

KATI ATIK YÖNETİMİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ: ESKİŞEHİR İLİ
ATIK AKTARMA İSTASYONLARI İÇİN YER SEÇİMİ ÖRNEKLEMİ

Yüksek Lisans Tezi

Balca AĞAÇSAPAN

Eskişehir, 2016

Balca AĞAÇSAPAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Saye Nihan ÇABUK

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mayıs, 2016

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Balca AĞAÇSAPAN'nın "Katı Atık Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri: Eskişehir İli Atık Aktarma İstasyonları İçin Yer Seçimi Örnekleme" başlıklı tezi 16/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı-Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) : Doç.Dr. Saye Nihan ÇABUK
Üye : Prof. Dr. Şükran ŞAHİN
Üye : Doç.Dr. Aysun ÖZKAN

Prof.Dr. Nedim DEĞİRMENÇİ

Enstitü Müdürü

ÖZET

KATI ATIK YÖNETİMİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ: ESKİŞEHİR İLİ ATIK AKTARMA İSTASYONLARI İÇİN YER SEÇİMİ ÖRNEKLEMİ

Balca AĞAÇSAPAN

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mayıs, 2016

Danışman: Doç. Dr. Saye Nihan ÇABUK

Günümüzde hızlı şehirleşme ve endüstrileşme sınırlı doğal kaynakların tüketimini artırırken insan faaliyetlerinden kaynaklanan atıklar da çeşitlenmekte ve çoğalmakta; bu nedenle atıklar çevreyi, dolayısı ile insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bulunduğu çevrenin niteliklerine göre farklılık gösteren atıkların yönetimi üretildiği alanın koşullarını göz önünde bulundurmaya gerektirmektedir. Atığın toplanması, taşınması, aktarılması, geri kazanılması, bertarafı işlemlerini içeren atık yönetim sürecinde, coğrafi koşullar, sosyo-ekonomik yapı, demografik özellikler nedeniyle farklı tür ve miktardaki atıkların sürdürülebilir yönetiminin standart çözümlerle gerçekleştirilmesi oldukça zordur. Bu çerçevede, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), farklı verilerin ortak bir platformda değerlendirilmesi gerektiren mekânsal analiz süreçlerinde doğru sonuca hızlı bir şekilde ulaşılmasına olanak sağlayan; atık yönetiminde sıklıkla kullanılan bir araçtır. Bu çalışma kapsamında, ilgili alan yazın ve yasal mevzuat taraması sonucunda elde edilen bilgilere dayanarak atık aktarma istasyonu yer seçiminde kullanılmak üzere ihtiyaç duyulan veriler belirlenmiş, CBS ortamında mekânsal analiz araçları kullanılarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır. Değerlendirme sonucunda farklı uygunluk derecelerine göre atık aktarma istasyonu için uygun alanlar tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre çalışma alanının kuzeybatısında ve güneybatısında birinci derece uygun alanlar; ağırlıklı olarak da kuzeydoğu ve güneydoğu bölgelerinde ikinci derece uygun alanların olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada faaliyet alanı seçerken çevre ve insan sağlığını koruyarak en uygun alanların belirlenmesinde CBS kullanımının faydaları ve önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Atık Aktarma İstasyonu, Atık Yönetimi, CBS, Çevre Yönetimi

ABSTRACT

GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS IN SOLID WASTE MANAGEMENT: A CASE STUDY FOR SITE SELECTION FOR WASTE TRANSFER STATIONS IN ESKISEHIR

