

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**CBS (COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ) TABANLI KATI  
ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU  
İÇİN ÖRNEK BİR ÇALIŞMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YENER BAKIŞ**

**İSTANBUL, 2012**



**T.C.**

**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

**CBS (COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİ) TABANLI KATI  
ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU  
İÇİN ÖRNEK BİR ÇALIŞMA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**YENER BAKIŞ**

**Tez Danışmanı: DOÇ. DR. GÖKSEL DEMİR**

**İSTANBUL, 2012**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**  
**YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

Tezin Adı: CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Tabanlı Katı Atık Toplama Güzergah Optimizasyonu İçin Örnek Bir Çalışma

Öğrencinin Adı Soyadı: Yener BAKIŞ

Tez Savunma Tarihi: 10.09.2012

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F.Tunç BOZBURA  
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI  
Program Koordinatörü

Bu tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı  
Doç. Dr. Göksel DEMİR

Üye  
Yrd. Doç. Dr. Kurtuluş ÖZCAN

Üye  
Öğr. Gör. Dr. Nilgün CAMKESEN

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında bana maddi manevi her aşamada destek olan sevgili hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Göksel DEMİR' e ve tez çalışmam boyunca yaptığı katkılardan dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Kurtuluş ÖZCAN' a;

Bugünlere gelmemde emeği olan, gerek okul gerekse iş yaşantısı için maddi manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen değerli hocam İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Hüseyin TUROĞLU' na;

Yüksek lisans eğitimim boyunca mesai saatlerinde gösterdikleri anlayış için İBB CBS Müdürlüğü idarecilerine ve destekleri için çalışma arkadaşlarıma;

Ve son olarak, bana her zaman güvenen ve aldığım kararların arkasında duran Babam Veysel BAKIŞ, Annem Mürvet İLTER, Kız kardeşlerim Kıymet KIVRAK ve Gülhan BAKIŞ'A çalışmalarım boyunca verdikleri maddi ve manevi destekleri için sonsuz teşekkürü bir borç bilirim. Destekleriniz olmasa asla başaramazdım.

**Eylül, 2012**

**Yener BAKIŞ**

## ÖZET

### CBS (COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ) TABANLI KATI ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU İÇİN ÖRNEK BİR ÇALIŞMA

Yener Bakış

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Doç. Dr. Göksel DEMİR

Eylül 2012, 70 Sayfa

Katı atık yönetiminde toplama/taşıma maliyetleri toplam maliyetin yüzde 85'lik kısmını oluşturur. Bu maliyetin azaltılması ve kaynak koruma amacıyla optimizasyon işlemlerinin araştırılması önem arz etmektedir. Toplama işlemlerinin optimize edilmemesi durumunda "boşa kat edilen yollar" yüzünden katı atık toplama maliyetleri artmaktadır. Optimizasyon işlemi İstanbul'un Fatih ilçesi için üretilen sayısal yol haritası kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın amacı, İstanbul'un Fatih ilçesinde katı atık toplama işlemi maliyetini ve güzergahını CBS tabanlı olarak optimize etmektir.

**Anahtar Kelimeler:** CBS, Güzergah Optimizasyonu, Katı Atık

## **ABSTRACT**

### **A STUDY OF GIS (GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS) BASED ROUTE OPTIMIZATION MODEL FOR SOLID WASTE COLLECTION**

Yener Bakış

Institute of Science

Urban Systems and Transportation Assessment

Master Program

Ass. Prof. Dr. Göksel DEMİR

September 2012, 70 Pages

In the processes of solid waste disposing, cost of collection and transportation constitutes 85 percent of total cost. Reducing this cost and investigation of optimization process for resource saving have both importance. In case of not optimizing the collection task, total cost of disposing solid waste increases because of redundant traversal of roads. Optimization process has been made via using digital maps generated for Fatih district in İstanbul. The objective of this study is the optimization of the cost of solid waste collection and route traversed for the collection.

**Keywords:** GIS, Route Optimization, Solid Waste

## İÇİNDEKİLER

TABLOLAR.....	vii
ŞEKİLLER.....	ix
KISALTMALAR.....	x
SEMBOLLER.....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KATI ATIKLAR.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. KAVRAMSAL OLARAK KATI ATIK.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Katı Atık Oluşumu.....	4
<b>2.2. KATI ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI.....</b>	<b>5</b>
2.2.1. Genel Olarak Sınıflama.....	5
2.2.2. Kaynaklarına Göre Sınıflama.....	6
2.2.3. Bertaraf Yöntemi Dikkate Alınarak Sınıflandırma.....	7
2.2.4. Birlikte İşlem Görmesi Dikkate Alınarak Sınıflandırma.....	7
2.2.5. Dane Büyüklüğüne Göre Sınıflandırma.....	8
2.2.6. Ayrışabilirlik Derecesine Göre Sınıflandırılması.....	8
<b>2.3. KATI ATIKLARIN TOPLANMASI.....</b>	<b>9</b>
2.3.1. Konteyner Türüne Göre Toplama Yöntemleri.....	9
2.3.1.1. Sistemsiz Toplama.....	9
2.3.1.2. Yüklemeli Boşaltmalı Toplama.....	11
2.3.1.3. Değişirmeli Toplama.....	13
2.3.1.4. Tek Yönlü Poşetlerle Toplama.....	15
2.3.1.5. Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	15
<b>3. CBS (COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ) KAVRAMI.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN TARİHÇESİ.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ.....</b>	<b>25</b>
3.3.1. Donanım (Hardware).....	26



3.3.2. Yazılım (Software).....	26
3.3.3. Veri (Date).....	34
3.3.4. İnsanlar (Peoples).....	35
3.3.5. Metotlar (Methods).....	35
3.4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE VERİ MODELLERİ.....	36
3.4.1. Vektörel Veri Modeli.....	37
3.4.2. Raster Veri Modeli.....	39
4. KATI ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU İÇİN CBS UYGULAMASI.....	41
4.1. KONUyla İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	42
4.2. GÜZERGAH OPTİMİZASYONU.....	43
4.2.1. Optimum Güzergahın Belirlenmesi.....	43
4.2.2. Yakınlık Analizi.....	43
4.2.3. En Uygun Yer Seçimi.....	44
4.2.4. Ağ Topolojisi.....	44
4.2.5. En Düşük Maliyetli Yolun Bulunması.....	45
4.3. KATI ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU.....	46
4.4. ÇALIŞMANIN AMACI.....	48
4.5. ÇALIŞMA SAHASI.....	48
4.6. KULLANILAN YÖNTEM.....	54
4.6.1. Analiz İçin Gerekli Verilerin Oluşturulması.....	55
4.6.1.1. Yol Verisi.....	55
4.6.1.2. Konteynerler.....	56
4.6.1.3. Araç Giriş Çıkış Noktaları.....	57
4.6.1.4. Kamyonlar.....	58
4.6.2. Analiz.....	58
5. SONUÇ.....	62
KAYNAKÇA.....	66

## TABLULAR

Tablo 2.1 : Katı atıklar genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler.....	5
Tablo 2.2 : Bir toplumda meydana gelen katı atıkların kaynakları_.....	6
Tablo 2.3 : Katı atıkların organik madde grubuna göre sınıflandırılması.....	9
Tablo 2.4 : Yükleme boşaltma toplama sisteminde kullanılan standart kutu ve konteynerler.....	12
Tablo 2.5 : Değişmeli toplama sisteminin uygulama alanları.....	14
Tablo 2.6 : Piyasada bulunan çöp poşetlerinin boyutları.....	15
Tablo 2.7 : Toplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları.....	16
Tablo 3.1 : CBS kullanım alanları.....	24
Tablo 4.1 : Avrupa yakası aktarma merkezlerine gelen ilçe, belde ve diğer bölgeler....	51
Tablo 4.2 : Avrupa Yakası aktarma merkezinin özellikleri.....	51
Tablo 4.3 : İstanbul’da toplanan katı atıkların muhtevası.....	52
Tablo 4.4 : Analiz neticesinde oluşan tablo yapısı.....	61

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1 : Deponi Sahasından Bir Fotoğraf.....	3
Şekil 2.2 : Teknolojik bir toplumda katı atık oluşumu.....	4
Şekil 2.3 : Katı atıkların birlikte işlem görmesi dikkate alınarak sınıflandırma.....	7
Şekil 2.4 : Yuklemeli Boşaltmalı Toplama.....	11
Şekil 2.5 : Değiştirmeli Toplama.....	13
Şekil 3.1 : CBS tasarım sürecinde veri gelişimi.....	18
Şekil 3.2 : CBS Bileşenleri.....	25
Şekil 3.3 : CBS'nin aşamaları.....	35
Şekil 3.4 : Vektör ve Raster veri modelleri.....	37
Şekil 3.5 : CBS Veri Tipleri ve Kaynakları.....	38
Şekil 4.1 : Graf Gösterimiyle Şehirler ve Yolları.....	46
Şekil 4.2 : Depolama sahasının yer seçimi ve transfer istasyonu ile optimizasyon.....	47
Şekil 4.3 : Avrupa yakası aktarma merkezlerine gelen katı atık miktarlarının yüzde.....	52
Şekil 4.4 : Çalışma Alanı Üst Ölçek Lokasyon Haritası.....	53
Şekil 4.5 : Çalışma Alanı Alt Ölçek Lokasyon Haritası.....	53
Şekil 4.6 : Çalışma Alanına Ait Hava Fotoğrafı.....	54
Şekil 4.7 : Çalışma Alanı Yol Türleri.....	55
Şekil 4.8 : Çalışma Alanı Konteyner Noktaları.....	56
Şekil 4.9 : Konteyner, Durak ve Güzergah Grafikleri.....	57
Şekil 4.10 : Analiz Esnasında Yazılımdan Bir Görüntü.....	60

## **KISALTMALAR**

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

GIS : Geographical Information System (Coğrafi Bilgi Sistemleri)

ÇED : Çevre Etki Değerlendirme Raporu

## **SEMBOLLER**

## 1. GİRİŞ

Dünyada insanlık sürekli gelişim içerisinde. Sosyo-ekonomik gelişme sürecinde insanlık; ilkel toplumdaki tarım toplumuna, tarım toplumundan sanayi toplumuna, günümüzde ise sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş şeklinde farklı gelişme aşamaları geçirmiştir. Bu gelişim aşamalarından insanlık tarihinde iz bırakan aşamalardan birincisi, insanları ilkel yaşamdan toprağa ve yerleşik düzene bağlayan tarım toplumuna geçiş, ikincisi tarım toplumundan kitlesel üretimin, tüketimin ve eğitimin önemli olduğu sanayi toplumuna geçiş, üçüncüsü ise toplumsal refahın, bilginin bilgi teknolojilerinin ve nitelikli insan sermayesinin önem kazandığı bilgi toplumu aşamasıdır.

Kentlerin nüfusları arttıkça hizmete ulaşım ve hizmetten yararlanma gün geçtikçe zor hale gelmektedir. Bu durum özellikle yerel yönetimler tarafından hizmet açısından değerlendirildiğinde hizmetin hangi ve ne şekilde ulaştırılacağına iyi bir şekilde planlanması gerekmektedir. Yerel yönetimler açısından en önemli sorunlardan biri de temizlik hizmetinin içinde yer alan katı atık toplanması fonksiyonudur. Bu fonksiyon özellikle gelişmiş ve karmaşık yol ağına sahip metropol şehirlerde gün geçtikçe önem arz etmektedir. Klasik yöntemlerle herhangi bir planlama yapılmaksızın katı atık toplama işlemi zaman ve enerji kaybına yol açacaktır. Güzergahın optimum şekilde yapılması klasik yöntemlerle özellikle karmaşık yol ağı bulunan şehirlerde çok daha zor hale gelmektedir.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte özellikle bilgi sistemlerinin ortaya çıkması birçok alanda kolaylık sağlamaktadır. Günümüzde karmaşık yol ağları ve bu ağlara ait güzergahlar kolay hızlı ve etkili bir şekilde çözüme ulaştırılabilmektedir. CBS yöntemi özellikle konumsal verinin hızlı bir şekilde analiz edilebilmesi için kullanılan en etkin yöntemlerden biridir. Katı atık toplanması için güzergah belirlenmesi bu yöntemle en uygun değer şekilde belirlenerek özellikle yerel yönetimler anlamında büyük kolaylıklar sağlayacaktır.

Bu alışmada İstanbul'un Fatih ilçesini kapsayan çalışma sahasında katı atık toplama için optimum güzergah belirlemesi yapılmıştır. Bunun için CBS yöntemi kullanılmıştır. Güzergah belirlenmesi için çalışma alanında bulunan sayısal yol verisi kullanılmıştır. Yol verisinde yollarla ilgili tüm bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler özellikle trafik yönü, yolun ıkmaaz yol olup olmadığı verilerdir ki bu bilgiler özellikle güzergah optimizasyonu için önem taşımaktadır.

## 2. KATI ATIKLAR

### 2.1 KAVRAMSAL OLARAK KATI ATIK

İnsanların yaşamsal, sosyal ve ekonomik faaliyetleri neticesinde atıl hale gelen ve akıcı olabilecek kadar sıvı içermeyen her türlü madde ve malzeme katı atık olarak adlandırılabilir. Katı Atıklar, insan aktivitelerinden ileri gelen ve normalde katı halde bulunan, kullanılamaz hale gelmiş veya istenmeyen maddelerin tümünü kapsar (Tosun 2011).

Sahibinin istemediği ve toplumun menfaati gereği toplanıp fen ve sanat kaidelerine, bilimsel esaslara, mühendislik prensiplerine göre bertaraf edilmesi gereken katı şeyleri atık olarak tanımlamaktadır (Varınca 2009).

Bir diğer farklı tanımda evsel, endüstriyel, ticari, madencilik ve tarım faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan evsel katı atık özelliklerine sahip zararsız tüm atıkları katı atık olarak değerlendirmektedir (Erdin 2010).

**Şekil 2.1: Deponi sahasından bir fotoğraf**



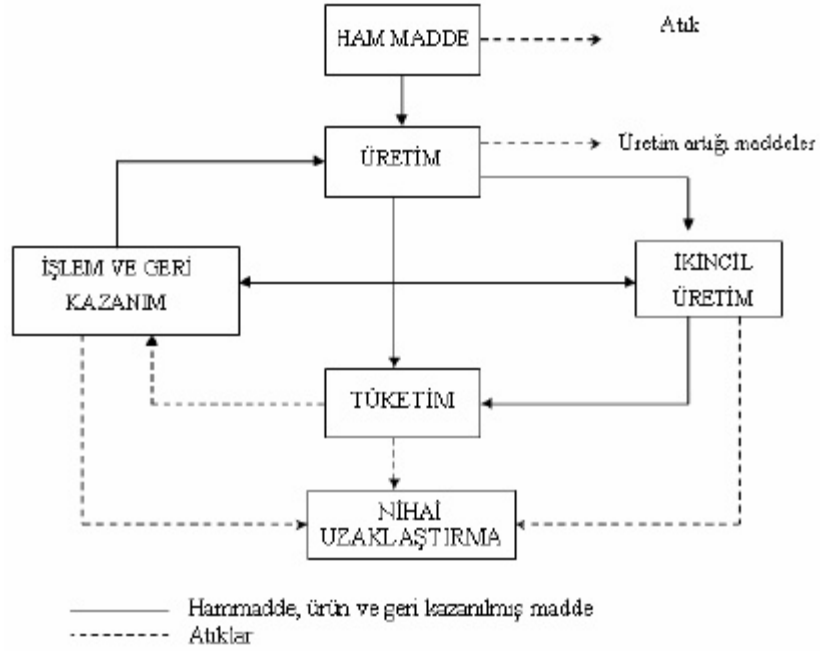
Kaynak:<http://www.celsias.com>



### 2.1.1 Katı Atık Oluşumu

Katı atıklar ilk olarak ham madenin çıkarımı sırasında oluşmaktadırlar. Hammaddenin mamule dönüştürülmesinde oradan da tüketime kadar her aşamada katı atık oluşumu söz konusu olmaktadır. Katı atık miktarını azaltmanın en etkili yolu ham madde tüketimini sınırlamak ve atık maddelerin tekrar kullanımı ve geri dönüşümün artırmaktır (Tosun 2011). Şekil 2.2' de sanayi toplumlarındaki katı atık üretimi ve madde akım diyagramı verilmiştir.

Şekil 2.2:Teknolojik bir toplumda katı atık oluşumu



Kaynak:Tchobanoglous 1993

## 2.2 KATI ATIKLARIN SINIFLANDIRILMASI

### 2.2.1 Genel Olarak Sınıflama

Katı atıklar genel olarak Tablo 2.1’ deki gibi sınıflandırılabilir (Karpuzcu 1991).

**Tablo 2.1: Katı atıklar genel olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilirler**

1.Evsel Çöpler	a)Organik	Mutfak atıkları, yemek atıkları, kağıt, dokuma, ambalaj malzemesi
	b)İnorganik	Kül ve cüruf, ev eşyası kırıkları
2.İri Hacimli çöpler		Eski ev eşyası, büyük ambalaj, büyük bahçe atıkları
3.Bahçe atıkları		Bitki atıkları, yaprak, ağaç dalları
4.Sokak atıkları	a)Organik	Pazar yeri atıkları, yaprak ve dal atıkları, hayvan pisliği, kağıt atıkları
	b) İnorganik	Kışın serpilten maddeler, uçucu kül ve toz, cadde yüzeyi aşınmaları
5.Esnaf işletme ve sanayi atıkları	a) Organik	Besin endüstrisi üretim atıkları, tabakhane, dokuma fabrikası, ambalaj maddesi, kağıt, karton, plastik, ahşap
	b) İnorganik	Kül ve cüruf, ambalaj malzemesi, çelik, toprak kap
6.Ahır ve mezbaha atıkları		Bağırsaklar ve işkembe atıkları, kemik, boynuz vb.
7.İnşaat molozları ve hafriyat toprağı	a) Organik	Yapı kısmı ahşap ve plastik
	b) İnorganik	Taş, toprak, metal parçası
8.Hastane atıkları	Organik ve İnorganik	
9. Atom atıkları, nükleer atıklar	Organik ve İnorganik	

*Kaynak:* Karpuzcu 1991

## 2.2.2. Kaynaklarına Göre Sınıflama

Katı atıklar kaynaklarına göre Tablo 2.2' de gözüktüğü gibi sınıflandırılırlar.

**Tablo 2.2: Bir toplumda meydana gelen katı atıkların kaynakları**

Kaynak	Atıkların kaynaklandığı faaliyetler ve yeri	Meydana gelen katı atık tipleri
Evsel	Küçük ve büyük ailelerin yaşadığı müstakil evler; küçük, orta ve yüksek katlı apartmanlar.	Yiyecek atıkları, kağıt, karton, plastik, deri, bahçe, atıkları, odun, cam, teneke kutular, alüminyum, diğer metaller, kül, sokak süprüntüleri, özel atıklar (iri eşyalar, tüketici elektronikleri, beyaz eşyalar, ayrı toplanmış bahçe atıkları, piller, yağ ve motorlu araç lastikleri), evsel zararlı atıklar.
Ticari	Dükkanlar, lokantalar, marketler, iş merkezleri, oteller, moteller, servis istasyonları, oto tamirhaneleri vs.	Kağıt, karton, plastik, ahşap, yiyecek atıklar, cam, metal, özel atıklar, zararlı atıklar vs.
Kurumsal	Okullar, hastaneler, cezaevleri, kamu binaları.	Ticari atıklarda olduğu gibi
İnşaat ve yıkım	Yeni inşaat alanları, yol onarım ve bakım alanları, bina yıkımları, yıkık kaldırımlar	Ahşap, çelik, beton, toz ve toprak.
Belediye Hizmetleri	Cadde yıkama, çevre düzenleme, parklar ve plajlar, diğer dinlenme alanları.	Özel atıklar, çer çöp, sokak süprüntüleri, çevre düzenleme ve kesilen ağaç dalları, parklardaki genel atıklar.
Kentsel Katı Atıklar*	Yukarıdakilerin tümü	Yukarıdakilerin tümü
Endüstriyel Katı Atıklar	İnşa, fabrikasyon, hafif ve ağır üretim, rafineriler, kimyasal tesisler, güç tesisleri, yıkım vs.	Endüstriyel proses atık sularındaki döküntü ve kırıntı maddeler, Endüstriyel olmayan yiyecek, çöp, kül, yıkım ve inşaat atıkları, özel atıklar ve zararlı atıklar
Zirai Katı Atıklar	Araziye (tarlaya) ekilen ekinler, meyve bahçeleri, üzüm bağları, çiftlikler vs.	Bozulmuş yiyecek atıkları, zirai atıklar, zararlı atıklar.
*Burada geçen kentsel katı atıklar terimi, bir toplumda, endüstriyel proses atıkları ve zirai atıklar haricinde meydana gelen tüm diğer atıkları kapsamaktadır.		

