

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİNOP İLİ KENTSEL KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA
OPTİMİZASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cem ŞAHİN

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

TEMMUZ 2014
SAMSUN



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



ÇEVRE MHENDİSLİĒİ ANABİLİM DALI

**SİNOP İLİ KENTSEL KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA
OPTİMİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Cem ŞAHİN
10210247**

Tezin Savunma Tarihi : 08 Temmuz 2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. N. Gamze TURAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında

Cem ŞAHİN Tarafından Hazırlanan

**SİNOP İLİ KENTSEL KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA
OPTİMİZASYONU**

**başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından/....../..... tarihinde yapılan sınav ile
YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.**

Başkan : Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. N. Gamze TURAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Doç. Dr. Okan ÖZGÖNENEL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

....../07/2014

Prof. Dr. Hüseyin DEMİR

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, yoğun akademik çalışmaları arasında bana sabırla ve özveriyle zamanını ayırarak yardımcı olan başta tez danışmanım Doç. Dr. N. Gamze TURAN olmak üzere bilgisayar programlama aşamasında yol gösteren Doç. Dr. Okan ÖZGÖNENEL ile lisans eğitimimden bu yana bana çok yardımları dokunan Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Yüksel ARDALI ve Prof. Dr. Osman Nuri ERGUN'a saygı ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca Çalışmayı gerçekleştirdiğim Sinop Belediyesinde, döküman ve saha çalışması sırasında, çalışmayı çok önemseyip her türlü imkanın seferber edilmesinde desteklerini esirgemeyen Sinop Belediye Başkanı Sayın Baki ERGÜL ile envanterlere ulaşmamda ve mevcut durumun ortaya konmasında yardımları olan Sinop Belediyesi Temizlik İşleri Müdürü Ayhan ÖZBEK'e ve personeline;

Çalışmanın saha ve veri girişi işlemleri sırasında yoğun bir emekle yardımları dokunan babam İsmail Hakkı ŞAHİN'e, kızım Ece ŞAHİN'e, kuzenlerim Derya ELMAYARAN'a, Seda KÖSEREN'e, Özge ŞİMŞEK'e ve mesai arkadaşım Tamay AKBAŞ'a;

Samsun Çalışma ve İş Kurumu İl Müdürlüğünde yoğun bir şekilde sürdürdüğüm çalışma hayatımın yanında, birlikte yürüttüğüm bu çalışmada da bana olan desteklerinden ve hoşgörülerinden dolayı İl Müdürüm Hasan KILIÇASLAN başta olmak üzere İl Müdür Yardımcımız Ayhan KELEŞ'e ve mesai arkadaşım Rifat YILDIZ'a;

Son olarak bütün bu çalışma sırasında zaman zaman ihmal etmek zorunda kaldığım ve bana manevi destekleriyle güç veren eşim Elif ÇEPNİ ŞAHİN'e, oğlum Ege ŞAHİN'e ve annem Serpil ŞAHİN'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2014

Cem ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Katı Atıkların Tanımı.....	2
2.2 Katı Atıkların Sınıflandırılması.....	2
2.2.1 Bileşimine göre katı atıklar.....	2
2.2.2 Kaynaklarına göre katı atıklar.....	3
2.2.2.1 Evsel atıklar.....	3
2.2.2.2 Endüstriyel atıklar.....	4
2.2.2.3 Açık alanlardan kaynaklanan atıklar.....	4
2.2.2.4 Zirai atıklar.....	4
2.2.2.5 Hastane atıkları.....	4
2.2.2.6 Arıtma tesislerinden kaynaklanan atıklar.....	4
2.2.2.7 Radyoaktif atıklar.....	4
2.3 Katı Atıkların Özellikleri.....	5
2.3.1 Fiziksel özellikler.....	5
2.3.1.1 Miktar.....	5
2.3.1.2 Katı atık kompozisyonu.....	6
2.3.1.3 Nem içeriği.....	7
2.3.1.4 Birim hacim ağırlık.....	8
2.3.1.5 Parçacık boyutu.....	9
2.3.2 Kimyasal özellikler.....	9
2.4 Katı Atıkların Yönetimi: Biriktirilmesi, Toplanması Ve Taşınması..	10
2.4.1 Katı atıkların biriktirilmesi.....	11
2.4.2 Katı atıkların toplanması.....	12
2.4.2.1 Kaynakta toplama.....	13
2.4.2.2 Binalardan toplama.....	14
2.4.3 Katı atıkların taşınması ve transferi.....	15
2.5 Katı Atık Toplama-Taşıma Sistemlerinin Optimizasyonu.....	17
2.5.1 Katı atıkların üretim hızları.....	17
2.5.1.1 Yükleme sayısı.....	18
2.5.1.2 Ağırlık-hacim analizi.....	19
2.5.1.3 Madde dengesi.....	19
2.5.2 Katı atıklara kaynağında uygulanan işlemler.....	19
2.5.2.1 Öğütme.....	19
2.5.2.2 Ayıklama.....	20
2.5.2.3 Sıkıştırma.....	20
2.5.3 Toplama işlemi analizi.....	21

2.5.3.1 Alma.....	21
2.5.3.2 Taşıma.....	21
2.5.3.3 Bertaraf yerinde boşaltma.....	22
2.5.3.4 Dönme.....	22
2.5.3.5 HKS için toplama işlemi analizi.....	22
2.5.3.6 SKS İçin toplama işlemi analizi.....	24
2.5.3.7 Toplama güzergahları.....	26
2.5.3.8 Güzergahların çıkarılması.....	26
2.5.4 Taşıma işlemi analizi.....	28
2.5.5 Transfer istasyonlarının konumu.....	28
2.5.6 Sistem analizi.....	29
2.5.7 Mevcut sistemin iyileştirilmesi ve modifikasyonu.....	29
2.5.8 Yasal düzenlemeler.....	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1 Sinop İlinin Genel Özellikleri.....	31
3.1.1 Sinop ilinin coğrafi ve iklim özellikleri.....	31
3.1.2 Sinop ilinin nüfusu ve yüzölçümü.....	35
3.2 Yöntem.....	36
3.2.1 En küçük kapsayan ağaç yöntemi.....	37
4.BULGULAR ve TARTIŞMA.....	40
4.1 Sinop İli Mevcut Katı Atık Yönetimi.....	40
4.2 Sinop İli Katı Atıklarının Toplama ve Taşıma Optimizasyonu.....	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Katı atık yönetim sisteminin fonksiyonel elemanları	11
Şekil 2.2. Katı atık toplama yöntemleri.....	13
Şekil 2.3. Çöp taşıma ve transfer sistemleri	16
Şekil 2.4. Katı atık toplama ve taşıma işleminin şematik ifadesi	16
Şekil 2.5. Madde dengesi için genel akım şeması	19
Şekil 3.1. Sinop merkez ve ilçeler haritası.....	31
Şekil 3.2. Sinop ili genel uydu görüntüsü.....	32
Şekil 3.3. Sinop ili merkezi uydu görüntüsü.....	32
Şekil 3.4. En küçük kapsayan ağaç algoritması için topoloji örneği.....	38
Şekil 3.5. Örnek topoloji üzerindeki en küçük kapsayan ağaç	39
Şekil 4.1. Sinop Belediyesi Temizlik İşleri Garajı genel görünümü.....	42
Şekil 4.2. Belediye envanterine kayıtlı 13+1 m ³ kapasiteli araç.....	43
Şekil 4.3. Sinop Belediyesi araç takip sistemi.....	44
Şekil 4.4. MATLAB programına veri girişi ekran görüntüsü.....	61
Şekil 4.5. MATLAB programı tarafından oluşturulan harita (1. parça (sol)).....	62
Şekil 4.6. MATLAB programı tarafından oluşturulan harita (2. parça (sağ)).....	63
Şekil 4.7. MATLAB programı tarafından oluşturulan rota (1. parça (sol)).....	64
Şekil 4.8. MATLAB programı tarafından oluşturulan rota (2. parça (sağ)).....	65
Şekil 4.9. Araç güzergahları 1.....	78
Şekil 4.10. Araç güzergahları 2.....	78
Şekil 4.11. Araç güzergahları 3.....	79
Şekil 4.12. Araç güzergahları 4.....	79
Şekil 4.13. Araç güzergahları 5.....	80
Şekil 4.14. Araç güzergahları 6.....	80
Şekil 4.15. Araç güzergahları 7.....	81
Şekil 4.16. Araç güzergahları 8.....	81
Şekil 4.17. Araç güzergahları 9.....	82
Şekil 4.18. Araç güzergahları 10.....	82

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2.1. Katı atıkların kaynak ve türleri	5
Çizelge 2.2. Kentsel katı atıkların tipik kompozisyonu	6
Çizelge 2.3. Kentsel katı atık bileşenlerinin nem içeriğine ait tipik veriler	7
Çizelge 2.4. Katı atık bileşenleri ve karışımları için birim hacim ağırlıklarına ait tipik veriler	8
Çizelge 2.5. Kentsel katı atıkların kimyasal özellikleri	9
Çizelge 2.6. Kentsel katı atıkların ısı içerikleri	10
Çizelge 2.7. Katı atıkların biriktirilmesi için kullanılan konteynerlerin tipleri ve boyutları	12
Çizelge 2.8. Tipik üretim hızları	18
Çizelge 2.9. Tipik üretim hızları	18
Çizelge 2.10. Tipik üretim hızları	18
Çizelge 2.11. (a) ve (b) katsayıları	23
Çizelge 2.12. Veri analizi tablosu	27
Çizelge 3.1. Aylara göre sıcaklık değerleri	34
Çizelge 3.2. İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (1990 yılı, 2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı	35
Çizelge 3.3. İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu	36
Çizelge 3.4. Mahalle Nüfusları	36
Çizelge 4.1. Sinop Belediyesi Atık Kompozisyonu	40
Çizelge 4.2. Yıllık Katı Atık Üretiminin Üretim Kaynağına Göre Miktarları (Ton)	39
Çizelge 4.3. Yıllık Katı Atık Üretiminin Aylara Göre Miktarı (m ³)	41
Çizelge 4.4. Katı Atık Toplama Araçlarını 15 günlük yakıt harcamaları (L) (Mart).....	45
Çizelge 4.5. Mevcut Güzergahlarla Aylara Göre Harcanan Yakıt ve Oluşan Maliyet.....	45
Çizelge 4.6. Konteyner koordinatları (1-41 arası).....	47
Çizelge 4.7. Konteyner koordinatları (42-81 arası).....	48
Çizelge 4.8. Konteyner koordinatları (82-122 arası).....	49
Çizelge 4.9. Konteyner koordinatları (123-163 arası).....	50
Çizelge 4.10. Konteyner koordinatları (164-204 arası).....	51
Çizelge 4.11. Konteyner koordinatları (205-245 arası).....	52
Çizelge 4.12. Konteyner koordinatları (246-286 arası).....	53
Çizelge 4.13. Konteyner koordinatları (287-327 arası).....	54
Çizelge 4.14. Konteyner koordinatları (328-368 arası).....	55
Çizelge 4.15. Konteyner koordinatları (369-409 arası).....	56
Çizelge 4.16. Konteyner koordinatları (410-450 arası).....	57
Çizelge 4.17. Konteyner koordinatları (451-491 arası).....	58
Çizelge 4.18. Konteyner koordinatları (492-503 arası).....	59
Çizelge 4.19. Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	66

Çizelge 4.19 (devam). Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	67
Çizelge 4.19 (devam). Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	68
Çizelge 4.20. Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	69
Çizelge 4.20 (devam). Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	70
Çizelge 4.20 (devam). Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	71
Çizelge 4.21. Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	72
Çizelge 4.21 (devam). Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	73
Çizelge 4.21 (devam). Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	74
Çizelge 4.22. Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	75
Çizelge 4.22 (devam). Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	76
Çizelge 4.22 (devam). Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre	77
Çizelge 4.23. Optimize edilen güzergahlara ait oluşan değerler.....	83
Çizelge 4.24. Yıllık toplanabilecek katı atık miktarı (m ³).....	84
Çizelge 4.25. 2015 yılı Ocak Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	85
Çizelge 4.26. 2015 yılı Şubat Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	86
Çizelge 4.27. 2015 yılı Mart Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	87
Çizelge 4.28. 2015 yılı Nisan Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	88
Çizelge 4.29. 2015 yılı Mayıs Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	89
Çizelge 4.30. 2015 yılı Haziran Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	90
Çizelge 4.31. 2015 yılı Temmuz Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	91
Çizelge 4.32. 2015 yılı Ağustos Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	92
Çizelge 4.33. 2015 yılı Eylül Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	93
Çizelge 4.34. 2015 yılı Ekim Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	94
Çizelge 4.35. 2015 yılı Kasım Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	95
Çizelge 4.36. 2015 yılı Aralık Ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	96
Çizelge 4.37. 2015 yılı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)	97

SİNOP İLİ KENTSEL KATI ATIK TOPLAMA VE TAŞIMA OPTİMİZASYONU

ÖZET

Hızlı nüfus artışı, teknolojik gelişmeler ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak katı atık miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Kentsel otoritelerin bilgi ve teknoloji açısından eksiklikleri, katı atık yönetiminin ciddi bir sorun oluşturmaya neden olmaktadır. Belediyeler katı atıkların toplanması, taşınması ve bertarafı için çok miktarda harcama yapmaktadırlar. Bu harcamalarının önemli bir kısmını (%85) katı atıkların toplama ve taşıma hizmetleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte, sadece katı atıkların toplanması ve şehrin farklı noktalarından bertaraf alanlarına taşınması, problemin çevresel ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir şekilde çözümünde yeterli değildir.

Katı atıkların toplanması ve taşınması konusunda birçok model geliştirilmiştir. Bu modeller, katı atıkların bertaraf alanına taşınmasında minimum maliyetle etkin toplama ve taşıma işleminin yapılmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Sinop il merkezinde kentsel katı atıkların toplama ve taşıma optimizasyonunun araştırılmasıdır. Çalışmada son yıllarda geliştirilen “En Küçük Kapsayan Ağaç” yönteminin katı atıkların toplama-taşıma problemine uyarlanması gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, Sinop il merkezi katı atıklarının toplanması ve taşınması üzerine yapılan bu optimizasyon çalışmasının mevcut uygulama ile kıyaslandığında önemli maliyet azalması sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kentsel katı atık, toplama-taşıma, optimizasyon, en küçük kapsayan ağaç yöntemi, Sinop.

OPTIMIZATION OF MUNICIPAL SOLID WASTE COLLECTION AND TRANSPORTATION ROUTE IN SINOP

ABSTRACT

Increasing population levels, rapid economic growth and higher community living standards have greatly accelerated the generation rate of municipal waste. Due to a lack of serious efforts by city authorities, urban waste management has become a tenacious problem. The local urban bodies spend a lot of money on solid waste collection, transport and disposal. A substantial amount of the total expenditure (85%) is spent on collection and transportation. However just collecting and transporting the waste from different parts of city does not solve the problem, it requires disposing the waste in environmentally safe and economically sustainable manner.

A number of optimization models have been developed to adress collecting and transporting solid waste. These models propose the minimum cost/distance efficient collection paths for transporting the solid wastes to the disposal area.

The aim of the study is to investigate the optimization of vehicle routes and schedules for collecting municipal solid waste in Sinop city center. The solutions are generated by a recently developed guided minimal spanning tree method that is adapted to solve real-life waste collection problems. As a result, a case study on the waste collection in Sinop city center demonstrates that significant cost reductions can be obtained compared with the current practice.

Key Words: Municipal solid waste, collection-transportation, optimization, minimum spanning tree method, Sinop.

1. GİRİŞ

Tüm dünyada insan sağlığını olumsuz etkileyen ve ulaştığı felaket sınırı ile insanların yaşamını tehdit eden çevre sorunlarının en önemli nedenlerinden birisi katı atıklarıdır.

Çevre kirlenmesi, bunu etkileyen değişik faaliyetlerin çeşidi ile değişmekle birlikte onun önemi kirleticilerin cinsine, miktarına ve bunların atıldığı ortama bağlıdır. Diğer tüm çevre sorunları gibi katı atık sorunu da hızla artan bir şekilde toplumun dikkatini çekmekte ve güncellik kazanmaktadır.

Artan nüfus ile birlikte toplam katı atık miktarı da büyük boyutlara ulaşmıştır. Bu yüzden katı atık toplama ve taşıma araçlarına ait yatırım, işletme ve bakım giderlerine yönelik maliyet sürekli ve hızlı yükselmiştir. Bunun neticesinde günümüzde katı atıkların toplanıp belirli uzaklıklara taşınma maliyetleri sınır noktasına gelmiştir.

Katı atıkların yönetimi bugün belediyelerde en büyük sorunlardan birisidir. Evlerde, ticarethanelerde ve endüstri yerlerinde meydana gelen katı atıkların yanı sıra caddelerde, parklarda oluşan katı atıkların toplanması karmaşık bir iş olmakla beraber yakıt ve işçi masraflarının artmasıyla yerel yönetimlere maddi olarak büyük bir yük getirmekte ve belediyeler hemen hemen yıllık bütçelerinin üçte birini katı atık toplama, taşıma ve depolama hizmetlerine harcamaktadırlar.

Katı atıkların toplanması ve taşınması belediyeler için en önemli sorunlardan birisidir. Katı atıklar için en uygun toplama, taşıma, uzaklaştırma sistemini seçmek ve kurmak titiz bir çalışma gerektirir. Bu çalışma Sinop Belediyesi için maliyeti azaltmak ve zamandan tasarruf sağlamak üzere işlemlerin optimize edilmesini amaçlamaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Katı Atıkların Tanımı

İnsanların sosyal ve ekonomik faaliyetleri sonucunda işe yaramaz hale gelen ve akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen her tür madde ve malzemeyi katı atık olarak tanımlamak mümkündür.

Katı atıklar; Üreticisi tarafından atılmak istenen ve toplumun huzuru ile özellikle çevrenin korunması bakımından, düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeler ve arıtma çamuru olarak tanımlanmaktadır.

2.2 Katı Atıkların Sınıflandırılması

Katı atıkların kaynağına, bileşimine ve özelliklerine göre sınıflandırılması; toplama, taşıma ve bertaraf sistemlerinin tasarımı, tesisi ve işletilmesi, geri kazanılabilir maddelerin ekonomiye kazandırılması ve bu atıklardan enerji üretimi açısından son derece önemlidir. Genellikle iki çeşit sınıflandırma kullanılır:

- Bileşimine ve özelliklerine göre katı atıklar
- Kaynaklarına göre katı atıklar olarak iki şekilde sınıflandırılabilir.

2.2.1 Bileşimine göre katı atıklar

Bileşimine göre katı atıklar 3 sınıfa ayrılabilir:

- Organik 1: Kompostlanabilir ve yanabilir organikler (bitkisel, hayvansal, kağıt, tekstil atıkları...)
- Organik 2: Biyokimyasal ayrışması imkansız ya da çok yavaş olan organikler (odun, kağıt, deri, lastik, kemik, plastik atıklar)
- İnert maddeler: Yanmayan maddelerdir. (cam, porselen, taş, kil atıkları)

2.2.2 Kaynaklarına göre katı atıklar

Katı atıklar kaynaklarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Evsel atıklar
- Endüstriyel atıklar
- Açık alanlardan kaynaklanan atıklar
- Zirai atıklar
- Hastane atıkları
- Arıtma tesislerden kaynaklanan atıklar
- Radyoaktif atıklar

2.2.2.1 Evsel atıklar

Evsel atıklar yerleşim bölgelerinden kaynaklanır ve genellikle yiyecek ve diğer atıklardan (pet şişe, kağıt, karton, plastik) ibarettirler. Yiyecek atıkları yemek hazırlama, pişirme ve yeme işlemleri sonucunda oluşurlar ve genel olarak sebze, meyve, artık, yemek, ekmek gibi bileşenleri içerirler.

Yiyecek atıkları organik yapıda olduklarından kolayca ayrışabilir özelliğe sahiptirler. Bu özellikleri ve kısa sürede koku oluşturmaları katı atık toplama sisteminin tasarımı ve işletimi önemli ölçüde etkiler.

Kafeterya ve restoranlar, hastane ve hapisane gibi tesisler ve özellikle besin sektörüne yönelik üretim yapan endüstriler (konserve fabrikaları ve et kesim paketleme üniteleri) büyük miktarda organik kökenli atık oluştururlar. Katı atıkların organik madde içeriği, eğer bertaraf amacı ile kompostlaştırma uygulanacaksa önemli bir unsurdur.

Diğer kaynaklar tarafından da üretilmelerine rağmen süprüntü olarak tanımlanan atıklar genelde evsel atıklar olarak ele alınmaktadır. Bunlar; kâğıt, karton, plastik, tekstil, lastik, deri, odun, ahşap ve bahçe süprüntüleri gibi yanabilir ve cam, alüminyum kutu, demir türü olan ve olmayan metal, moloz gibi yanmaz bileşenlerden ibarettirler.

Evsel atıkların bünyesinde, özellikle kış mevsiminde bol miktarda kül ve cüruf gibi inert maddeler de bulunmaktadır. Isınma ve diğer amaçlar için kullanılan kömür, odun gibi yakacakların son ürünleri genelde ince, pudralı yapıya sahip kül ve klinkerleri içerir. Bu tür atıklar endüstrilerden (buhar kazanlarından) ve özellikle bol miktarlarda termik santrallerden de kaynaklanmaktadır (Toprak, 1998).

2.2.2.2 Endüstriyel atıklar

Her endüstriyel sektörün ürün tipine bağlı olarak kendine özgü bir atık türü vardır. Konserve fabrikaları bol miktarda meyve ve sebze atığı oluştururken, pil fabrikaları ise tehlikeli atık tipine giren ve ağır metal içeren atıklar oluştururlar. Tehlikeli atıklar; kimyasal, biyolojik, yanabilir, parlayabilir, patlayabilir özelliklere sahiptirler (Toprak, 1998).

2.2.2.3 Açık alanlardan kaynaklanan atıklar

Parklar, bahçeler, büyük alanlar, oyun sahaları, plajlar, rekreasyon amacı ile kullanılan yerlerde oluşan atıklar genelde, bitki atıkları, zemin süprüntülerini, insanlar tarafından çevreye atılan yiyecek, kağıt ve benzeri atıkları ve hayvan dışkılarını içerir (Toprak, 1998).

2.2.2.4 Zirai atıklar

Bu tip atıklar çiftliklerden, tarlalardan, bağlardan ve benzeri zirai alanlardan kaynaklanır. Genelde bitkisel atıkları içerir. Tavuk, koyun ve inek çiftliklerinin atıkları hayvan dışkısı ve atık saman bakımından oldukça zengindir. Bu tür atıklar besi çiftliklerinden kaynaklanan hayvan leşleri de içermektedir (Toprak, 1998).

2.2.2.5 Hastane atıkları

Hastane atıkları da özel ve tehlikeli atıklar sınıfında yer almaktadır. Bu atıklar bol miktarda enfekte atıklar içerir. Serum hortumları ve şişeleri, ameliyat atıkları, pamuk, bez gibi maddelerin ayrı olarak toplanıp ya deponide kireç yataklarına gömülmesi ya da özel yakma tesislerinde yakılmaları gerekir (Toprak, 1998).

2.2.2.6 Arıtma tesislerinden kaynaklanan atıklar

İçme suyu, evsel ve endüstriyel atık su arıtma tesislerinin atıkları genelde arıtma çamurlarıdır. Bunların özellikleri uygulanan arıtma sürecine bağlıdır ve ağır metal içeren çamurların genelde deponide özel yerlere gömülmesi gerekir (Toprak, 1998).

2.2.2.7 Radyoaktif atıklar

Başta nükleer santraller olmak üzere, atom araştırma kurumları ve nükleer tıp merkezleri radyoaktif atıklar oluşturmaktadır. Bu tip atıklar kanserojen, yüksek

dozlarda ise öldürücü nitelikte olduklarından özel yöntemler kullanılarak bertaraf edilmelidir. Bu atıklar genelde katı ve sıvı yapıdadır (Toprak, 1998).

Katı atıkların kaynak ve türleri **Çizelge 2.1**'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Katı atıkların kaynak ve türleri (Peavy ve diğ., 1985)

Kaynak	Atıkların Oluştığı Tesisler ve Yerler	Katı Atık Türleri
Evsel	Evler, apartmanlar v.s.	Yiyecek atıkları, çöp, kül ve özel atıklar
Ticari	Dükkanlar, marketler, ofisler, bürolar, matbaalar v.s.	Yiyecek atıkları, çöpler, inşaat, hafriyat, yıkım atıkları
Açık Alanlar	Caddeler, sokaklar, parklar, boş arsalar, plajlar, anayollar v.s.	Özel atıklar, çöpler
Arıtma Tesisi Alanları	Su, atıksu ve endüstriyel atık arıtım prosesleri v.s.	Arıtma tesisi atıkları
Endüstriyel	İnşaat sektörü, onarım ve hafriyat işleri, sanayi sektörü, rafineriler, kimyasal fabrikalar, enerji sektörü v.s.	Çöpler, yıkım ve onarım atıkları, bazı tehlikeli ve zehirli atıklar
Tarımsal	Çiftlikler, tarlalar, bağlar, zirai alanlar	Bitkisel atıklar, tarımsal atıklar, özel besin atıklar
Tehlikeli Katı Atıklar	Hastaneler, biyolojik araştırma üniteleri, nükleer santraller, atom araştırma kurumları, laboratuvarlar	Kesici delici malzemeler, enfekte ve patojen özellik taşıyan atıklar

2.3 Katı Atıkların Özellikleri

Katı atıkların özellikleri; atık toplama, taşıma ve bertaraf yöntemlerini belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Organik madde içeriği yüksek olan katı atıklar kompostlaştırma işlemi için oldukça uygundur. Bunun yanında, ısı içeriği yüksek olan katı atıkların enerji üretimi amacıyla yakılması fizibil olabilir. Katı atıkların özelliklerini fiziksel ve kimyasal olarak ikiye ayrılabilir.

2.3.1 Fiziksel özellikler

Katı atıkların fiziksel özellikleri; (1) miktar, (2) kompozisyon, (3) nem içeriği, (4) birim hacim ağırlığı ve (5) parçacık boyutu olarak 5 grupta incelenebilir.

2.3.1.1 Miktar

Bir bölgede kişi başına meydana gelen çöp miktarı mevsimsel değişikliklerden başka hayat standardı, ekonomik yapı gibi farklı unsurlara bağımlı olarak değişiklik

gösterir (Tabasaran, 1978). Genel olarak, gelişmekte olan ülkelerde kişi başına düşen atık miktarı, gelişmemiş ülkelere oranla daha fazladır (Rambol & Hanneman, 1991).

Yapılan araştırmalar sonucunda İzmir kentinde evsel katı atık miktarının ortalama 0.6–0.8 kg/kişi/gün (Baştürk., 1990); İstanbul’ da 1979’da 0.72 kg/kişi/gün, 1986’da 1.10 kg/kişi/gün, 1987’de 1.18 kg/kişi/gün (Curi, 1990); Erzurum kentinde ise 2.38 kg/kişi/gün (Kırzioğlu, 1992) olduğu tespit edilmiştir.

Katı atıkların miktarlarının tanınmasında hem hacimsel hem de kütsel bazda birimler kullanılmaktadır. Fakat, hacimsel ifade hatalı sonuç doğurmaktadır. Örnek vermek gerekirse; bir toplama kabındaki çöp miktarı ile sıkıştırılmalı kamyonadaki ve sıkıştırılmalı deponideki çöp miktarları aynı hacim bazında birbirinden farklıdır. Hacimsel bazda ifade edilecekse, sıkıştırma oranı mutlaka belirtilmelidir (Toprak, 1998).

2.3.1.2 Katı atık kompozisyonu

Katı atık kompozisyonu, katı atığı oluşturan belirli yapıdaki maddelerin karışım içindeki dağılımının yüzde ağırlık (% W) olarak belirlenmesidir.

Bileşenlerin bulunma yüzdeleri o yörenin özelliklerine, iklimine, ekonomik yapısına v.s. bağlı olarak değişmektedir (Tabasaran, 1978). Kentsel katı atıklarda, tipik bileşenleri **Çizelge 2.2.**’ de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kentsel katı atıkların tipik kompozisyonu (Peavy ve diğ., 1985)

Madde Grupları	Yüzde Ağırlık (%)			
	Değer Aralığı	Tipik Değer	Davis, California*	Merida, Venezuela°
Yiyecek artıkları	6-26	14	8.3	27.4
Kağıt	15-45	34	35.8	15.5
Karton	3-15	7	10.9	13.0
Plastik	2-8	5	6.9	4.6
Tekstil	0-4	2	2.5	2.3
Lastik	0-2	0.5	2.5	0.4
Deri	0-2	0.5	0.7	1.3
Bahçe Atıkları	0-20	12	10.8	5.8
Odun	1-4	2	1.9	3.6
Çeşitli organikler	0-5	2	2.0	0.6
Cam	4-16	8	7.5	10.3
Teneke	2-8	6	5.1	8.3
Demirsiz metaller	0-1	1	1.6	0.1
Demirli metaller	1-4	2	2.2	1.2
Toz, kül, tuğla v.s.	0-10	4	1.3	5.6

* 5 yıllık periyot boyunca Ekim aylarında yapılan ölçüm sonuçları

° 3 yıllık periyot boyunca Temmuz aylarında yapılan ölçüm sonuçları

2.3.1.3 Nem içeriği

Katı atıkların nem içeriğinin bilinmesi diğer bertaraf yöntemlerinde olduğu gibi, özellikle yakma tesislerinin tasarımı ve işletilmesi için son derece önemlidir. Katı atıkların nem içeriği ıslak veya kuru maddenin birim hacim ağırlığı bazında tanımlanır (Peavy ve diğ., 1985). Katı atıkların nem içeriği ıslak veya kuru maddenin bazında ifade edilir (Toprak, 1998). Kentsel atıkların nem içeriği %15 ila %40 arasında değişmektedir. Bölgesel özelliklere ve sosyo-ekonomik yapıya bağlı olarak oldukça geniş bir aralığa sahip olan nem içeriğinin tipik değerı %20 olarak verilmektedir. **Çizelge 2.3.**'de kentsel katı atık bileşenlerinin nem içeriğine ait tipik değerler verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kentsel katı atık bileşenlerinin nem içeriğine ait tipik veriler

Madde Grupları	Yüzde Nem (%)	
	Değer Aralığı	Tipik Değer
Yiyecek artıkları	50-80	70
Kağıt	4-10	6
Karton	4-8	5
Plastik	1-4	2
Tekstil	6-15	10
Lastik	1-4	2
Deri	8-12	10
Bahçe Atıkları	30-80	60
Odun	15-40	20
Çeşitli organikler	10-60	25
Cam	1-4	2
Teneke	2-4	3
Demirsiz metaller	2-4	2
Demirli metaller	2-6	3
Toz, kül, tuğla v.s.	6-12	8
Kentsel katı atıklar	15-40	20

Katı atıklarda yaş kütleinin nem içeriği;

$$\text{Nem içeriği (\%)} = [(a - b) / a] * 100 \quad (2.1)$$

formülü ile hesaplanabilmektedir. Burada;

a = numunenin başlangıç ağırlığı

b = numunenin kurutmadan sonraki ağırlığı.