Balca AĞAÇSAPAN

Department of Remote Sensing and Geographical Information Systems

Anadolu University, Graduate School of Sciences, May, 2016

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Saye Nihan ÇABUK

Today, the results of rapid urbanization and industrialization increase the consumption of natural resources, and vary and increase the amount of wastes resulting from human activities. As a result, wastes influence both environmental and human health negatively. The management of wastes, which vary depending on the environmental characteristics, requires the consideration of the conditions of the environment where the wastes are produced. It is quite difficult to realize a sustainable waste management process depending on standardized procedures during processes such as collection, transportation, transfer, recycle and disposal of wastes, due to differing geographical circumstances, social and economical structures, and demographic characteristics. Within this frame, Geographical Information Systems (GIS) is a tool that provides accurate and fast results during spatial analysis processes, which require the evaluation of different data within a common platform, and is frequently utilized for waste management. Within this thesis, considering the information gathered by detailed literature and legislation review, the necessary data for suitable lands for waste transfer stations was determined, evaluated and interpreted by the utilization of spatial analysis tools of GIS. As a result, suitable lands for waste transfer stations with differing suitability classes were determined. According to the results, northwest and southwest regions of the study area hosted 1st class suitable lands, while north east and south eastern parts intensively comprised 2nd class suitable areas. To sum up, in this master thesis the benefits and importance of GIS use for the determination of suitable lands for facilities while protecting the environmental and human health at the same time, is highlighted.

Keywords: Environmental Management, GIS, Waste Management, Waste
Transfer Station

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez danışmanım Doç.Dr.Saye Nihan ÇABUK'a araştırma motivasyonumu desteklediği, yapıcı eleştirileriyle çalışmama yön verdiği ve emeğini benden esirgemediği için çok teşekkür ediyorum.

Danışmanımın yanı sıra tezimi hazırlarken çalışmama yön veren Yer ve Uzay Bilimleri Enstitü Müdürü Prof.Dr.Alper ÇABUK'a; teknik sorularımı yanıtızsız bırakmayan ve dostça yaklaşımlarıyla motivasyonumu korumamda yardımcı olan Arş. Gör. Resul ÇÖMERT'e ve Emre ŞENKAL'a teşekkürü bir borç biliyorum.

Çalışmanın uygulama kısmının önemli bileşeni olan verileri, ilgi ve bilgilerini de katarak sunan Eskişehir Büyükşehir Belediyesi kadrolarında görevli Selahattin ARPACI'ya, Tamer ENTOK'a, Serdar ERGEN'e, Duygu KARACA'ya ve Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü personeli D. Hakan DURMUŞ'a ayrıca teşekkür ederim.

Manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim ailem ve yakın arkadaşlarıma da şükranlarımı sunarım.

Balca AĞAÇSAPAN

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Balca AĞAÇSAPAN

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Sorun	1
1.2. Amaç	2
1.3. Önem	3
2. ALANYAZIN	4
2.1. Atık Yönetimine Genel Bakış.....	4
2.1.1. Atık yönetiminin tarihçesi	4
2.1.2. Atık yönetimi	8
2.1.3. Atıkların yönetiminde karşılaşılan sorunlar.....	14
2.2. Aktarma İstasyonları.....	19
2.2.1. Aktarma istasyonlarının atık yönetimindeki yeri ve faydaları ...	19
2.2.2. Atık aktarma istasyonları türleri ve atık yükleme yöntemleri ...	22
2.2.3. Aktarma istasyonlarının çevre ile olan ilişkisi ve yer seçimi.....	25

2.2.4. Aktarma istasyonlarıyla ilgili ulusal mevzuat	38
2.3. CBS ve UA.....	41
2.3.1. CBS ve UA kavramı	41
2.3.2. CBS ve UA'nın kullanım alanları	46
2.3.3. CBS ve UA'nın tarihsel gelişimi.....	49
2.3.3.1. CBS'nin tarihsel gelişimi	49
2.3.3.2. UA'nın tarihsel gelişimi	54
2.3.4. Çevre yönetiminde CBS ve UA	55
2.4. Literatür Özeti.....	65
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	82
3.1. Materyal.....	82
3.1.1. Literatür araştırmasına dayalı veri kaynakları.....	82
3.1.2. Mekânsal olarak ifade edilebilen veri kaynakları	82
3.1.3. Kullanılan yazılım.....	83
3.1.4. Çalışma Alanı	83
3.2. Yöntem.....	89
3.2.1. Kullanılacak verilerin belirlenmesi ve sayısallaştırma.....	94
3.2.2. Topoğrafik analiz.....	97
3.2.3. Zonlama (buffer) analizleri.....	98
3.2.4. Ulaşım ağ analizi	99
3.2.5. Mekansal analiz araçları ile Nüfus projeksiyonu	100
3.2.6. Çakıştırma işlemi ile haritaların üretilmesi	101
3.2.7. Çakıştırma işlemleri ve uygun alanların belirlenmesi.....	101
3.2.8. Çalışmada kullanılan verilerin değerlendirilmesi	105
4. BULGULAR.....	117
4.1. Çalışma Alanına ilişkin Bilgiler	117
4.1.1. Doğal çevre.....	117
4.1.2. Fiziksel çevre.....	124
4.1.3. Sosyal çevre.....	131
4.2. CBS ile Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi	132