Kaynak: Tchobanoglous vd. 1993

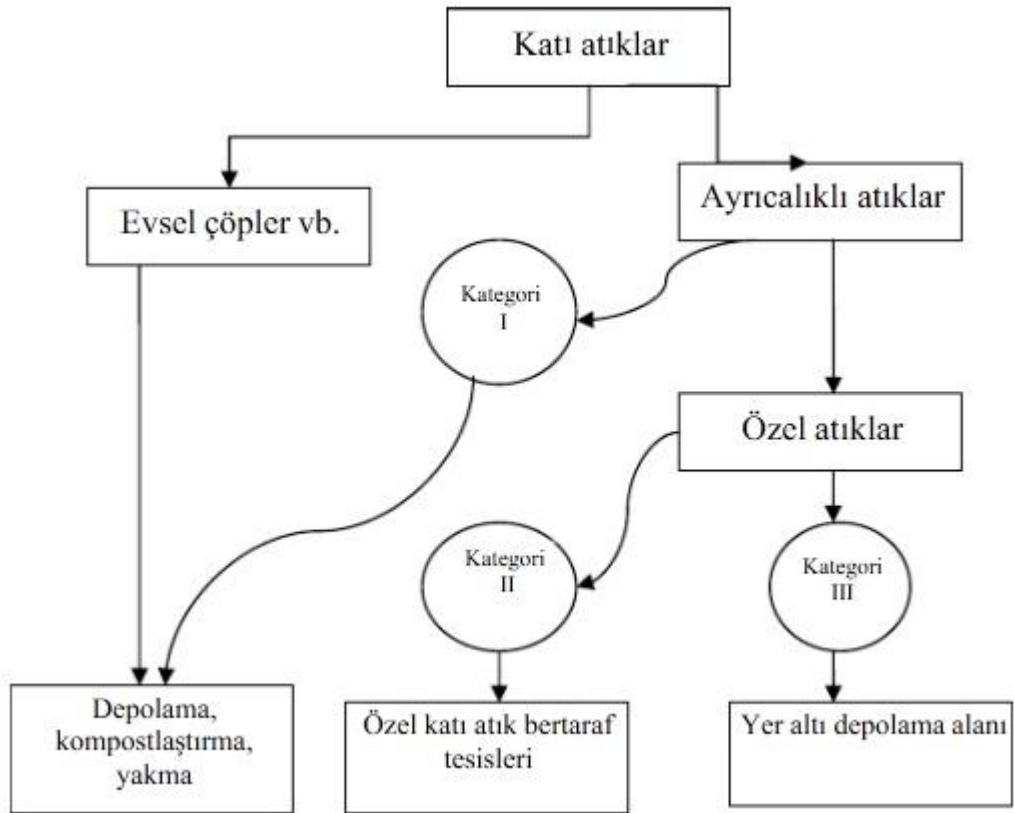
### 2.2.3. Bertaraf Yöntemi Dikkate Alınarak Sınıflandırma

- Hem yanabilir, hem kompost olabilir atıklar: Organik atıklar, mutfak atıkları, her çeşit bitki atıkları, kağıt, ince karton vb.
- Sadece yakmaya uygun katı atıklar: Ahşap, karton, deri, plastik, lastik.
- Ne yakmaya ne de kompost yapmaya uygun olan katı atıklar: Cam, porselen, taş tuğla parçaları, kül, demir vb.
- İnce katı atıklar: İnce çöp, kum, kil ve 10 mm'den küçük katı atıklar. Bu atıklar belli ölçüde hem yakmaya hem de kompostlaştırmaya uygundur.

### 2.2.4. Birlikte İşlem Görmesi Dikkate Alınarak Sınıflandırma

Katı atıklar birlikte işlem görmesi dikkate alınarak aşağıdaki şekilde kategorize edilebilir.

Şekil 2.3: Katı atıkların birlikte işlem görmesi dikkate alınarak sınıflandırma



Kaynak: Tosun 2011

Kategori I: Evsel katı atıklarla birlikte işlem görebilir atıklar

Kategori II: İşlem görmezse zararlı olabilecek sanayi ve esnaf atıkları

Kategori III: Toksik etkilerden dolayı mutlaka özel işlem görmesi gereken atıklar (Tosun 2011).

### **2.2.5. Dane Büyüklüğüne Göre Sınıflandırma**

- a) İnce katı atıklar: 0-10 mm
- b) Orta irilikteki katı atıklar: 10-40 mm
- c) İri katı atıklar: 40-120 mm
- d) Çok iri katı atıklar: 120 mm'den büyük olanlar. (Tosun 2011)

### **2.2.6 Ayırışabilirlik Derecesine Göre Sınıflandırılması**

Evsel katı atıkların içeriği farklı bileşenlerden oluştuğu için her bir bileşenin ayrışma hızı ve süresi de farklıdır. Biyokimyasal ayrışmayı kolay olan katı atıklar Organik I, zor olanlar Organik II ve çok zor olanlar ise Organik III şeklinde sınıflandırılabilir. Bu gruba giren atıkların ayrışması için çok uzun sürelere ihtiyaç vardır. Organik I'den Organik III'e doğru organik madde muhtevası artmaktadır (Tosun 2011).

**Tablo 2.3: Katı atıkların organik madde grubuna göre sınıflandırılması**

Bileşenler	SM	OM	İOM	
<b>Organik I</b>	Yiyecek atıkları, sebze, meyve	70	20	10
<b>Organik II</b>	Kağıt, karton, deri, kösele, bahçe, atıkları, tahta, odun	40	50	10
<b>Organik III</b>	Plastik - PET, PVV, tekstil, lastik, kauçuk, naylon, kemik	20	75	5
<b>İnce Çöpler</b>	Boyutu 10 mm'den az olan atıklar	50	25	25
<b>İnert Maddeler</b>	Cam şişe, teneke, taş, toprak, kül ve cüruf	5	-	95

*Kaynak: Tosun 2011*

### **2.3. KATI ATIKLARIN TOPLANMASI**

#### **2.3.1. Konteyner Türüne Göre Toplama Yöntemleri**

##### **2.3.1.1. Sistemsiz Toplama**

Sistemsiz toplamada, çöp için kullanılan kaplar, herhangi bir standarda tabi değildir. Bu durumda konut sakinleri, çöplerini kendi temin ettikleri poşet, teneke vb. kaplara doldurup belirli bir yere veya yol kenarına bırakırlar.

Bu sistemler, belediyeler için düşük maliyet ve organizasyon kolaylığından dolayı avantajlı görünebilir. Özellikle yerleşimin yoğun olduğu ve sokakların dar olduğu bölgelerde bu toplama yöntemi kolaylık sağlar. Ancak, atıkların açıkta kalması, poşetlerin yırtılması, bazı atıkların doğrudan açık olarak sokağa atılmasından dolayı, ciddi hijyenik problemler meydana gelebilir. Kullanılan poşetler çoğu zaman bu maksat için üretilmediğinden, yırtılmakta ve bunlardan çöp suları sızmakta; tenekeler ise paslanmakta ve yine sızıntıya sebebiyet verebilmektedirler. Kış aylarında, ayrıca küller yayılmakta ve rahatsızlık yaratan bir toz ortamı oluşmaktadır. Ayrıca, çöpler genellikle evlerin önünde yığıldığı için, bu evlerin zemin katlarında oturan sakinler hem görüntü hem de sağlık açısından rahatsız olabilmektedirler. Ayrıca, kokuların oluşmasından ve genel görünümünden duyulan rahatsızlık, haşere çekme (fare, kene, sokak kedileri) gibi olumsuz etkiler de söz konusudur. Belediyeler, bu etkileri azaltmak için çoğu zaman günlük toplama yapmak zorunda olduklarından, konteyner için yatırım maliyeti söz

konusu olmasa da sık toplamadan dolayı bu yöntem yine de ekonomik değildir (Röben 2000).

Sistemsiz toplamanın uygulandığı yerlerde, çöp poşetlerinin seyyar hurdacılar tarafından karıştırılması da yaygındır. Bu gayrı resmî çalışmalar belediyelerle anlaşarak organize edilmediği ya da hurdacı destekli kaynakta ayrı toplama sistemine dönüştürülmediği müddetçe çeşitli rahatsızlıklara sebebiyet vermeye devam edecektir. Bu rahatsızlıkların başında, özellikle poşetlerin açılması ve çöplerin sokaklara yayılması gelmektedir. Ayrıca, hurdacıların bu şekilde karışık çöpten malzeme ayıklaması, kendi sıhhati ve çalışma koşulları açısından da sakıncalıdır (Röben 2000).

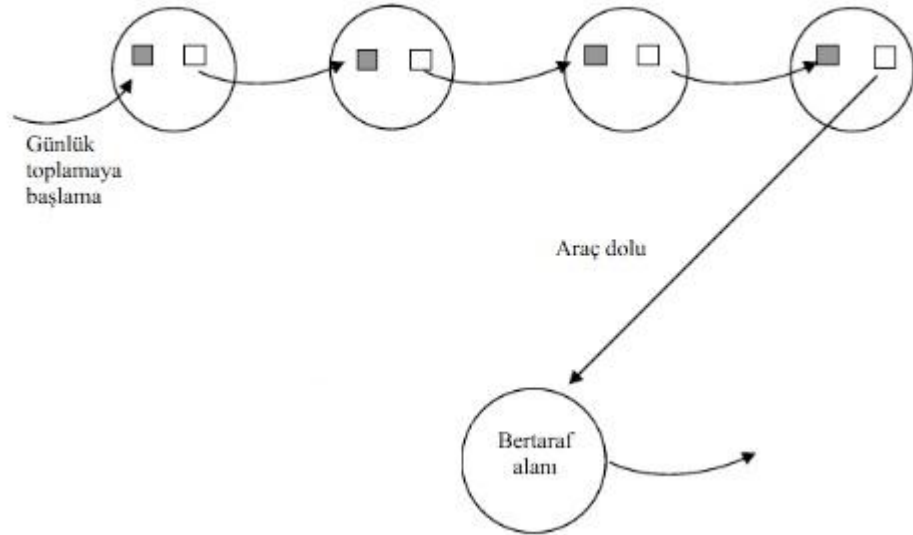
Türkiye'de sistemsiz toplama hâlâ oldukça yaygındır. Bunun için var olan çeşitli sebeplerin en önemlileri aşağıda sıralanmıştır:

- a) Özellikle büyük şehirlerde çoğu mahallede sokak ve ortak alanlarda büyük konteyner yerleştirmek için yer yeterli alan yoktur. Evler genellikle bahçesiz ve mutfaklar ufak oldukları için, konut sakinlerine konutlarında uygun çöp kutusu bulundurmayı kabul ettirmek zor olmaktadır.
- b) Belediyelerin temizlik işleri için ayırdıkları bütçeler, yeterli sayıda konteyner almak için yeterli değildir.
- c) Konut sakinlerine çöp kutusu aldırma için belediyenin yaptırım gücü yetmemekte veya siyasi nedenlerden dolayı yaptırım gücü kullanılamamaktadır.
- d) Genel olarak, sistemsiz toplama evsel ve evsel nitelikli diğer çöpler için tavsiye edilen bir yöntem değildir. Ancak, bazı fraksiyonların toplatılması için bu yöntem yine de uygun olabilir. Bunlar:
  - i. Kaba çöpler (mobilya ya da beyaz eşya atıkları gibi)
  - ii. Evlerde ayrı toplanmış ve hurdacı, hayır kurumu ya da başka ticarî bir kuruluş tarafından toplanan balyalanmış veya paketlenmiş kâğıt atıklar (Röben 2000).

### 2.3.1.2 Yüklemeli Boşaltmalı Toplama

Bu sistemde, konut sakinleri çöplerini standart kaplara (kutu ya da konteyner) doldurur. Münferit ev ve apartmanlarda, sakinler çöp kutularını belirli saatlerde ve günlerde sokağa bırakırlar. Toplu konutlarda veya müşterek konteyner kullanılan başka yerleşimlerde, konteynerler sabit olarak belediye araçlarının da kolayca ulaşabileceği bir yerde bulunur. Kutu ve konteynerler, mekanik şekilde kaldırılır ve sıkıştırılmalı çöp araçlarına boşaltılır.

**Sekil 2.4: Yüklemeli Boşaltmalı Toplama**



*Kaynak:* Tosun 2011

Yüklemeli boşaltmalı toplama sisteminde kullanılan standart kutu ve konteynerler, Tablo 2.4'te sıralanmıştır:



**Tablo 2.4: Yüklemeli boşaltmalı toplama sisteminde kullanılan standart kutu ve konteynerler**

İsim	Hacim	Kullanım alanı
Çöp kutusu	35 veya 50 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Müstakil ev/ daire</li> <li>Yalnız yaşayan kişiler (karışık veya ayrı toplama için)</li> <li>Kaynakta ayrı toplama yapıldığında toplanan fraksiyonlar için farklı kutuların kullanılması</li> </ul>
Çöp kutusu	80 - 120 l.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Birkaç kişinin oturduğu müstakil ev/ daire</li> <li>Büro ve küçük ticarî müesseseler</li> </ul>
Konteyner	120 veya 390 l	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplu konut</li> <li>Büro ve küçük ticarî müesseseler</li> </ul>
Büyük konteyner	0.75 veya 1.7 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toplu konut</li> <li>Sokaklarda umumî kullanım</li> <li>Ticaret ve sanayi</li> <li>Büyük idareler</li> <li>Oteller</li> <li>Hastaneler (evsel nitelikli atıklar için)</li> <li>Pazar yerleri</li> </ul>
Büyük konteyner	2.5 veya 5.0 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ticaret ve sanayi</li> <li>Sokaklarda umumî kullanım</li> <li>Hastaneler (evsel nitelikli atıklar için)</li> <li>Büyük idareler</li> <li>Oteller</li> <li>Pazar yerleri</li> </ul>

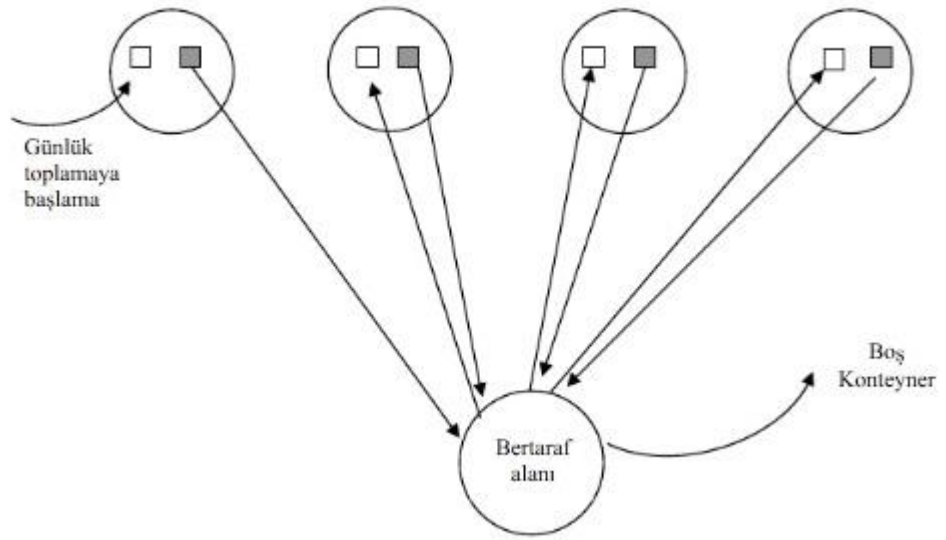
*Kaynak: Röben 2000*

Yükleme- boşaltmalı sistem, oldukça esnek bir sistemdir. Yukarıda da belirtildiği gibi değişik kullanım alanları için değişik kutu ve konteynerler mevcuttur. Bunların hepsi sıkıştırılmalı çöp kamyonlarına mekanik şekilde boşaltılabilir. Türkiye'de, standart çöp kutuları pek yaygın değildir. Bunun sebebi, gelir seviyesinin yüksek olduğu kesimlerde müstakil evlerin/yerleşimlerin fazla yaygın olmaması, apartman dairelerinde ise bunlara ayrılacak yeterli büyüklükte yer olmamasıdır. Yerleşimin daha seyrek olduğu kenar mahallelerde ve küçük yerleşim birimlerinde ise gelir seviyesi genellikle daha düşüktür. Bundan dolayı buralarda yaşayan halk bu kutuları alamadıkları gibi, belediyeler de bunları toptan sağlayacak bütçeye sahip değildir.(Röben 2000)

### 2.3.1.3. Değiştirmeli Toplama

Bu yöntemde, bir yerde bulunan dolu bir çöp konteyneri toplama aracıyla götürülür; yerine ise boş bir konteyner konulur. Sistemin ekonomik çalışabilmesi için, konteyner getiren/götüren araçların sefer sayılarını minimuma indirmeleri gerekir. Bu açıdan, değiştirmeli toplama sistemi ancak büyük konteynerler için bir anlam ifade etmektedir.

şekil 2.5: Değiştirmeli Toplama



Kaynak: Tosun 2011

Değiştirmeli toplama sistemi, Tablo 2.5'te gösterilen malzemelerin toplanmasında uygulanabilir:

**Tablo 2.5: Değiştirmeli toplama sisteminin uygulama alanları**

<b>Çöp türü</b>	<b>Kullanılan konteyner türü</b>
Yüksek yoğunluklu atıklar <ul style="list-style-type: none"><li>• Hafriyat atığı</li><li>• Arıtma çamurları, endüstriyel çamurlar</li><li>• Hurda</li><li>• Diğer yüksek yoğunluklu sanayi atıkları</li></ul>	2.5 veya 5 m <sup>3</sup> 'lük standart konteyner 4 - 8 m <sup>3</sup> 'lük özel konteynerler
Düşük yoğunluklu atıklar (ticarî bölgelerden, evsel nitelikli sanayi atıkları, oteller, büyük idareler vb. yerlerden kaynaklanan atıklar)	Sıkıştırılmalı konteynerler (sisteme göre 4 - 40 m <sup>3</sup> 'lük)
Getir sistemine göre kaynakta ayrı toplanmış değerlendirilebilir atıklar (cam, kâğıt)	Kumbaralar (1.5 veya 2.5 m <sup>3</sup> )

*Kaynak:* Röben 2000

Bu sistem, özellikle büyük çapta çöp üreten yerler için avantajlıdır. Çöp toplama araçları, genellikle bir tek konteyner yükledikleri için, sabit güzergâh ve toplama takvimine bağlı değildir. Bundan dolayı konteynerler dolduğu anda çağrı üzerine de alınabilir. Büyük konteyner veya kumbaralar, özel vinçli kamyonlarla alınır. Değiştirmeli sistemde, yükleme- boşaltılmalı sistemde olduğu gibi, çalışma koşulları ve hijyenik standartlar iyidir (Röben 2000).

#### 2.3.1.4. Tek Yönlü Poşetlerle Toplama

Bu yöntemde, atıklar konut sakinleri tarafından standart boydaki çöp poşetlerine doldurulup, çöplerin toplandığı gün ve saatte belirli yerlere ya da sokağa bırakılır. Türkiye’de üretilen plastik poşetler genel olarak alçak yoğunluklu polietilen (LDPE) malzemeden yapılmaktadır. Bunların boyutları ve kalınlıkları standart olmamakla birlikte piyasada bulunanların boyutları ve kalınlıkları Tablo 2.6’da özetlenmiştir.

**Tablo 2.6: Piyasada bulunan çöp poşetlerinin boyutları**

	Boyutlar (cm)	Kalınlık (mikron)
Mini Boy	40 x 50	22
Orta Boy	55 x 60	22
Battal Boy	75 x 90	63
Jumbo Boy	80 x 110	66

*Kaynak:* Röben 2000

Çöp poşetleri, yukarıda belirtildiği gibi, genellikle plastik (polietilen) malzemeden ve (az miktarda da) kâğıttan imal edilirler ve içindeki atıklarla birlikte çöpe atılırlar. Bundan dolayı, çöp poşetlerinin kullanımı toplam oluşan çöp miktarını yüzde 0.3 - yüzde 1.2 mertebesinde arttırır. Çöp poşetlerinin maliyeti, uzun vadede kumbaralara göre daha yüksektir. Kumbaralar genel olarak haftada bir kez toplanırlarken, çöp poşetleri hacimlerine göre haftada bir veya birkaç kez toplanabilirler (Röben 2000).