2.3.1.4 Birim hacim ağırlık

Katı atık yönetiminde, katı atıkların birim hacim ağırlığı toplama ve taşıma için çok önemlidir (Peavy ve diğ., 1985).

Katı atık üretiminin yüksek olduğu gelişmiş ülkelerde birim hacim ağırlığı düşüktür. Bunun nedeni atıklarda yüksek miktarda bulunan kağıt, plastik, cam gibi materyallerin geniş boşluk oranına ve düşük nem miktarına sahip olmasıdır. Katı atıkların yoğunluğu, iklime ve depolama zamanına göre değişir (Peavy ve diğ., 1985).

Çizelge 2.4.'de katı atıkların birim hacim ağırlıklarına ait tipik değerler verilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken konu, katı atığın sıkıştırılıp sıkıştırılmadığıdır. Kentsel katı atıkların yoğunlukları sıkıştırma işlemi sonunda 180 ila 450 kg/m³ arasındadır. Tipik değer ise 300 kg/m³'dür. Sıkıştırılmamış kentsel katı atıkların yoğunlukları da 90 ila 180 kg/m³ arasındadır. Tipik değer ise 130 kg/m³ olarak verilmektedir.

Çizelge 2.4. Katı atık bileşenleri ve karışımları için birim hacim ağırlıklarına ait tipik veriler (Peavy ve diğ., 1985)

Atık Tipleri	Birim Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	
	Değer Aralığı	Tipik Değer
Yiyecek artıkları	120-480	290
Kağıt	30-130	85
Karton	30-80	50
Plastik	30-130	65
Tekstil	30-100	65
Lastik	90-200	130
Deri	90-260	160
Bahçe Atıkları	60-225	105
Odun	120-320	240
Çeşitli organikler	90-360	240
Cam	160-480	195
Teneke	45-160	90
Demirsiz metaller	60-240	160
Demirli metaller	120-1200	320
Toz, kül, tuğla v.s.	320-960	480
Kentsel katı atıklar		
Sıkıştırılmamış	90-180	130
Sıkıştırılmış (sıkıştırma kamyonunda)	180-450	300
Depolama alanında (normal sıkıştırılmış)	350-550	475
Depolama alanında (iyi sıkıştırılmış)	600-750	600

2.3.1.5 Parçacık boyutu

Silindir şeklinde dönmekte olan kalbur ve manyetik ayırıcılar gibi atıkların mekanik ayırma metotlarında parçacık boyutları önemlidir. Ayrıca katı atığın geri kazanımı sırasında da atık kompozisyonundaki materyallerin parçacık boyutu önem taşımaktadır.

2.3.2 Kimyasal özellikler

Kimyasal kompozisyon, katı atıklardan enerji elde edilmesinde, geri dönüşümünde, yakılmasında ve bazı bertaraf işlemlerinde önemli bir parametredir.

Çizelge 2.5. Kentsel katı atıkların kimyasal özellikleri

Parametre	Değer (% ağırlık)	
	Aralık	Tipik değer
Nem içeriği	15-40	20
Uçucu madde	40-60	53
Sabit karbon	5-12	7
Yanamayan madde	15-30	20
Yanan madde	-	-
C	40-60	47
H	4-8	6
O	30-50	40
N	0.2-1	0.8
S	0.05-0.3	0.2
Kül	1-10	6

Katı atıkların ısı değeri, bırakacağı kalıntı ve enerji içeriklerine göre belirlenir. Başka bir deyimle birim katı atık miktarının yakılması neticesinde elde edilen enerji olarak da ifade edilebilir. Yakma sistemlerinin tasarımında kullanılan oldukça önemli bir parametredir.

Bir katı atığın kendi kendine yanabilmesi için ısı değeri 1500-2000 kcal/kg, ilave bir yakıtla yanabilmesi için gereken alt ısı değeri 950-1300 kcal/kg olmalıdır. Isı değerinin 1200 kcal/kg'ın altına düşmesi atığın ekonomik olarak yanmayacağını gösterir.

Ekonomik olarak yakılamayan katı atıkların yakma yöntemi ile bertaraf edilmesi zorlaşmaktadır. Eğer katı atıklar mecburen yakılmak zorunda kalınır ise bu durumda yüksek işletme maliyetleri ortaya çıkacaktır.

Çizelge 2.6. Kentsel katı atıkların ısı içerikleri

Bileşen	Isıl değer (10³kJ/kg)
Yiyecek	4.65
Kağıt	16.75
Karton	16.30
Plastik	32.60
Tekstil	17.45
Lastik	23.25
Deri	17.45
Bahçe atıkları	6.5
Ahşap	18.6
Cam	0.15
Al-kutu	0.70
Metal	-
Fe-metal	0.70
Kül ve cüruf	7

2.4 Katı Atıkların Yönetimi: Biriktirilmesi, Toplanması ve Taşınması

Katı atık yönetiminde amaç atıkların veya artıkların toprağa, suya ve havaya zarar vermeden, hayvan ve bitki nesillerini, doğal zenginlikleri ve ekolojik dengeyi etkilemeden sağlıklı şekilde depolanması, toplanması, taşınması ve arıtılması için verimli ve ekonomik bir hizmet sisteminin belirlenmesi, uygulanması ve geliştirilmesidir (Cossu, 1995).

Etkin ve verimli bir katı atık yönetiminde dört temel ve iki yardımcı alt sistem vardır.

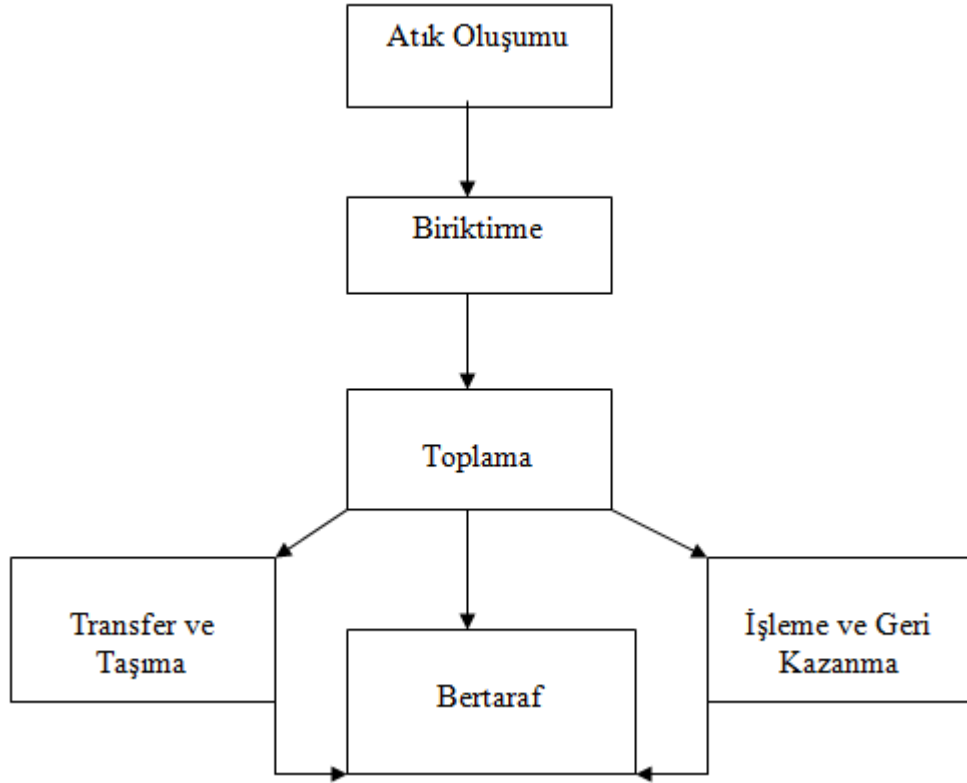
Temel alt sistemler;

- Katı atıkların biriktirilmesi
- Katı atıkların toplanması
- Katı atıkların taşınması
- Katı atıkların değerlendirilmesi ve bertarafı.

Yardımcı alt sistemler;

- Gerekli olan araç ve gereçler için tamir ve bakım tesisleri
- Bütçe kontrolü, maliyet hesapları, ücretler, yedek parça depolama, istatistiki bilgilerin sağlanması ve değerlendirilerek düzenlenmesi gibi çalışmaların yönetimi (Sorgun, 1988).

Katı atık yönetim sisteminin fonksiyonel elemanları **Şekil 2.1.**'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Katı atık yönetim sisteminin fonksiyonel elemanları

2.4.1 Katı atıkların biriktirilmesi

Katı atık biriktirme kaplarının büyüklükleri sokak genişlikleri, yol yapımının kalitesi ve standart hidrolik yüklemeli toplama vasıtalarının kapasitesine göre değişim göstermektedir (Papachristou, 1995). **Çizelge 2.7.**'de katı atıkların biriktirilmesi için kullanılan konteynerin tipleri ve boyutları verilmiştir.

Çizelge 2.7. Katı atıkların biriktirilmesi için kullanılan konteynerlerin tipleri ve boyutları (Peavy ve diğ., 1985)

Konteyner Tipi	Kapasite		
	Birim	Değer Aralığı	Tipik Değer
Küçük Kapasiteli			
Plastik veya metal (ofis tipi)	L	16-40	28
Plastik veya galvaniz metal	L	75-150	120
Varil:plastik, alüminyum veya fiber	L	75-250	120
Tekerlekli plastik konteynerler	L	300-380	340
Kullanılıp atılır tipte kağıt torbalar (standart sızdırmaya dayanıklı ve sızdırmaz)	L	75-210	120
Kullanıp atılır tipte plastik torbalar	L	50-150	120
Orta Kapasiteli			
Yandan üstten yüklemeli	m ³	0.75-9	3
Büyük kapasiteli			
Üstten açık, ağır yük konteyneri	m ³	9-38	27
Sabit sıkıştırıcı ile kullanılan	m ³	15-30	23
Kendi kendine sıkıştırma mekanizması olan	m ³	15-30	23
Üstten açık, teyler monteli	m ³	15-38	27
Kapalı, kendi kendine sıkıştırma mekanizması olan	m ³	15-30	27

2.4.2 Katı atıkların toplanması

Katı atıklarda toplama işlemi belediyelerde en önemli görevlerden birisidir ve belediyelerin harcamalarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Pickford, 1980).

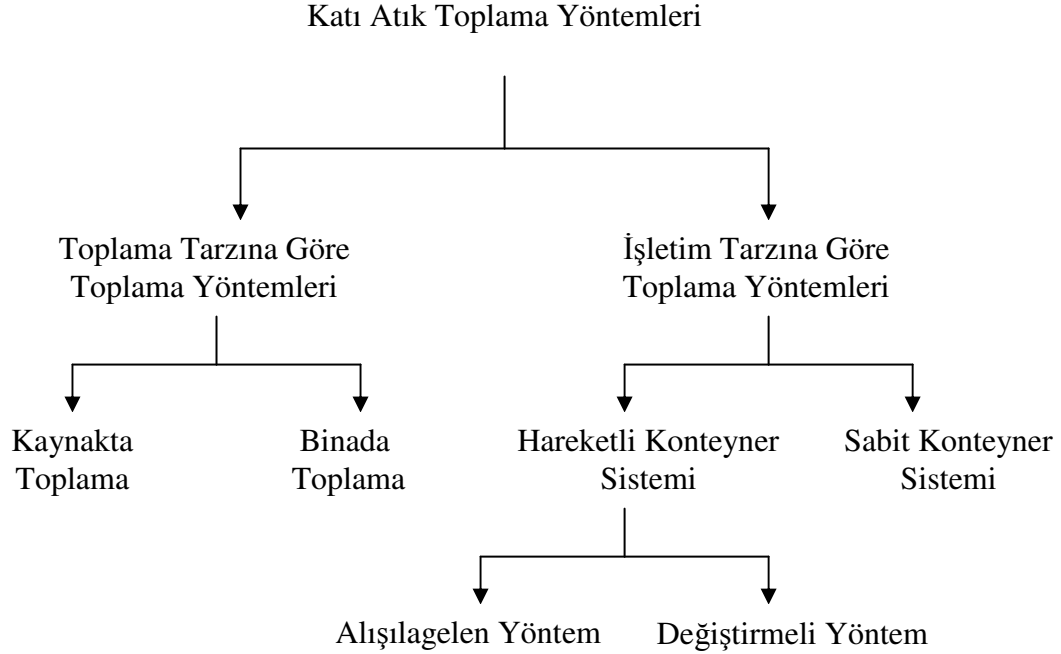
Katı atıkların toplanması ve taşınması maliyeti yaklaşık olarak, toplam maliyetin, %80' ini oluşturmaktadır (Karpuzcu, 1988). Bu hizmetin sağlıklı ve verimli olarak yapılması yanı sıra az masrafla yapılması büyük önem taşımaktadır (Pickford, 1980; Kocasoy, 1995). Katı atıkların toplama zaman aralığı ekonomik faktörlere, çöplerin üretim alanlarında biriktirilme olanaklarına, ayrıca çöp araçlarının sayısına bağlı olarak değişmektedir.

Katı atıkların toplandığı çöp bidonlarının sık sık dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Sağlık açısından bu durum önemlidir. Aksi takdirde birçok bulaşıcı hastalığın yayılmasına neden olur.

Kentsel katı atık toplama yöntemleri;

- İşletim tarzına
- Toplama tarzına

göre sınıflandırılabilir. Katı atık toplama yöntemleri **Şekil 2.2.**'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Katı atık toplama yöntemleri

Toplama tarzına göre çöp toplama işlemi, (1) kaynakta toplama ve (2) binalardan toplama olarak iki kısımda incelenebilir.

2.4.2.1 Kaynakta toplama

Evlerde ya da başka çöp kaynaklarında atık meydana geldiği an toplanmasını kapsar.

Kaynakta oluşan atıklar çöplerle beraber atılan torbalarda toplanabileceği gibi, sürekli kullanılan kaplarda da toplanabilmektedir. Şu anda kullanılmakta olan katı atık torbaları rutubete dayanıklı kağıttan ya da plastikten yapılmaktadır. Kullanılmakta olan bu torbalar evsel katı atıklar için 60-70 litrelik, sanayi atıkları içinse 110-120 litrelik hacimdedir (Erdin, 1988).

Çöpleri kullanıp atılabilen torbalarda biriktirmek pratik olmaktadır. Fakat bu amaçla kullanılan torbalar doğada parçalanmaması nedeniyle Batı Avrupa'da bu yöntemden vazgeçilmiştir. Çöplerin torba ile uzaklaştırılacağı zaman, bu amaçla seçilen torbaların doğada bozunabilen malzemeden yapılmasına dikkat edilmelidir.

Çöplerin toplanması ister torbada isterse kapta yapılsın kağıt, cam v.s. gibi geri kazanılabilecek malzemelerin değerlerini kaybetmemeleri için ayrı ayrı toplanması gerekmektedir (Curi, 1988).

2.4.2.2 Binalardan toplama

Evlerde ve farklı bölgelerde biriktirilen çöplerin toplanması, çöpleri kapıdan almak ya da konteynerlere boşaltmak gibi iki farklı yöntemle yapılabilmektedir. Katı atık hacmini azaltmak için büyük binalarda katı atık kompaktörleri (sıkıştırıcıları) kullanılabilir.

Çinli Postacı ismi verilen atıkları kapıdan toplama şeklindeki sistemde, atıklar belirli gün ve saatlerde kapının önüne konulur ve bırakıldıkları yerlerden belediyelerin temizlik vasıtaları ile toplanır. Toplama işleminde maliyeti azaltmak için toplama süresini ve vasıtanın kat ettiği mesafeyi en aza indirmek gerekmektedir. Toplama işlemi ticari bölgelerde her gün, meskenlerde ise an az haftada iki kere yapılmalıdır (Kocasoy, 1990).

Seyyar Satıcı ismi verilen atıkları konteynerlerle toplamak şeklindeki sistemde ise şehrin belirlenmiş noktalarında bulunmakta olan konteynerlere boşaltmak esas olmaktadır (Curi, 1990).

Konteyner sisteminde (1) hareketli konteyner sistemi (HKS) ve (2) sabit konteyner sistemi (SKS) kullanılmaktadır.

- Hareketli Konteyner Sistemi (HKS):

Bu sistemde boş olan konteyner önceden belirlenmiş bir yere bırakılır, atık ile dolduktan sonra arkası boş olan kamyondaki kaldırma sistemi ile kamyonun arka tarafına yüklenir ve uzaklaştırılır. Boşalan konteyner aynı noktaya getirilerek, yeniden kullanıma bırakılır. Konteynerin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için hacmi belirli bir değerin üzerine çıkmamalıdır (Toprak, 1998).

Tek büyük ve üzeri kapalı konteyner çok fazla miktarda katı atık toplama bidonlarının meydana getirdiği hijyenik ve estetik sorunları ortadan kaldırır ve yükleme boşaltma zamanını minimuma indirir.

HKS toplama hattında bir konteyner için bir kamyon ve bir sürücü gerekmektedir.

- Sabit Konteyner Sistemi (SKS):

Bu sistemde toplama kasası ya da konteyneri araca sabit olan kamyonlar kullanılır. Küçük kaplar el ile ya da mekanik olarak kasaya boşaltılır. Aracın kasası dolduktan sonra atık bertaraf ünitesine götürülür. Araç geri döner ve toplama işlemine devam eder.

Ağır endüstriyel atıklar için uygun değildir. Sıkıştırılmalı kamyonlardan ibaret olan SKS'nde konteyner büyüklüğü ve verimi HKS'ndeki kadar kritik değildir. Küçük toplama kaplarının kullanımı ile yüklemede kolaylık sağlanır ve işletmeye elastikiyet kazandırılır. Yüksek üretim hızına sahip atıklar çok sayıda kap gerektirdiğinden alan sorunu yaratabilir. Kamyon kasasının sıkıştırılmalı olması tercih edilmelidir. SKS sistemi için bir sürücü ve bir yükleyici gerekmektedir (Toprak, 1998).

2.4.3 Katı atıkların taşınması ve transferi

Katı atık toplama aracı olarak; kapalı sıkıştırılmalı ya da sıkıştırmasız, 1-4 m³ kapasiteli römork yada standart sıkıştırılmalı hidrolik yüklemeli 4-12 m³ kapasiteli kamyonlar kullanılmaktadır (Gökbulut, 1997).

Taşıma araçlarının sahip olması gereken özellikler;

- Boşaltmadan dolayı toz oluşmamalı ve kabın döküldüğü bölgede meydana gelen tozları emip, uzaklaştıran bir vakum cihazı ile donatılmalıdır.

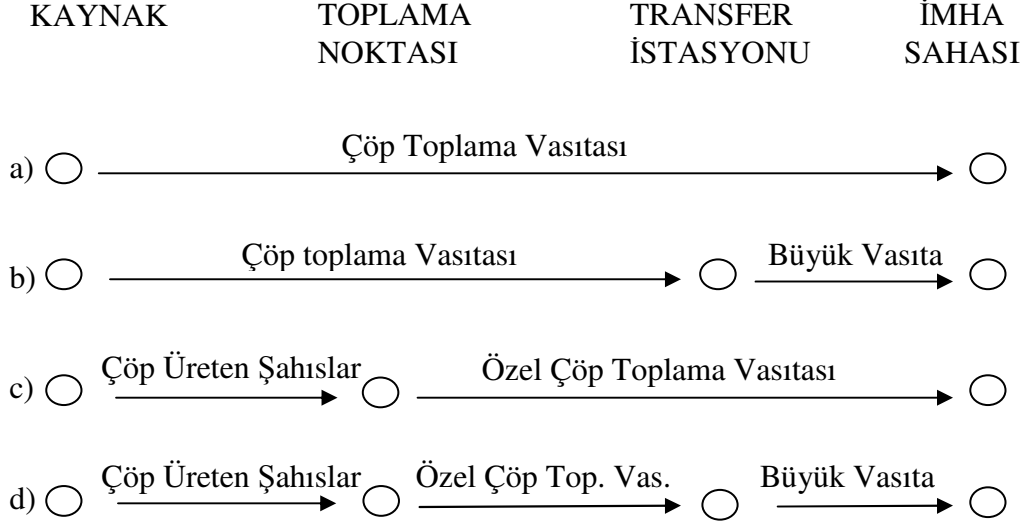
- Boşaltma sahanlığı alçak olmalıdır.

- Yükleme bölgesi ve araç içi kolayca yıkanıp, dezenfekte edilmelidir.

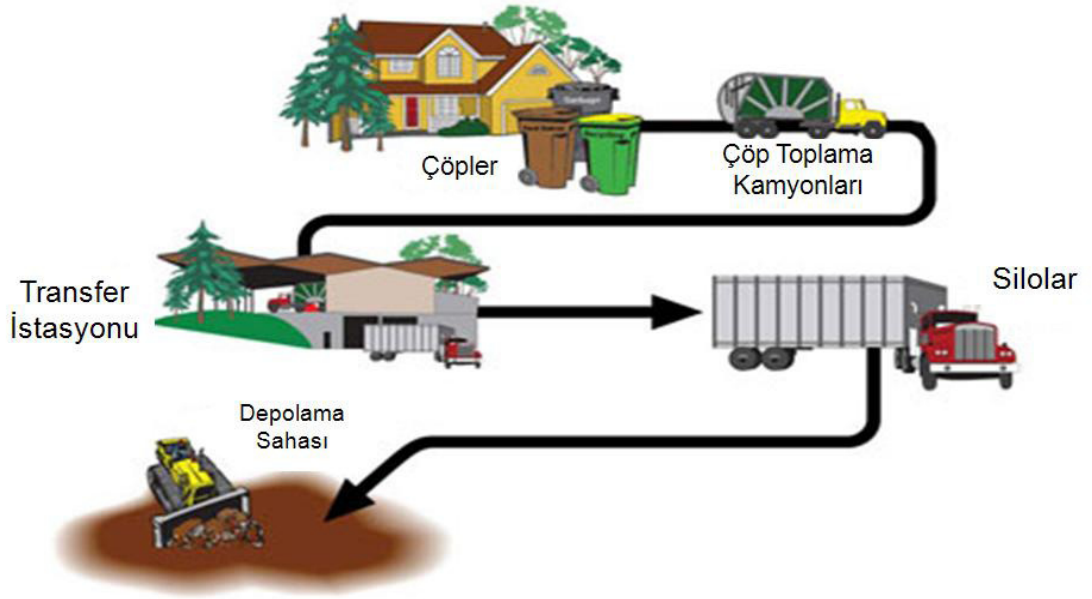
- Taşıma araçları katı atıklardan çıkan suları damlatmamalıdır.

Toplanan katı atıkların taşınma mesafesi 10-15 km'yi geçiyor ise araçların 8 saatlik vardiye zamanında yaptığı sefer sayısı azalmakta ve birim toplama/taşıma masrafları artmaktadır. Bu nedenle taşıma işlemi ekonomik açıdan büyük hacimli kamyonlarla yapılmalıdır. Katı atıklar küçük kapasiteli toplama araçlarıyla toplanmalı; transfer istasyonuna getirilmeli, buradan 20-40 m³ hacimli büyük taşıma araçlarına aktarılıp, katı atık tesisine götürülmelidir (Curi, 1990; Papachristou, 1995).

Katı atıkların kaynaktan imha sahasına taşınmasında kullanılan dört ana sistem vardır.



Şekil 2.3. Çöp taşıma ve transfer sistemleri (Curi, 1990)



Şekil 2.4. Katı atık toplama ve taşıma işleminin şematik ifadesi

Transfer istasyonlu sistemin avantajları;

- Taşıma masrafı düşer,
- Katı atık taşıma işleminde temizlik işçilerinin verimsiz çalışma saati azalmış olur,
- Trafiğin azalması sağlanır,
- Katı atık toplama araçlarının şehir içinde daha uzun süre görev yapmalarını sağlar.

Transfer istasyonlu sistemin dezavantajları ise;

- Transfer istasyonu tesis masrafı,
- Transfer istasyonu bakım ve işletme masrafı
- Transfer istasyonundan depolama alanına gidecek araçların satın alma ve işletme masraflarıdır (Curi, 1990).

2.5 Katı Atık Toplama-Taşıma Sistemlerinin Optimizasyonu

2.5.1 Katı atıkların üretim hızları

Üretim hızını; coğrafik konum, mevsim, toplama sıklığı, toplumun sosyo-ekonomik yapısı, belediyelerin geri kazanım uygulamaları etkiler.

Coğrafik yapı beldenin iklim yapısını belirler. Ilıman iklimli beldelerde park ve bahçelerinden kaynaklanan atık miktarı fazladır. Sebze ve meyvelerin büyüme zamanında ortaya çıkan atık miktarı diğer dönemlere göre farklılık gösterir. Eğer toplama sıklığı fazla ise ortaya çıkan atık miktarı da daha fazla olacaktır. Az miktarda çöp toplama kabına sahip olan atık üretici gazete ve diğer bazı maddeleri evinde depolayacaktır. Farklı durumla, atıklar sık toplanıyorsa bunları atma eğilimine sahip olacaktır. Oluşan atık miktarı aynıdır ama toplanan atık miktarı sık toplama sistemi için daha fazladır. Nüfusun zengin kısmın bahçeli evleri olduğundan bahçe atıklarının miktarı artacaktır. Belediyeler geri kazanım yapıyorlarsa toplanan atık miktarı azalacaktır. Doğal kaynakların korunumuna yönelik eğitim programları halkın atık oluşturma alışkanlıklarını etkileyecektir.

İşleme tabi tutulacak katı atıkların kaynaklarının ve bileşenlerinin bilinmesi yanı sıra, aynı öneme sahip olan birim üretim hızının da saptanması gerekmektedir. Katı atıkların birim üretim hızları (kg/kişi.gün) olarak ifade edilir ve aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir.

$$q = \frac{M}{(n_{\text{konut}}) (N)} \quad (2.2.)$$

q = Birim üretim hızı (kg/ kişi.gün)

M = Toplam katı atık miktarı (kg/ hafta)

n_{konut} = Konut sayısı (konut)

N = Bir konutta oturan kişi sayısı (kişi/konut)

Çizelge 2.8., Çizelge 2.9., ve Çizelge 2.10.'da ise tipik üretim hızları verilmiştir.

Çizelge 2.8. Tipik üretim hızları (Toprak, 1998)

Kaynak	Birim üretim hızı (kg/kişi.gün)	
	Aralık	Tipik değer
Kentsel	0.75-2.50	1.60
Endüstriyel	0.40-1.60	0.90

Çizelge 2.9. Tipik üretim hızları (Toprak, 1998)

Kaynak	Üretim hızı	Birim
İş merkezleri	0.5-1.1	kg/personel.gün
Restoranlar	0.2-0.8	kg/ziyaretçi.gün
Konserve fabrikası	0.04-0.06	ton/ton ürün
Matbaa	0.08-0.10	ton/ton kağıt
Otomotiv	0.6-0.8	ton/araç
Rafineri	0.04-0.05	ton/personel.gün
Lastik fabrikası	0.01-0.30	ton/ton hammadde

Çizelge 2.10. Tipik üretim hızları (Toprak, 1998)

Kaynak	Birim üretim hızı (kg/kişi.gün)
Kentsel	1.84
Endüstriyel	0.84
Kurumsal	0.11
Hafriyat/inşaat	0.30
Cadde temizliği	0.11
Parklar/plajlar	0.08
Atıksu arıtma tesisi	0.20

Birim üretim hızlarının saptanmasında üç yöntem kullanılmaktadır;

- Yükleme sayısı
- Ağırlık-hacim analizi
- Madde denge analizi

2.5.1.1 Yükleme sayısı

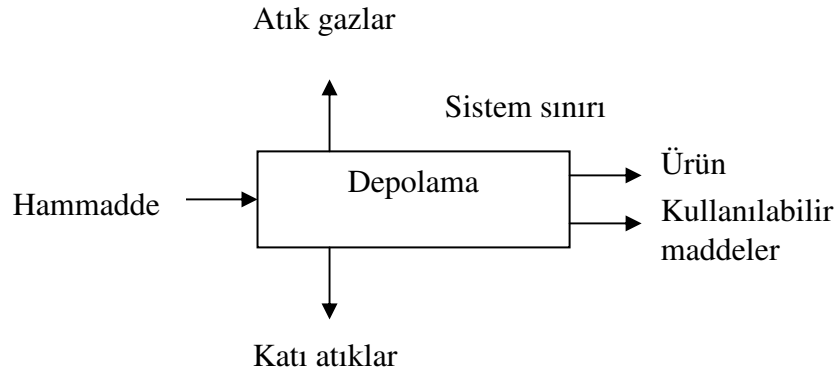
Bu yöntemde her yükleme sayısı kaydedilir ve yüklemede kullanılan araç özellikleri belirli bir zaman periyodu için saptanır ve ağırlık değerleri kaydedilir.

2.5.1.2 Ağırlık-hacim analizi

Toplama işlemini yapan vasıtaların atıkları bertaraf ünitesine dökülmeden önce tartılır. Araçların hacimleri ve kaç konuta hizmet ettikleri saptanır. Birim üretim hızı benzer şekilde hesaplanır.

