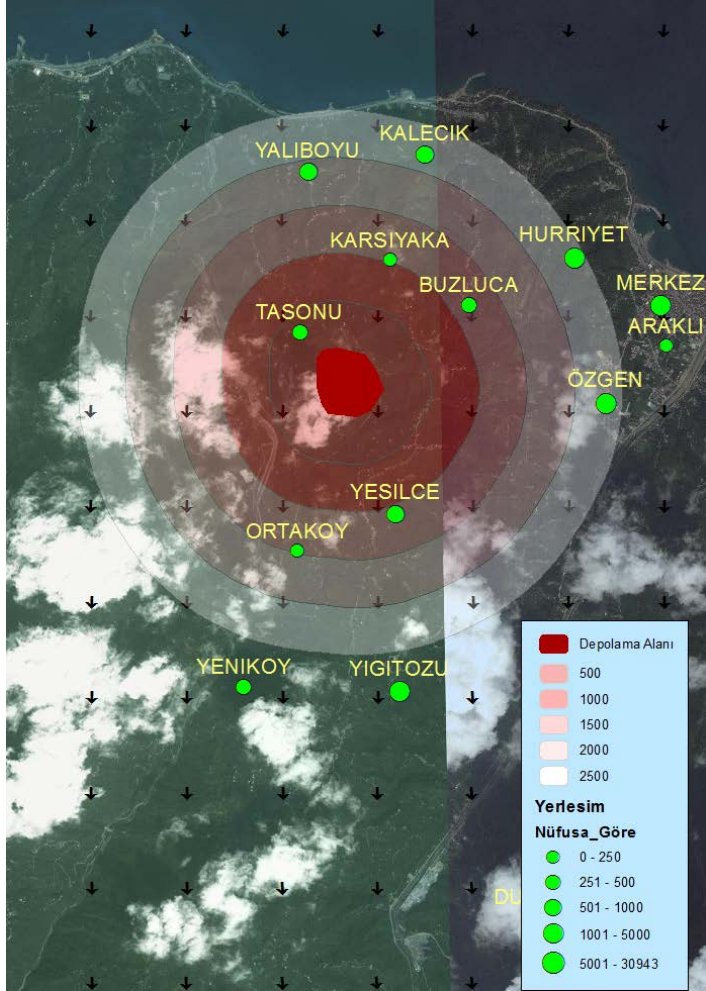
Şekil 48. Şebinkarahisar-Ovacık sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

#### 5.2.4. Trabzon İlinin Koku Analizleri

Trabzon ilinin **1. Alternatif katı atık alanı olan Araklı-Taşönü sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için rüzgârın hâkim yönü güneydir (Şekil 49). Ocak ayı için Yeşilce ve Ortaköy mahalleleri 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat ayı için yapılan analizlerin sonuçları da ocak ayı sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için

rüzgârın hâkim yönü batıdır. Mart ayı için Taşönü Mahallesi 1. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Nisan ayı için rüzgârın hâkim yönü güneybatıdır. Nisan ayı için Ortaköy Mahallesi 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ilişkin analiz sonuçları Nisan ayı ile benzerlik göstermektedir.



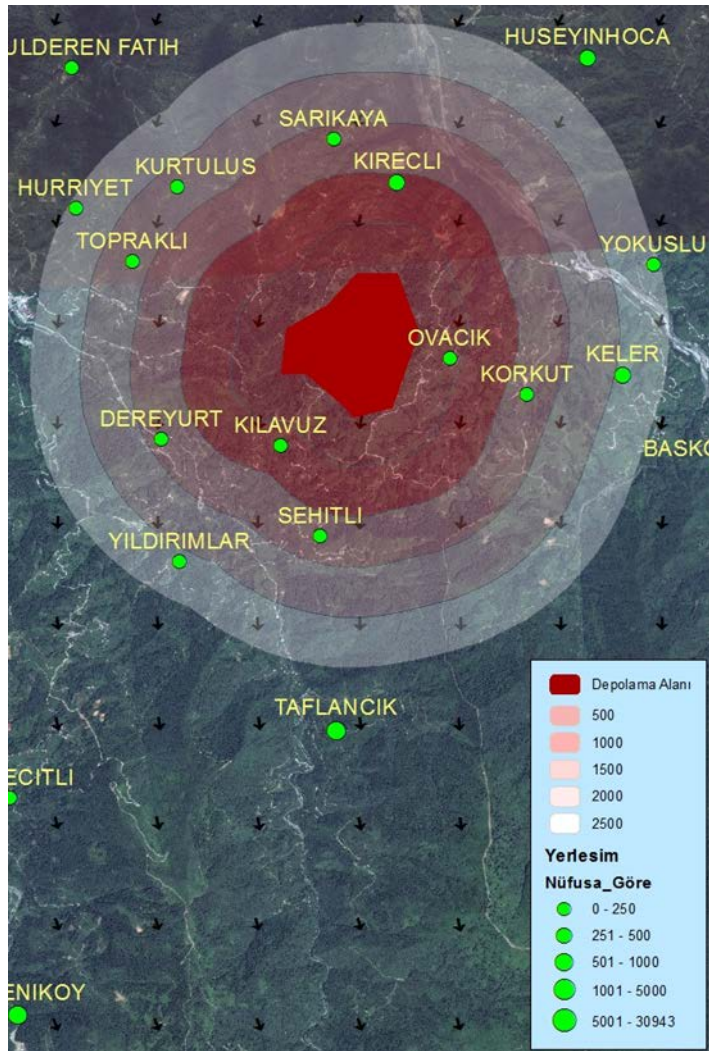
Şekil 49. Araklı-Taşönü sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

Trabzon ilinin **2. Alternatif katı atık alanı olan Of-Ovacık sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hakim rüzgar yönü güneydir (Şekil 50). Ocak ayı için Kılavuz mahallesi 2. dereceden, Şehitli mahallesi 3. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat ayı için yapılan analizin sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü batıdır. Mart ayı için Kılavuz



Mahallesi 2. dereceden, Dereyurt mahallesi 3. dereceden, Topraklı mahallesi 4. dereceden, Hürriyet mahallesi 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Temmuz ayı için yapılan analizin sonuçları Mart ayı ile benzerlik göstermektedir. Nisan ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü güneybatıdır. Nisan ayı için Kılavuz Mahallesi 2. dereceden, Dereyurt ve Şehitli mahalleleri 3. dereceden, Yıldırımlar mahallesi 5. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Mayıs, Haziran, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları için yapılan analizlerin sonuçları Nisan ayı ile benzerlik göstermektedir.



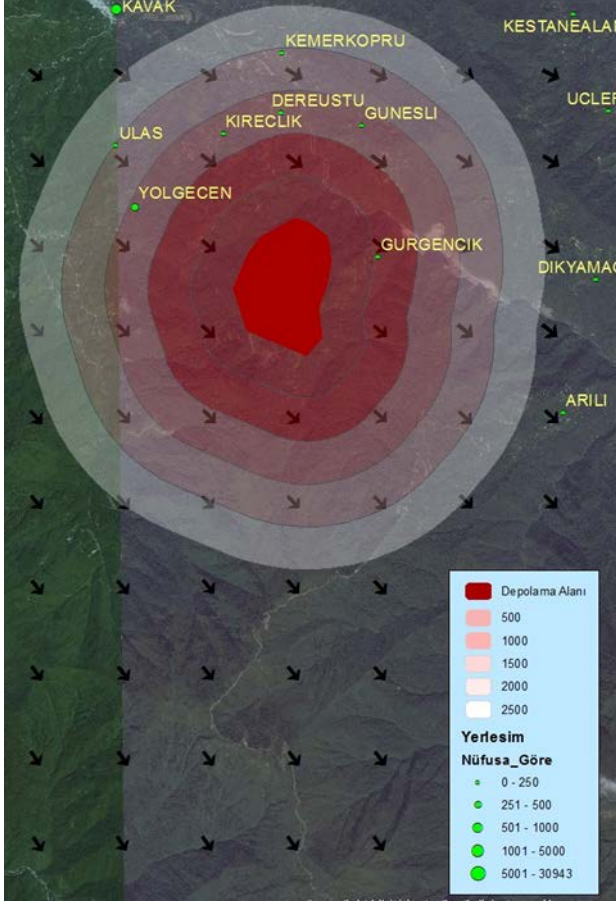
Şekil 50. Of-Ovacık sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

Trabzon ilinin 3. **Alternatif katı atık alanı olan Sürmene- Yeniay sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:





yapılan analizin sonuçları Şubat ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü batıdır. Mart ayı için Yolgeçen köyü 3. dereceden, Ulaş köyü 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Nisan, Mayıs ve Ağustos ayları için yapılan analizlerin sonuçları Mart ayı ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 52. Arhavi-Gürgencik sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

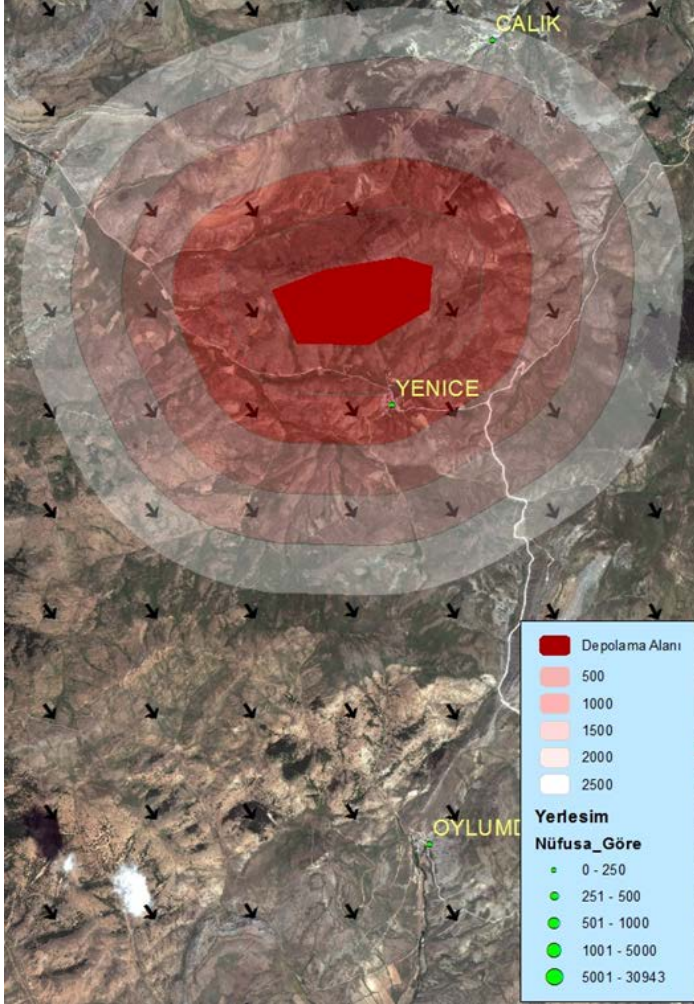
#### 5.2.6. Gümüşhane İlinin Koku Analizleri

Gümüşhane ilinin **1. Alternatif katı atık alanı olan Merkez-Yenice sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgenin hakim rüzgar yönü güneydoğudur (Şekil 53). Ocak ayı için Yenice köyü 2. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat ayı için yapılan analizin sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü güneybatıdır. Mart ayı için herhangi bir yerleşim biriminde koku oluşma olasılığı yoktur. Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz ayları için yapılan analiz sonuçları



Mart ayı ile benzerlik göstermektedir. Ağustos ayı için bölgenin hakim rüzgar yönü güneydir. Ağustos ayı için Yenice köyü 2. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık ayları için yapılan analiz sonuçları Ağustos ayı ile benzerlik göstermektedir.

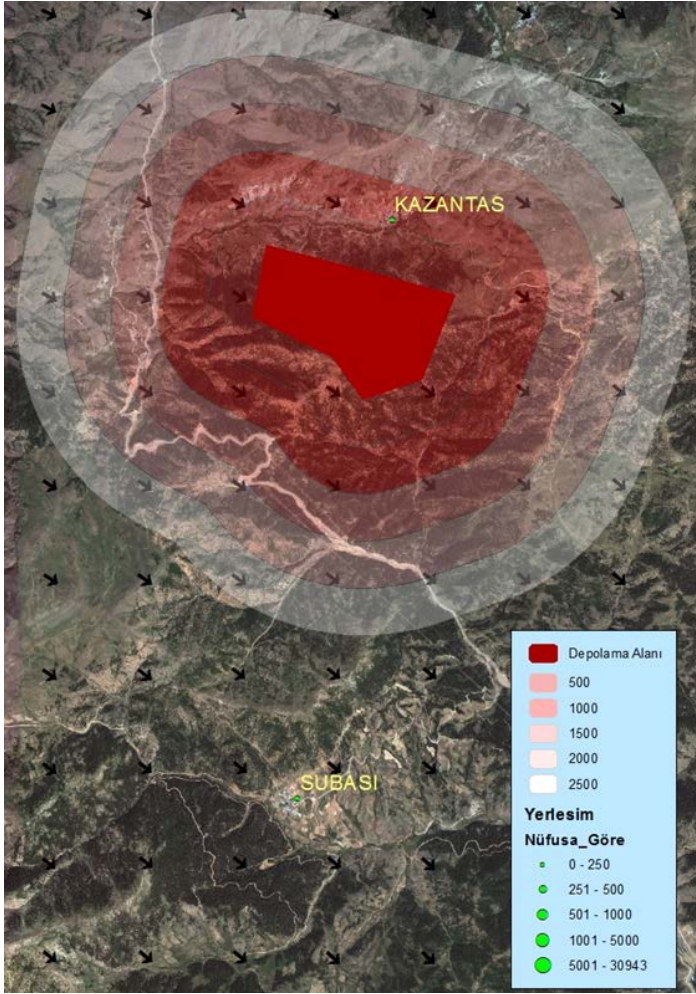


Şekil 53. Merkez-Yenice sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

Gümüşhane ilinin **2. Alternatif katı atık alanı olan Merkez-Kazantaş sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hâkim rüzgâr yönü güneydoğudur (Şekil 54). Ocak ayında bölgede herhangi bir yerleşim biriminde koku oluşma olasılığı yoktur. Şubat ve Aralık ayları için yapılan analizlerin sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır. Mart ayında bölgede herhangi bir

yerleşim biriminde koku oluşma olasılığı yoktur. Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim ve Kasım ayları için yapılan analiz sonuçları Mart ayı ile benzerlik göstermektedir.



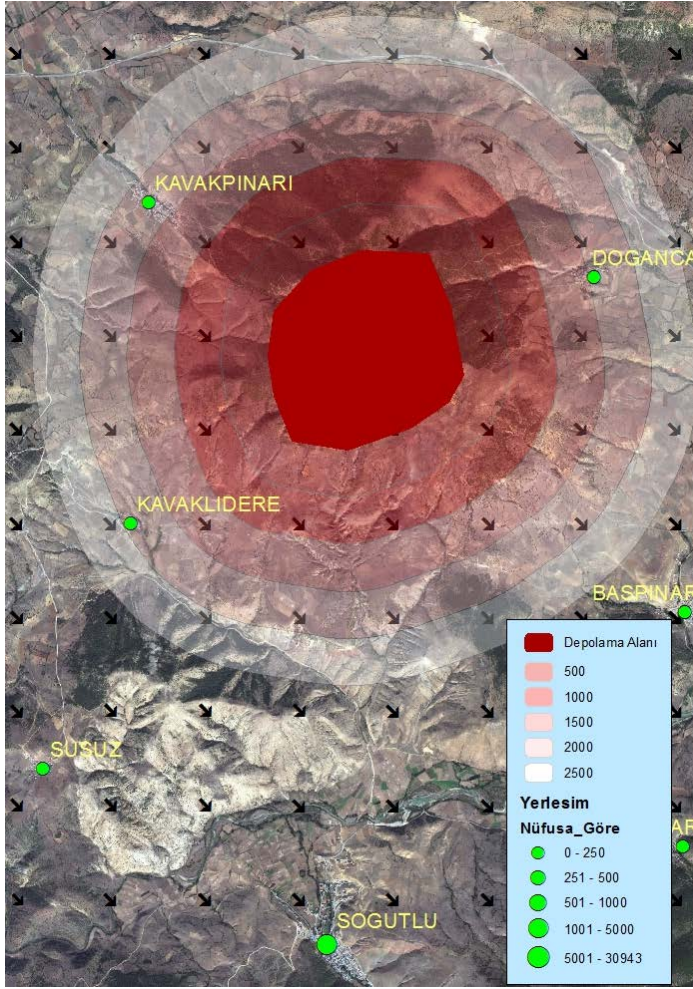
Şekil 54. Merkez-Kazantaş sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

Gümüşhane ilinin **3. Alternatif katı atık alanı olan Kelkit- Doğanca sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hâkim rüzgâr yönü güneydoğudur (Şekil 55). Ocak ayı için Doğanca köyü 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Şubat ve Aralık ayları için yapılan analizlerin sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hâkim rüzgâr yönü güneybatıdır. Mart ayı için Kavaklıdere köyü 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Nisan, Mayıs Haziran, Temmuz, Ağustos, Ekim, Kasım ayları için yapılan analizlerin sonuçları Mart ayı ile benzerlik göstermektedir. Eylül ayı



için bölgenin hâkim rüzgâr yönü güneydir. Eylül ayında bölgede herhangi bir yerleşim biriminde koku oluşma olasılığı yoktur.



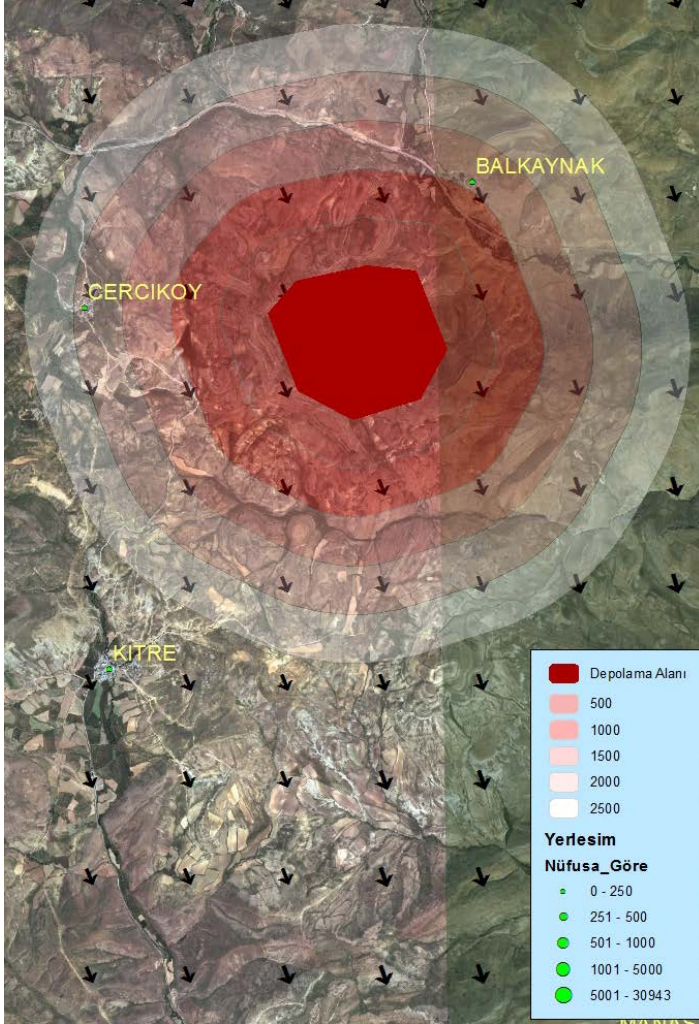
Şekil 55. Kelkit-Doğanca sahası ocak ayı hakim rüzgâr yönü ve koku yayılım dağılımı

### 5.2.7. Bayburt ili Koku Analizi

Bayburt ilinin **1. Alternatif katı atık alanı olan Merkez-Balkaynak sahasında** kokudan etkilenecek noktalar etki dereceleriyle birlikte gösterilmiştir. 2015 yılı tüm aylar genelinde ele alınan değerlendirme ile ilgili sonuçlar şu şekildedir:

Ocak ayı için bu bölgede hakim rüzgâr yönü güneydoğudur (Şekil 56). Ocak ayı için bölgede koku oluşma olasılığı taşıyan herhangi bir yerleşim birimi yoktur. Şubat, Ağustos ve Eylül ayları için yapılan analiz sonuçları Ocak ayı ile benzerlik göstermektedir. Mart ayı için bölgenin hakim rüzgâr yönü batıdır. Mart ayı için Çerçi köyü 4. dereceden koku oluşma olasılığı taşımaktadır. Nisan ayı için bölgenin hakim

rüzgar yönü güneybatıdır. Nisan ayı için bölgede koku oluşma olasılığı taşıyan herhangi bir yerleşim birimi yoktur. Mayıs, Haziran, Temmuz, Ekim, Kasım ve Aralık ayları için yapılan analiz sonuçları Nisan ayı ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 56. Merkez Balkaynak sahası ocak ayı hakim rüzgar yönü ve koku yayılım dağılımı

### 5.3. Jeolojik Analizler

Çağın gerektirdiği modern teknolojiye bağlı olarak gittikçe artan katı atıklar, toplum sağlığına yaptığı olumsuz etkiler nedeniyle gelişmekte olan birçok ülkede olduğu gibi Türkiye’de de önemli çevre problemlerinden birini oluşturmaktadır. Bu nedenle atıkların toplanması, taşınması, geri kazanımı ve bertaraf edilmesi çevre sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

DOKAP bölgesinde genellikle evsel ve endüstriyel nitelikli katı atıklar, düzensiz olarak depolanmaktadır. Bu denetimsiz depolamada gerekli önlemlerin alınmamış olması, çevre sağlığını tehlikeye sokmaktadır. Genellikle evsel nitelikli katı atıklarla birlikte uzaklaştırılan endüstriyel nitelikli katı atıklar, içerdikleri ağır metaller nedeniyle kanserojen riskler taşımaktadır. Bu yüzden katı atık depolama alanlarında acil olarak çevre kirlilik analizlerinin yapılması, kirlilik boyutlarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu nedenle, son yıllarda toplumlarda katı atıklardan kaynaklanan çevre kirliliği bilincinin artması katı atık yönetim kavramını ortaya çıkarmıştır. Katı atık yönetimi, atıkların üretimi, toplanması, nakliyesi, depolanması, bertarafı, geri kazanımı ve onlardan enerji elde edilmesi ile ilgili bir uygulamadır. Günümüzde katı atık yönetimi, mühendislik prensiplerinin yanı sıra ekonomik ve sosyal durum, yerel ve bölgesel planlama gibi faktörlerle de ilişkili bir aktivitedir. Bu nedenle kamu tutumunu ve ilgisini göz ardı eden geçmişteki mühendislik çalışmaları artık kabul görmemektedir.

Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bayburt ve Gümüşhane illeri için uygun düzenli depolama alanlarının belirlenmesi ve bu alanların düzenli depolama için uygun olup olmadıklarının jeoteknik açıdan araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Bu kapsamda önerilen her alanda 2 adet 15 metrelik sondaj yapılmış, sondajlardan elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde kaya ve zemin mekaniği deneyleri gerçekleştirilmiş, sondaj sırasında uygulanan arazi deneyleri (SPT) ile zeminlerin mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Bununla birlikte jeolojik ortamın geçirimsizliği, zemin ortamında permeabilite, kaya ortamında ise basınçlı su testleri ile belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Artvin, Bayburt ve Gümüşhane illeri için önerilen düzenli depolama alanlarının jeolojik ve jeoteknik olarak uygunluğu araştırılmıştır.

Çalışmada her alan için 15 metre derinlikte en az 2 adet sondaj önerilmiş, bazı alanlarda sayı ve derinlik arttırılırken, bazı alanlarda ise tek sondajla yetinilmiştir. Kaya ortamında yapılan sondajlarda kaya kütlelerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için süreksizlik analizi yapılmış, sondaj karotları üzerinde uygulanan laboratuvar deneyleri ile

kaya malzemesinin indeks ve dayanım özellikleri belirlenmiştir. Geçirimsizlik özellikleri ise yerinde uygulanan basınçlı su testleri ile değerlendirilmiştir. Zemin ortamında ise yerinde SPT deneyleri uygulanmış, sondajlardan elde edilen örselenmiş örnekler üzerinde laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Bu proje kapsamında, DOKAP bölgesi için önerilen uygun DÜKADA'lar için yapılan jeolojik analizlerin ayrıntılı teknik bilgilerini içeren rapor ek-1 de ayrıca sunulmuştur. Raporun bu bölümünde jeolojik analizlerle ilgili sonuç bilgiler paylaşılmaktadır.

Elde edilen tüm veriler birlikte yorumlanmış, önerilen depolama alanları;

- (1) Litolojik (Jeolojik) Özellik
- (2) Taşıma Gücü
- (3) Oturma Miktarı
- (4) Geçirimsizlik
- (5) Topoğrafik Durum
- (6) Ulaşım Durumu
- (7) Yerleşim Durumu

ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Farklı alanların uygunluğu araştırılırken aşağıdaki puanlama ölçütleri esas alınmıştır;

#### **Her Ölçüt İçin Puanlama**

1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun

#### **Genel Toplam Puan**

- 1-10: Uygun değil  
11-17: Orta derecede uygun  
18-24: Uygun  
25-28: Çok uygun

#### **5.3.1. Ordu İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi**

Ordu ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 13'de özetlenmiştir.

Tablo 13. Ordu ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	ORDU			
	Esence	Puan	İşiktepe	Puan
Litolojik Özellik	Kireçtaşı	2	Bazalt, andezit	3
Taşıma Gücü	Minimum: 4 Mpa Maksimum: 14 Mpa	4	Ortalama: 3 Mpa	4
Oturma Miktarı	Yok	4	Yok	4
Geçirimsizlik	0-6 m arası az geçirimli 6-15 geçirimsiz	3	Az geçirimli	2
Topoğrafik Durum	Depolama için sorun oluşturmayacak düzensiz topoğrafya,	3	Depolama için sorun oluşturmayacak düzensiz topoğrafya,	3
Ulaşım Durumu	Stabilize köy yolu ile sağlanmakta	4	Stabilize köy yolu ile sağlanmakta	4
Yerleşim Durumu	Seyrek	3	Seyrek ancak kamu baskısı mevcut	1
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>23</b>		<b>21</b>
<b>AÇIKLAMA</b>				
Her 2 alanın puanının yakın olduğu görülse de; süreksizliklerin durumu (sıklık, RQD, ayrışma) ve kayaç geçirimsizliği açısından <b>Esence Yöresinde</b> bulunan atık depolama alanının düzenli depolama için <b>daha uygun olduğu</b> anlaşılmaktadır.				
<b>Puanlama</b>				
1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun				
<b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				

### 5.3.2. Giresun İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Giresun ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 14'te özetlenmiştir.

Tablo 14. Giresun ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	GİRESUN			
	Ağalıkmadeni (Espiye)	Puan	Şebinkarahisar	Puan
Litolojik Özellik	20 metrelik dolgunun bulunduğu alan dışında 4-5 metreden sonra riyolit ve tüf	1	Yüksek dayanımlı bazalt ve andezit	3
Taşıma Gücü	Dolgu malzemesinin taşıma gücü fazla 1 kg/cm <sup>2</sup> olarak kabul edilir	1	Minimum: 10 Mpa Maksimum: 25 Mpa	4
Oturma Miktarı	Hesaplanamaz. Yüksek kabul edilir	1	Yok	4
Geçirimsizlik	Geçirimli	1	6 metreden sonra 0.85 x 10 <sup>-7</sup> m/s (geçirimsiz)	3
Topoğrafik Durum	Engabeli	2	Uygun	3
Ulaşım Durumu	Dar, virajlı ve stabilize	2	Kış aylarında zor	2
Yerleşim Durumu	Seyrek yapılaşma (Yol boyu yerleşim mevcut)	2	Çevrede 3 adet köy mevcut	2
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>10</b>		<b>21</b>
<b>AÇIKLAMA</b>				
Ağalık madeni ve çevresinde yapılan incelemelerde, ortamda yerinde ayrılmış kalın regolitik zeminlere rastlanmıştır. Engabeli olan bu bölgede yapılacak mühendislik uygulamalarında heyelan riski çok yüksektir.				
<b>Puanlama</b>				
1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun				
<b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				



### 5.3.3. Samsun İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Samsun ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 15'te özetlenmiştir.

Tablo 15. Samsun ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	SAMSUN			
	Bafra	Puan	Vezirköprü	Puan
Litolojik Özellik	Zemin (siltli kil)	4	Zemin (siltli kil)	4
Taşıma Gücü	350 kPa (3.5 kg/cm <sup>2</sup> )	4	500 kPa (5 kg/cm <sup>2</sup> )	4
Oturma Miktarı	23 mm	3	26 mm	3
Geçirimsizlik	Geçirimsiz	4	Az geçirimli-geçirimsiz	3
Topoğrafik Durum	Engebesiz ve düz	4	Engebesiz ve düz	4
Ulaşım Durumu	Her mevsim açık geniş yol ağı mevcut	4	Her mevsim açık geniş yol ağı mevcut	4
Yerleşim Durumu	Çevrede yerleşim olmakla birlikte depolama alanı için sorun teşkil etmiyor.	3	Çevrede yerleşim olmakla birlikte depolama alanı için sorun teşkil etmiyor.	3
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>26</b>		<b>25</b>
<b>AÇIKLAMA</b> Her iki alan, katı atık depolama için uygun koşullara sahiptir.				
<b>Puanlama</b> 1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun				
<b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				

### 5.3.4. Trabzon İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Trabzon ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16'da özetlenmiştir.

Tablo 16. Trabzon ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	TRABZON			
	Çamburnu (Sürmene)	Puan	Ovacık (Of)	Puan
Litolojik Özellik	Andezit, bazalt	3	Kumtaşı, kıltaşı, tuf	3
Taşıma Gücü	2 MPa	4	5 MPa	4
Oturma Miktarı	Yok	4	İhmal edilebilir	3
Geçirimsizlik	Az geçirimli	2	Az geçirimli	2
Topoğrafik Durum	Çok engebeli	2	Çok engebeli	2
Ulaşım Durumu	Dar, virajlı köy yolları (Ulaşım zor)	2	Stabilize	3
Yerleşim Durumu	Seyrek	3	Seyrek	3
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>20</b>		<b>20</b>
<b>AÇIKLAMA</b> Her iki alan eşit puana sahip olsa da, topoğrafik engebe ve yol durumu düşünüldüğünde Trabzon ili için Ovacık (Of) mevkiinin daha uygun olduğu düşünülmektedir.				
<b>Puanlama</b> 1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun				
<b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				



### 5.3.5. Artvin İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Artvin ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 17’de özetlenmiştir.

Tablo 17. Artvin ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	MURGUL			
	Murgul	Puan		Puan
Litolojik Özellik	6-10 m kalınlığında yamaç molozu Yamaç molozu altında sağlam bazalt, andezit	2		
Taşıma Gücü	18 MPa	4		
Oturma Miktarı	Yok	4		
Geçirimsizlik	Az geçirimli, çoğunlukla geçirimsiz	3		
Topografik Durum	Çok engebeli	2		
Ulaşım Durumu	Dar, virajlı köy yolları, ancak ulaşım çok zor değil	3		
Yerleşim Durumu	Seyrek	3		
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>21</b>		
<b>AÇIKLAMA</b> Murgul’da bulunan atık depolama alanı yamaç molozu kalınlığının 10 metreye ulaşması nedeniyle uygun değildir. Alanda, derin kazı yapılması ekonomik olmadığından yakın çevrede yamaç molozu kalınlığının 1-2 metre ile sınırlı olduğu alanların araştırılıp tespit edilmesi durumunda ana kayanın düzenli depolama için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.				
<b>Puanlama</b> 1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun <b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				

### 5.3.6. Gümüşhane İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Gümüşhane ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 18’de özetlenmiştir.

Tablo 18. Gümüşhane ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	GÜMÜŞHANE			
	Kazantaş	Puan	Yenice	Puan
Litolojik Özellik	0-3 kil 3-15 kiltası-marn	2	10-15 m kil, tabanda volkanikler	3
Taşıma Gücü	2.6 MPa	4	550 kPa	4
Oturma Miktarı	Muhtemel	4	30 mm	3
Geçirimsizlik	Yarı geçirimli	1	Az geçirimli	3
Topografik Durum	Çok engebeli	2	Düze yakın	3
Ulaşım Durumu	Dar, virajlı köy yolları, ancak ulaşım çok zor değil	3	Rakım 2000 m üzerinde olduğu için kış ayları ulaşım zor sağlanabilir	2
Yerleşim Durumu	Seyrek	3	Seyrek	3
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>19</b>		<b>21</b>

**AÇIKLAMA**

Yapılan puanlama sonucunda Yenice yöresinde bulunan alanın düzenli depolama için daha uygun olduğu görülmektedir. Ancak bu alanının düzenli depolama için seçilmesi durumunda kış aylarında ulaşımın sağlanmasındaki güçlükler göz ardı edilmemelidir.

**Puanlama**

1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun

**Genel Toplam Puan** 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun

### 5.3.7. Bayburt İli İçin Önerilen Alanların Jeolojik Değerlendirilmesi

Bayburt ili için önerilen düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19'da özetlenmiştir.

Tablo 19. Bayburt ili düzenli depolama alanlarının karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi

Parametreler	BAYBURT			
	Balkaynak	Puan	Mevcut Atık Alanı	Puan
Litolojik Özellik	Kumlu, çakıllı kil	3	Kumtaşı	3
Taşıma Gücü	3.75 MPa	4	15 MPa	4
Oturma Miktarı	Yok	4	Yok	4
Geçirimsizlik	Yarı geçirimli-az geçirimli	2	Az geçirimli	3
Topografik Durum	Düzenli ve düşük eğimli	4	Düzenli ve düşük eğimli	4
Ulaşım Durumu	Stabilize köy yolları mevcut ancak ulaşım zor değil	3	Ulaşım her mevsim açık	4
Yerleşim Durumu	Çok yakın olmamakla birlikte yakın kesimlerde köyler mevcut	3	Yerleşim yok	4
<b>TOPLAM PUAN</b>		<b>23</b>		<b>26</b>
<b>AÇIKLAMA</b>				
Mevcut katı atık alanının doğu kesiminde bulunması ve uygun jeoteknik özellikler sunması nedeniyle mevcut alanda depolamanın sürdürülmesi uygundur.				
<b>Puanlama</b>				
1: Uygun değil, 2: Orta derecede uygun, 3: Uygun; 4: Çok Uygun				
<b>Genel Toplam Puan</b> 1-10: Uygun değil 11-17: Orta derecede uygun 18-24: Uygun 25-28: Çok uygun				

### 5.4. Sismik/Depremsellik Analizleri

Proje çalışmasının bu bölümünde Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Bayburt ve Artvin illeri için önerilen düzenli depolama alanlarının jeofizik veriler kullanılarak (Depremsellik, Sismik ve Elektrik) uygunluk değerlendirmesi ve önerileri yapılmıştır.

#### 5.4.1. Depremsellik Analizlerinin Sonuçları

Katı atık depolama alanı belirlemek için Türkiye'nin kuzeydoğusunda yer alan ve KAFZ'a yakın olan 7 ili (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) içeren bölgede oluşmuş, tarihsel ve aletsel deprem verileri ulusal ve uluslararası veri merkezlerinden alınmıştır. Farklı magnitüd ölçeğindeki veriler yüzey dalgası magnitüdüne dönüştürülerek homojen hale getirilmiş, tarihsel depremlerdeki şiddet ölçeği magnitüd ölçeğine dönüştürülmüştür. Depremlerin tamamlılık analizi yapılarak tamamlılık yılı aletsel dönem başlangıcı (1900 yılı) seçilmiş, magnitüdün alt sınırı olarak  $M_s \geq 4.0$  alınmıştır.

Depremsellik çalışması yapılan her il (Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Artvin, Gümüşhane, Bayburt) için magnitüd aralığı için 0.1 sınıf aralığı kullanılarak birikimli (toplam) frekanslar belirlenerek, En Küçük Kareler yaklaşımı ile magnitüd-frekans (yıllık oluşum) ilişkileri hesaplanmıştır (Tablo 20). Bu ilişkilerden belirlenen b-değerleri sismik aktivitenin bir göstergesi olarak bu bölgeler için depremsellik çalışmasında kullanılan önemli parametrelerden birisidir. Zira b-değerlerindeki azalma bu bölgelerde bir enerji birikimini göstermekte ve büyük bir deprem oluşmasının beklenebileceğini ifade etmektedir. Buna göre en küçük b-değerleri sırasıyla Ordu ( $b=0.47$ ), Gümüşhane ( $b=0.48$ ), Trabzon ( $b=0.48$ ), en büyük b-değerleri ise sırasıyla Artvin ( $b=0.87$ ), Bayburt ( $b=0.68$ ), Samsun ( $b=0.65$ ), Giresun ( $b=0.57$ ) illeri için belirlenmiştir.

Tablo 20. İllere ait yıllık deprem oluşum ilişkileri,  $N_i$ ; kümülatif deprem sayıları.

İl	Magnitüd-sıklık ilişkisi	İl	Magnitüd-sıklık ilişkisi
Samsun	$\text{Log}(N_i) = 4.25 - 0.65M_s$	Artvin	$\text{Log}(N_i) = 5.06 - 0.87M_s$
Ordu	$\text{Log}(N_i) = 3.14 - 0.47M_s$	Gümüşhane	$\text{Log}(N_i) = 3.50 - 0.48M_s$
Giresun	$\text{Log}(N_i) = 3.83 - 0.57M_s$	Bayburt	$\text{Log}(N_i) = 4.33 - 0.68M_s$
Trabzon	$\text{Log}(N_i) = 2.40 - 0.48M_s$		

Her bir il için aletsel dönemde oluşmuş depremlerin Poisson dağılımına uyduğu varsayımı ile inceleme alanlarına ait deprem tehlikesi hesaplamaları yapılmıştır. Her ilde meydana gelen en büyük magnitüdü depremler dikkate alınarak çeşitli magnitüdüdeki depremlerin gelecek 100 yıl içerisinde her 10'ar yıllık periyotlarda depremlerin aşılma olasılıkları  $R(M)$  ve tekrarlanma periyotları ( $Q$ ) hesaplanmıştır. Buna göre  $M_s \geq 4.0$  olan

depremlerin 10 yıl içerisinde olma olasılığı en yüksek iller sırasıyla Gümüşhane (%96), Samsun (%94), Giresun (%90), Bayburt (%90), Artvin (%81) ve Ordu (%75) olarak belirlenmiştir. En düşük olasılık (%22) Trabzon için hesaplanmıştır.

100 yıl içerisinde  $M_s \geq 7.0$  olan büyük depremler için tehlikenin en büyük olduğu değerler sırasıyla Gümüşhane (%69), Ordu (%41), en küçük değerler ise Giresun (%35), Samsun (%29) ve Bayburt (%19) illeri için belirlenmiştir. Artvin ilinde hesaplamaya katılan en büyük magnitüd değeri  $M_s \geq 6.5$  için 100 yıl içerisinde belirlenen tehlike %10 değerinde, Trabzon ilinde hesaplamaya katılan en büyük magnitüd değeri  $M_s \geq 5.5$  için 100 yıl içerisinde belirlenen tehlike %37 olarak belirlenmiştir.

Aynı dönem için kuvvetli bir depremin ( $M_s \geq 6.0$ ) tekrarlanma aralığı Gümüşhane ili için 29 yıl, Giresun ili için 62 yıl, Ordu ili için 63 yıl, Samsun ili için 68 yıl, Bayburt ili için 101 yıl, Artvin ili için 336 yıl olarak belirlenmiştir. Orta büyüklükteki ( $M_s \geq 5.0$ ) bir depremin tekrarlanma aralığı ise Trabzon ili için 124 yıl olarak hesaplanmıştır.

Deterministik deprem tehlikesinin belirlenmesi kapsamında çalışma bölgesini etkileyen en önemli deprem kuşağı olan KAFZ'ın doğu uzantısında oluşabilecek  $M_s=7.9$  büyüklüğünde bir deprem (Erzincan örneği) ile KAFZ'ın batı uzantısında oluşabilecek  $M_s=7.0$  büyüklüğünde bir depremin (Tokat örneği) inceleme alanında oluşabilecek zemin-bağımsız eşşiddet ve eş-ivme dağılım haritaları oluşturulmuştur. Buna göre KAFZ'ın doğu uzantısı üzerinde meydana gelen  $M_s=7.9$  büyüklüğünde bir deprem (Erzincan örneği) sonucu oluşabilecek zemin bağımsız şiddet değeri Bayburt ve Gümüşhane için VIII, Trabzon için VII, Ordu ve Giresun için VI, Samsun ve Artvin için V olarak hesaplanmıştır. Aynı deprem için hesaplanan ivme değerleri Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt illerinde 215-556gal (~0.4g) aralığında, Giresun ve Ordu illerinde 158-215gal (~0.2g) aralığında, Artvin ilinde 150-158gal (~0.15g) aralığında ve Samsun ilinde 90-150gal (~0.1g) aralığında bulunmuştur.

KAFZ'ın batı uzantısı üzerinde oluşan  $M_s=7.0$  büyüklüğünde bir deprem (Tokat örneği) etkisinde zeminin bağımsız şiddet değeri Samsun için VII, Ordu için VI, Giresun için V, Trabzon, Gümüşhane, Bayburt ve Artvin için IV olarak hesaplanmıştır. Bu depremin

zeminde oluşturacağı ivme değerleri Samsun ili için 191-396gal (~0.3g) aralığında, Ordu ve Giresun illeri için 66-103gal (~0.09g) aralığında, Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt illeri için 43-50gal (~0.05g) aralığında, Rize ve Artvin illeri için 28-43gal (~0.04g) aralığında hesaplanmıştır.

Bu proje kapsamında, DOKAP bölgesi için önerilen uygun DÜKADA'lar için yapılan deprensellik analizlerinin ayrıntılı teknik bilgilerini içeren rapor ek-2 de ayrıca sunulmuştur.

#### 5.4.2. Sismik ve Elektrik Analizlerinin Sonuçları

Sismik verilerden elde edilen dinamik-elastik ve jeoteknik parametreleri atık depolama alanları için yeraltı geometrisi, jeolojik malzemelerin sıklığı-katılığı, yumuşaklığı-gevşekliği açısından, elektrik özdirenç verilerinden ise yeraltı su içeriği, litolojik değişimler, killi malzeme içeriği ve kayaçların ayrışma dereceleri açısından değerlendirilmiştir. Tüm bu değerlendirmeler ve ilgili alanların Jeofizik veriler ışığında katı atık depolama sahası için uygunlukları aşağıda açıklanmıştır.

Bu proje kapsamında, DOKAP bölgesi için önerilen uygun DÜKADA'lar için yapılan sismik analizlerinin ayrıntılı teknik bilgilerini içeren rapor ek-2 de ayrıca sunulmuştur.

<b>SAMSUN İLİ</b>	
<b>Vezirköprü</b>	<b>Bafra</b>
0-.4.5 metre arası çok sıkı olmayan nemli ve ayrılmış birimleri, 4.5-9 metreler arası suya doymuş jeolojik birimler (sondaj sonuçlarına göre killi birim), 9 metreden sonra ise sıkı birimleri gözlenmiştir. Birinci profil verilerine göre ortamda bir süreksizlik zonu ya da yanal yönde litolojik değişim olduğu görülmüştür. Sismik parametreler açısından ortam depolama alanı olarak uygun görülüyor olsa da, elektrik verilerine göre yeraltı suyunun varlığı şüphesiyle özel jeoteknik önlem gerekli olduğu düşünülmektedir.	Sismik parametreler açısından oldukça zayıf zemin özelliği göstermektedir. Elektrik özdirenç sonuçları açısından ise ortamın suya doymuş olduğu anlaşılmaktadır. Sismik verilerden alan içerisinde düşey atımlı örtülü bir fay olduğu düşünülmektedir. Bu sonuçlara göre bir çöp depolama alanı için çok elverişli bir alan olduğu düşünülmektedir.
Her iki alanın zemin özellikleri karşılaştırıldığında <b>Vezirköprü'nün katı atık depolama alanı açısından daha uygun olduğu</b> düşünülmektedir.	