### 2.3.1.5. Toplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Toplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları Tablo 2.7’de karşılaştırılmıştır:

**Tablo 2.7: Toplama yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları**

Toplama yöntemi	Avantaj	Dezavantaj
Sistemsiz toplama	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düşük maliyet</li><li>• Belediye için organizasyon, konteyner temini vb. yükümlülükler yok</li><li>• Düşük yer ihtiyacı</li><li>• Özel ekipman (sıkıştırılmalı ya da vinçli kamyon) gerektirmez</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hijyenik açıdan sakıncalı</li><li>• Çöpçüler için kötü çalışma koşulları (toz, koku, ağır kutuların kaldırılması)</li><li>• Yığılma yerinin yakınında oturanlara ciddi boyutta rahatsızlık</li><li>• Yolların kirlenmesi</li><li>• Haşere toplama</li><li>• Sürekli görsel kirlilik</li><li>• Çöp yayma, sızıntı, haşere ve görsel kirlilikten dolayı çöpleri günlük ya da gün aşırı toplamak gerekir</li></ul>
Yüklemeli boşaltılmalı toplama	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düşük işletme giderleri</li><li>• Çöpçüler için iyi çalışma koşulları (mekanik yükleme, düşük toz ve koku seviyesi, açıkta çöp yok)</li><li>• Sızıntı problemi yok</li><li>• Kolay kullanım</li><li>• Esneklik</li><li>• Sıkıştırılmalı kamyon teknolojisiyle uyum sağlar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yüksek yatırım giderleri</li><li>• Yüksek alan ihtiyacı (kutular için ev dahilinde, konteynerler için ise umumî alanlarda)</li><li>• Konteyner kullanıldığında, sokak görünümüne kalıcı olumsuz etki olur</li><li>• Kutu/ konteynerleri temizlemek gerekir</li><li>• Kış aylarında çöp donup kutu cidarlarına yapışabilir</li></ul>
Değiştirmeli toplama	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düşük işletme giderleri</li><li>• Çöpçüler için iyi çalışma koşulları (mekanik yükleme, düşük toz ve koku seviyesi, açıkta çöp yok)</li><li>• Sızıntı problemi yok</li><li>• Kolay kullanım</li><li>• Esneklik</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yüksek yatırım giderleri (konteyner ve vinçli kamyonlar)</li><li>• Yüksek alan ihtiyacı</li><li>• Konteynerleri temizlemek gerekir</li><li>• Kış aylarında çöp donup kutu cidarlarına yapışabilir</li></ul>
Tek yönlü poşetlerle toplama	<ul style="list-style-type: none"><li>• Düşük yoğunluklu malzemeler (değerlendirilebilir atıkların kaynaktan ayrı toplanması) için kolay yöntem</li><li>• Hızlı toplama</li><li>• İyi hijyen</li><li>• Düşük yatırım giderleri</li><li>• Özel ekipman (sıkıştırılmalı/ vinçli kamyon) gerektirmez</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yüksek işletme giderleri (poşet takviyesi)</li><li>• Standart sağlama zorluğu</li><li>• Oluşan çöp miktarının artırılması</li><li>• Çöpçüler için zor çalışma koşulları (elle kaldırma/ yükleme)</li></ul>

Kaynak: Röben 2000

### 3. CBS (COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ)

Her ölçekteki doğal ortam ile insan, zaman özellikleri ve ilişkilerine ait bilgi toplama, depolama ve analiz çalışmalarını kapsayan ve kendine has metodolojisi olan yöntem Coğrafi Bilgi Sistemi olarak tanımlanabilir (Turoğlu 2000).

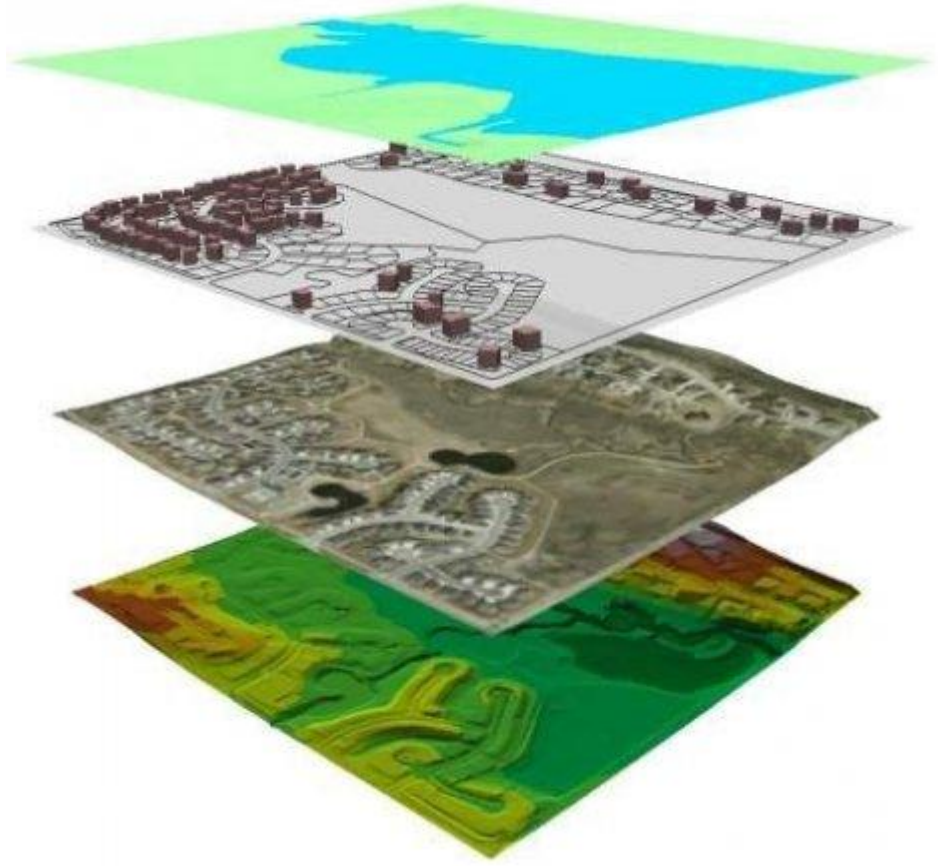
Coğrafi bilgi sistemleri (CBS); dünyada pek çok ÷lkede, günlük yaşamdaki işlerin daha hızlı yürüt÷lmesinden karşılaşılan problemlerin en doğru ve en hızlı bir şekilde çözümlenmesine kadar pek çok alanda, toplum yaşamına büyük katkı ve avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle Türkiye’de de özellikle doğru ve gerekli bilgiye en kısa zamanda daha fazla ihtiyaç duyduğumuz 21. yüzyılda, CBS’den başta kamu kurum ve kuruluşları olmak üzere hemen hemen her sektörün gerektiği ölçülerde faydalanması gerekmektedir(Yomralıoğlu 2000).

Genel olarak bilgisayar destekli sayısal haritalarda bulunan bütün olanaklara sahip olan CBS; ek olarak gelişmiş veri yapısı ile içerik zenginliği ve gelişmiş analiz, dönüşüm ve sorgulama imkânları ile mekânsal veri yönetimi sağlamaktadır. Bu en temel özellikleri ile CBS, sayısal haritalarla arasında ciddi farklılıklar yaratarak üstünlük göstermektedir.<sup>1</sup>

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); bilgi teknolojisine dayalı bir veri toplama, işleme ve sunma aracı olarak yoğun ve karmaşık konum bilgilerinin etkin bir şekilde denetlenebildiği bir yönetim tarzı; coğrafi verinin daha verimli kullanılmasına olanak sağlayan bir sistem ve bunların bir bütünü olarak tanımlanmaktadır. İngilizce Geographical Information Systems (GIS) olarak tanımlanan CBS, bilgisayar destekli tasarım (CAD), bilgisayar destekli kartografya, veri tabanı yönetim sistemleri ve uzaktan algılama gibi bilgi sistemleri ile bağlantılıdır. Ancak CBS bu sistemlerden farklı olarak “coğrafi analiz yapabilme” ve “yeni bilgi üretme” özelliğine de sahiptir (Greene 2001; Bensghir ve Akay 2006)

<sup>1</sup> İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2003

**Şekil:3.1 CBS tasarım sürecinde veri gelişimi**



Kaynak:<http://www.118haber.com>

Sektörler kendi kullanım amacına göre CBS'yi farklı olarak ifade etmişlerdir. Genel olarak CBS için su ifadeler kullanılmıştır:

- *Karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir.*
- *Daha basit bir ifade ile, dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemi olarak da tanımlanabilir.*

• *Coğrafi Bilgi Sistemleri; konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. Coğrafi Bilgi Sistemleri, mekansal verilere bağlı sözel bilgileri entegre bir şekilde depolayan bir yapıya sahiptir.*

Coğrafi Bilgi Sistemleri konusu ve kapsamı itibari ile çalışma alanı bir şekilde yeryüzünün bir parçasını temsil eden doğal ortam, zaman değişkeni ve insan konularından biri veya tümünü içeren bütün bilim dalları ve meslek grupları tarafından kullanılma imkanı vardır (Turoğlu 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographical Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçeye çevrilmiş halidir. Ancak kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle bu kavram çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. (Yomralıoğlu 2000).

*“CBS, belirli bir amaçla yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür”*(Burrough 1998).

*“Dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemidir”*(ArcGIS 9 Uygulama Dökümanı).

*“CBS, yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir”*(AGI,Gis Dictionary).

Genelde bilgisayar destekli sistemler yapılan işlemlerde tam otomasyonu tesis etmek üzere geliştirilmişken, CBS bu sistemlerden farklı olarak gereğinde konum verilerinden yeni bilgiler üretme fonksiyonlarına sahiptir. Bilhassa grafik ve grafik-olmayan veri tabanlarının birbiriyle olan etkileşimi kullanıcıya çok yönlü çözümler sunarak CBS'yi diğer klasik sistemlerden farklı kılar. CBS bir anlamda, bu sistemlerin evrimlerini tamamlamalarıyla ortaya çıkmış, dolayısıyla CBS birçok yönüyle bu sistemlerden esinlenmiştir (Yomralıoğlu 2000).



CBS genellikle uygulama şekillerine göre değişik isimlerle de ifade edilmektedir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir (Maguire 1992).

- *Arazi Bilgi Sistemi (Land Information System)*
- *Arazi Veri Sistemi (Land Data System)*
- *Coğrafik Referanslı Bilgi Sistemi (Geographically Referenced Information System)*
- *Çok Amaçlı Kadastro (Multi Purpose Cadastre)*
- *Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi (Imaged Based Information System)*
- *Kadastral Bilgi Sistemi (Cadastral Information System)*
- *Kent Bilgi Sistemi (Urban Information System)*
- *Mekansal Bilgi Sistemi (Spatial Information System)*
- *Mekansal Karar Destekli Bilgi Sistemi (Spatial Decision Support Information System)*
- *Mülkiyet Bilgi Sistemi (Property Information System)*
- *Planlama Bilgi Sistemi (Planning Information System)*
- *Ticari Analiz Bilgi Sistemi (Market Analysis Information System)*
- *Toprak Bilgi Sistemi (Soil Information System)*

Yukarıda bahsedilen sistemlerin bazı özellikleri, CBS bünyesinde toplanmış ve sonuçta disiplinler arası bir teknik ortaya çıkmıştır. Ancak, bu sistemlerin hiçbirinde olmayıp da sadece CBS'de olan bir özellik vardır ki; o da coğrafi analiz, diğer bir ifadeyle konumsal analitik işlemleri gerçekleştirebilme yeteneğidir (Maguire 1992).

Bilgisayarların konumsal analizlerde ve haritacılık faaliyetlerinde kullanılmasına yönelik tarihsel gelişmeler ile; otomatik veri toplama, veri analizi ve sunumu çalışmalarındaki gelişmelerin paralellik gösterdiği görölmektedir. Bu alanlar; kadastral ve topoğrafik harita üretimi, tematik kartoğrafya, sivil mühendislik, coğrafya, konumsal değişimlerin matematiksel uygulamaları, toprakbilimi, yersel ölçmeler ve fotogrametri, kentsel ve kırsal arazi planlaması, altyapı hizmetleri, uzaktan algılama ve görüntü analizi çalışmalarıdır. Ulusal güvenliğe yönelik askeri uygulamalar da burada sözü edilen disiplinlerin bazılarını kapsamaktadır. Değişik disiplinlerdeki bu farklı uygulamalarda zamanla veri tekrarı (data duplication) sorununun ortaya çıktığı

gözlenmiştir. İlk bakışta ayrı görünen, aslında birbiri ile ilişkili olan bu alanlardaki veri tekrarı sorunu, günümüzde, teknik ve kavramsal problemlerin çözülebilmesi için, değişik konumsal veri işleme yöntemlerini içeren genel amaçlı CBS ile çözülmektedir (Yomralıoğlu 2000).

### **3.1.COĞRAFI BİLGİ SİSTEMİNİN TARİHÇESİ**

Harita tabanlı bilgileri sayısal ortama aktaran bilgisayar tabanlı bir araç olan CBS, her teknoloji gibi belirli bir tarihi süreçten geçerek olgunlaşmıştır. Son derece basit nedenlerle doğup, ihtiyaca göre şekillenen ve kurumsal istekleri temel alarak piyasanın yönlendirmesine tabii tutulan CBS, gün geçtikçe hala yeni boyutları ile sektörde daha çok uzun yıllar gelişeceğini göstermektedir (Tecim 2008).

Temelleri 1960'lı yıllarda atılan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bugün de çok yoğun ve giderek artan bir ilginin odağı durumundadır. Coğrafi bilgi sistemlerinin çıkış noktası, çok miktarda karmaşık verinin bilgisayar desteğinde alışılagelmiş yöntemlerden çok daha etkin bir biçimde organizasyonu ve yönetimi ile çok farklı gereksinimlerin hızlı, sağlıklı ve ekonomik bir biçimde karşılanması olmuştur (Forrest 1992 ve Marble 1990).

Coğrafi Bilgi sisteminin tarihçesi, Bilgisayar Grafikleri kavramının doğuşu ile başlar. Bu kavram, 1955 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Massachussets Institute of Technology (MIT) isimli enstitü tarafından, uçuş simülatörlerini kontrol etmek üzere geliştirilen Whilwind-I isimli bilgisayar ile ortaya çıkmıştır. Bilgisayar grafikleri kavramını 1963 yılında geliştirilen Bilgisayar Destekli Tasarım (ComputerAided Design) (CAD) sistemi izlemiştir. 1963–1971 yılları arasında CAD sistemlerine dayalı olarak Bilgisayar Destekli Haritacılık (AutomatedMapping) (AM) Sistemleri ve Veritabanı Yönetim Sistemleri (Database Management Systems) (DBMS) geliştirilmiştir.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Harita Genel Komutanlığı 2000

Coğrafi bilgiler başlangıçta, grafik ve grafik olmayan şekilde ayrı olarak ele alınmış; grafik bilgiler için Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri kullanılırken; grafik olmayan bilgiler için Veri Tabanı Yönetim Sistemlerinden yararlanılmıştır. Bu tür sistemler, coğrafi bilgilerin toplanmasında, depolanmasında, işlenmesinde ve sunulmasında tatmin edici sonuçlar verirken; bu bilgilerin analizinde yetersiz kaldıkları, dolayısıyla kullanıcıların konuma dayalı kararlar vermelerine yardımcı olma amacını tam olarak karşılamadıkları gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak grafik ve grafik olmayan verileri ve bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma dayalı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisi geliştirilmiştir.<sup>1</sup>

1971 yılında Kanada tarafından oluşturulan ve üretime sokulan Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi (Canadian Geographic Information System), bilinen ilk Coğrafi Bilgi Sistemidir. Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi çok büyük miktardaki Kanada arazi sayım verisini işlemek üzere geliştirilmiştir (Marble1990 ve Forrest 1992).

1963 yılında başlayıp 1970 yılında tamamlanan Kanada Coğrafi Bilgi Sistemleri projesi dünyada CBS' nin temel taşı oluşturulan önemli bir dönemi ifade etmektedir. Daha sonra yazılımların gelişmesiyle kullanıcı grupları, kitaplar, dergiler ve dernekler oluşmaya başlamıştır (Tecim 2008).

### **3.2 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN KULLANIM ALANLARI**

Günümüzün artık global hale gelmiş dünyasında bilgi akışının çok hızlı olması nedeniyle bilgiye ulaşım dolayısıyla problemleri çözme çok kolay hale gelmiştir. Raporlardan, dijital fotoğraflara kadar çeşitlilik gösteren coğrafi veriler kullanılmaktadır.

<sup>1</sup> Harita Genel Komutanlığı

Bununla beraber hızlı gelişimden dolayı bu veriler çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Ve bu hızlı değişim, doğru tespitlerde bulunmanın verileri güncellemeyi gerektirmesinden dolayı uzmanları zor durumda bırakmaktadır. Fakat CBS bütün bunları üstesinden gelebilmektedir (Bozkurt 2004).

Türkiye’de, özellikle 1990’lı yıllardan sonra gelişmeye başlayan CBS’nin önemi günümüzde yavaş yavaş anlaşılmaya başlanmış olup, bu sistemden faydalanan sektörlerin sayısı gittikçe artmaktadır. CBS’nin hangi alanlarda kullanıldığına kısaca bakıldığında sosyo-ekonomik alanlarda; sağlık, yerel yönetim, ulaşım planlaması, hizmet ve kent yönetimi uygulamalarının olduğunu görmekteyiz. Savunmada; hedef alan tanımlama, taktik destek, mobil komuta modelleme, akıllı veri entegrasyonu, ticaret iş hayatında; pazar paylaşım analizleri, sigorta, filo yönetimi, hedef pazarlama, satış alanlarının konumlandırılmasında, alt yapıda; network yönetimi, hizmet sağlama, iletişim, acil müdahalelerde, çevre yönetiminde; yer seçimlerinde, CED çalışmalarında, kirlilik kontrollerinde, afet yönetiminde, kaynak yönetiminde etkin olarak kullanıldığı görülmektedir.

CBS uygulama alanlarını kategorize ederken konuya bir de kullanıcı grupları açısından bakmak gerekecektir. Araştırmalar halen çok farklı kullanıcı grubunun CBS teknolojisini kullanmakta olduğunu göstermektedir. Aşağıdaki tabloda çeşitli sektörlerle göre CBS kullanım alanları verilmiştir.

**Tablo:3.1 CBS Kullanım Alanları**

<b>Çevre yönetimi</b>	Çevre düzeni planları, Çevre Koruma alanları, ÇED raporu hazırlama, Göller, göletler, sulak alanların tespiti, Çevresel izleme, Hava ve gürültü kirliliği, Kıyı Yönetimi, Meteoroloji, Hidroloji
<b>Doğal Kaynak yönetimi</b>	Arazi yapısı, su kaynakları, akarsular, havza analizleri, yabani hayat, yer altı ve yerüstü doğal kaynak yönetimi, madenler, petrol kaynakları
<b>Mülkiyet-İdari Yönetim</b>	Tapu-Kadastro, Vergilendirme, Seçmen tespiti, Nüfus, Kentler, Beldeler, Kıyı Sınırları, İdari sınırlar, Tapu bilgileri, Mücavir alan dışında kalan alanlar, Uygulama imar planları
<b>Bayındırlık hizmetleri</b>	İmar faaliyetleri, Otoyollar, Devlet yolları, Demir yolları ön etütleri, Deprem zonları, Afet yönetimi, Bina hasar tespitleri, binaların cinslerine göre dağılımları, bölgesel kalkınma dağılımı
<b>Eğitim</b>	Araştırma-inceleme, eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve öğretmen sayıları, planlama
<b>Sağlık Yönetimi</b>	Sağlık-coğrafya ilişkisi, sağlık birimlerinin dağılımı, personel yönetimi, Hastane vb birimlerin kapasiteleri, bölgesel hastalık analizleri, sağlık tarama faaliyetleri, ambulans hizmetleri
<b>Belediye faaliyetleri</b>	Kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, imar düzenlemeleri, çevre, park bahçeler, fen işleri, su-kanalizasyon-doğalgaz tesis işleri, TV kablolama, Uygulama imar planları, Nazım imar planları, Hali hazır haritalar, Altyapı, Ulaştırma planı toplu taşımacılık, Belediye yolları ve tesisleri
<b>Ulaşım planlaması</b>	Kara, hava, deniz ulaşım ağları, Doğal gaz boru hatları, iletişim istasyonları, yer seçimi, enerji nakil hatları, ulaşım haritaları
<b>Turizm</b>	Turizm bölgeleri alanları ve merkezleri, Turizm amaçlı uygulama imar planları, Turizm tesisleri, Kapasiteleri, Arkeoloji çalışmaları
<b>Orman ve Tarım</b>	Eğim-Bakı hesapları, Orman amenajman haritaları, Orman sınırlar, Peyzaj planlaması, Milli parklar, Orman kadastro, Arazi örtüsü, Toprak haritaları
<b>Ticaret ve Sanayi</b>	Sanayi alanları, Organize sanayi bölgeleri, Serbest bölgeler, Bankacılık, Pazarlama, Sigorta, Risk Yönetimi, Abone , Adres yönetimi
<b>Savunma, Güvenlik</b>	Askeri tesisler, Tatbikat ve atış alanları, Yasak Bölgeler, sivil savunma, emniyet, suç analizleri, suç haritaları, araç takibi, trafik sistemleri, acil durum

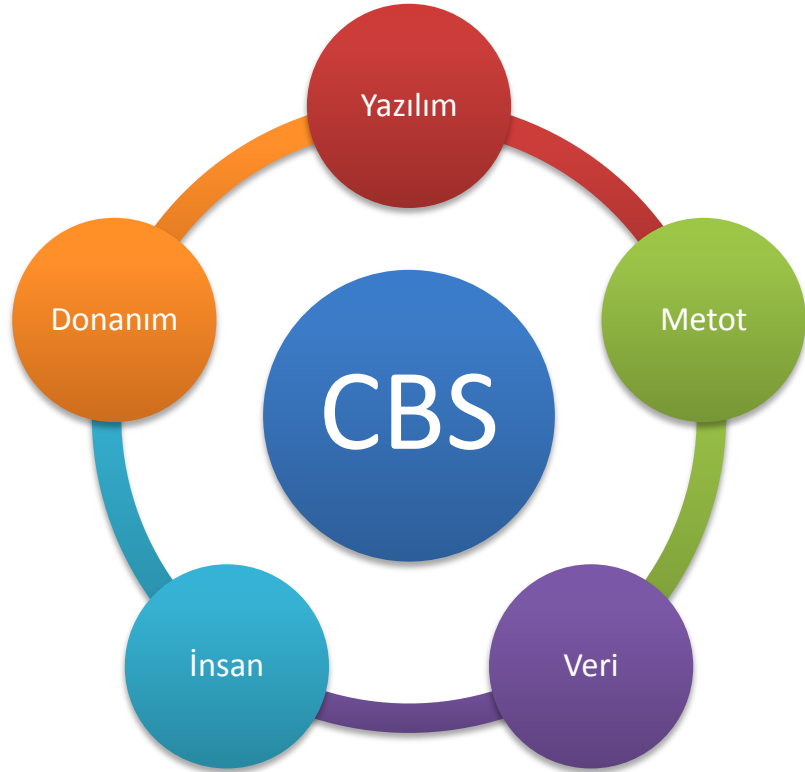
Kaynak: <http://www.gislab.ktu.edu.tr>

### 3.3 COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ

CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi aşağıda bahsedilen en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen, donanım, yazılım, veri, insanlar ve metotlardır.