2.5.1.3 Madde dengesi

Özel bir durum karşısında uygulanmaktadır. Büyük bir belde için uygulanması kolay değildir. İlk önce sistemin sınırları çizilir ve bu sınıra giren ve çıkan unsurlar belirlenir. Bu unsurların birim hızları hesaplanır. Son olarak, bu kütle dengesi kullanılarak üretilen atıkların miktarları bulunur. Madde dengesi için akım şeması **Şekil 2.5.**'de verilmiştir.



Şekil 2.5. Madde dengesi için genel akım şeması (Toprak, 1998)

2.5.2 Katı atıklara kaynağında uygulanan işlemler

Katı atıklara uygulanan işlemlerde amaç; hacmi azaltmak, fiziksel yapıyı değiştirmek ve kullanılabilir maddeleri geri kazanmaktır.

2.5.2.1 Öğütme

Çoğunlukla ABD'nde evlerde kullanılan mutfak öğütücüleri yemek artıklarını parçalara ayırarak kanalizasyon sistemine verir. Bu sistem ile toplanan katı miktarı azalırken kentsel atıksu arıtma tesisine organik madde yükü fazlalaşır. Katı atıkların organik madde içeriği azaldığı için bunların bertarafında kompostlaştırma işleminin uygulanabilirliği ortadan kaybolur.

2.5.2.2 Ayıklama

Gazetelerin, ambalaj atıklarının, alüminyum kutuların ve cam şişelerin evlerde kaynağında ayıklanması ile ekonomik değeri olan bu maddelerin geri kullanımı sağlanabilir. Toplanan katı atık miktarı azalmaz fakat depolama, yakma gibi bertaraf sistemlerine verilecek atık miktarında azalma olur. Bu ayıklama işlemi için ayrı bir toplama sistemi planlanmalıdır.

Mevcut sistemde yapılmakta olan toplama işlemi çöp alanlarında yapılan ayıklama ile sokak alanlarında yapılan ayıklamaya dayanmaktadır. Bu nedenle belediyeler ve özel sektör işbirliği yapmalı ve atıkları kaynağında ayrı toplayacak bir sistem oluşturmaları gerekmektedir.

2.5.2.3 Sıkıştırma

Evlerde oluşan katı atıkların sıkıştırılması amacı ile farklı ekipmanlar kullanılmaktadır. Bu sıkıştırıcılar ile hacimde %70 oranında azalma olabilmektedir.

Hesaplamalarda gerekli olan eşitlikler aşağıda verilmiştir.

Bileşenlerin hacimleri:

$$V_i = m_i / \gamma_i \quad (2.3)$$

V_i = i bileşeninin hacmi (m^3)

m_i = i bileşeninin ağırlığı (kg)

γ_i = i bileşeninin yoğunluğu (kg/m^3)

Katı atık örneğinin toplam hacmi:

$$V_{\text{toplam}} = \sum_{i=1}^n V_i \quad (2.4)$$

Sıkıştırılabilir bileşenlerin toplam ağırlığı:

$$M_{\text{Sıkıştırılabilir}} = M_{\text{Toplam}} - M_{\text{Sıkıştırılmaz}} \quad (2.5)$$

Sıkıştırılmış katı atığın hacmi:

$$V_{\text{Sıkıştırılmış}} = M_{\text{Sıkıştırılabilir}} / \gamma_{\text{Sıkıştırılmış}} \quad (2.6)$$

Sıkıştırılabilir bileşenlerin toplam hacmi:

$$V_{\text{Sıkıştırılabilir}} = V_{\text{Toplam}} - V_{\text{Sıkıştırılamaz}} \quad (2.7)$$

Sıkıştırılabilir maddeler için hacim azalması:

$$\Delta V = (V_{\text{Sıkıştırılabilir}} - V_{\text{Sıkıştırılmış}}) / V_{\text{Sıkıştırılabilir}} \quad (2.8)$$

Tüm bileşenleri içeren katı atıkta sıkıştırma sonrası hacim azalması:

$$\Delta V = [V_{\text{Toplam}} - (V_{\text{Sıkıştırılamaz}} + V_{\text{Sıkıştırılmış}})] / V_{\text{Toplam}} \quad (2.9)$$

Evlerde bulunan sıkıştırma araçları ile sıkıştırılmış katı atıklar, depolama veya kompostlaştırma gibi işlemler için mekanik olarak bileşenlerine ayrılacak ise, bu atıkların bertaraf işleminden önce tekrar ayrılmaları gerekir. Bu işlem üretkenlik bakımından olumsuz etkiye sahiptir ve yiyecek atıklarının bünyesindeki su sıkıştırma işlemi ile kağıt ve benzeri geri kazanılabilir malzemelerin kalitesini bozacaktır.

2.5.3 Toplama işlemi analizi

Farklı toplama sistemleri ve yöntemleri için gerekli araç ve personel sayısının saptanmasında her bir sistemin birim bertaraf zamanı dikkate alınmalıdır. Katı atıkların toplanması işlemi dört kademede gerçekleştirilir. Bunlar alma, taşıma, bertaraf yerinde boşaltma ve dönmedir.

2.5.3.1 Alma (P)

Alışlagelen işletim moduna sahip olan Hareketli Konteyner Sistemi (HKS) için alma süresi, bir boş konteyner doldurulduktan sonra bir sonraki konteynere ulaşım için geçen süreyi, dolu konteynerin alımı için geçen süreyi ve boşaltıldıktan sonra yerine getirilmesi için geçen süreyi kapsar. Değiştirmeli işletim moduna sahip HKS için ise, kapasitesi dolmuş konteynerin alımı ve boşaltımı için geçen süreleri içerir. Sabit Konteyner Sistemi (SKS) için, toplama kaplarının kamyonlara boşaltılması için geçen süredir.

2.5.3.2 Taşıma (h)

HKS için, bertaraf tesisine ulaşım ve boş olan konteynerin eski yerine bırakılması için dönüş sürelerini kapsar. Fakat bertaraf tesisinde geçen zamanı içermez. SKS için

ise, kamyon kapasitesini doldurduktan sonra bertaraf alanına gidişi ve bir sonraki güzergaha dönüş zamanını kapsar. Bertaraf alanında geçen zamanı içermez.

2.5.3.3 Bertaraf yerinde boşaltma (s)

Bertaraf sahasında boşaltma için geçen süreyi kapsar. Bu kısım ölü zaman olarak da ifade edilebilir. Konteynerin (HKS) veya kamyonun (SKS) bertaraf ünitesinde boşaltılması kamyonun ve lastiklerinin yıkanması için geçen zamanı içerir.

2.5.3.4 Dönme (w)

Toplama işlemini gerçekleştirmek üzere, bertaraf sahasından konteyner noktasına (HKS) veya güzergaha (SKS) ulaşım için geçen zamandır. Dönme süresi; iş başında ve sonunda kayıt ve kontrol, ilk seferde ilk alma noktasına gidiş ve son seferde en son alma noktasından gidiş dönüş, trafik sıkışıklığında bekleme, bakım ve onarım faaliyetleri gibi gerekli süreleri olduğu kadar; öğle yemeği için zamanın aşılması, çay ve kahve molaları, çevredeki kişilerle yapılan diyaloglar gibi unsurları da kapsamaktadır.

2.5.3.5 HKS için toplama işlemi analizi

Her sefer için gerekmede olan zaman aşağıdaki denklem ile ifade edilir;

$$T_{HKS} = (P_{HKS} + s + h) / 1-w \quad (2.10)$$

Burada;

T_{HKS} = HKS için birim sefer süresi (saat/sefer)

P_{HKS} = HKS için birim sefer başına alma süresi (saat/sefer)

s = Birim sefer için bertaraf yerinde geçen süre (saat/sefer)

h = Birim sefer için taşıma süresi (saat/sefer)

w = dönme süresi faktörü (0.15 – 0.25; tipik değer 0.15)

Taşıma süresi ise aşağıdaki ifade ile tanımlanmaktadır.

$$H = a + (b)(x) \quad (2.11)$$

Burada;

h = Toplam taşıma süresi (saat/sefer)

a = Ampirik sabit (saat/sefer)

b = Ampirik sabit (saat/km)

x = Gidiş – dönüş taşıma mesafesi (km/sefer)

a ve b kat sayıları **Çizelge 2.11.**'de verilmiştir.

Çizelge 2.11. (a) ve (b) Katsayıları

Hız kısıtı (km/saat)	a (saat/sefer)	b(saat/km)
40	0.050	0.025
56	0.034	0.018
72	0.022	0.014
88	0.016	0.011

$$P_{HKS} = pc + uc + dbc \quad (2.12)$$

pc = Dolu konteynerin alımı için geçen süre (saat/sefer)

uc = Boş konteynerin bırakılması için geçen süre(saat/sefer)

dbc = Konteyner konumları arasında seyahat için geçen süre (saat/sefer)

HKS sisteminde bir toplama aracının bir günde yapacağı sefer sayısı aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$N_d = (1-w) (H) / [P_{HKS} + s + a + (b)(x)] \quad (2.13)$$

Burada;

N_d = Günlük sefer sayısı (sefer/gün)

H = Günlük çalışma süresi (saat/gün)

Uzun mesafe söz konusu ise, gün başına bertaraf alanından, gün sonunda ise bertaraf yerine yapılan seyahatler için geçen zaman çalışma süresine eklenmez. Bu durumda (w) düzeltilmelidir.

Eğer bir haftada boşaltılacak konteyner sayısı belli ise, haftalık süre aşağıdaki denklem ile bulunmaktadır.

$$D_w = [P_{HKS} + s + a + (b)(x)] / (1 - w)(H) \quad (2.14)$$

Burada;

D_w = Haftalık süre (gün/hafta)

Eğer haftalık sefer sayısı bilinmiyorsa, aşağıdaki denklem ile hesaplanır;

$$N_w = V_w / (c)(f) \quad (2.15)$$

Burada;

N_w = Haftada yapılan sefer sayısı (sefer/hafta)

V_w = Haftalık katı atık üretim hızı (m^3 /hafta)

c = Konteyner kapasitesi (m^3 /sefer)

f = Ağırlık ortalamalı konteyner kullanım faktörü

2.5.3.6 SKS için toplama işlemi analizi

Mekanik yüklü kamyonlar için birim sefer süresi ve birim sefer başına alma süresi aşağıdaki denklemlerle ifade edilir;

$$T_{SKS} = P_{SKS} + s + a + (b)(x) / (1 - w) \quad (2.16)$$

$$P_{SKS} = (C_t)(uc) + (n_p - 1)(dbc) \quad (2.17)$$

Burada;

P_{SKS} = SKS için birim sefer başına alma süresi (saat/sefer)

C_t = Sefer başına boşaltılan toplama kabı sayısı (adet/kap)

n_p = Sefer başına alma bölgesindeki kap sayısı (bölge/sefer)

dbc = bölgeler arasındaki seyahat için geçen süre (saat/bölge)

Her seferde boşaltılacak kap sayısı toplama aracının hacmi ve uygulanan sıkıştırma oranı ile ilgilidir. Bu sayı aşağıdaki denklem ile hesaplanır;

$$C_t = (v)(r) / (c)(f) \quad (2.18)$$

Burada;

v = Toplama aracının hacmi (m^3 /sefer)

r = Sıkıştırma oranı

c = Kap hacmi (m^3 /kap)

f = Ağırlık ortalamalı kap kullanım faktörü

Her hafta için gerekli olan sefer sayısı ise aşağıdaki denklem ile ifade edilir;

$$N_w = V_w / (v)(r) \quad (2.19)$$

Burada;

V_w = Haftalık katı atık üretim hızı (m^3 /hafta)

El ile yüklemeli kamyonlarda günlük çalışma süresi (H) ve günlük sefer sayısı biliniyorsa, alma işlemi süresi aşağıdaki denklem ile ifade edilir.

$$H = (N_d)[P_{SKS} + s + a + (b)(x)] / (1 - w) \quad (2.20)$$

Sefer başına alma süresi biliniyorsa, her seferde toplama bölgesi sayısı hesaplanabilir;

$$N_p = (60)(P_{SKS})(n) / t_p \quad (2.21)$$

Burada;

N_p = Sefer başına alma bölgesi sayısı (bölge/sefer)

60 = dakika / saat

P_{SKS} = Sefer başına alma süresi (saat/sefer)

n = toplayıcı işçi sayısı

t_p = Birim alma süresi(işçi-dakika/bölge)

t_p aşağıdaki denklem ile ifade edilir;

$$t_p = 0.72 + (0.18)(C_n) + (0.014)(PRH) \quad (2.22)$$

Burada;

C_n = Her bölgedeki kap sayısı (kap/bölge)

PRH =Kapların evden alınma yüzdesi (%)

Haftada bir kez olarak kaldırımdan toplama yapılıyorsa, 1 ve 2 kap için $t_p = 0.55$ işçi-dakika/bölge, 3 ve daha fazla kap için ise $t_p = 0.92$ işçi-dakika/bölge olarak alınabilir.

2.5.3.7 Toplama güzergahları

Ekipman ve işgücü belirlendikten sonra, bunların verimli şekilde kullanılmasını sağlayacak toplama güzergahlarının çıkarılması gerekir. Optimum güzergahın bulunması işlemi bir deneme-yanılma yöntemi gerektirir.

Güzergah çıkarma işleminde şunlara dikkat edilir;

- Toplama noktası ve sıklığı ile ilgili mevcut politika ve düzenlemeler belirlenmelidir.
- Ekip sayısı ve araç tipi belirlenmelidir.
- Güzergahın topografik ve fiziksel özellikleri göz önünde tutularak, güzergahın başlangıç ve bitiş noktaları belirlenmelidir.
- Engebeli bölgelerde güzergahın başlangıç noktası tepede olmalı ve aşağıya araç doldukça inmelidir.
- En son boşaltılacak konteyner bertaraf alanına yakın olmalıdır.
- Trafiğin yoğun olduğu bölgelerde güzergahın katı atıkları günün erken saatlerinde toplanmalıdır.
- Fazla miktarda katı atık çıkaran kaynaklara günün başlangıcında servis götürülmelidir.
- Az miktarda katı atık toplanılan dağınık alma noktalarına servis bir seferde veya aynı günde götürülmelidir.

2.5.3.8 Güzergahların çıkarılması

Toplama güzergahlarının çıkarılması dört basamaktan oluşur. Bunlar;

- Katı atık oluşturan kaynaklar ile ilgili bilgileri içeren haritanın hazırlanması
- Veri analizi
- Alternatif güzergahların çıkarılması
- Deneme-yanılma yöntemi ile optimum güzergahın belirlenmesidir.

Haritanın hazırlanması:

Katı atıkları toplanacak yerleşim bölgesini gösterir. Nispeten büyük ölçekli bir harita üzerinde her bir alma noktası için; konum, kap sayısı, toplama sıklığı, her birim için toplanacak katı atık miktarının tahmini değeri belirlenmelidir. Alanın büyüklüğüne ve alma noktası sayısına bağlı olarak, alan fonksiyonel arazi kullanım alanlarını belirten kare ve dikdörtgen parçalara ayrılmalıdır. 20 ile 30 alma noktasından daha az

noktalara sahip bölgeler için bu işleme gerek yoktur. Büyük bölgeler daha küçük alanlara ayrılmalıdır.

Veri analizi:

HKS için; her bir aynı toplama sıklığına sahip olacak alma bölgesi sayısı çizelgenin 1. ve 2. kolonlarında özetlenir. Ve her gün aynı sıklıkta toplanacak kap sayısı belirlenir (4. – 8. kolonlar). Bu bilgiler ile güzergah çıkarılır. **Çizelge 2.12.**'de Veri analizi tablosu verilmiştir.

SKS için; toplama işleminin yapılacağı her gün servis götüren bölgelerden alınacak katı atık hacmi hesaplanır.

Çizelge 2.12. Veri analizi tablosu

Toplama/hafta (1)	Alma noktası sayısı (2)	Sefer/hafta (2)	Bir günde boşaltılan kap sayısı				
			Pzt.	Salı	Çrş.	Prş.	Cuma
1							
2							
3							
4							
5							
Toplam							

Alternatif güzergah çıkarılması:

HKS için; bertaraf alanından veya araçların park ettiği yerden başlayarak, bu yere en yakın başlama ve bitişi sağlayan toplama güzergahı çizilir. Toplama işleminde, trafik şartları, aktivite tipi ve benzeri konular dikkate alınmalıdır.

SKS için; her gün izlenecek güzergahlar belirlenir.

Deneme-yanılma yöntemi ile en uygun güzergahın belirlenmesi:

HKS için; güzergahlar çıkarıldıktan sonra, kaplar arasındaki gidilecek ortalama mesafe hesaplanmalıdır. Eğer güzergahlar dengesiz ise, her biri aynı mesafeye sahip olacak şekilde yeniden düzenlenmelidir. Her güzergah hakkında kesin karar vermeden önce bir kez denenmelidir. Şayet birden fazla toplama aracı gerekli ise, her bir fonksiyonel kullanım alanı için toplama güzergahları çıkarılmalı ve her bir sürücü için iş yükü dengelenmelidir.

SKS için; toplama güzergahları belirlendikten sonra, gerçek konteyner yoğunluğu ve her bir güzergah için taşıma mesafeleri belirlenmelidir. Bu veriler kullanılarak, günlük iş gücü gereksinimi günlük çalışma süresine göre kontrol edilmelidir. Bazen iş gücünü dengelemek için güzergahların yeniden düzenlenmesi gerekebilir. Güzergahlar belirlendikten sonra master planı üzerinde işaretlenmelidir.

Master Program:

Her bir toplama güzergahı için master programı düzenlenmelidir. Bu program belediyeler tarafından uygulanmalıdır. Bölgenin konumunu ve her alma noktasını gösteren program da hazırlanmalı ve bu alt program sürücülere verilmelidir.

2.5.4 Taşıma işlemi analizi

Taşıma işlemi farklı toplama sistemleri ile birlikte başarıyla uygulanabilir. Taşıma işlemini cazip kılan faktörler;

- Yasal olmayan dökme,
- Atık miktarının fazla olması,
- Düşük kapasiteye sahip toplama kamyonlarının kullanılması,
- Bertaraf ünitesinin toplama güzergahlarından uzak olması,
- Düşük yoğunluklu yerleşim alanlarının varlığı,
- Ticari kaynaklardan oluşan katı atıkların toplanmasında orta büyüklükteki toplama kaplarının büyük ölçüde kullanılması,
- Hidrolik toplama sistemlerinin kullanılmasıdır.

2.5.5 Transfer istasyonlarının konumu

Transfer istasyonları aşağıdaki özelliklere sahip bir yerde seçilmelidir. Ayrıca, transfer istasyonu alanında geri kazanılabilir madde ayrımı veya enerji üretimi uygulanacak ise, bu amaçlara yönelik ön planlama ve yatırım da uygulanmalıdır;

- Ayrık toplama alanlarının ağırlık merkezinde olmalıdır.
- Ana ulaşım arterlerinin yakınında olmalıdır.
- Çevresel soruna sebep olmayacak konuma sahip olmalıdır.
- İlk yatırım ve işletme maliyetleri en az olacak şekilde konumlandırılmalıdır.

2.5.6 Sistem analizi

Kentsel katı atık toplama ve taşıma sistemlerinin optimizasyonunda, sistem analizi, işletim araştırması, sistem benzeşimi ve modelleme gibi yöntemler uygulanmaktadır.

Sistem analizi, belirli bir amaca ulaşabilmek için uygun bağıntıların, yöntemlerin, elemanların seçimi ile ilgilidir. Bu ifade geneldir ve çok değişik amaçlar için geçerlidir. Örneğin; sistem analizi katı atık toplama sistemlerinin tasarımı veya ihtiyaç duyulan araç ve ekipmanların seçimi için uygulanabilir. İncelenen sistemin yapısına bağımlı olarak, işletim araştırması ve benzeşim gibi analiz teknikleri oldukça geniş uygulama alanı bulmaktadır. Tüm bunlarla birlikte, bu analiz teknikleri bazı belirli özelliklere sahiptir.

İşletme araştırması; herhangi bir organize sistemin işletimi ile ilgili olan karar aşamasına bilimsel bir yaklaşımdır. Daha ayrıntılı bir tanım aşağıdaki bileşenleri içerir;

- Problemin formülasyonu
- Sistemi temsil edecek matematik modelin kurulması
- Modelden bir çözüm çıkarılması
- Modelin ve modelden çıkarılan sonucun sınanması
- Kontrol mekanizmalarının geliştirilmesi
- Çözümün uygulanması

Benzeşim ise; incelenen sistemin davranışını ifade etmek için kullanılan fiziksel, analog veya sembolik modellerle ilgili çalışmalar olarak tanımlanır. Sistemin işletiminin benzeşiminde sistem ile ilgili kestirimlerde bulunmak, araçların tipinde, güzergahlarda, transfer ve bertaraf yerlerinde oluşabilecek değişmelerinin etkilerini incelemek olasıdır. Bir model; nesneler, olaylar, yöntemler, sistemler gibi bileşenlerin tanımlanmasında kullanılır. Modeller analog, ikonik, sembolik olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Analog modellere içme suyu dağıtım şebekesinin modellenmesinde kullanılan elektriksel modeller; ikonik modellere bir hidrolik kanalın laboratuvar ölçekli modelleri ve sembolik modellere ise katı atık toplama sistemlerinin analizinde kullanılan modeller örnek gösterilebilir.

2.5.7 Mevcut sistemin iyileştirilmesi ve modifikasyonu

Mevcut sistemin iyileştirilmesinde amaç, mevcut toplama işlemlerinin ve ekipmanlarının veriminin artırılmasıdır. Genellikle bu işlem, elde bulunan sistemin

ve önerilen diğer sistemin maliyetlerinin kıyaslanması bazında yürütülür. Toplama sistemlerinde, ekonomi, toplama güzergahlarının analizi ve yeniden organizasyonu ile sağlanır.

Mevcut sistemin modifikasyonunda ise amaç, elde olan sistemi teknolojik ve işletim değişiklikleri ile yenilemektir. Mesela, bir metropol saha içindeki yerleşim yerinin atıklarının taşınması işlemi demiryolu ile yapılıyorsa, toplama maliyetini azaltmak için mevcut toplama güzergahları modifiye edilmek zorundadır.

2.5.8 Yasal düzenlemeler

Katı atıkların yönetimi belediyelerin karşı karşıya olduğu sorunların en önemlilerinden birisidir. Belediyeler her yıl bütçelerinin yaklaşık üçte birini temizlik hizmetini gerçekleştirmek amacı ile harcanmaktadırlar. Fakat nitelikli bir temizlik hizmeti sunulamamaktadır. Bunun sebebi katı atık yönetimi konusunda merkezi ve yerel yönetimler arasında idari ve teknik anlamda gerekli eşgüdümün yaratılmamasıdır.

2872 sayılı Çevre Yasası'nın yürürlüğe girmesinin ardından, sekiz yıl sonra çıkarılan “Katı Atıkları Kontrol Yönetmeliği” ile sorunlara sistemli bir yaklaşımı gündeme getirme olanağını, merkezi ve yerel yönetimlere sunmaktadır.

Katı atıkları toplama ve taşıma işlemini yapan kuruluşlar en uygun toplama, taşıma ve uzaklaştırma sistemlerini seçmek ve kurmak oldukça zahmetli ve titiz bir çalışma gerektirmektedir. Katı atık yönetiminde alınması gereken teknik ve yönetsel tedbirler ve bunların belediyeler ile ilişkisi kısaca şu şekilde incelenir;

- Katı atık konusu ile alakalı Türkiye’ de hiçbir standart yoktur. TSE’ nin bu konuya ağırlık vermesi gerekmektedir.
- Cam, plastik, metal, kağıt gibi ekonomik değeri olan atıklar için yeniden kazanım işlemine özen gösterilmeli, atıkların toplanması ve taşınması sırasında bu durum dikkate alınmalıdır.
- Çöp depolamada düzenli depolamaya geçilmeli, çöp depolama alanlarının seçiminde ise su havzaları, yer altı su kaynakları, deniz, göl ve akarsular göz önünde bulundurulmalıdır.
- Katı atık konusunun çevre koruma teknolojileri açısından atıksu arıtımı, içme suyu arıtımı gibi teknik bir işlem olduğu kabul edilmelidir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

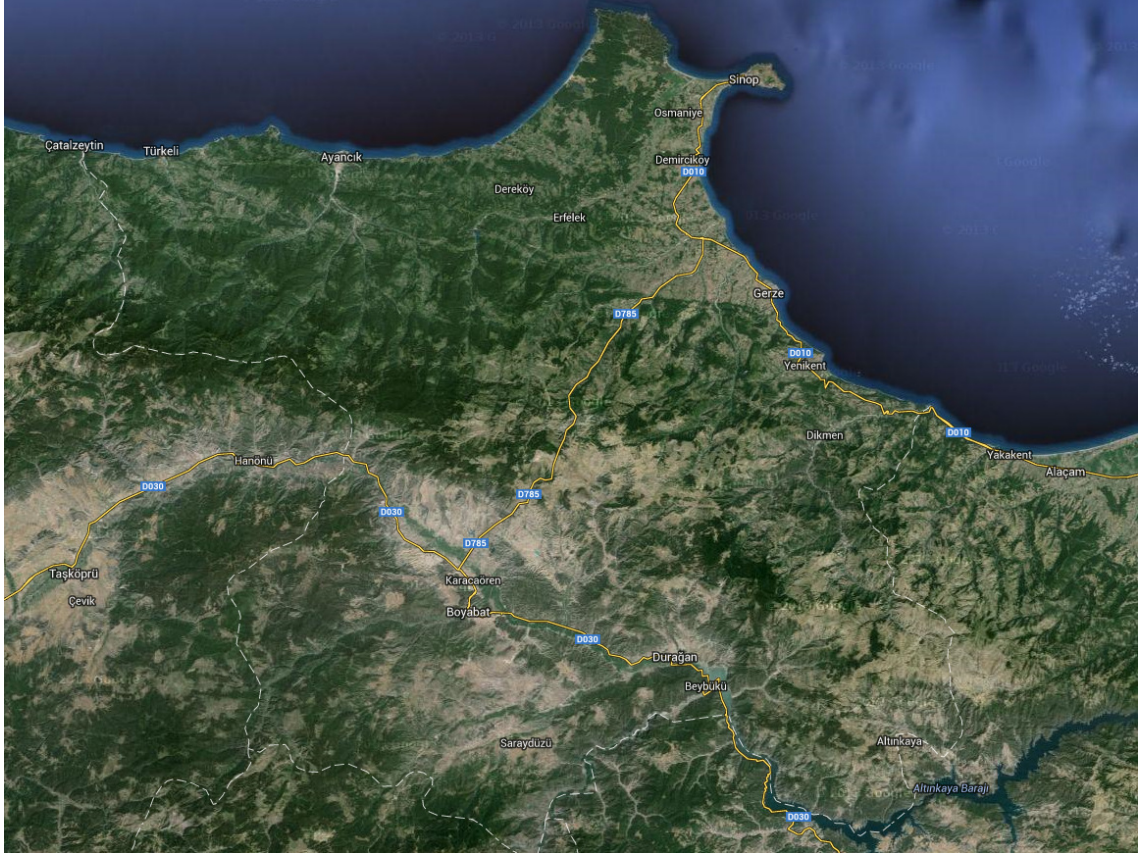
3.1 Sinop İlinin Genel Özellikleri

3.1.1 Sinop ilinin coğrafi ve iklim özellikleri

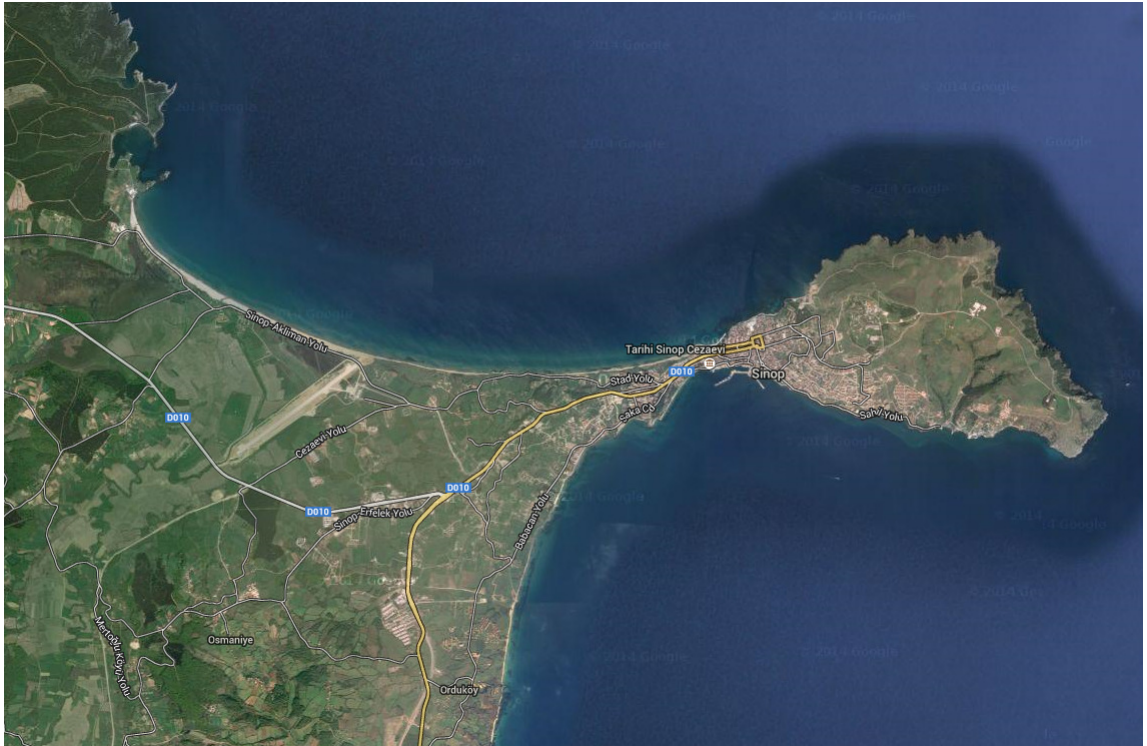
Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Sinop'un 8 ilçesi bulunmaktadır. Bunlar; Gerze, Ayancık, Boyabat, Dikmen, Durağan, Erfelek, Saraydüzü ve Türkeli'dir. Toplam 11 belediyesi olan Sinop'un toplamda 469 köyü bulunmaktadır. Sinop, doğusunda Samsun, güneyinde Samsun ile Çorum, batısında Kastamonu, kuzey ve kuzeydoğusunda da Karadeniz ile çevrilidir. Aynı zamanda Sinop, Anadolu'nun Karadeniz'e uzanan en kuzey kesiminde, Boztepe Burnu ve Yarımadası üzerinde kurulmuştur. Sinop 41.2-43.5 kuzey enlemleri ile 34.5-35.5 doğu boylamları arasında yer almaktadır.