4.2.1. Eğitim.....	132
4.2.2. Toprak	133
4.2.3. Jeoloji.....	136
4.2.4. Su kaynakları.....	138
4.2.5. Flora-Fauna ve hassas yöreler	140
4.2.6. Mevcut alan kullanımı	142
4.2.7. Ulaşım ağı.....	148
4.2.8. Altyapı	152
4.2.9. Çalışma alanında bulunan düzensiz depolama sahaları.....	157
4.2.10. Nüfus.....	157
4.3. Uygunluk Paftalarının Çakıştırılması Sonuçları.....	161
4.3.1. Doğal çevre kriterlerinin ağırlıklı çakıştırma sonucu.....	161
4.3.2. Teknik kriterlerin ağırlıklı çakıştırma sonucu	162
4.3.3. Ağırlıklı çakıştırma sonuçlarının çakıştırılması.....	163
4.3.4. Nüfusa göre uygun alanların belirlenmesi	166
4.3.5. Faaliyet için uygun alanların tanımlanması	168
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	171
KAYNAKÇA.....	176
ÖZGEÇMİŞ.....	192

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Yıllara Göre Dünyada Yaşayan Yaklaşık İnsan Nüfusu.....	5
Tablo 2.2. Faaliyet Tipine Karşı Tutum ve Faaliyet Tipi Örnekleri	18
Tablo 2.3. Daha Önce Yapılan Çalışmalarda Dikkate Alınan Ölçütler	27
Tablo 2.4. CBS 'nin Uygulama Alanları.....	48
Tablo 3.1. Çalışmada Yararlanılan Kaynaklar	83
Tablo 3.2. Kent Merkezinin İlçelere Uzaklığı.....	88
Tablo 3.3. Aktarma İstasyonu Yer Seçiminde Kullanılacak Veriler.....	98
Tablo 3.4. Fay Hattı Zonlarının Yeniden Sınıflandırılması	104
Tablo 3.5. Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Uygunluk Sınıfları	110
Tablo 3.6. Teknik Kriterin Uygunluk Sınıfları	114
Tablo 3.7. Nüfusa Göre Uygun Alanların Değerlendirilmesi	115
Tablo 4.1. Büyük Toprak Grupları Dağılımı.....	120
Tablo 4.2. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması Sembol ve Tanımlamaları ..	120
Tablo 4.3. Arazi Kullanım Sınıflandırmasına Göre Arazi Dağılımı	121
Tablo 4.4. Tarımsal Alan Kullanımına Göre Arazi Dağılımı	126
Tablo 4.5. Eğim verisinin sınıflandırılması.....	133
Tablo 4.6. Büyük Toprak Grupları Verisi Uygunluk Sınıflaması.....	134
Tablo 4.7. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları Verisi Uygunluk Sınıflaması...	136
Tablo 4.8. Fay Hattı Verisi Uygunluk Sınıflaması.....	137
Tablo 4.9. Akarsu Kaynaklarının Değerlendirilmesi	138
Tablo 4.10. Göl, Gölet ve Barajların Değerlendirilmesi	139
Tablo 4.11. Orman Alanları Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları ve Alanlar..	141
Tablo 4.12. Yaban Hayatı Koruma Zonları Uygunluk Sınıflaması	142
Tablo 4.13. Tarımsal Arazilerin Kullanımı Haritasının Değerlendirilmesi	143
Tablo 4.14. Yerleşim Alanları Uygunluk Zonları ve Alanlar	145
Tablo 4.15. Endüstriyel ve Ticari Alanlar Uygunluk Zonları ve Alanlar	146
Tablo 4.16. Havaalanı Koruma Zonu ve Uygunluk Sınıfları	147
Tablo 4.17. Kültürel Varlıklar Açısından Uygunluk Sınıfları ve Alanlar.....	148
Tablo 4.18. Ulaşım Ağlarına Uzaklığa Göre Uygunluk.....	150
Tablo 4.19. Endüstriyel Alanlara Uzaklık Uygunluk Sınıfları ve Alan	151
Tablo 4.20. Elektrik Altyapı Hizmeti İçin Uygunluk Sınıfları ve Alanlar.....	153
Tablo 4.21. Mevcut Tesisin Kapsama Alanı ve Uygunluk Sınıfları	155