Bu beş unsur birbirleriyle sıkı ilişki halindedir ve her biri CBS'nin başarısı için eşit oranda önemlidir. Özellikle ülkemizde yapılan en önemli hata, kurumların CBS'yi problemleri çözmek amacıyla yönelik bir araç olarak düşünüp kullanmak yerine, yeni teknolojilerle donatılmış harita görselliğine sahip amaç olarak ele almasıdır. Bu nedenle kurulan CBS sisteminde arzulanan verimin alınması mümkün olmadığı gibi, hedefleri belli olmayan bir sistemin de ayakta kalması mümkün olamamaktadır. CBS'nin yukarıda ifade edilen bileşenleri bu bölümde ayrı başlıklar halinde açıklanacaktır (Tecim 2008).

Şekil 3.2: CBS Bileşenleri



### **3.3.1 Donanım (Hardware)**

CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı(printer), çizici (plotter), tarayıcı (scanner), sayısallaştırıcı (digitizer), veri kayıt üniteleri (data collector) gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. Bugün birçok CBS yazılımı farklı donanımlar üzerinde çalışmaktadır. Merkezileştirilmiş bilgisayar sistemlerinden masaüstü bilgisayarlara, kişisel bilgisayarlardan ağ (network) donanımlı bilgisayar sistemlerine kadar çok değişik donanımlar mevcuttur (Yomralıoğlu 2000).

CBS için gerekli donanım, diğer bilgisayarlardan çok farklı olmamakla birlikte kullanılan harita bilgilerine özgü bazı önemli karakteristikleri olması gerekmektedir. Çok güçlü bir merkezi işlem birimine ihtiyaç duymakta ve harita uygulamalarında doğruluk ve kesinlik gerektiren işlemleri hızlı yapabilen 64 bitlik işlemciler bir zorunluluk haline almıştır (Tecim 2008).

### **3.3.2.Yazılım (Software)**

Yazılım, diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarlardır. Yazılımların pek çoğu ticari amaçlı firmalarca geliştirilip üretilmesi yanında üniversite ve benzeri araştırma kurumlarınca da eğitim ve araştırmaya yönelik geliştirilmiş yazılımlar da mevcuttur. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımları olarak Arc/Info, ArcGISIntergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir (Yomralıoğlu 2000).

Coğrafi Bilgi Sistemine yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlardan bazıları şunlardır;

- a) Coğrafi veri/bilgi girişi ve işleme için gerekli araçları bulundurması,
- b) Bir veri tabanı yönetim sistemine sahip olmak,
- c) Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli,
- d) Ek donanımlar ile olan bağlantılar için ara yüz desteği olmalıdır  
(Tiyekli 2007)

Herhangi bir CBS yazılımı veri girişi ve sınıflandırması, veri saklama ve veri tabanı yönetimi, veri görüntüleme ve sunma, veri transformasyonu ve güçlü bir kullanıcı grafik arabirimi olarak ifade edilen kullanıcıyla etkileşimli çalışabilme özelliklerini bünyesinde bulundurmalı ve bu işlemleri asgari seviyede de olsa yapmaya olanak tanımalıdır (Tecim 2008).

Aşağıda günümüzde yaygın olarak kullanılan CBS yazılımları verilmiştir.

### **Arc/Info (ESRI)**

Çok kapsamlı CBS fonksiyonları ve çok zengin coğrafi işlemler içeren profesyonel bir yazılımdır. Arc/Info harita otomasyonu, veri dönüşümü, veri tabanı yönetimi, harita çakıştırma, konumsal analiz, etkileşimli görüntüleme ve sorgulama, grafik, tanısal veri girişi ve düzeltme, adres haritalama ve kodlama, ağ analizi, harita üzerine niteliklerin yazılması ve topoğrafik analiz işlemlerinde etkin çözümler sunmaktadır. Yazılım, AML (Arc Macro Language) adı verilen bir makro programlama diline sahip olup, WindowsNT, UNIX, LINUX v.b. de çalışan, donanımdan bağımsız bir programdır.

### **ArcView GIS (ESRI)**

ArcView yazılımı, vektör ve raster kökenli coğrafi veri tabanlarından geometrik ve geometrik olmayan verinin sorgulanmasına olanak veren, bir masaüstü haritalama ve



coğrafi bilgi sistemleri yazılımıdır. İş istasyonları, PC ve Macintosh'larda çalışabilen ArcView yazılımı, coğrafi veri tabanlarına tüm kullanıcılar tarafından erişim imkanı sağlamakta, değişik formatlardaki (dxf, dgn, dbf, txt, tif, bmp,.. vb.) verilerin kolayca seçilmesi ve görüntülenmesine olanak tanımaktadır. Bu yazılım ESRI'nin CBS ürünlerinin ürettiği konumsal veriyi direkt olarak kullanarak sorgulama ve görüntüleme işlerini yapabilir. Çok kapsamlı veri kullanımı, haritalama ve analizler üzerine odaklanır.

### **Sde (ESRI)**

SDE (Spatial Database Engine), konumsal verinin (vektör, görüntü ve CAD) ticari bir veri tabanı yönetim sistemi içinde depolanması ve yönetimi için tasarlanmış bir yazılımdır. Ticari kullanıcı/sunucu mimarisini kullanan RDBMS'lerde (Oracle, MS SQL Server, Sybase, IBM DB2 ve Informix) kullanılabilir. Küçük gruplardan büyük ölçekli gruplara değişen ortamlarda, konumsal veriyi başka bir konumsal olmayan veriyle bütünleştirme olanağı tanır. Sorgulama, konumsal ve topolojik tabanlı veri çıkarma olanağı sağlayan konumsal sorgu fonksiyonları kütüphanesi içerir. Çok kullanıcıli bir ortamda çok miktardaki konumsal verinin depolanması ve yönetimi için dizayn edilecek sistemlerde, açık veri erişimi gereksinimi olan herhangi bir çalışma ve proje uygulamasında SDE'den yararlanılabilir. SDE, TCP/IP protokolü ve XDR kullanarak, Unix, Windows sistemlerini içeren ağlarda, hızlı bilgi girişine ve bilgilerin geri çağırılmasına olanak verir. Arc/Info geliştiricilere C, C++ ile ara yüz programcılığı için Visual Basic gibi süratli uygulama geliştirici (RAD) araçları arasında seçim yapmaya izin verecek şekilde kurulabilir. SDE, tüm haritalama uygulamalarında kullanılmakta olan diğer bilgi teknolojisi ürünleri ile bütünleşmeye uygun çözümler sunmaktadır.

### **MapObject (ESRI)**

MapObjects, masaüstü haritacılık ve CBS'de, çözüm üretmek için özelleşmiş araçları sağlar. Var olan uygulamaları geliştirmek için haritacılık araçları eklemek, veri görüntülemesi için uygulamalar inşa etmek, özel işleri ve ihtiyaçların yerine getirilmesi için CBS programları üretmek, CBS çözümleri ile üretilmiş veriye kolaylıkla erişim sağlayan basit sorgu tabanlı uygulamalar geliştirmek MapObjects ile karşılanabilecek gereksinimlerdir.

## **ArcIMS (ESRI)**

ArcIMS, CBS ve harita ile ilgili servislere internet yoluyla veri gönderim olanağı sağlar.

ArcIMS, sistem kullanıcısı için

- a) Veri kaynaklarının görüntülenmesine,
- b) Sorgulanmasına,
- c) Analiz edilmesine olanak verir.

Arc IMS yazılımı ile kullanıcı internet ortamında CBS verisine erişebilir ve etkileşimli olarak kullanabilir. İnternet ortamı, harita geliştirme veya bu ortamda mevcut haritaları dinamik olarak doğrudan veri tabanına eriştirerek kullanabilme özelliğine sahiptir. Günümüzde hemen tüm büyük projelerde kullanılan ArcIMS, daha önce yine ESRI tarafından üretilmiş olan İnternet Map Server (IMS) ürününün yeni bir versiyonudur.

## **MicrostationGeoGraphics**

Diğer yazılımlarda olduğu gibi temel konumsal analiz fonksiyonlarını yerine getirir. MicrostationGeoGraphics, Bentley sistemlerinin ana CBS modülüdür. Microstation Java ve CAD birleştirerek geliştirmiştir. Bu kategorideki mühendislik ürünleri Enterprise EngineeringModeling (EEM) olarak adlandırılmaktadır.

## **GeoEngineering**

Microstation, harita projelerinde grafik verileri üreten, yöneten, değişiklik yapan geniş tabanlı bir CAD yazılımıdır. Bunun yanında CBS, konumsal planlama, problem çözme ve karar verme gibi tasarım tabanlı analizleri ortaya çıkarmayı sağlar. MicrostationGeoGraphics'te CAD/CBS eleman yapısı tanımlanmıştır.

## **Intergraph Mge: Modular GIS Environment**

Modüler bir CBS ortamı olan MGE; Basic Nucleus (veri sorgulama ve inceleme), Base Mapper (veri kolleksiyon), Basic Administrator (veri tabanı kurma ve bakımı) olmak üzere çeşitli yazılım parçalarından oluşmaktadır. NT ve UNIX işletim sistemlerinde

çalışabilmektedir. MGE, grafik verinin üretimi ve düzenlenmesi için MicrostationCAD ürününü kullanır. MGE, konumsal olmayan, öznitelik verilerinin kullanımı için Intergraph'ın İlişkisel Veritabanı Sistemi (RIS-RelationalInterfaceSystem) ile altı veritabanı yazılımına (Informix, Oracle, Ingres, DB, SYBASE, MS SQL Server) ve ODBC (Open Database Standart) uyumlu dillere doğrudan erişim olanağı sunar.

### **GeoMedia**

GeoMedia ürün grubu GeoMedia tabanlı uygulamaların geliştiricilerine ve GeoMedia ürün ve nesnelerini, gelişim, danışma, sistem bütünlemesi ya da veri temini için kullananlara yönelik geliştirilmiştir. Bazı GeoMedia ürünleri olarak GeoMedia Professional ve GeoMedia Web Map verilebilir.

### **AutoCAD MAP**

AutoCADMap, AutoCAD'in haritacılık ve CBS uygulamaları için geliştirilmiş bir üründür. Belediye gibi hizmet üreten kuruluşlarda, doğal kaynaklar veya çevreyle ilgili kuruluşların harita grubunda, telekomünikasyon şirketleri, gaz dağıtım organizasyonları, bakanlıkta veya kamu kuruluşlarında, haritayla ilgili çalışan her türlü kurumda coğrafi bilgi amaçlı harita üretimi, istenen geometrik doğruluk ve kalitede çıktı alınmasında AutoCADMap kullanılabilir.

### **MapInfo Ürünleri**

Yazılım geniş uygulama çeşitliliğine sahiptir ve DOS, Windows, Macintosh altında çeşitli Unix, Linux gibi platformlarda çalışabilir. MapInfo, coğrafi, ekonomik, politik, kültürel ve endüstriyel uygulamalar içeren kaynaklara yardım hizmeti sunmaktadır. MapInfo, farklı uygulamalar için birçok CBS ürününe sahip olup, bunlardan bazıları aşağıdaki şekildedir.

### **MapInfo Professional**

MapInfo Professional; haritacılık ve mekansal analiz işlevleri için, etkili ticari uygulamalarda ve karar vermede daha iyi sunumlar, analiz ve strateji sağlar.

### **a) MapInfoMapBasic**

MapInfo ortamı için tasarlanmış olan uygulama geliştirme ortamıdır.

### **b) MapX**

VB, Delphi gibi RAD ortamlarında, temel CBS uygulamalarını gerçekleştirmeyi mümkün kılmıştır. MapX kullanılarak geliştirilmiş görsel uygulamalar, MapInfo ve MapBasic olmadan her makinede çalışabilmektedir. Bu sayede kullanıcı sayısı 20'yi aşacak uygulamalar için çok etkin ve hesaplı bir ortam hazırlamak mümkündür.

### **SpatialWare**

Kurumsal CBS kullanıcıları için merkezi bir CBS veritabanı hizmeti sunan yazılım ortamıdır.

### **Maptitude**

Maptitude Windows ortamında çalışan CBS yazılımıdır. Ticaret, kamu ve eğitim sektörlerinde haritacılık çözümü sunar.

### **Landmarks Graphics**

Landmarks Graphics, konumsal kesif ve üretim endüstrisine; yazılım uygulamaları, veri yönetimi teknolojileri, danışma servisleri, eğitim ve destek içeren konularda bilgi teknoloji çözümleri sağlar.

### **Argus**

ARGUS, bir organizasyondaki teknik disiplinler ve yönetim düzeyleri için veri girişi araçları sağlayan jenerik bir kullanıcı ara yüzüdür. Nesne tabanlı ve bağımsız mantıksal veri modelidir. Yönetici Bilgi Sistemi ve Coğrafi Bilgi Sisteminin özellikleri Argus'a gerçek-zaman modunda birleşik veriyi sorgulama ve sorgu sonuçlarını gösterme olanağı tanır. Windows GUI kullanıcıya masaüstü bilgisayarlardaki kelime işlemci, hesap tablosu gibi yaygın uygulamaları ARGUS ile bütünleştirme olanağı sağlar. ARGUS Script Language, temel bir programlama dili sağlamak için harita ara yüzüyle bütünleştirilmiştir.

## **Geo-dataWorks**

Geo-dataWorks grafiksel proje yönetimi sağlar. Geo-dataWorks ile, etkileşimli bir harita tabanından grafik sorgulama ve seçim yapılabilir. Kullanıcı dünya haritasını kullanarak seçilen bölgeye ilişkin profil bilgilerini rapora dönüştürebilir.

## **Caris**

CARIS, ürünleri dört temel konuda uzmanlaştırmıştır. Bunlar; CARISMarine Information Systems, CARIS LIS/GIS, CARIS Spatial Components, CARIS Projects'tir.

## **Caris Lis/Gis**

CARIS GIS, verinin üretimi, yönlendirilmesi, analizi ve sunulması için bütünlük bir CBS çözüm sunar. Windows ve Unix işletim sistemleri üzerinde çalışabilir unix istasyonları ile erişilebilir konumda olan masaüstü bilgisayarlarda CARIS kullanılabilir.

## **Smallworld**

Smallworld ticari anlamda konumsal veri ihtiyacı olan ve bu verileri amaçları doğrultusunda analiz etmek isteyen firmalara genelde CBS tabanlı özel uygulamalar geliştirmektedir. WINDOWS NT, UNIX, LINUX v.b. sistemlerde çalışabilir. Uluslararası kabul edilen formatlardan giriş ve çıkış işlemlerini gerçekleştirebilir. Ayrıca ArcInfo gibi programlarla birlikte çözüm üretmeye yönelik çalışmaların yapılmasını sağlar.

## **Idrisi**

IDRISI kullanımı kolay inşa edilmiştir ve profesyonel düzeyde CBS sağlamamaktadır. Görüntü işleme ve konumsal analiz, DOS ve Windows tabanlı kişisel bilgisayarlar üzerinde kullanılabilir. Bir grafik kullanıcı arabirimi, esnek kartografik yazı olanakları ve analitik araç setleri ile bir veritabanı yönetim sistemi bütünleştirilmiştir. Değişiklik için özel programlar ve time-seri analizleri, konumsal karar- destek, belirsizlik ve birleşme analizleri içerir.

## **Grass**

GRASS genel kamusal kullanım (GNU) lisansı ile ücretsiz olarak kullanıma açık bir veri yönetimi, görüntü işleme, grafik üretim, konumsal modelleme ve veri görselleştirme Coğrafi Bilgi Sistemi olarak adlandırılmaktadır. Dünyanın çeşitli yerlerinde uluslar arası bir ekip tarafından GRASS için destek, araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülmektedir. Standart bir komut satırı girişi ve/veya Tcl/Tk grafik kullanıcı arabirimi ile kullanılabilir. Değişik işletim sistemi ve işlemci mimarilerinde kullanılabilen GRASS açık kodlu bir sistem olarak 800'den fazla CBS fonksiyonuna sahip olmasının yanında kısa programlar yardımıyla kolaylıkla yeni uygulamaların yapılmasına da açıktır. 2 ve 3 boyutlu raster veri formatının yanında nokta ve topolojik vektör veri tipleri ve özelleştirilebilir bir çok projeksiyon ve elipsoid desteklenmektedir. Bilinen hemen hemen tüm bilimsel ve ticari raster ve vektör formatları program tarafından okunabilmekte ve diğer programlar tarafından kullanılmaya hazır kaydedilebilmektedir. GRASS her türlü mekansal analizi yapabilme, harita üretme, sayısal arazi modelleri üzerinde ölçme ve analizler yapabilme, veri görselleştirme ve depolama özelliklerinin yanında ilişkisel veri tabanı yönetim programlarına bağlı olarak çalışabilmektedir.

Şehir ve bölge planlama baste olmak üzere mühendislik, hidroloji, jeoloji, fizik, istatistik, uzaktan algılama alanlarında geliştirilen ve kullanılan GRASS, kullanıcıya hızla ve kolayca veriyi analiz etme, depolama güncelleme, modelleme ve görüntüleme olanaklarını sağlamaktadır. Dünyadaki tüm kullanıcı ve geliştiricilere GNU lisansı ile açık kodlu sunulan GRASS her kullanıcının kendi özelleştirmelerine ve mevcut modüllere kolayca ekleme yapabilmesine olanak sağlayan gerekli tüm kütüphane ve kullanım kılavuzları ile birlikte kullanıma sunulmaktadır.

## **Netcad**

Modüler yapıya sahip NETCAD, harita, planlama, peyzaj, inşaat, mimarlık firmaları, belediye ve kamu kurumları, tasarım/çizim gereksinimi olan tüm mühendisler tarafından kullanılacak özelliklere sahip CAD fonksiyonlarına dayalı, ana modül ve özel ihtiyaçlar için çeşitli diğer modüllere sahiptir.