<b>ORDU İLİ</b>	
<b>Esence</b>	<b>Işıktepe</b>
<p>Esence sahası için hesaplanan sismik parametreler 0-1.5 metreler arası katık-sıkı zemin ve 1.5- 7 metreler arası kırık çatlaklı kaya birimleri göstermektedir. 7 metreden sonra ise tamamen sağlam kaya birimleri mevcuttur. Elektrik verilerine göre ortamda yeraltı suyu açısından sorunlu bir durum görülmemekle birlikte yüzey sularının kırık-çatlak zonları boyunca yeraltına sızdığı düşünülmektedir. Yüzey sularının drenajı için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Esence sahasının ERT 2 kesiti üzerinde 65-85 metreler arasında yaklaşık 6-7 metre derinliklerinde iki adet muhtemel boşluk tipi yapı var olduğu düşünülmektedir. Sondaj verilerine göre ortamın kireçtaşı olması, bu tip boşluk yapılarının olma ihtimalini güçlendirmektedir. Bu nedenle gerekli önlemler alındıktan sonra katı atık depolama sahası için kullanılabilir.</p>	<p>Sismik parametre göre ortam yüzeyden itibaren oldukça sağlam bir zemine sahiptir. Özellikle 2.5 metreden sonra masif bir kaya yapısı (sondaj verilerine göre ortam bazaltlardan oluşmaktadır) mevcuttur. Elektrik verilerine göre yüzeye yakın ve yerel su belirtileri görülmekle birlikte bunların mevsimsel olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla ortamda yeraltı suyu bulunmamaktadır.</p>
<p>Her iki alanda katı atık depolama alanı açısından uygun olmakla birlikte <b>Işıktepe alanı Jeofizik verilere göre daha sorunsuz</b> bir yapıya sahiptir.</p>	

<b>GİRESUN İLİ</b>	
<b>Şebinkarahisar</b>	<b>Ağalık Madeni</b>
<p>Sismik parametrelere göre yüzeyden itibaren 7 metrelere kadar orta sıkı karakterli bir zemin yapısı görülmekle birlikte 7 metreden sonra çok sağlam kaya yapısı görülmektedir. Ancak hem SIS-1 profilindeki S dalga hızlarının düşük olması hem de ERT-1 kesitlerinde görülen düşük öz dirençliliğin (&lt;25 Ohm-m) nedeninin su içeriği yüksek killi-siltli birimlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. SIS-2 profilinin olduğu yerde profilin 25-30. metrelerinde bir süreksizlik zonu mevcut olup bu durum elektrik kesitinde de gözlenmektedir.</p>	<p>Hem sismik hem de elektrik ölçümlerin alındığı 1. ve 2. profillerin yerleri oldukça zayıf ve su içeriği açısından doygun bir yapı göstermektedir. Temel özelliği gösteren ortalama 8-10 metrelerden başlayan birim topografik olarak aşırı eğimlidir. Elektrik verileri temel özelliği gösteren bu yapının kaya karakteri taşımadığını göstermektedir. Bu nedenle sismik hızların bu birim için yüksek çıkmış olması birimin kayadan ziyade sıkı bir yapıda olduğunu göstermektedir. Buna karşılık 3. profilin sismik ve elektrik öz direnç verilerinden elde edilen sonuçlar ortamın daha sağlam bir zemine sahip olduğunu göstermektedir.</p>
<p>Şebinkarahisar katı atık depolama alanı açısından uygundur. Ancak <b>Ağalık madeni sahasında her ne kadar 3.profilin olduğu kısım uygun görünüyorsa</b> da alanın tamamı birlikte değerlendirildiğinde katı atık depolama alanı için uygun olmadığı düşünülmektedir.</p>	



<b>TRABZON İLİ</b>	
<b>Çamburnu</b>	<b>Ovacık</b>
<p>Sismik parametrelere göre ortamda ortalama olarak ilk 4 metreye kadar sıkı bir zemin olup, onun altında kaya birimler yer almaktadır. Ancak bu kaya birimler ortalama 9 metreye kadar kırık çatlaklı bir karakterdir. 9 metreden sonra sağlam bir yapı göstermektedir. Bununla birlikte hem SİS-1 hem de SİS-2 profillerinin olduğu kısımlarda ters faylanma belirtileri görülmektedir. Elektrik verilerine göre ortam sismik verileri destekleyecek nitelikte olmakla beraber yaklaşık 20-50 ohm-m lik öz direnç değişimlerinin çatlaklar arası kil veya su muhtevassından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elektrik verilerine göre yeraltı suyu belirtisi görülmemiştir.</p>	<p>Sismik parametrelere göre ortam genel olarak yüzeyden ortalama 10-11 metrelere kadar (anakayaya kadar) orta sıkı zemin veya ileri derecede ayrılmış kaya yapısındadır. Bununla birlikte anakaya topografyası oldukça değişken ve 7-8 derecelik bir eğim göstermektedir. SİS-1 profilinin olduğu yerdeki anakaya daha masif SİS-2 profilinin olduğu yerdeki anakayaya göre daha sağlam veya az çatlaklı yapıdadır. Elektrik verilerine göre yaklaşık 30-70 ohm.m öz dirençli kısımlar büyük ihtimalle çatlaklar arası sızıntı su veya kısmen nemli kil muhtevassından kaynaklanmaktadır. Elektrik verilerine göre yeraltı suyu belirtisi görülmemiştir.</p>
<p>Jeofizik verilere göre <b>her iki alan katı atık depolama için uygun</b> görülmektedir.</p>	

<b>GÜMÜŞHANE İLİ</b>	
<b>Kazantaş</b>	<b>Yenice</b>
<p>Sismik parametrelere göre yüzeyden 7 metre derinliğe kadar orta-sıkı karakterli bir zemin yapısı görülmektedir. Bu derinlikten sonra oldukça sıkı ve sağlam birimler yer almaktadır (Sondaj verilerine göre Kıltaşı-Marn). Bu sağlam birimin topografyası oldukça değişkendir. SİS-1 profilinin 35-40 metreleri arasında örtülü bir süreksizlik belirtisi vardır. ERT-2 kesitinde görülen 40-70 ohm.m'lik görüntüler muhtemelen ortamdaki killi birimlerin nemlenmesinden kaynaklanmaktadır. Aynı kesit üzerinde görülen 2 yüksek öz dirençli kısmın (beyaz dairesel alan ile gösterilen) muhtemelen boşluk veya blok kaya kütlesi olduğu düşünülmektedir.</p>	<p>Sismik parametrelere göre yüzeyden ortalama 16 metre derinliğe kadar orta-sıkı karakterli zemin yapısı görülmektedir. Bu derinlikten sonra oldukça sıkı-katı zemin veya kaya birimler yer almaktadır (Sondaj verilerine göre andezit). Elektrik verilerine göre 10-30 ohm.m öz dirençli görüntülerin su içeriği yüksek killi birimler olduğu ve ERT-2 kesitine göre ise bu birimler hattın sonuna doğru kalınlaşmaktadır.</p>
<p>Her iki alanda su ve killi birim muhtevassının yüksek olmasından dolayı <b>katı atık depolama alanı açısından jeoteknik önlemlerin (özellikle su drenajı) mutlaka alınması</b> gerekmektedir.</p>	

<b>BAYBURT İLİ</b>	
<b>Merkez</b>	<b>Balkaynak</b>
<p>Sismik parametrelere göre 10 metre derinliğe kadar ortam sıkı-katı özellik göstermektedir. Bu derinlikten sonraki birimler tipik kaya yapısı göstermektedir ve masif karakterdedirler. Elektrik verilerine göre derine doğru öz direnç değerlerinin azalım göstermesi kil içeriği ile ilişkili olmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte bu azalımın nedeni kayaçlar içerisindeki iletken minareller ve/veya mevsimsel sızıntı suları ile ilişkili olabilir.</p>	<p>Sismik ve elektrik ölçümlerden önce açılan sondaj kuyuları birbirine yakın (~ 40m) olmasından dolayı her iki sondaj kuyusu tek bir profilin içinde kalmıştır. Dolayısı ile her bir sondaj için ayrı ayrı sismik ve elektrik ölçümler alınmamıştır. Sondaj konumları sadece bu bölge için ERT kesiti üzerinde gösterilmiştir.</p> <p>Sismik parametrelere göre 7 metreye kadar zayıf dayanımlı ve az-sıkı bir zemin karakteri görülmüştür. Özellikle 2.5-7 metreler arasında P dalga hızının 1500 m/sn, S dalga hızının ise 280 m/sn gibi düşük bir değerde olması ve aynı zamanda ERT kesitinde de bu seviyeler arası öz direncin 15-30 ohm.m 'lerde olması, burada suya doygun killi birimlerin olduğunu işaret etmektedir. Yaklaşık 7 metreden sonra anakayanın ayrılmış kısmı veya iyi sıkışmış birimler görülmektedir. Bununla birlikte ERT kesitinde yaklaşık 17 metrelerden sonra muhtemel temel kaya olabilecek birim yer almaktadır.</p>
<p><b>Jeofizik verilere göre Bayburt Merkez alanı katı atık depolama için uygundur.</b> Ancak Balkaynak mevkiinde yeraltı suyu varlığı ihtimalinin yüksek olması, bu alanın katı atık depolama açısından uygun olmadığını göstermektedir.</p>	

<b>ARTVİN İLİ</b>	
<b>Murgul</b>	
<p>Her iki sismik profilin olduğu alanda yüzeyde çok ince bir killi birim yer almaktadır. Bu birimlerin altında ortalama 8 metreye kadar muhtemelen kırıklı-çatlaklı kaya birimleri yer almaktadır. Bu seviyenin altında ise çok sağlam ve masif karakterli kaya birimler mevcuttur. ERT-1 kesitinde 20-35 ohm.m 'lik görüntülerin muhtemelen su içerikli killi birimleri göstermektedir. Ölçüm alanının eğimi dikkate alındığında bu birim eğim yönünde kayma eğilimi gösterebilir (Potansiyel heyelan tehlikesi). Bununla birlikte kesitin 40 ile 60 metreleri arasında yer alan dışbükey görüntünün muhtemelen eski bir heyelanın topuğu veya eğim aşağı akan molozik malzemenin biriktiği yer olduğu düşünülmektedir. Buna karşılık ERT-2 kesitine göre anakaya derinliği yüzeye oldukça yakındır ve bu durum sismik sonuçlar ile uyumludur.</p>	
<p>Profil-1 alanı potansiyel heyelan tehlikesi taşıdığından katı atık depolama alanı için risk teşkil etmektedir. Buna karşılık profil-2 alanı jeofizik veriler açısından uygundur.</p>	

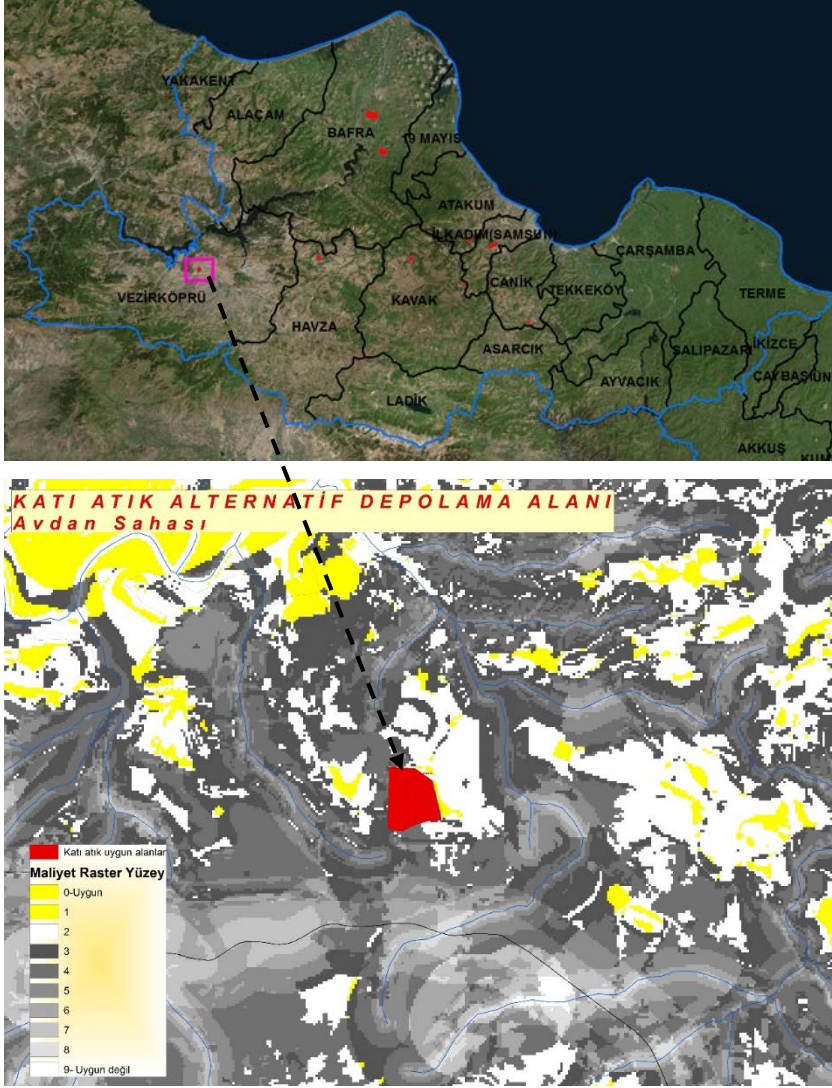
## 5.5. Çevresel/Sosyolojik Analizler

CBS ve ÇKKV teknolojileri ile sonuç maliyet yüzey haritası üretilmiş ve DOKAP bölgesi için düzenli katı atık depolama tesisi yapmaya uygun olan 42 adet alan tespit edilmiştir. Bu alanlar içinden her il için en uygun iki alan belirlenmiş ve detaylı analizler bu alanlar için gerçekleştirilmiştir. Projenin bu aşamasında, DOKAP bölgesi için önerilen uygun DÜKADA'lara yönelik (tespit edilen 42 alan içinden, en uygun olarak seçilen 14 alan için) gerçekleştirilen çevresel/sosyolojik analizlerin sonuçları özetlenmiştir. Bu bağlamda akarsular, ormanlık alanlar, yollar, eğitim, turizm-rekreasyon alanları, nüfus yoğunluklu alanlar irdelenmiş ve bulgular arazi çalışmaları ile desteklenmiştir.

### 5.5.1. Samsun İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Samsun ili için belirlenen 10 alan içinden Vezirköprü – Avdan sahası ve Bafra – Aktekke sahası olmak üzere iki alanın değerlendirmesi yapılmıştır.

Samsun kent merkezine uzaklığı yaklaşık 110 km olan **Vezirköprü ilçesine bağlı olan Avdan Mahallesi**, 41° 16' Kuzey enlemleri ile 36° 20' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılı nüfus istatistiklerine bakıldığında 566 nüfusa sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler neticesinde bu bölge katı atık depolama alanı için uygun olarak belirlenen alternatifler arasında yer almıştır. Hatta bölgede katı atık alanı olarak seçilen noktalarda Samsun ili için öncelikli seçilen ilk alternatif niteliğindedir. Bu alanın en uygun olarak seçilmesinin sebebi jeolojik ve depremsellik etütler için en uygun alan olması ayrıca da nüfus yoğunluğunun en uzak noktasında yer almasıdır (Şekil 57).



Şekil 57. Uygun düzenli katı atık depolama alanı-Avdan Köyü sahası

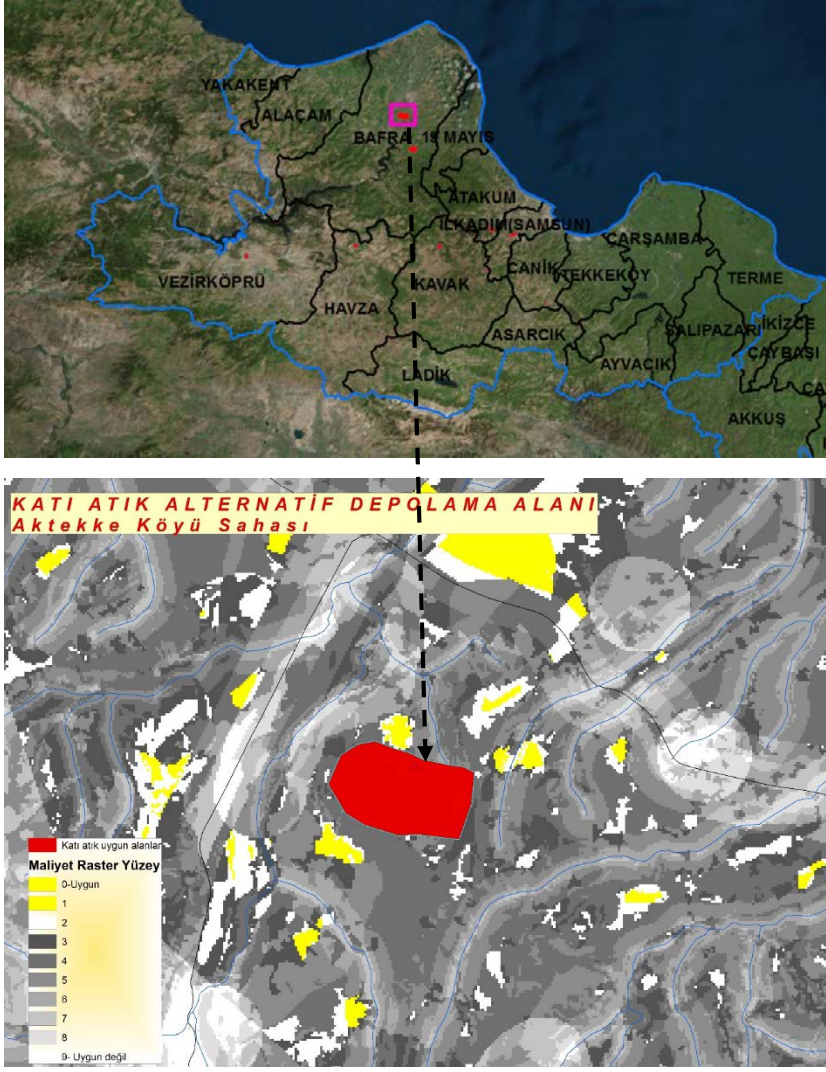
Vezirköprü – Avdan sahası topografik olarak düz ve engebesiz bir yapıya sahiptir. Çok seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus oldukça azdır. Her mevsim kullanılabilir geniş bir ulaşım ağına sahiptir. Geçirimsiz bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak siltli kil yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü tamamen açık mera niteliğindedir. Kismen küçük orman bitkileri yer almaktadır (Şekil 58)



Şekil 58. Vezirköprü Avdan sahasının genel görünümü

Samsun iline yaklaşık 55 km, **Bafra ilçesine ise yaklaşık 5km uzaklıkta olan Aktekke Mahallesi**, 41° 31' kuzey enlemleri ile 35° 52' doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılı nüfus istatistiklerine bakıldığında 885 nüfusa sahip olduğu görülmektedir. Bu proje kapsamında yapılan analiz çalışmasında bu bölge, Samsun ili için uygunluğu yüksek olan ikinci katı atık bertaraf alanı olarak seçilmiştir (Şekil 59).





Şekil 59. Uygun düzenli katı atık depolama alanı-Aktekke Köyü sahası

Bafra-Aktekke köyü sahası topografik olarak düz ve engebesiz bir yapıya sahiptir. Çok seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus oldukça azdır. Her mevsim kullanılabilir geniş bir ulaşım ağına sahiptir. Geçirimsiz bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak siltli kil yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü maki türünde kısa ağaçlar içeren ormanlık şeklindedir. Kısmen açıklıklar mevcuttur. Kısmen tarım alanları mevcuttur (Şekil 60).



Şekil 60. Bafra Akteke sahasının genel görünümü

#### 5.5.2. Ordu İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Ordu ili için belirlenen 5 alternatif DÜKADA içinden Kumru – Esence sahası ve Gürgentepe – Işıktepe sahası olmak üzere iki alanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Esence köyü Ordu iline 80 km ve ilçe merkezine ise 9 km uzaklıkta, 40° 55' kuzey enlemleri ile 37° 18' doğu boylamları arasında yer almaktadır.** 2015 yılına ait nüfus istatistiklerine bakıldığında Esence köyünün 461 nüfusa sahip olduğu görülmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen analizler doğrultusunda Ordu ilinde oluşturulması gereken katı atık bertaraf alanlarından seçilen olasılığı en yüksek alan niteliğindedir (Şekil 61).

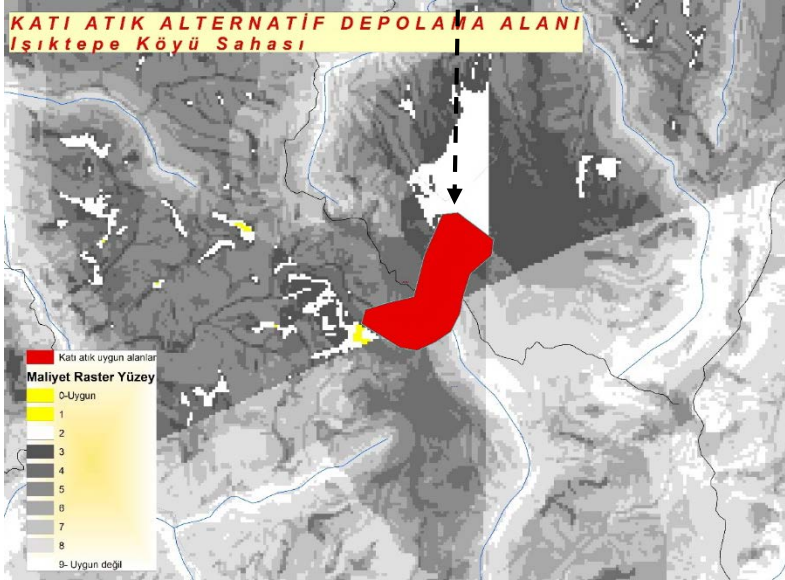






Şekil 62. Kumru Esence sahasının genel görünümü

Işıktepe Köyü Ordu ilinde yer alan, Işıktepe Gürgentepe ilçesine bağlıdır. **Işıktepe Ordu şehir merkezine mesafesi yaklaşık 35 kilometre, Gürgentepe ilçe merkezine ise 7 km mesafe uzaklıktadır.** Işıktepe Köyü 40° 49' Kuzey enlemleri ile 37° 31' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılı nüfus istatistiklerine bağlı olarak değerlendirme yapıldığında 2207 nüfusa sahip olduğu görülmektedir. Yapılan analiz sonucunda Ordu ilinde olası katı atık alanlarından üçünü sıradaki alternatif niteliğindedir (Şekil 63).



Şekil 63. Uygun düzenli katı atık depolama alanı -Işıktepe Köyü sahası

Gürgentepe Işıktepe sahası, topografik olarak düzensiz bir yapıya sahiptir. Bu durumun olası tesisleşmeyi etkileyecek şekilde sorun oluşturacağı düşünülmektedir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel zorluklar için genişletme, bakım ve onarım gibi bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak bazalt-andezit yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun ormanlık şeklindedir. Kismen açıklıklar mevcuttur. Az da olsa tarım alanları mevcuttur (Şekil 64). Bu alan yoğun bir kamuoyu baskısı altındadır.



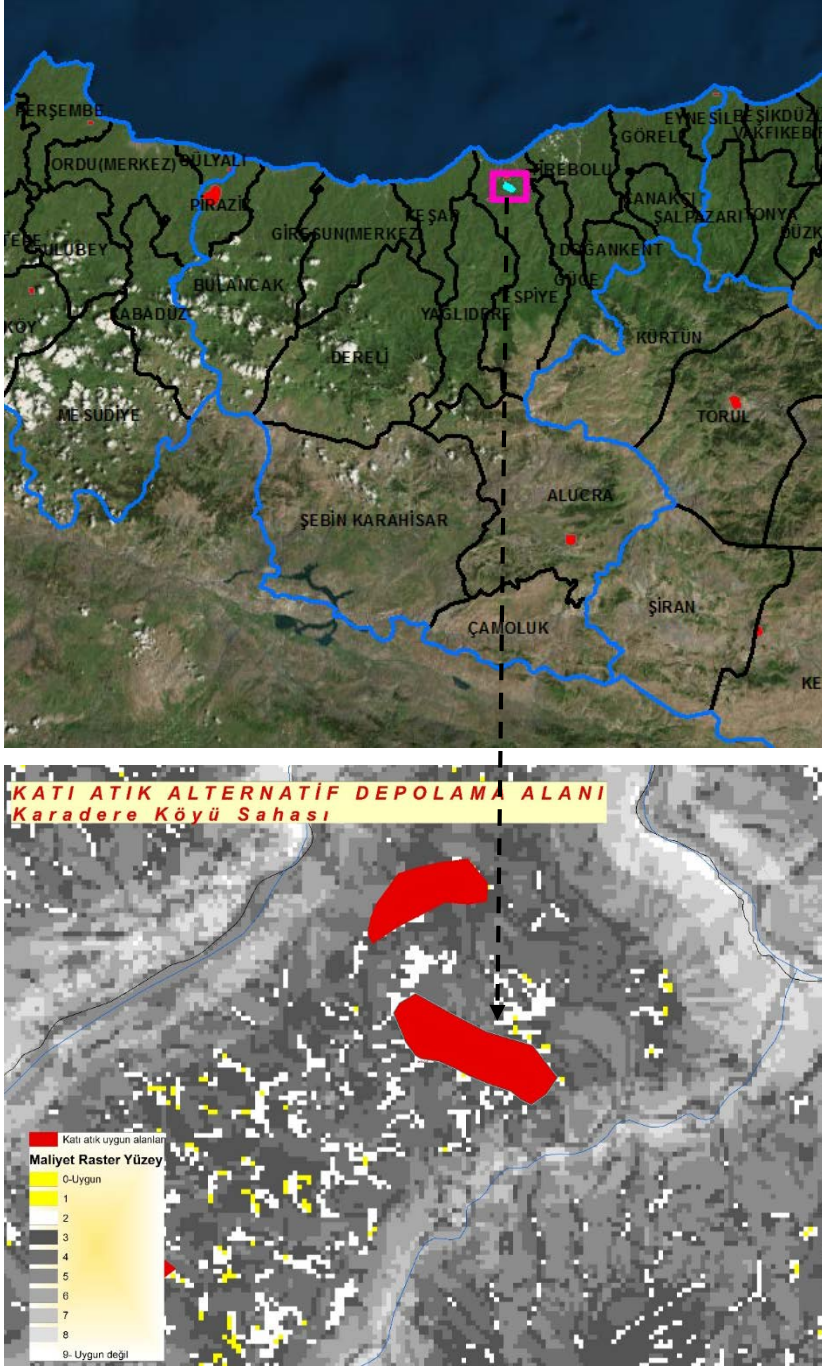


Şekil 64. Gürgentepe Işıktepe sahasının genel görünümü

### 5.5.3. Giresun İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Giresun ili için belirlenen 8 alternatif DÜKADA alanı içinden Espiye – Ağalık Madeni sahası ve Şebinkarahisar – Ovacık sahası olmak üzere iki alanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Giresun iline yaklaşık 23 km, Espiye ilçesine ise yaklaşık 10 km uzaklıkta yer alan Ağalık Madeni, 40° 52' Kuzey enlemleri ile 38° 32' Doğu boylamları arasında yer almaktadır.** 2015 yılına ait nüfus istatistiklerine bakıldığında 198 nüfusa sahip olduğu tespit edilmiştir. Giresun iline ait yapılan incelemede alternatif katı atık alanı olarak seçilen ilk alan olarak belirlenmiştir (Şekil 65).



Şekil 65. Uygun düzenli katı atık depolama alanı –Ağalık Madeni sahası

Espiye Ağalık Madeni sahası topografik olarak engebeli bir yapıya sahiptir. Bu durumun olası tesisleşmeyi etkileyecek şekilde sorun oluşturacağı düşünülmemektedir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Özellikle ulaşım arteri boyunca yapılaşma durumu söz konusudur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize, dar ve virajlı bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel zorluklar için genişletme, bakım ve onarım gibi bazı

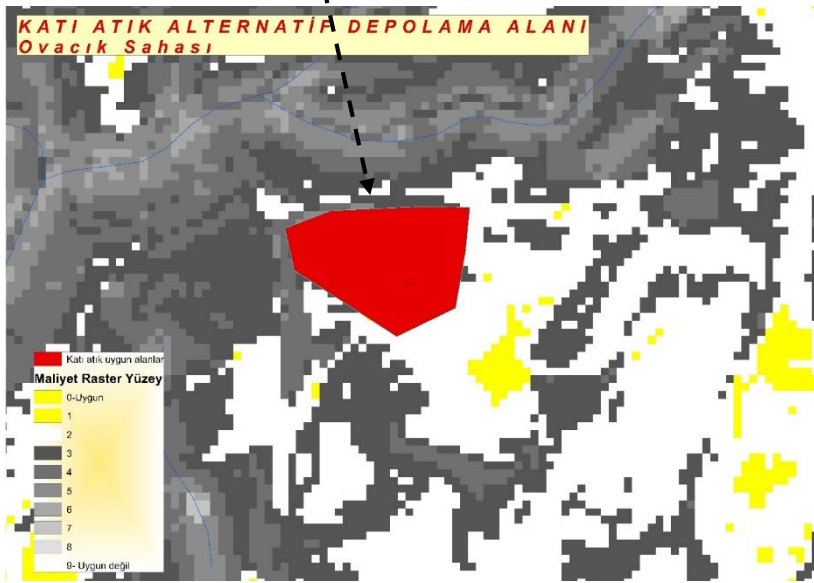


önlemlerin alınması gerekmektedir. Geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak riyolit ve tuf yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık şeklindedir. Kısmen ağaç toplulukları (kısa) mevcuttur. Az da olsa tarım alanları mevcuttur (Şekil 66). Bölge heyelan açısından risklidir.



Şekil 66. Espiye Ağalık Madeni sahasının genel görünümü

**Şebinkarahisar ilçesinde bulunan Ovacık Köyü** 40° 19' 16.28" Kuzey enlemleri ile ve 38° 21' 11.97" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ovacık Köyü bağlı olduğu Şebinkarahisar ilçe merkezine 7 km. mesafe uzaklıkta bulunurken, Giresun şehir merkezine mesafesi ise yaklaşık 66 km. mesafededir. Bu alan, Giresun ili için seçilmiş kurum öncelikli alanlar arasında yer almaktadır (Şekil 67).



Şekil 67. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Ovacık Köyü sahası

Şebinkarahisar Ovacık sahası engebesiz düz bir yapıya sahiptir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize fakat geniş ve virajsız bir yol ile sağlanmaktadır. Kış aylarında bu alanın kullanılması oldukça zordur. Yol için bakım ve onarım gibi bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. 6 m.'den

sonra geçirimsiz bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak bazalt ve andezit yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık şeklindedir (Şekil 68).



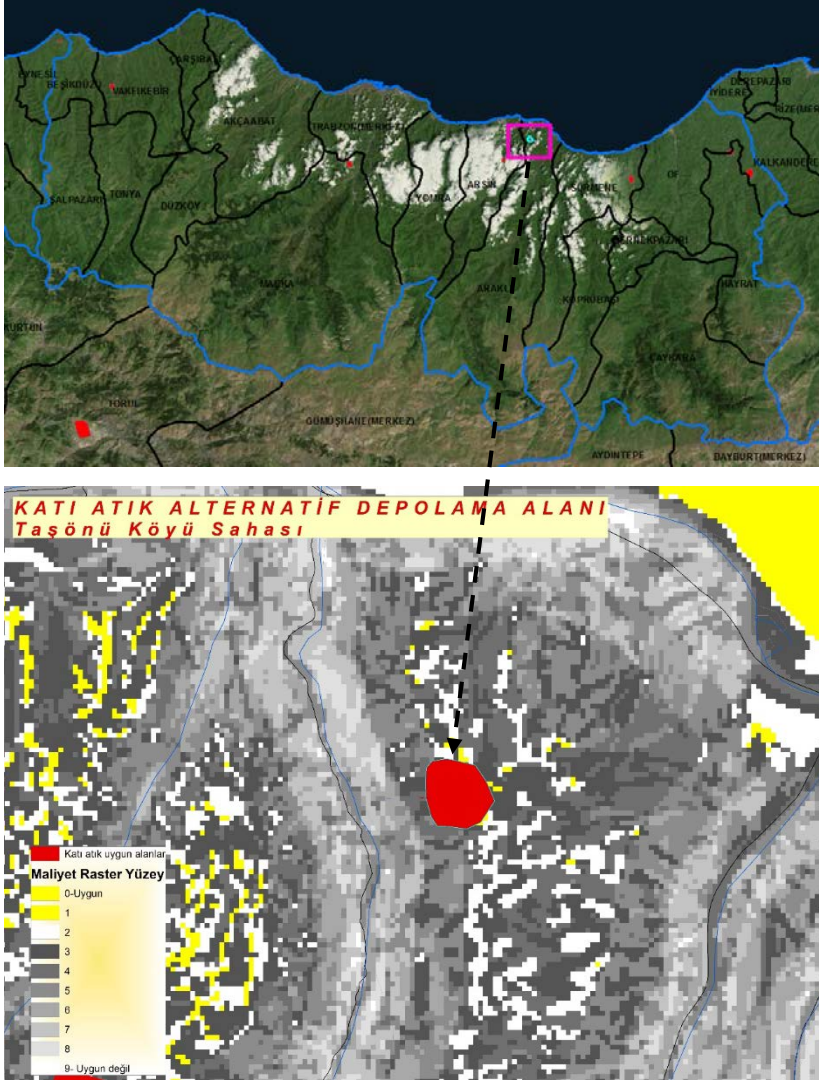
Şekil 68. Şebinkarahisar Ovacık sahasının genel görünümü

#### 5.5.4. Trabzon İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Trabzon ili için belirlenen 7 alternatif DÜKADA içinden Araklı – Taşönü sahası, Of – Ovacık sahası ve Sürmene – Yeniay sahası olmak üzere üç alanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

**Trabzon iline 38 km. ve Araklı ilçesine 4 km. uzaklıkta olan Taşönü Köyü 40° 56' kuzey enlemleri ve 40° 00' doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılına ait nüfus verileri incelendiğinde 475 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf alan tespiti analizinde değerlendirme yapıldığında öncelikli ilk tercih edilecek nokta olarak tespit edilmiştir (Şekil 69).**





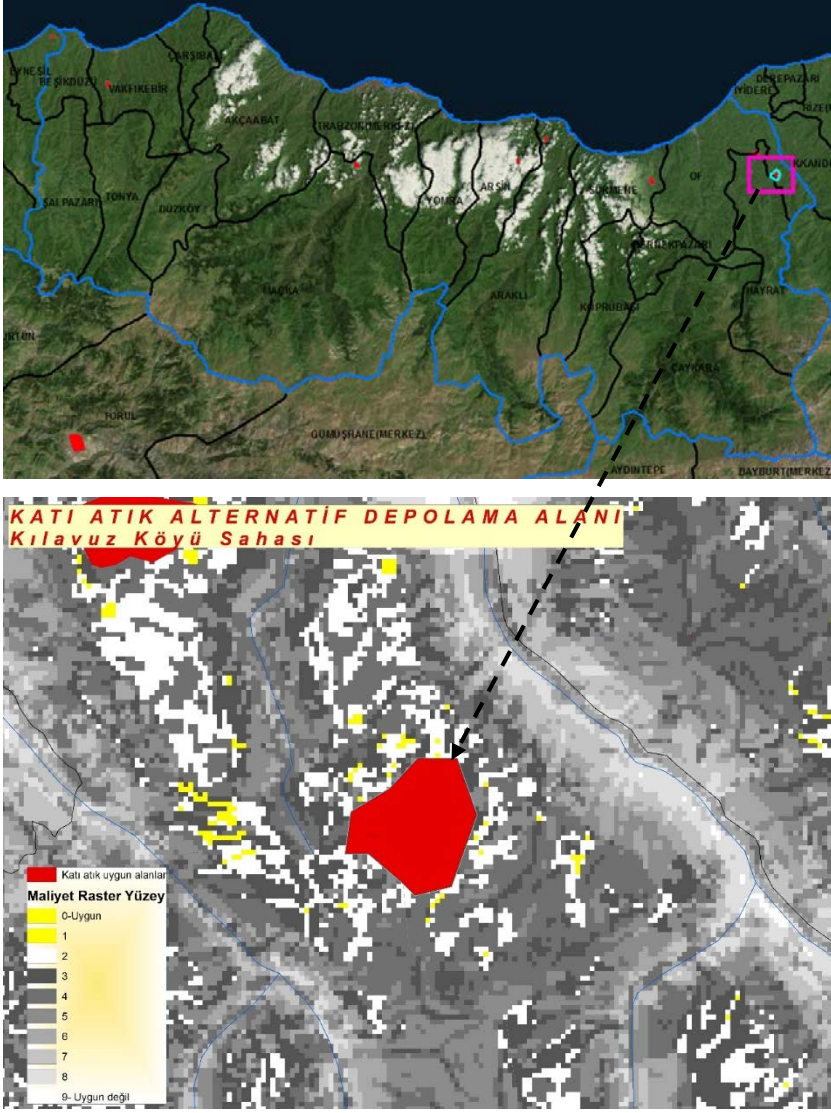
Şekil 69. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Taşönü Köyü sahası

Araklı Taşönü sahası engebeli, güneye doğru yamaçlı bir yapıya sahiptir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize fakat geniş ve virajsız bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu riski bulunmamaktadır. Geçirimsiz bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak killi kireçtaşı yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık, kısmen ağaçlık ve fındık tarım bitkileri şeklindedir (Şekil 70).



Şekil 70. Araklı Taşönü sahasının genel görünümü

**Hayrat ilçesine 3 km ve Trabzon iline yaklaşık 59 km uzaklıkta olan Ovacık köyü 40° 52' 40" Kuzey enlemleri ile ve 40° 24' 4" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılına nüfus verileri incelendiğinde 178 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf alan tespiti analizinde değerlendirme yapıldığında Trabzon İli için öncelikli ikinci tercih edilecek katı atık bertaraf noktası olarak belirlenmiştir (Şekil 71).**



Şekil 71. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Of- Ovacık Köyü sahası

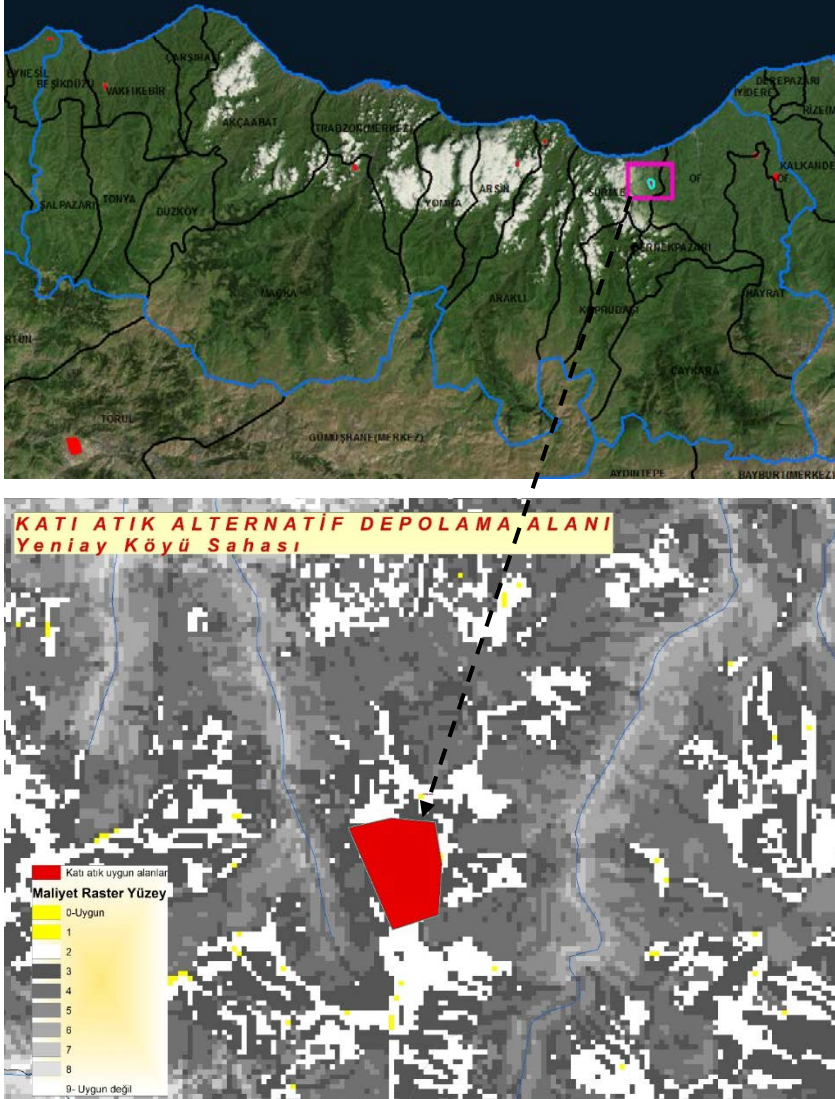
Of Ovacık sahası çok engebeli ve yamaçlı bir yapıya sahiptir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize fakat geniş ve virajsız bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu riski bulunmamaktadır. Az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak kumtaşı, kiltası ve tuf yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun orman ve çay tarım bitkileri şeklindedir (Şekil 72).





Şekil 72. Of - Ovacık sahasının genel görünümü

Trabzon iline 40 km ve Sürmene ilçesine 2 km uzaklıkta olan Yeniay Mahallesi, 40° 54' 26" kuzey enlemleri ve 40° 11' 40" doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılı nüfus verilerine bakıldığında 1219 nüfusa sahiptir. Trabzon ili için tespit edilen katı atık bertaraf alanları içerisinde önemli 3. alan olarak tespit edilmiştir (Şekil 73).



Şekil 73. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Yeniay Mahallesi sahası

Sürmene Yeniay sahası çok engebeli ve yamaçlı bir yapıya sahiptir. Seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize, dar ve virajlı bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu mevcuttur. Az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak andezit bazalt yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun orman şeklindedir. Bölgede heyelan riski bulunmaktadır (Şekil 74).



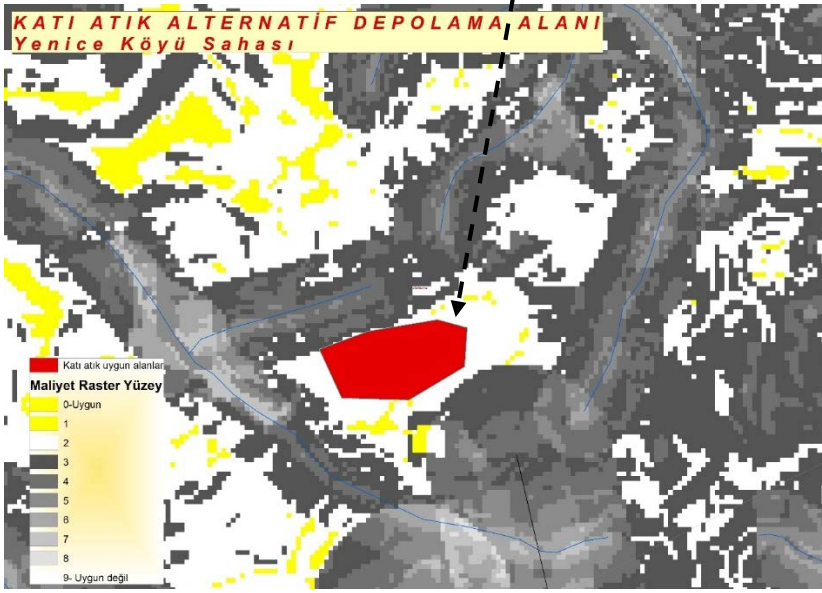
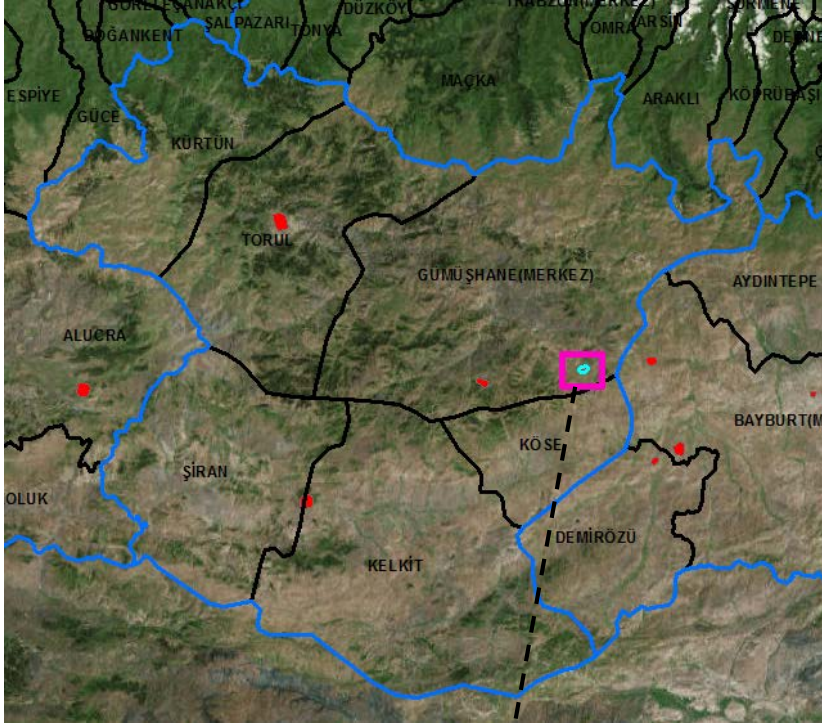


Şekil 74. Sürmene Yeniay sahasının genel görünümü

#### 5.5.5. Gümüşhane İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Gümüşhane ili için belirlenen 4 alternatif DÜKADA içinden Merkez – Yenice sahası ve Merkez - Kazantaş sahası olmak üzere iki alanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

Yenice Köyü Gümüşhane ilinde yer almakta olup, Kale semtinde bulunan Yenice Köyü Gümüşhane Merkez ilçesine bağlıdır. **Yenice Köyü Gümüşhane şehir merkezine yaklaşık 39 km uzaklıktadır.** 2015 yılına ait nüfus verileri incelendiğinde 57 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf alanı tespiti noktasında belirlenen öncelikli ilk katı atık alanı olarak seçilmiştir (Şekil 75).



Şekil 75. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Yenice Köyü sahası

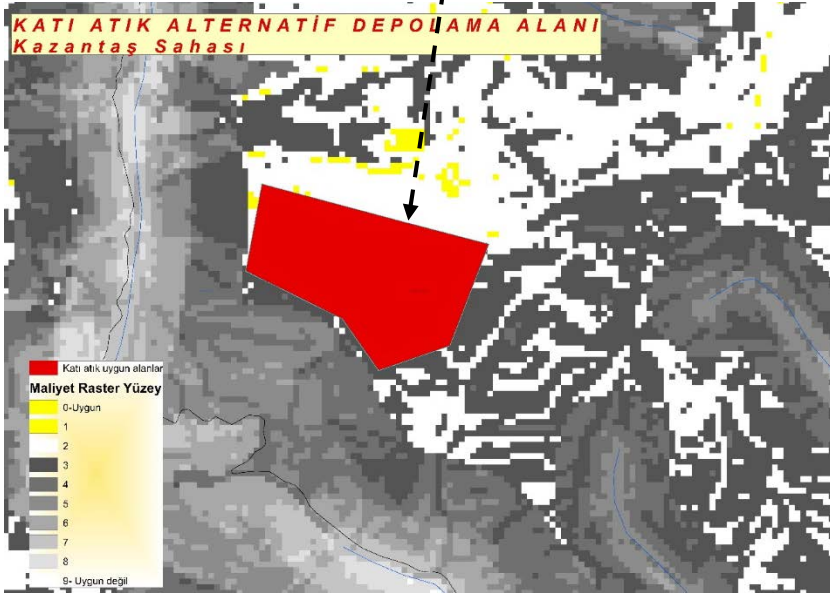
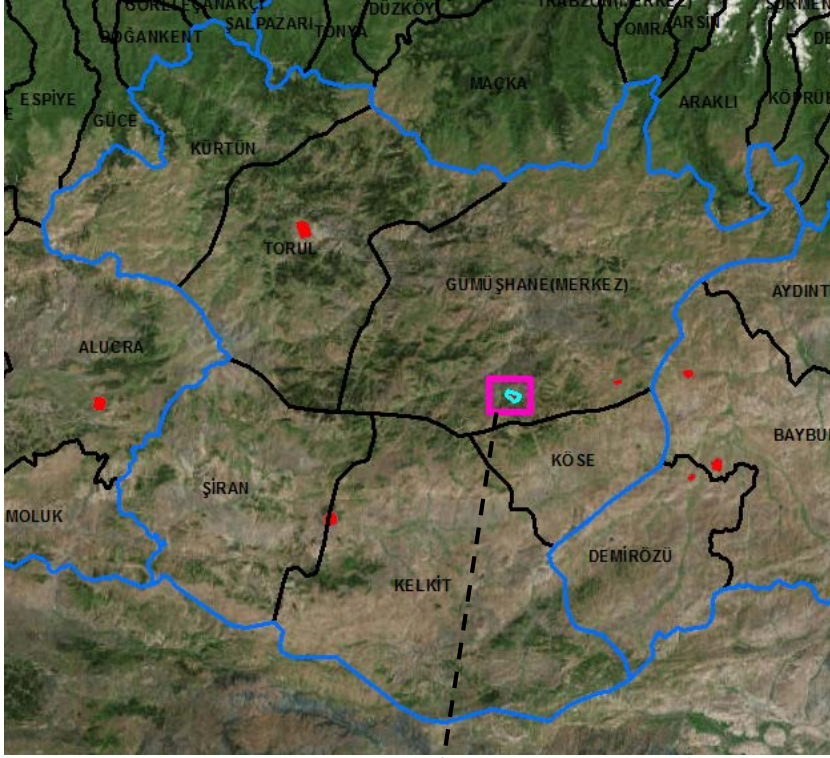
Gümüşhane Yenice sahası düz ve engebesiz bir yapıya sahiptir. Alanda çok seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize, dar bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu mevcuttur. Az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak kil ve volkanik yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık (mera) şeklindedir (Şekil 76).