Tablo 4.22. Nüfus Verisinin Değerlendirilmesi	158
Tablo 4.23. Birinci Değerlendirme Grubu Uygun Alanların Büyüklükleri	161
Tablo 4.24. İkinci Değerlendirme Grubu Uygun Alanların Büyüklükleri	162
Tablo 4.25. İkinci Uygunluk Haritası Uygun Alanların Büyüklükleri	165
Tablo 4.26. Birinci Derece Uygun Alanlar	166
Tablo 4.27. Nihai Uygunluk Paftası Uygun Alanların Büyüklüğü	168

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi	11
Şekil 2.2. Aktarma İstasyonu Olan ve Olmayan Örnek Atık Yönetimi Akışları	20
Şekil 2.3. Aktarma İstasyonunda Yükleme Yöntemleri	24
Şekil 2.4. Alternatif Atık Yükleme Yöntemi Taslakları.....	25
Şekil 2.5. Girdi Verileri, CBS İle Yapılabilen İşlemler ve Çıktı Verileri	43
Şekil 2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Tipleri	44
Şekil 2.7. CBS'nin İşlevleri ve Uygulama Alanları	48
Şekil 3.1. Çalışmanın Yöntemi	92
Şekil 3.2. Verilerin Toplanması, Verilerin Oluşturulması ve Analizi	93
Şekil 3.3. Yol Ağının Sınıflandırılması İşlemi	100
Şekil 3.4. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması ve Erozyon Haritası	106
Şekil 3.5. Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Değerlendirilmesi İşlemler	115
Şekil 3.6. Teknik Kriter Verilerinin Değerlendirilmesi İşlemleri.....	116
Şekil 3.7. 3. Değerlendirme Bölümünün Uygulanması	116
Şekil 4.1. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM-DEM)	118
Şekil 4.2. Eğim Durumu	118
Şekil 4.3. Büyük Toprak Grupları tanımlaması.....	119
Şekil 4.4. Arazi Kullanım Sınıflaması Haritası	121
Şekil 4.5. Fay Hatları	122
Şekil 4.6. Akarsu, Göl, Gölet ve Barajlar	123
Şekil 4.7. Koruma Alanları	124
Şekil 4.8. Mevcut Alan Kullanımı	125
Şekil 4.9. Tarımsal Alan Kullanımı Haritası	126
Şekil 4.10. Karayolu Haritası.....	127
Şekil 4.11. Elektrik Altyapı Hizmetinin Dağılımı	128
Şekil 4.12. Kanalizasyon Altyapısı.....	129
Şekil 4.13. İçmesuyu Bağlantısı	130
Şekil 4.14. Mevcut Tesis ve Düzensiz Depolama Sahaları	131
Şekil 4.15. Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı.....	132
Şekil 4.16. Eğim Uygunluk Sınıflaması	133
Şekil 4.17. Büyük Toprak Grupları Uygunluk Sınıflaması	135
Şekil 4.18. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları Uygunluk Sınıflaması.....	136