## **Eghas**

Arazi çalışmalarını ilgilendiren tüm disiplinlere yönelik olarak geliştirilen EGHAS, çeşitli modüllerden oluşmakta ve Windows 95/98/NT/2000 platformları altında çalışabilmektedir. EGHAS aynı anda birçok görüntü ile çalışabilir ve bir ekranda yapılan işlem diğer ekranlardan takip edilebilir. EGHAS komutları ile Basic dilinin birleşimi kullanılarak etkin yeni fonksiyon ve komutlar oluşturulabilir. EGHAS, diğer programlar ile veri iletişimi için DXG ve DGN formatlarını okuyup yazabilmektedir. Windows ortamında sürücüsü bulunan tüm yazıcı, çizici ve sayısallaştırıcıları destekler.<sup>1</sup>

### **3.3.3. Veri (Data)**

CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşa ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. Veri, uzmanlarca CBS için temel öge olarak kabul edilirken, elde edilmesi en zor bileşen olarak ta görülmektedir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS'ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yaklaşık yüzde 50 den fazlası veri toplamak için gerekmektedir (Yomralıoğlu 2000).

<sup>1</sup> [www.cografya.gen.tr](http://www.cografya.gen.tr) 2011

### 3.3.4.İnsanlar (People)

CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir. Dolayısıyla CBS'nin de insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılama gibi bir süreç yaşanır (Yomralıoğlu 2000).

CBS kullanılarak oluşturulacak sistemi tasarlayan, organizasyonu sağlayan ve kullanan kişilerden oluşur. Kullanıcının yazılım ve donanım konusundaki tecrübesi CBS metodolojisinin başarılı olmasında etkin bir öğedir (Turoğlu 2000).

### 3.3.5Metotlar (Methods)

Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani kurallar çerçevesinde gerçekleşir (Yomralıoğlu 2000).

Şekil: 3.3 CBS'nin aşamaları



Kaynak: <http://www.koeri.boun.edu.tr>

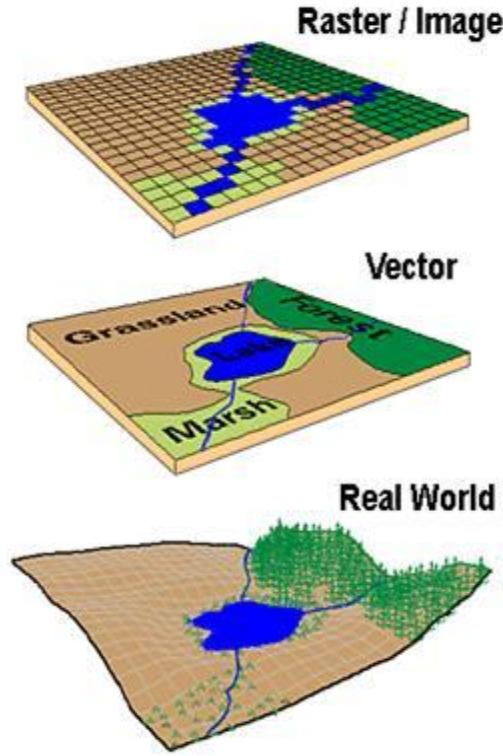


### 3.4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE VERİ MODELLERİ

Gerçek dünyadaki coğrafi varlıkların, hızlı ve sağlıklı bir şekilde işlenebilmesi için, bu varlıkların matematiksel gösterimlere dönüştürülüp, bilgisayar ortamına aktarılmasını gerektirmektedir. Dönüşüm için öncelikle veriler, grafik ve grafik olmayan veriler şeklinde iki gruba ayrılırlar. Daha sonra, özellikle grafik veriler coğrafik veri elementleri şeklinde nokta, çizgi ve poligon biçiminde koordinatlarla tanımlanırlar. Böylece koordinat bilgileri kolayca bilgisayara aktarılabilir. Diğer bir yandan, coğrafik verilerin grafik olmayan öznitelik bilgileri tablosal dokümanlar şeklinde olduğu düşünülürse, bunlar da metinsel ifadelerle bilgisayar ortamına kolayca aktarılabilirler. Bundan sonraki aşama iki değişik yapıdaki veri grubu arasında bir bağlantı (link) kurarak, tıpkı haritaların kullanıcıya sağladığı yorum özelliklerinin aynı şekilde dijital olarak ta sağlanabilmesidir (Yomralıoğlu 2000).

Bunun gerçekleşebilmesi, gerçek dünyadaki coğrafik veri modelinin gerçekte olduğu gibi, dijital biçimlere dönüştürülerek bilgisayara yansıtılmasına bağlıdır. Coğrafik veri modellerinin oluşumu, bu verilerin elde ediliş yöntemlerine bağlıdır. Örneğin, bir kente ait coğrafik veriler klasik yöntemle hazırlanmış bir harita üzerinde bulunabileceği gibi, bu kentin uydudan alınmış bir uydu fotoğrafı üzerinde de bulunabilir. Bu durumda veri elde yöntemleri farklılık taşıdığından bu farklılığa bağlı olarak ta verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ya da bilgisayarda bu şekilde modellenmesi gerekmektedir. (Yomralıoğlu 2000).

Şekil 3.4 Vektör ve Raster veri modelleri

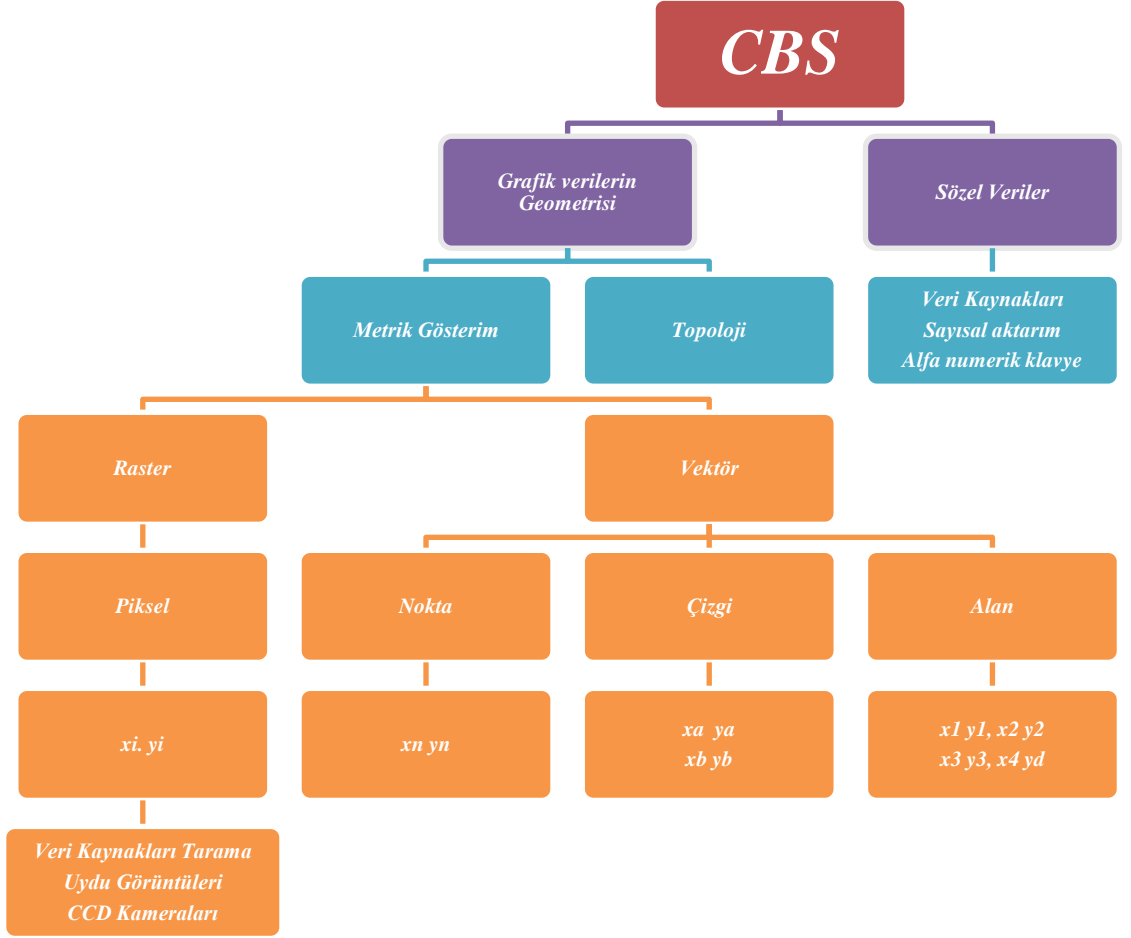


Kaynak: <http://bgis.sanbi.org>

### 3.4.1.Vektörel Veri Modelleri

Coğrafik veriler, vektörel veri modelinde tıpkı bir harita görünümüne sahiptir. Bu görünümde, noktalar, sabit alanların çok küçük boyutlu şekillerini; çizgiler, süreklilik ve alan özelliği gösteren yine çok küçük boyutlu coğrafik varlıkları; poligonlar ise; homojen yapıya sahip bütünlük gösteren coğrafik varlıkları temsil ederler. Poligon, çok-kenar anlamına gelip bazen "alan" olarak da adlandırılıp, birden çok çizginin birleşmesinden meydana gelir. Dolayısıyla noktalar serisinden çizgiler, çizgiler serisinden de poligonlar meydana gelmektedir. Bunun tam tersi olarak ta, poligonlardan çizgiler, çizgilerden de noktalar türetilebilmektedir (Yomralıoğlu 2000).

Şekil 3.5: CBS Veri Tipleri ve Kaynakları



Kaynak: Alkış 1996

Coğrafi verilerin konumları, başlangıç noktası tanımlı herhangi bir koordinat(X,Y) sistemine göre ifade edilirler. Noktalar sadece x ve y koordinatları ile ifade edilirken uzunluk ve alan bilgisinden yoksundur. Çizgiler ise belirli bir koordinat serisinden oluşmaktadır. Çizginin başlangıç, bitiş ve yön değiştirdiği noktaların koordinatları ile tanımlıdır ve sadece uzunluk bilgisine sahiptirler. Alan ise başlangıç ve bitiş koordinatı aynı olan çizginin ifade biçimidir. Uzunluk bilgisinin yanı sıra alan değerini de saklarlar. Resim veya grafik kullanmaksızın, nokta, çizgi ve poligon şeklindeki coğrafi varlıklar sahip oldukları (x,y) koordinat değerleri ile matematiksel, diğer bir deyişle sayısal olarak temsil edilebilirler (Yomralıoğlu 2000).

### 3.4.2. Raster Veri Modeli

Coğrafik özelliklerin gösterimleri için kullanılan bir diğer veri modeli de hücresel ya da diğer bir deyişle raster veri modelidir. Vektörel gösterim daha çok harita üzerindeki özelliklerin çizgisel gösterimi şeklinde olurken, raster gösterim, aynı coğrafik özelliklerin çekilmiş bir fotoğrafı gibidir. Böyle bir fotoğrafın büyüteç altında incelenmesiyle görülecektir ki çok küçük boyutta, farklı renklere sahip kare biçimindeki kutucukların bir araya gelmesiyle bütün bir görüntü oluşmaktadır. Fotoğraf özelliğine sahip bir gösterim şekli olan raster veri modelinde, herhangi bir görüntü bütünü piksel (pixel) veya hücre (cell) adı verilen seri haldeki küçük boyutlu kutulardan ya da diğer bir deyişle gridlerden meydana gelir. Gridler, aynı boyutta olup, farklı renkte olabildikleri gibi, birbirini izleyen herhangi bir rengin tonları şeklinde de olabilir (Yomralıoğlu 2000).

Raster gösterimde, farklı özellik gösteren coğrafi varlıklar arasında, vektörel gösterimdeki gibi bir sınır olmayıp, sürekli bir gösterim söz konusudur. Farklı özelliklerin ayırımı, komşu piksellerin farklı renk değerleri veya tonlamasıyla olur. Dolayısıyla, her piksel taşıdığı özelliği yansıtmak ve diğer özelliklerden ayırt edilmek üzere farklı bir renk koduna sahiptir. Varlıklar, yansıttıkları renk değerlerine veya bilgi tiplerine göre; renk skalasındaki değerlere atanırlar. Bu renk skalasına renk veya görüntü derinliği denir. Örneğin, bir haritanın raster gösteriminde yollar açık gri tonda, binalar daha koyu gri tonda ve park alanları daha çok daha açık bir gri tonda gösterilebilir. Bu gösterimler istenen hassasiyete bağlı olarak görüntü kalitesini etkileyecek nitelikte olurlar. Haritada gösterilen coğrafi varlığın gerçeği yansıtmaya gücü, diğer bir deyişle hassasiyeti, harita ölçeğine ya da görüntünün elde edilme kalitesine bağlıdır. Raster gösterimde, bu hassasiyet piksel boyutuna göre değişen ayırma veya çözünürlük gücü ile ölçülür. Piksellerin boyutu, bilgisayar veya fotoğraf ortamında mikron biriminde ölçülürken, gerçekteki boyutu metre veya santimetre biriminde ölçülebilir. Piksellerin gerçekteki boyutuna yersel çözünürlük denilmektedir (Yomralıoğlu 2000).

CBS ile yapılacak olan uygulamalarda hangi amaç için hangi veri tipi ile işlem yapılmak istendiği önceden belirlenmelidir. Her ne kadar çoğu CBS yazılımları her iki veri tipi (vektör ve raster) ile işlem yapabilmekte ise de genelde her yazılım bir tür veri tipi üzerine yoğunlaşmıştır. Örneğin ArcGIS vektör veriler üzerine yoğunlaşmış iken IDRISI raster verilerin yapısı için birçok analiz fonksiyonunu yapısından bulundurmaktadır. Bu nedenle istenilen analiz ve işlemlerini yapabilmek için, farklı bir formatta olan verilerin kullanılan yazılımın benimsediği formata dönüştürülmesi gerekmektedir (Tecim 2008).

#### 4. KATI ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU İÇİN CBS UYGULAMASI

CBS sağladığı avantajlar nedeniyle birçok sektörde olduğu gibi katı atık yönetiminde de ciddi kazanımlar sağlamaktadır. Katı atık yönetiminin her adımında kullanılabilen CBS, planlamadan katı atıkların toplanmasına, bertaraf işlemlerinden katı atık deponi alanlarının yer seçimine kadar birçok noktada sahip olduğu özellikleri nedeniyle kullanılabilir. <sup>1</sup>

Katı atıkların toplama işlemleri dikkatli bir şekilde planlanmalıdır. Bunun sebebi, çöplerin taşınmasının, katı atık yönetiminde en yüksek harcamaya neden olmasıdır. Düzenli depolama yöntemlerinde taşıma gideri tüm harcamaların yüzde 90 – 95’ini, kompost tesisi kullanılması durumunda ise tüm harcamaların yüzde 85 ini, yakma tesisleri kullanılması durumunda ise yüzde 60 – 65’ini oluşturur. <sup>1</sup>

Ülkemizde katı atıklarının toplanması, taşınması ve insan sağlığına zarar vermeden bertarafına ilişkin yükümlülük yetki ve sorumluluklar 1580 ve 3030 sayılı kanunların ilgili maddeleri gereğince belediyeler ile Büyükşehir belediyelerine verilmiştir.

CBS, tezin konusunu içeren katı atık toplama güzergah optimizasyonu için sınırlı olsa da bazı belediyeler ve özel şirketler tarafından kullanılmaktadır. Daha önce konuyla ilgili yapılan çalışmalarda gerçekleştirilen fayda maliyet analizleri neticesinde ciddi kazanımlar sağlandığı gözlemlenmiştir

Aşağıda konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalara kısaca değinilmiştir.

<sup>1</sup> TC MEB Katı Atık Toplama Kılavuzu 2009

#### 4.1. KONUYLA İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Ülkemizde evsel katı atıkların yarattığı çevre sorunları ve bu sorunların aşılması için alınması gereken önlemler ile ilgili önemli bir bilgi birikimi oluşmuştur. Fakat atık yönetimiyle ilgili gerçekleştirilen optimizasyon çalışmaları sayısında henüz istenilen seviyeye ulaşamamıştır. CBS'nin sağladığı avantajlar nedeniyle CBS tabanlı etkin bir atık yönetim sisteminin kurulması ve bunun için gerekli çalışmaların/araştırmaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Katı atıkların bertaraf sürecinde, maliyetin temel unsurunu toplama faaliyetleri oluşturmaktadır. Katı atık yönetim sisteminde atık toplama maliyeti, toplam işletme maliyetinin yüzde 65-95'i arasında bir paya sahiptir. Türkiye'de katı atık toplama maliyetlerinin 30-40 \$/ton mertebesinde olduğu bilinmektedir. Bu maliyet uygun bir optimizasyon modeli kullanılarak 15 \$/ton mertebesine düşürülebilmektedir (Armağan ve Demir 2005).

Konu ile ilgili çalışmalardan biri Şen ve Kesitoğlu (2007) tarafından yapılmıştır. Bursa İli Mustafa Kemalpaşa İlçesi için yapılan çalışmada, 48427 kişinin yaşadığı ilçede kişi başına oluşan katı atık miktarının 0,76 kg/gün olduğu ve atıkların % 22'si geri kazanılabilir atıklardan oluştuğu belirtilmiştir. Çalışmada, geri kazanılabilir atıkların toplanması (toplam 115 km. yol) ve ayrıştırılması için gerekli işletme maliyetinin 58,1 TL/ton atık (26,6 TL/ton toplama için, 31,5 TL/ton ayrıştırma için) olduğu ortaya konulmuştur.

Apaydın (2004) Trabzon'da katı atık toplama işlemi maliyetin ve toplama güzergahını optimize etmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Mevcut güzergah ile optimize edilen güzergah karşılaştırıldığında, optimize edilen güzergahın %18 daha kısa olduğu ve %22 daha az sürede kat edildiği belirlenmiştir. Apaydın (2005); toplama işleminde güzergah optimizasyonu yapılmasıyla 150 ton/gün katı atığın toplandığı Trabzon Kentinde, yılda ortalama 200 000 USD tasarruf sağlanması mümkün olacağı sonucuna varmıştır.

Koçer, Öbek ve Uslu (2003) ise Elazığ kentindeki katı atıkların toplama ve taşıma maliyeti ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kent merkezi ve örnek mahallelerde 1999 yılına ait günlük toplam masrafın (toplama ve taşıma) araç başına 4,64 TL ile 8,18 TL arasında değiştiğini göstermektedir.

## **4.2. GÜZERGAH OPTİMİZASYONU**

Birbirine çizgi özellikler ile bağlı bütün sistemler bir ağ teşkil eder. Yollar, nehirler, boru ve elektrik hatları gibi sistemler ağ yapısına sahiptirler. Bu sistemler üzerinde optimum karar vermek için yapılan sorgulamalar ve analizler coğrafi bilgi sistemlerinde ağ analizleri olarak adlandırılırlar. Zaman kavramının çok önemli olduğu acil durumlarda; ambulans, itfaiye ve polis araçlarının istenen noktaya en kısa sürede ulaşması, itfaiye merkezlerinin hangi noktalara yerleştirilmesi gerektiği, yada arıza esnasında hangi evlerin elektriklerinin kesileceğinin belirlenmesi gibi uygulamalarda ağ analizleri kullanılmaktadır (Yomralıoğlu 2000).

### **4.2.1. Optimum Güzergahın Belirlenmesi (Route Optimization)**

Adresleri ile ya da yol ağı üzerinde yaklaşık konumlarının işaretlenmesi ile iki nokta arasındaki mesafe ya da zaman olarak en kısa yolun belirlenmesi işlemidir. Örneğin; İki nokta arasında, istenilen kriterlere göre (maliyet, uzunluk, zaman ve sürüş zamanı gibi) en uygun hangi güzergahtan ulaşım sağlanabilir sorusunun cevabı bu analiz yardımıyla verilebilir.

### **4.2.2. Yakınlık Analizi (Find Closest Facility)**

Bir olay yerine en yakın hangi merkezden ulaşılacağına sorgulanmasıdır. Örneğin; ambulans, itfaiye ya da polis olay yerine en çabuk hangi merkezden gelebilir sorusunun cevabı bu analiz yardımıyla verilebilir.



### **4.2.3. En Uygun Yer Seçimi (Resource Allocation)**

Ağ yapısındaki coğrafi varlıkların aynı anda analiz edilerek en uygun merkezin noktasal olarak tespit edilmesi işlemidir. Örneğin; bir okul etrafında öğrencilerin maksimum yürüyeceği mesafe 5 dakika ise; kaç öğrenci uygun şartlarda yürüyerek okuluna ulaşabilmektedir sorusunun cevabı bu analiz yardımıyla verilebilir.

### **4.2.4. Ağ Topolojisi**

Coğrafi bilgi sistemlerinde yollar, nehirler gibi çizgisel objeler üzerinde mekansal analiz önemli bir konudur. Yollar gibi mantıksal bir ağ oluşturan çizgisel objelerde en kısa yol araştırması gibi mekansal analizler ağ topolojisi yardımıyla yapılır. Ağ topolojisi, çizgisel objeler üzerinde yapılacak mekansal sorgulamaların temelini oluşturur.