Şekil 76. Gümüşhane Yenice sahasının genel görünümü

**Gümüşhane merkezine yaklaşık 31 km uzaklıkta olan Kazantaş köyü, 40° 19' 11" Kuzey enlemleri ve 39° 35' 23" Doğu boylamları arasında yer almaktadır. 2015 yılına ait nüfus verileri incelendiğinde 41 nüfusa sahiptir. Gümüşhane iline ait katı atık bertaraf alanı tespiti noktasında belirlenen öncelikli ikinci katı atık alanı olarak seçilmiştir (Şekil 77).**



Şekil 77. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Kazantaş Köyü Sahası

Gümüşhane Kazantaş sahası engebeli bir yapıya sahiptir. Alanda çok seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus azdır. Saha içine ulaşım stabilize, dar ve virajlı bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu mevcuttur. Yarı geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak kil ve kiltası yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık (mera) ve kısmen orman şeklindedir (Şekil 78).





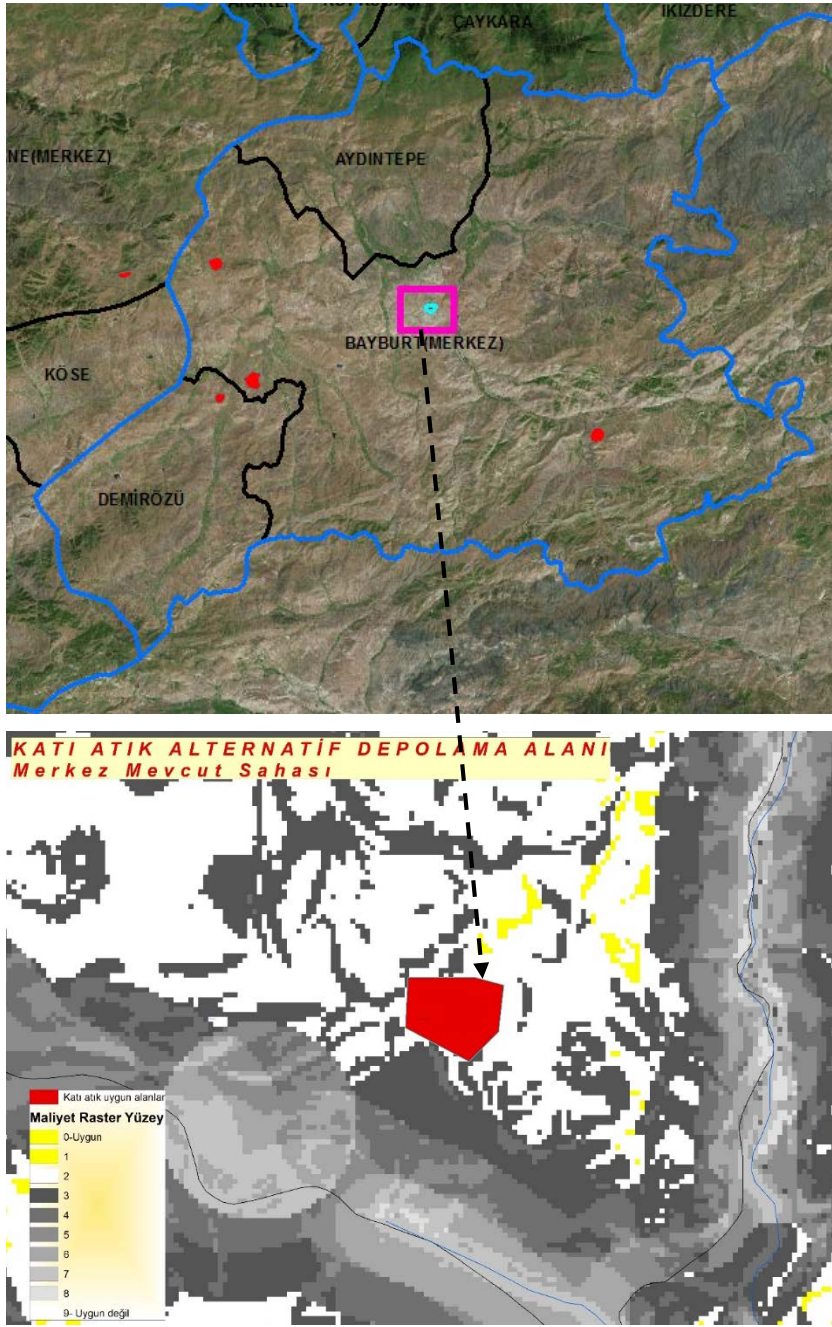
Şekil 78. Gümüşhane Kazantaş sahasının genel görünümü

#### 5.5.6. Bayburt İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Bayburt ili için belirlenen 5 alternatif DÜKADA içinden Merkez – Mevcut Depolama sahası ve Merkez - Balkaynak sahası olmak üzere iki alanın değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bayburt ili 40°37' kuzey enlemleri ile 40°45' doğu boylamları arasında yer almaktadır. **Halen mevcutta kullanılan katı atık depolama alanı Bayburt ili seçilen öncelikli ilk alandır.** 2015 yılı nüfus verileri incelendiğine 78550 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf alanı olarak belirlenen ilk nokta Şekil 80'te gösterilmiştir.





Şekil 80. Uygun düzenli katı atık depolama alanı –Bayburt-Merkez mevcut depolama sahası

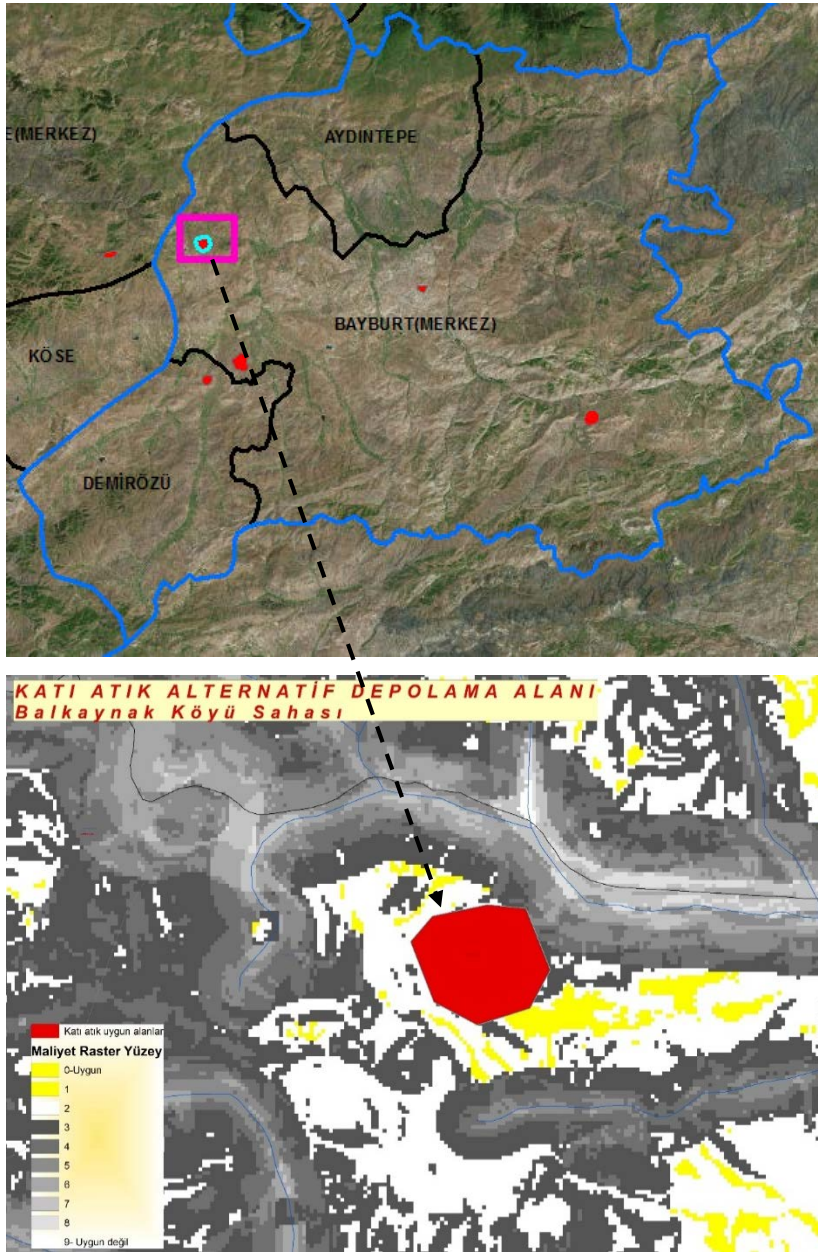
Bayburt Merkez mevcut depolama sahası alanı engebesiz ve düşük eğimli bir yapıya sahiptir. Alanda hiç yapılaşma yoktur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus yoktur. Saha içine ulaşım stabilize, düz ve geniş bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu yoktur. Az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak kumtaşı yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık (mera) şeklindedir (Şekil 81).



Şekil 81. Bayburt merkez mevcut depolama sahasının genel görünümü

**Balkaynak Köyü 40° 21' 18" Kuzey enlemleri ile 39° 54' 32" Doğu boylamları arasında yer almaktadır.** Balkaynak Köyü bağlı olduğu Bayburt kent merkezine yaklaşık 29 km., Bayburt şehir merkezine ise yaklaşık 35 km uzaklıktadır. 2015 yılı nüfus verileri incelendiğinde 77 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf noktası seçimi analizi sonucunda tespit edilen ikinci önemli olası katı atık sahadır. Belirlenen katı atık alanı Şekil 82’te gösterilmektedir.





Şekil 82. Uygun düzenli katı atık depolama alanı - Balkaynak Köyü sahası

Bayburt Merkez Balkaynak sahası alanı engebesiz ve düşük eğimli bir yapıya sahiptir. Alanda seyrek yapılaşma yoktur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus yoktur. Saha içine ulaşım stabilize, düz ve geniş bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu yoktur. Yarı -az geçirimli bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak kumlu, çakıllı kil yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun açıklık (mera) şeklindedir (Şekil 83).



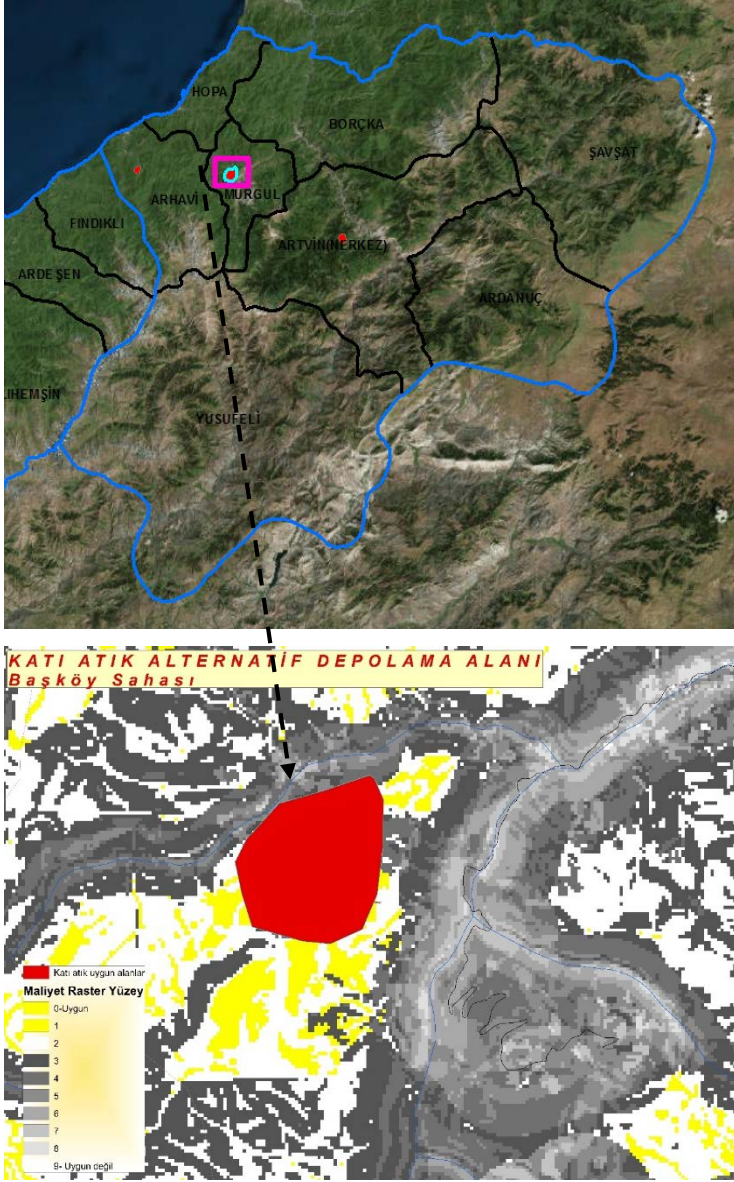
Şekil 83. Bayburt Balkaynak sahasının genel görünümü

#### 5.5.7. Artvin İli Çevresel/Sosyolojik Analiz Sonuçları

Artvin ili için belirlenen 3 alternatif DÜKADA içinden Murgul – Başköy sahasının değerlendirmesi yapılmıştır.

**Murgul ilçesine bağlı olan Başköy Köyü, 41° 10' 51" Kuzey enlemleri ile 41° 49' 14" Doğu boylamları arasında yer almaktadır.** Başköy Köyü bağlı olduğu Murgul ilçe merkezine yaklaşık 16 km. mesafe uzaklıktadır. Katı atık bertaraf alanı tespiti noktasında Artvin ili için tespit edilen öncelikli ilk noktadır. 2015 yılı nüfus verileri incelendiğinde 171 nüfusa sahiptir. Katı atık bertaraf sahası olarak belirlenen nokta Şekil 84'te gösterilmiştir.





Şekil 84. Uygun düzenli katı atık depolama alanı – Başköy Köyü Sahası

Murgul Başköy sahası çok engebeli bir yapıya sahiptir. Alanda seyrek yapılaşma mevcuttur. Olası tesisleşmeden etkilenecek nüfus oldukça azdır. Saha içine ulaşım stabilize, dar ve virajlı bir yol ile sağlanmaktadır. Mevsimsel ulaşım zorluğu yoktur. Az geçirimli ve geçirimsiz bir toprak yapısına sahiptir. Litolojik olarak bazalt ve andezit yapısı mevcuttur. Arazi örtüsü yoğun orman şeklindedir (Şekil 85).



Şekil 85. Murgul Başköy sahasının genel görünümü

#### 5.5.8. Katı Atık Bertaraf alanlarının Geo-istatistik Açidan Değerlendirilmesi

DOKAP bölgesi için oluşturulan DÜKADA maliyet yüzeyi haritası üzerinden her ile ait uygun ve en uygun alanlar belirlenmiştir. Projenin bu aşamasında her bir katı atık bertaraf noktasının istatistiksel olarak; yerleşim birimlerine ortalama uzaklık, akarsulara olan ortalama uzaklıkları, anayollara olan ortalama uzaklık, ortalama eğim, ormanlık alanları içerisinde kalıp-kalmama durumu, turizm alanlarına olan uzaklık vs. değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir ve sonuçlar Tablo halinde sunulmuştur (Tablo 21)

Tablo 21. Katı Atık Bertaraf alanlarının Geo-istatistik Açısından Değerlendirilmesi

İl Kodu	DOKAP Bölgesi için önerilen uygun DÜKADA'lar	Raster CBS tabanlı yöntem Uygunluk Değeri (Maliyet Haritası Üzerinden)							
		Değerlendirme Kriterleri							
		A	B	C	D	E	F	G	H
5	Vezirköprü- Avdan	985	534	1879	0	3843.84	5	Güney	IV
	Bafra- Aktekke	536	0	1896	2497828	1414.96	6	Güney	III
52	Kumru Esence	65	895	809	1496625	6162.16	15	Güneydoğu	V
	Gürgentepe Işıktepe	89	0	0	1257400	53225.52	11	Güney	VII
28	Espiye Karadere-Ağalık	995	556	1845	161448	24362.46	17	Güneydoğu	VII
	Yağlıdere Ömerli	300	183	1130	299138	26426.51	18	Güneydoğu	VII
	Şebinkarahisar Ovacık	441	423	13945	306985	3616.68	9	Güney	VI
61	Araklı Taşönü	300	641	719	0	38403.06	5	Güneybatı	VI
	Of Kılavuz	0	317	1345	0	71599.24	11	Güney	VII
	Sürmene Yeniay	2848	428	3061	203818	54440.14	14	Güney	VII
08	Murgul Başköy	815	30	1282	3849844	166598.79	12	Güneydoğu	VI
	Arhavi Gürgencik	547	406	414	1227948	150379.55	17	Güney	VI
29	Merkez Yenice	649	450	1105	0	65534.15	9	Güney	VII
	Merkez Kazantaş	592	970	1025	177139	49447.79	4	Güney	VII
69	Merkez	3185	1828	1833	0	94578.53	6	Güneybatı	VII
	Merkez Balkaynak	1086	637	770	0	76196.42	9	Güneydoğu	VII

A:Yerleşim alanlarına uzaklık (m.), B:Akarsu orta hattına uzaklık (m.), C:Anayollara ortalama uzaklık (m.), D:Ormanlık alanda kalma miktarı (m<sup>2</sup>), E:Turizm alanlarına uzaklık (km), F:Ortalama eğim (%), G:Hakim Bakı (yön), H:Arazi Kullanım Katsayı Sınıfı (Toprak kalitesi 1-8 arası değer alır, en kaliteli toprak 1.sınıf topraktır),

## 5.6. Uygun Alanlarının Sonuç Değerlendirmesi

DOKAP Bölgesinde bundan sonra yapılması planlanan düzenli katı atık depolama tesisleri için 8 ilde toplam 42 uygun alan tespit edilmiştir. Bu 42 alan içinden en uygun olan 14 alan ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Bu alanlar için jeolojik, depremsellik, sismik, çevresel, ulaşım, erişim, maliyet vb. analizler ayrıntılı olarak gerçekleştirilmiştir. CBS

tabanlı analizler sonucunda Trabzon İlinde tespit edilen en uygun alan Araklı Taşönü köyü alanıdır. Fakat bu alan daha önce Trabzon Büyükşehir Belediyesi tarafından gerekli etüt ve fizibilite çalışmaları yapılmak suretiyle çalışıldığı için; bu alanda sondaj, deprensellik ve sismik analizler yaptırılmamıştır. Toplamda 14 alan için uygunluk değerlendirmesi Tablo 22. de gösterilmiştir.

Tablo 22. Düzenli katı atık depolama tesisi için uygun alanların değerlendirilmesi

İli	İlçesi	Köy/Mahalle	CBS analizi	Jeolojik Analiz	Sismik /Deprensellik Analiz	Çevresel Analiz	Taşıma Maliyet Analizi
<b>Artvin</b>	Murgul	Başköy	Çok Uygun	Uygun	2.Kesit Uygun	Uygun	Uygun
<b>Bayburt</b>	Merkez	Merkez	Çok Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Merkez	Balkaynak	Çok Uygun	Uygun	<b>Uygun Değil</b>	Uygun	Uygun
<b>Giresun</b>	Espiye	Ağalık Madeni	Çok Uygun	Kismen uygun	3.Kesit Uygun	Uygun	Uygun
	Şebinkarahisar	Ovacık	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
<b>Gümüşhane</b>	Merkez	Yenice	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Merkez	Kazantaş	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
<b>Ordu</b>	Kumru	Esence	Çok Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Gürgentepe	Işıktepe	Çok Uygun	Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun
<b>Samsun</b>	Vezirköprü	Avdan	Çok Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Bafra	Aktekke	Çok Uygun	Çok Uygun	<b>Uygun Değil</b>	Uygun	Uygun
<b>Trabzon</b>	Araklı	Taşönü	Çok Uygun	Çok Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun
	Of	Ovacık	Çok Uygun	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun
	Sürmene	Yeniay	Çok Uygun	Uygun	Uygun	Uygun	Uygun

Tabloya göre özetle;

**Artvin İli için Murgul Başköy sahası (443 hektar) uygun alan olarak tespit edilmiştir.** Fakat sismik analizler sonucunda bu alanın profil-1 kesiti tarafında heyelan tehlikesi olabileceği ve ek koruma önlemlerinin alınması gerektiği, profil-2 kısmının depolamaya daha da uygun olacağı vurgulanmıştır.



**Bayburt ili için Merkez Mevcut Depolama sahası (65 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir.** Bayburt ili için çalışılan ikinci alan Merkez Balkaynak alanında yer altı suyu tespit edildiği için bu alan depolama için uygun olarak değerlendirilmemiştir.

**Giresun ili için Şebinkarahisar Ovacık alanı (70 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir.** Giresun ili için çalışılan ikinci alan (Giresun kuzey yerleşim alanları için) olan Espiye Ağalık Madeni alanının heyelan riski taşıdığı, sismik olarak değerlendirildiğinde ise profil-3 kısmının uygun olabileceği (Cibril Köyü tarafı) değerlendirilmiştir. Bu alanın kullanılması durumunda profil-3 kısmının gerekli heyelan koruma yapıları için önlem alınması suretiyle uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Giresun ili kuzey ilçeleri için Espiye Ağalık Madeni dışında bu alanın hemen kuzeyinde yer alan alternatif uygun alanın, gerekli fizibilite çalışmalarının uygun sonuçlar vermesi şartıyla, değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.

**Gümüşhane İli için Merkez Yenice (101 hektar) ve Merkez Kazantaş (198 hektar) alanlarının ikisi de çok uygun alan olarak tespit edilmiştir.**

**Ordu İli için Kumru-Esence (285 hektar) ve Gürgentepe-Işıktepe (256 hektar) alanlarının ikisi de çok uygun alan olarak tespit edilmiştir.**

**Samsun İli için Vezirköprü-Avdan alanı (111 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir.** Bafra-Aktekke alanının ise gerek bölge içinden geçen düşey atımlı fay hattı olasılığı gerekse zemin özellikleri açısından uygun olmadığı değerlendirilmektedir.

**Trabzon İli için 1. derecede en uygun alan Araklı Taşönü köyü alanı (40 hektar), 2.derecede uygun alan Of-Ovacık Köyü alanı (128 hektar), 3. derecede uygun alan ise Sürmene – Yeniay mahallesi alanı (76 hektar) olduğu tespit edilmiştir.** Trabzon için yapılan değerlendirmede sismik, depremsellik ve jeolojik analiz sonuçları için Trabzon Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılan uygunluk çalışmalarının sonucundan elde edilen raporlar kullanılmıştır.

## 6. Kompost & Maddesel Geri Kazanım Tesisleri İçin Uygun Alanlar

### 6.1. Yer seçimine etki eden Faktörler ve Ağırlıkları

Kompost ve maddesel geri kazanım alanları için uygun yerlerin tespitinde sekiz ili de esas alacak şekilde katmanlar belirlenmiştir. Belirlenen katmanlar: akarsu, arazi örtüsü, eğim, fay hattı, göl, jeoloji, koruma alanları, nüfus, toprak ve yol veri katmanlarıdır. Kompost&maddesel geri kazanım alanlarının tespit edilmesinde ÇKKV yöntemlerinden Basit Ağırlıklı Toplam yöntemi kullanılmıştır. Yer seçimi için kullanılan faktörler ve bu faktörlerin yer seçimine etki ettiği kriter ağırlıkları tablo 23'te gösterilmektedir.

Tablo 23. Kompost Tesisi Alanlarının Yer Seçimine İlişkin Faktör ve Faktör Ağırlıkları

<b>Faktörler / Alt Faktörler</b>	<b>Öncelik / Puan</b>
<b>Nüfus</b>	<b>1</b>
0-1000	10
1000-5000	5
5000-25000	4
25000-50000	3
50000-100000	2
>100000	1
<b>Eğim</b>	<b>2</b>
0-5	10
5-10	8
10-15	5
15-20	4
20-25	3
25-30	2
>30	1
<b>Bitki Örtüsü</b>	<b>3</b>
Bozuk Koru	10
Gençleştirme Sahası	4
Özel Orman	3
Normal Koru	2
Seçme Orman	1
<b>Toprak</b>	<b>4</b>
I. Sınıf Toprak – Çok İyi Tarım*	∞
II. Sınıf Toprak	1
III. Sınıf Toprak	2
IV. Sınıf Toprak	4
V. Sınıf Toprak	5
VI. Sınıf Toprak	6
VII. Sınıf Toprak	9
VIII. Sınıf Toprak	10
<b>Arazi Kullanımı</b>	<b>5</b>

Çayır, Mera	10
Dikili Bağ, Diki Diğer...	5
Kuru Marjinal Tarım	4
Kuru Mutlak Tarım, Orman, Özel Ürün	3
Sulu Marjinal Tarım	2
Dikili Meyve, Sulu Mutlak Tarım	1
Dikili Zeytin	∞
<b>Koruma Alanları</b>	<b>6</b>
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Fay Hattı/ Flora ve Fauna</b>	<b>7</b>
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Turizm</b>	<b>8</b>
0-3000*	∞
>3000	10
<b>Okul, Hastane, Limanlar</b>	<b>9</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Hidroloji (Akarsu, Göl, Baraj vb.)</b>	<b>10</b>
0-1000	∞
>1000	10
<b>Demiryolu, Kıyı Çizgisi**</b>	<b>11</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Yol</b>	<b>12</b>
0-300	∞
300-500	10
500-1000	8
1000-1500	6
1500-2000	4
2000-5000	2
>5000	1
<b>Doğal Kaynaklar (Su, Enerji, Jeolojik)</b>	<b>13</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Altyapı( Boru Hattı, Enerji Hattı, Atıksu vb.) **</b>	<b>14</b>
0-300*	∞
300-500	10
500-1000	5
>1000	1

## 6.2. Kompost & Maddesel Geri Kazanım Alanları Uygun Yer Tespiti

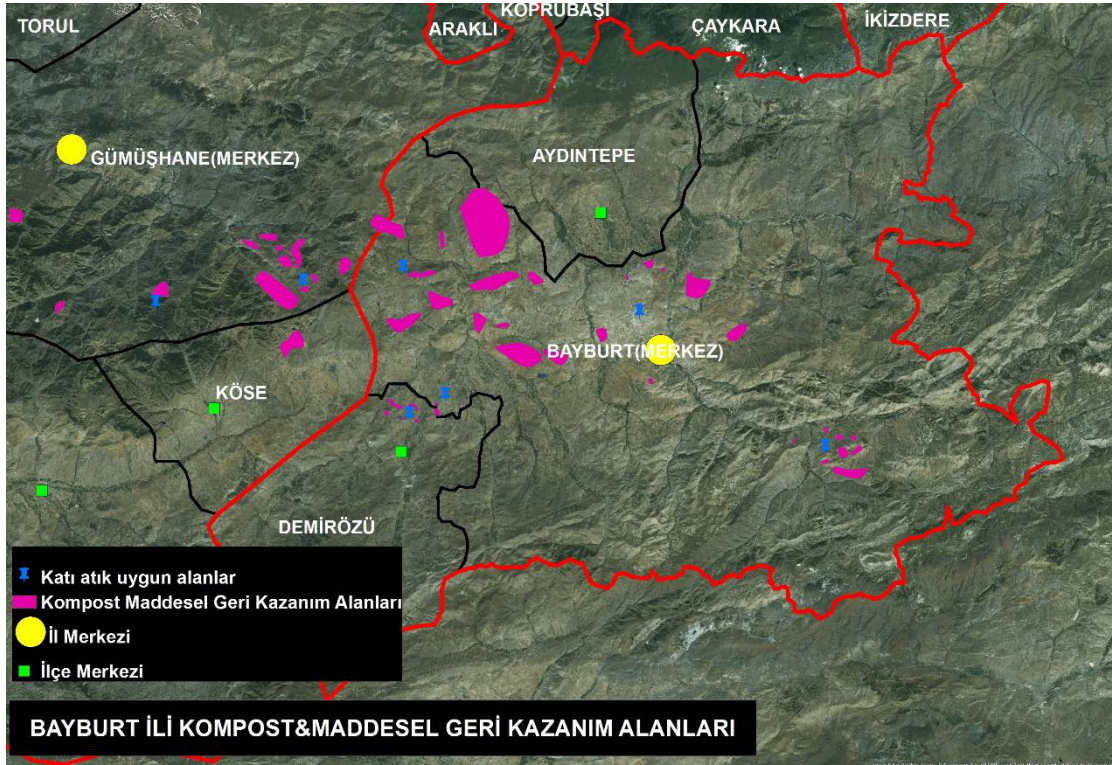
Kompost&maddesel geri kazanım tesisleri için, atıktan geri kazanım sağlamak amacıyla, tesisler oluşturma noktasında uygun alanlar tespit edilmiştir. Bu bağlamda veri katmanı olarak tespit edilen nüfus yoğunluğu esas alınarak yerleşim noktalarına uzak alanlarda kompost&maddesel geri kazanım noktaları tesis edilmiştir. Her il için tespit edilen kompost&maddesel geri kazanım noktaları il bağlamında değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışma bölgesinin tamamı ele alındığında toplamda 276 tane kompost & maddesel geri kazanım alanı tespit edilmiştir. Tek tek iller değerlendirmeye alındığında Artvin ilinde 13, Bayburt ilinde 33, Giresun ilinde 38, Gümüşhane ilinde 31, Ordu ilinde 14, Rize ilinde 29, Samsun ilinde 85 ve Trabzon ilinde ise 33 adet uygun yer tespit edilmiştir (Şekil 86-93).

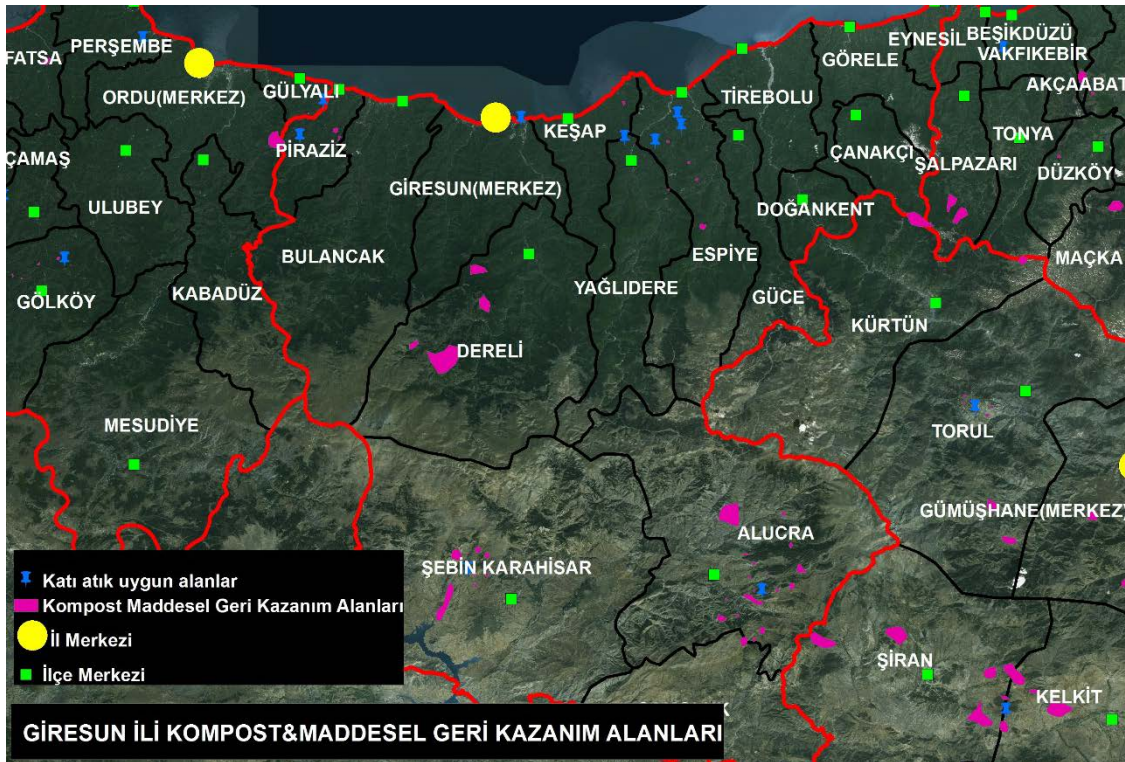


Şekil 86. Artvin ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar



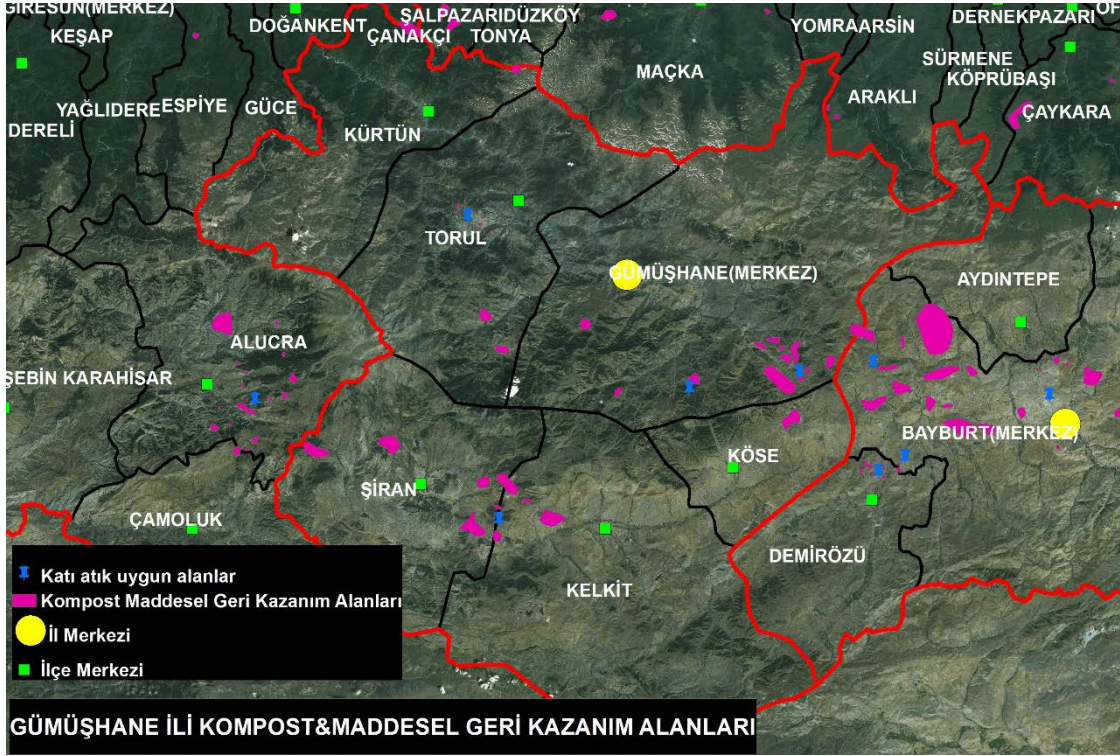


Şekil 87. Bayburt ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar

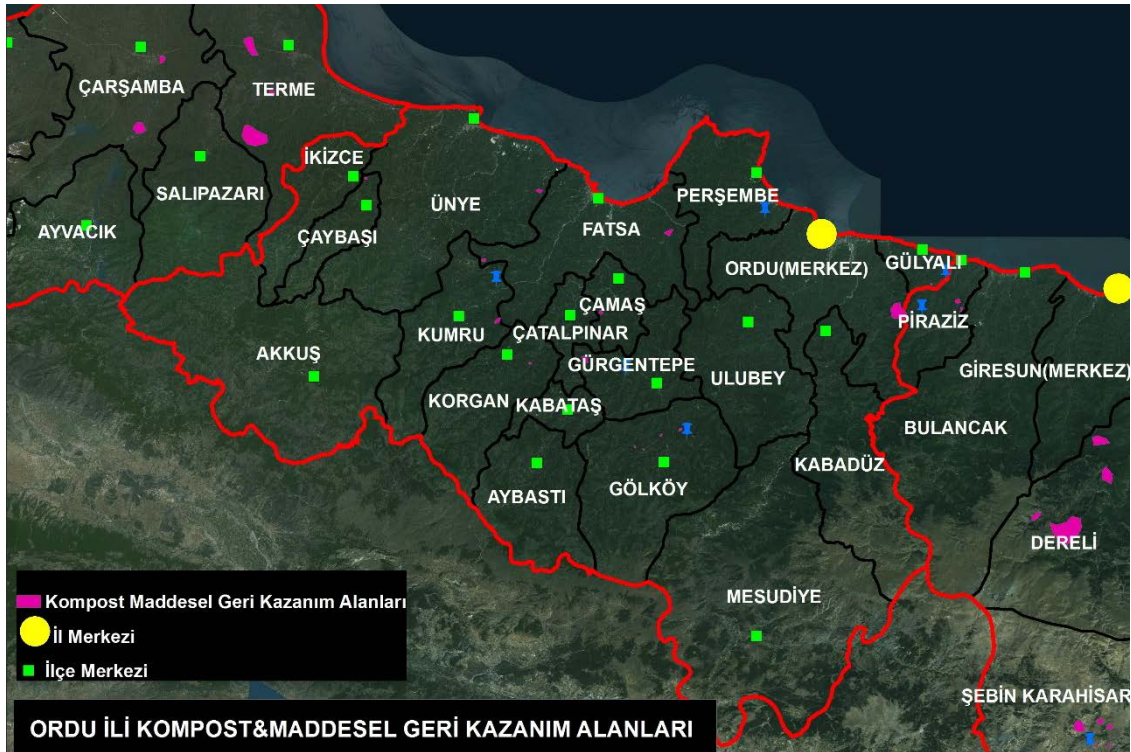


Şekil 88. Giresun ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar



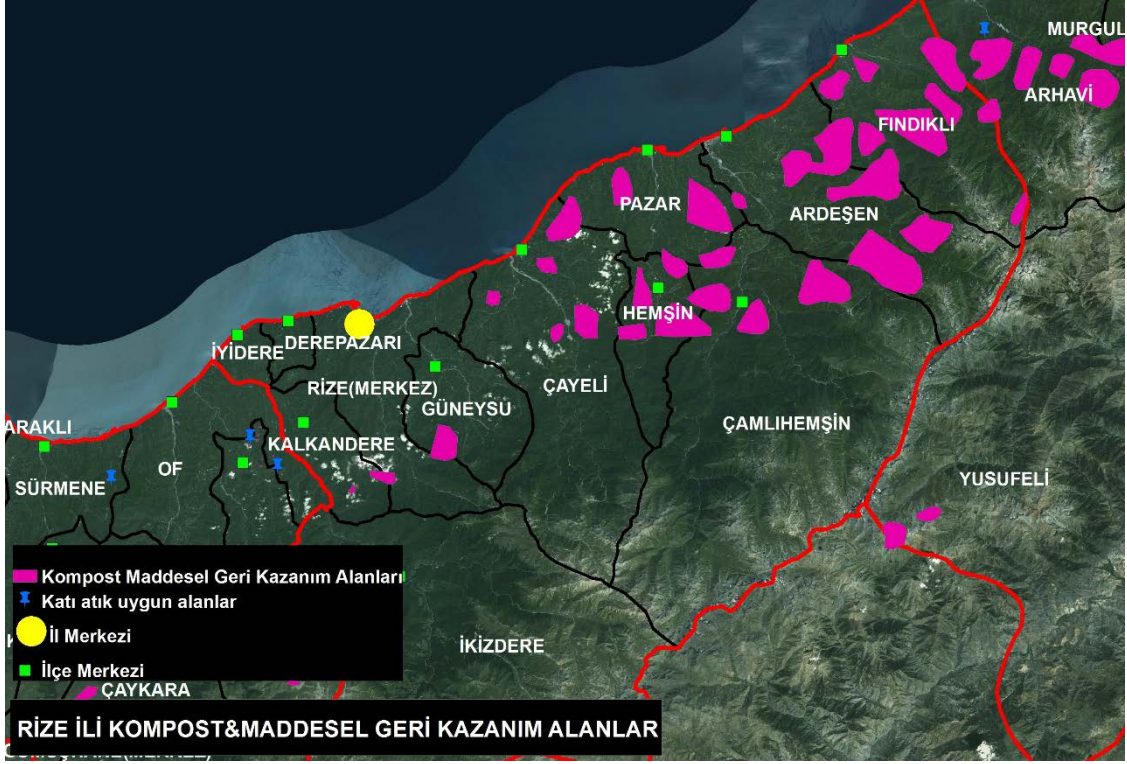


Şekil 89. Gümüşhane ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar

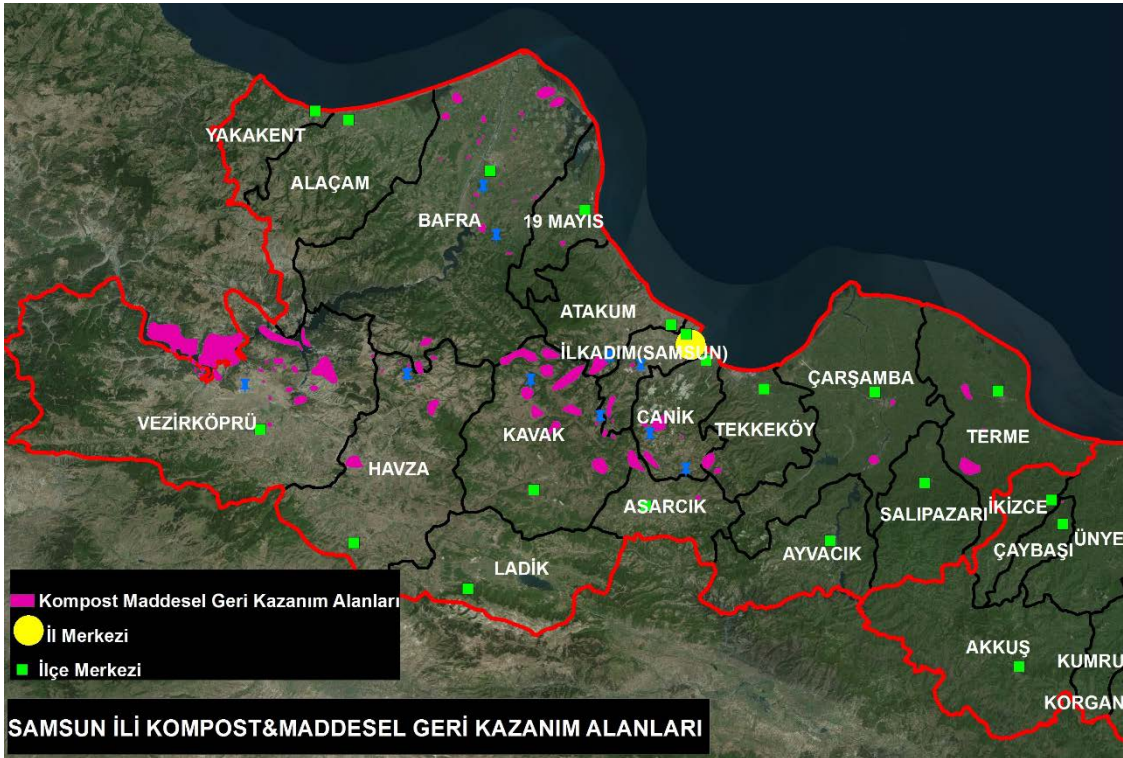


Şekil 90. Ordu ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar





Şekil 91. Rize ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar



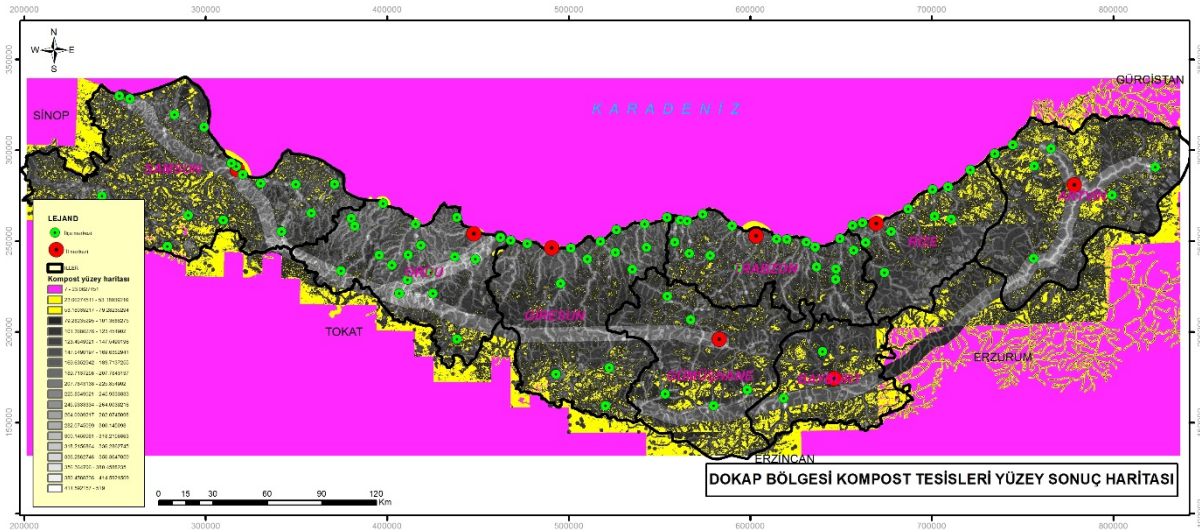
Şekil 92. Samsun ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar





Şekil 93. Trabzon ili kompost & maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanlar

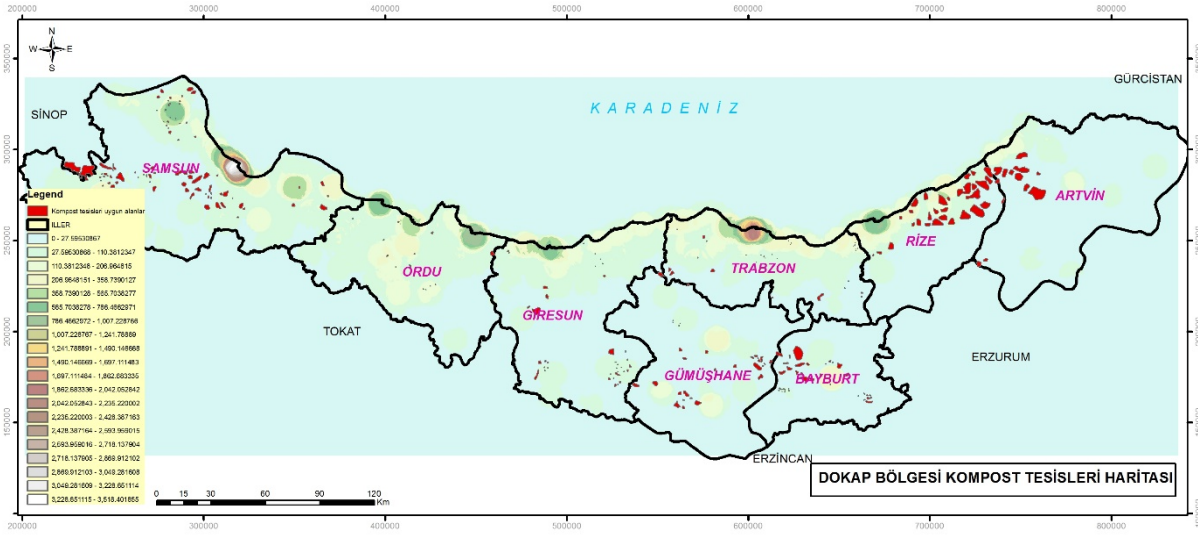
DOKAP Bölgesinin bütününde yapılan analiz sonucunda Kompost & Maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanları gösteren maliyet yüzeyi haritası Şekil 94'te gösterilmiştir.