Şekil 3.1. Sinop merkez ve ilçeler haritası



Şekil 3.2. Sinop ili genel uydu görüntüsü



Şekil 3.3. Sinop ili merkezi uydu görüntüsü

Sinop orta yükseklikteki dağlık alanlardan oluşan coğrafi bir yapıya sahiptir. Üç sıra halindeki Kuzey Anadolu Dağları'nın kuzeydeki ilk iki sırasının doğu kesimleri il sınırları içerisinde kalır. İlin orta kesiminde İsfendiyar Dağları olarak tanımlanan Küre Dağları, güneyinde ise Ilgaz Dağlarının doğu uzantıları yer almaktadır. Küre Dağları 3. Jeolojik zamanın başlarında meydana gelen Alp-Himalaya kıvrım kuşağı üzerindedir. Bu dağların en yüksek noktası Küre Dağları üzerindeki Zindan Dağı (1717 m), Ayancık'ta Çangal Dağı (1605 m) ve Boyabat'daki Dranaz Dağıdır (1345 m). Bu engebeli alanlar dışında il topraklarının büyük bölümü platolar halindedir. Buradaki dağlık alanlar ve platolar zengin bir bitki örtüsüne sahiptir.

Karadeniz'in en girintili ve çıkıntılı kıyılarına sahip olan Sinop'ta Köşk, Kayser, Karakum, Selamet, Boztepe, Sinop, Feryat, Bozburun, İnce, Güllüsu, Usta gibi bir çok önemli burunlar bulunmaktadır. Sinop'ta iki önemli liman bulunmaktadır. Bunlardan güneydoğudaki koyda bulunan asıl liman, kuzeybatıdaki Akliman ile Hamzaroz Koyu da eski çağlarda barınak olarak kullanılmıştır. Sinop kıyılarında Sarı Ada, Kara Ada, Tavşan Adası olmak üzere üç tane yerleşime açık olmayan küçük adacıklar vardır.

Kıyı kesiminin ardında yükselen dağların üst kısımlarında yer yer ormanlarla çevrili yaylalar bulunmaktadır. Bu yaylaların başlıcaları; Yassıalan, Düdekoğlu, Sucuoğlu, Çan, Altınyayla, Kocaoğlu, Mehmetli, Aluç, Dariözü, Yaylacık, Sakızlı yaylalarıdır. Dağlarla kıyı kesimi arasında büyük düzlükler halinde ovalar bulunmaktadır. Sinop ve Boyabat ovaları bunların başında gelmektedir.

İlde, Boyabat-Durağan yöresindeki Kızılırmak vadisinin dışında büyük vadiler yoktur. Akarsuların kendi adını verdikleri bir çok küçük vadi bulunmakta olup, aynı zamanda ilin arazi yapısını göstermektedir.

Kuzey Anadolu kırık çizgisi üzerinde yer alan Sinop, 4. derece deprem bölgesindedir. İl alanı genellikle II. Jeolojik Zamanda oluşmuştur. Yarımada, volkanik yapılıdır. Sülük Gölü eski bir volkanik kütledir.

İl topraklarını Gökırmak, Çatalzeytin Çayı, Ayancık Çayı, Tepe Çayı, Ayardin Deresi, Kanlı Dere, Çakıroğlu Çayı, Kırkgeçit ve Sarımsak Çayları Karasu ve Gebelit Çayları sulamaktadır. İlin güneydoğu sınırlarını çizen Kızılırmak'ın en büyük kollarından olan Gökırmak il sınırları içerisinde kaynaklanmaktadır. Bu akarsulardan Gökırmak Boyabat ovasını sulayıp Kızılırmak'a dökülür. Çatalzeytin, Ayancık, Karasu, Kanlıçay ve Kabalı çayları da Karadeniz'e dökülmektedir. Sinop'ta

az sayıda küçük göller bulunmaktadır. Bunlardan Sinop Yarımadası üzerindeki Sülük Gölü, deniz seviyesindeki Sarıkum Gölü, deniz seviyesi altında olan Karagöl ve yarı bataklık halindeki Aksaz Gölü belli başlılarıdır. Ayrıca Taşmanlı ve Bektaşğa göletlerinden ise sulı tarım için yararlanılmaktadır.

Her mevsim bol yağış alan il toprakları zengin orman ve bitki örtüsüyle kaplıdır. İlin kıyı şeridinde Akdeniz bitkileri de görülür. Meşe defne, karaağaç, çınar, fındık, kızılçık, kayın, gürgen, karaçam ve sarıçamdan oluşan ormanlarla kaplıdır. Ayrıca bu ormanlarda, oldukça gür bir orman altı örtüsü vardır. Bu örtü, defne, ılgın, kızılçık ve çitlembiklerden oluşur. İlin güneyine gidildikçe de bitki örtüsü bozkırlaşmaya başlar.

Sinop'un kuzey kesiminde Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. İlin güney kesimlerinde ise kıyıya paralel uzanan dağlar nedeniyle, Karadeniz ikliminin etkisi giderek azalmaktadır. Bu bölgede yağışlar azalır, sıcaklık düşer, Karasal ikliminin etkileri görülmeye başlar. Sahil şeridinde ortalama yağış miktarı 679- 1077 mm.dir. En yüksek sıcaklık 35°C, en düşük sıcaklık ise -8.4°C'dir. İç kesimlerde ise ortalama yağış 388- 473 mm.dir. En yüksek sıcaklık 41°C, en düşük sıcaklık -10.5°C'dir.

Çizelge 3.1. Aylara göre sıcaklık değerleri

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ortalama
°C	8.8	6.8	8.3	9.8	16.4	22.2	24.1	25.1	21.9	18.2	11.7	8.6	15.2

İlin ekonomisi tarım, ormancılık, hayvancılık, balıkçılığa dayalıdır. Yetiştirilen tarımsal ürünlerin başında buğday, mısır, arpa, şeker pancarı, patates, pirinç, soğan, domates, elma, armut ve kestane gelmektedir. Az miktarda tütün ve yem bitkileri de yetiştirilmektedir. Hayvancılık önemli bir gelir kaynağı olup, alçak kesimlerde sığır ve manda, platolarda ise Ankara keçisi ile koyun yetiştirilir. Ayrıca tavukçuluk ve arıcılık da yapılmaktadır. İlin geleneksel uğraşlarından biri de balıkçılıktır. Açık deniz, kıyı balıkçılığı ve tatlı su balıkçılığı yapılır. Ormancılık da başlıca gelir kaynakları arasındadır. Kalkınmada ikinci derecede öncelikli iller kapsamına alınan Sinop'ta un, balık unu, balık yağı, çeltik, süt ürünleri, orman ürünleri, dokuma, cam, tuğla, kiremit, çivi, metal fabrikaları, tekstil, mermer atölyeleri ile yaprak tütün işletmesi bulunmaktadır. Yeraltı kaynakları yönünden yoksul olan ilde cam sanayisinde kullanılan kum yatakları mevcuttur.

3.1.2 Sinop ilinin nüfusu ve yüzölçümü

Sinop İli toplam nüfusu 2000 yılı Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 225574 kişi olup bu nüfusun % 22'si olan 49839'u merkez ilçede bulunmaktadır. Bu nüfusun da 3/5'i olan 30502'si şehir merkezinde yaşamakta olup 19337 kişi ise merkez ilçeye bağlı köylerde bulunmaktadır. 1990 ve 2000 yılı nüfuslarına göre nüfus artış hızına bakıldığında ise 1990 yılında şehir merkezinde yaşayanların toplam nüfusa oranının %51 ve geriye kalan köy nüfuslarının ise %49'luk oranla birbirleri ile hemen hemen dengede iken, 2000 yılında şehir merkezindeki yaklaşık %18'lik nüfus artışı ve köylerdeki yaklaşık %23'lik nüfus azalışı ile şehir ve köy nüfuslarının toplam nüfusa oranlarının %61'e %39'luk bir seviyeye geldiği görülmektedir.

Çizelge 3.2. İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (1990 yılı, 2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı

İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (1990 yılı, 2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı									
İl ve ilçe	1990 Yılı Nüfus Bilgileri			2000 Yılı Nüfus Bilgileri			Yıllık nüfus artış hızı (%)		
	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy
Türkiye	56473035	33656275	22816760	67803927	44006274	23797653	18.28	26.81	4.21
Merkez	49844	25537	24307	49839	30502	19337	-0.01	17.76	-22.87
Ayancık	36043	10418	25625	26047	10919	15128	-32.47	4.70	-52.69
Boyabat	50648	21506	29142	45193	24681	20512	-11.39	13.77	-35.11
Dikmen	13904	2412	11492	9475	1402	8073	-38.34	-54.24	-35.30
Durağan	34131	7432	26699	28792	9725	19067	-17.01	26.88	-33.66
Erfelek	19788	4262	15526	13812	3659	10153	-35.94	-15.25	-42.46
Gerze	29183	8736	20447	23295	10013	13282	-22.53	13.64	-43.13
Saraydüzü	9065	1591	7474	8217	3407	4810	-9.82	76.13	-44.06
Türkeli	22547	4547	18000	20904	6977	13927	-7.56	42.80	-25.65
Toplam	265153	86441	178712	225574	101285	124289	-16.16	15.84	-36.31

Sinop ilinin göller hariç olmak üzere ilçeler dahil toplam 5792 km² olan yüzölçümünün 439 km²'si merkez ilçeye aittir. 475 km olan sınırlarının 300 km'si kara 175 km'si ise denizdir.

Çizelge 3.3. İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu

İlçelere göre şehir ve köy nüfusu (2000 yılı), yıllık nüfus artış hızı, yüzölçümü ve nüfus yoğunluğu								
İl ve ilçe	2000 Yılı Nüfus Bilgileri			Yıllık nüfus artış hızı (%)			Yüzölçüm (göller hariç) Km ²	Nüfus Yoğunluğu
	Toplam	Şehir	Köy	Toplam	Şehir	Köy		
Türkiye	67803927	44006274	23797653	18,28	26,81	4,21	769604	88
Merkez	49839	30502	19337	-0.01	17.76	-22.87	439	114
Ayancık	26047	10919	15128	-32.47	4.70	-52.69	903	29
Boyabat	45193	24681	20512	-11.39	13.77	-35.11	1475	31
Dikmen	9475	1402	8073	-38.34	-54.24	-35.30	529	18
Durağan	28792	9725	19067	-17.01	26.88	-33.66	1011	28
Erfelek	13812	3659	10153	-35.94	-15.25	-42.46	340	41
Gerze	23295	10013	13282	-22.53	13.64	-43.13	566	41
Saraydüzü	8217	3407	4810	-9.82	76.13	-44.06	293	28
Türkeli	20904	6.977	13927	-7.56	42.80	-25.65	236	89
Toplam	225574	101285	124289	-16.16	15.84	-36.31	5792	39

Çizelge 3.4. Mahalle nüfusları

S.N.	Mahalle Adı	Nüfus (2000 yılı)
1	Ada Mahallesi	7827
2	Camikebir Mahallesi	2220
3	Gelincik Mahallesi	6669
4	İnce Dayı Mahallesi	2164
5	Kaleyazısı Mahallesi	1288
6	Kefevi Mahallesi	2521
7	Meydankapı Mahallesi	3270
8	Yeni Mahalle	4543
TOPLAM		30502

3.2 Yöntem

Bu çalışmaya başlandığında ilk olarak Sinop Belediyesine gidilerek İlin katı atık yönetim sisteminin mevcut durumu ile ilgili bilgiler alınmış, katı atık üretim miktarı, atık kompozisyonu gibi bilgiler ile belediye envanterine kayıtlı araçlar ile konteyner sayıları öğrenilmiş, kullanılan araçların takip ettikleri güzergahlar, kat ettikleri mesafeler ile kullandıkları yakıt miktarlarına ait bilgiler alınmıştır.

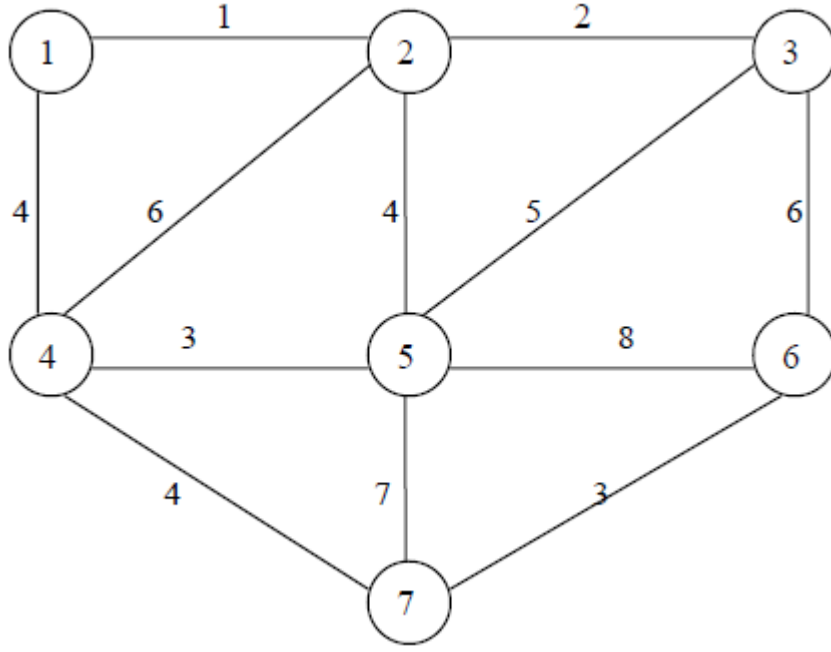
Saha çalışmasına geçilerek öncelikle konteynerlerin yerleri tespit edilmiş, hangi noktada kaç adet konteyner olduğu belirlenerek GPS cihazı ile koordinatları

kaydedilmiştir. Belirlenen bu noktalar Google Earth programı yardımı ile harita üzerinde belirlenmiş ve hangi noktalardan hangi araçların geçeceği ilin turizm bölgesi olması nedeni ile farklı mevsimlerdeki nüfus değişimleri ve buna bağlı olarak katı atık üretim miktarındaki değişimler de göz önünde bulundurularak, nüfusun bölgesel yoğunluğu, trafik, coğrafi yapı gibi parametreler de dikkate alınarak belirlenmiştir. Bunun üzerine noktaların kümelendiği bölgelerde MATLAB programı yardımı ile “En küçük kapsayan ağaç yöntemi” uygulanarak en kısa rotalar belirlenmiştir. Belirlenen bu rotalar ile 4 farklı güzergah çıkarılmış ve Google Earth programı üzerinde bu 4 ayrı güzergah farklı renkler kullanılarak konteyner noktaları ile birlikte kaydedilmiş, ayrıca hazırlanan çizelge üzerinde de bu güzergahların noktalar arasındaki mesafeleri ile birlikte araçların noktalar arasında geçirdiği süreler de belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler ışığında 2015 takvim yılı için araçların kat ettikleri mesafeler ile ilgili bir senaryo hazırlanmış ve sonuç olarak mevcut sistemdeki yıllık maliyet ile optimizasyon sonrası maliyetin kıyaslaması yapılarak elde edilecek fayda ortaya konulmuştur.

3.2.1 En küçük kapsayan ağaç yöntemi

Kapsayan ağaç, bir çizge üzerindeki tüm düğümleri içeren ve düğüm sayısı-1 kenardan oluşan alt çizgedir. Tüm düğümleri içermesi nedeniyle kapsayan ağaç olarak adlandırılır. Kenarlar çift yönlü bağlantıları gösterdiği ve yapı halka içermediği için bu ağaçlarda herhangi iki düğüm arasında sadece tek bir yol bulunur. Kruskal tarafından geliştirilen en küçük kapsayan ağaç algoritmasında kapsayan ağacın en küçük olarak adlandırılmasının nedeni kenarlar seçilirken ağırlığı en kısa kenara öncelik verilmesindendir. Eğer kenar uzunluklarının bir önemi yoksa, kenar uzunluklarını gösteren L matrisinde tüm kenarların uzunlukları 1 olarak gösterilebilir (Okçu, 1997).

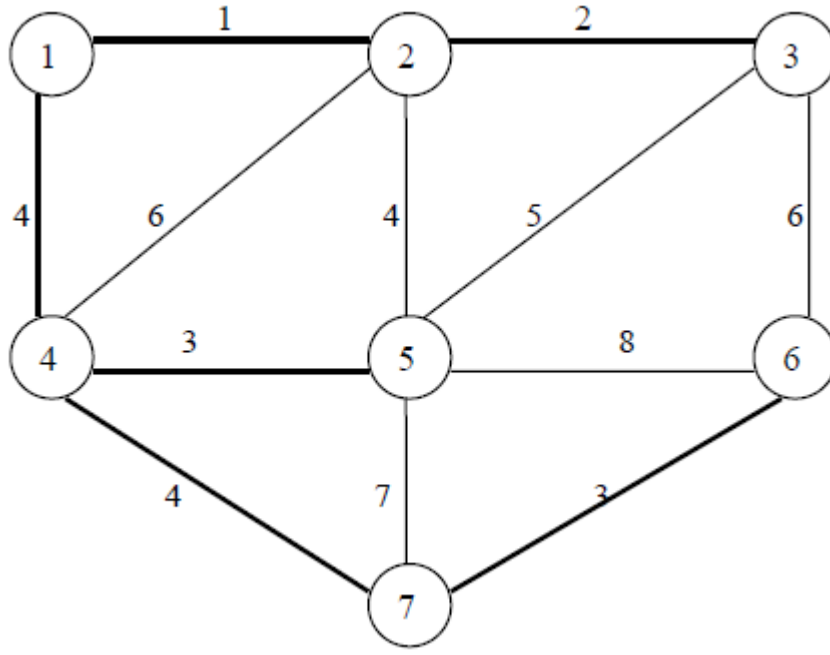
Bu algoritma her düğümü öncelikle ayrı bir kümeye koyar daha sonra bu kümeler arasındaki en kısa yolları seçerek bağlantı oluşturur ve aralarında bağlantı oluşan kümelerin elemanlarını aynı kümeye koyar. Bu işlem tüm düğümler aynı kümede toplanana ya da $n-1$ çift yönlü kenar seçilene kadar devam eder. Sonuçta seçilen kenarlar en küçük kapsayan ağacı oluşturur. Kenarlar çift yönlü olduğu için (u ve v düğümleri arasındaki kenar, hem u'dan v'ye hem de v'den u'ya bağlantı olduğunu gösterir) seçilen her bir kenar Ağaç matrisinde iki güncelleme gerektirir (Okçu, 1997).



Şekil 3.4. En küçük kapsayan ağaç algoritması için topoloji örneği

Şekil 3.4.'de verilen topolojiye Kruskal algoritması uygulandığında aşağıdaki adımlar gerçekleşir:

- 1- (1, 2) kenarı seçilir;
 - 2- (2, 3) kenarı seçilir;
 - 3- (4, 5) ya da (6, 7) kenarları eşit uzunlukta olduğu için birisi rastgele seçilir. (4, 5) kenarı seçilsin;
 - 4- (6, 7) kenarı seçilir;
 - 5- (1, 4), (4, 7) ya da (2, 5) kenarı eşit uzunlukta olduğu için birisi rastgele seçilir. (1, 4) kenarı seçilsin;
 - 6- (4, 7) ve (2, 5) kenarları aynı uzunlukta olduğu için birisi rastgele seçilir. (2, 5) kenarı seçilirse iki düğüm de aynı kümede olacağı için bu kenar kabul edilmez;
 - 7- (4, 7) kenarı seçilir.
- 6 kenar seçildiği için işlem tamamlanır. Seçilen kenarlar sonrasında oluşan kapsayan ağaç Şekil 3.5.'de kalın kenarlarla gösterilmiştir (Okтуğ, 1997).



Şekil 3.5. Örnek topoloji üzerindeki en küçük kapsayan ağaç

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Sinop İli Mevcut Katı Atık Yönetimi

Sinop İl Merkezinin 30000 merkez nüfusu ve yıllık 16950 m³ (ağırlık olarak ise 16550 ton) katı atık üretimi bulunmaktadır. Sinop İl Merkezi'nin atık kompozisyonu incelendiğinde organik madde, kül ve cüruf miktarının %70'lik bir oranı oluşturduğu görülmekte bunu da %10.7 ile plastik ve %9.6 ile kağıt/karton takip etmektedir. Sinop Belediyesi Atık Kompozisyonu ile ilgili bilgiler **Çizelge 4.1.**'de bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Sinop Belediyesi atık kompozisyonu

Atık Türü	Yüzde değeri (%)
Organik Madde, Kül ve Cüruf	70
Kağıt / Karton	9.6
Cam	6.5
Plastik	10.7
Metal	3.2

Yıllık katı atık üretiminin üretim kaynağına bakıldığında ise yıllık toplam 16550 ton olan üretimin 11960 tonu olan %72'lik bölümünün mesken kaynaklı olduğu görülmektedir. Bununla ilgili bilgiler ise **Çizelge 4.2.**'de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Yıllık katı atık üretiminin üretim kaynağına göre miktarları (ton)

Üretim Kaynağı	Miktarı (ton/yıl)
Meskenler (Merkez)	9800
Meskenler (Kırsal)	2160
Hastaneler	320
Okullar	750
Organize	300
Jandarma - Askeriye	125
Üniversite	240
Emniyet Müdürlüğü	25
İl Özel İdaresi	235
Tarım İl Müdürlüğü	90
Cezaevi	770
Diğer Kurumlar	460
Oteller- Turizm Tesisleri	895
Ticarethaneler	380
TOPLAM	16550

Sinop ilinin turizm şehri olması sebebi ile üretilen katı atıkların miktarları ise aylara göre çok büyük farklılıklar göstermekte şöyle ki Ocak, Şubat, Mart aylarında aylık 1050 m³ atık üretilmekte iken Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında ise %71’lik artışla aylık 1800 m³’e kadar çıkmaktadır. Aylık olarak katı atık üretim miktarları **Çizelge 4.3.**’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Yıllık katı atık üretiminin aylara göre miktarı (m³)

Aylar	Günlük (m ³)	Aylık (m ³)
Ocak	35	1050
Şubat	35	1050
Mart	35	1050
Nisan	40	1200
Mayıs	45	1350
Haziran	60	1800
Temmuz	60	1800
Ağustos	60	1800
Eylül	45	1350
Ekim	60	1800
Kasım	45	1350
Aralık	45	1350
TOPLAM		16950

Katı atıklar Sinop Belediyesi tarafından günlük olarak 3 adet 13+1 m³ ve 1 adet 7+1 m³ taşıma hacmi olan araçlarla toplanmakta ve Şehir merkezinden yaklaşık 16.5 km uzaklıkta olan ayrıca Gerze ve Erfelek ilçeleri ile birlikte kullanılan Katı Atık Bertaraf Tesisine nakledilmektedir.

Sinop Belediyesinin envanterinde 750 adet 800 L hacimli galvenizli çöp konteyneri ve 25 adet 240 L hacimli plastik çöp konteyneri bulunmaktadır. Çöpler belirli noktalarda, katı atık üretim miktarına göre, bir veya birden fazla sayıda konuşlandırılmış çöp konteynerlerinde biriktirilmektedir.

Katı atık toplama ve taşıma işleminde kullanılmak üzere 3 adet Ford Cargo, 1 adet Fatih, 1 adet Ford (1981) ve 1 adet Fiat 50 NC bulunmaktadır. Bu araçların tamamı arkadan yüklemeli ve sıkıştırırmalı olmak üzere 4 adet 13+1 m³ ve 2 adet ise 7+1 m³ kapasitelidir. Belediye garajında bulunan araçlar ile ilgili görseller **Şekil 4.1.** ve **Şekil 4.2.**'de yer almaktadır.



Şekil 4.1. Sinop Belediyesi Temizlik İşleri Garajı genel görünümü



Şekil 4.2. Belediye envanterine kayıtlı 13+1 m³ kapasiteli araç

Her gün 4 araç 18:00'de garajdan çıkmakta ve dört ayrı bölgeyi birkaç kez dolaşarak kış mevsiminde 24:00, yaz mevsiminde ise 02:00 saatlerine kadar toplama, taşıma, boşaltma ve garaja dönüş işlemini tamamlamaktadırlar. Ayrıca 07:00 - 17:00 arasında Ada Mahallesi ile ana güzergahlar; 08:00-18:00 saatleri arasında ise şehir güzergahından geçerek onsekizevler, gelincik mahallesi, pervane ve hastane bölgeleri dolaşarak toplama, taşıma, boşaltma ve garaja dönüş tamamlanmaktadır. Bunların yanı sıra salı günleri mevcut araçlar organize sanayi bölgesinin, çarşamba ve cuma günleri ise cezaevinin katı atıklarını da toplamaktadırlar. Araçlar Belediye Garajında kurulu araç takip sistemi üzerinden takip edilmektedir (**Şekil 4.3.**).



Şekil 4.3. Sinop Belediyesi araç takip sistemi

Yaklaşık olarak belirli bir güzergah bulunmasına karşılık ihtiyaç ve çöplerin o anki birikimine göre güzergahlar değişebilmektedir. Bu şekilde gün içinde bütün araçlar yaz aylarında 360 km, kış aylarında ise 280 km yol kat etmektedir. **Çizelge 4.4.**'de görüldüğü gibi 280 km mesafe kat edilen Mart ayına ait bir günde ortalama 220 L yakıt harcanmakta; yaklaşık olarak mazotun litresi 4.20 TL kabul edildiğinde ortalama 79 L / 100 km yakıt harcayan araçların 1 günlük toplam yakıt masrafları $220 \text{ L} \times 4.20 \text{ TL} = 924 \text{ TL}$, Mart ayı boyunca oluşan harcama ise $924 \text{ TL} \times 30 \text{ gün} = 27720 \text{ TL}$ olmaktadır.

Not: Belirtilen günlerde kullanılan $13+1 \text{ m}^3$ kapasiteli araçlar ile $7+1 \text{ m}^3$ kapasiteli araçların, kat ettikleri mesafelere göre belirlenen kullanım oranlarına göre karma olarak hesaplanmış 100 km.'deki yakıt harcamaları 79 L olarak tespit edilmiştir. Aynı ayrı değerlendirildiğinde ise $13+1 \text{ m}^3$ kapasiteli bir araç 85 L / 100 km, $7+1 \text{ m}^3$ kapasiteli bir araç ise 65 L / 100 km yakıt harcadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Katı atık toplama araçlarını 15 günlük yakıt harcamaları (L) (Mart)

Toplama Aracı Ayın Günleri .../Mart	Ford Cargo	Ford Cargo	Ford Cargo	Ford	Fatih	TOPLAM
1	80	50	60			190
2	100	60	70			230
3	50		70			120
4	60	80	50	60	60	310
5	80	60	50		40	230
6	80	60	70			210
7	80	60	70			210
8	60	50	70			180
9	70	80	70		60	280
10	60	60	70		40	230
11	50	60	70		40	220
12	70	60	70			200
13	60	60	70		70	260
14	70	60	70			200
15	50	60	70		50	230
Toplam	1020	860	1000	60	360	3300
Günlük Ort.	68	57.3	66.7	4	24	220

Mevcut durumda yıllık maliyetler değerlendirildiğinde **Çizelge 4.5.** ortaya çıkmaktadır. Çizelge incelendiğinde bir yılda toplam 89480 litre yakıt harcanarak 375816 TL tutarında bir toplama-taşıma maliyetinin oluştuğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Mevcut güzergahlarla aylara göre harcanan yakıt ve oluşan maliyet

Aylar	Gün Sayısı	Litre Fiyatı (TL/L)	Günlük Harcanan Yakıt (Litre)	Aylık Harcanan Yakıt (Litre)	Aylık Kat Edilen Yol (km)	Toplam Maliyet (TL)
Ocak	31	4.20	220	6820	8680	28644
Şubat	28	4.20	220	6160	7840	25872
Mart	31	4.20	220	6820	8680	28644
Nisan	30	4.20	220	6600	8400	27720
Mayıs	31	4.20	220	6820	8680	28644
Haziran	30	4.20	280	8400	10800	35280
Temmuz	31	4.20	280	8680	11160	36456
Ağustos	31	4.20	280	8680	11160	36456
Eylül	30	4.20	280	8400	10800	35280
Ekim	31	4.20	280	8680	11160	36456
Kasım	30	4.20	220	6600	8400	27720
Aralık	31	4.20	220	6820	8680	28644
Yıllık Toplam	365			89480	114440	375816

4.2 Sinop İli Katı Atıklarının Toplama ve Taşıma Optimizasyonu

30000'in üzerinde merkez nüfusu olan Sinop ili turizm kenti olma özelliği ile birlikte yıl içinde mevsimsel olarak büyük oranda nüfus değişimi yaşamakta ve buna bağlı olarak da aylara göre katı atık üretiminde de çok farklı miktarlar ortaya çıkmaktadır. Şöyle ki yıl içinde oluşturulan 16950 m^3 katı atığın aylık ortalaması 1412.5 m^3 olmasına rağmen örneğin ocak, şubat ve mart aylarındaki üretim 1050 m^3 iken bu miktar haziran, temmuz, ağustos aylarında 1800 m^3 'e çıkmaktadır.