Şekil 4.19. Fay Hattı Verisi Uygunluk Sınıflaması	137
Şekil 4.20. Akarsu Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları.....	139
Şekil 4.21. Göl, Gölet, Barajlar Koruma Zonları Uygunluk Haritası.....	140
Şekil 4.22. Orman Alanları Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları	141
Şekil 4.23. Yaban Hayatı Koruma Zonları Uygunluk Sınıflaması.....	142
Şekil 4.24. Tarımsal Arazilerin Kullanımı Uygunluk Haritası.....	144
Şekil 4.25. Yerleşim Alanlarından Uzaklık Uygunluk Sınıflaması.....	145
Şekil 4.26. Endüstriyel Alanlara Yakınlık Uygunluk Sınıflaması.....	146
Şekil 4.27. Havaalanı Koruma Zonu Uygunluk Haritası.....	147
Şekil 4.28. Kültürel Varlıkların Korunması Uygunluk Sınıfları	148
Şekil 4.29. Sınıflandırılmış Karayolları Ulaşım Ağı	149
Şekil 4.30. Uygunluk Değerlendirmesi Yapılan Yollar.....	150
Şekil 4.31. Ulaşım Ağlarına Uzaklık Uygunluk Sınıfları.....	151
Şekil 4.32. Endüstriyel/Ticari Alanlara Uzaklık Uygunluk Sınıfları	152
Şekil 4.33. Elektrik Altyapı Hizmetine Erişim Uygunluk Sınıfları.....	153
Şekil 4.34. Kanalizasyon Hizmeti Altyapısına Bağlı Uygunluk Sınıfı	154
Şekil 4.35. İçme-Kullanma Suyu Hizmeti Altyapısına Bağlı Uygunluk Sınıfı	154
Şekil 4.36. Atık Aktarma İstasyonuna İhtiyaç Duyulmayan Alanın Tespiti	156
Şekil 4.37. Düzenli Depolama Sahası Servis Alanına Bağlı Uygunluk Sınıfı .	156
Şekil 4.38. Düzensiz Depolama Sahalarına Göre Uygunluklar.....	157
Şekil 4.39. 2012 Yılı Nüfusu Dağılımı.....	158
Şekil 4.40. 2012 Yılı Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı Uygunluk Sınıfları	159
Şekil 4.41. 2045 Yılı Nüfusu Dağılımı.....	160
Şekil 4.42. 2045 Yılı Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı Uygunluk Sınıfları	160
Şekil 4.43. I. Değerlendirme Grubu Uygunluk Paftası.....	162
Şekil 4.44. II. Değerlendirme Grubu Uygunluk Paftası	163
Şekil 4.45. I. ve II. Değerlendirme Grubu Sonuçlarının Çakıştırılması	164
Şekil 4.46. İkinci Uygunluk Paftası-I.....	164
Şekil 4.47. İkinci Uygunluk Paftası-II.....	165
Şekil 4.48. 2012 yılı ve 2045 Yılı Nüfus Verilerine Göre Uygunluk Paftası...	167
Şekil 4.49. Faaliyet İçin Uygun Alanlar	168
Şekil 4.50. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Sahalar-I.....	169
Şekil 4.51. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Sahalar-II.....	170

Şekil 4.52. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Alanlar 170

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	:	Avrupa Birliği
AHP	:	Analytical Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşı Süreci)
ANP	:	Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
AKK	:	Kullanım Kabiliyet Sınıflaması
BTG	:	Büyük Toprak Grupları
CAD	:	Computer Aided Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
CAM	:	Computer Aided Engineering (Bilgisayar Destekli Mühendislik Yazılımı)
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CGIS	:	Canada Geographic Information System (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi)
CORINE	:	Coordination of Information on the Environment (Çevresel bilgilerin Koordinasyonu Projesi)
ÇED	:	Çevresel Etki Değerlendirmesi
DBMS	:	Database Management System (Veritabanı Yönetim Sistemi)
DIME	:	Dual Independent Map Encoding (İkili Bağımsız Harita Çözümleme)
EAYP	:	Entegre Atık Yönetim Planı
ELECTRE	:	Elimination Et Choix Traduisant la Realité
ESRI	:	Environmental Systems Research Institute (Çevresel Sistemler Araştırma Enstitüsü)