Şekil 94. DOKAP Bölgesi Kompost & Maddesel Geri Kazanım Tesisleri Sonuç Haritası

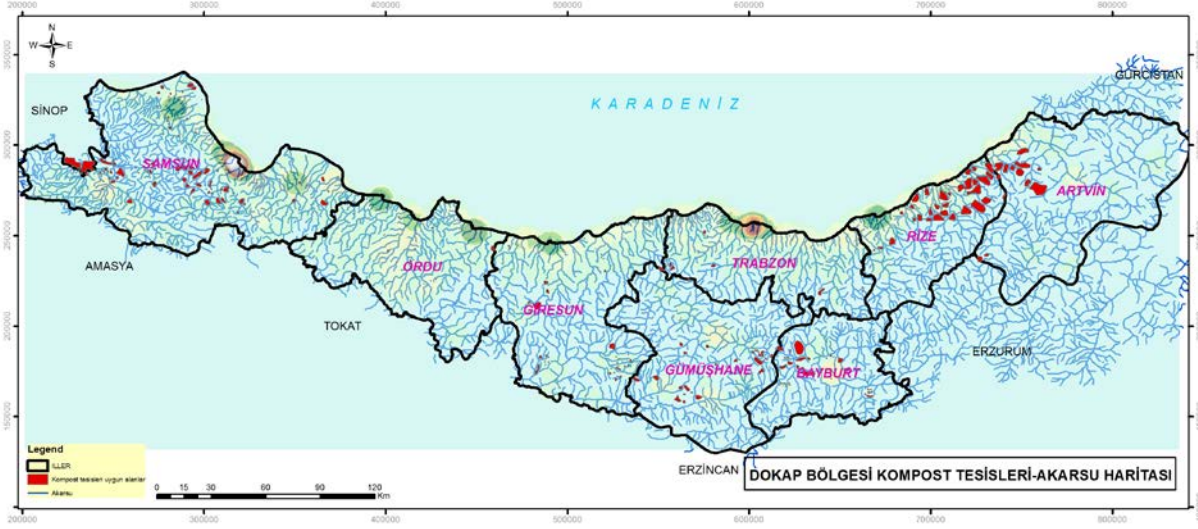
Bu maliyet yüzeyi üzerinden belirlenen kompost & maddesel geri kazanım alanları Şekil 95'te gösterilmiştir.





Şekil 95. DOKAP Bölgesi kompost & maddesel geri kazanım tesisleri uygun alanlar haritası

DOKAP Bölgesinin bütününde yapılan analiz sonucunda Kompost & Maddesel geri kazanım tesisleri için uygun alanların akarsu verileri üzerinde konumunu gösteren harita ise Şekil 96'da gösterilmiştir.



Şekil 96. DOKAP Bölgesi Kompost & Maddesel Geri Kazanım Tesisleri – Akarsu Haritası

### 6.3. Kompost & Maddesel Geri Kazanım Alanlarının Değerlendirilmesi

Gerçekleştirilen analizler sonucunda toplamda 276 adet kompost&maddesel geri kazanım alanları tespit edilmiştir. Analizler sonucu tespit edilen bu noktaların

istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında anayollara, yerleşim merkezlerine ve akarsulara olan ortalama uzaklıkları belirlenmiştir ve değerleri tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24. Kompost & maddesel geri kazanım alanlarının istatistiksel değerlendirilmesi

İL	İLÇELER	Anayollara ortalama uzaklık (m)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m)	Akarsulara ortalama uzaklık (m)
ARTVİN	ARHAVİ	1181.246	259.528	0
ARTVİN	ARHAVİ	5797.222	4373.031	416.033
ARTVİN	ARHAVİ	3655.954	1990.114	8.760
ARTVİN	ARHAVİ	818.389	343.788	263.391
ARTVİN	ARHAVİ	762.208	264.423	167.920
ARTVİN	ARHAVİ	3916.086	365.040	337.414
ARTVİN	MURGUL	4465.987	2036.054	0
ARTVİN	MURGUL	913.871	769.482	428.139
ARTVİN	ARHAVİ	7243.421	2.696	353.746
ARTVİN	YUSUFELİ	16046.601	8333.617	1044.749
ARTVİN	YUSUFELİ	16254.011	4912.270	444.943
ARTVİN	MERKEZ	8215.953	3983.076	211.389
ARTVİN	ARHAVİ	6916.267	62.532	653.789
RİZE	HEMŞİN	1053.283	310.769	243.900
RİZE	HEMŞİN	810.170	0	212.419
RİZE	HEMŞİN	107.722	137.555	0
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	581.724	163.845	449.523
RİZE	HEMŞİN	4048.858	370.918	407.172
RİZE	HEMŞİN	798.252	150.961	450.623
RİZE	PAZAR	1006.096	0	0
RİZE	ÇAYELİ	775.523	51.300	22.209
RİZE	ÇAYELİ	557.646	0	0
RİZE	PAZAR	506.300	239.809	410.389
RİZE	PAZAR	70.128	690.612	9.488
RİZE	PAZAR	256.573	0	100.972
RİZE	ÇAYELİ	577.715	0	779.170
RİZE	ÇAYELİ	206.015	0	0
RİZE	ÇAYELİ	560.490	1817.150	295.318
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	2755.975	1244.888	271.404
RİZE	ARDEŞEN	8754.825	3139.241	0
RİZE	ARDEŞEN	13438.520	5049.152	239.792
RİZE	ARDEŞEN	3117.234	0	0
RİZE	ARDEŞEN	6286.658	0	0
RİZE	FINDIKLI	6769.746	49.801	165.536
RİZE	FINDIKLI	6778.190	610.794	0
RİZE	KALKANDERE	1897.866	1231.196	493.810
RİZE	KALKANDERE	1945.775	1248.880	995.259
RİZE	GÜNEYSU	2139.849	1897.698	0
RİZE	FINDIKLI	1363.489	0	486.933
RİZE	FINDIKLI	805.432	439.219	383.777
RİZE	FINDIKLI	7824.911	659.666	257.321
RİZE	FINDIKLI	16372.214	8711.613	754.440
SAMSUN	BAFRA	2373.282	0	847.617
SAMSUN	BAFRA	2061.028	0	392.206
SAMSUN	BAFRA	2765.341	94.079	593.911
SAMSUN	BAFRA	3968.518	221.520	325.896
SAMSUN	BAFRA	1496.568	0	1891.571
SAMSUN	BAFRA	4698.946	123.396	5.405
SAMSUN	BAFRA	282.710	648.676	1594.072
SAMSUN	BAFRA	3037.082	0	2761.730
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	686.743	1836.364	1.998
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	2216.902	0	0
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	11182.068	2023.823	0
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	4182.729	2413.259	270.734
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	7937.738	1466.841	363.136
SAMSUN	İLKADİM	1993.624	0	455.065
SAMSUN	ATAKUM	115.610	567.555	421.051
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	993.398	0	0
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	13059.045	589.651	24.905
SAMSUN	BAFRA	1134.075	136.150	501.589
SAMSUN	BAFRA	311.385	1785.081	149.963
SAMSUN	BAFRA	811.673	243.809	1143.234
SAMSUN	KAVAK	4086.624	312.016	470.352
SAMSUN	KAVAK	7149.612	908.541	349.957

SAMSUN	KAVAK	7764.267	0	313.063
SAMSUN	KAVAK	3509.249	1262.393	53.114
SAMSUN	KAVAK	3092.709	0	385.613
SAMSUN	KAVAK	1062.619	0	193.125
SAMSUN	KAVAK	2474.829	192.152	395.840
SAMSUN	İLKADIM	2977.977	0	394.691
SAMSUN	KAVAK	1269.334	0	334.121
SAMSUN	KAVAK	3141.415	0	412.592
SAMSUN	CANIK	3644.030	0	48.080
SAMSUN	CANIK	1035.873	42.503	5.537
SAMSUN	TEKKEKÖY	3628.875	0	19.652
SAMSUN	KAVAK	1020.530	134.565	63.702
SAMSUN	HAVZA	3506.879	0	360.531
SAMSUN	BAFRA	5996.432	0	790.341
SAMSUN	HAVZA	106.146	0	206.584
SAMSUN	HAVZA	4212.525	0	381.839
SAMSUN	TEKKEKÖY	6456.430	147.090	427.025
SAMSUN	TERME	768.089	0	0
SAMSUN	TERME	542.494	0	62.499
SAMSUN	BAFRA	3279.229	0	286.628
SAMSUN	BAFRA	8679.348	19.744	246.517
SAMSUN	BAFRA	1799.076	346.959	410.076
SAMSUN	BAFRA	2675.875	240.128	485.007
SAMSUN	BAFRA	628.113	194.615	460.202
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	5475.393	1563.528	343.626
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	7647.569	728.522	389.538
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	8117.508	1153.083	76.871
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	4752.560	1694.836	331.245
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	3691.874	2.822	629.885
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	1745.596	35.039	827.793
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	3560.027	0	421.987
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	6369.949	0	433.016
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	757.990	0	213.045
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	71.234	1484.305	463.652
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	770.502	0	389.170
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	1947.177	1860.264	412.488
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	1450.870	362.895	290.456
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	913.183	2747.561	484.040
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	1162.730	1904.125	601.920
SAMSUN	HAVZA	5474.435	109.801	606.574
SAMSUN	HAVZA	1562.415	363.000	627.443
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	10228.279	77.405	419.447
SAMSUN	BAFRA	1354.625	1243.269	22.323
SAMSUN	BAFRA	13118.353	2921.475	108.731
SAMSUN	BAFRA	5129.815	2170.241	63.238
SAMSUN	BAFRA	2326.282	427.524	1973.304
SAMSUN	BAFRA	4432.927	0	1622.576
SAMSUN	19 MAYIS	5172.923	2.328	523.521
SAMSUN	BAFRA	9176.498	51.801	246.885
SAMSUN	BAFRA	6383.527	314.198	231.451
SAMSUN	HAVZA	4739.668	1409.520	301.653
SAMSUN	HAVZA	6361.660	2360.070	354.582
SAMSUN	HAVZA	738124	127.966	822.651
SAMSUN	İLKADIM	1221.234	0	139.542
SAMSUN	KAVAK	2354.870	1196.465	303.092
SAMSUN	KAVAK	1046.632	736.262	1468.077
SAMSUN	İLKADIM	37.221	1344.602	1005.758
SAMSUN	CANIK	6902.134	1200.136	436.485
SAMSUN	CANIK	1093.767	1434.187	33.124
SAMSUN	AŞARCIK	645.233	0	241.936
SAMSUN	ÇARŞAMBA	914.598	0	0
SAMSUN	ÇARŞAMBA	830.635	0	793.853
SAMSUN	TERME	0	6.836	1163.043
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	1571.590	0	2116.061
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	1467.718	485.960	310.689
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	903.079	1514.632	2135.114
GÜMÜŞHANE	KELKİT	4370.816	1479.284	1835.806
GÜMÜŞHANE	KELKİT	1023.909	2176.587	1232.511
GÜMÜŞHANE	KELKİT	703.737	802.170	719.517
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	880.112	799.456	56.862
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1657.562	0	697.159
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	3340.466	886.272	883.626
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	828.670	967.481	0
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	5894.250	0	314.774
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1894.438	0	297.419
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	88.603	53.864	0
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1767.396	435.994	629.069
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1644.285	1183.158	17.002

GÜMÜŞHANE	MERKEZ	783.746	0	351.348
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	83.913	1236.740	618.564
GÜMÜŞHANE	KÖSE	2498.651	180.958	522.758
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	997.548	0	869.138
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1534.801	779.259	290.790
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	2129.679	0	1630.486
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	774.678	822.806	697.728
GÜMÜŞHANE	TORUL	5943.155	543.395	633.332
GÜMÜŞHANE	TORUL	8405.760	1689.049	629.128
GÜMÜŞHANE	TORUL	8734.853	2609.346	482.147
GÜMÜŞHANE	TORUL	500.178	488.323	1474.510
GÜMÜŞHANE	KÜRTÜN	8910.790	5548.457	484.090
GÜMÜŞHANE	TORUL	7518.779	975.414	828.617
GÜMÜŞHANE	TORUL	3147.797	3060.218	363.470
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	4480.428	194.171	377.381
GÜMÜŞHANE	KÜRTÜN	773.895	3378.593	0
BAYBURT	MERKEZ	3371.334	2862.112	548.412
BAYBURT	MERKEZ	2688.439	19.243	24.811
BAYBURT	MERKEZ	1104.067	1951.982	815.989
BAYBURT	MERKEZ	2199.963	1015.129	561.292
BAYBURT	MERKEZ	893.892	196.148	551.489
BAYBURT	MERKEZ	961.133	619.339	461.912
BAYBURT	MERKEZ	750.283	1273.224	737.214
BAYBURT	MERKEZ	901.115	956.538	590.176
BAYBURT	MERKEZ	3220.148	214.624	1165.874
BAYBURT	MERKEZ	2179.158	2038.095	639.955
BAYBURT	MERKEZ	2206.915	0	507.853
BAYBURT	MERKEZ	1219.886	0	133.441
BAYBURT	MERKEZ	2234.414	114.039	2674.767
BAYBURT	MERKEZ	4408.126	0	908.498
BAYBURT	MERKEZ	944.705	1395.769	1176.726
BAYBURT	MERKEZ	5544.504	1712.841	631.600
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	3426.663	336.898	466.097
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	2144.841	87.741	800.700
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	3759.689	228.639	525.264
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	1137.465	120.940	293.552
BAYBURT	MERKEZ	2947.037	1023.175	2434.594
BAYBURT	MERKEZ	4127.545	1549.422	1039.338
BAYBURT	MERKEZ	2573.563	0	10.116
BAYBURT	MERKEZ	1377.195	1172.596	458.081
BAYBURT	MERKEZ	931.757	1908.500	864.516
BAYBURT	MERKEZ	1002.855	1981.559	1270.089
BAYBURT	MERKEZ	4204.510	1444.935	1782.522
BAYBURT	MERKEZ	1396.067	1372.204	406.626
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	2344.246	984.578	1840.176
BAYBURT	MERKEZ	874.909	553.528	0
BAYBURT	MERKEZ	1202.485	2076.682	0
BAYBURT	MERKEZ	826.443	1463.237	584.542
BAYBURT	MERKEZ	1936.901	2287.915	732.515
GİRESUN	ALUCRA	7126.872	1859.846	1412.083
GİRESUN	ALUCRA	733.451	2095.185	342.900
GİRESUN	ALUCRA	2872.629	907.265	766.066
GİRESUN	ALUCRA	6146.816	0	220.549
GİRESUN	ALUCRA	1154.642	452.869	327.195
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	11423.178	3105.077	479.074
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	14503.137	0	1228.307
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	17031.991	17.304	36.94
GİRESUN	DERELİ	1524.289	1448.105	481.934
GİRESUN	DERELİ	847.322	2.406	1330.177
GİRESUN	DERELİ	5536.763	284.733	323.479
GİRESUN	DERELİ	2262.290	781.717	303.758
GİRESUN	ESPIYE	3075.650	693.562	987.667
GİRESUN	KEŞAP	1741.650	786.667	981.132
GİRESUN	ESPIYE	3711.646	747.667	921.052
GİRESUN	ESPIYE	1017.770	1685.675	1128.434
GİRESUN	YAĞLIDERE	3031.628	1819.605	875.012
GİRESUN	ESPIYE	4569.896	500.430	799.543
GİRESUN	EYNEŞİL	939.408	47.602	514.016
GİRESUN	PİRAZİZ	977.683	460.761	781.504
GİRESUN	ALUCRA	4633.340	621.915	713.718
GİRESUN	ALUCRA	3373.296	10.524	34.613
GİRESUN	ALUCRA	6530.856	614.181	109.650
GİRESUN	ALUCRA	9355.301	972.616	762.166
GİRESUN	ALUCRA	9063.030	0	524.502
GİRESUN	ALUCRA	4196.399	2084.075	1014.234
GİRESUN	ALUCRA	2330.826	4229.411	1487.446
GİRESUN	ALUCRA	4301.718	1879.102	596.813
GİRESUN	ALUCRA	244.395	40633.916	310.093
GİRESUN	ÇAMOLUK	4002.068	2229.106	38.042



GİRESUN	ALUCRA	3862.735	1067.863	508.239
GİRESUN	ALUCRA	2669.009	1666.201	943.992
GİRESUN	ALUCRA	5167.334	1687.460	496.305
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	14209.271	1741.941	768.235
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	16179.907	652.492	1558.055
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	1222.048	0	338.172
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	10817.507	2705.250	191.853
GİRESUN	PIRAZİZ	2128.693	460.520	297.366
TRABZON	HAYRAT	1252.513	414.129	1200.899
TRABZON	HAYRAT	2234.477	145.148	593.097
TRABZON	OF	887.174	512.856	780.455
TRABZON	OF	1636.971	91.104	739.844
TRABZON	HAYRAT	1693.333	419.658	275.067
TRABZON	HAYRAT	1591.141	78.348	395.060
TRABZON	HAYRAT	2386.087	24.508	250.716
TRABZON	HAYRAT	258.110	189.427	736.993
TRABZON	BEŞİKDÜZÜ	1191.639	277.355	586.463
TRABZON	ÇARŞIBAŞI	8046.694	1431.336	484.345
TRABZON	AKÇAABAT	5883.358	2525.384	424.678
TRABZON	DÜZKÖY	1639.616	1907.624	351.764
TRABZON	MAÇKA	736.203	22.726	823.315
TRABZON	ARSİN	257.098	607.371	309.087
TRABZON	ARSİN	3218.465	313.435	417.772
TRABZON	ARSİN	1826.922	853.602	1167.659
TRABZON	YOMRA	1237.609	2189.188	777.984
TRABZON	YOMRA	1417.024	604.646	1001.182
TRABZON	MERKEZ	3706.130	3031.974	360.777
TRABZON	MERKEZ	5284.634	1465.922	458.643
TRABZON	MERKEZ	4857.994	2179.525	491.232
TRABZON	MAÇKA	4263.618	1405.785	869.818
TRABZON	ŞALPAZARI	36.174	1584.418	432.634
TRABZON	ŞALPAZARI	5207.873	1607.877	11.574
TRABZON	MAÇKA	7363.999	1763.415	436.606
TRABZON	MAÇKA	335.810	66.336	76.205
TRABZON	ARAKLI	5594.803	3448.191	11.063
TRABZON	ARAKLI	4876.668	4669.179	858.090
TRABZON	ÇAYKARA	296.451	3162.394	254.981
TRABZON	ÇAYKARA	4992.487	4649.787	568.007
TRABZON	ÇAYKARA	7609.210	4384.383	963.999
TRABZON	HAYRAT	11710.648	2372.676	805.822
TRABZON	HAYRAT	11015.562	2323.722	676.977
ORDU	ÇAYBAŞI	1217.247	1031.842	544.128
ORDU	KORGAN	3144.398	15.471	300.120
ORDU	KUMRU	2097.959	0	379.792
ORDU	FATSA	2060.659	692.764	1029.422
ORDU	ÜNYE	4675.290	0	529.243
ORDU	GÜRGENTEPE	1341.218	2249.523	1070.877
ORDU	ÇAMAŞ	1675.996	572.415	344.264
ORDU	FATSA	978.280	1197.105	843.580
ORDU	GÖLKÖY	1087.427	106.512	470.882
ORDU	GÖLKÖY	86.977	1237.360	1654.313
ORDU	GÖLKÖY	1245.549	640.411	63.493
ORDU	GÖLKÖY	1803.384	991.429	1150.011
ORDU	MERKEZ	2868.464	1049.756	52.036
ORDU	GÜLYALI	2734.034	2566.759	553.326

## 7. Yakma Tesisleri İçin Uygun Alanlar

### 7.1. Yer Seçimine Etki Eden Faktörler ve Ağırlıkları

Çalışma bölgesinde yapılan katı atık depolama, kompost & maddesel geri kazanım alanlarının tespiti analizlerinin ardından her ile ait yakma tesisi alanları de tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan analizlerde akarsu, arazi örtüsü, eğim, fay hattı, göl, jeoloji, koruma alanları, nüfus, toprak ve yol verileri kullanılmıştır.

Yakma tesislerinin belirlenmesinde ÇKKV yöntemlerinden birisi olan Basit Ağırlıklı Toplam Yöntemi kullanılmıştır. Yer seçimi için kullanılan faktörler ve bu faktörlerin yer seçimine yaptığı etki değerlerini gösteren ağırlıklar Tablo 25'deki gibidir.

Tablo 25. Yakma tesisi alanlarının yer seçimine ilişkin faktör ve faktör ağırlıkları

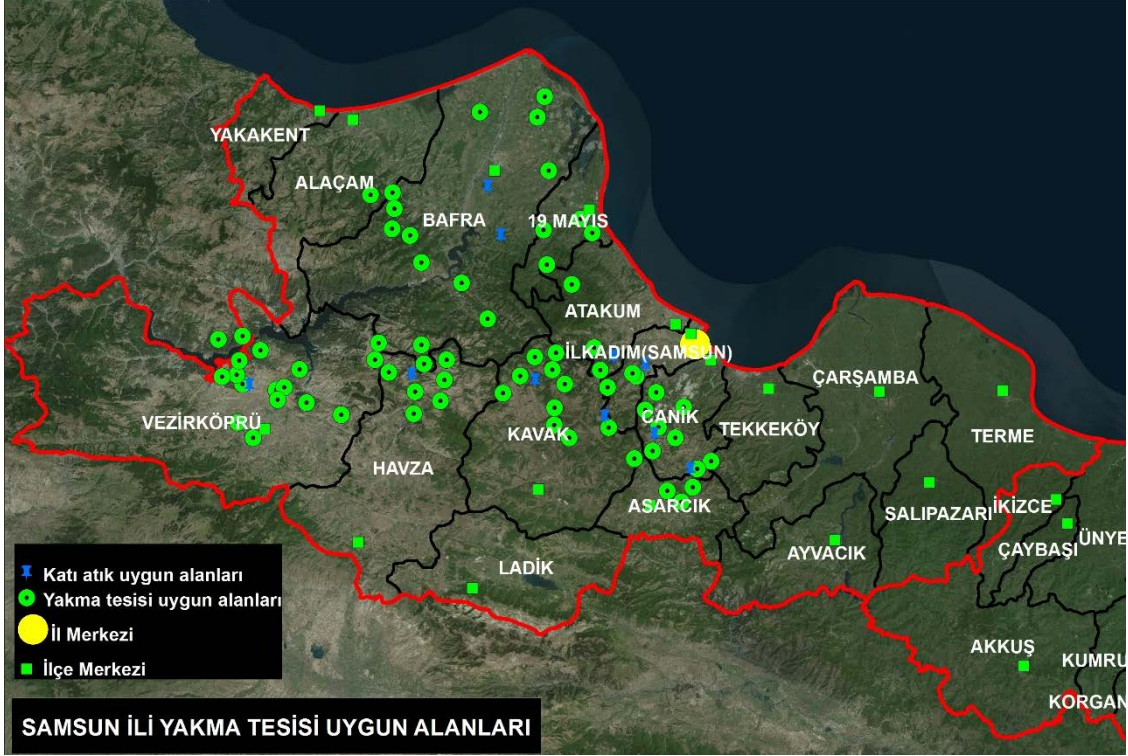
<b>Faktörler / Alt Faktörler</b>	<b>Öncelik / Puan</b>
<b>Nüfus</b>	<b>1</b>
0-1000	10
1000-5000	5
5000-25000	4
25000-50000	3
50000-100000	2
>100000	1
<b>Eğim</b>	<b>2</b>
0-5	10
5-10	8
10-15	5
15-20	4
20-25	3
25-30	2
>30	1
<b>Bitki Örtüsü</b>	<b>3</b>
Bozuk Koru	10
Gençleştirme Sahası	4
Özel Orman	3
Normal Koru	2
Seçme Orman	1
<b>Toprak</b>	<b>4</b>
I. Sınıf Toprak – Çok İyi Tarım*	∞
II. Sınıf Toprak	1
III. Sınıf Toprak	2
IV. Sınıf Toprak	4
V. Sınıf Toprak	5
VI. Sınıf Toprak	6
VII. Sınıf Toprak	9

VIII. Sınıf Toprak	10
<b>Arazi Kullanımı</b>	<b>5</b>
Çayır, Mera	10
Dikili Bağ, Diki Diğer...	5
Kuru Marjinal Tarım	4
Kuru Mutlak Tarım, Orman, Özel Ürün	3
Sulu Marjinal Tarım	2
Dikili Meyve, Sulu Mutlak Tarım	1
Dikili Zeytin	∞
<b>Koruma Alanları</b>	<b>6</b>
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Fay Hattı/ Flora ve Fauna</b>	<b>7</b>
0-1000*	∞
>1000	10
<b>Turizm</b>	<b>8</b>
0-3000*	∞
>3000	10
<b>Okul, Hastane, Limanlar</b>	<b>9</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Hidroloji (Akarsu, Göl, Baraj vb.)</b>	<b>10</b>
0-1000	∞
>1000	10
<b>Demiryolu, Kıyı Çizgisi**</b>	<b>11</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Yol</b>	<b>12</b>
0-300	∞
300-500	10
500-1000	8
1000-1500	6
1500-2000	4
2000-5000	2
>5000	1
<b>Doğal Kaynaklar (Su, Enerji, Jeolojik)</b>	<b>13</b>
0-500*	∞
>500	10
<b>Altyapı( Boru Hattı, Enerji Hattı, Atıksu vb.) **</b>	<b>14</b>
0-300*	∞
300-500	10
500-1000	5
>1000	1

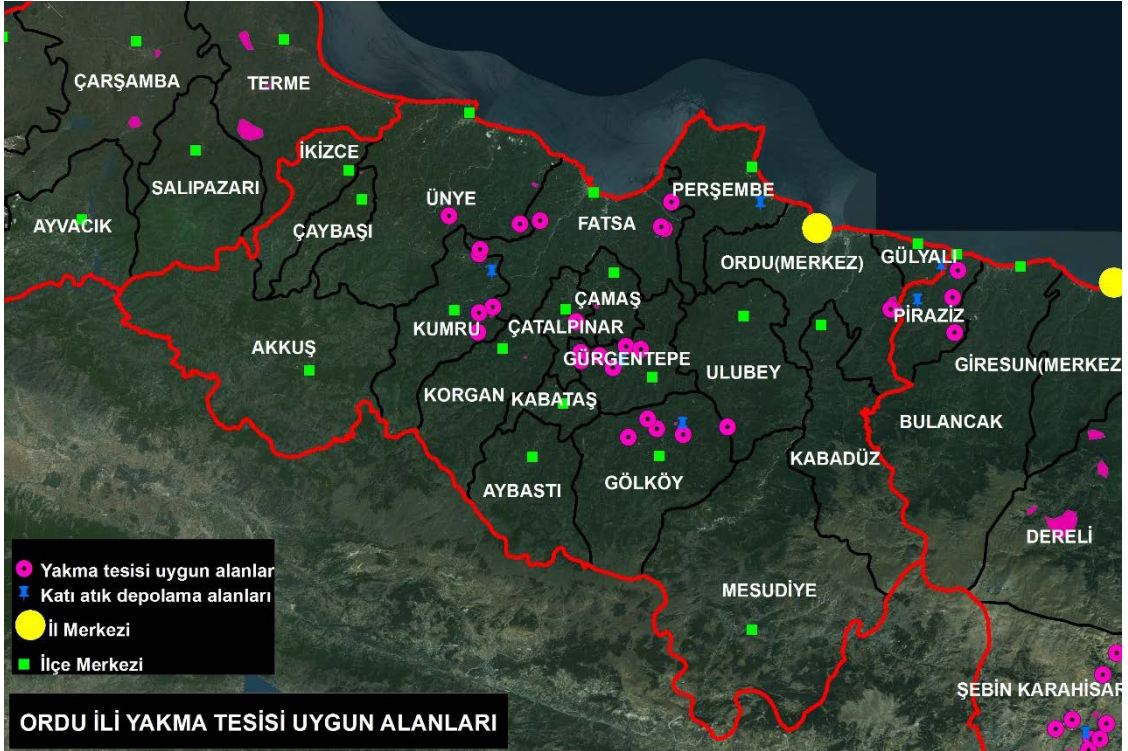
## 7.2. Yakma Tesisleri İçin Uygun Yer Tespiti

Çalışma bölgesinde bulunan 8 il için gerçekleştirilen katı atık depolama alanı ve kompost & maddesel geri kazanım alanlarının tespit edilmesinin akabinde son olarak bölgeye ait uygun yakma tesisi alanlarının tesis edilebilmesi amaçlı analizler gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda yapılan analizler sonucunda her bir il için tespit edilen katı atık bertaraf alanlarına yakın olmak suretiyle tüm bölge için toplamda 260 önemli nokta alternatif

olarak belirlenmiştir. İl il değerlendirme yapıldığında, Artvin ilinde 15, Rize ilinde 22, Trabzon ilinde 31, Giresun ilinde 43, Ordu ilinde 24, Samsun ilinde 69, Gümüşhane ilinde 32 ve Bayburt ilinde 24 adet yakma tesisi belirlenmiştir. Her ile ait yakma tesisleri Şekil 97-104, 'te gösterilmiştir.

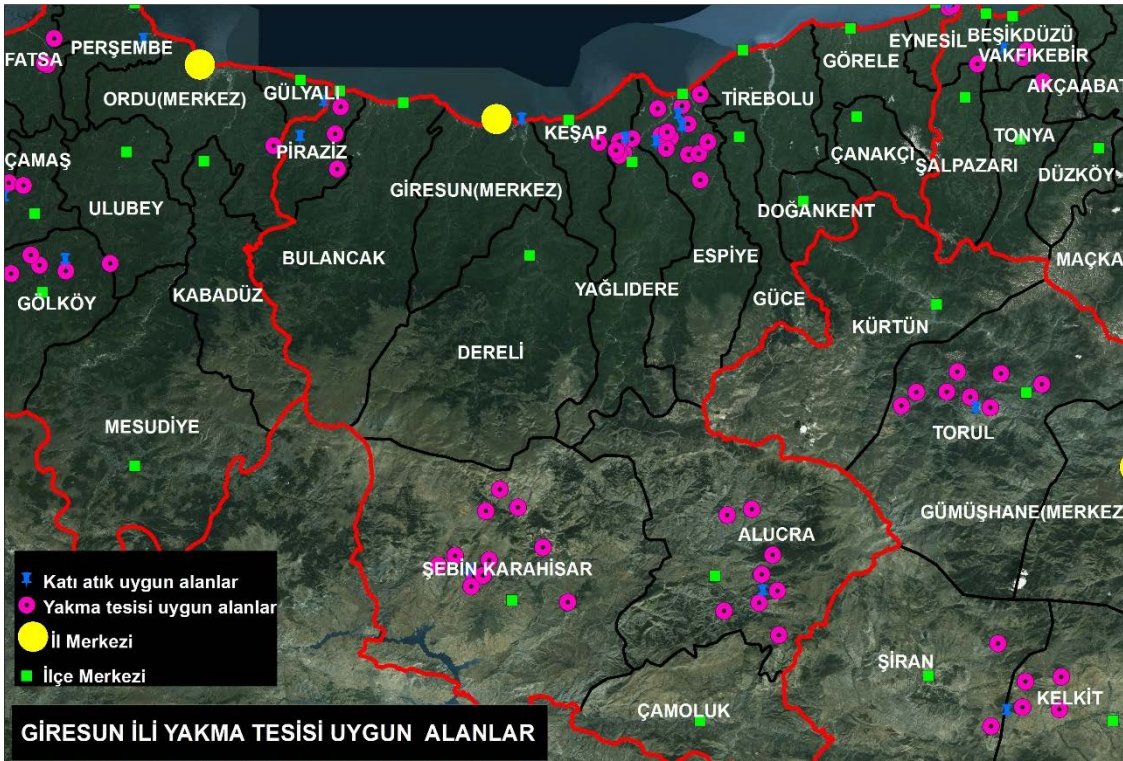


Şekil 97. Samsun ili alternatif yakma tesisleri alanları

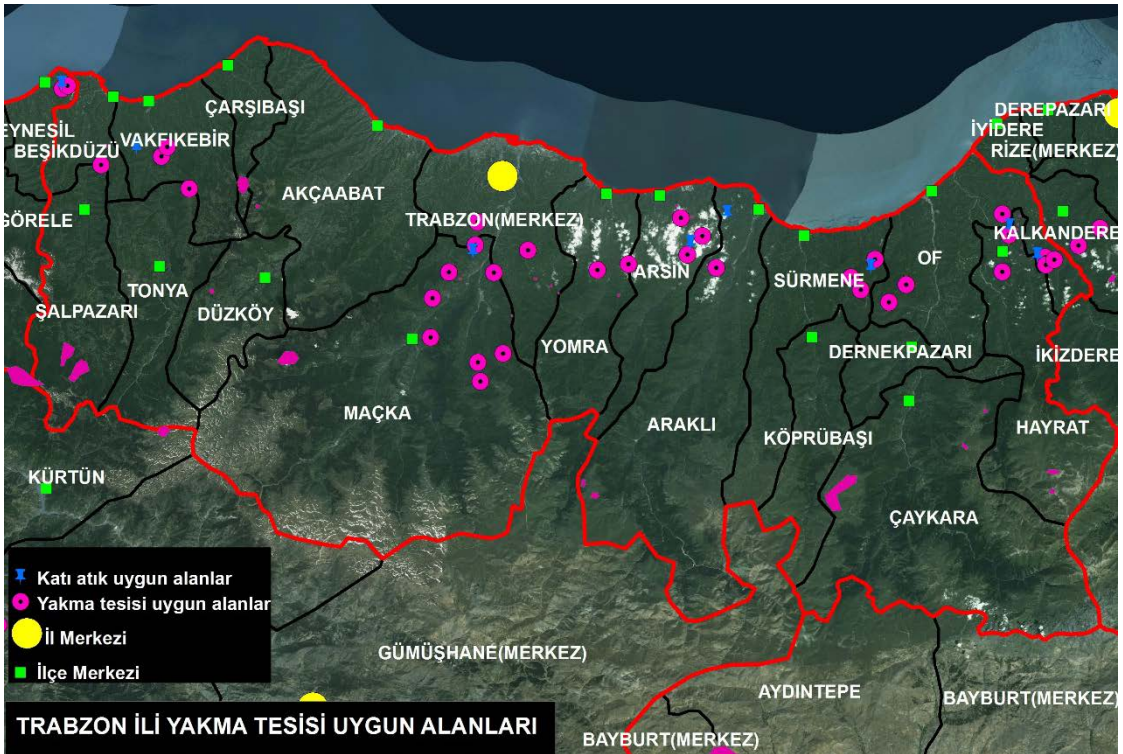




Şekil 98. Ordu ili alternatif yakma tesisleri alanları

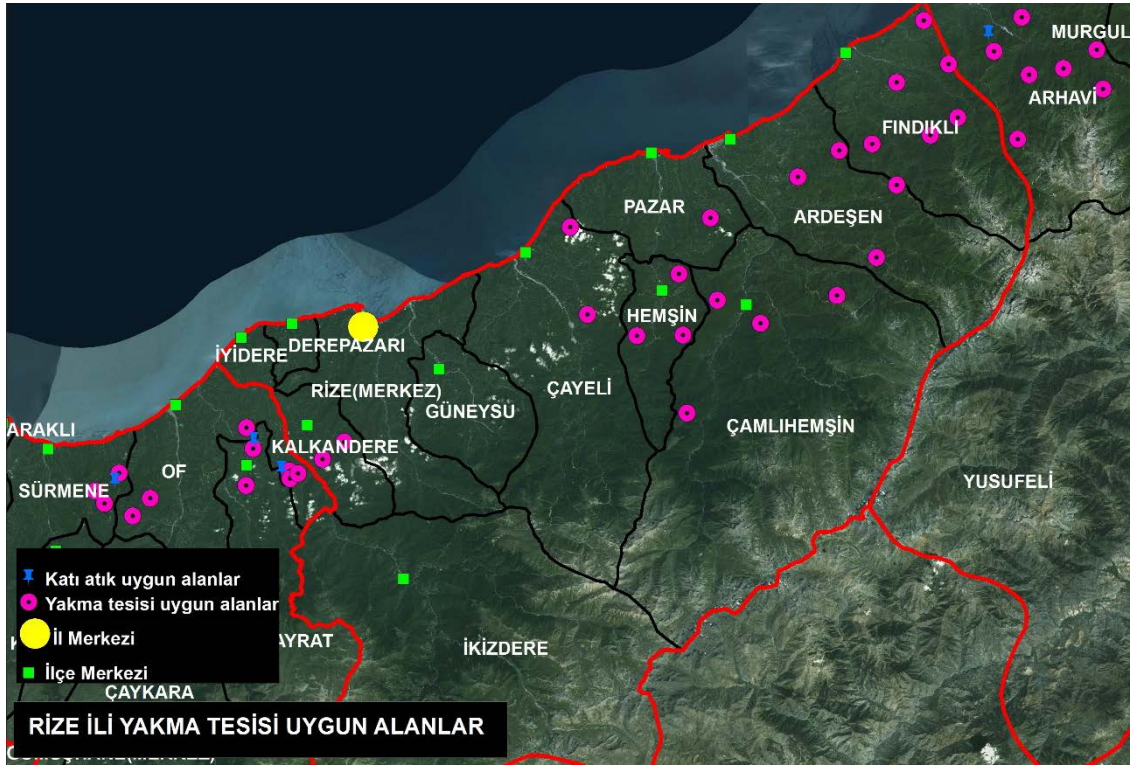


Şekil 99. Giresun ili alternatif yakma tesisleri alanları

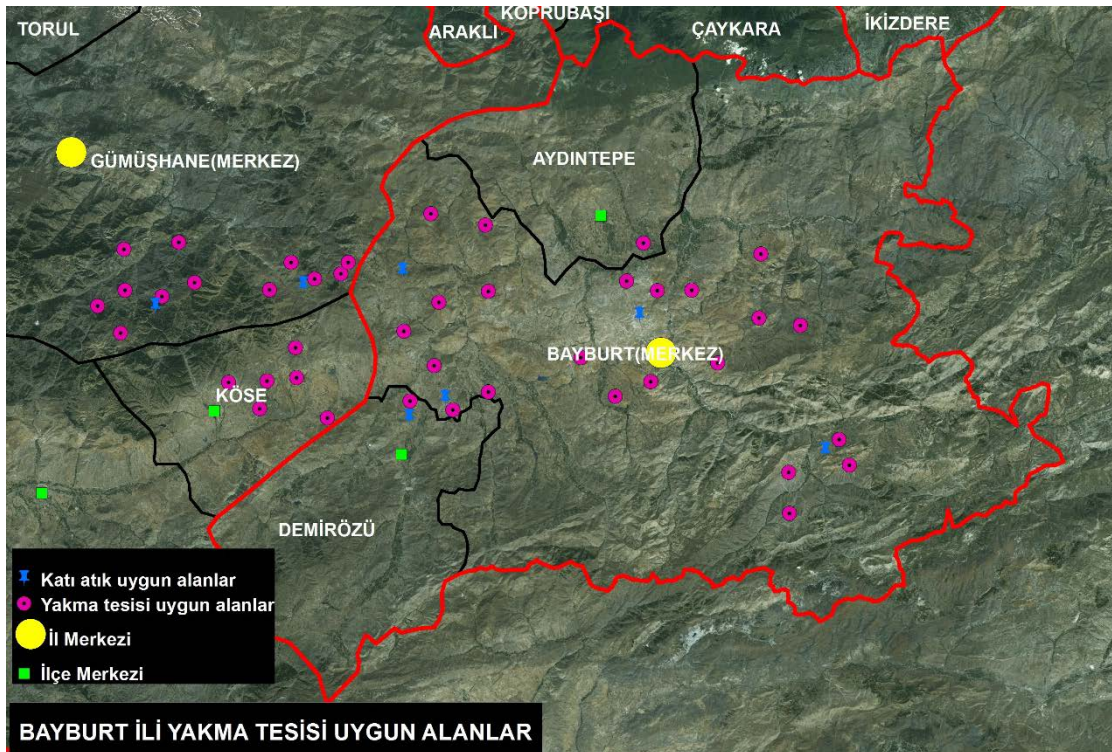


Şekil 100. Trabzon ili alternatif yakma tesisleri alanları



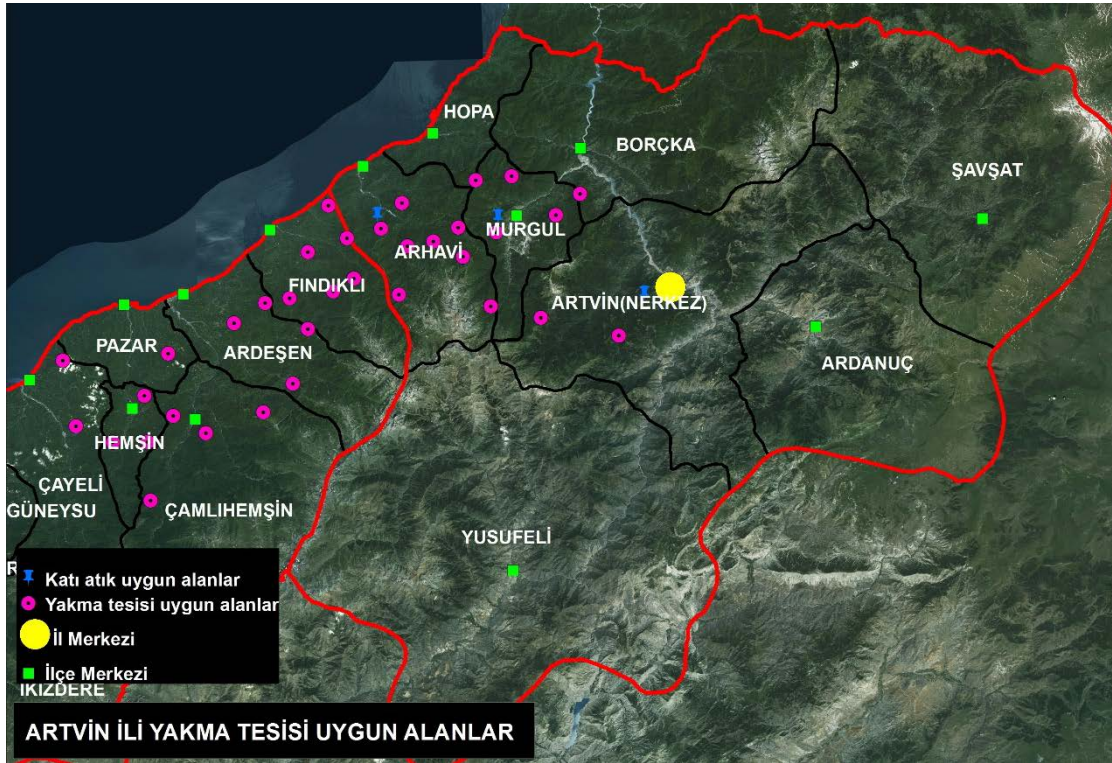


Şekil 101. Rize ili alternatif yakma tesisleri alanları

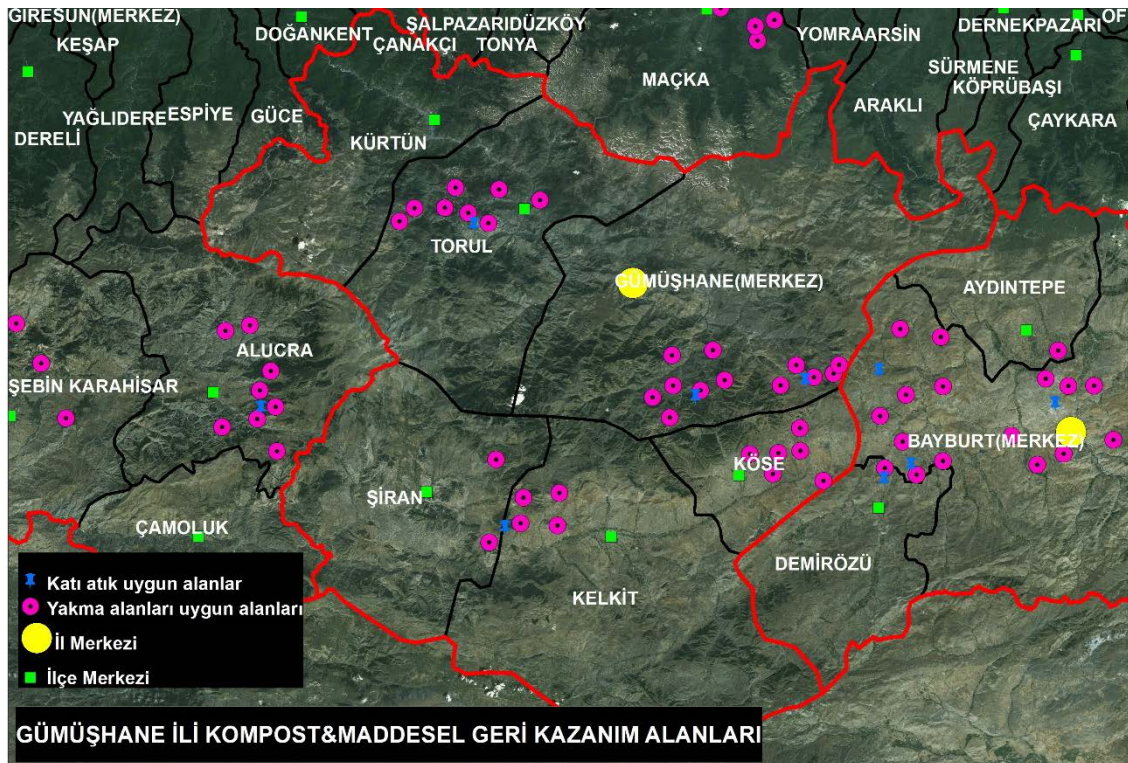


Şekil 102. Bayburt ili alternatif yakma tesisleri alanları





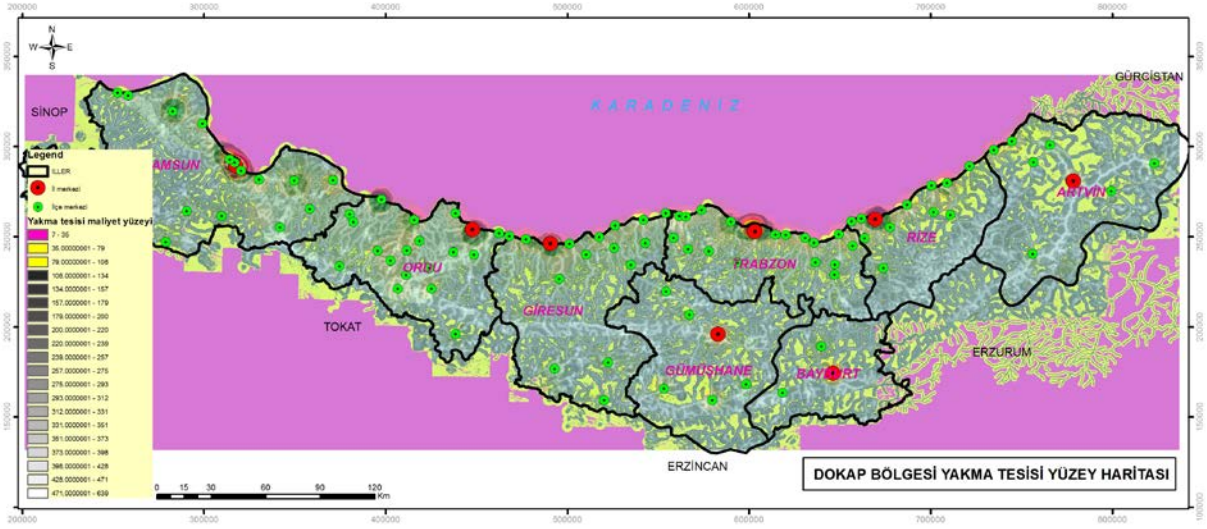
Şekil 103. Artvin ili alternatif yakma tesisleri alanları



Şekil 104. Gümüşhane ili alternatif yakma tesisleri alanları



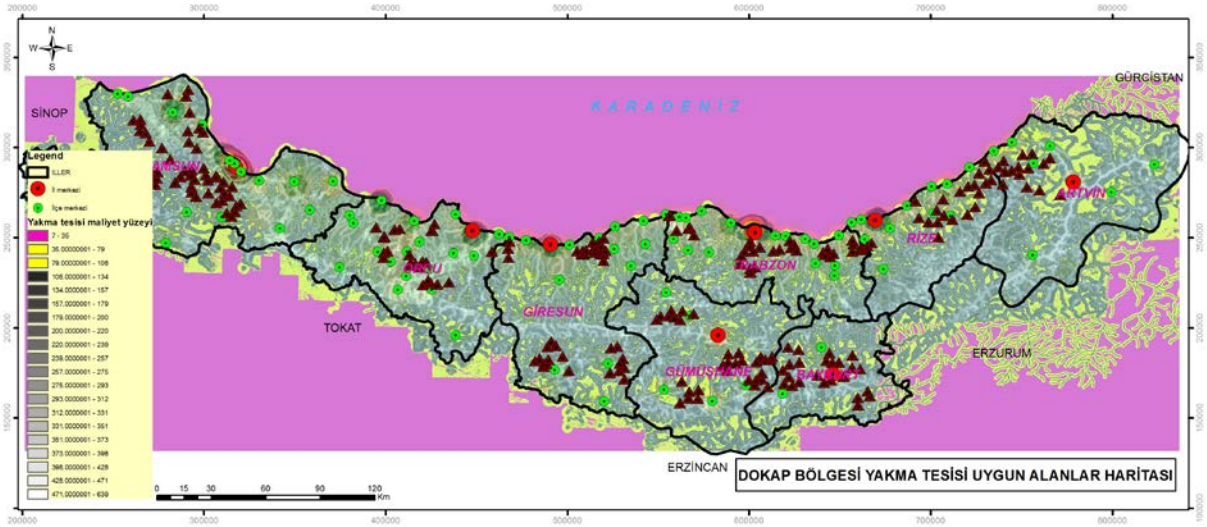
DOKAP Bölgesinin bütününde yapılan analiz sonucunda yakma tesisleri için uygun alanları gösteren maliyet yüzeyi haritası şekil 105'de gösterilmiştir.