Coğrafi özelliklerine de bakıldığında anakara ve ada tabir edilen bölge birbirine 200 m'ye kadar daralan ve yaklaşık 1 km boyunca genişleyerek devam eden bir kara parçası ile bağlıdır. Şehir merkezi ada tarafında yoğunlaşmakta, doğu istikametinde ada boyunca devam edildikçe yazlık ve tatil bölgeleri ile yerleşim son bulmaktadır. Batı istikametinde anakara üzerinde devam edildiğinde ise güneyde yerleşim mesken ve yazlık konutlarla karma olarak devam etmekte, kuzeyde ve batı istikametinde ise bir kısım yazlık ağırlıklı olarak tatil bölgeleri ile hamsilos fiyordu bölgesinde sona ermektedir. Ayrıca batı bölgesinde Üniversite, Şehirlerarası terminal, hastane ve cezaevi gibi kamusal alanlar bulunmaktadır. Batı bölgesinden güney istikametine doğru devam edildiğinde ise organize sanayi bölgesinden geçerek şehir merkezine 16 km civarında olan Katı Atık Bertaraf Tesisine ulaşılmaktadır.

Bu çalışmada öncelikle Sinop ilindeki bütün konteynerler yerinde belirlenmiş; harita üzerinde işaretlenerek her bir noktanın GPS cihazı ile enlem ve boylam koordinatları tespit edilmiş ve bu noktaların her birinde kaç adet konteyner olduğu da kayıt altına alınmıştır.

Çalışma sonucunda 348 noktada 503 adet konteyner olduğu görülmüş ve optimizasyonun bu konteynerler üzerinden ve bu konteynerlerin yerleri değiştirilmeden bölgesel olarak araçlara ayrılarak yapılmasına karar verilmiştir. **Çizelge 4.6.** ile **Çizelge 4.18.** ve bunların aralarındaki çizelgelerde belirlenen konteynerlerin işaretlenen konteyner ve nokta numaralarına göre koordinatları verilmektedir.

Çizelge 4.6. Konteyner koordinatları (1-41 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
1	1	42.028680	42	01	42.485	35.150002	35	09	0.007
2	1	42.028680	42	01	42.485	35.150002	35	09	0.007
3	2	42.026602	42	01	35.766	35.153207	35	09	11.545
4	2	42.026602	42	01	35.766	35.153207	35	09	11.545
5	2	42.026602	42	01	35.766	35.153207	35	09	11.545
6	3	42.025660	42	01	35.639	35.154303	35	09	15.492
7	4	42.026356	42	01	34.882	35.156002	35	09	21.607
8	4	42.026356	42	01	34.882	35.156002	35	09	21.607
9	5	42.025743	42	01	32.675	35.156853	35	09	24.660
10	5	42.025743	42	01	32.675	35.156853	35	09	24.660
11	6	42.025473	42	01	31.746	35.158055	35	09	29.038
12	7	42.026360	42	01	34.873	35.160193	35	09	36.693
13	8	42.027190	42	01	37.891	35.160034	35	09	36.029
14	8	42.027190	42	01	37.891	35.160034	35	09	36.029
15	9	42.027375	42	01	38.570	35.158943	35	09	32.159
16	9	42.027375	42	01	38.570	35.158943	35	09	32.159
17	9	42.027375	42	01	38.570	35.158943	35	09	32.159
18	10	42.027105	42	01	38.311	35.157983	35	09	29.280
19	10	42.027105	42	01	38.311	35.157983	35	09	29.280
20	11	42.027326	42	01	38.310	35.157044	35	09	25.499
21	11	42.027326	42	01	38.310	35.157044	35	09	25.499
22	12	42.027711	42	01	39.758	35.157899	35	09	28.437
23	13	42.026076	42	01	33.874	35.158477	35	09	30.518
24	13	42.026076	42	01	33.874	35.158477	35	09	30.518
25	14	42.027258	42	01	38.130	35.156259	35	09	22.533
26	14	42.027258	42	01	38.130	35.156259	35	09	22.533
27	15	42.027308	42	01	38.311	35.160662	35	09	28.147
28	15	42.027308	42	01	38.311	35.160662	35	09	28.147
29	16	42.026436	42	01	35.236	35.161114	35	09	40.080
30	17	42.027547	42	01	39.222	35.162203	35	09	43.985
31	17	42.027547	42	01	39.222	35.162203	35	09	43.985
32	18	42.027750	42	01	39.866	35.162920	35	09	46.580
33	18	42.027750	42	01	39.866	35.162920	35	09	46.580
34	19	42.029168	42	01	45.007	35.162750	35	09	46.898
35	19	42.029168	42	01	45.007	35.162750	35	09	46.898
36	20	42.028718	42	01	43.384	35.164219	35	09	51.188
37	20	42.028718	42	01	43.384	35.164219	35	09	51.188
38	21	42.028210	42	01	41.558	35.164332	35	09	51.596
39	22	42.029456	42	01	46.040	35.164937	35	09	53.828
40	23	42.026850	42	01	36.660	35.164167	35	09	51.001
41	24	42.026744	42	01	36.278	35.163480	35	09	48.527

Çizelge 4.7. Konteyner koordinatları (42-81 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
42	25	42.028606	42	01	31.575	35.162527	35	09	45.096
43	26	42.024988	42	01	29.957	35.162013	35	09	43.246
44	27	42.024206	42	01	27.047	35.163424	35	09	48.174
45	28	42.023842	42	01	25.852	35.164997	35	09	53.988
46	29	42.023886	42	01	25.991	35.166289	35	09	58.641
47	30	42.024400	42	01	27.839	35.168434	35	10	6.695
48	31	42.024386	42	01	27.788	35.169947	35	10	11.811
49	32	42.025112	42	01	30.403	35.169986	35	10	11.950
50	33	42.025141	42	01	30.508	35.171439	35	10	17.180
51	34	42.023542	42	01	24.610	35.169293	35	10	9.538
52	35	42.022822	42	01	22.204	35.169319	35	10	9.535
53	35	42.022822	42	01	22.204	35.169319	35	10	9.535
54	36	42.022180	42	01	19.836	35.169164	35	10	8.934
55	36	42.022180	42	01	19.836	35.169164	35	10	8.934
56	37	42.021535	42	01	17.526	35.171663	35	10	17.986
57	38	42.022133	42	01	17.447	35.176331	35	10	34.790
58	39	42.020770	42	01	14.789	35.176326	35	10	34.700
59	40	42.020219	42	01	12.804	35.176379	35	10	34.953
60	41	42.019906	42	01	11.652	35.176359	35	10	34.846
61	42	42.019040	42	01	8.545	35.176442	35	10	35.205
62	43	42.018242	42	01	5.690	35.176224	35	10	34.392
63	44	42.017902	42	01	4.446	35.177817	35	10	40.143
64	45	42.017083	42	01	1.499	35.180170	35	10	48.613
65	46	42.016810	42	01	0.516	35.181769	35	10	54.370
66	47	42.017018	42	01	1.263	35.183874	35	11	1.947
67	48	42.016386	42	00	59.060	35.186142	35	11	10.110
68	49	42.015673	42	00	56.730	35.187063	35	11	13.715
69	49	42.015673	42	00	56.730	35.187063	35	11	13.715
70	50	42.015324	42	00	55.167	35.188200	35	11	17.520
71	50	42.015324	42	00	55.167	35.188200	35	11	17.520
72	51	42.015621	42	00	56.234	35.190186	35	11	24.670
73	52	42.015307	42	00	55.106	35.191234	35	11	28.443
74	53	42.016746	42	01	0.576	35.191014	35	11	27.650
75	54	42.017277	42	01	2.196	35.190684	35	11	26.462
76	55	42.016955	42	01	1.039	35.189378	35	11	21.760
77	56	42.018159	42	01	5.372	35.182241	35	11	17.667
78	57	42.018323	42	01	5.898	35.189672	35	11	22.819
79	58	42.019238	42	01	9.258	35.192424	35	11	32.726
80	59	42.015606	42	00	58.475	35.189341	35	11	21.673
81	60	42.016885	42	00	57.304	35.181058	35	10	51.450

Çizelge 4.8. Konteyner koordinatları (82-122 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
82	61	42.016534	42	00	59.521	35.177794	35	10	40.060
83	62	42.017321	42	01	2.357	35.177135	35	10	37.686
84	63	42.017623	42	01	3.444	35.176132	35	10	34.076
85	64	42.018121	42	01	5.236	35.174246	35	10	27.285
86	65	42.018457	42	01	6.445	35.171610	35	10	17.795
87	66	42.018861	42	01	7.899	35.172454	35	10	20.835
88	67	42.018975	42	01	8.308	35.171142	35	10	16.110
89	67	42.018975	42	01	8.308	35.171142	35	10	16.110
90	68	42.020203	42	01	12.732	35.170503	35	10	13.812
91	69	42.020260	42	01	13.615	35.169826	35	10	11.372
92	69	42.020260	42	01	13.615	35.169826	35	10	11.372
93	70	42.020584	42	01	14.270	35.168324	35	10	5.965
94	71	42.019439	42	01	9.973	35.167979	35	10	4.720
95	72	42.018919	42	01	8.045	35.168820	35	10	7.859
96	72	42.018919	42	01	8.045	35.168820	35	10	7.859
97	73	42.017835	42	01	4.205	35.169504	35	10	10.215
98	74	42.018172	42	01	5.454	35.167407	35	10	2.666
99	75	42.018702	42	01	7.530	35.165468	35	09	55.686
100	76	42.019409	42	01	9.872	35.161972	35	09	43.100
101	77	42.020405	42	01	13.457	35.159631	35	09	34.672
102	78	42.020475	42	01	13.680	35.160657	35	09	38.318
103	79	42.020804	42	01	14.894	35.162857	35	09	46.315
104	79	42.020804	42	01	14.894	35.162857	35	09	46.315
105	80	42.020023	42	01	14.084	35.163686	35	09	49.270
106	81	42.019890	42	01	11.604	35.164837	35	09	53.413
107	82	42.019579	42	01	10.486	35.166322	35	09	58.560
108	82	42.019579	42	01	10.486	35.166322	35	09	58.560
109	83	42.020423	42	01	13.601	35.166453	35	09	59.232
110	83	42.020423	42	01	13.601	35.166453	35	09	59.232
111	84	42.020820	42	01	15.020	35.165309	35	09	55.116
112	84	42.020820	42	01	15.020	35.165309	35	09	55.116
113	85	42.021015	42	01	15.683	35.164671	35	09	52.814
114	86	42.021547	42	01	17.570	35.164977	35	09	53.916
115	87	42.021267	42	01	16.560	35.166089	35	09	57.920
116	87	42.021267	42	01	16.560	35.166089	35	09	57.920
117	88	42021701	42	01	18.124	35.168591	35	10	6.926
118	88	42.021701	42	01	18.124	35.168591	35	10	6.926
119	89	42.022770	42	01	21.972	35.168137	35	10	5.292
120	90	42.022964	42	01	22.670	35.166184	35	09	58.264
121	91	42.022230	42	01	20.027	35.165690	35	09	56.486
122	91	42.022230	42	01	20.027	35.165690	35	09	56.486

Çizelge 4.9. Konteyner koordinatları (123-163 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
123	92	42.021828	42	01	18.581	35.165291	35	09	55.048
124	93	42.021759	42	01	18.331	35.164281	35	09	51.410
125	94	42.022189	42	01	19.880	35.162730	35	09	45.826
126	94	42.022189	42	01	19.880	35.162730	35	09	45.826
127	94	42.022189	42	01	19.880	35.162730	35	09	45.826
128	95	42.023110	42	01	23.194	35.165042	35	09	54.152
129	95	42.023110	42	01	23.194	35.165042	35	09	54.152
130	96	42.023849	42	01	25.859	35.160337	35	09	37.212
131	96	42.023849	42	01	25.859	35.160337	35	09	37.212
132	96	42.023849	42	01	25.859	35.160337	35	09	37.212
133	97	42.023247	42	01	23.688	35.161574	35	09	41.983
134	97	42.023247	42	01	23.688	35.161574	35	09	41.983
135	97	42.023247	42	01	23.688	35.161574	35	09	41.983
136	98	42.021936	42	01	19.044	35.161277	35	09	40.539
137	98	42.021936	42	01	19.044	35.161277	35	09	40.539
138	99	42.021711	42	01	18.130	35.162115	35	09	43.614
139	100	42.022589	42	01	21.349	35.159537	35	09	34.324
140	100	42.022589	42	01	21.349	35.159537	35	09	34.324
141	101	42.023536	42	01	24.729	35.158731	35	09	31.431
142	102	42.024513	42	01	28.246	35.158643	35	09	31.117
143	102	42.024513	42	01	28.246	35.158643	35	09	31.117
144	103	42.025244	42	01	30.878	35.161290	35	09	40.645
145	103	42.025244	42	01	30.878	35.161290	35	09	40.645
146	104	42.024674	42	01	28.824	35.160997	35	09	39.591
147	104	42.024674	42	01	28.824	35.160997	35	09	39.591
148	105	42.024410	42	01	27.877	35.161150	35	09	40.139
149	106	42.023332	42	01	23.494	35.158043	35	09	28.964
150	106	42.023332	42	01	23.494	35.158043	35	09	28.964
151	107	42.024448	42	01	27.001	35.156566	35	09	23.651
152	107	42.024448	42	01	27.001	35.156566	35	09	23.651
153	108	42.024790	42	01	29.243	35.155250	35	09	18.912
154	108	42.024790	42	01	29.243	35.155250	35	09	18.912
155	109	42.024198	42	01	27.113	35.155047	35	09	18.215
156	109	42.024198	42	01	27.113	35.155047	35	09	18.215
157	110	42.023116	42	01	21.070	35.156208	35	09	22.350
158	110	42.023116	42	01	21.070	35.156208	35	09	22.350
159	110	42.023116	42	01	21.070	35.156208	35	09	22.350
160	111	42.121361	42	01	20.499	35.157531	35	09	27.113
161	112	42.023366	42	01	26.956	35.156092	35	09	21.931
162	112	42.023366	42	01	26.956	35.156092	35	09	21.931
163	113	42.023594	42	01	24.940	35.154860	35	09	13.913

Çizelge 4.10. Konteyner koordinatları (164-204 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
164	114	42.021119	42	01	16.029	35.157637	35	09	27.495
165	114	42.021119	42	01	16.029	35.157637	35	09	27.495
166	115	42.025328	42	01	31.180	35.151513	35	09	5.446
167	115	42.025328	42	01	31.180	35.151513	35	09	5.446
168	116	42.027684	42	01	39.664	35.155579	35	09	20.083
169	117	42.027789	42	01	40.055	35.157427	35	09	27.232
170	117	42.027789	42	01	40.055	35.157427	35	09	27.232
171	118	42.029494	42	01	46.178	35.157550	35	09	27.216
172	119	42.032080	42	01	55.488	35.160381	35	09	37.371
173	120	42.029949	42	01	47.815	35.159793	35	09	35.255
174	121	42.030440	42	01	49.583	35.161301	35	09	40.682
175	122	42.030125	42	01	40.427	35.161877	35	09	40.733
176	123	42.027740	42	01	43.465	35.160427	35	09	37.537
177	124	42.028276	42	01	42.152	35.159464	35	09	34.072
178	125	42.029131	42	01	44.872	35.155969	35	09	21.488
179	126	42.028587	42	01	42.911	35.154804	35	09	17.295
180	126	42.028587	42	01	42.911	35.154804	35	09	17.295
181	127	42.238208	42	01	42.299	35.154148	35	09	14.932
182	128	42.030222	42	01	48.800	35.153754	35	09	13.513
183	128	42.030222	42	01	48.800	35.153754	35	09	13.513
184	129	42.029872	42	01	47.540	35.152374	35	09	8.546
185	129	42.029872	42	01	47.540	35.152374	35	09	8.546
186	130	42.030128	42	01	48.461	35.150550	35	09	1.980
187	131	42.029555	42	01	46.429	35.129162	35	08	59.986
188	131	42.029555	42	01	46.429	35.129162	35	08	59.986
189	132	42.028590	42	01	42.925	35.150244	35	09	0.877
190	132	42.028590	42	01	42.925	35.150244	35	09	0.877
191	133	42.025294	42	01	31.058	35.151823	35	09	6.564
192	134	42.023861	42	01	25.898	35.149869	35	08	59.529
193	134	42.023861	42	01	25.898	35.149869	35	08	59.529
194	135	42.023299	42	01	23.645	35.147132	35	08	54.555
195	136	42.024460	42	01	28.048	35.146945	35	08	49.136
196	137	42.034988	42	01	29.270	35.147071	35	08	49.417
197	137	42.034988	42	01	29.270	35.147071	35	08	49.417
198	138	42.024920	42	01	29.688	35.146620	35	08	47.993
199	139	42.025081	42	01	30.291	35.149510	35	08	58.238
200	140	42.024858	42	01	29.489	35.151754	35	09	6.313
201	140	42.024858	42	01	29.489	35.151754	35	09	6.313
202	141	42.027427	42	01	38.738	35.149886	35	08	56.057
203	141	42.027427	42	01	38.738	35.149886	35	08	56.057
204	142	42.028701	42	01	43.324	35.147541	35	08	50.737

Çizelge 4.11. Konteyner koordinatları (205-245 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
205	142	42.028701	42	01	43.324	35.147541	35	08	50.737
206	143	42.027893	42	01	40.415	35.146153	35	08	46.138
207	144	42.027150	42	01	37.739	35.148749	35	08	55.497
208	144	42.027150	42	01	37.739	35.148749	35	08	55.497
209	145	42.026922	42	01	36.918	35.145377	35	08	43.358
210	145	42.026922	42	01	36.918	35.145377	35	08	43.358
211	146	42.026827	42	01	36.527	35.144794	35	08	41.260
212	146	42.026827	42	01	36.527	35.144794	35	08	41.260
213	147	42.026418	42	01	35.104	35.143470	35	08	36.492
214	148	42.025808	42	01	32.908	35.140723	35	08	26.603
215	149	42.025190	42	01	30.683	35.139667	35	08	22.801
216	150	42.024412	42	01	27.884	35.139821	35	08	23.952
217	151	42.035172	42	01	30.404	35.141355	35	08	29.121
218	152	42.025646	42	01	32.324	35.143660	35	08	37.175
219	153	42.025699	42	01	32.516	35.144184	35	08	39.061
220	154	42.026322	42	01	34.806	35.148686	35	08	55.271
221	154	42.026322	42	01	34.806	35.148686	35	08	55.271
222	155	42.025488	42	01	31.762	35.150766	35	09	2.777
223	155	42.025488	42	01	31.762	35.150766	35	09	2.777
224	155	42.025488	42	01	31.762	35.150766	35	09	2.777
225	156	42.024428	42	01	27.902	35.146107	35	08	45.984
226	157	42.024443	42	01	27.991	35.145268	35	08	42.982
227	158	42.024249	42	01	27.321	35.144325	35	08	39.561
228	159	42.023667	42	01	25.208	35.143020	35	08	34.844
229	160	42.023845	42	01	25.841	35.141303	35	08	28.689
230	161	42.023639	42	01	25.501	35.138739	35	08	19.461
231	162	42.022859	42	01	22.207	35.137315	35	08	14.333
232	162	42.022859	42	01	22.207	35.137315	35	08	14.333
233	163	42.022662	42	01	21.585	35.135474	35	08	7.606
234	163	42.022662	42	01	21.585	35.135474	35	08	7.606
235	164	42.022398	42	01	20.632	35.134356	35	08	3.682
236	164	42.022398	42	01	20.632	35.134356	35	08	3.682
237	165	42.022852	42	01	22.266	35.132978	35	07	58.722
238	166	42.023368	42	01	24.126	35.133184	35	07	59.964
239	167	42.023050	42	01	22.979	35.130576	35	07	50.075
240	168	42.023078	42	01	23.082	35.128995	35	07	44.381
241	169	42.022037	42	01	19.294	35.126096	35	07	33.976
242	170	42.022181	42	01	20.053	35.126897	35	07	36.830
243	171	42.022316	42	01	20.338	35.127496	35	07	38.987
244	172	42.022534	42	01	21.122	35.128954	35	07	44.235
245	173	42.022545	42	01	21.132	35.129918	35	07	47.706

Çizelge 4.12 Konteyner koordinatları (246-286 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
246	174	42.022532	42	01	21.114	35.131390	35	07	53.002
247	175	42.022226	42	01	20.014	35.133326	35	07	59.974
248	176	42.021829	42	01	18.586	35.132316	35	07	56.339
249	176	42.021829	42	01	18.586	35.132316	35	07	56.339
250	177	42.021201	42	01	16.322	35.131342	35	07	52.832
251	177	42.021201	42	01	16.322	35.131342	35	07	52.832
252	178	42.022103	42	01	19.570	35.130038	35	07	48.136
253	179	42.021064	42	01	15.830	35.129952	35	07	47.828
254	180	42.020752	42	01	14.707	35.130147	35	07	48.888
255	180	42.020752	42	01	14.707	35.130147	35	07	48.888
256	181	42.026665	42	01	14.395	35.127677	35	07	39.636
257	182	42.020423	42	01	13.524	35.132421	35	07	57.492
258	182	42.020423	42	01	13.524	35.132421	35	07	57.492
259	183	42.022238	42	01	20.055	35.137086	35	08	13.508
260	183	42.022238	42	01	20.055	35.137086	35	08	13.508
261	184	42.022338	42	01	20.416	35.137531	35	08	15.111
262	185	42.022763	42	01	21.945	35.138416	35	08	18.298
263	186	42.025309	42	01	23.175	35.138188	35	08	17.190
264	187	42.020775	42	01	14.791	35.135994	35	08	9.578
265	187	42.020775	42	01	14.791	35.135994	35	08	9.578
266	187	42.020775	42	01	14.791	35.135994	35	08	9.578
267	188	42.020246	42	01	12.885	35.135694	35	08	8.497
268	189	42.019123	42	01	8.844	35.134220	35	08	6.794
269	190	42.018482	42	01	6.336	35.134804	35	08	5.293
270	191	42.018271	42	01	5.775	35.134622	35	08	4.638
271	191	42.018271	42	01	5.775	35.134622	35	08	4.638
272	192	42.021548	42	01	17.573	35. 35909	35	08	9.271
273	193	42.021636	42	01	17.890	35.132801	35	07	58.891
274	193	42.021636	42	01	17.890	35.132801	35	07	58.891
275	194	42.019880	42	01	11.533	35.131917	35	07	54.943
276	194	42.019880	42	01	11.533	35.131917	35	07	54.943
277	195	42.019353	42	01	9.775	35.132139	35	07	55.715
278	196	42.019515	42	01	10.220	35.139970	35	07	51.713
279	197	42.019977	42	01	11.926	35.128897	35	07	44.094
280	197	42.019977	42	01	11.926	35.128897	35	07	44.094
281	198	42.020015	42	01	12.000	35.129995	35	07	47.982
282	198	42.020015	42	01	12.000	35.129995	35	07	47.982
283	199	42.019164	42	01	8.989	35.130268	35	07	48.022
284	199	42.019164	42	01	8.989	35.130268	35	07	48.022
285	200	42.018807	42	01	7.706	35.129472	35	07	46.099
286	201	42.018799	42	01	7.678	35.129893	35	07	47.614

Çizelge 4.13. Konteyner koordinatları (287-327 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
287	202	42.018572	42	01	6.858	35.132519	35	07	57.070
288	203	42.018361	42	01	5.567	35.133079	35	07	59.083
289	204	42.017257	42	01	2.124	35.132943	35	07	58.594
290	204	42.017257	42	01	2.124	35.132943	35	07	58.594
291	205	42.018648	42	01	7.133	35.130709	35	07	50.553
292	205	42.018648	42	01	7.133	35.130709	35	07	50.553
293	206	42.018052	42	01	4.988	35.129264	35	07	45.351
294	207	42.017982	42	01	4.735	35.128902	35	07	44.047
295	208	42.016648	42	00	59.754	35.127202	35	07	37.866
296	209	42.016097	42	00	57.950	35.126210	35	07	34.355
297	210	42.015932	42	00	57.354	35.125092	35	07	30.332
298	211	42.015715	42	00	55.967	35.124232	35	07	27.234
299	212	42.014701	42	00	52.922	35.123297	35	07	23.708
300	213	42.013663	42	00	49.188	35.121384	35	07	16.982
301	214	42.013252	42	00	47.648	35.119373	35	07	9.731
302	215	42.013524	42	00	48.688	35.119345	35	07	9.641
303	216	42.013978	42	00	50.381	35.118263	35	07	5.746
304	217	42.015060	42	00	54.215	35.117814	35	07	4.131
305	218	42.015888	42	00	57.183	35.117169	35	07	1.845
306	219	42.015199	42	00	54.717	35.115722	35	06	56.601
307	220	42.014268	42	00	51.366	35.114312	35	06	51.524
308	221	42.015909	42	01	2.297	35.113391	35	06	48.208
309	222	42.018381	42	01	6.170	35.116501	35	06	59.403
310	223	42.018503	42	01	6.610	35.117398	35	07	2.633
311	224	42.020997	42	01	11.990	35.124739	35	07	29.059
312	224	42.020997	42	01	11.990	35.124739	35	07	29.059
313	225	42.018942	42	01	8.018	35.125132	35	07	30.476
314	225	42.018942	42	01	8.018	35.125132	35	07	30.476
315	226	42.019896	42	01	8.956	35.125933	35	07	33.373
316	226	42.019896	42	01	8.956	35.125933	35	07	33.373
317	227	42.019752	42	01	11.106	35.126369	35	07	34.632
318	228	42.019896	42	01	11.627	35.128103	35	07	41.170
319	229	42.019734	42	01	11.042	35.127723	35	07	39.801
320	230	42.018029	42	01	4.905	35.124264	35	07	27.350
321	230	42.018029	42	01	4.905	35.124264	35	07	27.350
322	231	42.017557	42	01	3.206	35.123435	35	07	24.365
323	232	42.016920	42	01	0.862	35.122337	35	07	20.412
324	232	42.016920	42	01	0.862	35.122337	35	07	20.412
325	233	42.016157	42	00	58.165	35.121756	35	07	18.321
326	234	42.016557	42	00	59.607	35.122966	35	07	22.679
327	235	42.017012	42	01	1.245	35.123930	35	07	26.147

Çizelge 4.14. Konteyner koordinatları (328-368 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
328	236	42.016081	42	00	55.860	35.122962	35	07	22.662
329	236	42.016081	42	00	55.860	35.122962	35	07	22.662
330	237	42.015213	42	00	55.166	35.121649	35	07	17.936
331	238	42.015356	42	00	55.234	35.121180	35	07	16.245
332	239	42.018333	42	01	6.280	35.126275	35	07	34.591
333	239	42.018333	42	01	6.280	35.126275	35	07	34.591
334	240	42.018014	42	01	4.849	35.121616	35	07	17.818
335	240	42.018014	42	01	4.849	35.121616	35	07	17.818
336	241	42.016406	42	00	59.062	35.120129	35	07	12.465
337	242	42.017079	42	01	1.486	35.119358	35	07	9.690
338	243	42.016288	42	00	58.638	35.119792	35	07	11.252
339	244	42.016394	42	00	59.017	35.118646	35	07	7.126
340	245	42.011512	42	00	41.442	35.118484	35	07	6.542
341	246	42.010529	42	00	39.278	35.118191	35	07	5.201
342	247	42.010934	42	00	35.761	35.117048	35	07	1.373
343	248	42.006721	42	00	24.188	35.114008	35	06	50.414
344	249	42.005601	42	00	20.163	35.113239	35	06	47.660
345	250	42.005006	42	00	18.022	35.112863	35	06	46.306
346	251	42.000651	42	00	2.344	35.129886	35	06	35.588
347	252	41.999565	41	59	58.435	35.107505	35	06	27.019
348	253	42.001161	42	00	4.181	35.105963	35	06	21.468
349	254	42.001688	42	00	6.076	35.105500	35	06	19.799
350	255	42.002473	42	00	8.904	35.104880	35	06	17.568
351	256	42.003151	42	00	11.343	35.104762	35	06	17.144
352	257	42.004742	42	00	17.071	35.104291	35	06	15.726
353	258	42.006138	42	00	22.096	35.102740	35	06	9.862
354	259	42.007933	42	00	28.559	35.100450	35	06	1.619
355	259	42.007933	42	00	28.559	35.100450	35	06	1.619
356	260	42.008802	42	00	31.686	35.100603	35	06	2.170
357	261	42.012392	42	00	44.612	35.106420	35	06	23.113
358	262	42.016306	42	00	58.718	35.112366	35	06	44.523
359	263	42.020728	42	01	14.621	35.126174	35	07	34.226
360	264	42.020970	42	01	15.493	35.125604	35	07	32.175
361	265	42.018267	42	01	5.763	35.115061	35	06	54.219
362	265	42.018267	42	01	5.763	35.115061	35	06	54.219
363	266	42.018281	42	01	5.813	35.114175	35	06	51.031
364	267	42.018339	42	01	6.033	35.107875	35	06	28.385
365	268	42.018312	42	01	5.595	35.105204	35	06	18.736
366	269	42.021021	42	01	12.152	35.099473	35	05	58.102
367	270	42.018732	42	01	7.436	35.096058	35	05	45.810
368	270	42.018732	42	01	7.436	35.096058	35	05	45.810