Coğrafi bilgi sistemlerinde çizgisel objeler üzerinde mekansal analiz ağ topolojisi ile yapılır. Özellikle yol ağında yapılacak en kısa yol vb. analizler CBS kullanıcılarının gereksinim duyduğu önemli konulardan biridir. Ulaşım sisteminin iskeletini oluşturması bakımından yol ağı hakkında bilgilere pek çok insanın ihtiyacı vardır.

Rota belirlemede uzaklık olarak en kısa, zaman olarak en kısa olmak üzere iki seçenek söz konusudur. Kullanıcı ayrıca rota üzerinde uğranacak noktalar, paralı yolların kullanılıp kullanılmayacağı gibi koşullar da belirtebilir. Bu durumda aranan rota belirlen koşullar altında en optimal rota olacaktır. İstenirse araç ve sürücü hakkında bilgiler girilerek yolculuğun tahmini süresi, harcanacak yakıt miktarı gibi bilgiler de sağlanabilir. Belirlenen rota, değişik zoom düzeyindeki (dolayısıyla değişik genelleştirme düzeyindeki) haritalarda gösterildiği gibi, istenirse liste halinde de verilebilir. Bu tür listeler, hangi yolun hangi kavşağa kadar izleneceği, kavşaklarda hangi yöne sapılacağı gibi bilgiler içerirler.

Yol ağı uygulamalarının bir başka türü, toplu taşıma araçları ile seyahat edenlere hizmet veren sitelerdir. Özel aracıyla seyahat edenlere yönelik sitelere benzer olarak bu sitelerde hem adres arama, hem de seçilen toplu taşıma araçları ile bir noktadan bir noktaya en uygun ulaşım fonksiyonları vardır. Arka planda daha fazla veri tabanı

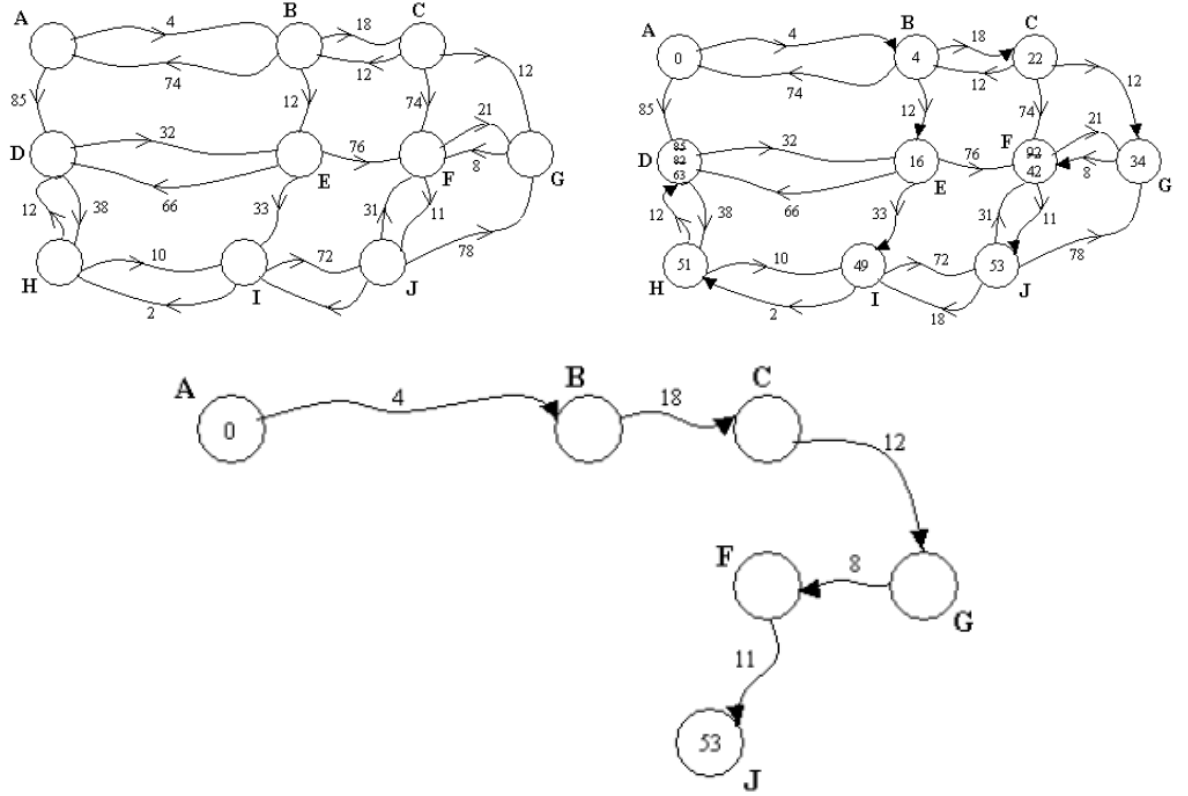
desteği olan bu sitelerde, demiryolu, otobüs, denizyolu gibi pek çok toplu taşıma aracının güzergahları, kalkış-variş saatleri ve ücretleri gibi veriler saklanmaktadır. Bu kategorideki siteler ya büyük kentler ya da bölgeler bazında ya da bir taşıma şirketinin (örneğin Alman Demiryolları) hizmet verdiği bölge kapsamında servis vermektedir.

İnternette yol ağı uygulamalarının tümü aslında CBS uygulamaları olup, mekansal analizler (adres arama, en kısa yol, en uygun yol bulma) ağ topolojisine göre yapılmaktadır. Bu bağlamda bağlantı objeleri (yol objeleri) sözel bilgilerle desteklenerek daha kapsamlı mekansal analizler yapılabilmektedir.

#### **4.2.5. En Düşük Maliyetli Yolun Bulunması (Dijkstra Algoritması)**

İki nokta arasındaki en düşük maliyetli (en kısa yol, en kısa süre vb.) yolun bulunması işleminde en az dallanan ağaç probleminin çözümünden faydalanılır. En az dallanan ağaç bulunarak, kök düğüm ile diğer tüm düğümler arasındaki maliyetin en küçük olması sağlanır. Dolayısı ile başlangıç noktası kök düğüm olarak seçildiğinde, elde edilen en az dallanan ağaçtaki diğer noktaya giden yol, iki nokta arasındaki en düşük maliyetli yolu verecektir. Edsger W. Dijkstra tarafından 1959 yılında geliştirilen ve yönlü graflara da uygulanabilen en düşük maliyetli yol çözümü, Dijkstra Algoritması olarak da anılır. Şekil 4.1'de görülen yönlü ve maliyetli graf bir yol ağını ve düğümler de şehirleri temsil etmektedir. Şehirler arasındaki gidiş dönüş güzergahları ve bu güzergahların uzunlukları birbirinden farklı şekildedir. Bu ağda A ile J şehri arasındaki en kısa yol bulunmak istendiğinde, öncelikle A noktasının kök düğüm olarak kabul edildiği en az dallanan ağaç elde edilmelidir. Bu ağaçtaki A'dan J'ye giden toplam 53 birimlik yol, iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi verecektir.

Şekil 4.1:Graf Gösterimiyle Şehirler ve Yolları



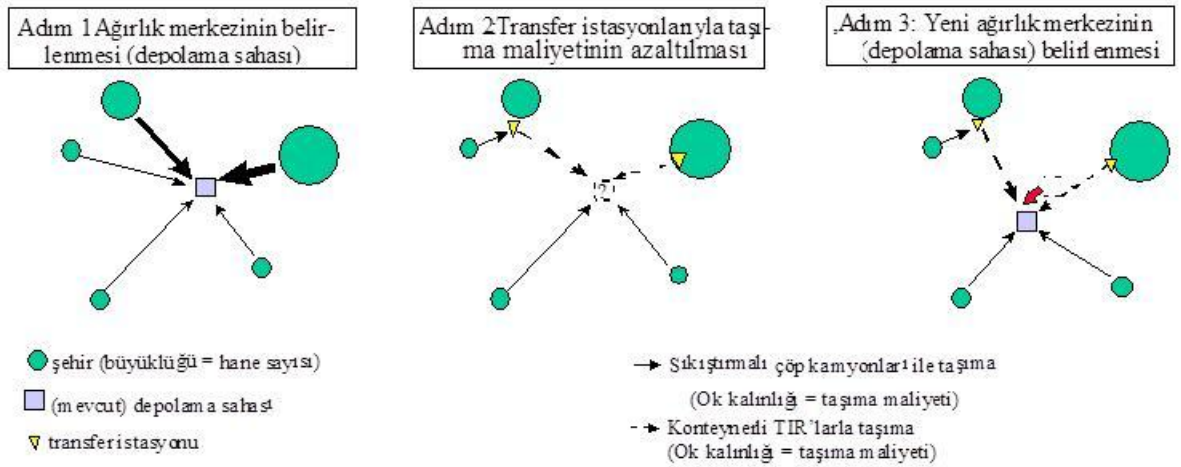
### 4.3. KATI ATIK TOPLAMA GÜZERGAH OPTİMİZASYONU

Toplanan çöplerin mümkün olduğu kadar ekonomik şekilde toplama bölgelerinden katı atık işleme veya bertaraf tesislerine aktarılması gerekir. Atık taşıma sisteminin yapısı, atık kaynaklarının (evler) coğrafi konumuna ve özelliklerine ve atıkların nihai olarak bertaraf edileceklere yere (depolama sahaları) ya da katı atık işleme tesislerinin yerlerine bağlıdır. Yakın geçmişe kadar birçok ülkede her kent / yerleşim birimi kendi düzensiz atık sahasına sahipti. Ancak bu durum olumsuz çevresel etkileri ciddi boyutlara taşıyordu. Bu nedenle 1970'li yıllardan itibaren Batı ülkelerindeki yerel atık depolama sahalarının çoğu kapatılıp bölgesel depolama sahaları inşa edilmiştir. Son yıllarda, depolama hacmini azaltmak amacıyla yapılan enerji kazanma gayesi ile yakma yöntemi de giderek önem kazanmıştır. Örneğin, Hollanda'da 1980'li yılların ortalarından beri evsel katı atıkların büyük bir bölümü, ülkenin değişik noktalarına dağılmış 5 adet atık yakma tesisine gönderilmektedir. Nihai bertaraf tesislerinin (hem yakma tesisleri, hem de depolama alanları) bir merkezde yoğunlaştırılmaları ve

teknolojilerinin giderek geliştirilmesi, atık miktarlarını ve transfer istasyonlarını aşağıda özetlendiği gibi doğrudan etkilemiştir:

- a) Toplama ve taşıma proseslerinin bağımsızlığını sağlamak için, transfer istasyonlarının sayıları artmıştır.
- b) Atıklar özel konteynerlerde yoğunlaştırarak, taşıma sistemleri optimize edilmiştir.
- c) Atıkların atık transfer istasyonlarından nihai bertaraf sahalarına ulaştırılmasında tren veya konteyner taşıyan gemilerin kullanılması cihetine gidilmiştir (Röben 2000).

**Şekil 4.2: Depolama sahasının yer seçimi ve transfer istasyonu ile optimizasyon**



Kaynak: Röben 2000

Güzergah optimizasyonunda amaç; katı atık toplama/taşıma araçlarının kat ettiği yol uzunluklarının minimizasyonu, çalışma alanında elde edilen birim yol uzunluğu toplama/taşıma maliyet kullanılarak mevcut ile optimizasyon sonucu oluşan maliyetlerin kıyaslanması ve maliyetlerinin azaltılmasıdır (Apaydın 2005).

#### **4.4. ÇALIŞMANIN AMACI**

Katı atık yönetim sisteminde atık toplama maliyeti yüzde 65-95 arasında bir paya sahiptir. Bu çalışmanın ana amacı, evsel katı atıkların yüksek verimle toplanabilmesi açısından uygun güzergahın tespiti için bir optimizasyon modeli geliştirmektir.

Orta gelir grubunda sayılan Türkiye’de katı atık toplama maliyetlerinin 30–40 \$/ton mertebesinde olduğu bilinmektedir. Bu durumda kaba bir yaklaşımla 10 milyon nüfuslu İstanbul için günde kişi başına 1 kg katı atık oluştuğu ve katı atık toplama maliyetinin 30 \$/ton olduğu kabul edilirse yıllık toplama maliyeti 100 milyon \$ mertebesine ulaşmaktadır. Bu maliyet uygun bir optimizasyon modeli kullanılarak 15 \$/ton mertebesine düşürülebilir.

Optimizasyon modelleri ile özelde toplama maliyetini genelde ise toplam katı atık yönetim masraflarını optimize edebilme mümkün olabilmektedir. Model aynı zamanda toplama için harcanan süreyi ve toplama için kullanılan araç gereçleri de optimize edebilmekte, ayrıca karışık olarak biriktirilen katı atıkların yüksek verimle toplanabilmesi için en uygun güzergahın tespit edilebilmesi sağlanmaktadır.

#### **4.5. ÇALIŞMA SAHASI**

İstanbul kenti, 28° 10' ve 29° 55' doğu boylamları ile 41° 33' ve 40° 28' kuzey enlemleri arasında, Avrupa ile Asya kıtaları arasında köprü görevi gören, bunların birbirine en çok yaklaştığı iki uç üzerinde kurulmuş 12,5 milyon nüfusa sahip bir şehirdir (TUİK, 2008). Bu uçlar Avrupa kıtasında Çatalca, Asya kıtasında ise Kocaeli; güneyden Marmara ve Bursa, güneybatıdan Tekirdağ ve kuzeybatıdan Kırklareli ile çevrilidir. Şehrin adını aldığı ve Haliç ile Marmara arasında kalan yarımada üzerinde bulunan asıl İstanbul 253 km<sup>2</sup>, tamamı ise 5712 km<sup>2</sup> 'dir (Özcan 2009).

İstanbul kenti ve çevresinin bulunduğu alan Trakya ve Kocaeli platolarından oluşmaktadır. Bu platolar kuzey ve güneyden deniz ile çevrilidir ve İstanbul Boğazı tarafından ikiye ayrılırlar. İstanbul ve civarı ortak bir bölgesel iklim tipinin hakimiyeti altında olmamakla beraber gerçekte topografya, yükselti, nispi konum, bakı ve bitki örtüsü gibi faktörlerin karakterindeki değişikliklerden dolayı bazı önemli farklarla birbirinden ayrılan belirgin iklim tipleri görülür. İstanbul iklimi; bir yandan Karadeniz'in, bir yandan Balkanlar ve Anadolu kara ikliminin etkisiyle meydana gelen özel bir durum gösterir. Kentte Marmara iklimi görülmektedir. Bu iklim Marmara bölgesinin Karadeniz kıyısı hariç tamamını etkiler. Ortalama sıcaklık, en sıcak ay olan Temmuz ayında 23–24 oC'dir. En soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı yaklaşık 3–5 oC'dir. Kentte yaz-kış, gece-gündüz arasında büyük ısı farkları görülmez. En yüksek yağış kışın görülür. Yıllık ortalama yağış miktarı ise, 500 mm ile 700 mm arasında değişkenlik gösterir. Genelde kar yağışı görülür. Don olayları ise Akdeniz İklimine göre daha fazla oluşmaktadır (Apak ve Ubay 2007).

İstanbul kenti civarında en çok görülen bitki türü makidir. Bu bitkiler uzun ve kurak bir yaz mevsimine kendini uydurmuştur. Fakat iklimin özelliği dolayısı ile tepeler çıplak değildir. Yer yer görülen ormanlık alanların en önemlisi kentin 20 km. kuzeyindeki Belgrad Ormanı'dır (Özcan 2009).

İstanbul ilinde büyük akarsu yoktur. En büyük akarsu, aynı zamanda Kocaeli Yarımadası'nın da en büyük suyu olan Riva çayıdır. Boğaza dökülen suların en önemlileri Küçüksu ve Göksu dereleridir. Bunlardan başka Haliç 'e dökülen Kağıthane ve Alibey Dereleri, Küçükçekmece Gölüne dökülen Sazlıdere, Büyükçekmece Gölüne dökülen Karasu Deresi, Terkos Gölüne dökülen Traşa Deresi, İstanbul'un belli başlı akarsularıdır. İlde küçük fakat önemli üç göl vardır. Bunların üçü de Avrupa yakasındadır. Denizden ayrılmış olan Terkos Gölü'nün suyu tatlıdır. Terkos havzası kentin önemli su kaynaklarından biridir. Marmara Denizi kıyısında bulunan Küçükçekmece (11 km<sup>2</sup>) ve Büyükçekmece (16 km<sup>2</sup>) Göllerinin suları denizle temasları olduğu için tuzludur (Özcan 2009).

İstanbul'da günde 9000 ton (3,5 milyon ton/yıl) çöp oluşmaktadır. Bu atıkların hacmi ise yaklaşık 7 milyon m<sup>3</sup>/yıl'dır. Oluşan bu katı atıklar evsel, endüstriyel ve ticari kökenlidir. Ayrıca arıtma tesislerinden çıkan çamurlar da düzenli depolama alanlarında bertaraf edilmektedir. Kentte, katı atıkların bertarafı 1995 yılına kadar çeşitli bölgelerde bulunan vahşi döküm alanlarında yapılmıştır. 1995 yılında Şile-Kömürcüoda ve Kemberburgaz-Odayeri'nde iki adet düzenli depolama tesisi inşa edilmiş ve vahşi depolama sona ermiştir. İstanbul Kentinde Katı atıklar İSTAÇ A.Ş. (İstanbul Çevre Koruma ve Atık Maddeleri Değerlendirme Sanayi ve Ticaret A.Ş.) tarafından toplanmaktadır. İSTAÇ tarafından yürütülen katı atık toplama maliyetinin önemli bir kısmını çöplerin toplanması ve taşınması teşkil etmekte ve bunlar toplam bertaraf maliyetinin yüzde 70 – 90'ını oluşturmaktadır. Bu bakımdan, çöp toplama ve taşıma maliyetindeki minimizasyon, katı atık bertaraf sisteminin toplam maliyetini etkilemektedir. Bu nedenle cadde ve sokaklardan toplanan çöpler İstanbul Büyükşehir belediyesine ait 5 adet çöp aktarma istasyonuna (Baruthane, Yenibosna, Halkalı, Aydınlı ve Hekimbaşı aktarma istasyonları) getirilmekte oradan da şehrin her iki yakasında bulunan düzenli depolama alanlarına taşınmaktadır. Çöp aktarma istasyonlarına İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nce izin verilen evsel atıklar kabul edilmektedir. Zararlı ve tehlikeli atıklar, açık araçlar vb. kabul edilmemektedir. Her ilçe belediyesi, topladığı çöpü kendisine en yakın aktarma istasyonuna getirmekte, çok daha uzun mesafeleri kat etme maliyetinden kurtularak büyük oranlarda yakıt tasarrufu yapmakta, zaman kazanmaktadır (Özcan 2009).

Tez çalışmasında projenin gerçekleştirildiği Fatih İlçesini de kapsayan İstanbul'da günde ortalama 14.000 ton çöp oluşmakta olup bunun 9.000 tonu Avrupa Yakasında, 5.000 tonu ise Asya Yakasında oluşmaktadır. İstanbul için yapılan katı atık karakterizasyon çalışmalarında iki yaka arasında dahi belirli kalemler arasında farklılıklar olduğunu göz önüne koymuştur.

Avrupa yakası aktarma merkezine gelen ilçe, belde ve diğer bölgeler Tablo 4.1'de; Avrupa yakası aktarma merkezlerinin özellikleri Tablo 4.2'de ;Avrupa yakası aktarma merkezlerine gelen katı atık miktarlarının yüzdesi ise Şekil 4.3'te verilmiştir.