Şekil 105. DOKAP Bölgesi Yakma Tesisleri Sonuç Haritası

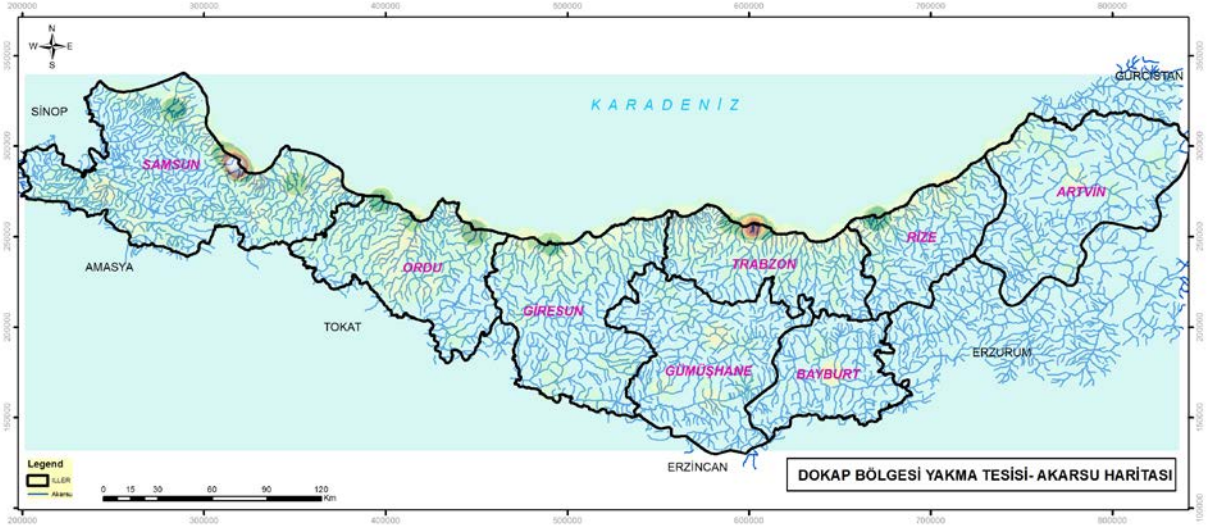
DOKAP Bölgesinin bütününde yapılan analiz sonucunda yakma tesisleri için uygun alanların akarsu verileri üzerinde konumunu gösteren harita ise şekil 106'da gösterilmiştir.

Bu maliyet yüzeyi üzerinden belirlenen uygun yakma tesisi alanları şekil 107'de gösterilmiştir.



Şekil 106. DOKAP Bölgesi yakma tesisleri uygun alanlar haritası





Şekil 107. DOKAP Bölgesi Yakma Tesisleri – Akarsu Haritası

### 7.3. Yakma Tesisi Alanlarının Değerlendirilmesi

Gerçekleştirilen analizler sonucunda çalışma bölgesinde toplamda 260 adet yakma tesisi alanları tespit edilmiştir. Analizler sonucu tespit edilen bu noktaların istatistiksel değerlendirmesi yapıldığında anayollara, yerleşim merkezlerine ve akarsulara olan ortalama uzaklıkları belirlenmiştir ve değerleri Tablo 26’da gösterilmiştir.

Tablo 26. Yakma Tesisi Alanlarının İstatistiksel Değerlendirilmesi

İL	İLÇELER	Anayollara ortalama uzaklık (m)	Yerleşim Alanlarına Uzaklık (m)	Akarsulara ortalama uzaklık (m)
SAMSUN	BAFRA	9980.261	192.017	1342.251
SAMSUN	BAFRA	13687.525	1596.618	1392.910
SAMSUN	BAFRA	4804.860	916.243	132.966
SAMSUN	BAFRA	3256.253	157.718	1220.355
SAMSUN	19 MAYIS	6711.084	548.005	1398.007
SAMSUN	19 MAYIS	1492.525	139.102	1240.008
SAMSUN	19 MAYIS	105.040	1072.453	1343.752
SAMSUN	19 MAYIS	10682.878	1951.088	1254.752
SAMSUN	ATAKUM	8312.265	1608.384	1882.708
SAMSUN	ALAÇAM	6994.438	1986.195	1193.449
SAMSUN	ALAÇAM	3793.753	1831.556	1790.813
SAMSUN	BAFRA	9872.902	120.062	1453.860
SAMSUN	BAFRA	8598.384	1070.707	954.633
SAMSUN	BAFRA	6995.149	1225.792	1181.945
SAMSUN	BAFRA	3099.932	3713.863	1061.646
SAMSUN	BAFRA	1704.183	1155.040	1847.040
SAMSUN	BAFRA	1503.511	1758.947	1098.632
SAMSUN	BAFRA	8710.138	973.389	173.073

SAMSUN	HAVZA	7080.264	630.056	1689.802
SAMSUN	BAFRA	5408.859	396.405	1295.713
SAMSUN	HAVZA	5132.201	146.306	2028.649
SAMSUN	HAVZA	1406.786	1175.554	1412.292
SAMSUN	KAVAK	8328.785	2372.813	1530.884
SAMSUN	KAVAK	5223.418	1357.117	1457.485
SAMSUN	KAVAK	6436.844	1087.638	1497.442
SAMSUN	KAVAK	4121.961	111.229	142.662
SAMSUN	KAVAK	5444.446	1585.752	1268.472
SAMSUN	ATAKUM	537.377	2694.657	1411.094
SAMSUN	ATAKUM	158.887	1860.975	1542.520
SAMSUN	İLKADIM	1450.485	1207.158	1338.557
SAMSUN	CANIK	7385.173	218.690	2086.959
SAMSUN	KAVAK	4204.760	1051.975	1669.382
SAMSUN	KAVAK	3294.781	1471.035	1467.196
SAMSUN	İLKADIM	2394.869	67.122	2308.822
SAMSUN	KAVAK	5827.593	818.005	1697.312
SAMSUN	CANIK	2544.468	1262.181	1361.942
SAMSUN	CANIK	25.525	1655.932	1549.946
SAMSUN	TEKKEKÖY	4588.387	546.690	1252.713
SAMSUN	CANIK	3929.329	1061.285	1331.546
SAMSUN	ASARCIK	4694.243	2316.346	140.643
SAMSUN	ASARCIK	1361.036	682.870	1268.628
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	3005.127	1755.405	1258.035
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	3349.635	960.809	1128.497
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	45.705	1241.671	1224.713
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	2098.667	1155.373	1277.847
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	4561.189	1732.472	1209.518
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	4193.579	993.365	1129.445
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	7009.953	51.722	1228.835
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	10607.885	4217.967	1592.787
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	701.753	5215.539	187.626
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	3343.873	68.740	1430.490
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	9486.365	290.674	1729.370
SAMSUN	HAVZA	1832.958	1168.502	105.066
SAMSUN	HAVZA	1179.103	1608.168	1498.123
SAMSUN	BAFRA	11870.256	2308.020	1345.495
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	10319.472	45.499	1396.328
SAMSUN	İLKADIM	2948.471	1972.699	1323.922
SAMSUN	İLKADIM	2110.619	148.454	1160.482
SAMSUN	CANIK	4046.258	141.139	1692.413
SAMSUN	CANIK	8245.335	1736.194	1409.467
SAMSUN	CANIK	5969.166	372.931	1567.593
SAMSUN	ASARCIK	4483.115	2499.130	1453.152
SAMSUN	HAVZA	1380.891	2472.832	1237.201
SAMSUN	KAVAK	8957.326	2072.313	1259.786
SAMSUN	KAVAK	9219.544	292.953	141.354
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	5475.018	3046.733	1595.338
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	8602.156	1861.151	146.052
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	5437.020	257.858	1578.496
SAMSUN	VEZİRKÖPRÜ	9005.911	1338.075	149.770
ORDU	FATSA	2347.645	994.629	1282.620
ORDU	FATSA	2064.388	12.392	1502.566
ORDU	ÜNYE	4623.129	2635.416	1325.290
ORDU	ÜNYE	1934.183	2039.407	126.711
ORDU	KUMRU	1875.095	1076.534	1151.680
ORDU	KUMRU	1789.938	1020.230	1552.665
ORDU	KUMRU	1796.773	618.498	1075.351

ORDU	FATSA	22.349	1601.996	1700.738
ORDU	CAMAŞ	2125.764	2047.631	2383.804
ORDU	GÜRGENTEPE	1140.828	579.985	1596.878
ORDU	GÜRGENTEPE	1792.176	2591.818	1246.534
ORDU	GÜRGENTEPE	1038.703	2034.514	1294.896
ORDU	GÜRGENTEPE	1287.062	2402.262	1149.501
ORDU	GÜRGENTEPE	2869.248	1927.244	123.597
ORDU	ÇATALPINAR	149.713	1638.209	1227.750
ORDU	GÖLKÖY	260.450	1589.244	1839.428
ORDU	GÖLKÖY	998.585	1447.717	1766.644
ORDU	GÖLKÖY	2416.591	2221.844	1898.351
ORDU	GÖLKÖY	2605.536	1626.379	1104.188
ORDU	ULUBEY	606.487	1604.294	1362.549
ORDU	FATSA	1241.828	1389.810	1186.806
ORDU	FATSA	1380.377	1427.105	1449.946
ORDU	FATSA	1520.169	462.456	1029.132
ORDU	MERKEZ	4127.042	1535.429	1457.750
GİRESUN	PİRAZİZ	1379.128	606.038	1270.270
GİRESUN	PİRAZİZ	1130.430	368.470	1503.221
GİRESUN	PİRAZİZ	1511.220	128.808	1302.931
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	14891.722	69.948	1564.420
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	16478.126	317.569	1514.080
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	14595.236	135.468	1642.808
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	15572.938	3088.332	1393.777
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	13178.771	916.757	1328.356
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	12265.022	3189.672	1124.230
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	12071.907	2010.029	1698.564
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	1983.679	2071.158	2096.106
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	5279.968	3103.007	1248.548
GİRESUN	ŞEBINKARAHİSAR	5426.013	194.072	1372.610
GİRESUN	ALUCRA	1220.341	2689.521	1386.732
GİRESUN	ALUCRA	3147.691	119.034	1170.070
GİRESUN	ALUCRA	5321.475	1091.331	1103.651
GİRESUN	ALUCRA	8216.518	1563.912	1430.156
GİRESUN	ALUCRA	2718.079	2251.240	12.668
GİRESUN	ALUCRA	4547.571	2840.696	1255.420
GİRESUN	ALUCRA	2158.211	2288.036	2150.845
GİRESUN	ALUCRA	4594.208	1630.193	1110.294
GİRESUN	YAĞLIDERE	1997.949	32.550	2014.112
GİRESUN	ESPIYE	2766.762	1277.556	131.549
GİRESUN	ESPIYE	3821.530	1100.922	1094.243
GİRESUN	ESPIYE	1787.375	986.318	1694.376
GİRESUN	ESPIYE	1430.262	132.643	1442.304
GİRESUN	ESPIYE	4291.137	1344.221	1968.156
GİRESUN	ESPIYE	2779.157	117.076	1319.894
GİRESUN	YAĞLIDERE	1187.898	792.811	1199.721
GİRESUN	YAĞLIDERE	933.886	296.193	1005.518
GİRESUN	PİRAZİZ	2258.649	182.490	1117.726
GİRESUN	ESPIYE	1583.348	1386.124	1575.358
GİRESUN	ESPIYE	1421.026	717.833	1419.299
GİRESUN	ESPIYE	1729.893	243.359	1743.113
GİRESUN	ESPIYE	1860.214	1525.890	1799.753
GİRESUN	YAĞLIDERE	1747.692	99.850	1776.849
GİRESUN	YAĞLIDERE	2374.533	777.287	2377.422
GİRESUN	PİRAZİZ	2045.180	862.584	1276.972
GİRESUN	ESPIYE	123.111	2036.946	1563.503
GİRESUN	ESPIYE	2105.438	1826.956	142.980
GİRESUN	EYNESİL	1735.171	520.652	1182.585

GİRESUN	EYNEŞİL	1280.753	774.324	1120.188
GİRESUN	ŞEBİNKARAHİSAR	20789.074	284.474	3629.539
BAYBURT	MERKEZ	4620.220	183.020	1238.900
BAYBURT	AYDINTEPE	3712.619	1175.575	1312.961
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	4977.924	194.204	3249.279
GÜMÜŞHANE	KELKİT	1045.429	248.862	2750.665
GÜMÜŞHANE	KELKİT	1834.874	1991.374	2880.099
GÜMÜŞHANE	ŞİRAN	1935.379	2868.684	231.738
GÜMÜŞHANE	KELKİT	1985.846	2481.058	2185.556
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	2765.649	297.471	1871.085
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	2058.315	1746.049	110.977
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	6130.772	1988.637	1314.219
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	4904.499	1263.745	1515.259
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1555.321	1788.783	1158.990
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	3901.786	1768.049	1232.019
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	3314.052	945.360	1308.161
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	3562.708	1894.778	1364.881
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	3084.135	579.092	2585.352
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	1690.854	1464.281	1694.774
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	1975.232	3086.850	1475.386
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	1277.881	1868.861	1642.380
GÜMÜŞHANE	KÖŞE	1638.796	1117.326	121.831
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1882.236	1504.208	1520.048
GÜMÜŞHANE	TORUL	7992.705	2078.851	1425.196
GÜMÜŞHANE	TORUL	9565.456	2560.147	2067.182
GÜMÜŞHANE	TORUL	541.277	593.662	1849.319
GÜMÜŞHANE	TORUL	10633.669	3057.336	1493.237
GÜMÜŞHANE	TORUL	13154.548	2383.656	1428.656
GÜMÜŞHANE	TORUL	3840.738	2296.916	1808.987
GÜMÜŞHANE	TORUL	6301.101	2039.086	1216.330
GÜMÜŞHANE	TORUL	1433.627	928.034	1450.867
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	3072.374	2661.844	1740.183
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1065.094	1652.511	127.272
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	1794.480	1834.785	1962.359
GÜMÜŞHANE	MERKEZ	204.043	174.679	1591.539
GÜMÜŞHANE	KELKİT	5986.152	1684.987	21.358
BAYBURT	MERKEZ	2921.300	2643.042	1956.548
BAYBURT	MERKEZ	4261.712	3965.408	1834.324
BAYBURT	MERKEZ	1708.859	2220.761	1469.758
BAYBURT	MERKEZ	2260.310	2213.518	1600.364
BAYBURT	MERKEZ	1382.275	2356.523	2348.290
BAYBURT	DEMİRÖZÜ	376.561	1452.315	1845.924
BAYBURT	MERKEZ	4874.951	2075.376	1761.363
BAYBURT	MERKEZ	4437.523	4542.261	3240.653
BAYBURT	MERKEZ	2265.730	729.014	1774.132
BAYBURT	MERKEZ	2348.800	2800.323	1320.895
BAYBURT	MERKEZ	2700.560	1910.404	1227.312
BAYBURT	MERKEZ	2401.716	499.463	2836.753
BAYBURT	MERKEZ	2258.398	1076.753	1655.417
BAYBURT	MERKEZ	1267.223	2484.329	1365.531
BAYBURT	MERKEZ	3389.662	2506.840	1831.946
BAYBURT	MERKEZ	3007.307	253.176	1387.784
BAYBURT	MERKEZ	3433.855	2949.119	2052.827
BAYBURT	MERKEZ	2430.682	4156.991	1927.395
BAYBURT	MERKEZ	3696.376	2999.923	1574.865
BAYBURT	MERKEZ	2865.086	171.848	2112.367
BAYBURT	MERKEZ	10335.323	1722.495	17.109
BAYBURT	MERKEZ	9583.292	1429.213	1570.480



TRABZON	MAÇKA	1682.438	85.051	1159.120
TRABZON	MERKEZ	1380.974	1003.807	128.692
TRABZON	MAÇKA	1455.641	1494.132	1345.291
TRABZON	MERKEZ	3458.647	360.183	1424.194
TRABZON	MAÇKA	1602.306	828.517	1452.742
TRABZON	MAÇKA	3773.211	1025.905	1337.440
TRABZON	MAÇKA	6010.311	1188.761	1281.736
TRABZON	MAÇKA	6353.847	899.577	1503.319
TRABZON	MAÇKA	204.320	1134.637	1420.386
TRABZON	MAÇKA	1140.447	307.041	1303.221
TRABZON	ARSIN	1246.425	244.337	1461.367
TRABZON	ARSIN	3416.916	48.914	1413.224
TRABZON	ARSIN	1686.028	791.961	382.502
TRABZON	ARAKLI	1644.974	347.926	1550.018
TRABZON	YOMRA	1749.365	1203.825	155.556
TRABZON	YOMRA	146.239	187.677	1491.363
TRABZON	SÜRMENE	3663.939	2673.094	1383.107
TRABZON	SÜRMENE	1383.840	1538.596	1462.266
TRABZON	SÜRMENE	1409.284	160.172	1452.823
TRABZON	OF	3193.939	233.351	2055.825
TRABZON	OF	4425.525	1429.444	1302.462
TRABZON	OF	1766.632	162.452	1664.652
TRABZON	OF	2343.743	1004.407	1510.740
TRABZON	OF	1413.260	273.765	1259.463
TRABZON	HAYRAT	1372.045	502.333	1337.337
TRABZON	OF	164.898	44.520	1759.223
TRABZON	VAKFIKEBİR	1229.299	276.885	1296.742
TRABZON	VAKFIKEBİR	1801.016,	882.886	1135.866
TRABZON	TONYA	2848.930	193.731	1238.880
TRABZON	BEŞIKDÜZÜ	1659.087	10.566	1095.155
TRABZON	HAYRAT	1372.348	267.260	1671.863
RİZE	KALKANDERE	1465.360	870.857	1471.305
RİZE	KALKANDERE	3982.209	1361.155	132.509
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	2478.565	256.974	1833.147
RİZE	HEMŞİN	4337.200	3081.810	1418.498
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	2.148581	1764.608	1921.712
RİZE	HEMŞİN	1935.690	147.987	1700.396
RİZE	PAZAR	4856.332	1110.128	2392.578
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	6471.575	4816.066	2101.127
RİZE	ARDEŞEN	11054.891	596.806	2199.517
RİZE	HEMŞİN	5572.340	1830.771	1536.093
RİZE	ÇAYELİ	194.396	121.790	1531.520
RİZE	ÇAYELİ	2275.591	1936.574	2306.953
RİZE	ÇAMLIHEMŞİN	11966.255	2529.486	1931.950
RİZE	ARDEŞEN	13483.854	3574.696	2431.090
RİZE	ARDEŞEN	701.800	2802.020	150.037
RİZE	ARDEŞEN	4678.618	1057.374	1999.544
RİZE	FINDIKLI	6530.001	277.858	1980.903
RİZE	FINDIKLI	1614.164	1649.565	1560.445
RİZE	FINDIKLI	10680.679	4415.624	1591.330
RİZE	FINDIKLI	12204.628	3962.950	18.967
RİZE	FINDIKLI	5545.391	1374.789	1577.720
RİZE	FINDIKLI	8955.574	216.922	2483.897
ARTVIN	ARHAVİ	2650.110	2386.705	1483.642
ARTVIN	ARHAVİ	341.513	3196.177	1668.347
ARTVIN	ARHAVİ	1991.936	437.204	1764.350
ARTVIN	ARHAVİ	10361.724	99.299	1594.216
ARTVIN	MURGUL	2286.358	1348.115	2003.913

ARTVİN	ARHAVİ	7494.850	2488.852	958.994
ARTVİN	HOPA	6564.449	4121.948	2598.402
ARTVİN	MURGUL	4507.440	4111.460	1485.397
ARTVİN	BORÇKA	3661.676	2472.623	2978.020
ARTVİN	ARHAVİ	10375.198	5738.767	1385.357
ARTVİN	MERKEZ	11595.056	8050.589	2633.538
ARTVİN	MERKEZ	7175.173	3086.471	3269.825
ARTVİN	MURGUL	3204.436	22.884	1459.476
ARTVİN	ARHAVİ	4766.586	3194.821	1491.975
ARTVİN	ARHAVİ	7882.595	6480.089	2306.108

## 8. DOKAP Bölgesi İçin Uygun Bertaraf Yöntemlerinin Tespiti

Atık yönetiminin sağlıklı ve doğru bir şekilde yapılabilmesi için öncelikle atık kompozisyonunun bilinmesi gereklidir. Ancak bu şekilde atığın ekonomik ve sürdürülebilir kalkınma açısından nasıl değerlendirileceği ve ne şekilde bertaraf edileceği kararı verilebilir. Bilindiği üzere atık karakterizasyonu atığın olduğu bölgenin sosyoekonomik gelişmişliği ile doğru orantılıdır. Atık karakterizasyon çalışmalarının yapılması ile atığın kompozisyonu tespit edilerek ne şekilde bir işleme tabi tutulması gerektiği konusunda fikir sahibi olunabilir.

Bu bağlamda, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Bayburt ve Gümüşhane illeri için atık karakterizasyonunun ve diğer özelliklerinin belirlenmesi projenin bu bölümü için temel amacı oluşturmaktadır. Bu kapsamda bölgelerde sosyoekonomik özellikler dikkate alınarak numuneler alınmış ve karakterizasyon özellikleri belirlenmiştir. Bölgeden alınan numunelerin nem içerikleri OMÜ Çevre Mühendisliği laboratuvarlarında belirlenmiş, elementel analiz ve kalorifik değer analizleri TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilmiştir.

### 8.1. Mevcut Katı Atık Bertaraf Yöntemleri

Dünya genelinde katı atıkların bertarafında gerek termal teknolojiler (yakma, gazifikasyon, piroliz, plazma teknolojisi) gerek atığın bozulması esasına dayanan kompostlaştırma, biyometanizasyon gibi biyolojik sistemler gerekse de düzenli depolama sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bertaraf yöntemi seçiminde en önemli unsurun ise maliyet olduğu göze çarpmaktadır. Bugün gazifikasyon, piroliz gibi yüksek maliyetli sistemler gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmasına karşın gelişmekte olan ülkelerde daha çok düzenli depolama yapıldığı görülmektedir. Bertaraf sistemi seçiminde bir diğer unsur ise yer sıkıntısıdır. Avrupa ülkelerinden bazılarının düzenli depolama için yeterli alanları bulunmadığından yakma yöntemi gibi atığın hacmini minimum seviyeye indirecek olan sistemler tercih edilmektedir. Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın kalan bir miktar atığın düzenli depolamaya gitmesi kaçınılmaz olmaktadır. Katı atık depolama alanları, katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar

vermeyecek bir şekilde çevremizden uzaklaştırılması için yapılan özel depolama sahalarıdır. Gerek ekonomikliği gerekse de işletme kolaylığı nedeniyle dünyada en yaygın kullanılan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ancak AB tarafından yayınlanan Düzenli depolama direktifinde düzenli depolama sahalarına gönderilen biyolojik olarak ayrışabilen evsel katı atıkların miktarının azaltılmasına yönelik hedefler konulmuştur. Bunlar 1995 yılında evsel katı atıkların %80'inden fazlasını düzenli depolayan üye devletlere, biyolojik olarak ayrıştırılabilen evsel katı atıkların azaltma hedefini:

- 2010 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %75'i,
- 2013 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %50'si,
- 2020 yılında, 1995 yılında oluşan biyolojik olarak ayrışabilen atıkların %35'i olarak belirlemiştir.

#### 8.1.1. Atık Minimizasyonu, Yeniden Kullanım, Geri Dönüşüm ve Geri Kazanım

Katı atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermesini önlemek amacı ile toplanması, taşınması, yeniden kullanım, geri kazanım, geri dönüşüm gibi değerlendirme işlemlerini kapsayan yöntemler ile çevremizden uzaklaştırılması için kullanılan yöntemlerin tümü Katı Atık Yönetimi olarak adlandırılmaktadır.

Atık yönetiminin temel hedefi olan atık minimizasyonu, atık üretiminin önlenmesi veya azaltılması, üretilen atığın kalitesinin artırılması ve zararlarının indirgenmesi; geri dönüşümün, yeniden kullanımın ve geri kazanımın özendirilmesi şeklinde tanımlayabiliriz. Üretim sırasında atığın oluşumu önlenemiyorsa, arıtılacak/bertaraf edilecek atık miktarını mümkün olduğunca en aza indirmek için 'geri dönüşüm' ve 'yeniden kullanım' gibi yöntemler uygulanmalıdır.

Bugün hemen her şey kâğıt, plastik, cam ve metal ambalaj içinde satılmaktadır. Ambalaj, katı atık miktarını sürekli artırırken, bu maddelerin depolanması, toplanması ve boşaltımı için kullanılan depolama gereçleri, toplama araçlarının yatırım-işletme-bakım giderleri, işçilik maliyetleri de her geçen gün artmaktadır. Belediyeler bugün bütçelerinin üçte birini temizlik hizmetlerine harcamakta ve sonuçta her tüketim, onun



atıklarının çevreye zarar vermesini önlemek için yeni bir tüketimi de beraberinde getirmektedir.

Bu nedenle özellikle son dönemlerde çöpün azaltılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu anlayış, atıkların çevreye zarar vermesini önlemek için kullanılan yöntemlerden çok daha basit yöntemler gerektirmektedir.

Cam, metal, plastik ve kağıt/karton gibi değerlendirilebilir ambalaj atıklarının fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirildikten sonra ikinci bir hammadde olarak üretim sürecine sokulmasına “Geri Dönüşüm” denir.

Katı atıklar içinde değerlendirilebilir olanların, ayrı toplanması, cinslerine göre ayrılması, fiziksel, kimyasal ya da biyolojik işlemlerle ikincil hammaddeye, tarım girdisine dönüştürülmesi ve enerji elde etmek için yakılması şeklindeki faaliyetlerin tümü ise geri kazanım olarak adlandırılır.

Geri kazanımın 5 temel basamağı vardır. Bunlar;

1. Kaynakta ayırma: Değerlendirilebilir atıklar çöpe dökülmeden kaynakta ayrılarak biriktirilir

2. Ayrı toplama: Çöpe atılmak üzere olan atıklar, geri kazanılabilme özelliğine göre ayrı ayrı toplanmalıdır. Ayrı ayrı toplama işlemi bina içinde geri kazanım torbaları ile yapılabildiği gibi, bina içlerinde özel kutularda, cadde kenarlarında konteyner ile yapılabilir.

3. Sınıflandırma: Kaynakta ayrı toplanan materyaller cam, plastik, metal, kâğıt olarak sınıflandırılır.

4. Değerlendirme: Temiz olarak ayrılan materyaller kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğrayarak yeni bir ürün olarak elde edilmesi

5. Ekonomiye Kazandırma: Geri dönüştürülen yeni ürünün ekonomiye kazandırılması.

Geri dönüştürülmüş ürünlerin satın alınması için gerekli sübvansiyonların sağlanması ve teşvik edilmesi.

Geri dönüşüm/kazanım miktarı entegre katı atık sisteminin verimini gösteren en önemli parametrelerdir. Katı atıkları geri kazanma oranı, geri kazanım hedeflerinin doğru konulmasına ve bu hedeflere uygun sistemin oluşturulmasına bağlıdır. Geri kazanım

programında her şeyden önce hedeflerin belirlenmesi gerekir. Bu hedefleri ortaya koyarken gerçekçi olunmalıdır.

Genel olarak geri kazanımın hedefleri şu şekilde özetlenebilir: • kaynak koruma, • çevre koruma, • enerji kazanımı, • yer tasarrufu.

### 8.1.2. Kompostlaştırma Yöntemi

Organik atıklar, katı atık muhtevasında en önemli yüzdeyi oluşturan atıklardır. Bu atıkların kaynağında ayrı toplanması, bu atıklardan elde edilen gerek kompost gerek biyometanizasyon gibi biyolojik işlemde önemli rol oynamaktadır. Bugün dünya geneline baktığımızda sayısız kompost tesisinin var olduğunu görmekteyiz. Kompost tesisinde üretilen ürün kalitesi, tesisin işletme koşulları ve sistemin verimliliğinin yanı sıra tesise giren atığın kompozisyonuna bağlı olarak değiştiği bilinen bir gerçektir. Giren atığın plastik, cam, metal gibi ürünleri içermesi kompostun kalitesini düşürmektedir. Bugün gelişmiş ülkeler kompostu, organik maddeleri dahi ayırarak yapma eğilimindedirler. Özellikle mutfak atıkları ve bahçe atıklarının birbirine karışmadan kompostlaştırma çalışmaları devam etmektedir. Organik atıkların ayrı toplanması organik atıkların değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir sistem olan biyomethanizasyonda da önemlidir. Bu sistemde salt organik madde girdisi sağlanarak biyogaz elde edilmesi amaçlanır. Bu vesileyle organik maddenin bozulmasını ve doğal mikrobiyal parçalanmanı engelleyecek yabancı materyaller istenmemektedir.

Kompostlaştırma, katı atıklardaki ayrışabilir (parçalanabilir) organik bileşenlerin (yiyecek atıkları, kâğıt ve bahçe atıklarının bir kısmı) kontrollü şartlar altında humus veya benzeri nitelikteki ürüne dönüştürüldüğü biyokimyasal ayrıştırma sürecidir.

Kompostlaştırma ile başlıca aşağıdaki hedeflere ulaşılması beklenir:

- ✓ Biyolojik olarak ayrışabilir organik maddelerin, kararlı bir ürüne dönüştürülmesi ve atık hacminin azaltılması,
- ✓ Katı atık içinde bulunabilecek patojen, sinek yumurtası v.b. istenmeyen organizmaların yok edilmesi,
- ✓ Mevcut veya oluşabilecek koku probleminin ortadan kaldırılması,
- ✓ Maksimum makro nütrient (N, P, K) ve mikro besi elementleri (Zn) içeriğinin muhafaza edilmesi,

- ✓ Gübre değeri olan ve toprak şartlandırıcısı olarak kullanılabilen bir ürün elde edilmesi

Havalı kompostlaştırma işleminde aktif olan başlıca mikroorganizmalar: çok çeşitli türde bakteriler, mantarlar ve aktinomisetlerdir. Ayrıca, maya mantarları ve protozoalar da görülebilir. Bu mikroorganizmaların hepsi, farklı zamanlarda aktif olup, oksijen ve sıcaklığa bağlı olarak fizyolojik koşulların değişimini gösterirler. Oksijen gereksinimleri ile ilgili olarak mikroorganizmalar, mutlak havalı (aerobik) ve fakültatif mikroorganizmalar olarak karakterize edilebilirler. Bakteriler, kolay ayrılan organik maddeleri kısa sürede parçalayarak ısı çıkışına sebep olurlar. Mantarlar, organik maddeleri indirgeyip vitamin, antibiyotik v.s. üreterek bakterileri imha edebilirler. Mantarlar, maya ve aktinomisetler selüloz, yağ, lignin ve reçine gibi bileşikler daha uzun bir sürede parçalanırlar.

Olgun ve kullanılmaya hazır kompostta patojen mikroorganizmalar yok olmuştur. Patojenlerin ölümü, kompostlaştırmada iç sıcaklığın 60-70C'ye yükselmesi ve bazı mikroorganizmaların antibiyotik salgılamasından kaynaklanmaktadır.

1 ton evsel çöpten yaklaşık 250 kg kompost, 150 kg su buharı ve gazlar, 600 kg geri kazanabilecek maddeler ve işe yaramayan deponiye gidecek maddeler oluşur. Kompostlaştırma sonucu oluşan maddeye kompost adı verilir. Kompost humusa benzeyen yarı kararlı bir ürün olup daha çok toprak iyileştirici madde olarak kullanılmaktadır.

Kompost, gübre değildir. Gübre, toprağa bitkilerin gelişmesi için gerekli besin maddesi kazandırırken kompost, toprağın (zeminin) yapısal düzenini sağlar. Ancak kompost içerisine belli oranlarda Azot, Fosfor, Potasyum (N, P, K) ilavesi ile üstün kalitede gübre eldesi mümkün olabilmektedir. Elde edilen bu gübrenin tarım alanlarına yararı tüm yapay gübrelerden daha fazladır. Ayrıca ham maddesinin doğal nitelik taşıması nedeni ile tarımsal alanlarda üretilen ürünlerde yapay tat sorunu ortadan kalkar.

### 8.1.3. Yakma Yöntemi

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün olmakla birlikte bu yöntem dünyada yaygın olarak kullanılan bir

yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Genel olarak, yakma tesisleri aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

- Atık Kabulü
- Ön işlem – Depolama
- Atık Yükleme ( Hazneye atığın alınması)
- Yakma İşlemi
- Baca Gazının Soğutulması
- Baca Gazının Arıtılması
- Baca Gazının Deşarjı
- Katı ve Sıvı Yanma Atıklarının Arıtılması ve Bertarafı

Kentsel katı atık bunların içerisinde 0,25-0,35 m<sup>3</sup> yoğunluğunda olmalıdır. Katı atığın yakmadan önce düzgün şartlar altında depolanması gerekmektedir. Katı atık yakıldığı zaman ortalama olarak 1 ton katı atıktan 700 kg baca gazı oluşabilmektedir. Bu değer aynı zamanda katı atık yakma tesislerinde hava kalitesi için tasarım ve işletme kriterlerinin dikkatle ele alınması anlamına gelmektedir.

Dünya genelinde kütleli atık yakma teknolojisi ile kentsel katı atığın bertarafının maliyeti 80-120\$/ton atık civarındadır. Hane başına yaklaşık yılda 1,2-1,5 ton atık üreten bir aile için yıllık katı atık yakma tesisi maliyeti 120\$-150\$ arasında değişeceği varsayıldığında, bu maliyetin yüksek olduğu gözükmektedir. Kentsel katı atık yönetimi için transfer, depolama gibi maliyetlerinden dikkate alındığı düşünülürse yıllık bertaraf için maliyetin yukarıya çıkacağı açıktır.



Atık yakma tesislerinde, atıkların geri dönüşümünü ve enerji üretimini sağlamak ve aynı zamanda çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirmek için aşağıdaki hususlar öncelikle göz önünde bulundurulmalıdır.

- ✓ Atıkların ön ayırmaya tabi tutulması.
- ✓ Yakma tesisinde baca gazı temizleme sisteminin kurulması.
- ✓ Yakma tesisinde enerji tasarrufu ve elde edilen ısının kullanımı için yöntemler uygulanması.
- ✓ Yakma sonucu ortaya çıkan maddelerin (cüruf, kül) başka sanayi tesislerinde kullanılması.

Katı atıkların yakılması genellikle aşağıdaki durumlar için uygulanır:

1. Yakmada hacim ve ağırlık azaltma oranının yüksek olması nedeniyle depolama yeri sıkıntısının çekildiği metropollerde,
2. Nihai ürünün stabilize edilmesinin gerekli olduğu durumlarda (hastane çöpleri gibi),
3. Isıl değeri yüksek katı atıklardan enerji üretiminin söz konusu olması halinde yakma uygulanır.

Katı atık bertaraf yöntemi seçiminde en temel unsur katı atık özelliğidir. Katı atıklardaki; nem, ısıl değer, organik ve inorganik madde yakmayı etkileyen en önemli parametrelerdir.

Nemin yüksek oluşu, tutuşmayı engeller ve ısıl değeri düşürür. Yüksek kül içeriği; hacim azalmasını düşürür, yanma zorluğu çıkartır ve ısıl değeri düşürür.

Pratikte yakma sistemlerinde hiçbir zaman stokiyometrik yanma gerçekleşmez. Tam yanmanın olabilmesi için mutlaka aşırı hava gereklidir (özellikle karışımı ve türbülansı sağlamak için). Bu aşırı havanın kullanımı yanma sıcaklığını ve baca gazı ürünlerinin bileşimini etkiler. Aşırı hava artarken baca gazındaki O<sub>2</sub> içeriği artar, yanma sıcaklığı azalır. Yakma tesislerinde koku meydana getiren yüksek moleküllü organik maddelerin termik olarak parçalanabilmesi için sıcaklığın 800 C<sup>0</sup> nin üstünde, tehlikeli bileşiklerin (dioksinler, uçucu organik maddeler) oluşmaması için de sıcaklığın 1000 C<sup>0</sup> nin üstünde olması gerekir.

Yanma 5 kademe gerçekleşir:

- 1- Kuruma: Çöpü oluşturan maddelerin sıcaklığı, içlerindeki su tamamen buharlaştırılmadan 100 C<sup>0</sup> nin üzerine çıkartılamaz. Bir tanenin yüzeyi tarafından alınan ısı miktarı, tanenin özgül iletkenliğine ve sıcaklık farkına bağlıdır. Aynı hacme sahip taneler arasında yüzeyi daha fazla olan taneler daha fazla ısı enerjisi alırlar ve daha çabuk kururlar. Bu nedenle katı atıkları yakmada kuruma süresi; atıkların özgül yüzey alanına, tane boyutuna, nemine ve diğer özelliklerine bağlı olarak 1 dakikadan 2 saate kadar büyük sınırlar arasında değişir. Kurutma, yanma hacminde oluşmuş alevden gelen radyasyonla veya ızgaradan gönderilen ısınmış havayla gerçekleştirilir.
- 2- Gazlaşma: Bu aşamada sıcaklık 200-600 C<sup>0</sup> arasında olup yanabilir maddeler uçucu bileşenlere ve tespit edilmiş karbona çevrilir. Uçucu bileşenler ızgaraların altından veya üstünden olmak üzere yanma odasına verilen hava ile karışarak bir gaz akımı halinde hareket eder ve bu gazlardan yanıcı olanlar yanar.
- 3- Tutuşma: Yanma odasındaki uçucu gazlar alevle tutuşur.
- 4- Karbonun gazlaşması: Yanabilir organik maddelerden uçucu gazlar uzaklaştıktan sonra geri kalan tespit edilmiş karbon oksijenle yanarak CO<sup>2</sup> oluşur.
- 5- Bakiye karbonun yanması

#### 8.1.4. Düzenli Depolama Yöntemi

Düzenli depolama projeleri hem evsel, hem de tehlikeli ve tıbbi atıkların bertarafı için kullanılan etkin bir yöntemdir. Bu atıklar düzenli depolanırken ayrıştırılmalı ve her atık türü aynı tesiste olsa da farklı bölmelerde depolanmalıdır. En ekonomik yatırım ve işletme maliyetine sahip olması, miktarına göre kapasitesinin kolaylıkla artırılabilmesi, kapatılan arazinin nihai imha yöntemi olması nedeniyle ülkemizin şartlarına en uygun bertaraf yöntemidir.

2014 yılı Belediye Atık İstatistikleri Anketi sonuçlarına göre atık toplama ve taşıma hizmeti verilen belediyelerde toplanan 28 milyon ton atığın, %63,5'i düzenli depolama tesislerine, %35,5'i belediye çöplüklerine, %0,5'i kompost tesislerine gönderilmiş, %0,5'i ise diğer yöntemler ile bertaraf edilmiştir.

## 8.2. DOKAP Bölgesi Katı Atık Karakterizasyonu

Katı atık analizi yapılacak ilde oluşan katı atıkları temsil edici bir numune alabilmek için ilin farklı noktalarından (Çarşı ve gelir seviyesine göre; yüksek, düşük ve orta) alınan atıklar analizin yapılacağı alana getirilmiştir. Daha önce belirlenen bölgelerden alınan atıklar kürekler yardımı ile karıştırılmış ve yaklaşık 4 parçaya ayrılmıştır. Her bir parçanın en az 25-30 kg olmasına dikkat edilmiştir. Bu parçalardan bir tanesi üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir.

Analiz için düz bir zemin tercih edilmiş, zemin üzerine plastik bir örtü serilerek elek altına inen malzemeler burada toplanmıştır. Elek üstünde malzemeler aşağıdaki Tablo 27’de verilen madde grupları için analiz edilmiştir. Her bir madde grubunu koyacak (darası bilinen) plastik kovalar alanda bulundurulur. Koruyucu ekipman (eldiven, önlük, maske vb.) giymiş elemanlar tarafından analiz gerçekleştirilir. Ayıklama esnasında kapalı poşetler yırtılarak açılıp içlerindeki maddeler dahil oldukları madde rubuna ilave edilir. Islak olan yiyecek atıkları sona bırakılarak ayıklama tamamlanır. Madde grupları tartılarak yüzdellik dilimi hesaplanır.

Tablo 27. Atık karakterizasyonu için madde grupları

<b>Atık Bileşeni</b>	<b>İçerik</b>
Mutfak Atıkları	Yemek artıkları, Sebze, Meyve vb.
Kâğıt	Gazete, Dergi, Defter
Karton	Süt Kutusu, Meyvesuyu Kutusu, tetrapak
Hacimli Karton	Karton kutular
Plastik	Tüm plastikler
Naylon Poşet	Poşet torba
Cam	Cam şişe, bardak, kavanoz
Metal	Teneke kutu, alüminyum kutu, vb.
Park Bahçe Atıkları	Dal, ağaç parçası, çim
Diğer Yanmayanlar	Taş, Kum, Toz, seramik, Kül vb.
Diğer Yanabilenler	Tekstil, Çocuk Bezi, Halı, Terlik vb.

DOKAP bölgesi illeri için yapılan ayrıntılı karakterizasyon çalışmaları raporun ek-3 kısmında detaylı olarak sunulmuştur. Bu bölümde ilgili çalışmaların sonuçları özet şeklinde sunulmuştur.

### 8.2.1. Samsun İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayacak şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 28-30'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 108'de verilmektedir.