Çizelge 4.15. Konteyner koordinatları (369-409 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
369	271	42.022832	42	01	22.194	35.114228	35	06	51.219
370	272	42.022735	42	01	21.864	35.117583	35	07	3.297
371	273	42.022527	42	01	21.098	35.120443	35	07	13.595
372	274	42.022304	42	01	20.259	35.123030	35	07	22.907
373	275	42.022079	42	01	19.777	35.123931	35	07	26.152
374	276	42.021253	42	01	31.920	35.121822	35	07	30.445
375	277	42.007897	42	00	28.233	35.095579	35	05	44.108
376	278	42.007305	42	00	26.297	35.091657	35	05	30.040
377	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
378	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
379	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
380	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
381	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
382	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
383	279	42.004922	42	00	17.721	35.078283	35	04	41.819
384	280	42.004015	42	00	14.456	35.080105	35	04	48.377
385	280	42.004015	42	00	14.456	35.080105	35	04	48.377
386	281	42.004902	42	00	17.657	35.081687	35	04	54.113
387	282	42.005532	42	00	19.915	35.082944	35	04	58.594
388	283	42.005373	42	00	19.342	35.084919	35	05	5.709
389	284	42.005353	42	00	19.145	35.088486	35	05	18.551
390	285	42.005686	42	00	20.658	35.091480	35	05	29.327
391	285	42.005686	42	00	20.658	35.091480	35	05	29.327
392	286	42.006928	42	00	24.941	35.091050	35	05	27.780
393	287	42.002508	42	00	8.765	35.091919	35	05	30.909
394	288	42.001574	42	00	5.667	35.091972	35	05	31.099
395	289	42.000634	42	00	0.195	35.091487	35	05	29.353
396	290	41.991406	41	59	29.063	35.087242	35	05	14.070
397	290	41.991406	41	59	29.063	35.087242	35	05	14.070
398	291	41.991195	41	59	28.302	35.087938	35	05	16.637
399	292	41.991105	41	59	28.055	35.091226	35	05	28.379
400	293	41.991639	41	59	29.901	35.092583	35	05	33.300
401	293	41.991639	41	59	29.901	35.092583	35	05	33.300
402	294	41.992037	41	59	31.332	35.092311	35	05	32.319
403	295	41.991874	41	59	30.747	35.091895	35	05	30.820
404	296	41.991732	41	59	30.236	35.091191	35	05	28.288
405	297	41.991634	41	59	29.881	35.091060	35	05	27.656
406	298	41.992050	41	59	31.376	35.090523	35	05	25.841
407	299	41.992272	41	59	32.183	35.091014	35	05	27.700
408	300	41.992129	41	59	31.679	35.090985	35	05	27.739
409	301	41.992699	41	59	33.603	35.090844	35	05	27.040

Çizelge 4.16. Konteyner koordinatları (410-450 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
410	302	42.028333	42	01	42.360	35.070000	35	04	12.280
411	303	42.030556	42	01	50.460	35.063611	35	03	49.210
412	304	42.031667	42	01	54.030	35.061111	35	03	40.140
413	305	42.031389	42	01	53.410	35.058889	35	03	32.090
414	306	42.031944	42	01	55.110	35.056944	35	03	25.400
415	307	42.033889	42	02	2.100	35.053611	35	03	13.920
416	308	42.034722	42	02	5.120	35.052500	35	03	9.810
417	309	42.035278	42	02	7.250	35.055222	35	03	8.660
418	310	42.036389	42	02	11.980	35.050556	35	03	2.450
419	311	42.036667	42	02	12.940	35.050000	35	03	0.860
420	312	42.036944	42	02	13.760	35.049722	35	02	59.400
421	313	42.038333	42	02	18.530	35.047500	35	02	51.590
422	314	42.039167	42	02	21.550	35.046667	35	02	48.010
423	315	42.039722	42	02	23.050	35.046111	35	02	46.060
424	316	42.040833	42	02	27.650	35.045000	35	02	42.520
425	317	42.041111	42	02	28.450	35.043056	35	02	35.690
426	317	42.041111	42	02	28.450	35.043056	35	02	35.690
427	318	42.040833	42	02	27.120	35.041944	35	02	31.240
428	319	42.046389	42	02	47.640	35.041944	35	02	31.680
429	320	42.046667	42	02	48.620	35.043889	35	02	38.080
430	320	42.046667	42	02	48.620	35.043889	35	02	38.080
431	320	42.046667	42	02	48.620	35.043889	35	02	38.080
432	321	42.050278	42	03	1.370	35.043056	35	02	35.060
433	321	42.050278	42	03	1.370	35.043056	35	02	35.060
434	321	42.050278	42	03	1.370	35.043056	35	02	35.060
435	321	42.050278	42	03	1.370	35.043056	35	02	35.060
436	322	42.048889	42	02	56.920	35.040833	35	02	27.790
437	323	42.050556	42	03	2.150	35.040000	35	02	24.160
438	324	42.053611	42	03	13.230	35.040556	35	02	26.090
439	325	42.055000	42	03	18.300	35.044167	35	02	39.740
440	326	42.060278	42	03	37.660	35.045278	35	02	43.650
441	327	42.023333	42	01	24.670	35.085000	35	05	6.710
442	328	42.012500	42	00	45.020	35.099167	35	05	57.860
443	329	42.017222	42	01	2.270	35.083056	35	04	59.390
444	330	42.016111	42	00	58.500	35.080556	35	04	50.420
445	331	42.015556	42	00	56.120	35.078333	35	04	42.710
446	332	42.013611	42	00	49.990	35.074444	35	04	28.130
447	333	42.013333	42	00	48.170	35.073333	35	04	24.740
448	334	42.012778	42	00	46.210	35.072222	35	04	20.920
449	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
450	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790

Çizelge 4.17. Konteyner koordinatları (451-491 Arası)

Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
451	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
452	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
453	335	42.013333	42	00	48.030	35,074722	35	04	29.790
454	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
455	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
456	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
457	335	42.013333	42	00	48.030	35.074722	35	04	29.790
458	336	42.009722	42	00	35.840	35.075278	35	04	31.530
459	336	42.009722	42	00	35.840	35.075278	35	04	31.530
460	337	42.006944	42	00	25.290	35.086667	35	05	12.710
461	337	42.006944	42	00	25.290	35.086667	35	05	12.710
462	337	42.006944	42	00	25.290	35.086667	35	05	12.710
463	338	42.023333	42	01	24.930	35.136667	35	08	12.290
464	338	42.023333	42	01	24.930	35.136667	35	08	12.290
465	338	42.023333	42	01	24.930	35.136667	35	08	12.290
466	338	42.023333	42	01	24.930	35.136667	35	08	12.290
467	338	42.023333	42	01	24.930	35.136667	35	08	12.290
468	339	42.007222	42	00	26.730	35.103056	35	06	11.990
469	340	42.003056	42	00	11.560	35.097222	35	05	50.900
470	341	42.014167	42	00	51.440	35.110556	35	06	38.850
471	342	42.024167	42	01	27.200	35.139444	35	08	22.610
472	342	42.024167	42	01	27.200	35.139444	35	08	22.610
473	342	42.024167	42	01	27.200	35.139444	35	08	22.610
474	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
475	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
476	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
477	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
478	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
479	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
480	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
481	343	42.025000	42	01	30.340	35.165833	35	09	57.120
482	344	42.024722	42	01	29.190	35.140833	35	08	27.400
483	344	42.024722	42	01	29.190	35.140833	35	08	27.400
484	344	42.024722	42	01	29.190	35.140833	35	08	27.400
485	345	42.042222	42	02	32.270	35.040833	35	02	27.210
486	345	42.042222	42	02	32.270	35,040833	35	02	27.210
487	345	42.042222	42	02	32.270	35,040833	35	02	27.210
488	345	42.042222	42	02	32.270	35,040833	35	02	27.210
489	346	42.029167	42	01	45.600	35,171944	35	10	19.630
490	346	42.029167	42	01	45.600	35,171944	35	10	19.630
491	346	42.029167	42	01	45.600	35,171944	35	10	19.630

Çizelge 4.18. Konteyner koordinatları (492-503 Arası)

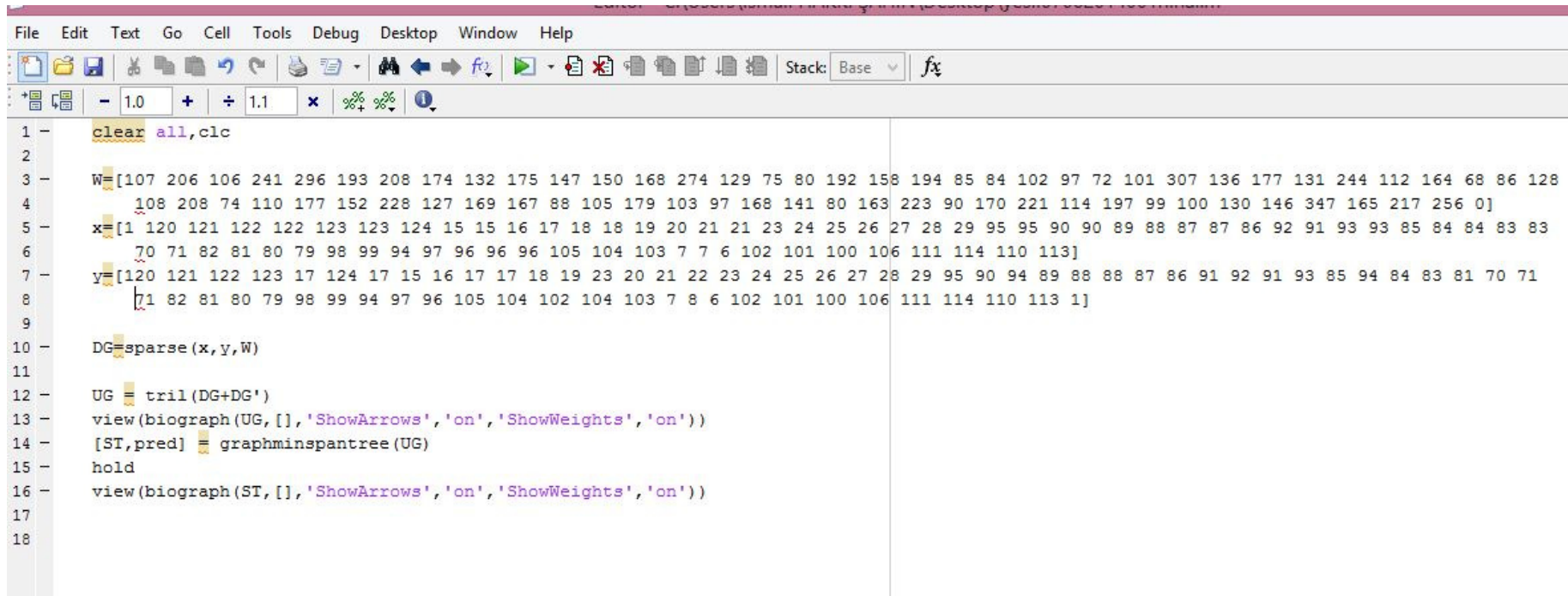
Konteyner No	Nokta No	Enlem	Enlem (Kuzey)			Boylam	Boylam (Doğu)		
			Derece	1	2		Derece	1	2
492	346	42.029167	42	01	45.600	35.171944	35	10	19.630
493	346	42.029167	42	01	45.600	35.171944	35	10	19.630
494	347	42.020000	42	01	12.120	35.082778	35	04	58.140
495	347	42.020000	42	01	12.120	35.082778	35	04	58.140
496	347	42.020000	42	01	12.120	35.082778	35	04	58.140
497	347	42.020000	42	01	12.120	35.082778	35	04	58.140
498	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990
499	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990
500	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990
501	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990
502	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990
503	348	42.006111	42	00	22.940	35.090833	35	05	27.990

Konteynerlerin belirlenmesinden sonra optimizasyonun yapılacağı yöntem belirlenmiştir. Burada sezgisel yaklaşım modeli ve MATLAB programı yardımıyla Kruksal algoritması ile Minimum Spanning Tree (En küçük kapsayan ağaç) yöntemi birlikte uygulanmıştır.

Şehrin coğrafi, iklim, nüfus yapısı, nüfusun bölgesel yoğunluğu ve buna bağlı olarak katı atık yoğunluğu dikkate alınarak araç sayısı ve araçların bölgeleri oluşturulmuştur. Şehir 4 bölgeye ayrılmış ve her bölge için bir adet $13+1 \text{ m}^3$ yükleme kapasiteli araç belirlenmiştir. Bu araçlar mavi, sarı, yeşil ve kırmızı olarak isimlendirilmiştir. Mavi araç ağırlıklı olarak ada bölgesinin batı kısmı ile anakaraya doğru uzanan kısmın kuzey bölümünde; yeşil araç ada bölgesinin doğu bölümünde; sarı araç anakara bölgesinin güney bölümünde; kırmızı araç ise sadece yazlık meskenler ile turizm yerlerinin olduğu bölgelerde görevlendirilmiştir. Garajdan çıkıştan itibaren katı atık bertaraf tesisine giden yol üzerinde olan ve ayrıca ana arterler üzerinde bulunan konteynerler ise araçların katı atık yoğunluklarını dengeleyecek şekilde dağıtılmıştır. Trafiğin yoğun olduğu ve garajdan bertaraf tesisi yönünün tersi istikametinde tek yönde trafik akışının olduğu yollarla; gidiş istikametinde alınması güzergahı uzatan ve buna karşılık aracın dönüş güzergahında olup tekrar güzergah değiştirilmesine gerek kalmadan toplanabilecek konteynerler ise dönüş istikametinde toplanmak üzere rotalar belirlenmiştir. Ana hatlarıyla yapılan bu çalışmanın ardından MATLAB programı kullanılarak en küçük yayılan ağaç yöntemiyle noktalar numaralandırılarak ve noktalar arası mesafeler girilerek

kümelenmiş konteyner gruplarının çözümü ve en kısa yollar belirlenerek rota optimizasyonu yapılmıştır.

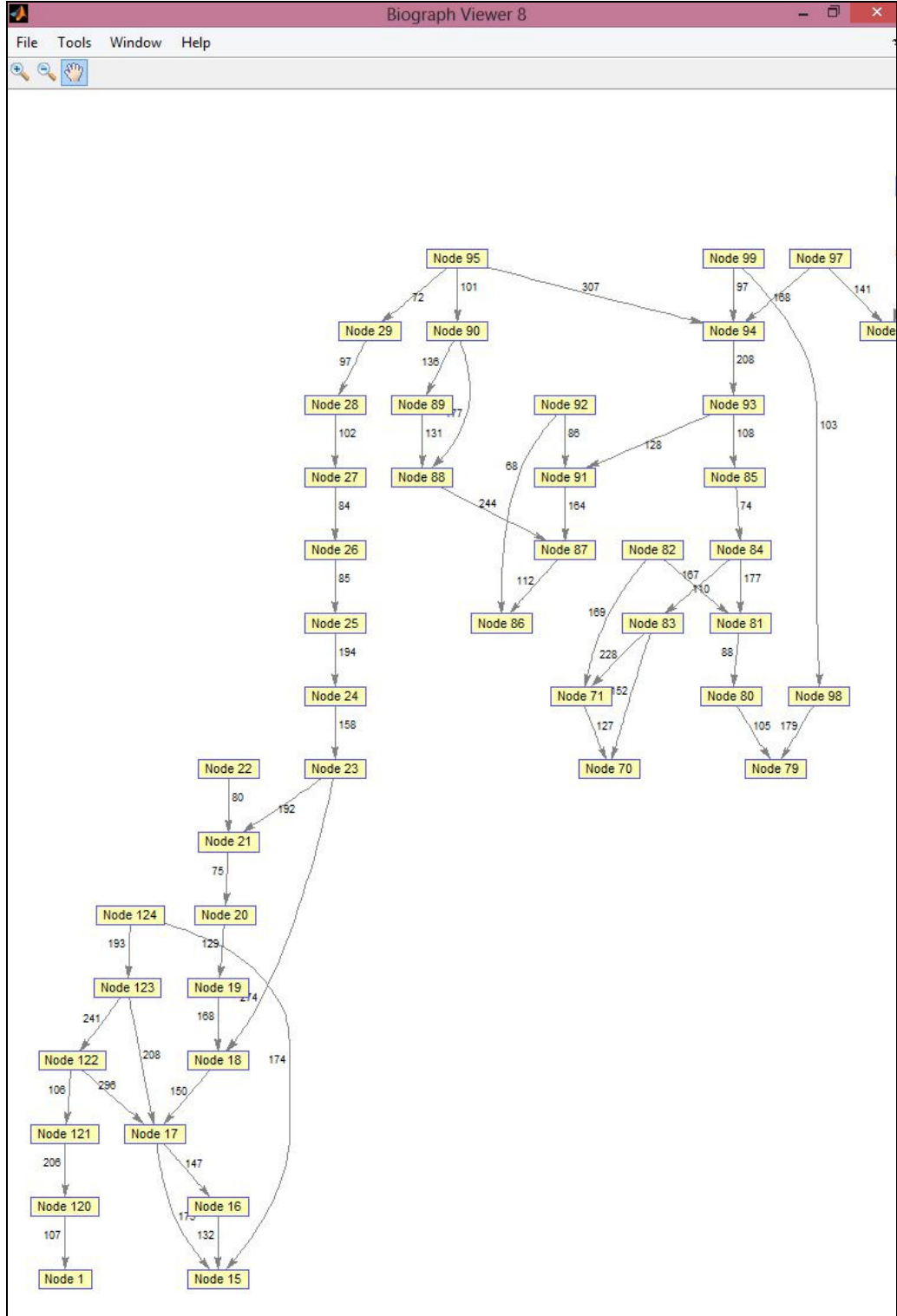
MATLAB programı kullanılarak Yeşil aracın 58 noktalı bir düğümdeki rota optimizasyonu değerlerin programa girilmesi, girilen bu değerlerin program tarafından harita görünümünde nokta numaraları ve mesafeleriyle çizilmesi ve program tarafından oluşturulan rotanın ekran görüntüleri örnek olarak verilmiştir. (Burada birinci nokta olan 118 nolu konteyner başlangıç noktası olduğu için "1" olarak programa girilmiş ve çıktılarda da bu şekliyle görülmüştür.) Öncelikle programda "W" ile gösterilen bölüme sırası ile mesafeler (harekete başlanan nokta ile varılan nokta arası), "X" ile gösterilen bölüme harekete başlanan noktalar, "Y" ile gösterilen bölüme ise varılan noktalar girilmiştir.

A screenshot of the MATLAB IDE interface. The top menu bar includes File, Edit, Text, Go, Cell, Tools, Debug, Desktop, Window, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons for file operations, editing, and execution. The main workspace displays a script with the following code:

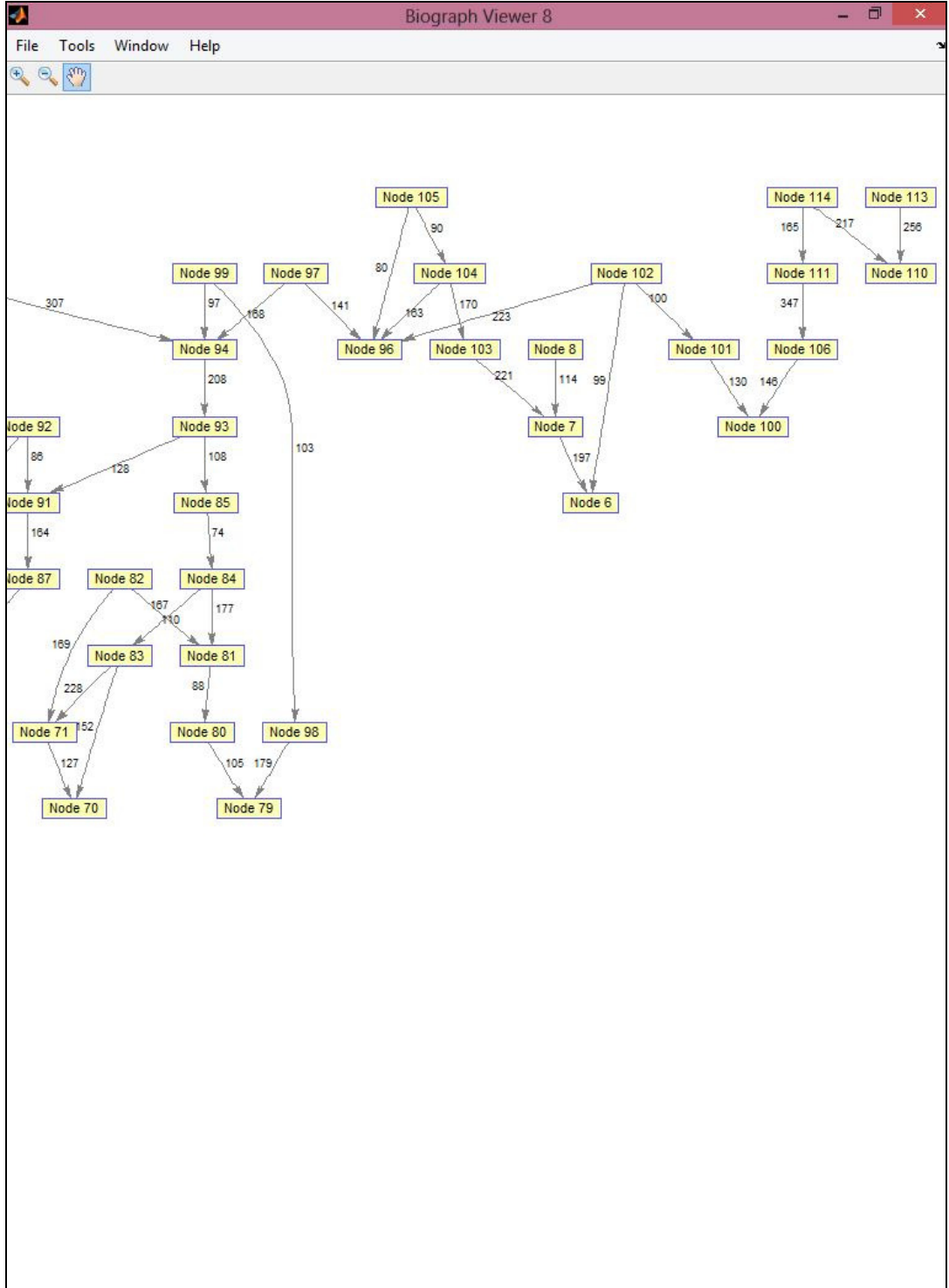
```
1 - clear all,clc
2
3 - W=[107 206 106 241 296 193 208 174 132 175 147 150 168 274 129 75 80 192 158 194 85 84 102 97 72 101 307 136 177 131 244 112 164 68 86 128
4     108 208 74 110 177 152 228 127 169 167 88 105 179 103 97 168 141 80 163 223 90 170 221 114 197 99 100 130 146 347 165 217 256 0]
5 - x=[1 120 121 122 122 123 123 124 15 15 16 17 18 18 19 20 21 21 23 24 25 26 27 28 29 95 95 90 90 89 88 87 87 86 92 91 93 93 85 84 84 83 83
6     70 71 82 81 80 79 98 99 94 97 96 96 96 105 104 103 7 7 6 102 101 100 106 111 114 110 113]
7 - y=[120 121 122 123 17 124 17 15 16 17 17 18 19 23 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 95 90 94 89 88 88 87 86 91 92 91 93 85 94 84 83 81 70 71
8     71 82 81 80 79 98 99 94 97 96 105 104 102 104 103 7 8 6 102 101 100 106 111 114 110 113 1]
9
10 - DG=sparse(x,y,W)
11
12 - UG = tril(DG+DG')
13 - view(biograph(UG, [], 'ShowArrows', 'on', 'ShowWeights', 'on'))
14 - [ST,pred] = graphminspantree(UG)
15 - hold
16 - view(biograph(ST, [], 'ShowArrows', 'on', 'ShowWeights', 'on'))
17
18
```

Şekil 4.4. MATLAB programında veri girişi ekran görüntüsü

Bu veriler sonucunda program öncelikle girilen verilerin nokta numaraları ve mesafeleri ile haritasını çıkarmıştır (Şekil 4.5., Şekil 4.6.).

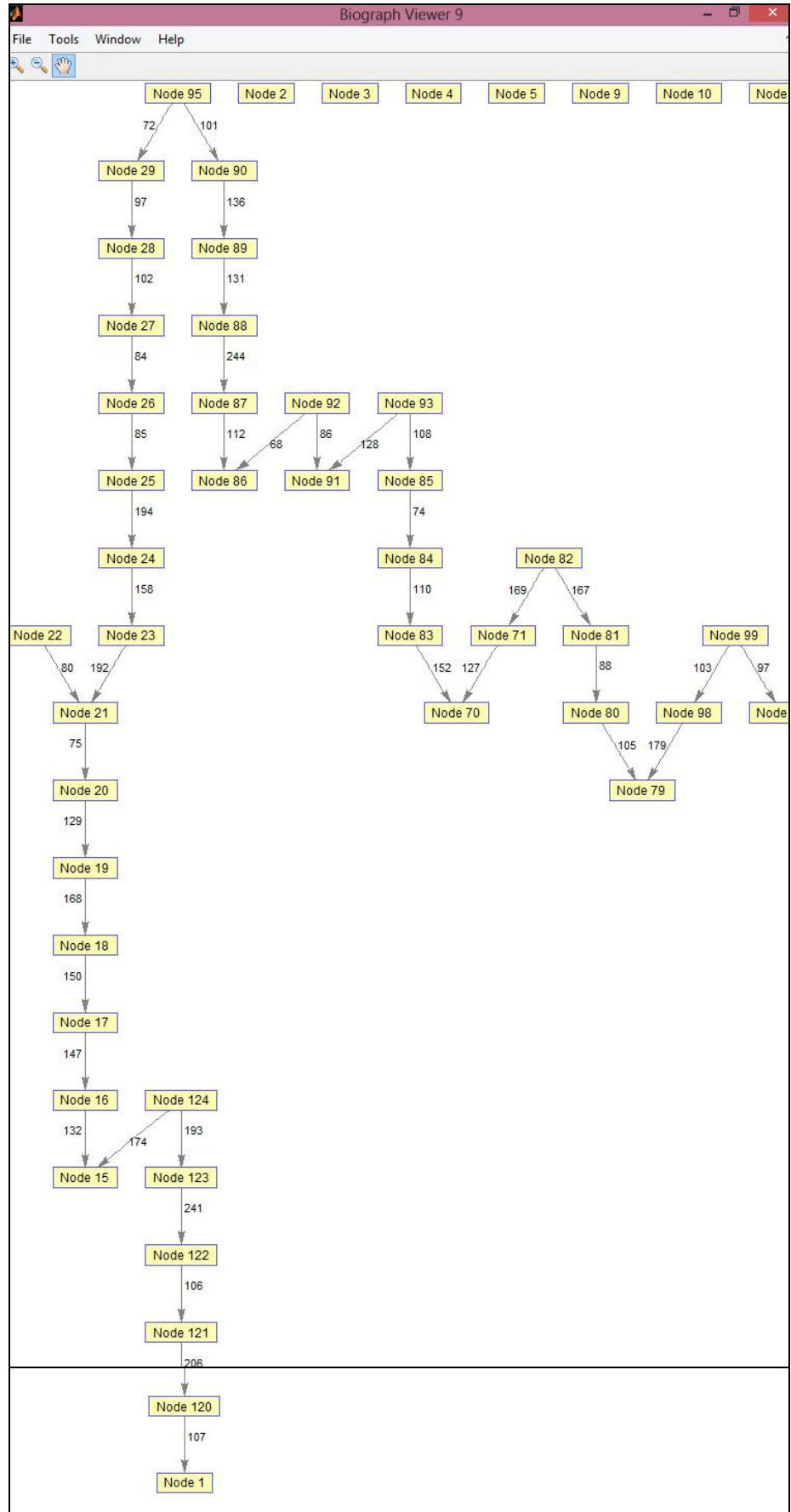


Şekil 4.5. MATLAB programı tarafından oluşturulan harita (1. parça (sol))

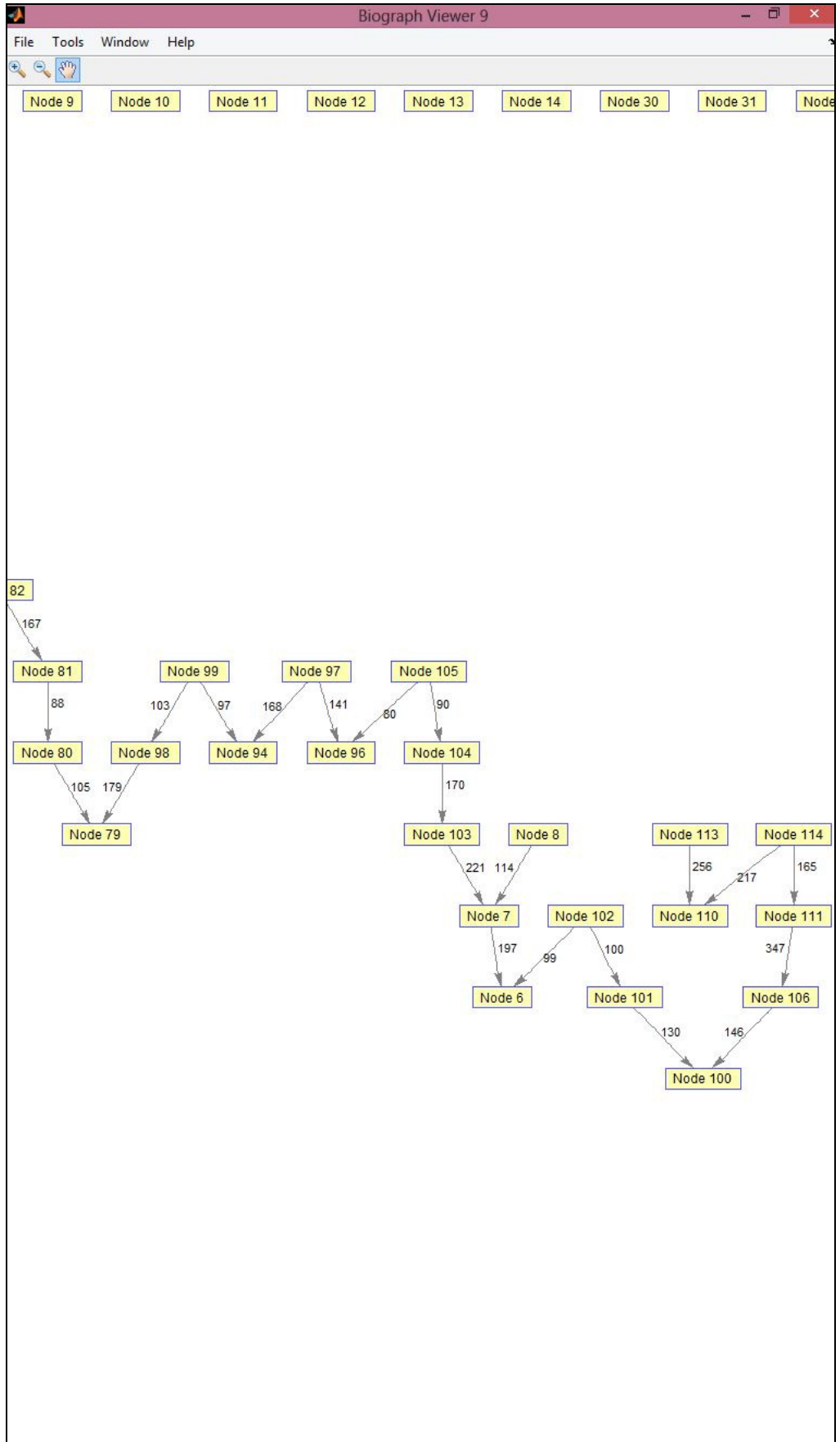


Şekil 4.6. MATLAB programı tarafından oluşturulan harita (2. parça (sağ))

Son olarak hangi rotanın izlenmesi gerektiği program tarafından şekil üzerinde gösterilmiştir (Şekil 4.7., Şekil 4.8.). Burada görüldüğü gibi ilk ekran görüntüsünün alt tarafında yer alan 1. (118 no) noktadan başlayarak 120, 121 ve 122 şeklinde devam edip 2. ekran görüntüsünün sağ tarafında 114, 110 ve 113. noktada son bulmaktadır.