**Tablo 4.1: Avrupa yakası aktarma merkezlerine gelen ilçe, belde ve diğer bölgeler**

<b>Baruthane</b>	<b>Halkalı</b>	<b>Yenibosna</b>
Beşiktaş	Gaziosmanpaşa	Bakırköy
Beyoğlu	Bayrampaşa	Bahçelievler
Kağıthane	Küçükçekmece	Bağcılar
Sarıyer	Avcılar	Fatih
Şişli	Esenler	Eminönü (bir kısmı)
Eyüp (bir kısmı)	Arnavutköy	Güngören
Eminönü (bir kısmı)	Tepecik	Zeytinburnu
Anakent	Beylikdüzü	Eyüp (bir kısmı)
İSKİ	Kıraç	Anakent ve Haller
Park ve Bahçeler	Mimarsinan	İSKİ
Darülaceze	Esenyurt	Yakuplu
Milli Saraylar	Bahçeşehir	Askeriye
Deniz Hizmetleri	Gürpınar	
Özel (İzinli)	Büyükçekmece	
	Hadımköy	
	İSKİ	
	Park ve Bahçeler	
	Askeriye	

*Kaynak: İSTAÇ A.Ş. 2006*

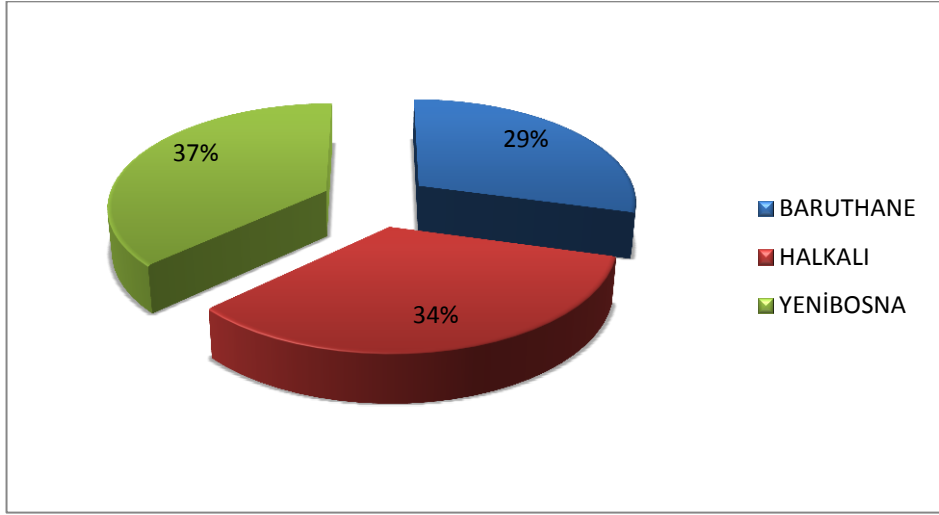
**Tablo 4.2: Avrupa Yakası Aktarma Merkezinin Özellikleri**

<b>Aktarma Merkezi</b>	<b>Planlanan Kapasite ton/gün</b>	<b>Maksimum Kapasite ton/gün</b>	<b>Fiili Kapasite ton/gün</b>	<b>Gelen Araç Sayısı adet/gün</b>	<b>Dolan Silo Sayısı adet/gün</b>
<b>Baruthane</b>	750	1500	1900	380	90
<b>Halkalı</b>	1500	2500	2000	290	85
<b>Yenibosna</b>	1500	2500	2100	400	95
<b>Toplam</b>	3750	6500	6000	1070	270

*Kaynak: İSTAÇ A.Ş. 2006*



**Şekil 4.3: Avrupa yakası aktarma merkezlerine gelen katı atık miktarlarının yüzdesi**



Kaynak: İSTAÇ A.Ş. 2006

İstanbul’da oluşan katı atık miktarı gibi içeriği de mevsimlere ve bölgelere göre farklılık göstermektedir. Katı atığın içeriğine göre değerler Tablo 4.3 ‘ te verilmiştir.

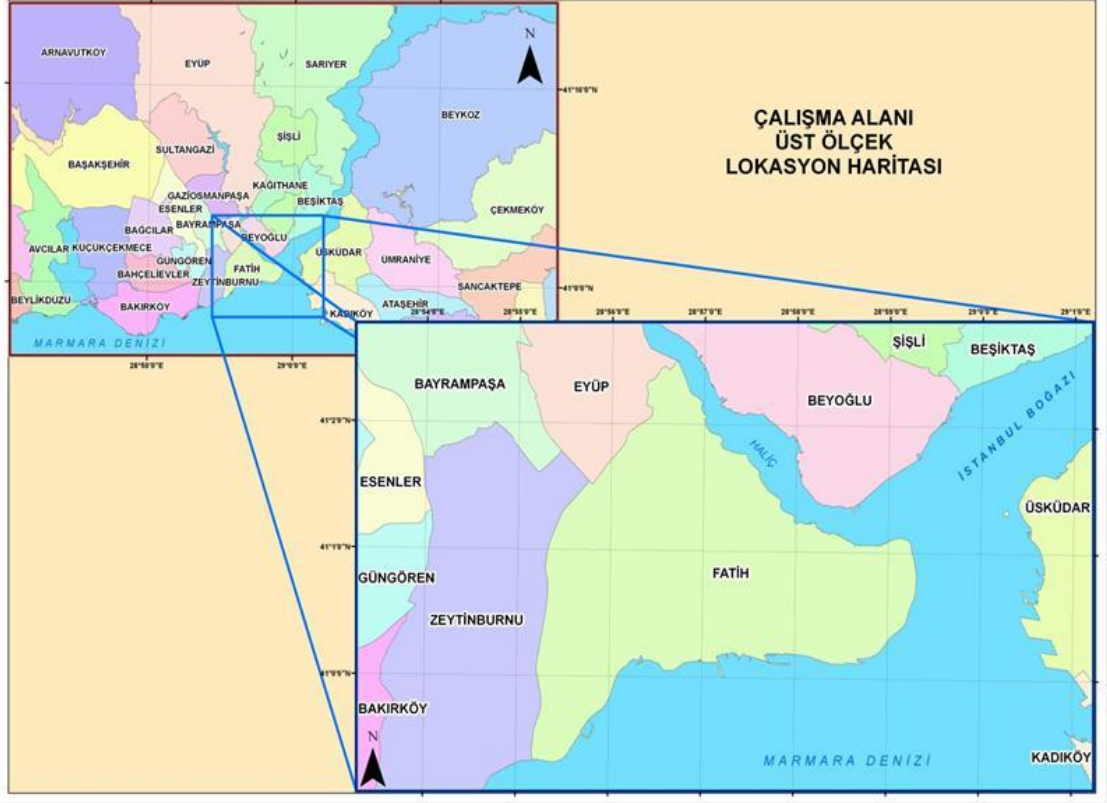
**Tablo 4.3 : İstanbul’da Toplanan Katı Atıkların Muhtevası**

Cinsi	Ortalama Miktar ton	Yüzdelerik Değer %
<b>Organik Maddeler</b>	4500	45
<b>Kağıt</b>	1450	15,5
<b>Kül</b>	1500	15
<b>Plastik</b>	950	9,5
<b>Tekstil</b>	560	5,6
<b>Seramik-Tuğla-İnert Madde</b>	440	4,4
<b>Cam</b>	380	3,8
<b>Metal</b>	220	2,2
<b>Toplam</b>	10000	100

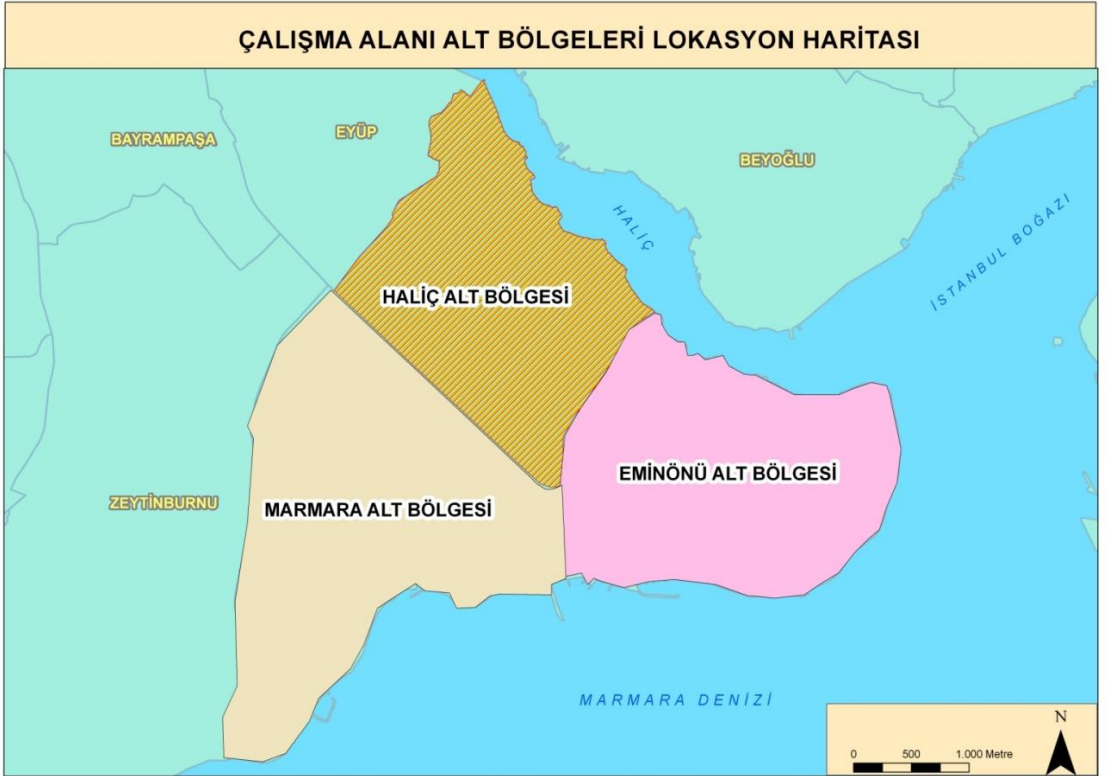
Kaynak: İSTAÇ A.Ş.

CBS uygulamasının yapılacağı alan, katı atık toplama faaliyetlerinin yoğun olarak gerçekleştirildiği, tasarlanan tüm grafik ve sözel verileri içeren, yaklaşık 146 km yol ağına sahip İstanbul ili Fatih İlçesi’nden bir bölge seçilmiştir. Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da çalışma sahasına ait haritalara yer verilmiştir.

Şekil 4.4: Çalışma Alanı Üst Ölçek Lokasyon Haritası



Şekil 4.5: Çalışma Alanı Alt Ölçek Lokasyon Haritası



Şekil 4.6: Çalışma Alanına Ait Hava Fotoğrafi



#### 4.6. KULLANILAN YÖNTEM

Birbirine paralel olarak veri tasarımı, işlem tasarımı ve fiziksel tasarım yapılmıştır. Veri tasarımında analizde saptanan coğrafi nesnelere katmanları, öznelikleri, ilişkisel veri tabanı tabloları belirlenmiştir. İşlem tasarımında sistemde yapılacak işlemler belirlenmiştir. Sistem gereksinimlerini karşılayacak olan işlemler çizim, coğrafi analiz ve sorgulama, çıktı ve raporların hazırlanması, veri girişi ve güncelleştirme olarak tasarlanmıştır. Fiziksel tasarımda uygulamada kullanılacak olan yazılım ve donanım kesinleştirilmiş ve yazılım özellikleri dikkate alınarak veri tasarımı fiziksel hale dönüştürülmüştür. Bu çalışmada ArcMap ve Network Analysis VehicleRoute Problem Tool'u, Windows XP Professional işletim sistemleri kullanılmıştır.

#### 4.6.1 Analiz İçin Gerekli Veri Yapısının Oluşturulması

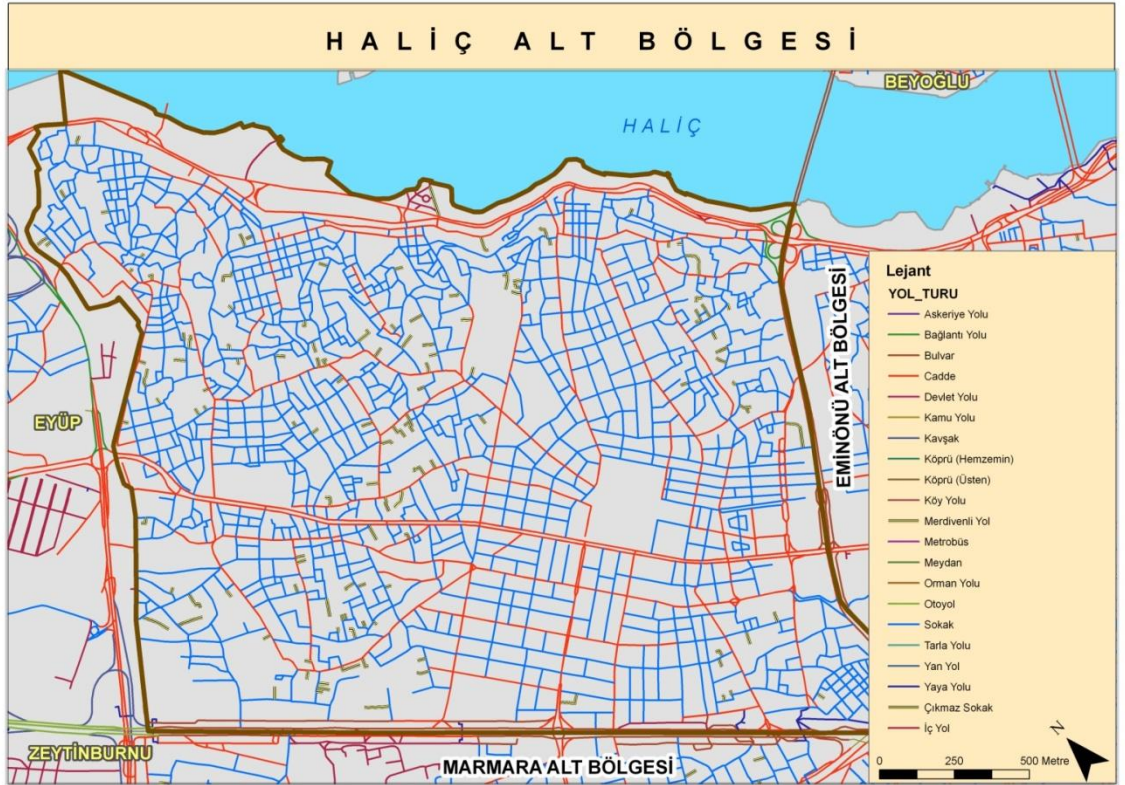
Güzergah optimizasyonunun yapılabilmesi için sisteme aşağıda belirtilen verilerin tanımlanması gerekmektedir.

- a) Yol verisi,
- b) Konteynerler,
- c) Güzergah başlangıç ve bitiş noktaları,
- d) Kamyonlar.

##### 4.6.1.1. Yol Verisi

Yol verisi, güzergah optimizasyonu işleminin temelini oluşturur. Cadde ve sokakları yönleri ile birlikte tanımlanarak veri analize hazır hale getirilir. Analiz yol verisi üzerinde yapılır.

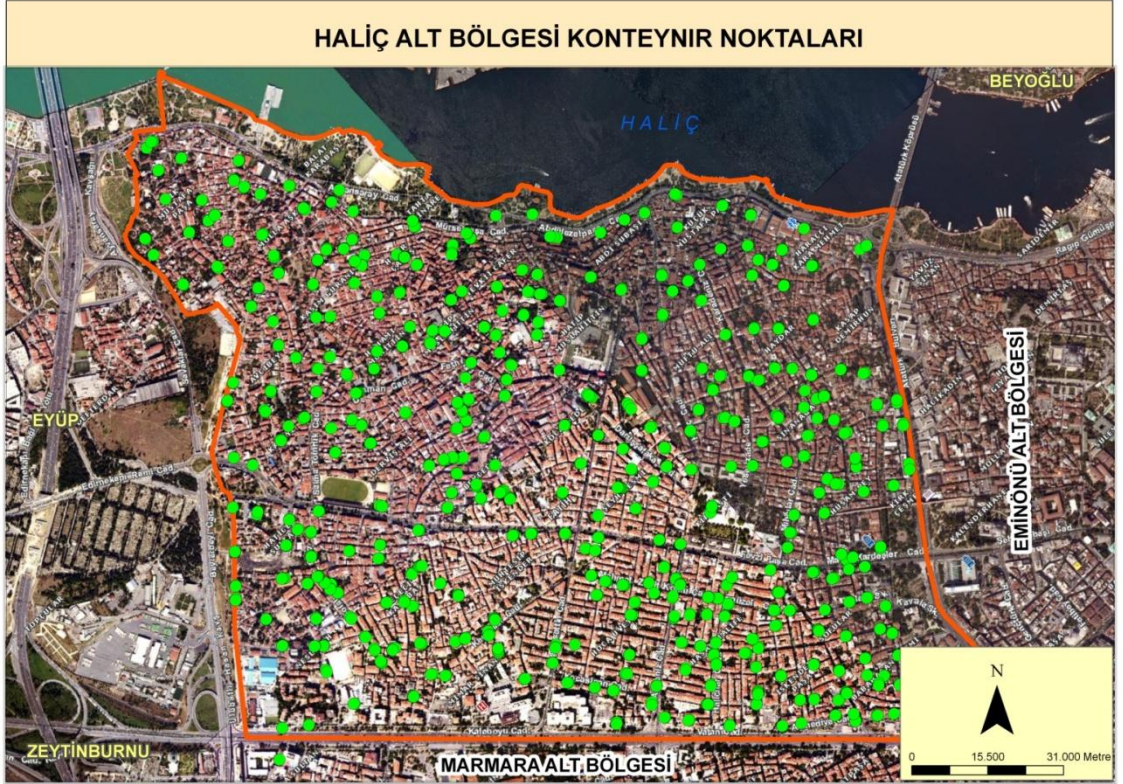
Şekil 4.7: Çalışma Alanı Yol Türleri



#### 4.6.1.2. Konteynerler

Konteynerler analizde orders olarak tanımlanmıştır. Genel anlamda; orders; aracın uğrayacağı nokta anlamına gelmektedir. Fatih Belediyesi Çevre Temizlik Müdürlüğü'yle yapılan görüşmede katı atık toplama araçlarının her bir konteynerde bekleme süresi ortalama 1 dakika olarak belirtilmiş ve bu süre analizde de bu şekilde kullanılmıştır. Şekil 4.8 'de konteyner noktalarının haritası gösterilmiştir.

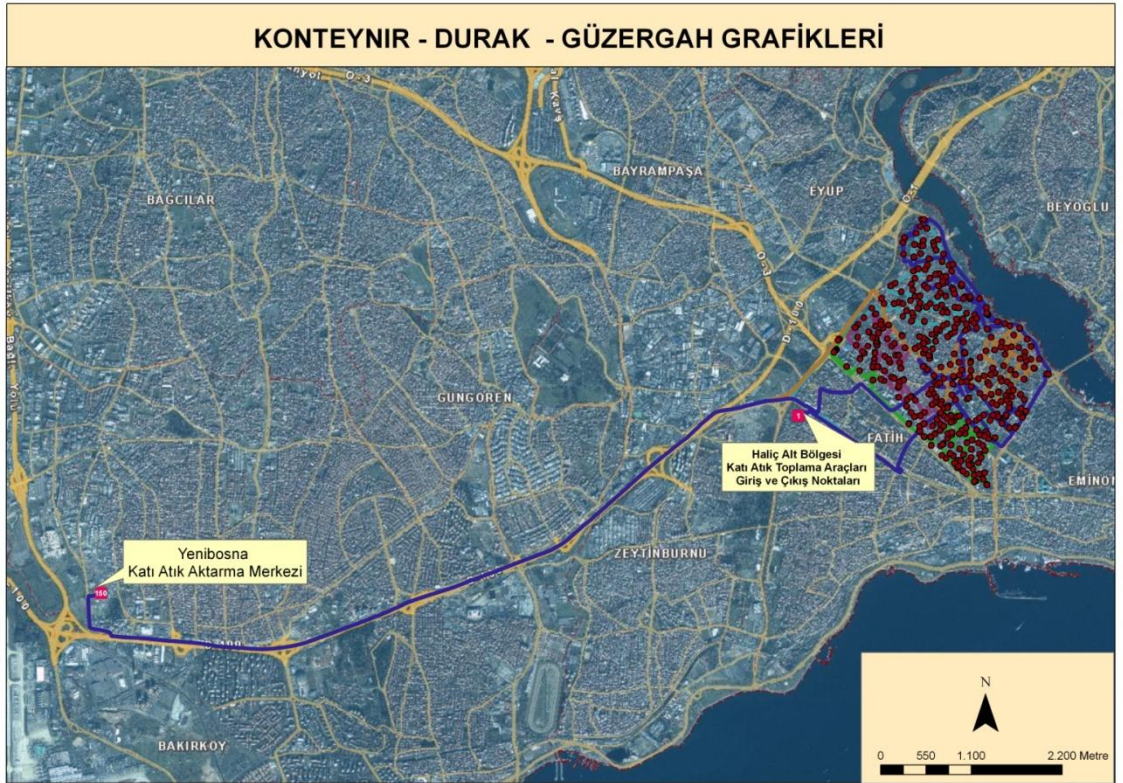
Şekil 4.8: Konteyner Noktaları



#### 4.6.1.3. Araç giriş çıkış noktaları

Araç giriş çıkış noktaları, araçların işleme başlama noktaları ile işlemi bitirip sahayı terk etme noktaları olarak tanımlanır. Fatih İlçesinde katı atık araçlarının çıkış noktaları Silivrikapı'da bulunmaktadır. Dolu araçlar Yenibosna'daki katı atık aktarma merkezine atığı boşaltarak rotayı tamamlamış olmaktadır. Analizde depots olarak tanımlanan noktalar, araçların başlangıç ve bitiş noktaları anlamına gelmektedir. Şekil 4.9'da konteyner, durak ve güzergah grafikleri gösterilmektedir.