Şekil 108. Samsun İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 28'de, ambalaj atıkları için Tablo 29'da, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 30'da verilmiştir.



Tablo 28. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
Mutfak Atıkları	55,98
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	11,62
Park-BahçeAtıkları	0
Diğer Yanabilir	9,85
TOPLAM	77,45

Tablo 29. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	11,62
Plastik+Naylon	12,21
Cam	3,23
Metaller	2,64
TOPLAM	29,7

Tablo 30. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	12,21
Diğer Yanabilir	9,85
TOPLAM	22,06

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır. Toplanan atıkların bir bölümü Çarşamba Düzenli Depolama Sahasına gitse de henüz transfer istasyonu faaliyette olmayan ilçeler vardır, bu ilçelerin atıkları da alana geldiğinde mevcut alanın atıkları karşılayabilmesinin zor olacağı görülmektedir. Bu durumda öncelikle geri kazanım çalışmalarının etkili bir şekilde arttırılarak devam ettirilmesine, alternatif bertaraf yöntemlerinin değerlendirilmesine ve yeni depolama alanları planlanmasına ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

İl genelinde toplanan atığın büyük çoğunluğu Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama alanında küçük bir bölümü ise Çarşamba Belediyesi Düzenli Depolama Sahasında bertaraf edilmektedir. Samsun Büyükşehir Düzenli Depolama alanı 2.775.000 ton atık kapasiteli 16 ha bir alandır ve 2015 verilerine göre alana 1.211.076,8 ton atık depolanmıştır. Yani 2016 yılından itibaren 1.563.924 ton atığı alabilecek kapasiteye sahiptir. 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 1.356.677 ton iken bu miktarın

2038'de 3.091.545,24 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı toplamda 62.756.082,88 ton olarak öngörülmektedir.

Samsun'da lisanslı ve Geçici Faaliyet Belgeli 37.940,84 ton/yıl kapasiteli bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi, lisanslı ve geçici faaliyet belgeli 235.421 ton/yıl kapasiteli ambalaj atığı toplama ve ayırma tesisi bulunmaktadır. Samsun ilinde Geçici Faaliyet Belgesi ve lisanslı tesislerinin kurulu kapasitesi il genelinde toplanması beklenen ambalaj atığı miktarının oldukça üzerinde olup 2038 yılına kadar yapılmış olan projeksiyona göre, yeni ambalaj atığı toplama ayırma tesisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bununla birlikte toplanan bu atıkların değerlendirilmesi konusunda tesisler yeterli değildir, toplanan atıkların şehirde değerlendirilmesi için yeni tesisler kurulmalıdır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Samsun ilinde günde ortalama 580 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Samsun İli merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2038 yılına kadar tamamlanması sağlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Atık getirme merkezleri; geri kazanılabilir atıkların diğer atıklarla karıştırılmadan kaynağında ayrı toplanmasını sağlamak ve bu nitelikteki atıkların geri kazanım ve/veya bertarafa gönderilmek üzere bırakılabileceği yerlerdir. Teknik özellikler bakımından atık getirme merkezlerinin erişilebilir olması, zeminlerinin sızdırmaz olması, yönlendirici işaretlerin bulunması, yangın tedbirlerinin alınması, atıkların ayrı ve uygun biriktirme ekipmanlarında toplanması, yağ kontaminasyonu için adsorban ve çözücü malzemelerin bulunması gibi kriterleri sağlaması gerekmektedir.

Bu amaçla Atık Getirme Merkezi Tebliği 31 Aralık 2014 tarih ve 29222 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu merkezler mevcut toplama sistemlerini desteklemek üzere bilinçli tüketicilerin geri kazanılabilir atıklarını bırakabilecekleri yerler olarak tasarlanmaktadır. Tebliğe göre Samsun İli II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar atık getirme merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 17 dir.

### **c. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Samsun İlinde yılda 1.020.931 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %35'inin depolamaya ve geri kalan kısmının kompost tesisine gönderilmesi durumunda 663.605 ton/yıl kapasiteye sahip bir kompost tesisi kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 1.026.868,82 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Samsun İli için bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır. Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €75900000 ve işletme maliyeti €2970000/yıl olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış olan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık, kompost olarak hazırlansa bile, tarım arazisinde kullanılması uygun değildir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde

verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 31 de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda verilen değerleri oranladığımızda 142/7,37/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot fazla olsa dahi kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 31. Samsun ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	43,19
%Azot	2,24
%Fosfor	0,304

Samsun ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu söylenemez fakat bu oranın ortalama değerler içerisinde olduğu görülmektedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %77,45'ine tekabül etmektedir. Eğer düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı reaktör kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% 62,6) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Samsun ili düzenli depolama tesisine ve uygun alana sahip bir ildir. Bu durum göz önüne alındığında reaktör tipi bir kompost sisteminin düzgün depolama tesisi içerisinde kurulması uygun olacaktır ve atık yönetiminde önemli rol oynayabilir. Özellikle Samsun ilinin Karadeniz bölgesindeki en büyük kent olma özelliği, gelişime açık olması atık miktarının da doğru



orantılı olarak artacağı anlamına gelmektedir. Bu şartlar göz önüne alındığında düzenli depolama tesisi içerisinde yapılacak bir kompost tesisi aynı zamanda arazinin örtü malzeme ihtiyacını da karşılayacaktır ve kurulması uygun alternatifler arasındadır.

#### **d. Biyometanizasyon**

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inört maddeler ( kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kâğıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 gün'lük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum oldukça büyük biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa). Ayrılan su ise tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir. Samsun düzenli depolama sahasında alandan çekilen biyogaz elektrik enerjisine dönüştürülerek değerlendirilmektedir.

Samsun Büyükşehir Belediyesi Düzenli depolama sahasında Avdan Enerjinin kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi mevcuttur. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların küçük bir kısmını (20

ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>'lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri kazanımı mümkün olabilecektir. Bu tesislerin kapasitesinin artırılması hem atık miktarının azaltılması hem de atığın enerjiye dönüşmesi açısından faydalı olacaktır.

#### **e. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretimi yanabilir organik atıkların biyokurutma veya sıcak hava ile kurutulması esasına dayanmaktadır. Biyokurutma esnasında çevreye çok fazla koku yayılması gibi bir problem vardır. Bu nedenle en uygun olan atığın sıcak hava ile kurutulmasıdır. Bunun için de çimento fabrikası veya termik santral gibi bir tesise ihtiyaç vardır. Samsun'un avantajı İli sınırları içinde Ladik ve Kavak çimento fabrikalarının bulunmasıdır. Ladik Çimento Fabrikası atık yakma iznine sahiptir. Kavak'ta ise atık yakma lisansı yoktur. Bu yakma tesislerinin birinin veya ikisinin sahası içine kurulacak bir ATY tesisinde atıklar kurutulduktan sonra tesis içinde ek yakıt olarak kullanılabilir.

#### **f. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Samsun İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tablo 32'de verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 32'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.

Tablo 32. Samsun ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem Görmüş Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3433	3697
Üst Isıl Değer	3723	4002

Yakma işlemi gerçekleşebilmesi için atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Atığın nem oranı % 60 civarındadır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir. Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir.

Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Samsun açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 77,45'e karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin giderilmesi gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zor ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Samsun ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısıl değerlerinin istenilen miktarda olmaması öncelikle atığa ön işlem gerekliliğini beraberinde getirmektedir. Üretilen atık miktarının nemi, düzenli depolama tesisi içerisindeki mevcut depo gazından elektrik dönüşümü yapan tesisinin sıcak baca gazı ile

kovulabileceği öngörülmektedir. Kurulacak bir atık yakma tesisi için gerekli atık miktarı Samsun ili için mevcut ve ilerleyen yıllar içinde uygun durumda olacaktır.

Samsun ili için hali hazırda oturmuş bir katı atık yönetim sistemi mevcuttur. Katı atık yakma tesisleri entegre katı atık yöntemleri ile verimli olabilecek ve diğer katı atık yönetim sistemleri ile bütünleştirilebilecek bir sistemdir. Samsun ili için kurulacak bir katı atık yakma sistemi ile enerji kazanımı elde etmek, aynı zamanda saha içerisindeki biyometanizasyon sisteminden elde edilen elektrik enerjisine ek olacaktır.

Bu koşullarda kütleli atık yakma sistemi kurulması uygun alternatifler arasında düşünülmesi gereken bir sistem olmasına karşılık yakma sıcaklığının dioksin ve furan oluşmasına imkan vermesinden ve işletimi çok masraflı olacağından dolayı önerilmemiştir.

#### **g. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Terme, Çarşamba, Salıpazarı ve Ayvacık ilçeleri hariç, Samsun merkezi ile birlikte diğer ilçelerin katı atığının depolandığı toplam alanı 16 ha olan Samsun Katı Atık Düzenli Depolama yeri mevcuttur. Terme, Çarşamba, Salıpazarı ve Ayvacık ilçeleri ise katı atıklarını Çarşamba İlçesi sınırları içinde yer alan ve 6 ha'lık yüzey alanına sahip Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama sahasında depolamaktadırlar. Çarşamba Katı Atık Düzenli Depolama sahasının önümüzdeki 7 yıl daha hizmet verebilmesi için tesise ek 1 lot daha ilave edilmesi gerekmektedir.

Kaynakta ayırma Samsun'un merkez ilçeleri için oturtulmaya çalışılmakta ve özellikle İlkadım ilçesinin bu konuda oldukça başarılı olduğu gözlenmektedir. Atakum ilçesinde ise sistem tam oturmamış ilçede ambalaj atıkları toplama için lisanslı firma deponi içindeki ayırma tesisini de işlettiği için kaynakta ayırmaya pek önem vermemekte ve bu konuda çaba harcamamaktadır. Canik ilçesinde ise kayda değer bir çalışma yoktur. Kaynakta ayırma gerçekleştirilmediği takdirde mevcut depolama sahasının hesaplanan süreden önce dolacağı düşünülmektedir. Alternatif yöntemler hayata geçirilse bile yeni bir depolama sahasına mutlaka ihtiyaç duyulacaktır.



#### **h. Aktarma Merkezi**

Samsun ilinde 2 adet katı atık aktarma merkezi mevcuttur. Bunlardan birincisi Kavak'ta yer almakta ve Asarcık, Havza, Kavak, Ladik ve Vezirköprü ilçelerinin katı atığı toplanmakta, diğer ise Bafra'da yer almakta Alaçam, Bafra, Yakakent ve 19 Mayıs İlçelerinin katı atığını toplamakta ve daha sonra da katı atıklar bu merkezlerden Samsun Katı Atık Düzenli Depolama Tesisine nakledilmektedir. Kavak Aktarma Merkezinde 2016 yılında günde ortalama 190,1 ton ve Bafra Aktarma Merkezinde 2016 yılında günde ortalama 198,2 ton katı atık toplanmıştır.

#### **SONUÇ**

Samsun İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi tam olarak oluşturulmalıdır. Atığın ağırlıkça %30'u ambalaj atığı olsa da bu değer hacim olarak oldukça fazladır. Kaynakta ayırma sistemi ile öncelikle geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde var olan lisanslı atık toplama tesisleri desteklenmeli ve daha fazla atık işleme tesislerinin kurulması sağlanmalıdır. Özellikle nakliye dolayısı ile cam atıklar toplanmamakta ve değerlendirilmemektedir. Bölgede yakın bir yerde cam işleme tesisi kurulu olması cam atıkların da etkili bir şekilde toplanmasını sağlayacaktır. **Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması özellikle şu an kurulu olan biyometanizasyon tesislerinin kapasitelerinin artırılması sağlanmalı ve atık gazlaştırılarak hacim azalması ve enerji kazanılması gerçekleştirilmelidir. Değerlendirilemeyen atıklardan yanabilir nitelikte olanlar yakında kurulu bulunan çimento fabrikalarında ek yakıt olarak değerlendirilmeli kullanılmayan diğer kısımların ise düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.**

#### **8.2.2. Ordu İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları**

Temmuz 2016 - Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 33-35'de sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 109'da verilmektedir.



Şekil 109. Ordu İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 33'te, ambalaj atıkları için Tablo 34'te, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 33. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
Mutfak Atıkları	64,80
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	9,38
Park-Bahçe Atıkları	0,68
Diğer Yanabilir	5,80
<b>TOPLAM</b>	<b>80,66</b>

Tablo 34. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	9,38
Plastik+Naylon	10,19
Cam	6,59
Metaller	1,45
<b>TOPLAM</b>	<b>27,61</b>

Tablo 35. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	10,19
Diğer Yanabilir	5,80
TOPLAM	15,99

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Ordu İlinde merkez ilçelerle birlikte toplam 19 ilçe mevcuttur. İl genelinde üretilen atıkların yaklaşık %70'i toplanarak vahşi depolama sahalarına gönderilmektedir. 19 ilçede 3 adet orta ile büyük arası ve 20 adet küçük düzensiz depolama sahası bulunmaktadır. Dört adet de kapatılmış düzensiz depolama sahası mevcuttur. Bu sahaların üzeri toprak örtü ile örtülmekte ve ilaçlanmaktadır. İlde yakma ve kompost tesisi bulunmamaktadır. Ordu ilinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Atıklar ayırma işlemine tabi tutulduktan sonra kalan atık içerisinde yüksek kalorifik değere sahip olanlar ayrılarak 5 cm' lik parçalar haline getirildikten sonra Ünye Çimento Tesisi'ne alternatif yakıt olarak gönderilmektedir.

Tablo 36'da yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 240.732,7 ton iken bu miktarın 2038'de 555.843,3 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 8.333.390 ton olarak öngörülmektedir. Ordu ilinde mevcut düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanmalıdır.

Ordu il sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi bulunmamaktadır. Ambalaj atıklarına yönelik kaynakta ayırma ve geri kazanma ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ordu İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %28 civarındadır. Tablo 5'te yapılan

projeksiyonda 2017 yılı 240.732,7 ton atığın 67.405 tonunun ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir.

Ordu ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Ordu ilinde günde ortalama 700 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi gerekecektir. Bu tesisin kurulacak katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması işletme maliyetini düşürecektir.

Ordu ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması 2023 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğe göre Ordu İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 19 dur.

#### **c. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Ordu İlinde yılda 192.586 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır (yaklaşık %80'inin biyobozunur atık olduğu düşünülmektedir) Bu atığın %50'sinin depolamaya ve geri kalan kısmının kompost tesisine gönderilmesi durumunda 96.293 ton/yıl kapasiteye sahip bir kompost tesisi kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 192.586 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.



Ordu İli için 550 ton/gün kapasiteli ve bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır. Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €46935870 ve işletme maliyeti €1836621/yıl olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık kompost olarak hazırlansa bile tarım arazisinde kullanılamayacak demektir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM’a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 37’de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 182/7,72/1 bulunmaktadır. Bu değerler kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 37. Ordu ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	44,14
%Azot	1,87
%Fosfor	0,242

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken işlemlerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı uygun gözükmesine rağmen atığın ortalama su muhtevası (% ilkbahar yok ama % 60 üzeri gibi duruyor) kompostlama yapmak için uygun düzeyin üzerindedir. Çok az nem kompost sürecini

yavaşlatırken çok fazla nem anaerobik şartların oluşmasını ve koku problemine yol açmaktadır. Ordu ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,4 °C dir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Ordu ili ortalama sıcaklık ve kış aylarının çok soğuk geçmemesi bakımından kompostlama işlemi için uygun iklim şartlarını taşımaktadır.

Ordu ve Giresun illeri atık karakteri ve iklim özellikleri bakımından birbirine çok benzer yapıdadır. Bölgedeki ulaşım koşulları oldukça elverişlidir. İki ilin birbirine çok yakın olması ulaşım maliyetini minimuma indirebilecek koşulları sunmaktadır. Bu şartları bir arada buldurmaları ve üretilen katı atık madde miktarı içinde organik madde oranının çok fazla olması ortak olarak kullanılması düşünülecek bir düzenli depolama alanı içerisinde kompost tesisinin kurulması ekonomik olarak ayrı ayrı kurulacak kompost tesislerinden çok daha uygun olacaktır.

Kompost sistemlerinde nem miktarının % 60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Ordu ilinde üretilen katı atığın kompost yapılabilmesinin gerekli şartlarını hemen hemen yerine getirdiği söylenebilir. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise, kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar. Ordu ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Ordu ili için organik katı madde miktarının fazla olması, atık karakteristiğinde çok fazla değişim olmayacağına öngörülmesi göz önüne alındığında ordu ili için kurulacak bir kompostlama tesisi uygun olacaktır.

#### **d. Biyometanizasyon**

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inört maddeler ( kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kağıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 gün'lük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23 kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir.

Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri azanımı mümkün olabilecektir.

#### e. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kaloriferik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır.

Ordu İli civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. Fakat toplanan katı atıktan geri dönüştürülebilir maddeler ve inert maddeler ayrıştırıldıktan sonra geri kalan kısmın ATY kapsamında değerlendirilmesi ve Ünye Çimento Fabrikasında yakılması mümkündür.

#### f. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Ordu İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda Tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 C<sup>0</sup> de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 38'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakındır.

Tablo 38. Ordu ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	kcal/kg	
	Orijinal Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3387	3813
Üst Isıl Değer	3730	4097

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Ordu ili katı atıklarının nem oranı % 60'dır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir.



Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işlemden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Ordu açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 64,80'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Bunun için atık ön işlemden geçirilir. Kentsel katı atığın yakılması prosesinin verimli hale dönüştürülmesi için yakma tesislerinin şehir merkezine yakın yerlere kurulması daha uygun olacaktır. Katı atığın neminin uzaklaştırılması işlemi için bir enerji gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Ordu ili için öncelikle uygun bir depolama alanının bulunması öncelikli olarak atık yönetimi içerisinde düşünülmesi gereken bir durumdur. Atığın çok fazla nem içermesi atığın yanabilmesi için ön işlem yapılmasını gerektirmektedir. Ayrıca tüm şartlar göz önüne alındığında Ordu, Giresun, Trabzon illerinin konum olarak birbirine çok yakın olması Ordu için ayrı bir yakma tesisinin kurulmasını ekonomik olmaktan çıkaracaktır.

Tüm şartlar değerlendirildiğinde Ordu ili için katı atık yakma tesisi uygun değildir ve önerilmemiştir.

#### **g. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Ordu ilinde henüz bir katı atık düzenli depolama sahası mevcut değildir. Hâlihazırda katı atıklar il genelindeki katı atık düzensiz depolama sahasına boşaltılmaktadır. İlde yakma ve kompost tesisi bulunmamaktadır. Daha önce kullanılan dört adet katı atık düzensiz depolama sahası kapatılmış ve üzeri toprak ile örtülmüş vaziyettedir. Bu nedenle Ordu İli için yeteri büyüklükte bir entegre katı atık bertaraf sistemi kurmak gerekmektedir.

2017-2038 yılları arasında Ordu ili genelinde üretilecek toplam 8333390 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **h. Aktarma Merkezi**

Ordu ilinde şu anda hiçbir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Ordu ili dağlık ve ilçelerin dağlık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre Ordu'nun ilçeleri 4 (dört) gruba ayrılmıştır ve bu grubun her biri için bir aktarma istasyonu inşası önerilmektedir. Birinci grup: Ünye, İkizce, Çaybaşı, Akkuş ve Kumru, ikinci grup: Fatsa, Çamaş, Çatalpınar, Gürgentepe, Kabataş ve Korgan, üçüncü grup: Mesudiye, Gököy, Aybastı, Kabadüz ve Ulubey ve dördüncü grup: Altınordu/Ordu-merkezi, Perşembe ve Gülyalı.

### **SONUÇ**

Ordu ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir.

Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinden organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması**

sağlanmalıdır. Ünye çimento fabrikası ile anlaşma sağlandığı takdirde atıktan yakıt türetilerek çimento fabrikasında yakılabilir. Tüm bunların sonucunda arta kalan değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.

### 8.2.3. Giresun İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016 - Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 39-41'de sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 110'da verilmektedir.



Şekil 110. Giresun İli Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 39'da, ambalaj atıkları için Tablo 40'ta, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 41'de verilmiştir.

Tablo 39. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	55,28
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	11,53
Park-BahçeAtıkları	0
DiğerYanabilir	8,82
TOPLAM	75,63

Tablo 40. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	11,53
Plastik+Naylon	10,39
Cam	5,04
Metaller	1,5
TOPLAM	28,46

Tablo 41. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	10,39
Diğer Yanabilir	8,82
TOPLAM	19,21

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Giresun ilinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. İl merkezinde toplanan atıklar vahşi depolama alanlarına terkedilmektedir. Öngörülen katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 197921,16 ton iken bu miktarın 2038'de 453844,89 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 6.818.892,14 ton olarak öngörülmektedir. Giresun ilinde mevcut düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanmalıdır.

Giresun il sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi bulunmamaktadır. Ambalaj atıklarına yönelik kaynakta ayırma ve geri



kazanma ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Giresun İli için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %28,46 civarındadır. Öngörülen projeksiyonda 2017 yılı 197921,16 ton atığın 56328 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Giresun ilinde günde ortalama 540 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi gerekecektir. Bu tesisin kurulacak katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması işletme maliyetini düşürecektir.

Giresun ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Giresun ilinde günde ortalama 515 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi gerekecektir. Bu tesisin Giresun il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Giresun ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğe göre Giresun İli III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 16 dır.

### c. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Giresun ilinde yılda 197.921 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50'sinin kompost tesisinde değerlendirilmesi durumunda 98.960 ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 197921 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Yıl bazında biyobozunur atık miktarı takip edilerek tesis kapasitesi arttırılabilir.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmış olan "Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik" te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı uygun gözükmesine rağmen atığın ortalama su muhtevası kompostlama yapmak için uygun düzeyin üzerindedir. Çok az nem kompost sürecini yavaşlatırken çok fazla nem anaerobik şartların oluşmasını ve koku problemine yol açmaktadır. Giresun ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,3 °C dir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Giresun ili ortalama sıcaklık ve kış aylarının çok soğuk geçmemesi bakımından kompostlama prosesi için uygun iklim şartlarını taşımaktadır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 42'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 181/8,79/1 bulunmaktadır. Bu değerlerde azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur. Giresun ili için kompost sistemleri kurulması uygun olacaktır.

Tablo 42. Giresun ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	41,94
%Azot	2,03
%Fosfor	0,231

#### d. Biyometanizasyon

Katı atığın içindeki organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) çürütüldüğü ve bu esnada biyogazın üretildiği işleme biyometanizasyon adı verilmektedir. Bu işlem için önce katı atığı tamburdan geçirerek içindeki inört maddeler ( kum, çakıl ve kül) ayrılır, geri kalan atık içinden plastik, kağıt, cam ve metal ayrılır. Ayırma işleminden çıkan atığın çoğu organik maddedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış olur, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23

kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış olur ve hem de metan yakılarak enerji üretilir.

Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir. Katı atık düzenli depolama sahasına her gün yaklaşık 400 ton biyobozunabilir atık geldiği düşünülürse, bu atığın tamamı için yaklaşık 36.000 m<sup>3</sup>lük bir biyometanizasyon tesisine ihtiyaç olacaktır. Tamamı olmasa bile biyobozunur atıkların bir bölümünün bu yolla bertarafı ve hem enerji hem de madde geri azanımı mümkün olabilecektir.

#### **e. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretmek için önce katı atıklar 250-300 mm boyuta getirilir ve sonra içindeki metal ve organik atıklar ayrıştırılır. İnce kırıcıdan geçirilen organik atıklar (0-30mm) özellikle çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılabilir. Giresun ili civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. ATY üretilse bile bu yakıtı Giresun'da yakabilecek tesis mevcut değildir. Bu nedenle ilden kaynaklanan yanabilir özelliğe sahip atıkların ATY kapsamında değerlendirilebileceği bir tesisi planlamak bu aşamada önerilmemektedir.

#### **f. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Giresun İli atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda Tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 43'te görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.



Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Giresun ili katı atıklarının nem oranı % 70'e yakındır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Tablo 43. Giresun ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	2806,7	3503
Üst Isıl Değer	3038	3758,7

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzenli işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Giresun ili açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 75,63'üne karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Ancak bu değerlerin içerisinde geri kazanılması mümkün olan kağıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca, katı atığın yakılmadan önce neminin azaltılması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Bu sıcaklıkta dioksin ve furan gazları problemi ortaya çıkması muhtemel olacaktır. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve

oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Mevcut durumda Giresun ili için yakma sistemi önerilmemiştir.

#### **g. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Giresun ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Görele İlçesi Çavuşlu Beldesi sınırları içinde ve Giresun-Trabzon sahil yolundan 1 km. içeride konumlandırılmış bir katı atık düzenleme tesisi inşa edilmiştir. Tesis 179.287,63 m<sup>2</sup> yüzölçümü sahiptir ve bu alanın 10 ha'lık kısmına 3 ayrı lotta depolama alanlarının hücreler halinde inşa/işletilmesi planlanmıştır. Proje aşamasında Düzenli depolama sahasının kullanım ömrü 16 yıl ve depolama kapasitesi 1.720.000 m<sup>3</sup> olarak projelendirilmiştir. Fakat tesisin kullanımı Mahkeme kararı ile durdurulmuş vaziyettedir. Bu nedenle Giresun ili için atıkların bertaraf edileceği entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisi planlanması ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak atık yönetimi planlanması gerekmektedir.

Çavuşlu Beldesi sınırları içinde kullanılmakta olan bir katı atık depolama tesisine modern olmayan usullerle katı atık depolanmasına ve bu tesisin önümüzdeki 10-15 yıl boyunca hizmet verebilecek kapasitede olmasına rağmen Giresun ili için bir entegre katı atık bertaraf sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arası için toplam 6.818.892,14 ton katı atığı depolayabilecek özellikte olması gerekmektedir.

#### **h. Aktarma Merkezi**

Giresun ilinde şu anda hiç bir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Giresun ilindeki ilçelerin nüfusları düşüktür, fakat ilin dağlık ve ilçelerin dağınık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri belirlenmiştir. Buna göre Bulancak, Giresun-merkez, Piraziz ve Keşap ilçeleri için bir adet, Espiye, Yağlıdere, Güce, Tirebolu ve Doğan kent ilçeleri için bir adet, Görele, Eynesil

ve Çanakçı ilçeleri için bir adet ve Dereli, Şebinkarahisar, Alucra ve Çamoluk ilçeleri için bir adet olmak üzere toplam dört (4) adet aktarma istasyonu inşa etmek uygun olacaktır.

## SONUÇ

Giresun ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.**

### 8.2.4. Trabzon İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016 - Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 44-46'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 111'de verilmektedir.



Şekil 111. Trabzon ili Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken 3 ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar,

biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 44'te, ambalaj atıkları için Tablo 45'te, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 44. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	57,27
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	11,59
Park-BahçeAtıkları	0,47
DiğerYanabilir	7,98
TOPLAM	77,31

Tablo 45. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	11,59
Plastik+Naylon	5,88
Cam	4,45
Metaller	1,94
TOPLAM	23,86

Tablo 46. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	5,88
Diğer Yanabilir	7,98
TOPLAM	13,86

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Trabzon ili genelinde oluşan katı atığın büyük çoğunluğu toplanarak düzenli depolama alanına gönderilmektedir. 2016 yılında 199.140,7 ton atık toplanarak Sürmene-Çamburnu Kutlular mevkiindeki katı atık düzenli depolama sahasında depolanmıştır. Mevcut sahada 2-3 yıl daha depolama yapılması planlanmakta olup, bu sırada yeni saha inşası tamamlanması düşünülmektedir.



Trabzon İl genelindeki bütün İlçe Belediyeleri ile Büyükşehir Belediyesi Trabzon İlleri Katı Atık Birliğine (Trab-Ri-Kab) üyedir. Belediyeler kendi mücavir alanları içerisinde topladıkları belediye atıkları Birliğe ait transfer istasyonlarına kadar taşımakla yükümlüdürler. Birliğe bağlı 3 aktarma istasyonu kurulmuştur. Trabzon Deliklitaş Aktarma İstasyonu, Of Akatarma İstasyonu ve Çarşıbaşı Aktarma İstasyonu. Günlük toplanan çöpün % 60'ı Trabzon Aktarma İstasyonundan taşınırken %30 Of Aktarma İstasyonundan %10'u ise Çarşıbaşı Aktarma istasyonundan taşınmaktadır.

Katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 209.742,25 iken bu miktarın 2038'de 474.478,35 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 7.109.535,54 ton olarak öngörülmektedir. Trabzon ilinde düzenli depolama tesisi mevcuttur. Ancak depolama sahası bir kaç yıl sonra dolacaktır. Bu nedenle ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynakta ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir. Aksi takdirde yeni yapılacak depolama sahası da planlanandan önce dolacaktır.

Trabzon ilinde mevcut katı atık düzenli depolama sahasının dolmak üzere olmasından dolayı yeni bir katı atık düzenli depolama sahasının inşasının hızla gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Trabzon ilinde Kutlular düzenli depolama sahasının işletmeye açılmasıyla birlikte eski vahşi döküm sahaları rehabilite edilerek kapatılmıştır. Bugün itibariyle Trabzon ilinde vahşi döküm sahası bulunmamaktadır.

Trabzon ili için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %24 civarındadır. Yapılan projeksiyonda 2017 yılı 209.742,25 ton atığın 50.338 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Mevcut kapasite 2017 yılı oluşabilecek ambalaj atığı miktarını bile toplayamayacak ve değerlendiremeyecek durumdadır. Dolayısı ile Trabzon ili için 2038 yılına kadar oluşabilecek ambalaj atığı miktarını toplayıp değerlendirebilecek kapasitede tesislere ihtiyaç vardır.

Trabzon ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Trabzon ilinde günde ortalama 575 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden büyük boyutlu bir ayırma tesisi kurulmalıdır. Bu tesisin Trabzon il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Trabzon ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2038 yılına kadar tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğ'e göre Trabzon ili II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir.

#### **c. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Trabzon ilinde yılda 162.131 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50'sinin kompost tesisinde değerlendirilmesi durumunda 81.065 ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 162.131 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Trabzon ili için 400 ton/gün kapasiteli ve bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır.

Organik esaslı katı atıkların oksijenli veya oksijensiz ortamda ayrıştırılması suretiyle üretilen ve toprak iyileştirici olarak kullanılan kompostun ilk yatırım ve işletme maliyeti oldukça fazladır. Ayrıca, 08.06.2010 tarih ve 27605 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanmış olan “Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik” te arıtma tesisi çamurunun fazla miktarda ağır metal içermesi nedeniyle tarım arazilerinde kompost olarak kullanılamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle arıtma tesisi çamuru karıştırılmış atık kompost olarak hazırlansa bile tarım arazisinde kullanılamayacak demektir; ya da katı atıktan tarımda kullanılacak kompost üretilmek isteniliyorsa katı atığa atıksu arıtma tesisi çamuru karıştırmamak gerekmektedir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM’a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 47’de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 195/9/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 47. Trabzon ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	46,85
%Azot	2,21
%Fosfor	0,24

Trabzon ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu görülmektedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %77,31’ine tekabül etmektedir. Eğer düzenli işletilen bir düzenli depolama

sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% ilkbahar yok muhtemelen 60 üstü) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Trabzon ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,7 °C olduğu göz önüne alındığında, iklim olarak soğuk bir iklim olmadığı ve kompostlama sisteminin işletilmesinde sistemin kendi enerjisini sahadan çekilecek gazın yakılarak enerji dönüştürülmesiyle rahatlıkla karşılayabileceği düşünülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Trabzon ili için işletmeye alınacak hem düzenli depolama sahasının hem de düzenli depolama sahası ile entegre olacak kompost sistemleri için dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden birisi oluşacak sızıntı suyunun ve atığın içerdiği su muhtevasıdır. Trabzon ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler neticesinde ortalama yağışlı gün sayısının 143,7 gün/yıl olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç uygulanacak atık arıtma sistemlerinin yağmur suyu drenaj ekipmanlarının iyi bir şekilde tasarlanması gerekliliğini göstermektedir.

Kompost sistemlerinde nem miktarının % 60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı

sistemi işletecek personel ya da personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar. Trabzon ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu gözle çarpılmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Trabzon ilinin evsel atığı havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 ° C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Trabzon ili genel olarak soğuk olmayan bir iklime sahiptir. Trabzon ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu enerji ihtiyacı düzenli depolama tesisinde oluşacak depo gazının yakılarak ısıtma sistemlerine uygulanması ile rahatlıkla karşılanabilecektir.

Trabzon ili için günlük üretilen organik madde miktarı 2017 yılı için 321 ton/gün 2038'de ise 2017 rakamının yaklaşık olarak 2 katına ulaşacağı öngörülmektedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa). Ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Trabzon ili için düşünülen havasız bir kompost tesisinin günlük biyobozunur madde miktarı göz önüne alındığında yaklaşık 36 000 m<sup>3</sup>lük bir kapasiteye ihtiyacı olacaktır. Örnek olarak Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyometanizasyon



tesisi verilebilir. Bu tesis Samsun BB sınırları içinde toplanan katı atığın içindeki organik atıkların çok az bir kısmını (20 ton/gün) kullanabilmektedir.

Trabzon ili için öncelikle düzenli depolama sahasının belirlenmesi gerekmektedir. Düzenli depolama sahasının tam olarak işletilmeye başlaması ile kurulacak bir biyometanizasyon (Havasız Kompost ) tesisi organik maddenin arıtılması ve atıktan enerji kazanımı için uygun olacaktır. Aynı zamanda aerobik kompost sistemi kurulması durumunda atıksu arıtma çamuru sisteme karıştırılmamak şartı ile arazi için gerekli olan toprak örtüsü ve organik atığın minimuma indirilmesi sağlanmış ve sistemin kullanılması da uygun olacaktır. Trabzon ili için hem havalı hem de havasız kompost tesisi kurulması uygun olacaktır ve önerilmiştir.

#### **d. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Atıktan türetilmiş yakıt (ATY) üretmek için önce katı atıklar 250-300 mm boyuta getirilir ve sonra içindeki metal ve organik atıklar ayrıştırılır. İnce kırıcıdan geçirilen organik atıklar (0-30mm) özellikle çimento fabrikalarında ilave yakıt olarak kullanılabilir. Trabzon ili civarında ATY üretiminin gerçekleştirildiği lisanslı tesis veya tesisler mevcut değildir. ATY üretilse bile bu yakıtı Trabzon'da yakabilecek tesis mevcut değildir. Bu nedenle ilden kaynaklanan yanabilir özelliğe sahip atıkların ATY kapsamında değerlendirilebileceği bir tesisi planlamak bu aşamada önerilmemektedir.

#### **e. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

Tübitak MAM tarafından yapılan analizlerde Trabzon ili atıklarının alt ve üst ısı değerlerinin yıllık ortalaması aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tübitak analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısı değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 48'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg üzerinde ölçülmüştür.

Tablo 48. Trabzon ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3772	4039
Üst Isıl Değer	4072	4323

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Trabzon ili katı atıklarının nem oranı % 70'e yakındır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atığın üst kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Atığın nem oranı % 70 civarındadır. Yaş atığın ısıl değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Trabzon açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 77,31'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı

atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 C° de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Trabzon ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısıl değerlerinin istenilen miktarda olmaması ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir.

#### **f. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Trabzon ve Trabzon illerinin katı atıklarının depolandığı Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasının 2-3 yıllık bir kapasitesi kalmıştır. Bu nedenle Trabzon ili için ivedilikle bir katı atık düzenli depolama sahası bulunması ve gerekli yasal ve inşaat faaliyetlerinin tamamlanması gerekmektedir.

Trabzon ili için bir entegre katı atık bertaraf sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 7.109.535,54 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **g. Aktarma Merkezi**

Trabzon'da 3 katı atık aktarma istasyonu bulunmaktadır. Bunlar; Deliklitaş Aktarma İstasyonu, Of Aktarma İstasyonu ve Çarşıbaşı Aktarma İstasyonu dur. Günlük toplanan çöpün % 60'ı Trabzon Aktarma İstasyonundan taşınırken %30'u Of Aktarma İstasyonundan %10'u ise Çarşıbaşı Aktarma istasyonundan taşınmaktadır. Bu aktarma istasyonlarını modernize etmek ve kapasitesi yetersiz ise ya kapasitesini artırmak ya da yenisini inşa etmek gerekmektedir.

### **SONUÇ**

Trabzon ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak ilde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir.

Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.**

#### 8.2.5. Rize İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 49-51'de sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 112'de verilmektedir.



Şekil 112. Rize ili Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 49'da, ambalaj atıkları için Tablo 50'de, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 51'de verilmiştir.

Tablo 49. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	64,58
Kağıt+Karton+ Hacimlikarton	10,18
Park-BahçeAtıkları	0
DiğerYanabilir	6,13
TOPLAM	80,89

Tablo 50. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+HacimliKarton	10,18
Plastik+Naylon	7,63
Cam	3,36
Metaller	0,88
TOPLAM	22,05

Tablo 51. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	7,63
Diğer Yanabilir	6,13
TOPLAM	13,76

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

İl genelinde belediyeler ve bağlı köylerde atık toplama ve bertaraf işlemleri belediyeler ve İl Özel İdaresi tarafından gerçekleştirilmektedir. İlde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. KAÇKARBİR'e üye belediyeler tarafından toplanan belediye atıkları düzensiz depolama yöntemi ile bertaraf edilirken, TRABRİKAB'a üye belediyelere ait atıklar Sürmene Çamburnu'ndaki düzenli depolama tesisinde bertaraf edilmektedir. Bu amaçla üye belediyeler atıklarını Rize Merkez ve Of Eskipazar'da bulunan transfer istasyonlarına taşımaktadır.

Öngörülen katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 129.363,3 ton iken bu miktarın 2038'de 294.788,2 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 4.441.324 ton olarak öngörülmektedir. Rize ilinde düzenli depolama tesisi bulunmamaktadır. Bu



durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynakta ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir.

Rize ilinde lisanslı 7.220 ton/yıl kapasiteli iki ambalaj atığı toplama ve ayırma tesisi bulunmaktadır. Rize ili için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %22 civarındadır. Yapılan projeksiyonda 2017 yılı 129.363,3 ton atığın 28.460 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Mevcut kapasite 2017 yılı oluşabilecek ambalaj atığı miktarını bile toplayamayacak ve değerlendiremeyecek durumdadır. Dolayısı ile Rize ili için 2038 yılına kadar oluşabilecek ambalaj atığı miktarını toplayıp değerlendirebilecek kapasitede tesislere ihtiyaç vardır.

Rize ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Rize ilinde günde ortalama 350 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin Rize il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Rize ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması gerekmektedir. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğe göre Rize ili II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme Merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 12 dir.

### c. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Rize ilinde yılda 104.784 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu atığın %50'sinin kompost tesisinde değerlendirilmesi durumunda 52.392 ton/yıl kapasiteye sahip bir tesis kurmak gerekmektedir. Tamamı kompost haline getirilmek istenildiğinde 104784 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki karbon, azot ve fosfor değerlerine bakmak gerekir. TÜBİTAK-MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 52'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranınının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 203/9,34/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 52. Rize ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

Element	%
Karbon	46,72
Azot	2,15
Fosfor	0,23

Rize ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu görülmektedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %80,89'una tekabül etmektedir. Eğer iyi işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşa edilecek havalı kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% ilkbahar yok muhtemelen 60 üstü) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Rize ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 14,3 °C olduğu göz önüne alındığında, iklim olarak soğuk bir iklim olmadığı ve kompostlama sisteminin işletilmesinde sistemin kendi enerjisini sahadan çekilecek gazın yakılarak enerji dönüştürülmesiyle rahatlıkla karşılayabileceği düşünülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Rize ili için işletmeye alınacak hem düzenli depolama sahasının hem de düzenli depolama sahası ile entegre olacak kompost sistemleri için dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden birisi oluşacak sızıntı suyunun ve atığın içerdiği su muhtevasıdır. Rize ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan veriler neticesinde ortalama yağışlı gün sayısının 172,5 gün/yıl olduğu belirtilmiştir. Bu sonuç uygulanacak atık arıtma sistemlerinin yağmur suyu drenaj ekipmanlarının iyi bir şekilde tasarlanması gerekliliğini göstermektedir.

Kompost sistemlerinde nem miktarının % 60 üzerine çıkmaması istenmektedir. Kompost sistemleri içerisinde nem miktarının artması sonucunda anaerobik şartların oluşup, oksijenin moleküller arasındaki aktarım hızı yavaşlar ve koku problemi ortaya çıkmaktadır. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompost sistemleri atık arıtma sistemleri arasında gelişmiş ve işletilmesi bilgi isteyen sistemlerdir. Bu yüzden kompost tesisi kurulacak ise, kalifiye eleman ihtiyacı da kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Çünkü, kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel yada personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar. Rize ili atık karakteristiğine bakıldığında azot miktarının biraz fazla olduğu göze çarpmaktadır. Bu atık karışımı için dikkatli davranılması anlamına gelmektedir.

Havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 °C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Rize ili genel olarak soğuk olmayan bir iklime sahiptir. Rize ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu enerji ihtiyacı düzenli depolama tesisinde oluşacak depo gazının yakılarak ısıtma sistemlerine uygulanması ile rahatlıkla karşılanabilecektir.

Rize ili için günlük üretilen organik madde miktarı 226 ton/gün olarak öngörülmektedir. Bu organik atık parçalanarak boyutu 0-30 mm boyuta indirgenir. Parçalanmış organik atık bir dengeleme havuzuna boşaltılır ve su ile 1/3 (katı/su) oranında karıştırılır. Su-atık karışımı daha sonra anaerobik biyometanizasyon tesisine nakledilir. Karışım burada genel olarak 60 günlük bir bekletme süresi ile bekletilir. Bu durum devasa büyüklükte biyometanizasyon (biyogaz) tesisi inşa etmeyi gerektirmektedir. Biyometanizasyon tesislerinde karşılaşılan diğer bir problem tesisten dışarı atılan su-atık karışımının nasıl bertaraf edileceğidir. Karışım separatörden geçirildikten sonra organik kısmından kaliteli organik gübre üretmek mümkündür (katı atığa arıtma tesisi çamuru karıştırılmamışsa), ayrılan su tekrar biyogaz tesisinde kullanılabilir.

Şehirlerin katı atığından bu yolla biyogaz üretmek için çok büyük hacimli biyogaz tesislerine ihtiyaç vardır. Rize ilinin organik katı atığından biyogaz elde etmek istenildiğinde yaklaşık 26 000 m<sup>3</sup>lük bir biyogaz tesisi kurmak gerekecektir. Örneğin, Samsun-Avdan Enerjinin Samsun katı atık düzenli depolama sahasına kurmuş olduğu 1800 m<sup>3</sup> hacme sahip biyogaz tesisinde günde ancak 20 ton organik atık kullanılabilir.

Bu nedenle genel olarak katı atık düzenli depolama tesisi içine döşenen gaz drenaj boruları ile çekilen gazdan enerji üretme yolu seçilmektedir. Bu şekilde hem çöp depolama sahasında patlamaya karşı önlem alınmış, hem küresel ısınma potansiyeli yüksek olan metan gazının (karbondioksit göre metanın küresel ısınma potansiyeli 23

kat daha fazladır ve yakılarak metanın küresel ısınmaya etkisi 1/23'e indirilmiş olur) küresel ısınma etkisi azaltılmış ve hem de metan yakılarak enerji üretilmiş olur. Rize ili katı atığının azot, fosfor ve karbon içerikleri kompost üretimi için uygundur. İlin ikliminin yağışlı olması kompost üretimi için bir dezavantaj olarak görülse bile bu durum kapalı bir kompost tesisi inşa edilerek elemine edilebilir. Dolayısıyla Rize için bir kompost tesisi kurmak uygundur ve önerilir.

#### **d. Atıktan Türetilmiş Yakıt (ATY) Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kaloriferik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Rize ili civarında atık ısısı kullanılacak bir tesis olmadığından Rize için ATY önerilmemiştir.

#### **e. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Rize ili atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tablo 53 de verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 53'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg üzerinde ölçülmüştür.

Tablo 53. Rize ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3830,7	4268
Üst Isıl Değer	4185	4577



Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Rize ili katı atıklarının nem oranı % 70'e yakındır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütle yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Genel olarak, yakma tesisleri aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

- Atık Kabulü
- Ön işlem – Depolama
- Atık Yükleme ( Hazneye atığın alınması)
- Yakma İşlemi
- Baca Gazının Soğutulması
- Baca Gazının Arıtılması
- Baca Gazının Deşarjı
- Katı ve Sıvı Yanma Atıklarının Arıtılması ve Bertarafı

Kentsel katı atık bunkerin içerisine 0,25-0,35 m<sup>3</sup> yoğunluğunda olmalıdır. Katı atığın yakmadan önce düzgün şartlar altında depolanması gerekmektedir. Katı atık yakıldığı zaman ortalama olarak 1 ton katı atıktan 700 kg baca gazı oluşabilmektedir. Bu değer aynı zamanda katı atık yakma tesislerinde hava kalitesi için tasarım ve işletme kriterlerinin dikkatle ele alınması anlamına gelmektedir.

Dünya genelinde kütle atık yakma teknolojisi ile kentsel katı atığın bertarafının maliyeti 80-120\$/ton atık civarındadır. Hane başına yaklaşık yılda 1,2-1,5 ton atık üreten bir aile için yıllık katı atık yakma tesisi maliyeti 120\$-150\$ arasında değişeceği

varsayıldığında, bu maliyetin yüksek olduğu gözükmemektedir. Kentsel katı atık yönetimi için transfer, depolama gibi maliyetlerinden dikkate alındığı düşünülürse yıllık bertaraf için maliyetin yukarılara çıkacağı açıktır.

Rize ili için yakma tesisin senelik işletme maliyeti 50 000 tonluk atığın yakma tesisinde bertaraf edildiği düşünülürse, yıllık ortalama ton başına 100\$/ton atık bertaraf maliyeti kabul edilirse yaklaşık 5 000 000\$'lık bir işletme maliyeti olacaktır. Eğer Rize ili için yıllık 50 000 ton/yıl atığın bertarafında ısı ve elektrik geri kazanımı yapılırsa elde edilecek elektrik enerjisinin yıllık geri kazanım bedeli;

2017 yılı için : Alt ısı değeri  $\geq 6$  MJ ( 1423 kcal/kg) olan 50 000 ton atıktan elde edilecek elektrik enerjisi miktarı 25 000 000kWsa dir.

2017 yılı için: Enerji geri kazanım bedeli, 25 000 000 kW/sa x 24 x 365 x ( 0,13-0,07)\$/kWsa x 0,5 ~ 10 950 000 \$/yıl olarak tahmin edilmektedir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Rize ili açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 80,89'una karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Ancak bu değerlerin içerisinde geri kazanılması mümkün olan kağıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca, katı atığın yakılmadan önce neminin azaltılması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Mevcut durumda Rize ili için yakma sistemi önerilmemiştir.