Şekil 4.7. MATLAB programı tarafından oluşturulan rota (1. parça (sol))



Şekil 4.8. MATLAB programı tarafından oluşturulan rota (2. parça (sağ))

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen her araç için izlenecek yol (konteyner nokta numaraları ile); noktalar arası mesafe; noktalar arasında ilk noktadan hareketle başlayıp diğer noktada bulunan konteyner/konteynerlerin toplanması, araçta sıkıştırılması ve hareket edilmesine kadar geçen süre; noktalardaki konteyner sayısı; ve aracın toplamda uğradığı nokta, topladığı konteyner, kat ettiği mesafe ve toplam mesai süreleri gibi bilgiler **Çizelge 4.19.**, **Çizelge 4.20.**, **Çizelge 4.21.** ve **Çizelge 4.22.**'de yer almaktadır.

Çizelge 4.19. Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
1	B	125	450	1	145
2	125	127	323	1	120
3	127	128	78	2	91
4	128	129	174	2	110
5	129	130	250	1	105
6	130	131	25	2	80
7	131	1	217	2	118
8	1	132	70	2	89
9	132	141	214	2	118
10	141	142	143	2	104
11	142	143	128	1	81
12	143	145	74	2	90
13	145	147	171	1	89
14	147	148	126	1	80
15	148	149	264	1	108
16	149	338	365	5	208
17	338	162	237	2	122
18	162	163	328	2	141
19	163	164	131	2	101
20	164	166	135	1	82
21	166	165	76	1	70
22	165	175	214	1	98
23	175	176	138	2	103
24	176	177	135	2	102
25	177	178	158	1	87
26	178	173	125	1	80
27	173	174	137	1	82
28	174	167	147	1	84
29	167	168	97	1	74

Çizelge 4.19 (devam). Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
30	168	172	164	1	88
31	172	171	69	1	69
32	171	170	48	1	65
33	170	169	101	1	75
34	169	275	232	1	101
35	275	274	56	1	66
36	274	273	210	1	97
37	273	272	355	1	126
38	272	271	194	1	94
39	271	269	1216	1	298
40	269	270	483	2	172
41	270	347	1131	4	341
42	347	329	1100	1	275
43	329	330	238	1	103
44	330	331	202	1	95
45	331	332	381	1	131
46	332	335	81	9	231
47	335	333	150	1	85
48	333	336	459	2	167
49	336	334	445	1	144
50	334	279	2170	7	136
51	279	280	307	2	136
52	280	281	201	1	95
53	281	282	68	1	69
54	282	283	77	1	70
55	283	337	382	3	171
56	337	284	413	1	138
57	284	285	176	2	110
58	285	348	223	6	200
59	348	286	89	1	73
60	286	278	155	1	86
61	278	277	189	1	93
62	277	290	2457	2	566
63	290	291	82	1	71
64	291	292	400	1	135
65	292	293	113	2	98
66	293	294	68	1	69
67	294	295	55	1	66

Çizelge 4.19 (devam). Mavi araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
68	295	296	42	1	63
69	296	297	52	1	65
70	297	298	98	1	75
71	298	300	25	1	60
72	300	299	25	1	60
73	299	301	107	1	76
74	301	ABN	594		124
75	ABN	BT	9125		1998
76	BT	ABN	9125		1098
77	ABN	153	6733	1	1402
78	153	138	154	1	86
79	138	137	71	2	89
80	137	139	169	1	89
81	139	155	228	3	141
82	155	115	124	2	100
83	115	133	94	1	74
84	133	2	167	3	128
85	2	3	58	1	67
86	3	4	191	2	113
87	4	14	113	2	98
88	14	11	79	2	91
89	11	12	91	1	73
90	12	117	84	2	92
91	117	G	415		88
Mola süresi (30 dakika)					1800
Uğranılan Nokta Sayısı				87	
Toplanan Konteyner Sayısı				144	
Kat Edilen Mesafe (m)				48034	
Toplam Süre (saat,dakika,saniye)			4 saat 31 dakika 55 saniye		

Çizelge 4.20. Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
1	B	119	200	1	95
2	119	144	1244	2	324
3	144	146	342	2	143
4	146	152	245	1	104
5	152	151	149	1	85
6	151	150	150	1	85
7	150	186	263	1	108
8	186	185	37	1	62
9	185	184	88	1	73
10	184	183	42	2	83
11	183	192	156	1	86
12	192	204	546	2	184
13	204	203	148	1	85
14	203	202	52	1	65
15	202	193	126	2	100
16	193	182	116	2	98
17	182	194	152	2	105
18	194	195	85	1	72
19	195	196	111	1	77
20	196	198	80	2	91
21	198	197	130	2	101
22	197	199	198	2	115
23	199	200	67	1	68
24	200	201	57	1	66
25	201	205	112	2	97
26	205	206	123	1	80
27	206	207	46	1	64
28	207	208	175	1	90
29	208	209	68	1	69
30	209	210	94	1	74
31	210	211	189	1	93
32	211	236	182	2	111
33	236	212	138	1	83
34	212	237	269	1	109
35	237	238	58	1	67
36	238	233	143	1	84
37	233	232	65	2	88
38	232	234	90	1	73

Çizelge 4.20 (devam). Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
39	234	235	78	1	71
40	235	231	150	1	85
41	231	240	205	2	116
42	240	241	396	1	134
43	241	242	147	1	84
44	242	243	256	1	106
45	243	244	89	1	73
46	244	218	163	1	88
47	218	219	141	1	83
48	219	220	133	1	82
49	220	217	353	1	126
50	217	216	155	1	86
51	216	215	87	1	72
52	215	213	74	1	70
53	213	214	93	1	74
54	214	245	190	1	93
55	245	246	84	1	72
56	246	247	127	1	80
57	247	248	413	1	138
58	248	249	89	1	73
59	249	250	162	1	87
60	250	251	659	1	187
61	251	252	233	1	102
62	252	253	126	1	80
63	253	254	104	1	76
64	254	255	161	1	87
65	255	256	108	1	77
66	256	257	197	1	94
67	257	258	250	1	105
68	258	340	659	1	187
69	340	287	542	1	163
70	287	288	206	1	96
71	288	289	63	1	68
72	289	ABN	1178		241
73	ABN	BT	9125		1998
74	BT	ABN	9125		1098
75	ABN	259	2431	2	561
76	259	339	267	1	108
77	339	261	467	1	148

Çizelge 4.20 (devam). Sarı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
78	261	341	468	1	149
79	341	262	331	1	121
80	262	221	78	1	71
81	221	222	277	1	110
82	222	223	191	1	93
83	223	342	2004	3	496
84	342	344	133	3	122
85	344	154	700	2	215
86	154	140	391	2	153
87	140	116	360	1	127
88	116	126	152	2	105
89	126	G	542		113
Mola süresi (30 dakika)					1800
Uçranılan Nokta Sayısı				85	
Toplanan Konteyner Sayısı				107	
Kat Edilen Mesafe (m)				41649	
Toplam Süre (saat,dakika,saniye)			4 saat 5 dakika 1 saniye		

Çizelge 4.21. Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
1	B	118	300	1	115
2	118	120	112	1	77
3	120	121	203	1	96
4	121	122	124	1	80
5	122	123	241	1	103
6	123	124	145	1	84
7	124	15	167	2	108
8	15	16	90	1	73
9	16	17	149	2	105
10	17	18	124	2	100
11	18	19	165	2	108
12	19	20	142	2	103
13	20	21	90	1	73
14	21	22	79	1	71
15	22	23	275	1	110
16	23	24	114	1	78
17	24	25	188	1	93
18	25	26	75	1	70
19	26	27	96	1	74
20	27	28	103	1	76
21	28	29	79	1	71
22	29	95	114	2	98
23	95	90	96	1	74
24	90	89	128	1	81
25	89	88	118	2	99
26	88	87	244	2	124
27	87	86	108	1	77
28	86	92	52	1	65
29	92	91	59	2	87
30	91	93	139	1	83
31	93	85	100	1	75
32	85	84	78	2	91
33	84	83	121	2	99
34	83	70	151	1	85
35	70	72	211	2	117
36	72	71	145	1	84
37	71	82	135	2	102
38	82	81	162	1	87

Çizelge 4.21 (devam). Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
39	81	80	91	1	73
40	80	79	84	2	92
41	79	98	184	2	112
42	98	99	112	1	77
43	99	94	80	3	111
44	94	97	171	3	129
45	97	96	111	3	117
46	96	105	79	1	71
47	105	104	129	2	101
48	104	103	91	2	93
49	103	8	301	2	135
50	8	7	133	1	82
51	7	6	197	1	94
52	6	102	95	2	94
53	102	101	99	1	75
54	101	100	126	2	100
55	100	106	129	2	101
56	106	111	268	1	109
57	111	114	197	2	114
58	114	110	226	3	140
59	110	113	248	1	105
60	113	134	520	2	179
61	134	135	301	1	115
62	135	136	156	1	86
63	136	156	442	1	143
64	156	157	118	1	79
65	157	158	38	1	63
66	158	159	82	1	71
67	159	160	46	1	64
68	160	101	101	1	75
69	101	180	778	2	231
70	180	179	104	1	76
71	179	181	182	1	91
72	181	228	188	1	93
73	228	229	33	1	62
74	229	227	143	1	84
75	227	226	74	2	90
76	226	239	92	2	93
77	239	230	208	2	117
78	230	225	114	2	98

Çizelge 4.21 (devam). Yeşil araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
79	225	224	112	2	97
80	224	263	80	1	71
81	263	ABN	4985		1002
82	ABN	BT	9125		1998
83	BT	ABN	9125		1098
84	ABN	108	7697	2	1614
85	108	109	78	2	91
86	109	112	101	2	95
87	112	107	75	2	90
88	107	5	171	2	109
89	5	13	292	2	133
90	13	10	63	2	88
91	10	9	128	3	121
92	9	G	596		124
Mola süresi (30 dakika)					1800
Uğranılan Nokta Sayısı				88	
Toplanan Konteyner Sayısı				134	
Kat Edilen Mesafe (m)				44721	
Toplam Süre (saat,dakika,saniye)			4 saat 26 dakika 0 saniye		

Çizelge 4.22. Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
1	Başl.	343	1732	8	541
2	343	30	238	1	103
3	30	32	305	1	116
4	32	33	81	1	71
5	33	346	633	5	262
6	346	31	748	1	205
7	31	34	227	1	100
8	34	35	158	2	107
9	35	36	88	2	93
10	36	69	201	2	115
11	69	68	61	1	67
12	68	37	242	1	103
13	37	38	777	1	210
14	38	39	100	1	75
15	39	40	48	1	65
16	40	41	45	1	64
17	41	42	99	1	75
18	42	43	84	1	72
19	43	44	191	1	93
20	44	45	180	1	91
21	45	46	172	1	89
22	46	47	173	1	90
23	47	48	211	1	97
24	48	49	146	2	104
25	49	50	73	2	90
26	50	59	140	1	83
27	59	55	174	1	90
28	55	56	187	1	92
29	56	57	182	1	91
30	57	58	193	1	94
31	58	54	509	1	157
32	54	53	64	1	68
33	53	52	102	1	75
34	52	51	97	1	74
35	51	60	891	1	233
36	60	61	237	1	102
37	61	62	106	1	76

Çizelge 4.22 (devam). Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
38	62	63	122	1	79
39	63	64	182	1	91
40	64	66	346	1	124
41	66	67	94	2	94
42	67	65	88	1	73
43	65	73	184	1	92
44	73	74	119	1	79
45	74	75	161	1	87
46	75	76	418	1	139
47	76	77	182	1	91
48	77	78	115	1	78
49	78	187	2720	3	639
50	187	188	88	1	73
51	188	189	90	1	73
52	189	190	163	1	88
53	190	191	34	2	82
54	191	264	1530	1	361
55	264	276	228	1	101
56	276	265	646	2	204
57	265	266	82	1	71
58	266	267	705	1	196
59	267	268	324	1	120
60	268	327	2115	1	478
61	327	302	1517	1	358
62	302	303	587	1	172
63	303	304	233	1	102
64	304	305	191	1	93
65	305	306	180	1	91
66	306	307	343	1	124
67	307	308	133	1	82
68	308	309	76	1	70
69	309	310	213	1	98
70	310	311	46	1	64
71	311	312	42	1	63
72	312	313	233	1	102
73	313	314	122	1	79
74	314	315	83	1	72
75	315	316	147	1	84

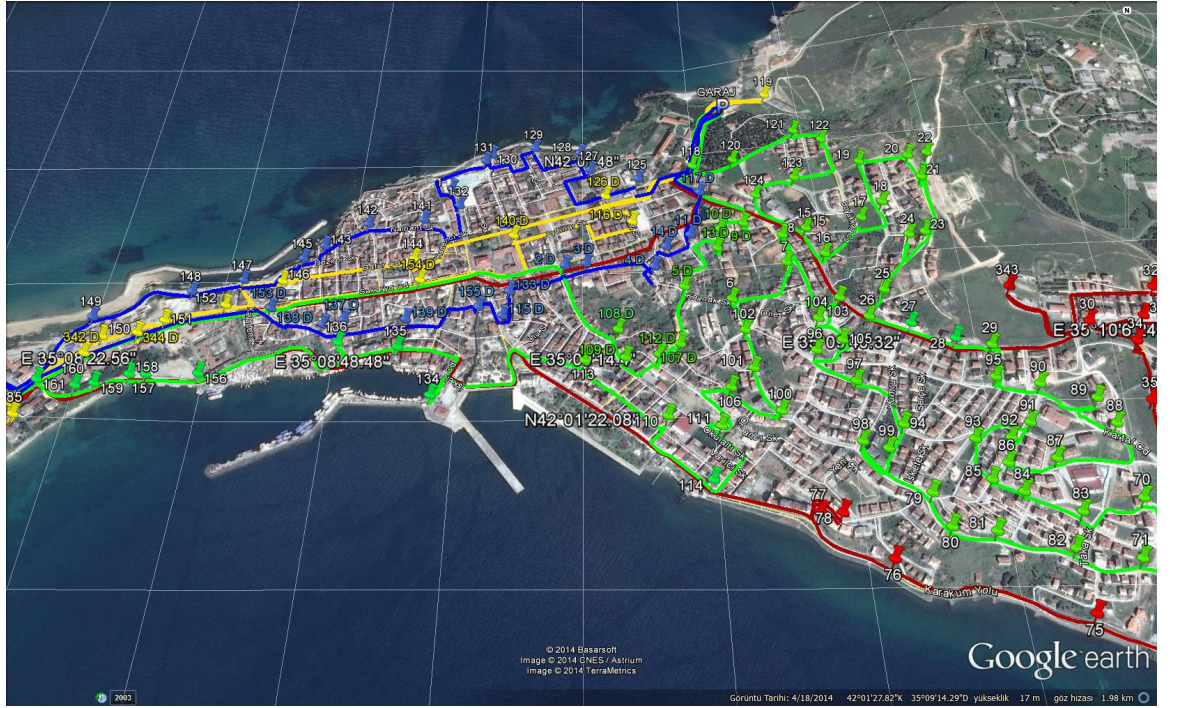
Çizelge 4.22 (devam). Kırmızı araç toplama-taşıma güzergahı, konteyner nokta ve sayısı, mesafe, süre

Sıra	İlk Konteyner	Son Konteyner	Mesafe	Konteyner Sayısı	Süre (sn)
76	316	317	162	2	107
77	317	318	121	1	79
78	318	345	348	4	185
79	345	319	813	1	218
80	319	320	147	3	124
81	320	321	412	4	197
82	321	322	321	1	119
83	322	323	282	1	111
84	323	324	341	1	123
85	324	325	354	1	126
86	325	326	848	1	225
87	326	328	9165	1	1888
88	328	260	1051	1	265
89	260	A.B.N.	2596		524
90	A.B.N.	B. Tesis	9125		1998
91	B. Tesis	G	17500		2380
Mola süresi (30 dakika)					1800
Uçranılan Nokta Sayısı				88	
Toplanan Konteyner Sayısı				118	
Kat Edilen Mesafe (m)				68363	
Toplam Süre (saat,dakika,saniye)			5 saat 32 dakika 50 saniye		

Her araca ait bölgeler belirlenip güzergahlar ve konteyner noktaları oluşturulduktan sonra "Google Earth" programı üzerinde konteyner nokta ve izlenen rotalar her aracın kendi renginde işaretlenmiş ve çizilmiştir. Bununla ilgili örnekler ise Şekil 4.9., Şekil 4.10., Şekil 4.11., Şekil 4.12., Şekil 4.13., Şekil 4.14., Şekil 4.15., Şekil 4.16., Şekil 4.17., ve Şekil 4.18.'de yer almaktadır.



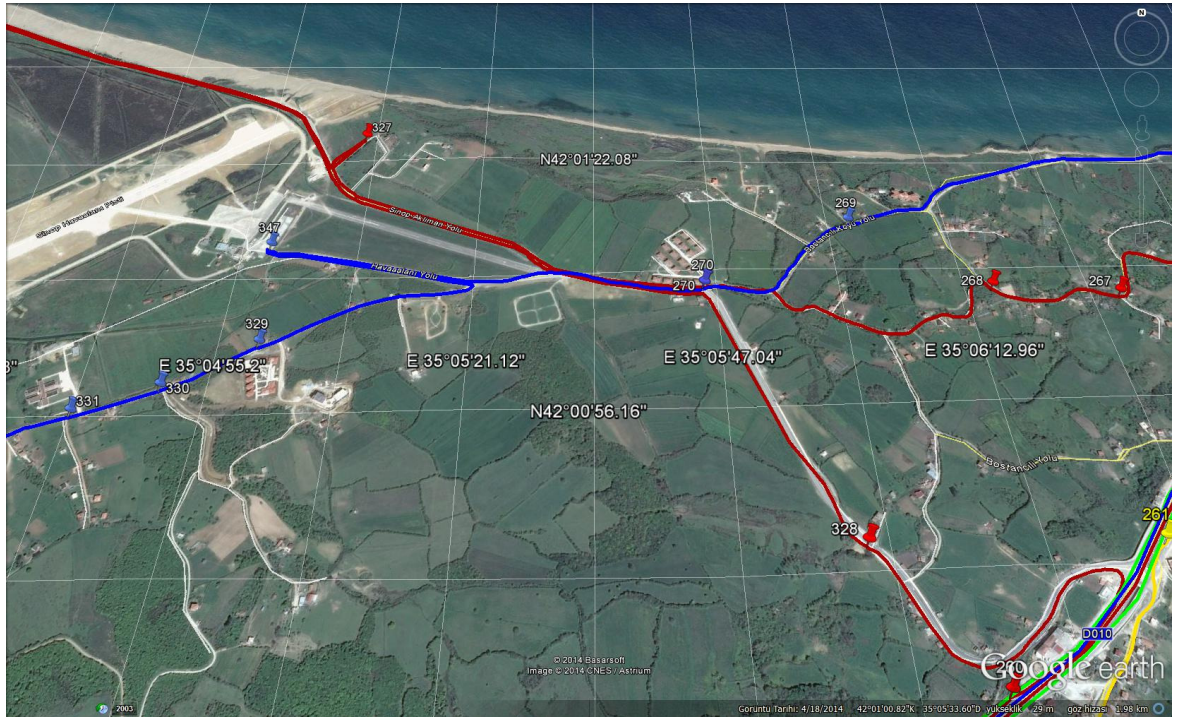
Şekil 4.9. Araç güzergahları 1



Şekil 4.10. Araç güzergahları 2



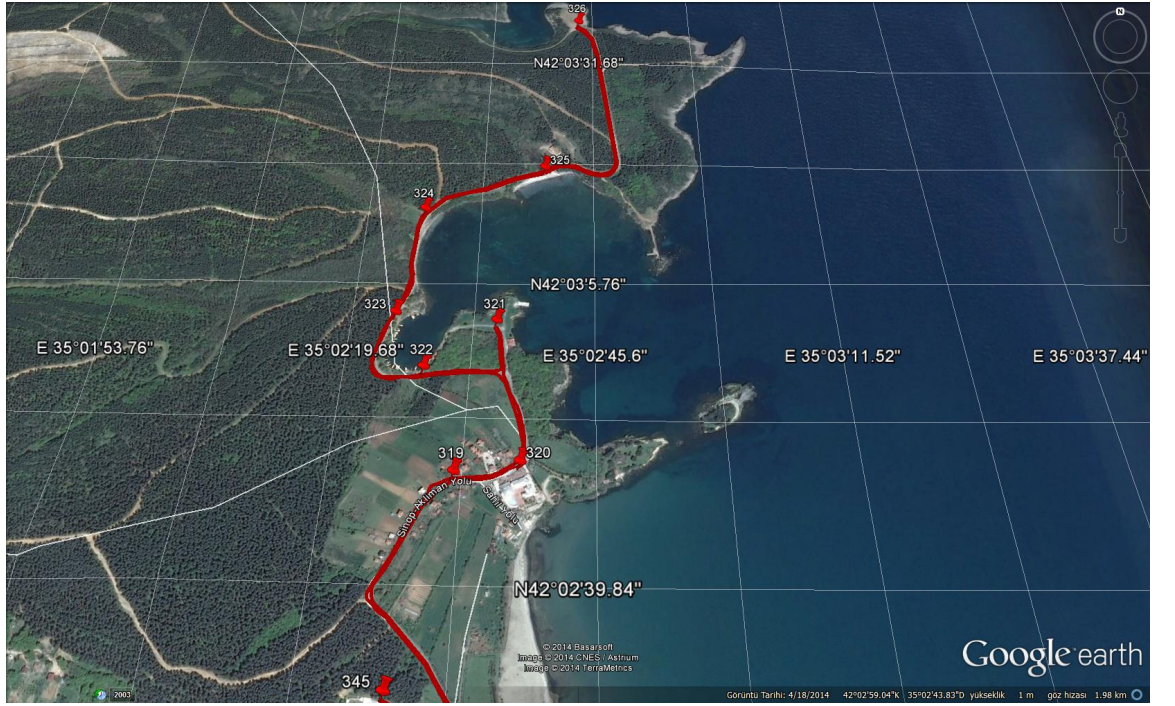
Şekil 4.11. Araç güzergahları 3



Şekil 4.12. Araç güzergahları 4



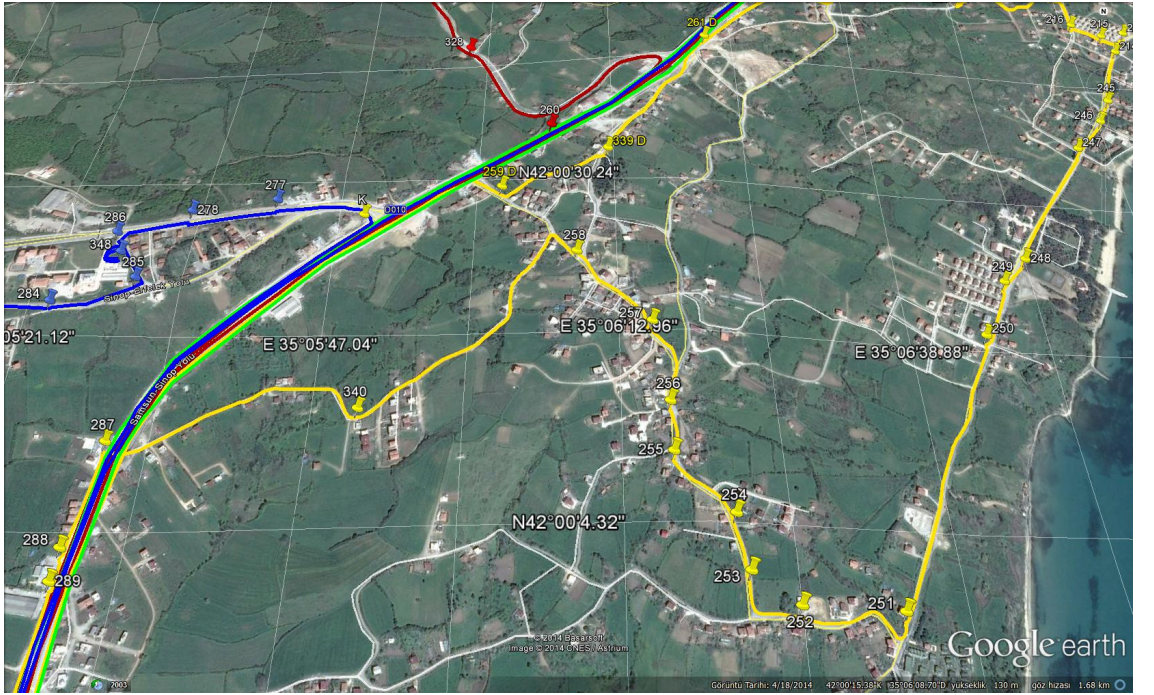
Şekil 4.13. Araç güzergahları 5



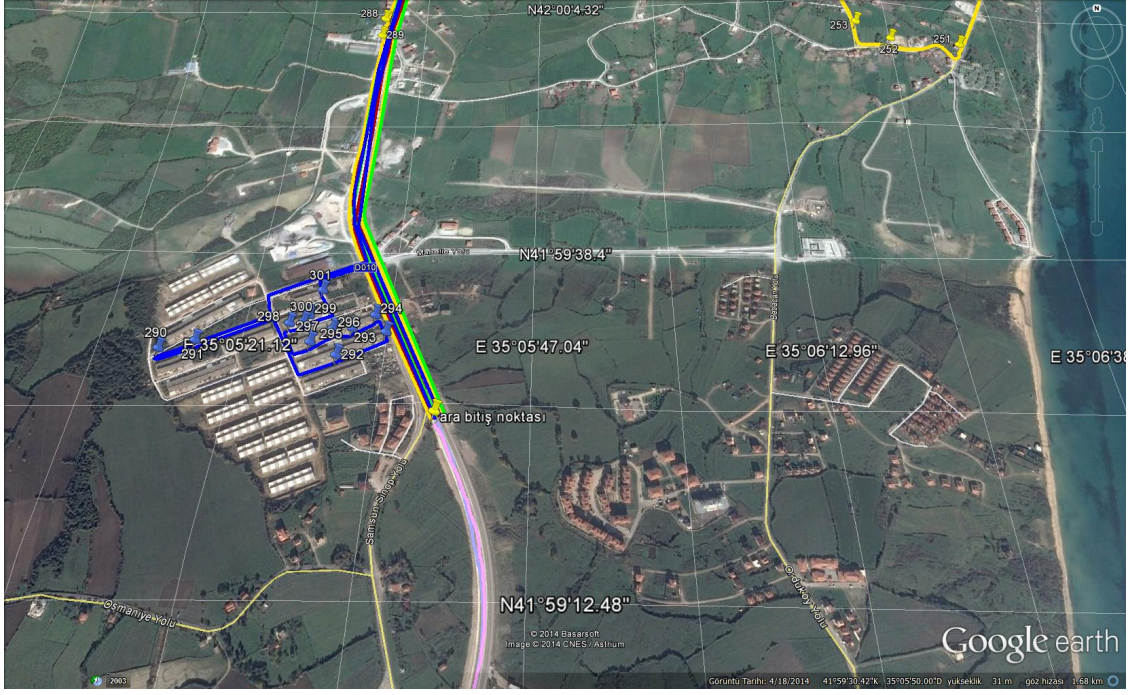
Şekil 4.14. Araç güzergahları 6



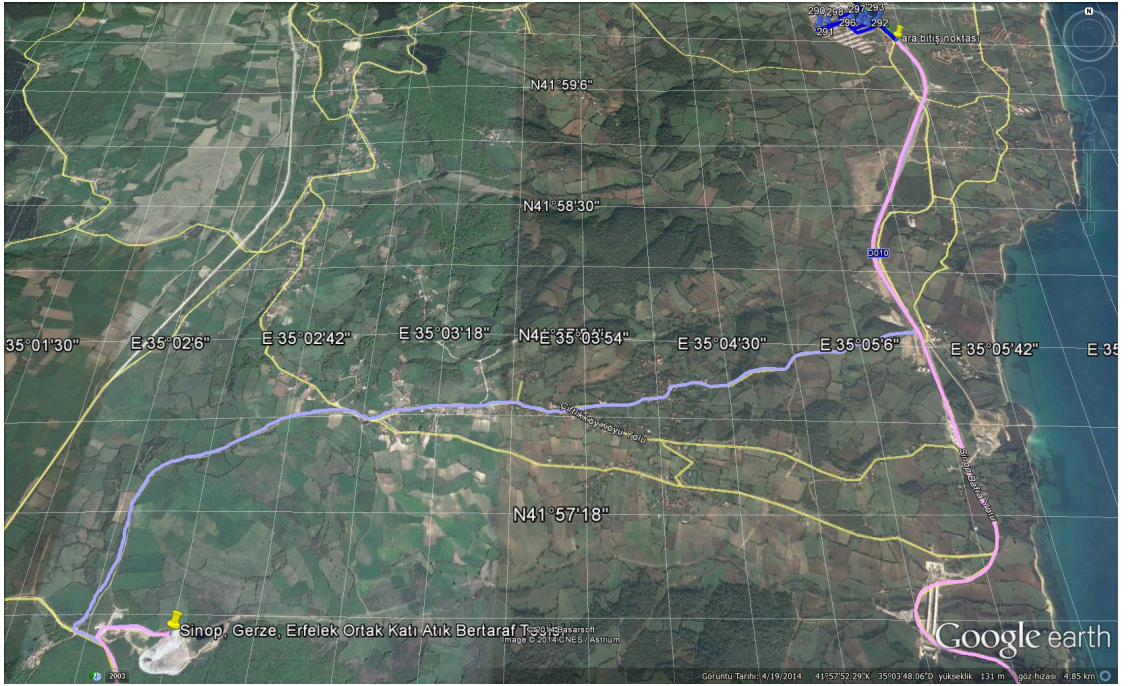
Şekil 4.15. Araç güzergahları 7



Şekil 4.16. Araç güzergahları 8



Şekil 4.17. Araç güzergahları 9



Şekil 4.18. Araç güzergahları 10

Daha sonra bütün araçların bir günde harcadıkları yakıt miktarı ve oluşan yakıt maliyetleri aşağıdaki tablo üzerinde birleştirilerek bir gün için bütün araçların birlikte oluşturdukları toplam yakıt ve maliyet değerleri çıkarılmıştır (**Çizelge 4.23.**).