Şekil 4.9: Konteyner, Durak ve Güzergah Grafikleri



#### **4.6.1.4 Kamyonlar**

Kamyonlar, çöp toplama araçları olarak tanımlanmaktadır. Analizde route olarak belirlenmiştir. Bu belirleme işlemi her bir kamyon için belirlenirken; kamyonlara ait kapasiteler ve kamyonların başlangıç ve bitiş noktaları ayrı ayrı tanımlanmıştır.

#### **4.6.2 Analiz**

Çalışma sahasında katı atıklar araçlar tarafından toplandıktan sonra Yenibosna katı atık aktarma merkezine boşaltılmaktadır. Araçlar katı atık toplamaya Silivrikapı katı atık araç park noktalarından hareket etmek sureti ile başlamaktadır.

Analizde kullanılan veri bazında çalışma sahası incelendiğinde;

- a) Toplam Cadde uzunluğu: 39602 m.
- b) Toplam Sokak uzunluğu: 90416 m.
- c) Çıkmaz Sokak uzunluğu: 4890 m.
- d) Toplam Yaya Yolu uzunluğu:908 m.
- e) Bulvar uzunluğu: 8018 m'dir.
- f) Toplam Konteyner Sayısı: 888
- g) İlçede bulunan her bir Konteyner Hacmi: 666 lt.
- h) Sorumluluk alanı çalışma alanı olan toplam kamyon sayısı: 12

İki tip kamyonun kullanıldığı toplama sisteminde

- a) Büyük Kamyonun Konteyner Kapasitesi: 13m<sup>3</sup>
- b) Küçük Kamyonun Konteyner Kapasitesi: 7 m<sup>3</sup> dür.

Fatih Belediyesi 24 saat üzerinden gerçekleştirdiği katı atık toplama organizasyonunda çalışma sahası için;

- a) Adet Büyük Kamyon x 13.000 l. = 65.000 l.
- b) Adet Küçük Kamyon x 7000 l.= 49.000 l. kullanmaktadır.

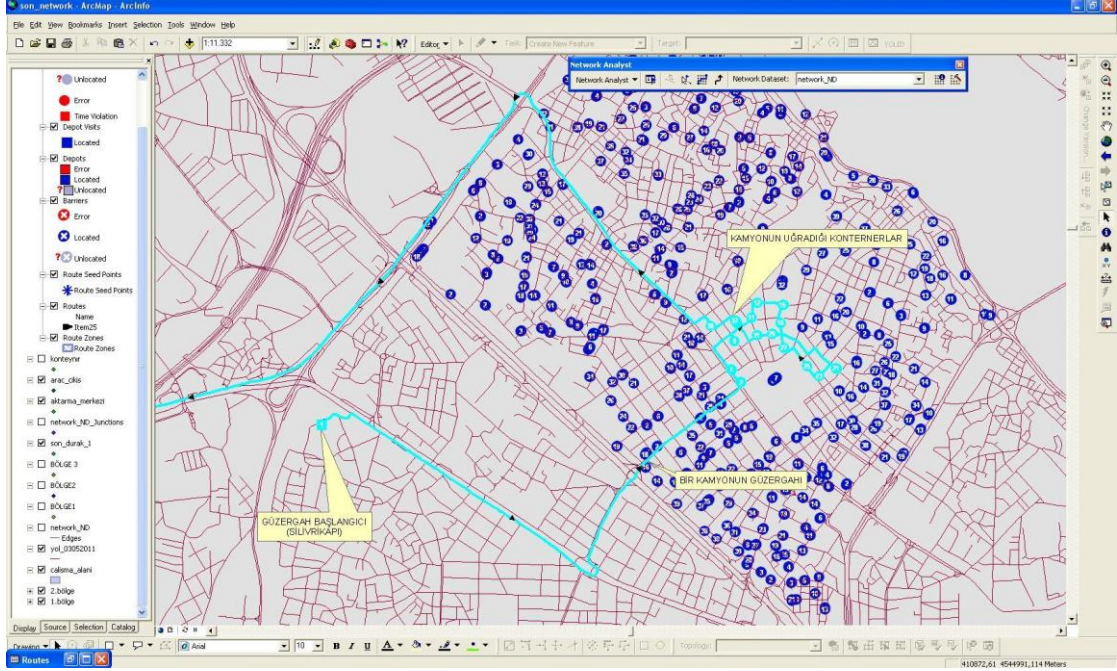
Konteyner sayısı 888 olan çalışma sahasındaki konteynerlerin hacmi 666 l' dir. Analizde tüm konteynerler dolu olarak hesaplanmış ve kamyonların maksimum uğrayabileceği konteyner sayısı adet olarak belirtilmiş ve yazılıma da bu şekilde veri olarak girilmiştir.

Çöp toplama kamyonlarının hepsi aynı andan aynı yerden başladıkları çöp toplama işleminde yazılımın analiz ettiği güzergahları kullanarak kapasiteleri kadar konteynere uğradıktan sonra aktarma merkezine doğru yol alırlar. Fatih Belediyesi Çevre Temizlik Müdürlüğü'nden alınan veriler ışığında 7m<sup>3</sup>'lük bir kamyonun konteynerlerin tamamını dolu olması durumunda en fazla 20 konteynere; 13m<sup>3</sup>'lük kamyonun ise en fazla 40 konteynere uğrayabildiği belirlenmiştir. Kamyonlar aktarma merkezlerine çöpleri boşalttıktan sonra tekrar sorumluluk alanlarına dönüp optimize edilmiş güzergahtaki konteynerlere uğramaktadırlar.

Basit bir ifadeyle bir seferde 12 kamyonun uğrayabileceği maksimum konteyner sayısı 340 olarak hesaplandığında 888 adet konteynerin olduğu sorumluluk sahasına 3 kez gelmeleri gerekmektedir. Yapılan tüm seferlerin sonucunda 674 km olarak belirlenen optimize edilmiş güzergah, çalışma alanının tamamındaki konteynerlere uğrayarak en kısa yolu vermektedir.



**Şekil 4.10: Analiz Esnasında Yazılımdan Bir Görüntü**



Yapılan analiz neticesinde her bir kamyonun her bir seferi için güzergahı optimize edilerek ortaya çıkan sonuç grafik ve grafik olmayan veriler halinde ortaya konmaktadır. Tablo 4.4’te görüleceği gibi kamyonun güzergaha başladığı ve bitirdiği saat, uğradığı konteyner sayısı, yolda ve konteynerlerde geçirdiği süre ve toplam kat ettiği mesafe veritabanında saklanmaktadır. Tüm bu sözel verilerin yanında Şekil 4.10’ da da görüleceği gibi grafik veriler yazılımın sunduğu imkanlar sayesinde veritabanında koordinatlı şekilde saklanabilmektedir.

**Tablo 4.4: Analiz Neticesinde Oluşan Tablo Yapısı**

OBJE_ID	KAMYON_ID	BAŞLANGIÇ NOKTASI	YENİBOSNA KATI ATIK AKTARMA MERKEZİ	KONTEYNER BEKLEME SÜRESİ	UĞRAVA BİLECEĞİ MAKSİMUM KONTENYER SAHİSİ	UĞRADIĞI KONTENYER SAYISI	GEÇİRDİĞİ TOPLAM SÜRE	GEÇİRDİĞİ TOPLAM SÜRE	YOLDA GEÇİRDİĞİ TOPLAM SÜRE	TOPLAM GEÇİRDİĞİ MESAFES	BAŞLANGIÇ ZAMANI	BİTİŞ ZAMANI
1	0025	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	38	37	61,55	37	24,59	17746,88	08:00	09:01
2	0026	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	38	38	68,04	38	25,04	18122,21	08:00	09:08
3	0027	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	38	37	64,10	37	27,10	18907,71	08:00	09:04
4	0028	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	38	38	65,79	38	27,79	19689,26	08:00	09:05
5	0029	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	38	38	66,93	38	28,93	19758,58	08:00	09:06
6	0030	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	20	19	47,78	19	28,78	21588,90	08:00	08:47
7	0031	Silivrikapı Park Noktası	Yenibosna Katı Atık Aktarma Merkezi	1	20	20	48,14	20	28,14	19589,83	08:00	08:48

## 5. SONUÇ

Gelişen teknolojiler ve bilgi çağı insan hayatını ve kurumsal faaliyetleri etkilemeye ve değiştirmeye hızla devam etmektedir. Her yeni bir bilgi, yeni bir teknolojiyi ve buna bağlı olarak da yeni bir ihtiyacı gündeme getirmektedir. Günümüzde, gelişmişlik seviyesinin, sahip olunan bilgi ve bilgi teknolojileriyle ölçüldüğü dünyada gelişim süreçlerini çağın gereksinimlerine göre gerçekleştirmek isteyen ülkeler, ekonomik ve sosyal kalkınmalarının bir parçası olarak bilgi toplumu olma yolunda çabalarını sürdürmektedirler. Bilgiye kolayca erişip, bilgiyi daha verimli kullanabilmek için oluşturulan en önemli sistem olan bilgi sistemleri, bilgi toplumu olma yolunda ilerleyen toplumun vazgeçilmezidir. Bunun yanında, günümüzdeki bilgi sistemlerinin temel fonksiyonu doğru karar verebilme kapasitesini artırmaktır. Bilgi Sistemleri içerisinde en hacimli olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ise coğrafi bilgiye dayalı karar verme süreçlerinde, konumsal verinin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içinde yerine getirmektedir. Halen tüm dünyada olduğu gibi, Türkiye’de de coğrafi bilgiye olan ihtiyaç günden güne artmakta, bu ihtiyaca paralel olarak farklı kurum ve kuruluşlar tarafından, farklı kaynaklardan, farklı yöntemlerle, farklı kalitede coğrafi veri üretimi yapılmaktadır. Ancak, bu üretim sürecinde, coğrafi veri üreten kurum/kuruluşlar, gerek üretimde gerekse kalitede önceliği doğal olarak, kanunlarla kendilerine verilen sorumluluk alanına vermektedirler. Yapılan bu uygulamayla bağlantılı olarak, coğrafi bilgi/veri üretimi ve paylaşımı konusunda, ulusal düzeyde eşgüdüm (koordinasyon) sağlayacak teknik ve idari alt yapı olmadığından, üretilen bu coğrafi verilerin/bilgilerin kalitesi her kullanıcı için farklı nitelikte ve standartları uyumsuz olabilmektedir.

Katı atık toplama işleminin çevresel ve ekonomik açılarından bakıldığında mühendislik gereklerine uygun olarak yapılması gerekliliği açıktır. Bu çalışmada; CBS yöntemi kullanılarak katı atık toplama güzergah optimizasyonu yapılmıştır. Bu çerçevede güzergah analiz optimizasyonu için gerekli veriler belirlenmiştir. Her bir verinin hangi şekilde kullanılması gerektiği ve hangi analiz yönteminin seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Analizler, seçilen bölgenin gerçek verileri yardımı ile yapılmıştır. Güzergah optimizasyonu ile özellikle yerel yönetimlerde karar vericilerin çözüme daha kolay ve hızlı ulaşabilecekleri düşünüldüğünde bir çok belediyenin bu sistemi kullanması gerektiği düşünülmektedir. Özellikle fayda maliyet analizleri yapılarak bu sistemin kurulması ekonomik anlamda kazanımlar sağlayacaktır. Bu sistemin düzgün çalışabilmesi, analizde kullanılan verilerin hassasiyetleri ile doğru orantılı olması sebebi ile bu verilerin oluşturulması sırasında gerekli hassasiyetin gösterilmesi sonuçların gerçekçi olması açısından önemlidir.

Fatih Belediyesi Bilgi İşlem Müdürlüğü ve Çevre Temizlik Müdürlüğü ile yapılan görüşmelerde katı atıkların toplanmasında ve taşınmasında herhangi bir yöntemin belirlenmediği, güzergah veya uğranacak konteyner sırasının gözetilmediği yetkililerce belirtilmiştir. Kamyonları kullanan sorumluların inisiyatifinde belirlenen güzergahlar, gelişigüzel biçimde kat edilmektedir. Her gün birkaç defa gerçekleştirilen ve farklı güzergahı takip ederek yapılan katı atık toplama çalışmalarında referans olarak toplam kat edilen yol, bu nedenle Fatih Belediyesi'nden temin edilememiştir. Ancak literatürde yer alan çalışmalarda, gerçekleştirilen güzergah optimizasyonu maliyet açısından incelendiğinde araç seyir süresi ve kat edilen yollarda ortalama en az yüzde 20 oranında azalma sağlandığı gözlemlenmiştir.

12 milyon nüfuslu İstanbul'da günde kişi başına 1,2 kg çöp olduğu ve toplama-taşıma bedelinin 30 ton/Dolar olduğu kabul edilirse çöp toplama-taşımaya harcanan yıllık maliyeti 160 milyon Dolar mertebesine ulaşır. Uygun toplama ve taşıma optimizasyon modeli ile bu maliyet yarı yarıya düşürülebilir. Böylece yılda toplama ve taşıma maliyetinden yaklaşık 80 milyon dolar tasarruf sağlanabilir.

Benzer çalışmaların sonuçlarına bakıldığında katı atık toplama güzergah optimizasyonunun sağladığı avantajlar açıkça görülmektedir. Trabzon ili için gerçekleştirilen güzergah optimizasyonu çalışmasında elde edilen bulgular optimizasyonun ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Trabzon'daki Pazarkapı ve Çarşı mahallelerini kapsayan optimizasyonun sonucunda ortaya çıkan sonuçlar projeksiyonun genişletilip optimizasyonun tezin çalışma sahası olan Fatih İlçesinde uygulanması durumunda edilen tasarrufun çok daha yüksek boyutlara ulaşması yadsınamaz bir gerçektir. İki bölge her türlü açıdan kıyaslandığında (nüfus, hane sayısı, yüzölçümü) Fatih İlçesi'ndeki katı atık toplama işlemi maliyetinin azalması analiz sonucunda ulaşılan veriler ışığında rahatça gözlenebilmektedir.

Sonuç olarak denilebilir ki, belediyelerin katı atık toplama işlemlerinde güzergah optimizasyonu yapılması durumunda, Türkiye'de bulunan bütün kent belediyelerinde katı atık toplama işlemi maliyetlerinde ciddi anlamda bir azalma olduğu söylenebilir. Bu nedenle kısa ve uzun vadeli projeksiyonların belediyeler tarafından gerçekleştirilmesi, ekonomi ve çevre duyarlılığı konularında hassas ve gerçekçi olunması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

Tecim, V., 2008. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi*, Ankara: Renk Form Ofset.

Yomralıoğlu, T., 2000. *Cografi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar*, İstanbul: Seçil Ofset.

Maguire, D. J., 1992. *An Overview and Definition of GIS, in Maguire D.J., Goodchild M., Rhind D eds, Geographical Information Systems Principles and Applications*, Vol.1, Longman, London,.

Turoğlu, H., 2000. *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları*, İstanbul: Çantay Kitapevi

Forrest, D., 1992. *Implementing a provincial land information network, Networking Spatial Information Systems*, P.W. Newton, P.R. Zwart ve M.E. Cavill, Belhaven Press, London.

Harita Genel Komutanlığı., 2000. *Sayısal Haritacılık ve CBS*, Harita Yüksek Teknik Okul Komutanlığı, Ankara.

Marble, D. F., 1990. *Geographic Information Systems: An Overview, Introductory Readings in Geographic Information Systems*, D. J. Pequet ve D.F. Marble, Taylor & Francis.

Tosun, İsmail., 2011. *Katı Atık Ders Notları*, Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü.

Karpuzcu, Mehmet., 1991. *Çevre Mühendisliğine Giriş Kitabı*, İ.T.Ü. Kütüphanesi Sayı 1556, 1983.

Burrough, P. A.McDONNELR.A 1998. *Principles of Geographic Information Systemsfor Land ResourcesAssessment*. Oxford: Oxford UniversityPress, 333p, New York.

Greene, 2001; Bensghir ve Akay, 2006, Greene, R. W., 2001. “*Open Access, Gisine-Government*”, ESRI Pres, USA.

Tiyekli,E.,2007. “*Coğrafi Bilgi Sistemi aracılığıyla Veritabanı oluşturulması ve Coğrafya dersinde kullanılması*”, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana

Tchobanogulos, George., 1993. *Integrated solid waste management*. McGraw-Hill.

TC Milli Eğitim Bakanlığı., 2009. *Katı Atık Toplama Kılavuzu*.

## ***Sürekli Yayınlar***

- Erdin E, Alten A, Tunalı, T., 2004. *İnşaat Atıklarının Değerlendirilmesi, 5 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye.
- T.C. Çevre Bakanlığı,. 2000. *Evsel Katı Atıkların Toplanması ve Taşınmasında ve Tehlikeli Atıkların Taşınması için Uygun Teknolojiler*, Ankara.
- Apaydın, Ö., 2005. *Trabzon Şehri Katı Atık Toplama İşleminin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Destekli Optimizasyonu İçin Bir Uygulama*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL.
- HKM Jeodezi, Jeoinformasyon Ve Arazi Yönetimi Dergisi.*, 1996. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bileşenleri, İstanbul.
- Şen, M., Kesitoğlu, K., 2007. Kırsal Belediyelerde Evsel Katı Atıkların Geri Kazanımı ve Ekonomik Analizi: Mustafakemalpaşa İlçesi/Bursa Örneği. *Ekoloji dergisi*. No:65,45-51, BURSA.
- Koçer N., Öbek E., Uslu G., 2003. Elazığ Kentindeki Katı Atıkların Toplama ve Taşıma Maliyeti İle Çöp Sahasının Durumu. *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(2), 27-36, ELAZIĞ.
- Deveci R., Yel K., Ata Z., 2007. *Bolu İli 2007 Yılı Çevre Durum Raporu*. T.C. Bolu Valiliği Bolu İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, BOLU.
- Armağan B., Demir İ., 2005. "Evsel Katı Atık Toplama Sisteminin CBS Tabanlı Modellemesi", *itüdergisi/d mühendislik*, 4(3), 119-125, İSTANBUL.
- Varınca, K.B., Esmen, C. ve Gönüllü, M.T., 2009, "Bursa İli Tıbbi Atık Yönetim Sistemi Performans Değerlendirmesi", Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu, 15-17 Haziran 2009.İstanbul. s. 1-4.



E-belediye, 2010. öp Toplama Maliyeti Yüzde 50 Düşürülebilir. *e-belediye dergisi* (3)

## ***Diğer Yayınlar***

İşlem CBS Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti., 2005. *ArcGIS9 Uygulama Dökümanı*, Sinan Ofset Matbaacılık, Ankara.

APAK, G., UBAY, B., 2007. *Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü, Ankara.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2003. “*Sayısal Otomasyon Sistemi Projesi Öneri Sistem Raporu (PİSOS)*”, İstanbul.

Erdin, E., “Ambalaj Atıkları, Toplanması, Taşınması ve Değerlendirilmesi”, <http://www.cevremuhendisleri.netshowthread.phpt=2040AmbalajAtiklarierdin>

Kurtuluş, Özcan., 2009. Katı Atık Düzenli Depolama Gazlarının Genetik Algoritmalarla Modellenmesi. *Doktora Tezi*. İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İSTANBUL.

İSTAÇ A.Ş., 2006. *Aktarma Merkezleri işletme sayısal veriler*.

Kemirtlek, A., *Entegre Katı Atık Yönetimi*, İSTAÇ A.Ş.

Cbs Yazılımları, <http://www.cografya.gen.tr/cbs/cbs-yazilimleri.htm> [Erişim Tarihi 29 Ağustos 2012]

Resmi Gazete: 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Resmi gazete [Erişim tarihi 24 Ağustos 2012]

Konya Selçuklu Belediyesi Resmi Web Sitesi. 2012.

<http://www.selcuklu.bel.tr/haber.aspx?id=538> [Erişim Tarihi 02 Eylül 2012]

E – Belediye Dergisi. 2010. 25.Sayı.<http://www.ebelediye.info/?pid=22721> [Erişim Tarihi 02 Eylöl 2012]

Introdoction to GIS. 2012. [http://bgis.sanbi.org/gis-primer/page\\_15.htm](http://bgis.sanbi.org/gis-primer/page_15.htm) [Erişim Tarihi 02 Eylöl 2012]

*CBS Uygulama Alanları.*, 2012. <http://www.gislab.ktu.edu.tr> [Erişim Tarihi 24 Ağustos 2012]

TUIK, *Türkiye İstatistik Kurumu*, 2008, <http://www.tuik.gov.tr/> [Erişim Tarihi 23 Ağustos 2012]