#### **f. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Rize ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Rize/merkezi ile ilin batı kesiminde kalan ilçeler katı atıklarını Rize-merkez ve Of-Eskipazar aktarma istasyonlarına ve oradan da Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama tesisine göndermektedirler. İlin doğusunda kalan ilçelerin katı atığı

KAÇKARBİR tarafından toplanmakta ve düzensiz depolama sahasına gönderilmektedir. Rize ilinin katı atığının toplanacağı, uygun aktarma istasyonları aracılığı ile inşa edilecek bir katı atık düzenli depolama sahasına gönderilmesi gerekmektedir. İlin doğusundaki ilçelerin katı atıklarını vahşi depolama şeklinde bertaraf etmeleri, batısında kalan ilçelerin ise katı atıklarını gönderdikleri Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasının dolmak üzere olmasından dolayı Rize ili için bir entegre atık yönetim projesinin devreye sokulması önemli görülmektedir.

Planlanan katı atık düzenli depolama sahası inşası olmasına rağmen Rize ili için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 4.441.324 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **g. Aktarma Merkezi**

Rize İl merkezinde ve Of-Eskipazar da olmak üzere iki adet katı atık aktarma istasyonu mevcuttur. Buralara getirilen atıklar Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasına nakledilmektedir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada Rize il merkezinin doğusunda kalan ilçeler için bir adet ve batısında kalan ilçeler için bir adet olmak üzere toplam iki atık aktarma istasyonunun yapılması uygun olacaktır.

### **SONUÇ**

Rize ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynaktan ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinde organik atıkların mümkün olduğunca kompostlaştırılması sağlanmalıdır. Değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.**

## 8.2.6. Artvin İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016-Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 54-56'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 113'te verilmektedir.



Şekil 113. Artvin ili Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 54'te, ambalaj atıkları için Tablo 55'te, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 56'da verilmiştir.

Tablo 54. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	48,42
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	17,40
Park-BahçeAtıkları	0
DiğerYanabilir	6,16
TOPLAM	71,98

Tablo 55. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	17,40
Plastik+Naylon	16,02
Cam	4,55
Metaller	1,42
TOPLAM	39,39

Tablo 56. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	16,02
Diğer Yanabilir	6,16
TOPLAM	22,18

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Artvin ilinde düzenli depolama Tesisi bulunmamaktadır. Yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 68.332,42 ton iken bu miktarın 2038'de 153.745,44 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılında 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 2.449.192,14 ton olarak öngörülmektedir. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolamaya geçilmesi planlanmalıdır.

Artvin (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi bulunmamaktadır. 2015 İl Çevre Durum Raporunda 2014 yılı için 876,323 ton ambalaj atığı toplandığı raporlanmıştır. Artvin ili için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %40 civarındadır. Yapılan projeksiyonda 2017 yılı 68.332,42 ton atığın 27.333 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.



Artvin ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Artvin ilinde günde ortalama 70 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin kurulacak katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması ilk yatırım maliyetini de düşürecektir.

Artvin ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması % ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğe göre Artvin ili II. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2017 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir.

#### **c. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Artvin ilinde yılda 49.186 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu değer 2038'de 110.666 ton/yıl'a ulaşacaktır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 50000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılabilecektir. Bölgenin iklimi düşünüldüğünde kapalı bir kompostlama tesisi kurmak daha uygun olacaktır.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 57' de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 235,5/9,73/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot değeri biraz yüksek olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 57. Artvin ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	44,75
%Azot	1,85
%Fosfor	0,19

Artvin ili için atık karakteristiğine bakıldığı zaman organik madde oranının çok yüksek değerde olduğu söylenemez fakat ortalama değerler içerisindedir. Organik madde miktarının fazla olması atığın biyolojik olarak bozunabilirliğinden yararlanılarak hem toprak iyileştirici hem de enerji kazanımı için farklı kompost sistemlerinin kurulmasının uygun olduğu anlamına gelmektedir. Üretilen katı atık, düzgün sıkıştırma oranlarında bekletilip, iyi bir ayırma-parçalama sürecinden geçirildiği takdirde organik maddenin bertarafında kompost tesisi kurulması faydalı olacaktır. Atık içerisinde toplam biyobozunur atık oranı toplam atığın %71,98'ine tekabül etmektedir. Eğer düzenli işletilen bir düzenli depolama sistemi benimsenirse, düzenli depolama sahasına inşaa edilecek havalı reaktör kompost ile arazi için gerekli olan örtü malzemesi de kompost prosesinden elde edilmiş olacaktır. Aynı şekilde kompost sisteminde oluşan su da yine düzenli depolama tesisi üzerine tekrardan mikrobiyolojik faaliyetin hızlandırılması için kullanılabilir.

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% 62,92) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Artvin ili coğrafi yapısına bakıldığında uygun alan eksikliği göze çarpmaktadır. Bu durum göz önüne alındığında reaktör tipi bir kompost sistemi atık yönetiminde önemli rol oynayabilir.

Fakat atık miktarının 2038 yılına kadar yapılan tahminlerine bakılarak atık miktarı ve nüfusun gelişmesi çok kısıtlı kalacaktır.

Kapalı kompost tesisi ilk yatırım maliyeti €230/yıl.ton ve işletme masrafı €9 olarak alındığında önerilen kompost tesisinin ilk yatırım maliyeti €11500000 ve işletme maliyeti €450 000/yıl olacaktır. Fakat, yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığından Artvin ili için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### **d. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kaloriferik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Artvin ili civarında atık ısı kullanılabilecek bir tesis olmadığından Artvin için ATY önerilmemiştir.

#### **e. Termal Bertafaf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Artvin ili atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda Tablo 58’de verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısı değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri yaklaşık 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 58’de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg ‘ye yakın ölçülmüştür.

Tablo 58. Artvin ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Orijinal Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3533	3883
Üst Isıl Değer	3840	4079

Nemi alınmış katı atığın alt kalorifik değeri atığın yakılabilmesi için uygundur. Ancak atığın ön işlem görmesi gerekmektedir. Artvin ili katı atıklarının nem oranı % 60 civarındadır. Yaş atığın ısı değerleri yakma sistemlerinin verimli olması için yeterli durumda değildir. Bunun için ek enerji ihtiyacı mutlaka gerekli olacaktır. Atık ön işleminden geçirilerek yakma tesisine alınması gerekecektir.

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkündür ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir.

Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufat düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Artvin açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 71,98'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için oldukça elverişlidir. Ancak bu değerlerin içerisinde geri kazanılması mümkün olan kağıt atıkları da mevcuttur. Ayrıca katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zor ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufat dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir.

Artvin ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması, üretilen atık miktarının kurulacak bir atık yakma tesisi için

istenilen düzeyde olmaması ( 50 000 ton/yıl dan az olması) ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir.

#### **f. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Artvin ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Artvin ili için öncelikle entegre atık yönetim sistemi oluşturulmalı, Ambalaj atıkları kaynağında ayrıştırılmalı ve sonuçta kalan atık miktarını içerebilecek bir düzenli depolama sahası planlanmalıdır. Saha planlanırken en az 20 yıllık atık miktarını kabul edebilecek şekilde planlanmalıdır.

#### **g. Aktarma Merkezi**

Artvin ilinde şu anda hiç bir aktarma istasyonu mevcut değildir. İl için bir katı atık düzenli depolama sahası inşa edildiğinde ilçeler için aktarma istasyonları da inşa edilmesi gerekecektir. Artvin ilindeki ilçelerin nüfusları düşüktür, fakat ilin dağlık ve ilçelerin dağınık olması nedeniyle birden fazla aktarma istasyonu yapmak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak; Hopa, Borçka, Murgul ve Arhavi ilçeleri için bir adet, Ardanuç ve Artvin merkez için bir adet, Yusufeli İlçesi için ve Şavşat İlçesi için bir adet olmak üzere toplam 4 (dört adet) aktarma istasyonu kurmak gerekecektir.

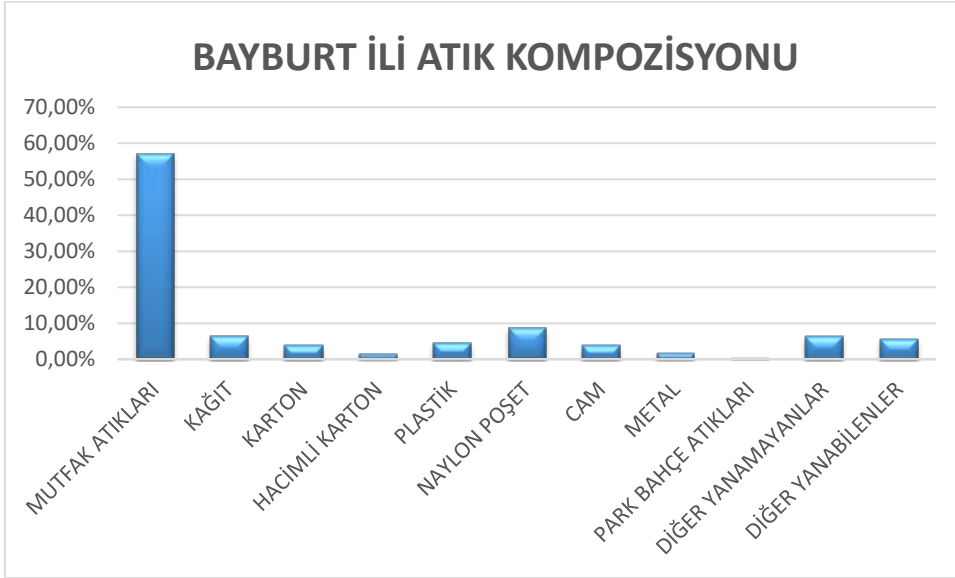
### **SONUÇ**

Artvin ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır.** Yakma ve kompostlama sistemleri veya atıktan yakıt üretilmesi önerilmemektedir.



### 8.2.7. Bayburt İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016 - Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 59-61’de sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 114’te verilmektedir.



Şekil 114. Bayburt ili Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 59’da, ambalaj atıkları için Tablo 60’da, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 61’de verilmiştir.

Tablo 59. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	57,19
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	11,45
Park-BahçeAtıkları	0,15
DiğerYanabilir	5,70
TOPLAM	74,49

Tablo 60. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	11,45
Plastik+Naylon	13,48
Cam	3,87
Metaller	1,75
TOPLAM	30,55

Tablo 61. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	13,48
Diğer Yanabilir	5,70
TOPLAM	19,18

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Bayburt ilinde 2008 de faaliyete geçen düzenli depolama tesisi şu an vahşi depolama gibi kullanılmaktadır. Karakterizasyon çalışmaları için alana gidildiğinde sızıntı suyu arıtımı yapılmadığı, uygun şekilde üst örtü kullanılmadığı gözlenmiştir. Ayrıca düzgün sıkıştırma yapıldığı da düşünülmemektedir. Ayrıca alana sadece merkez ilçe atığı gelmekte ilçeler atıklarını vahşi depolama ile bertaraf etmektedirler.

Yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 42.209 ton iken bu miktarın 2038'de 95.434 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak 2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 1.440.805 ton olarak öngörülmektedir. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle düzenli depolama tesisinin uygun bir şekilde işletilmeye alınması planlanmalıdır.

Bayburt (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir Ambalaj Atığı Geri Kazanım Tesisi bulunmamaktadır. Bayburt ili için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %30 civarındadır. Yapılan projeksiyonda 2017 yılı 42.209,01 ton atığın 12.662,7 tonu ambalaj atığı olacağı

düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.

Bayburt ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Bayburt ilinde günde ortalama 35 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin kurulu bulunan katı atık düzenli depolama tesisi alanında olması ilk yatırım maliyetini de düşürecektir.

Bayburt ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde atık getirme merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğ'e göre Bayburt ili III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulumunun tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 3 dür.

#### **c. Kompost Tesisi**

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Bayburt ilinde yılda 31.441 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu değer 2038'de 71.089 ton/yıl'a ulaşacaktır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 30.000 ton/yıl

yarısının komposlanabileceği düşünülündünde ise yaklaşık 15.000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılabilecektir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 62'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 224/10,65/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 62. Bayburt ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	44,68
%Azot	2,13
%Fosfor	0,20

Kompost sistemleri havalı ve havasız olarak iki sınıfta değerlendirilmektedir. Kompostlama sisteminin havalı ya da havasız işletilmesine karar vermek için ortamsal şartlar iyi bir şekilde ele alınmalıdır. Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% 54,31) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Bayburt ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 7 °C olduğu göz önüne alındığında kompostlama sistemi içerisindeki ortalama sıcaklığın (50-60 °C) çok altında kaldığı görülmektedir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Sıcaklığı istenilen düzeyde tutmak için ek enerji harcanması gerekmektedir. Bu aynı zamanda maliyet olarak da kompostlama sisteminin hem kurulum hem de işletme maliyetini artıracaktır. Özellikle kış aylarında il genelinde ki sıcaklık değerleri ortalama - 25°C civarlarında olduğu için sistemi ısıtmak için birim enerji miktarı artacaktır.

Bayburt ili içerisinde işletilmeye devam eden düzenli depolama sahasına atık sıkıştırılmalı kamyonlar ile gelmekte ve doğrudan sahaya boşaltım yapılmaktadır. Düzenli depolama sahası vahşi depolama yöntemleri kullanılarak işletilmektedir. Atığın ne kadarının sıkıştırıldığına dair herhangi bir veri ya da bilgi mevcut değildir. Kompostlama sistemlerinde atık 0,5-0,6 ton/m<sup>3</sup> birim hacim ağırlığında tutulması gerekmektedir. Kompostlama sistemlerine atığın yüklenmeden önce çok iyi bir ayırımdan geçmesi gerekmektedir. Özellikle ortalama dane boyutu 3-5 cm aralında olmalıdır. Kompostlama sistemleri bilgi ve tecrübe ile işletilebilen sistemlerdir. Bayburt ili katı atık karakterizasyonu yapılırken saha içerisinde katı atık yönetim sistemleri hakkında bilgi ve tecrübesi olan kalifiye eleman olmadığı görülmüştür. Bir kompost ya da diğer gelişmiş atık bertaraf sistemleri önerilmesi durumunda önerilen bu sistemleri işletebilecek kalifiye eleman istihdamı gerekmektedir. Çünkü kompost sistemi işletilirken birçok parametrenin kontrol edilmesi gerekmektedir. C/N oranının 20:1 altına düşmesi ortamdaki azotun amonyak formuna dönüşmesine sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı sistemi işletecek personel yada personeller atık karışımını iyi ayarlamak zorundadırlar.

Havasız kompost sistemi için de atık karakteristiği müsaittir. Atık içerisindeki besin maddesi oranları atığın fermantasyonu için yeterlidir. Reaktör tipi bir havasız kompost sistemi kurulması durumunda havalı sistemlere göre işletme sıcaklığı biraz daha düşük olacaktır. Fakat havasız sistemler oksijen gereksinimi olmamasına rağmen işletme sıcaklığı konusunda çok hassas sistemlerdir. Ortalama 25-35 ° C değerleri ortamdaki mikrobik faaliyetin sürekliliği açısından önemlidir. Bayburt ili genel olarak soğuk bir iklime sahiptir. Bayburt ili için kurulacak bir havasız kompost reaktör için ek olarak ısıtma sistemleri ya da sistemin ürettiği gazın yakılarak kendi ısıtmasını sağlaması gerekmektedir. Bu değer iklim şartları göz önüne alındığında yaklaşık % 30'a kadar ulaşabilir. Atık miktarının yıllık olarak çok fazla olmaması, Bayburt ilinin nüfus projeksiyonuna ve sosyo-ekonomik yapısına bakıldığında gelişime sınırlı olması üretilecek atık miktarının da kurulacak bir havasız sistem için yetersiz kalacağını göstermektedir.

Bayburt iline atık karakterizasyonu için gidildiğinde, Gümüşhane ilinin ürettiği katı atığın Bayburt'taki düzenli depolama alanına getirildiği gözlemlenmiştir. Son



karakterizasyon aşamasına kadar atıklar beraber sahada depolanmaktaydılar. Bu beraberlik yeniden sağlandığı göz önüne alındığında, yıllık organik madde miktarı kurulacak bir havasız sistem için maliyet ve işletme açısından ekonomik düzeylere gelebilecektir. Yine havasız sistemler içinde önceden çok iyi bir ayırma ve parçalama sistemi kurulması gerekmektedir. Fakat yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı ve iklim özelliklerinin kış aylarında uygun olmayacağından Bayburt İli için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### **d. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kaloriferik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Bayburt ili civarında atık ısı kullanılabilecek bir tesis olmadığından Bayburt için ATY önerilmemiştir.

#### **e. Termal Bertafaf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Bayburt ili atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda Tablo 63'te verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 63'de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg'a yakın ölçülmüştür.

Tablo 63. Bayburt ili Kalorifik Değer Yıllık Ortalaması

	kcal/kg	
	Ön İşlem görmüş örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	2952	3886
Üst Isıl Değer	3289	4209

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütleli azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle entegre olmak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Atık teorik olarak ne kadar fazla organik madde içeriyorsa yanmak için o kadar uygundur. Bayburt açısından atığın karakteristiği incelendiğinde organik madde miktarı toplam atığın % 54,31'ine karşılık gelmektedir. Bu değer yakma tesisi için elverişlidir. Katı atığın yakılmadan önce neminin kovulması gerekmektedir. Bunun için atık ön işleminden geçirilir. Kentsel katı atığın yakılması prosesinin verimli hale dönüştürülmesi için yakma tesislerinin şehir merkezine yakın yerlere kurulması daha uygun olacaktır. Katı atığın neminin uzaklaştırılması işlemi için bir enerji gerekmektedir. Bu işlem için atık yakma tesisinin yakınlarında yakma teknolojisi kullanılan bir endüstriyel alan kullanılabilir. Bayburt merkezde ve civarında bu tür bir işletme olmaması yakma tesisinin birim maliyetini daha da artırmaktadır.

Katı atık yakma tesisleri teknik olarak işletilmesi zordur ve kalifiye personel ihtiyacı vardır. Katı atık yakma tesisleri teknik olarak birçok işlemin bir arada kontrol edilmesi gereken sistemlerdir. Katı atık 700-800 °C'de tamamen yanıp küle/cürufa dönüşebilmektedir. Katı atık yakma tesisleri için müsaade edilen sıcaklık maksimum 1000° C'dir. Katı atıklara yakma işleminin verimli olması için iyi planlanmış ve oturmuş entegre atık yönetim sisteminin mevcut olması gerekmektedir. Bayburt ilinde düzenli depolama sahasının düzgün işletilmiyor olması ve oturmuş bir entegre atık yönetimlerinin var olmaması katı atık yakma prosesinin verimini ve uygunluğunu azaltmaktadır.

Bayburt ilinde üretilecek katı atık miktarı 2017 yılı için 42.200 ton/yıl olarak öngörülmüştür. Bu atık miktarı yakma tesisinin kurulumu ve işletilmesi için ekonomik değerler arasında değildir. Şehir için yapılan nüfus projeksiyonu ve doğru orantılı olarak gerçekleştirilen atık tahmin verilerine göre Bayburt ili için atık miktarı 2038 yılında 100.000 ton/yıla dahi ulaşamayacağı tahmin edilmektedir. Katı atık yakma tesislerinin ekonomik sınırlar içinde olması için yıllık 50.000 ton/yıl yanabilir atık miktarını her yıl sağlaması gerekmektedir. Yakma tesislerini işletecek kalifiye eleman ihtiyacı tıpkı kompostlama tesisleri içinde gerekmektedir. Bayburt ili düzenli depolama tesisine bahar dönemi katı atık karakterizasyon işlemi için gidildiğinde, tesisteki personelin yenilendiği ve bir çevre mühendisinin yeni istihdam edildiği görülmüştür. Böyle zayıf bir personel sayısı ile yakma tesisinin işletilmesi uygun olarak görülmemektedir.

Atık yakma tesislerinin işletilirken birçok parametrenin değerlendirilmesi göz önüne alınmaktadır. Bayburt için öncelikle düzgün bir atık yönetim sistemi oluşturulup, mevcut düzenli depolama sahasının işletilmesinin geliştirilmesi daha uygun olacaktır. Yakma sistemi uygun görülmemiştir ve önerilmemiştir.

#### **f. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Bayburt ilinde öncelikle kullanımda olan mevcut katı atık düzenli depolama tesisini daha modern hale getirmek gerekmektedir. Fakat Bayburt ilinin ihtiyacı olan yeni bir katı atık düzenli depolama tesisidir.

Planlanan katı atık düzenli depolama sahası inşası olmasına rağmen Bayburt ili için bir Entegre Katı Atık Bertaraf Sistemi geliştirmek gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 1.440.805 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir.

#### **g. Aktarma Merkezi**

Bayburt İl merkezi mevcut katı depolama sahasına çok uzak olmadığından diğer ilçelere katı atık aktarma istasyonu inşa etmek gerekmektedir.

Bayburt ilindeki ilçe sayısı az ve nüfusları düşüktür. Bu nedenle her bir ilçeye bir adet aktarma merkezi inşa etmek uygun olacaktır. Buna göre merkez harici iki adet ilçeye toplam 2 adet aktarma merkezi inşa edilmesi uygun olacaktır

## SONUÇ

Bayburt ili katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir.

Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinde değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır. Mevcut düzenli depolama sistemi vahşi depolama gibi işletilmektedir. Öncelikle sistem rehabilite edilmeli ve düzenli depolama olarak işletilmelidir.**

### 8.2.8. Gümüşhane İli Atık Karakterizasyonu ve Bertaraf Model Araştırmaları

Temmuz 2016 - Nisan 2017 ayları arasında dört mevsimi kapsayan şekilde yapılan karakterizasyon çalışmaları Tablo 64-66'da sunulmuştur. Mevsimlerin ortalaması ise yıllık ortalama kompozisyon olarak Şekil 115'te verilmektedir.



Şekil 115. Gümüşhane ili Ortalama Atık Kompozisyonu

Atıkların karakterizasyonu yapılırken, ayrı ele alınması gereken üç ana başlık vardır: Biyobozunur atık, geri kazanılabilir atık ve diğer (inert) atıklar. Biyobozunur atıklar, biyolojik süreçlerle mikroorganizmalar veya enzimleri tarafından ayrıştırılabilen atıklara verilen isimdir. Geri kazanılabilir atıklar, ambalaj atıkları ve enerji geri kazanımında kullanılan atıklar olarak ikiye ayrılır.

İlgili oranlar, biyobozunur atıklar için Tablo 64'te, ambalaj atıkları için Tablo 65'te, enerji geri kazanımına uygun atıklar için Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 64. Biyobozunur atık oranları

BİYOBOZUNUR ATIKLAR	
MutfakAtıkları	41,19
Kağıt+Karton+ Hacimli karton	18,01
Park-BahçeAtıkları	0
DiğerYanabilir	13,99
TOPLAM	73,19

Tablo 65. Ambalaj atık oranları

AMBALAJ ATIKLARI	
Kağıt-Karton+Hacimli Karton	18,01
Plastik+Naylon	18,97
Cam	3,55
Metaller	1,72
TOPLAM	42,25

Tablo 66. Enerji geri kazanımına uygun atık

ENERJİ	
Plastik+Naylon	18,97
Diğer Yanabilir	13,99
TOPLAM	32,96

Atığın içinde en yüksek yüzdeye sahip kısım olan biyobozunur atıklar, tüketim alışkanlıklarının zamanla değişiklik göstermesi ile azalma eğilimindedir. Aynı sebepten dolayı ambalaj atıklarının yüzdesel dağılımında ise artış beklenmektedir. Bertaraf değerlendirmesi yapılırken bu durum göz önüne alınmalıdır.

Gümüşhane Belediyesi sorumluluk alanlarında toplanan çöp miktarı günlük 40 ton civarındadır. İlgili atıkların yönetimi Gümüşhane Yerel Yönetimler Birliğine bağlı katı atık aktarma istasyonları üzerinden Bayburt Belediye atıkları Düzenli Depolama Tesisine sevk edilmeye 2015 yılı sonu itibariyle başlamıştır. Ancak Nisan 2017 döneminde arazi çalışmaları sırasında atıkların Gümüşhane belediyesi sınırları içerisinde vahşi olarak depolandığı ve açıkta yakıldığı gözlemlenmiştir.

Yapılan katı atık projeksiyonuna göre 2017 yılı için öngörülen katı atık miktarı 67.225 ton iken bu miktarın 2038'de 153.191 tona ulaşması beklenmektedir. Kümülatif olarak



2017 yılından 2038 yılına kadar toplanacak olan çöp miktarı 2.308.000 ton olarak öngörülmektedir. Bayburt ilinde bulunan mevcut depolama tesisi kapasitesi yeterli görülmektedir. Ancak kaynakta ayırma yapılmadığı, saha çalışmalarında düzgün sıkıştırma sağlanmadığı için sahanın zamanından önce dolacağı ve sahanın zaten vahşi depolama gibi işletildiği aşikârdır. Bu durumda ilin atıklarını bertaraf edecek entegre bir atık yönetim sisteminin yürürlüğe konması ve en kısa sürede öncelikle kaynakta ayırma ve geri kazanma çalışmalarının yapılarak alana gönderilecek atık miktarını azaltma yoluna gidilmelidir.

Gümüşhane (Merkez) sınırlarında oluşan ambalaj atıkları için herhangi bir ambalaj atığı geri kazanım tesisi bulunmamaktadır. Gümüşhane ili için yapılan karakterizasyon çalışmasında toplam ambalaj atığı oranı toplamda %40 civarındadır. Yapılan projeksiyonda 2017 yılı 67.225 ton atığın 26.890 tonu ambalaj atığı olacağı düşünülmektedir. Değerlendirmede bulunan değerleri karşılayacak ambalaj atık toplama ve işleme tesislerinin kurulması ve işletilmesi sağlanmalıdır.

Gümüşhane ili için evsel atığın içerisindeki ambalaj atıklarının ve organik atıkların ayrıştırılması ve işlenmesi için düşünülen sistemler ise aşağıdadır.

#### **a. Atık Ayrıştırma**

Gümüşhane ilinde günde ortalama 70 ton civarında bir katı atık ayrıştırılması gerektiğinden küçük boyutlu bir ayırma tesisi yeterli olacaktır. Bu tesisin Gümüşhane il sınırları içerisinde olması nakliye yönünden daha ekonomik olacaktır.

Gümüşhane ili merkezi ve bütün ilçelerinde geri kazanılabilir atıkların kaynağında ayrıştırılması oturtulmalı ve ambalaj atıklarının kaynağında ayrıştırılması yüzdesi ilk yıllarda %50 sonraki yıllarda %90 oranlarına ulaştırılmalıdır.

Yerleşim yerlerinde Atık Getirme Merkezlerinin kurulması ve bu işlemin 2023 yılına kadar tamamlanması tamamlanmalıdır. Kaynağında ayrı toplanan geri kazanılabilir atıkların lisanslı toplama ayırma tesislerinde ayrıştırılması sağlanmalıdır.

#### **b. Atık Getirme Merkezi**

Yukarıda bahsedilen ilgili tebliğe göre Gümüşhane ili III. Kademe Belediye olarak tanımlanmakta ve 2018 yılı sonuna kadar Atık Getirme merkezlerinin kurulmasının tamamlanması gerekmektedir. İlçe belediyeleri bazında kurulması gereken toplam tesis sayısı 6 dır.

### c. Kompost Tesisi

İl genelinde açığa çıkan ve depolama sahasında bertaraf edilmelerine izin verilmeyen biyobozunabilir atıkların geri kazanımları amacıyla kompost üretiminde kullanımları öngörülmüştür. 2017 yılında Gümüşhane ilinde yılda 49.202 ton biyobozunabilir atık üretileceği hesaplanmıştır. Bu değer 2038'de 112.120 ton/yıla ulaşacaktır. Bu atığın tamamını kompost haline getirilmek istenildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 50.000 ton/yıl yarısının komposlanabileceği düşünüldüğünde ise yaklaşık 25.000 ton/yıl kapasiteli bir kompost tesisine ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapasite ileriki yıllarda artırılabilecektir.

Kompostlama yapabilmek için atık içeriğindeki Karbon Azot ve Fosfor değerlerine bakmak gerekir. Tübitak MAM'a yaptırılan analizler yukarıda Tablolar halinde verilmiştir. Bu değerlerin ortalaması ise aşağıda Tablo 67'de verilmektedir. Kompost tesisinin iyi işletilebilmesi için C/N/P oranının 300/5/1 olması gerekmektedir. Aşağıda Tablodaki değerleri oranladığımızda 204,23/9,15/1 bulunmaktadır. Bu değerler azot miktarı fazla olsa da kompostlama yapabilmek için uygundur.

Tablo 67. Gümüşhane ili elementel analiz sonuçları yıllık ortalaması

	%
%Karbon	44,93
%Azot	2,13
%Fosfor	0,22

Kompost sistemleri işletilmesi bakımında birçok parametrenin en uygun şartlar altında tutulması gereken proseslerden birisidir. Kompostlama işlemine sıcaklık, pH, dane boyutu, su muhtevası, havalandırma (Oksijen konsantrasyonu), karıştırma gibi birçok faktör etki etmektedir. Bu faktörler arasında C/N/P oranı ve atığın ortalama su muhtevası (% sonbahar yok) kompostlama yapmak için uygun düzeydedir. Ancak, Gümüşhane ili için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan veriler ışığında yıllık ortalama sıcaklığın 9,7 °C olduğu göz önüne alındığında kompostlama sistemi için

gerekli sıcaklığı sağlamak ek enerji ihtiyacını da beraberinde getirecektir. Kompostlama prosesi ortalama 50-60 °C sıcaklık değerleri arasında verimli bir katı atık bertaraf sistemidir. Kompostlama sisteminin düzgün işletilmesi için sıcaklığın istenilen düzeyde tutulabilmesi gerekmektedir. Bu aynı zamanda maliyet olarak ta kompostlama sisteminin hem kurulum hem de işletme maliyetini artıracaktır. Özellikle kış aylarında il genelinde ki sıcaklık değerleri ortalama - 4-5°C civarlarında olduğu için sistemi ısıtmak için birim enerji miktarı artacaktır.

Gümüşhane ili hali hazırda bir düzenli depolama alanına sahip değildir. Gümüşhane il merkezi coğrafi koşullarına göre düzlük alan üzerine kurulmamıştır. Gümüşhane il merkezinde üretilen katı atıklar 77 km uzaklıkta bulunan Bayburt il merkezinde kurulmuş düzenli depolama merkezine karayolu ile götürülmektedir. Gümüşhane merkezinde kurulması düşünülen bir kompost tesisi için öncelikle iyi bir ayırma tesisinin kurulması gerekmektedir. Kompost tesisinin Gümüşhane ili için uygun bir yatırım olarak düşünülmesi için yıllık üretilen atık miktarının yeterli seviyede olması gerekmektedir. Fakat yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı ve iklim özelliklerinin kış aylarında uygun olmayacağından Gümüşhane ili için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir.

#### **d. Atıktan Türetilmiş Yakıt Tesisi**

Katı atıktan ATY elde etmek için atığın alt kalorifik değerinin 2500 kcal/kg olması gerekmektedir. Bu nedenle katı atığın kaloriferik değerini düşüren neminin azaltılması gerekmektedir. Bu işlem bir başka yakıt yakarak elde edilen ısıyı katı atığı kurutmaktan ziyade var olan bir ısıyı kullanarak atığı kurutmak daha ekonomik olacaktır. Örneğin, bir çimento fabrikasının veya termik santralin atık ısısını kullanarak katı atığı kurutmak ve bu yolla ATY üretmek daha uygun olacaktır. Gümüşhane ili civarında atık ısı kullanılabilecek bir tesis olmadığından Bayburt için ATY önerilmemiştir.

#### **e. Termal Bertaraf Yöntemleri (Yakma)**

TÜBİTAK-MAM tarafından yapılan analizlerde Gümüşhane ili atıklarının alt ve üst kalorifik değerlerinin yıllık ortalaması aşağıda tabloda verilmiştir. TÜBİTAK analizleri yapabilmek için ön işlem görmüş numune istemektedir. Bu nedenle analiz için 60 °C de 3 gün süre ile kurutulmuş ve parçalanmış numune analize gönderilmiştir. Tabloda orijinal

örnek olarak belirtilen örnek ön işlem görmüş örnektir. Yaş olarak gönderildiğinde alt ve üst ısıl değerleri oldukça düşüktür. Yapmış olduğumuz bir çalışmada nemli katı atığın alt kalorifik değeri 1800 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Bu durum nemli katı atığın kurutulması gerektiğini göstermektedir. Tablo 68’de görüldüğü gibi kuru katı atığın alt kalorifik değeri 4000 kcal/kg’a yakın ölçülmüştür.

Tablo 68. Bayburt ili kalorifik değer yıllık ortalaması

	Cal/g	
	Ön İşlem görmüş Örnek	Kuru Örnek
Alt Isıl değer	3615	4033
Üst Isıl Değer	3935	4330

Atık yakma işlemi ile atık miktarında yaklaşık olarak % 70-90 arasında kütle azalma meydana gelebilmektedir. Atığın doğrudan yakılması ile ortaya çıkacak ısıdan enerji elde etmek mümkün ve dünya üzerinde kullanılan bir yöntemdir. Kentsel katı atıklar heterojen yakıtlardır. Bu tür atıklar genellikle kütleli yakma tesisleri olarak bilinen sistemlerde yakılmaktadır. Kentsel katı atığın yakılması işlemi düzgün işletilen bir düzenli depolama sistemiyle uyum sağlamak zorundadır. Katı atığın yanması sonucu faz olarak birbirinden ayrı iki tür atık oluşmaktadır. Birincisi, yanma sonrası oluşacak baca gazı diğeri ise, kül-cüruftur. Baca gazı için emisyon değerlerini sağlamak için hava kalitesi kontrol ekipmanları ayrıca kurulmalıdır. Aynı şekilde yanma sonrası oluşacak kül ve cürufta düzgün işletilen bir depolama sahasında bertaraf edilmelidir.

Gümüşhane ili için yakma sisteminin kurulması öncelikle üretilen yıllık atık miktarı bakımından yetersiz kalacaktır. Aynı zamanda Gümüşhane ili şu anda düzenli depolama alanına sahip değildir. Yakma tesislerinin düzenli depolama alanları ile tam olarak entegre olması tavsiye edilmektedir. Genel olarak Gümüşhane ili atık karakteristiğine bakıldığında zaman, yakma tesisi için tavsiye edilen organik madde yüzdesi, yakıldığı zaman birim madde başına yüksek ısıl değere sahip diğeri atık madde oranlarına sahiptir. Katı atık yakma tesislerinin ekonomik sınırlar içinde olması için yıllık 50.000 ton/yıl yanabilir atık miktarını sağlaması gerekmektedir. Gümüşhane ilinin 2017 yılında 67225,42 ton/yıl atık üreteceği öngörülmüştür. Bu atık miktarı yakma tesisi için yeterli görünse de mevcutta düzgün atık yönetim sisteminin var olmayışı kurulacak yakma sisteminin işletilmesini zorlaştıracaktır. Gümüşhane için bir yakma tesisinin kurulması

işletilmesi, kalifiye eleman ihtiyacı, uygun bir düzenli depolama alanı olmayışı ve maliyet açısından çok uygun olmadığından önerilmemiştir.

#### **f. Düzenli Depolama Tesisi Kurulması**

Gümüşhane ilinde kullanımda olan bir katı atık düzenli depolama tesisi mevcut değildir. Bayburt İlindeki katı atık düzenli depolama sahasının kapasitesi de dikkate alındığında Gümüşhane İli için ayrı bir entegre katı atık bertaraf sistemi planlamak gerekmektedir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilecek 2.308.000 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir ya da Bayburt ili ile birlikte ortak bir saha kullanılması şeklinde bir düzenleme yapılabilir.

#### **g. Aktarma Merkezi**

Gümüşhane İl merkezinde ve Kelkit İlçesinde aktarma istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlara getirilen atıklar Bayburt İlindeki katı atık depolama sahasına nakledilmektedir. Gümüşhane İli için ayrı bir katı atık düzenli depolama sahası planlandığında ilçeler için de aktarma istasyonları planlamak gerekecektir. Bu aktarma istasyonlarının yerlerini belirleyecek faktörlerden biri düzenli depolama yerinin yerleşim yerlerine göre pozisyonu olacaktır. Burada ilçelerin birbirine yakınlığı ve yol bağlantı durumu göz önüne alınarak aktarma istasyonlarının yerleri belirlenmiştir. Buna göre Şiran, Kelkit ve Köse İlçeleri için bir adet, Gümüşhane/merkez, Kürtün ve Torul ilçeleri için bir adet olmak üzere toplam 2 (iki adet) aktarma istasyonu kurmak gerekecektir.

### **SONUÇ**

Gümüşhane İli katı atıkları için yapılan değerlendirme sonucu, öncelikli olarak İlde entegre bir atık yönetim sistemi oluşturulmalıdır. Bu sistem öncelikle kaynakta ayırma ile geri kazanılabilen atıkların ayrıştırılması ve ekonomiye kazandırılması gerekmektedir. Bunun için de ilde lisanslı atık toplama ve işleme tesislerinin kurulmalıdır. **Geri kalan atıklar içerisinden değerlendirilemeyen atıkların da düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesi uygun olacaktır. Gümüşhane ili için tek başına bir depolama tesisi kurulabileceği gibi Bayburt ili ile de ortak bir saha düşünülebilir.**



## 9. Taşıma/Ulaşım Güzergâh Analizleri ve Sonuçları

Çalışmanın bu bölümünde, atıkların depolama tesislerine taşınabilmesi için gerekli olan optimum güzergah analizleri gerçekleştirilmiştir. İlçe merkezlerinden en uygun düzenli katı atık depolama alanlarına olan güzergâhlar belirlenmiştir. Bu güzergâhlar için uzunluk bilgisi, ortalama eğim verisi, bakı bilgileri ve güzergâhta taşınması planlanan toplam atık miktarları tablo halinde her il için ayrı ayrı gösterilmiştir.

Ortalama eğime göre yüklü kamyonun yakıt tüketim maliyetleri Tablo 69’da gösterilmiştir. Boş kamyon için bu değer %40 azaltılmıştır. Yakıt hesabı, yabancı literatür üzerinden erişilen “kamyonların eğimli yollarda yakıt miktarı” bilgilerinden derlenmiş olup, yaklaşık değerleri göstermektedir.

Tablo 69. Eğim aralıklarına göre ortalama yakıt tüketimleri

<b>Eğim Aralığı (%)</b>	<b>Yakıt Tüketimi (lt/km)</b>
0-2	0,8
2-5	1
5-8	1,2
8-12	1,4
12-15	1,6
15-20	1,8
>20	2

Eğim değerleri üzerinden 10 ton yük taşıyan bir kamyon için (asfalt zemin, herhangi bir durma/kalkma bilgisi olmadan) mesafeye bağlı olarak yakıt analizleri gerçekleştirilmiştir. Örneğin 36 km. mesafedeki bir depolama tesisine ortalama %16 eğimli bir yoldan 60 ton atık 6 kamyonla taşınacak olsun.

Gidiş (dolu) güzergâhında

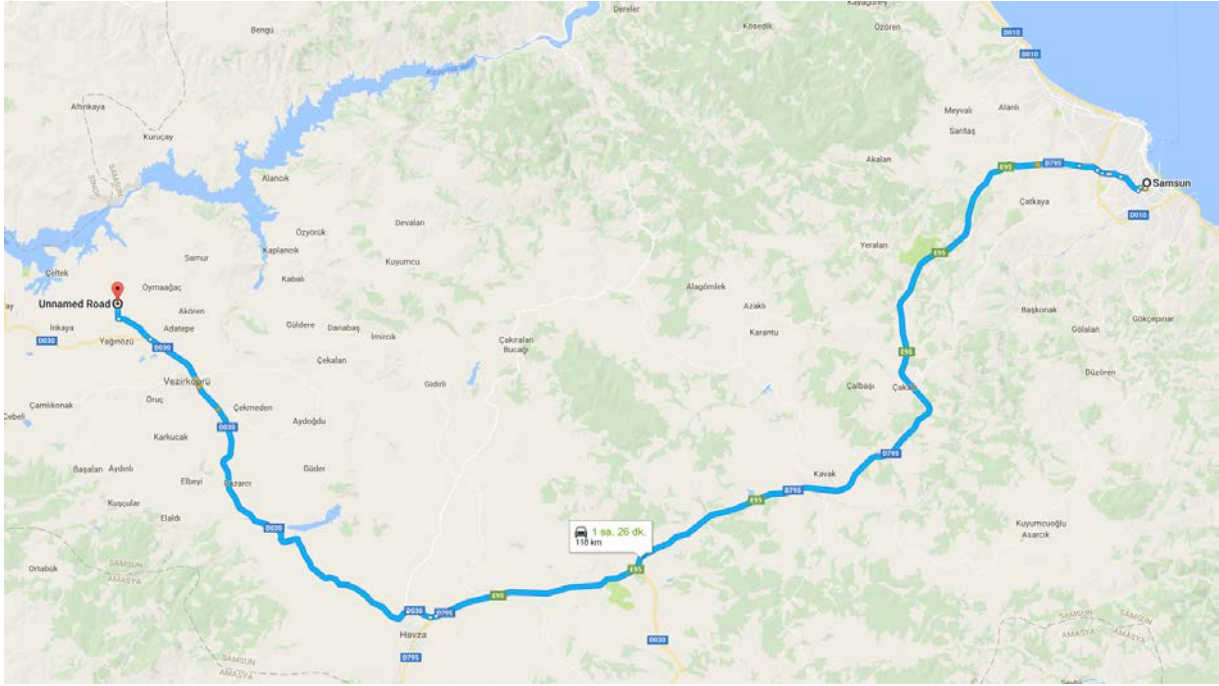
36 km. \* 1,8 lt\* 6 kamyon \* 4,6 TL = 1788 TL olarak hesaplanır

Dönüş (boş) güzergâhında

36 km. \* 1,08lt. \* 6 kamyon \* 4,6 (TL)=1073 TL olarak hesaplanır. Toplam taşıma maliyeti ise (günlük) yaklaşık 2861 TL olarak hesaplanır.

## 9.1. Samsun İli Güzergâh Analizleri

Samsun ilinin 17 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Vezirköprü/Avdan sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 116'da İlkadım ilçesi taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Samsun ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 70'de gösterilmiştir.



Şekil 116. İlkadım İlçesi – Vezirköprü Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 120.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

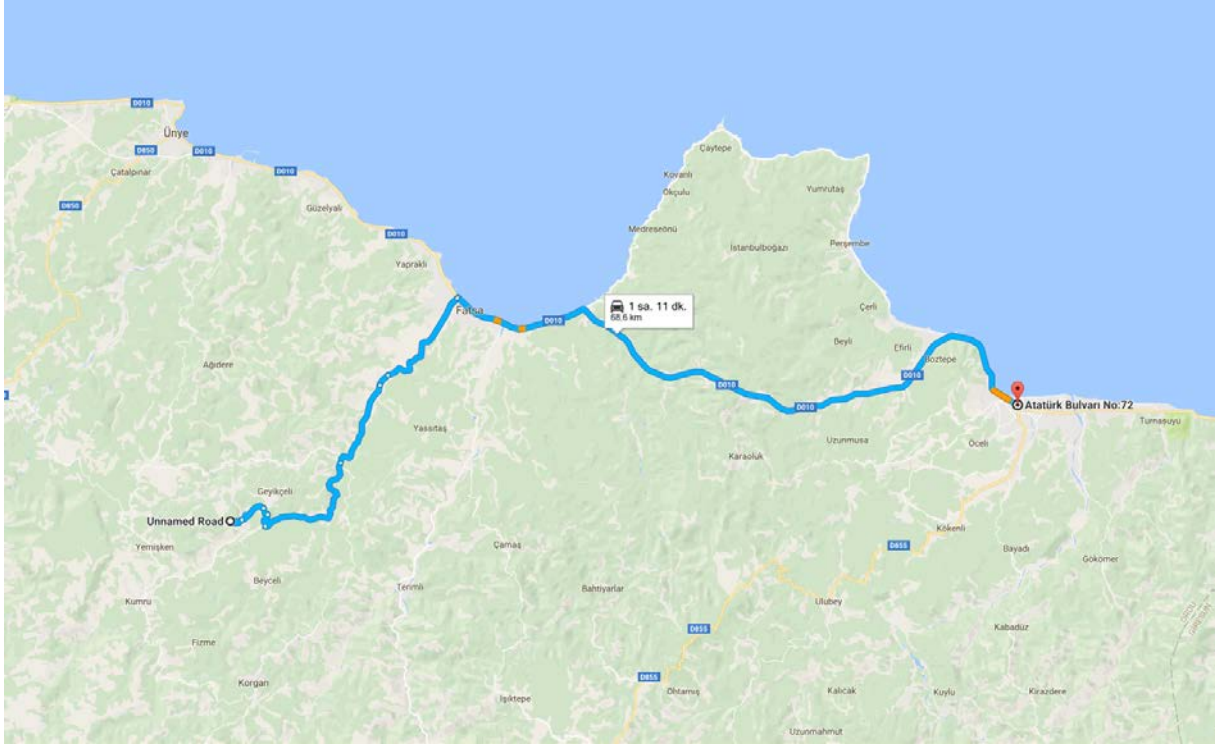
Gerek yakma gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Samsun ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 70. Samsun ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe (km)	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Vezirköprü / Avdan	LADIK	62,6	%3.6	Güneydoğu	17	921
	HAVZA	51	%4.7	Güneydoğu	42	1877
	AYVACIK	187	%2.9	Güneydoğu	21	4129
	ASARCIK	96	%3.1	Güney	17	1413
	KAVAK	74,2	%3.8	Güney	21	1638
	SALIPAZARI	179	%2.4	Güney	19	2635
	VEZIRKOPRU	8,48	%3.8	Doğu	99	624
	19 MAYIS	145	%3.2	Güney	25	3202
	CARSAMBA	157	%2.4	Güney	140	17333
	TEKKEKOY	135	%3.2	Güney	51	5962
	TERME	187	%1.7	Güney	73	8808
	CANIK	130	%4.2	Güney	100	9568
	ILKADIM	109	%3.4	Güney	332	27276
	ATAKUM	115	%4.2	Güney	185	16082
	BAFRA	154	%2.9	Güneydoğu	144	17002
	ALACAM	145	%3.3	Güney	26	3202
YAKAKENT	144	%4.0	Güneydoğu	9	1060	

## 9.2. Ordu İli Güzergâh Analizleri

Ordu ilinin 19 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Kumru/Esence sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 117’de Altınordu ilçesi taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Ordu ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 71’de gösterilmiştir.