Çizelge 4.23. Optimize edilen güzergahlara ait oluşan değerler

	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Araç	Toplam
Uğranılan Nokta Sayısı	87	85	88	88	348
Toplanan Konteyner Sayısı	144	107	134	118	503
Kat Edilen Mesafe (m)	48034	41649	44721	68363	202767
Toplam Süre (saat,dakika, saniye)	4 saat 31 dakika 55 saniye	4 saat 5 dakika 1 saniye	4 saat 26 dakika 0 saniye	5 saat 32 dakika 50 saniye	18 saat 35 dakika 46 saniye
Harcanan Yakıt (L)	40.83	35.40	38.01	58.11	172.35
Yakıt Maliyeti(TL) (Mazot L= 4,20 TL)	171.49	148.68	159.64	244.06	723.87

Daha önce mevcut durum ile ilgili “Yıllık katı atık üretiminin aylara göre miktarı” çizelgesindeki (**Çizelge 4.3.**) aylık üretim miktarı dikkate alınarak araçların aylara göre günlük çalışma takvimleri belirlenmiştir. Burada mavi, sarı ve yeşil araçlar mesken ağırlıklı bölgelerde görevlendirilirken kırmızı araç şehrin uç noktalarındaki turizm bölgelerindeki konteynerleri toplayacak şekilde ayrıca mevsimlere göre katı atık yükü büyük değişkenlik gösterdiği için aylara göre belirlenen günlerde toplama işlemi gerçekleştirecek şekilde optimize edilmiştir. 13+1 m³ kapasiteli bu dört aracın yanı sıra “Siyah” olarak adlandırılacak 7+1 m³ kapasiteli 5. araç ise belirlenen aylarda ve günlerde diğer dört aracın güzergahlarını kullanarak toplama işlemi yapacaktır. Bu şekilde kullanılacak 5 aracın 2015 yılı için çalışma günlerini içeren çizelge aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 4.24. Yıllık toplanabilecek katı atık miktarı (m³)

Aylar	Aylık Katı Atık (m ³)	Mavi Araç 13+1 (gün)	Sarı Araç 13+1 (gün)	Yeşil Araç 13+1 (gün)	Kırmızı Araç 13+1 (gün)	Siyah Araç 7+1 (gün)	Toplama Yapılan Gün Sayısı	Toplanabilecek Katı Atık(m ³)	Toplam
							13+1 7+1 Top.	13+1 7+1 Toplam	
Ocak	1050	31	31	31	4		97 97	1261	1261
Şubat	1050	28	28	28	4		88 88	1144	1144
Mart	1050	31	31	31	5		98 98	1274	1274
Nisan	1200	30	30	30	8		98 98	1274	1274
Mayıs	1350	31	31	31	14		107 107	1391	1391
Haziran	1800	30	30	30	30	38	120 38 158	1560 266	1826
Temmuz	1800	31	31	31	31	39	124 39 163	1612 273	885
Ağustos	1800	31	31	31	31	41	124 41 165	1612 287	1899
Eylül	1350	30	30	30	30		120 120	1560	1560
Ekim	1800	31	31	31	31	40	124 40 164	1612 280	1892
Kasım	1350	30	30	30	18		108 108	1404	1404
Aralık	1350	31	31	31	17		110 110	1430	1430
TOPLAM	16950	365	365	365	223	158	1318 158 1476	17134 1106	18240

Buna göre özetle;

- Mavi, Sarı ve Yeşil araçlar yılın bütün ay ve günlerinde çalışmaktadır,
- Kırmızı araç Ocak, Şubat ve Mart aylarında Pazartesi günleri; Nisan ayında Pazartesi ve Cumartesi günleri; Mayıs ayında Pazartesi, Cumartesi ve Pazar günleri; Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında haftanın tüm günleri; Kasım ve Aralık aylarında ise Pazartesi, Çarşamba, Cuma ve Pazar günleri çalışmaktadır,

- Siyah araç tek bir güzergaha bağlı olmayıp Haziran, Temmuz, Ağustos ve Ekim aylarında Pazartesi günleri Kırmızı aracın, Salı günleri Mavi aracın, Çarşamba ve Cuma günleri Yeşil aracın, Perşembe günleri Sarı aracın, Cumartesi günleri ayrı olmak üzere Kırmızı ve Mavi aracın, Pazar günleri ise Sarı ve Yeşil aracın güzergahlarında çalışmaktadır.

Yukarıda belirtilen planlamalar aşağıdaki çizelgelerde (**Çizelge 4.25.** ile **Çizelge 4.37.** ve arası) 2015 takvim yılı şeklinde günlük mesafelerle belirtilerek gösterilmektedir. Çizelge sonucunda ise bütün araçların tek tek ve toplam şeklinde yıl içerisinde kat edecekleri toplam mesafeler yer almaktadır.

Çizelge 4.25. 2015 yılı Ocak ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

				Kırmızı		
	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Ar.	Siyah Ar.
1	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
2	Cuma	48.034	41.649	44.721		
3	Cumartesi	48.034	41.649	44.721		
4	Pazar	48.034	41.649	44.721		
5	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
6	Salı	48.034	41.649	44.721		
7	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
8	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
9	Cuma	48.034	41.649	44.721		
10	Cumartesi	48.034	41.649	44.721		
11	Pazar	48.034	41.649	44.721		
12	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
13	Salı	48.034	41.649	44.721		
14	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
15	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
16	Cuma	48.034	41.649	44.721		
17	Cumartesi	48.034	41.649	44.721		
18	Pazar	48.034	41.649	44.721		
19	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
20	Salı	48.034	41.649	44.721		
21	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
22	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
23	Cuma	48.034	41.649	44.721		
24	Cumartesi	48.034	41.649	44.721		
25	Pazar	48.034	41.649	44.721		
26	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
27	Salı	48.034	41.649	44.721		
28	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
29	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
30	Cuma	48.034	41.649	44.721		
31	Cumartesi	48.034	41.649	44.721		
	Ocak Ayı Top.	1489.054	1291.119	1386.351	273.452	0
						4439.976

Çizelge 4.26. 2015 yılı Şubat ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
2	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
3	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
4	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
5	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
6	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
7	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
8	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
9	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
10	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
11	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
12	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
13	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
14	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
15	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
16	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
17	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
18	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
19	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
20	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
21	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
22	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
23	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
24	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
25	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
26	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
27	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
28	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
	Şubat Ayı Top.	1344.952	1166.172	1252.188	273.452	0	4036.764

Çizelge 4.27. 2015 yılı Mart ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
2	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
3	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
4	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
5	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
6	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
7	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
8	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
9	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
10	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
11	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
12	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
13	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
14	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
15	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
16	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
17	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
18	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
19	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
20	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
21	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
22	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
23	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
24	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
25	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
26	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
27	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
28	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
29	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
30	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68,363		202.767
31	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
	Mart Ayı Topl.	1489.054	1291.119	1386.351	341.815	0	4508.339

Çizelge 4.28. 2015 yılı Nisan ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

				Kırmızı			
	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
2	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
3	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
4	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
5	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
6	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
7	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
8	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
9	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
10	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
11	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
12	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
13	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
14	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
15	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
16	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
17	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
18	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
19	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
20	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
21	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
22	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
23	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
24	Cuma	48.034	41.649	44.721			134.404
25	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
26	Pazar	48.034	41.649	44.721			134.404
27	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
28	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
29	Çarşamba	48.034	41.649	44.721			134.404
30	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
Nisan Ayı Top.		1441.020	1249.470	1341.630	546.904	0	4579.024

Çizelge 4.29. 2015 yılı Mayıs ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

				Kırmızı		
	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Ar.	Siyah Ar.
1	Cuma	48.034	41.649	44.721		
2	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
3	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	
4	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
5	Salı	48.034	41.649	44.721		
6	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
7	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
8	Cuma	48.034	41.649	44.721		
9	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
10	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	
11	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
12	Salı	48.034	41.649	44.721		
13	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
14	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
15	Cuma	48.034	41.649	44.721		
16	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
17	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	
18	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
19	Salı	48.034	41.649	44.721		
20	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
21	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
22	Cuma	48.034	41.649	44.721		
23	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
24	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	
25	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
26	Salı	48.034	41.649	44.721		
27	Çarşamba	48.034	41.649	44.721		
28	Perşembe	48.034	41.649	44.721		
29	Cuma	48.034	41.649	44.721		
30	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	
31	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	
	Mayıs Ayı Top.	1489.054	1291.119	1386.351	957.082	0
						5123.606

Çizelge 4.30. 2015 yılı Haziran ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
2	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
3	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
4	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
5	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
6	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
7	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
8	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
9	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
10	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
11	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
12	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
13	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
14	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
15	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
16	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
17	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
18	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
19	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
20	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
21	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
22	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
23	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
24	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
25	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
26	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
27	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
28	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
29	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
30	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
Haziran Ayı T.		1441.020	1249.470	1341.630	2050.890	1917.417	8000.427

Çizelge 4.31. 2015 yılı Temmuz ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı	Siyah Ar.	Toplam
					Ar.		
1	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
2	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
3	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
4	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
5	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
6	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
7	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
8	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
9	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
10	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
11	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
12	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
13	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
14	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
15	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
16	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
17	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
18	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
19	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
20	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
21	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
22	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
23	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
24	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
25	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
26	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
27	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
28	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
29	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
30	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
31	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
Temmuz A. T.		1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	1932.111	8217.888

Çizelge 4.32. 2015 yılı Ağustos ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı		Toplam
					Ar.	Siyah Ar.	
1	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
2	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
3	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
4	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
5	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
6	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
7	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
8	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
9	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
10	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
11	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
12	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
13	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
14	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
15	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
16	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
17	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
18	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
19	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
20	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
21	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
22	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
23	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
24	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
25	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
26	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
27	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
28	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
29	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
30	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
31	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
Ağustos Ayı T.		1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	2072.150	8357.927

Çizelge 4.33. 2015 yılı Eylül ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı	Siyah Ar.	Toplam
					Ar.		
1	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
2	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
3	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
4	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
5	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
6	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
7	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
8	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
9	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
10	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
11	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
12	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
13	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
14	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
15	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
16	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
17	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
18	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
19	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
20	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
21	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
22	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
23	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
24	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
25	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
26	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
27	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
28	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
29	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
30	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
Eylül Ayı Topl.		1441.020	1249.470	1341.630	2050.890	0	6083.010

Çizelge 4.34. 2015 yılı Ekim ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
2	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
3	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
4	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
5	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
6	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
7	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
8	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
9	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
10	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
11	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
12	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
13	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
14	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
15	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
16	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
17	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
18	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
19	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
20	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
21	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
22	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
23	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
24	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
25	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363	86.370	289.137
26	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	68.363	271.130
27	Salı	48.034	41.649	44.721	68.363	48.034	250.801
28	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
29	Perşembe	48.034	41.649	44.721	68.363	41.649	244.416
30	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363	44.721	247.488
31	Cumartesi	48.034	41.649	44.721	68.363	116.397	319.164
Ekim Ayı Topl.		1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	2003.787	8289.564

Çizelge 4.35. 2015 yılı Kasım ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
2	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
3	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
4	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
5	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
6	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
7	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
8	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
9	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
10	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
11	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
12	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
13	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
14	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
15	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
16	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
17	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
18	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
19	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
20	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
21	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
22	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
23	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
24	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
25	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
26	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
27	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
28	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
29	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
30	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
Kasım Ayı Top		1441.020	1249.470	1341.630	1230.534	0	5262.654

Çizelge 4.36. 2015 yılı Aralık ayı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

	Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
1	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
2	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
3	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
4	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
5	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
6	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
7	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
8	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
9	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
10	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
11	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
12	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
13	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
14	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
15	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
16	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
17	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
18	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
19	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
20	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
21	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
22	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
23	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
24	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
25	Cuma	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
26	Cumartesi	48.034	41.649	44.721			134.404
27	Pazar	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
28	Pazartesi	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
29	Salı	48.034	41.649	44.721			134.404
30	Çarşamba	48.034	41.649	44.721	68.363		202.767
31	Perşembe	48.034	41.649	44.721			134.404
	Aralık Ayı Top	1489.054	1291.119	1386.351	1162.171	0	5328.695

Çizelge 4.37. 2015 yılı için araçların çalışma günleri takvimi ve kat edilen mesafeler (km)

Tarih	Mavi Araç	Sarı Araç	Yeşil Araç	Kırmızı Ar.	Siyah Ar.	Toplam
Ocak	1489.054	1291.119	1386.351	273.452	0	4439.976
Şubat	1344.952	1166.172	1252.188	273.452	0	4036.764
Mart	1489.054	1291.119	1386.351	341.815	0	4508.339
Nisan	1441.020	1249.470	1341.630	546.904	0	4579.024
Mayıs	1489.054	1291.119	1386.351	957.082	0	5123.606
Haziran	1441.020	1249.470	1341.630	2050.890	1917.417	8000.427
Temmuz	1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	1932.111	8217.888
Ağustos	1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	2072.150	8357.927
Eylül	1441.020	1249.470	1341.630	2050.890	0	6083.010
Ekim	1489.054	1291.119	1386.351	2119.253	2003.787	8289.564
Kasım	1441.020	1249.470	1341.630	1230.534	0	5262.654
Aralık	1489.054	1291.119	1386.351	1162.171	0	5328.695
Yıllık Toplam	17532.410	15201.885	16323.165	15244.949	7925.465	72227.874

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kentsel katı atık toplama ve taşıma işlemleri ekonomik olarak belediyelerin görev ve sorumlulukları arasında özellikle maliyet açısından en büyük paya sahip gider kalemidir. Bu nedenle atıklar toplanırken hem ekonomik, hem çevresel, hem de zaman açısından en iyi olan yöntemin seçilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla bu çalışmada Sinop ilinin kentsel katı atık toplama-taşıma sisteminin optimizasyonu araştırılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1- Yıllık 16550 ton katı atığın toplandığı Sinop ilinde mevcut toplama-taşıma işlemi, genel olarak belirli bir güzergaha bağlı olmadan gerçekleştirilmekte olup, 4 aracın tamamının toplam 114440 km yol kat ederek 89480 litre yakıt harcamasına ve yıllık 375816 TL gibi bir maliyet ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

2- Çalışmada Sinop ilinin kentsel katı atık toplama-taşıma optimizasyonunun yapılabilmesi için sezgisel yaklaşım, kruksal algoritması ve en küçük kapsayan ağaç yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

3- Yapılan optimizasyon çalışması sonucu elde edilen sonuçlara bakıldığında $13+1 \text{ m}^3$ kapasiteli 4 araçtan 3'ünün sürekli, 1'inin ise yaz aylarında sürekli ve diğer aylarda kademeli olarak belirli günlerde, $7+1 \text{ m}^3$ kapasiteli 1 aracın ise sadece yaz aylarında sürekli çalışması ile kat edilen mesafenin yılda 114440 km'den 72227 km'ye düşürülmüş olduğu ve bu şekilde yoldan %37 oranında bir tasarruf sağlandığı görülmektedir.

4- Mevcut durumda 114440 km yol kat edilerek 89480 litre yakıt harcanmaktadır. Optimizasyon sonucunda kat edilen mesafenin 72227 km'ye inmesi ile harcanan yakıt miktarı 59808 litreye düşürülerek %33'lük bir tasarruf elde edilmiştir.

5- Sinop Belediyesi tarafından kullanılan katı atık toplama araçlarının yıllık olarak harcadıkları 89480 litre yakıt beraberinde 375816 TL tutarında bir maliyet getirmektedir.

Optimizasyon sonucunda ise yakıtın 59808 litreye düşürülmesi toplama-taşıma sistemi için sadece yakıta harcanan maliyeti 251196 TL'ye düşürerek %33'lük bir kar ile 1 yıl için 124620 TL tasarruf sağlanmasına imkan vermiştir.

6- Yapılan çalışmada sadece yakıt için bu değerlerin bulunduğu ve hiç hesaplamalara katılmayan, araçların 1/3 oranında daha az kullanılmalarından dolayı ortaya çıkan amortisman, bakım ve onarım, yedek parça ve işçilik maliyetleri gibi kullanıma bağlı masraflarındaki düşüşler ile %20 civarında araçların kullanım sürelerindeki azalışlar da dikkate alındığında buradan elde edilecek tasarrufun daha da artacağı kesindir.

7- Ayrıca maddi yönden elde edilecek bu faydaların yanı sıra, araçların trafikte kalma sürelerinin azalması, daha az kullanılan yakıtın çevresel yönden olumlu sonuçlar getirmesi de dikkate alınması gereken diğer unsurlardır.

8- Bu çalışma sırasında saha çalışması yapılırken bütün konteynerlerin harita üzerindeki yerleri belirlenmiş, hangi noktada kaç konteyner olduğu ve bu noktaların koordinatları çizelgelere yazılmıştır. Böylece Sinop Belediyesi için de bir envanter çalışması yapılarak nokta koordinat çizelgeleri ve harita üzerindeki konteyner yerleşim dokümanları hazırlanmıştır.

9- MATLAB programı üzerinde kruksal algoritması ile kullanılan “en küçük kapsayan ağaç” yönteminin bu tür rota optimizasyonu çalışmalarında uygun olduğu görülmüş, bu yöntemin rota optimizasyonu yapmayı planlayan kurum ve işletmeler tarafından da kendi uygulamalarında kullanılmasının faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır.

10- Sonuç olarak, kentsel katı atık toplama-taşıma optimizasyonu ile belediye tarafından sağlanan ekonomik kazançlar ve araçların daha az kullanılmasından kaynaklanan çevresel kazançlar da dikkate alındığında, bu örneğin ülkemizin henüz optimizasyon çalışması yapılmamış olan diğer belediyeleri tarafından da uygulanması ile bu belediyelerin en büyük gider kalemlerinden biri olan toplama ve taşıma maliyetlerinde sağlanacak tasarrufla genel bütçelerine çok büyük katkı sağlayacağı ortadadır. Bu kapsamda yapılacak çalışmaların uygulamaya geçirilmesi ile birlikte elde edilecek toplam fayda direkt olarak ülke kaynaklarında oluşacak tasarrufa katkı sağlayabilecek unsurlardan biri olacaktır.

KAYNAKLAR

- Acar I.P., Sipahioğlu A., Özkan A. ve Banar M., 2006. Eskişehir için ELECTRE III yöntemiyle sürdürülebilir katı atık yönetim sistemi seçimi, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 26. Ulusal Kongresi Özet Kitabı, Kocaeli, 639-642.
- Apaydın Ö., 2005. Trabzon şehri katı atık toplama işleminin coğrafi bilgi sistemi (CBS) destekli optimizasyonu için bir uygulama, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Arıkan O., Özkan D., Yön S., Öztürk İ., 1999. İstanbul evsel katı atıklarının aerobik kompostlaşabilirliği, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul.
- Ayday C., 2005a. Uzaktan algılama ders notları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Ayday C., 2005b. Coğrafi bilgi sistemleri ders notları, Eskişehir.
- Banar M., 2006. ÇEV 421 Katı atık yönetimi ders notları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Baştürk A., 1990. Katı atık tesislerinin planlanması ve İstanbul'da yapılan çalışmalar, İstanbul'un Çevre Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Odası Yayını, İstanbul.
- Bozkurt S., 2012. Evsel nitelikli katı atıkların geri dönüşüm olasılıkları ve bertaraf yöntemlerinin araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Büyüksoy F., 1994. Erzurum il merkezinde katı atık verilerinin değerlendirilmesi, katı atık toplama ve taşıma optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Cossu R., 1995. New concepts and advances in solid waste management, Program Schedule Solid Waste Management Symposium, Med-Campus Project & Overseas Development Agency.
- Curi K., 1988. Katı Atıklar Çevre ve İnsan, Yıl:3, Sayı:9, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Curi K., 1990. Katı atık ayıklama ve transfer istasyonları, katı atık tanımı, toplanması ve uzaklaştırılması kurs notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 1998. Belediyeler İçin Çevre El Kitabı, Ankara.
- Çevre ve Orman Bakanlığı, 1991. Katı atıkların kontrolü yönetmeliği, Resmi Gazete, No:20814.

- Çevre ve Orman Bakanlığı, 2000. Evsel katı atıkların toplanması ve taşınmasında ve tehlikeli atıkların taşınması için uygun teknolojiler raporu, Ankara.
- Çokaygil Z., 2005. Atık yönetimi planlamasında yaşam döngüsü analizi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Daşdemir İ., Güngör E., 2004. Çok boyutlu karar verme metotları ve ormancılıkta uygulama alanları, Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Zonguldak, I-II, 1-19.
- Çevik O., Karaca S.S., Özkan M., 2011. En küçük yayılma modeli ile İç Anadolu Bölgesinde bir kargo firmasının dağıtım güzergahlarının belirlenmesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi 13, Karaman.
- Çokaygil Z., Özkan A. ve Banar M, 2006. Evluation of the MSW management scenarios by the means of LCA: A case study on Eskişehir, International conference on infrastructure development and the environment (ICIDEN-ABUJA 2006) Özet Kitabı, Abuja/Nijerya, 73.
- Demir A., Tüylüoğlu B., 1999. Düzenli depolama tesislerinin tasarım ve işletilmesi, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul.
- Demircioğlu M., 2009. Araç rotalama probleminin sezgisel bir yaklaşım ile çözümlenmesi üzerine bir uygulama, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Adana.
- Dikerler T., 2004. Katı atık aktarma istasyonları ve tasarımlarında kuyruk analizinin uygulanışı, Lisans Bitirme Ödevi, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- EEA, 1997. Life Cycle Assessment (LCA) A guide to approaches, experlences and information sources, Environmental Issues Series, 6, United Kingdom.
- Ekinci E., 1990. Katı atıkların yakılması, katı atık tanımı, toplanması ve uzaklaştırılması kurs notları, katı atık kirlenmesi araştırma ve denetimi türk milli komitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Emel G., Taşkın C., Dinç E., 2003. Yönsüz çinli postacı problemi: polis devriye araçları için bir uygulama, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 121-140.
- Erdem M., Ercan E., Ateş E., Erdoğan D., AB uyum sürecinde evsel katı atıkların entegre yönetimi
- Erdin E., 1988. Katı atıklar ders notları, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İzmir.
- Erken B. ve Güngör A., 2004. Evsel katı atık toplama araçlarının rotalanması: Denizli ilinde bir pilot çalışma”, Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği-XXIV Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı, 15-18.
- Gökbulut N.G., 1997. Sinop il merkezi katı atıklarının incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Güler N., 2008. Kentleşme sürecinde katı atık yönetimi ve Kocaeli örneği, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Henry J.G., Heinke G.W., 1989. Solid wastes, Environmetal Science and Engineering, USA.
- İlgün A., 2010. Katı atık yönetimi ve ters lojistik, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- İpekoğlu N., 1990. Katı atıkların kompost yapılarak değerlendirilmesi, katı atık tanımı, toplanması ve uzaklaştırılması kurs notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Kongresi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Karpuzcu M., 1988. Çevre mühendisliğine giriş, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kaya Y., 2005. Çok amaçlı karar verme yöntemlerinden topsis ve electre yöntemlerinin karşılaştırılması, Seminer Çalışması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Havacılık ve Uzun Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Kırzioğlu M.I., 1992. Erzurum kenti katı atıklar sorunu, T.R.T. Erzurum Radyosu Raporu, Erzurum.
- Kocasoy G., 1990. Katı atıkların toplanması ve geri kazanılması, Katı atık tanımı, toplanması ve uzaklaştırılması kurs notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Kocasoy G., 1995. Transportation and transfer to the disposal sites, Program Schedule Solid Waste Management Symposium, Med. Campus Project & Overseas Development Agency.
- Kuleyin A., 1992. Alaçam ilçe merkezi katı atıklarının fiziksel kompozisyonu ve bertaraf model araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2004. Sinop İmar Planı Çalışması Analitik Etüt Raporu.
- Oktuğ S., 1997. Bilgisayar haberleşmesi ders notları, İ.T.Ü. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Özkan A., Altan M., Banar M. ve Ayday C., 2005. “Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tıbbi atık toplama rotalarının belirlenmesi, III. Ulusal Katı Atık Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir, 359-366.
- Özkan A., 2008. Kentsel katı atık yönetim sistemlerinin oluşturulmasında farklı karar verme tekniklerinin kullanımı, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 2008.
- Öztürk İ., Demir İ., Altınbaş M., 1999. Katı atıklar için entegre yönetim yaklaşımı, Kent Yönetimi İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, İstanbul.
- Palabıyık H., Altınbaş D., 2004. Kentsel katı atıklar ve yönetimi, çevre sorunlarına çağdaş yaklaşımlar, İstanbul.
- Papachristou E., 1995. Waste generation, collecting systems, Program Schedule Solid Waste Management Symposium, Med. Campus Project & Overseas Development Agency.
- Peavy H.S., Rowe D.R., Tchbanoglous G., 1985. Solid waste, Environmental Engineering, Mc Graw - Hill Book Company.
- Pickford J., 1980. Water - wastes and health in hot climates, New York.

- Rambol & Hanneman, 1991. Mersin kompost tesisinin rehabilitasyonu ve düzenli depolama yerinin inşaaı hakkında fizibilite raporu, Mersin.
- Rogers M., Bruen M., 2000. Using ELECTRE III to choose route for Dublin port motorway”, J. Transp. Eng., 313-323.
- Saad S., 1995. Waste sourcesand classifficiation, Program Schedule Solid Waste Management Symposium, Med-Campus Project & Overseas Development Agency.
- Sesören A., 1999. Uzaktan algılamada temel kavramlar, Mart Matbaacılık, İstanbul.
- Sorgun K., 1988. Düzenli çöp depolama, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Eğitim ve Geliştirme Merkezi Genel Müdürlüğü, Kuşadası.
- Sürücü G., 1990. Katı atıkların düzenli depolanması, katı atık tanımı, toplanması ve uzaklaştırılması kurs notları, Katı Atık Kirlenmesi Araştırma ve Denetimi Türk Milli Komitesi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Tabasaran O., 1978. Katı atık teknolojisinde gelişmeler, Kurs Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2009. Çevre Koruma Katı Atık Toplama, Ankara.
- TÇSV, 1991. Katı atıklar, Türkiye'nin Çevre Sorunları'91, Ankara.
- Tekel A., 2007. AB Katı atık stratejisi: Sürdürülebilir katı atık yönetimi ve Türkiye, çevre ve politika başka bir dünya özlemi, Ankara.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 2000. Yerel yönetimler için bütünsel/ önleyici çevre yönetim projesi, Ankara.
- TMMOB Çevre Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 2011. İstanbul Çevre Durum Raporu.
- Toprak H., 1998. Katı atık toplama, taşıma ve bertaraf sistemlerinin eniyilenmesi ve ekonomisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 265, İzmir.
- Toprak Karaman Z., 1998. Çevre Sorunu Olarak Kentsel Katı Atıklar (Çöpler) ve Entegre Katı Atık Yönetimi, Çevre Yönetimi ve Politikası, İzmir.
- Turoğlu H, 2000. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları.
- TÜİK, 2009. Çevre İstatistikleri.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2003a, TS EN ISO14041: Çevre yönetimi-hayat değerlendirme-amaç ve kapsam tarifi ele envanter analizi, Ankara.
- Türk Standartları Enstitüsü, 2003b, TS EN ISO 14042: Çevre yönetimi-hayat boyu değerlendirme-hayat boyu etki değerlendirmesi, Ankara.
- Suess M.J., 1985, Solid waste management selected topics, WHO, Copenhagen, Denmark.
- Yaman T., 2007. İstanbul'da kentsel katı atık yönetimi ve geri kazanım potansiyelinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, T.C. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Yazgan N.F., 1991. Bafra ilçe merkezi katı atık giderme yöntem araştırması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Yeniçerioğlu M., 2006. Katı atık yönetimi yasal düzenlemeler ve Sinop örneği.
- Yetimoğlu T., Ön S., Güzel G., Bulut Ö., 2001. Türkiye’deki Katı Atık Yönetiminde İller Bankasının Yeri, TMMOB İnş. Müh. Odası, Türkiye İnşaat Mühendisliği 16. Teknik Kongresi, ODTÜ, Ankara, Cilt 1, 674-692.
- YYAEM (Türkiye ve Orta Doğu Amme İdaresi Enstitüsü Yerel Yönetimler Araştırma ve Eğitim Merkezi), 2001. Çöp hizmetler yönetimi, TODAİE Yayınları No:302, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Cem ŞAHİN
Doğum Yeri ve Tarihi:	Samsun - 25/09/1976
Adres:	Mimar Sinan Mah. 188. Sok. A Bl. Kat:3 D:7 Atakum/SAMSUN
E-Posta:	cem.sahin@iskur.gov.tr cemsahin1907@yahoo.com
Lisans:	19 Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü (2008)