Şekil 117. Altınordu İlçesi – Kumru Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 28.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Gerek yakma gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Ordu ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

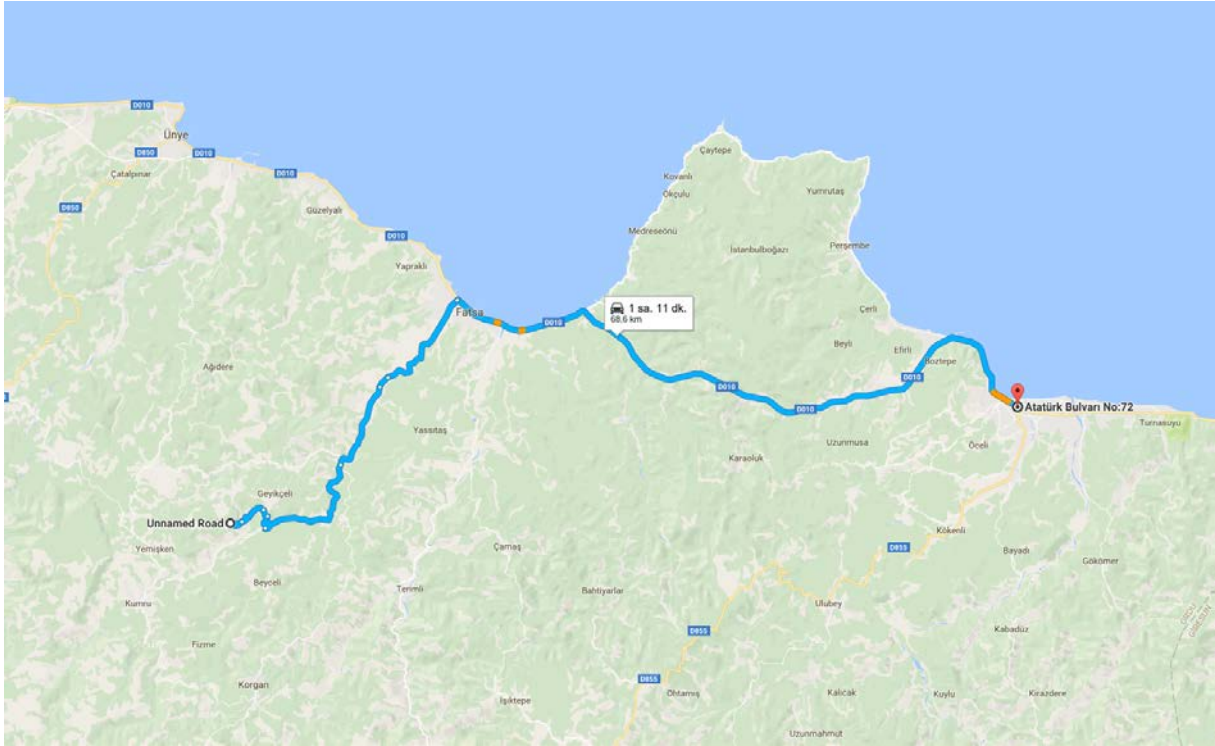
Tablo 71. Ordu ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe (km)	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Vezirköprü / Avdan	LADIK	62,6	%3.6	Güneydoğu	17	921
	HAVZA	51	%4.7	Güneydoğu	42	1877
	AYVACIK	187	%2.9	Güneydoğu	21	4129
	ASARCIK	96	%3.1	Güney	17	1413
	KAVAK	74,2	%3.8	Güney	21	1638
	SALIPAZARI	179	%2.4	Güney	19	2635
	VEZIRKOPRU	8,48	%3.8	Doğu	99	624
	19 MAYIS	145	%3.2	Güney	25	3202
	CARSAMBA	157	%2.4	Güney	140	17333
	TEKKEKOY	135	%3.2	Güney	51	5962
	TERME	187	%1.7	Güney	73	8808
	CANIK	130	%4.2	Güney	100	9568
	ILKADIM	109	%3.4	Güney	332	27276
	ATAKUM	115	%4.2	Güney	185	16082
	BAFRA	154	%2.9	Güneydoğu	144	17002
	ALACAM	145	%3.3	Güney	26	3202
YAKAKENT	144	%4.0	Güneydoğu	9	1060	



### 9.3. Giresun İli Güzergâh Analizleri

Giresun ilinin 15 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Espiye/Ağalık Madeni sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 118’de Giresun merkezinin taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Giresun ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 72’de gösterilmiştir.



Şekil 118. Giresun Merkez – Ağalık Madeni Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 18.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

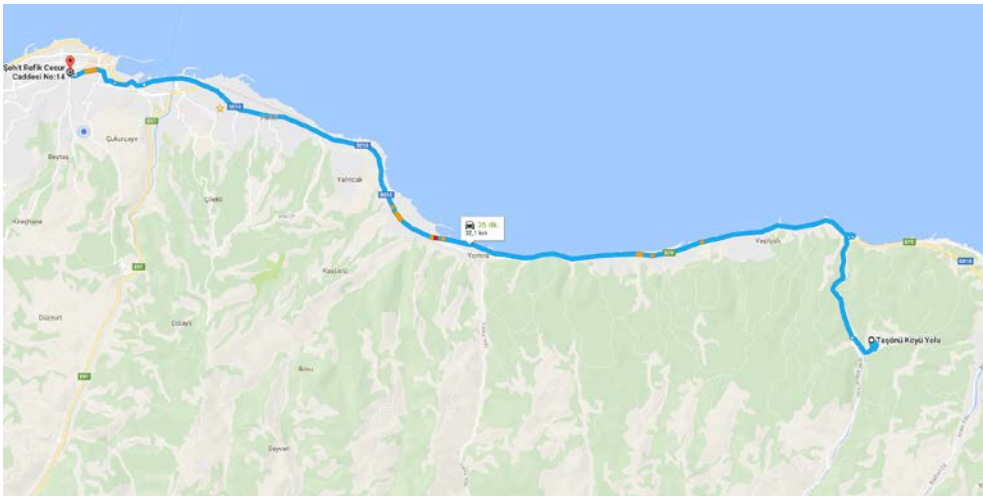
Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Giresun ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 72. Giresun ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Giresun Espiye Ağalık	ÇANAKÇI	54	%5.2	Güney	9	477
	EYNESİL	52,4	%4.8	Güney	16	771
	ŞEBİNKARAHİSAR	133	%7.3	Güney	26	3523
	GÖRELE	38,6	%4.3	Güney	39	1136
	TİREBOLU	21,3	%3.8	Güney	38	627
	ESPIYE	8,2	%9.1	Güney	43	422
	PİRAZİZ	64	%4.1	Güneydoğu	16	942
	KEŞAP	27	%6.2	Güney	25	715
	YAĞLIDERE	15,6	%4.3	Güneydoğu	20	230
	DOĞANKENT	65,3	%6.6	Güneybatı	8	577
	ALUCRA	117	%3.4	Güney	17	1722
	ÇAMOLUK	153	%3.7	Güney	8	1126
	BULANCAK	51,1	%3.9	Güneydoğu	78	3009
	DERELİ	86,2	%7.5	Güney	28	2284
	GÜCE	14,5	%9.8	Güneydoğu	10	149

#### 9.4. Trabzon İli Güzergâh Analizleri

Trabzon ilinin 18 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Araklı/Taşönü sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 119'da Ortahisar İlçesinden taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Trabzon ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 73'de gösterilmiştir.



Şekil 119. Ortahisar – Araklı/Taşönü Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 20.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

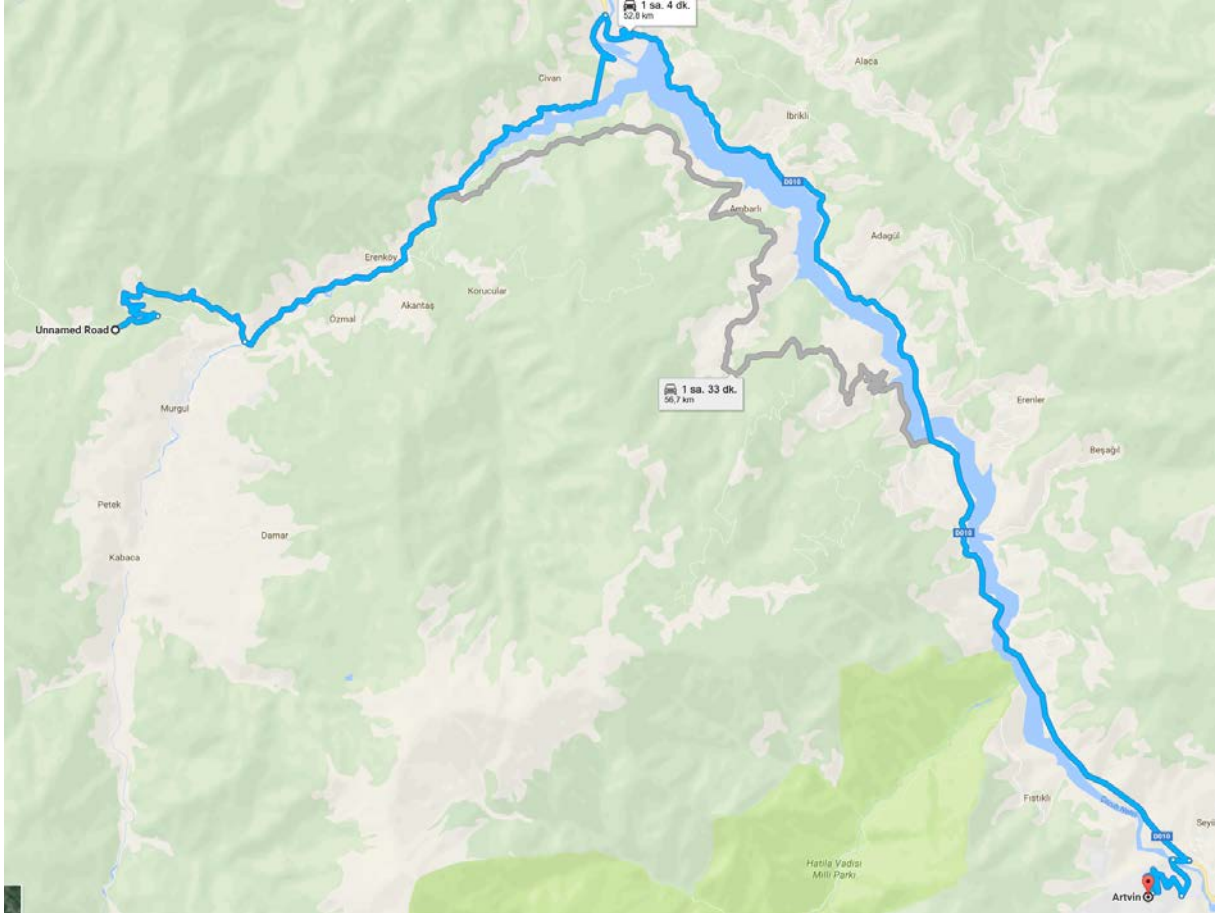
Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Trabzon ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 73. Trabzon ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe (km)	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Trabzon/Araklı Taşönü	ORTAHİSAR	35	%2.9	Güneydoğu	239	6182
	BESİKDÜZÜ	83,4	%2.3	Güneydoğu	16	1227
	ÇARŞIBAŞI	78,5	%3.3	Güneydoğu	11	1155
	VAKFIKEBİR	79,5	%2.4	Güneydoğu	20	1170
	YOMRA	22,5	%3.1	Güney	27	497
	ARSİN	13,9	%4.3	Güney	20	205
	ARAKLI	2,6	%1.3	Güneybatı	35	61
	SALPAZARI	112	%4.3	Güneydoğu	8	824
	SÜRMENE	7,1	%7.6	Güneydoğu	19	125
	HAYRAT	36	%3.5	Güney	5	265
	TONYA	99,7	%4.5	Güney	11	1468
	DÜZKÖY	84,7	%5.1	Güneydoğu	10	748
	KÖPRÜBAŞI	25,4	%9.2	Güney	3	262
	DERNEKPAZARI	38,3	%3.6	Güneydoğu	3	282
	MAÇKA	71,4	%4.4	Güney	17	1051
	ÇAYKARA	61,2	%3.3	Güney	9	450
	OF	26,7	%4.5	Güney	30	590
	AKÇAABAT	48,6	%2.6	Güney	87	3219

## 9.5. Artvin İli Güzergâh Analizleri

Artvin ilinin 7 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Murgul/Başköy sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 120’de Artvin Merkezinden taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Artvin ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 74’de gösterilmiştir.



Şekil 120. Artvin Merkez – Murgul/Başköy Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 11.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

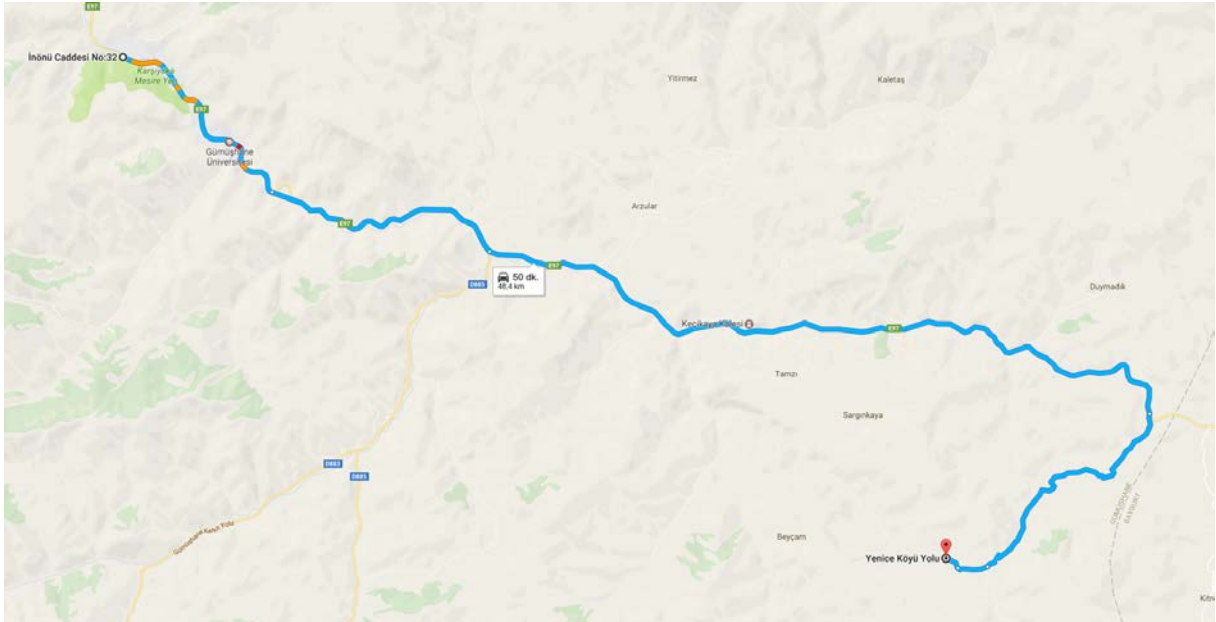
Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Artvin ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 74. Artvin ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Artvin-Murgul	HOPA	56,1	%4.8	Güney	39	1652
	BORÇKA	20,5	%8.1	Güneydoğu	24	634
	ARHAVİ	66,5	%5.6	Güney	22	1762
	ŞAŞAT	121	%5.0	Güney	19	2137
	MURGUL	3,5	%7.3	Güney	7	31
	ARDANUÇ	83,5	%6.6	Güney	12	1475
	YUSUFELİ	120	%11	Güney	22	3709

## 9.6. Gümüşhane Güzergâh Analizleri

Gümüşhane ilinin 6 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Merkez/Yenice Köyü sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 121’de Gümüşhane Merkezinden taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Gümüşhane ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 75’de gösterilmiştir.



Şekil 121. Gümüşhane Merkez – Merkez/Yenice Köyü Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)



Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 12.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

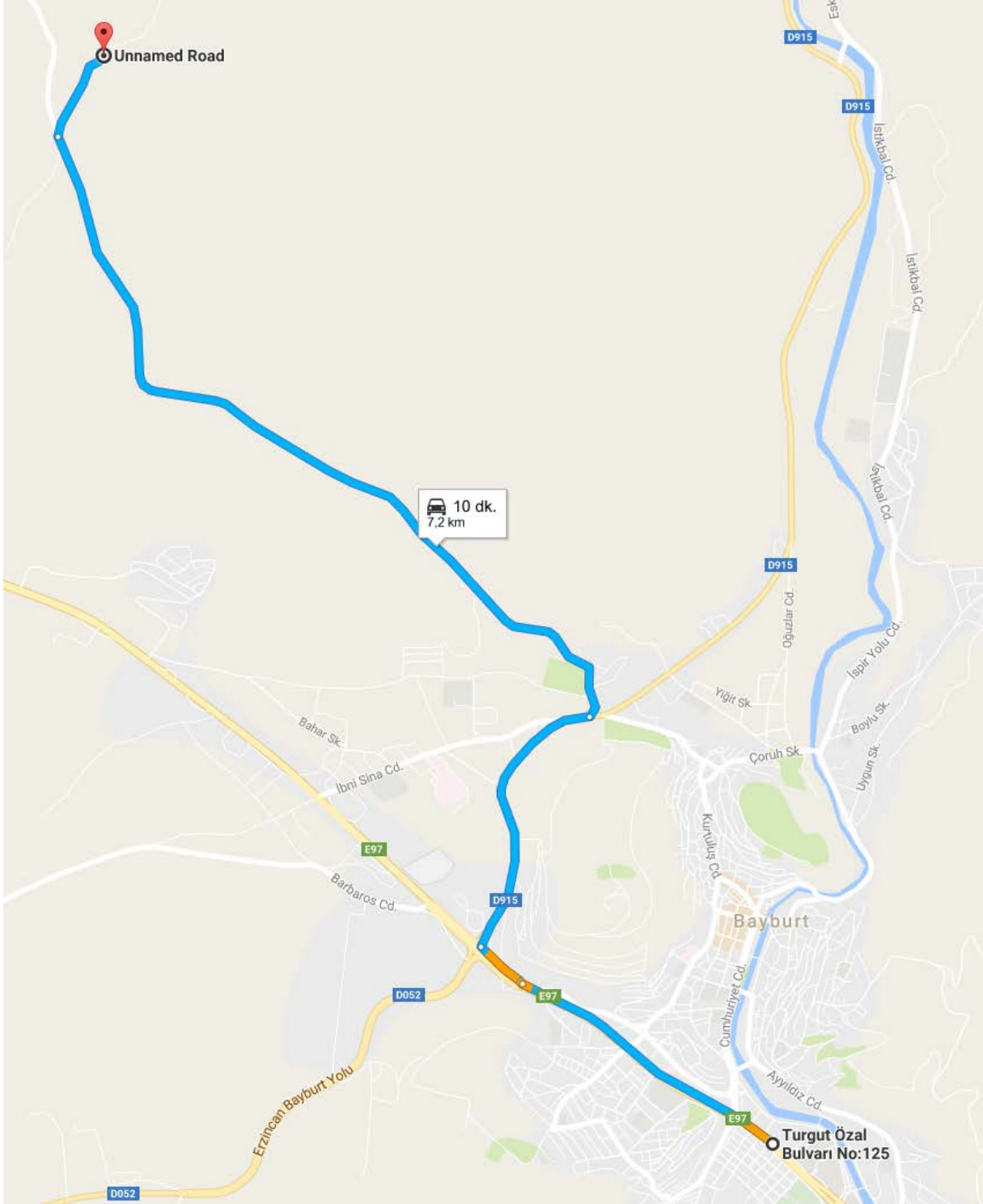
Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Gümüşhane ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 75. Gümüşhane İli atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Gümüşhane-Yenice	KÜRTÜN	129	%5.8	Güney	16	2278
	TORUL	91,6	%2.8	Güney	14	1348
	KÖSE	26,5	%2.8	Güney	8	195
	ŞAŞAT	70	%6.1	Güney	61	4328
	ŞİRAN	80	%3.2	Güney	29	1766
	KELKİT	51,6	%3.1	Güney	54	2279

## 9.7. Bayburt ili Güzergâh Analizleri

Gümüşhane ilinin 2 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Merkez/mevcut Depolama sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Şekil 122’de Bayburt Merkezinden taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Bayburtilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 76’da gösterilmiştir.



Şekil 122. Bayburt Merkez – Merkez/Mevcut Depolama Sahası Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 400 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçirilmesi uygun olacaktır.

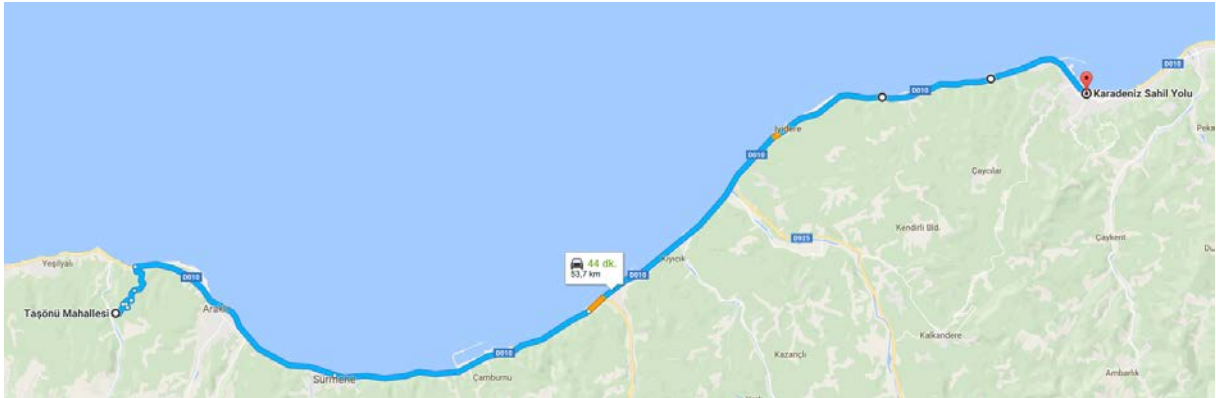
Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Bayburt ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının uygun olacağı öngörülmektedir.

Tablo 76. Bayburt İli atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Bayburt Merkez	AYDINTEPE	12,3	%3.1	Güneydoğu	11	181
	DEMİRÖZÜ	36	%2.5	Güneydoğu	14	199

## 9.8. Rize İli Güzergâh Analizleri

Rize ilinin 11 ilçesi için, ilçe merkezlerinden Trabzon ili Araklı/Taşönü sahasına erişim için gerekli analizler yapılmıştır. Rize ili için uygun depolama alanı yeri seçilemediği için, Rize iline en yakın olası saha analizlerde kullanılmıştır. Şekil 123’de Rize Merkezinden taşıma güzergâhı örneği gösterilmiştir. Rize ilinin tüm ilçelerine ait hesaplamalar ise tablo 77’de gösterilmiştir.



Şekil 123. Rize Merkez – Araklı/Taşönü Depolama Alanı Güzergâhı (örnek gösterim)

Bu şekli ile ilçelerden doğrudan taşıma maliyeti günlük yaklaşık 14.000 tl olarak hesaplanmaktadır. Fakat ayrıştırma ve ara işlemlerin yapılması için atıkların önce ara aktarma istasyonlarına getirilmesi ve buradan ön işlemlerden geçtikten sonra çok daha

büyük kapasiteli araçlarla depolama alanına taşınmasının maliyeti çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Gerek kompost ve gerekse ayrıştırma bertaraf yöntemleri için uygun olan Rize ili atığının bu süreçlerden sonra kalan miktarının depolanmasının taşıma maliyetlerini çok daha düşüreceği öngörülmektedir.

Tablo 77. Rize ili atık taşıma maliyet hesabı

Depolama Alanı	İlçesi	Mesafe	Ortalama Eğim	Hakim Yön	Taşınacak Günlük Atık Miktarı (Ton)	Günlük Toplam Taşıma Maliyeti (TL)
Trabzon-Taşönü	DEREPAZARI	37,2	%3.6	Güneybatı	8	274
	FINDIKLI	109	%2.3	Güneybatı	17	1605
	ARDEŞEN	93,4	%2	Güneybatı	43	3437
	ÇAYELİ	66	%2.4	Güneybatı	45	2429
	HEMŞİN	102	%3	Güney	2	750
	ÇAMLIHEMŞİN	112	%3.1	Güney	6	824
	İYİDERE	31,5	%3.5	Güneybatı	9	232
	GÜNEYSU	61,5	%3.7	Güney	15	905
	KALKANDERE	40,5	%4	Güney	13	596
	PAZAR	83,7	%2.4	Güneybatı	32	2464
	İKİZDERE	63,9	%5.3	Güney	6	564

## 10. Sonuç

Projenin temel amacı, Doğu Karadeniz Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (DOKAP) sorumluluğunda olan Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize, Artvin, Gümüşhane ve Bayburt illerini kapsayan alanda bütüncül yaklaşımlarla en uygun DÜKADA alanlarının alternatiflerle birlikte tespit edilmesidir. Düzenli katı atık depolama yönteminin yanı sıra literatürde yaygın kullanılan iki bertaraf yöntemi olan Yakma Tesisleri (YT) ve Kompost & Maddesel Geri Kazanım Tesisleri (KT) için de bölgede uygun yerlerin alternatifli olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bölgedeki 3'ü büyükşehir olmak üzere 8 ilde atık kompozisyonları tespit edilerek KT'ler ve YT'ler için maliyet/fayda analizlerinin gerçekleştirilmesi, böylece bu tesislerin nerelerde hangi standartlara göre yapılmasına karar verilmesi amaçlanmıştır. Bu süreçte CBS&K-ÇKKV ve Konumsal veri tabanı ekibi, arazi yönetimi ekibi, çevre ekibi, yer bilimleri ekibi, planlama ve sosyoloji ekibi olmak üzere altı farklı çalışma ekibi oluşturulmuş ve teknik olarak yapılan bütün tespitler, alan/arazi çalışmaları ile nihai olarak karara bağlanmıştır. Böylece, DÜKADA, YT ve KT'lerin bütüncül yaklaşımlarla konumsal ve istatikselsel olarak planlanması sağlanmıştır.

DOKAP Bölgesinde bundan sonra yapılması planlanan **düzenli katı atık depolama tesisleri için 8 ilde toplam 42 uygun alan tespit edilmiştir**. Bu 42 alan içinden **en uygun olan 14 alan ayrıntılı olarak çalışılmıştır**. Bu alanlar için jeolojik, depremsellik, sismik, çevresel, ulaşım, erişim, maliyet vb. analizler ayrıntılı olarak gerçekleştirilmiştir. CBS tabanlı analizler sonucunda Trabzon ilinde tespit edilen en uygun alan Araklı Taşönü köyü alanıdır. Fakat bu alan daha önce Trabzon Büyükşehir Belediyesi tarafından gerekli etüt ve fizibilite çalışmaları yapılmak suretiyle çalışıldığı için; bu alanda sondaj, depremsellik ve sismik analizler yaptırılmamıştır.

**CBS analiz sonuçları, K-ÇKKV analiz sonuçları depremsellik analiz sonuçları, sismik analiz sonuçları, jeolojik ve jeoteknik analiz sonuçları, atık karakterizasyon analiz sonuçları, çevresel analiz sonuçları, erişim/ulaşım/maliyet analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde;**



## A. Düzenli Katı Atık Depolama Alanları İçin;

1. Artvin ili için Murgul Başköy sahası (443 hektar) uygun alan olarak tespit edilmiştir. Fakat sismik analizler sonucunda bu alanın profil-1 kesiti tarafında heyelan tehlikesi olabileceği ve ek koruma önlemlerinin alınması gerektiği, profil-2 kısmının depolamaya daha da uygun olacağı vurgulanmıştır.
2. Bayburt ili için merkez mevcut depolama sahası (65 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir. Bayburt ili için çalışılan ikinci alan Merkez Balkaynak sahasında yeraltı suyu tespit edildiği için bu alan depolama için uygun olarak değerlendirilmemiştir.
3. Giresun ili için Şebinkarahisar Ovacık alanı (70 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir. Giresun ili için çalışılan ikinci alan (Giresun kuzey yerleşim alanları için) olan Espiye Ağalık Madeni alanının heyelan riski taşıdığı, sismik olarak değerlendirildiğinde ise profil-3 kısmının uygun olabileceği (Cibril Köyü tarafı) değerlendirilmiştir. Bu alanın kullanılması durumunda profil-3 kısmının gerekli heyelan koruma yapıları için önlem alınması suretiyle uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Giresun ili kuzey ilçeleri için Espiye Ağalık Madeni dışında bu alanın hemen kuzeyinde yer alan alternatif uygun alanın, gerekli fizibilite çalışmalarının uygun sonuçlar vermesi şartıyla, değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.
4. Gümüşhane ili için Merkez Yenice (101 hektar) ve Merkez Kazantaş (198 hektar) alanlarının ikisi de çok uygun alan olarak tespit edilmiştir. Yenice Köyü alanının Bayburt ili ile birlikte düzenli depolama yapılması düşünüldüğünde daha uygun olacağı öngörülmektedir.
5. Ordu ili için Kumru-Esence (285 hektar) ve Gürgentepe-Işıktepe (256 hektar) alanlarının ikisi de çok uygun alan olarak tespit edilmiştir.

6. Samsun ili için Vezirköprü-Avdan alanı (111 hektar) en uygun alan olarak tespit edilmiştir. Bafra-Aktekke alanının ise gerek bölge içinden geçen düşey atımlı fay hattı olasılığı gerekse zemin özellikleri açısından uygun olmadığı değerlendirilmektedir.
7. Trabzon ili için 1. derecede en uygun alanın Araklı Taşönü köyü sahası (40 hektar), 2. derecede uygun alan Of-Ovacık Köyü sahası(128 hektar), 3. derecede uygun alan ise Sürmene – Yeniay mahallesi sahası (76 hektar) olduğu tespit edilmiştir. Trabzon için yapılan değerlendirmede sismik, deprensellik ve jeolojik analiz sonuçları için Trabzon Büyükşehir Belediyesi tarafından yaptırılan uygunluk çalışmalarının sonucundan elde edilen raporlar kullanılmıştır.
8. Rize ili için 1.derecede uygun alan tespit edilememiştir. Gerek kompozisyon sonuçlarına ve gerekse ulaşım/erişim/maliyet analizleri sonuçlarına bakıldığında atığın Trabzon ile birlikte değerlendirilmesinin uygun olacağı öngörülmektedir.

## **B. Alternatif Bertaraf Yöntemleri İçin;**

1. Artvin ili için yıllık toplanan katı atık miktarının düşük olduğu ve kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı için Artvin ili için kompost tesisi kurulmasının ekonomik olmayacağı öngörülmüş ve bu bağlamda da bu yöntem önerilmemiştir. Artvin ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması, üretilen atık miktarının kurulacak bir atık yakma tesisi için istenilen düzeyde olmaması ( 50.000 ton/yıl miktarından az olması) ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir. Atıkların düzenli bir depolama sahasında bertaraf edilmesinin uygun olduğu öngörülmektedir.
2. Bayburt ili için, yıllık toplanan katı atık miktarının düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı belirlenmiştir. İklim özelliklerinin kış aylarında

uygun olmayacağından kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir. Bayburt için öncelikle düzgün bir atık yönetim sistemi oluşturulup, mevcut düzenli depolama sahasının yönetiminin geliştirilmesi daha uygun olacaktır. Yakma sistemi uygun görülmemiştir ve önerilmemiştir.

3. Giresun ili ortalama sıcaklık ve kış aylarının çok soğuk geçmemesi bakımından kompostlama prosesi için uygun iklim şartlarını taşımaktadır. Analiz değerlerine göre azot miktarı fazla olsa da Giresun ili için kompost sistemleri kurulması uygun olacaktır. Ordu ve Giresun illeri atık karakteri ve iklim özellikleri bakımından birbirine çok benzer yapıdadır. Bölgedeki ulaşım koşulları oldukça elverişlidir. İki ilin birbirine çok yakın olması ulaşım maliyetini en aza indirebilecek koşulları sunmaktadır. Bu şartları bir arada bulundurmaları ve üretilen katı atık miktarı içinde organik madde oranının çok fazla olması göz önüne alındığında, ortak olarak kullanılması düşünülecek bir düzenli depolama alanı içerisinde kompost tesisinin kurulması ekonomik olarak ayrı ayrı kurulacak kompost tesislerinden çok daha uygun olacaktır. Mevcut durumda Giresun ili için yakma sistemi önerilmemiştir. Çavuşlu Beldesi sınırları içinde kullanılmakta olan bir katı atık depolama tesisine modern olmayan usullerle katı atık depolanmasına ve bu tesisin önümüzdeki 10-15 yıl boyunca hizmet verebilecek kapasitede olmasına rağmen Giresun ili için bir entegre katı atık bertaraf sistemi geliştirmek gerekmektedir. Bu sistemin 2017-2038 yılları arası için toplam 6.818.892,14 ton katı atığı depolayabilecek özellikte olması gerekmektedir.
4. Gümüşhane ili için kompost tesisinin uygun bir yatırım olarak düşünülmesi için yıllık üretilen atık miktarının yeterli seviyede olması gerekmektedir. Fakat yıllık toplanan katı atık miktarı düşük olduğu, kaynakta ayırma sistemi kurulmadığı ve iklim özelliklerinin kış aylarında uygun olmayacağından Gümüşhane ili için kompost tesisi kurulması ekonomik olmayacaktır ve önerilmemiştir. Gümüşhane için bir yakma tesisinin kurulması işletilmesi, kalifiye eleman ihtiyacı, uygun bir düzenli depolama alanı olmayışı ve maliyet açısından çok uygun olmadığından önerilmemiştir. 2017-2038 yılları arasında il genelinde toplam üretilen 2.308.000 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama

sahası inşa etmek gerekecektir ya da Bayburt ili ile birlikte ortak bir saha kullanılması şeklinde bir düzenleme yapılabilir.

5. Ordu ili için; organik katı madde miktarının fazla olması, atık karakteristiğinde çok fazla değişim olmayacağına öngörülmesi göz önüne alındığında Ordu ili için kurulacak bir kompostlama tesisi uygun olacaktır. Ordu ve Giresun illeri atık karakteri ve iklim özellikleri bakımından birbirine çok benzer yapıdadır. Bölgedeki ulaşım koşulları oldukça elverişlidir. İki ilin birbirine çok yakın olması ulaşım maliyetini en aza indirebilecek koşulları sunmaktadır. Bu şartları bir arada bulundurmaları ve üretilen katı atık madde miktarı içinde organik madde oranının çok fazla olması ortak olarak kullanılması düşünülecek bir düzenli depolama alanı içerisinde kompost tesisinin kurulması ekonomik olarak ayrı ayrı kurulacak kompost tesislerinden çok daha uygun olacaktır. Tüm şartlar değerlendirildiğinde Ordu ili için katı atık yakma tesisi uygun değildir ve önerilmemiştir. Mevcut düzenli depolama alanının alternatif yöntemler hayata geçirilse bile yakın gelecekte yeterli olmayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda 2017-2038 yılları arasında Ordu ili genelinde üretilecek toplam 8.333.390 ton katı atığı alabilecek kapasitede bir katı atık düzenli depolama sahası inşa etmek gerekecektir. Yeni bir depolama sahasına mutlaka ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.
6. Rize ili için; ilin ikliminin yağışlı olması kompost üretimi için bir dezavantaj olarak görülse bile bu olumsuz durumun kapalı bir kompost tesisi inşa edilerek ortadan kaldırılacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla Rize için bir kompost tesisi kurmak uygundur ve önerilir. Bu bağlamda atıkların Trabzon ili ile birlikte değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Mevcut durumda Rize ili için yakma sistemi önerilmemiştir. Rize/Merkezi ile ilin batı kesiminde kalan ilçeler katı atıklarını Rize-Merkez ve Of-Eskipazar aktarma istasyonlarına ve oradan da Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama tesisine göndermektedirler. İlin doğusunda kalan ilçelerin katı atığı KAÇKARBİR tarafından toplanmakta ve düzensiz depolama sahasına gönderilmektedir. Rize ilinin katı atığının toplanacağı, uygun aktarma istasyonları aracılığı ile inşa edilecek bir katı atık düzenli depolama sahasına gönderilmesi gerekmektedir. İlin doğusundaki

ilçelerin katı atıklarını vahşi depolama şeklinde bertaraf etmeleri, batısında kalan ilçelerin ise katı atıklarını gönderdikleri Sürmene-Çamburnu katı atık düzenli depolama sahasının dolmak üzere olmasından dolayı Rize ili için bir entegre atık yönetim projesinin devreye sokulması önemli gözükmemektedir.

7. Samsun ili için; bölgenin iklimi de dikkate alındığında; kapalı bir kompost tesisi kurmanın uygun olacağı öngörülmektedir. Yakma sıcaklığının dioksin ve furan oluşmasına imkan vermesinden ve işletimi çok masraflı olacağından dolayı yakma yöntemi önerilmemiştir. Mevcut düzenli depolama alanının alternatif yöntemler hayata geçirilse bile yakın gelecekte yeterli olmayacağı ve bu bağlamda yeni bir depolama sahasına mutlaka ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir.
8. Trabzon ili için; 400 ton/gün kapasiteli ve bölgenin iklimi de dikkate alındığında kapalı bir kompost tesisi kurmak uygun olacaktır. Trabzon ili için öncelikle düzenli depolama sahasının belirlenmesi gerekmektedir. Düzenli depolama sahasının tam olarak işletilmeye başlaması ile kurulacak bir biyometanizasyon (Havasız Kompost ) tesisi organik maddenin arıtılması ve atıktan enerji kazanımı için uygun olacaktır. Aynı zamanda aerobik kompost sistemi kurulması durumunda atıksu arıtma çamuru sisteme karıştırılmamak şartı ile arazi için gerekli olan toprak örtüsü ve organik atığın en aza indirilmesi sağlanmış olacak ve sistemin kullanılması da uygun olacaktır. Trabzon ili için hem havalı hem de havasız kompost tesisi kurulması uygun olacaktır ve önerilmiştir. Hem depolama hem de kompostlaştırma yöntemi için Trabzon ilinin tamamının ve Rize ilinin sahil ilçelerinin atıklarının birlikte değerlendirilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Trabzon ili için atık miktarındaki yüksek nem oranı, atığın yaş alt ve üst ısı değerlerinin istenilen miktarda olmaması ve kütleli atık yakma teknolojilerinin maliyet açısından ekonomik olmamasından dolayı katı atık yakma tesisi önerilmemektedir.



## 11. Kaynaklar

- Akbari, V., Rajabi, M. A., Chavoshi, S. H., & Shams, R. (2008) Landfill site selection by combining GIS and fuzzy criteria decision analysis, case study: Bandar Abbas, Iran. *World Applied Sciences Journal*,3, 39-47.
- Anavberokhai I., O., 2008. Introducing GIS and Multi-Criteria analysis in road pah planning process in Nigeria, MSc Thesis, University of Gavle, Department of Technology and Built Environment.
- Atkinson, M., D., Deadman, P., Dudycha, D. ve Traynor, S., 2005. Multi-Criteria evaluation and least cost path analysis for an arctic all-weather road, *Applied Geography*, 25, 287-307
- Aydinoglu, A., C. (2009) *Turkiye Icin Veri Degisim Modelinin Gelistirilmesi*, PhD Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey  
Beskese et all 2015.
- Chang, N., Parvathinathanb, G., & Breden, J. B. (2008) Combining GIS with fuzzy multicriteria decision making for landfill siting in a fast-growing urban region. *Journal of Environmental Management*, 87, 139–153.
- Delgado, O. B., Mendoza, M., Granados, E. L., & Geneletti, D. (2008) Analysis of land suitability for the siting of inter-municipal landfills in the Cuitzeo Lake Basin, Mexico. *Waste Management*, 28, 1137-1146
- Ersoy, M., Keskinok, H.Ç., 2000. *Mekan Planlama ve Yargı Denetimi*, Yargı Yayınevi, Ankara.
- Gemitzi, A., Tsihrintzis, V. A., Voudrias, E., Petalas, C., & Stravodimos, G. (2007) Combining geographic information system, multicriteria evaluation techniques and fuzzy logic in siting MSW landfills. *Environment Geology*, 51, 797-811.
- Guiqun, W., Li Qin, Lijun, C., 2009. Landfill site selection using spatial information Technologies and AHP: A case study in Beijing, China, *Journal of Environmental Management*, 90, 2414–2421.
- Kesgin, B. ve Ersoy, E., 2006. *Peyzaj Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemi Aracı Olarak Konumsal Karar Destekleme Sisteminin Uygulanması*, IV. Coğrafi Bilgi Sistemleri Günleri, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Kontos, T. D., Komilis, D. P., & Halvadakis, C. P. (2005) Siting MSW landfills with a spatial multiple criteria analysis methodology. *Waste Management*, 25, 818-832.
- Lin, H. Y., & Kao, J. J. (2005) Grid-Based heuristic method for multifactor landfill siting. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 19, 369–376.

Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J ve Rhind D.W., 2001. Geographic Information Systems and Science, Bath Press, London.

Moeinaddini, M., Khorasani, N., Danehkar, A., Darvishsefat, A. A., & Zienalyan, M. (2010) Siting MSW landfill using weighted linear combination and analytical hierarchy process (AHP) methodology in GIS environment (case study: Karaj). Waste Management, 30, 912-920.

Nas, B., Cay, T., Iscan, F., & Berktaş, A. (2010) Selection of MSW landfill site for Konya, Turkey using GIS and multi-criteria evaluation. Environmental Monitoring Assessment, 160, 491-500.

Sadek, S., Fadel, M. E., & Freiha, F. (2006) Compliance factors within a GIS based framework for landfill siting. International Journal of Environmental Studies, 63, 71-86. Saaty T.L., How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, 24 (6), 19-43, (1994).

Şener, B., 2004. Landfill Site Selection By Using Geographic Information Systems, MSc Thesis, Middle East Technical University, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Ankara.

Sumathi, V., R., Natesan, U., & Sarkar, C., (2008) GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste Management, 28, 2146-2160.

Sener, S., Sener, E., & Karaguzel, R. (2011) Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: a case study in Senirkent–Uluborlu (Isparta) Basin, Turkey. Environmental Monitoring Assessment, 173, 533-554.

Sharifi, M., Hadidi, M., Vessali, E., Mosstafakhani, P., & Taheri, K. (2009) Integrating multi-criteria decision analysis for a GIS-based hazardous waste landfill siting in Kurdistan Province, western Iran. Waste Management, 29, 2740-2758.

Sumathi, V., R., Natesan, U., & Sarkar, C., (2008) GIS-based approach for optimized siting of municipal solid waste landfill. Waste Management, 28, 2146-2160.

Tuzkaya, G., Onut, S., Tuzkaya, U., R., & Gulsun, B. (2008) An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. Journal of Environmental Management, 88, 970-983.

URL-1,2016.

<http://www.biglook.com/bigtravel/sehirler/dogukaradeniz/genelbilgiler.asp>, Erişim tarihi:19.11.2016

URL-2,2016. <http://www.cografya.gen.tr/egitim/bolgeler/karadeniz.htm>, Erişim tarihi: 04.12.2016

URL-3, 2016. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz\\_B%C3%B6lgesi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz_B%C3%B6lgesi), Erişim tarihi: 15.10.2016.

URL-4,2016. <http://www.diyadinnet.com/YararliBilgiler-661&Bilgi=samsunun-co%C4%9Frafi-yap%C4%B1s%C4%B1-ve-co%C4%9Frafyas%C4%B1>, Erişim tarihi: 12.09.2016.

URL-5,2016. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>, Erişim tarihi: 13.10.2016.

URL-6,2016. <http://www.ordukulturturizm.gov.tr/TR,106499/cografya.html>, Erişim tarihi: 11.11.2016.

URL-7,2016.

[http://ordufx.mekan360.com/iys\\_tariheyolculuk,sehirID=52,kriter39=55,icerik=1854,sayfa=1-tariheyolculuk-ordu-nun-cografi-konumu.html?](http://ordufx.mekan360.com/iys_tariheyolculuk,sehirID=52,kriter39=55,icerik=1854,sayfa=1-tariheyolculuk-ordu-nun-cografi-konumu.html?), Erişim tarihi: 03.12.2016.

URL-8,2016. <http://www.giresunkulturturizm.gov.tr/TR,154293/cografi-durum.html>, Erişim tarihi: 12.11.2016.

URL-9,2016. <http://www.gumushanekulturturizm.gov.tr/TR,57803/cografya.html>, Erişim Tarihi: 12.11.2016.

URL-10,2016. <http://www.trabzonkulturturizm.gov.tr/TR,126647/cografi-yapi-ve-iklimsel-ozellikler.html>

URL-11,2016. <http://www.rizekulturturizm.gov.tr/TR,55304/nufus-ve-yerlesim.html>

URL-12,2016. <http://fatmabusratezcan.blogcu.com/artvin-in-cografi-konumu/10416809>

URL-13,2016. <http://www.bayburtkulturturizm.gov.tr/TR,91928/genel-bilgiler.html>

Wang, G., Qin, L., Li, G., & Chen, L., (2009) Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: A case study in Beijing, China. *Journal of Environmental Management*, 90, 2414-2421.

Yang, K., Zhou, X. N., Yan, W. A., Hang, D. R., & Steinmann, P. (2008) Landfills in Jiangsu province, China, and potential threats for public health: Leachate appraisal and spatial analysis using geographic information system and remote sensing. *Waste Management*, 28, 2750-2757.

Yesilnacar, M. I., & Cetin, H. (2007) Site selection for hazardous wastes: A case study from the GAP area, Turkey. *Engineering Geology*, 81, 371-388.

Yildirim, V. (2009) Dogalgaz Iletim Hatlarinin Belirlenmesi Icin Cografi Bilgi Sistemleri Ile Raster Tabanlı Dinamik Bir Modelin Gelistirilmesi, PhD Thesis, Karadeniz Technical University, Trabzon, Turkey.

Yomralıoğlu, T., Reis, S., Nişancı, 2002. GPS ile Hareket Halindeki Araçlardan Elde Edilen Gerçek Zamanlı Verilerin Orta Ölçekli CBS Çalışmalarında Kullanılabilirliği,

Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi, Konya, Bildiriler Kitabı, 107-115.

Yomraliöglu, T. (2009) Cografî Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. İstanbul, Secil Ofset,

Zamorano, M., Molero, E., Hurtado, A., Grindlay, A., & Ramos, A. (2008) Evaluation of a municipal landfill site in Southern Spain with GIS-aided methodology. Journal of Hazardous Materials 160, 473–481.

Zeleny, M., 1982. Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, New York. Hwang, C., L. ve Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer, New York.