GNSS	:	Global Navigation Satellite Systems (Global Navigasyon Uydu Sistemleri)
GPS	:	Global Positioning Sytem (Küresel Konumlama Sistemi)
GMES	:	Global Monitoring for the Environment and Security (Çevre ve Güvenlik Küresel İzleme)
LCA	:	Life Cycle Assessment (Yaşam Döngüsü Analizi)
LULU	:	Local-Unwanted-Land-Use (Yerelde İstenmeyen Arazi Kullanımı)
MAGI	:	Maryland Automatic Geographic Information System (Maryland Otomatik Coğrafi Bilgi Sistemi)
NIMBY	:	Not-In-My-Back-Yard (Arka Bahçemde Olmasın)
NOPE	:	Not-In-Planet-Earth (Yeryüzünde Olmasın)
OWA	:	Ordered Weighted Average (Sıralı (Düzenli) Ağırlıklı Ortalama)
SAW	:	Simple Additive Weighting (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma Yöntemi)
SSM	:	Sistem Simülasyon Modelleri
SYMAP	:	Synegraphic Mapping System
TOPSIS	:	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
UA	:	Uzaktan Algılama

UN DESA	:	United Nations Department of Economic and Social Affairs (Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Grubu)
USEPA	:	US Environmental Protection Agency (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı)
VADSAT	:	Vadose and Saturated Zone Transport Model (Doygun Olmayan ve Doygun Zon Taşıma Modeli)
YAS	:	Yeraltı Suyu Kalitesi Simulasyon Modeli
WLC	:	Weighted Linear Combination (Doğrusal Kombinasyon)

1. GİRİŞ

Bu çalışmada çevre ve insanın atıkların olumsuz etkilerine maruz kalmalarını önlemek amacıyla Eskişehir ili kapsamında atık aktarma istasyonu için uygun yer seçimi konusu ele alınmıştır. Atık aktarma istasyonu yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak elde edilen veriler doğal kaynakların korunması gözetilerek değerlendirilmiş ve atık aktarma istasyonu için uygun nitelikte alanlar belirlenmiştir. Verilerin işlenmesinde ve analizinde ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışmanın amacı CBS ile sürdürülebilir atık yönetiminde çok değişkenli yer seçimi işlemlerinin hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilebilmesidir. Çalışmada mekânsal analiz ve ağ analizi değerlendirme yöntemleri kullanılmıştır.

Çalışmanın uygulama alanı Eskişehir ilinde, yasal yaptırımlar çerçevesinde belediyelerin sorumluluğu kapsamında olan kentsel atıkların yönetimi sürecinde yer alan atık aktarma istasyonlarının atık yönetimine dahil edilmesi halinde faaliyet için uygun olabilecek alanlar CBS desteği alınarak saptanmıştır.

1.1. Sorun

Dünyadaki hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak çoğalan ihtiyaç ve beklentiler sınırlı kaynakların kontrolsüz bir şekilde tüketilmesine ve tüketimle ortaya çıkan atık türü ve miktarının sürekli artmasına, çarpık kentleşmeye, alan kullanımı sorunlarına yol açmaktadır. Bu sonuçlar çevre ve halk sağlığını tehdit eden olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Hava kirliliği, su kirliliği toprak kirliliği, ekonomik kayıplar ve yaşam kalitesinin olumsuz etkilenmesi atıkların iyi yönetilememesi sonucunda karşılaşılan başlıca sorunlardır. Atık yönetimi tıkların sebep olduğu sorunların giderilmesi için bir gerekliliktir. Atıkların etkili şekilde yönetilmesi için atık yönetimine etki eden doğal, ekonomik ve sosyal unsurların bir arada disiplinler arası yaklaşımla ele alınması önemlidir (USEPA, 1995; Bernstad Saraiva Schott vd., 2013).

Günümüzde atık yönetimini giderek karmaşık hale getiren ve karar alma süreçlerini güçleştiren pek çok unsur vardır. Bunlardan bazıları; atık türünün çeşitlenmesi ve atık miktarının artması, doğal kaynakların azalması, doğal kaynakların yönetilmesine olan ihtiyaç, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurların çeşitlenmesi ve atık yönetiminin yerelin nitelikleri doğrultusunda yapılması gerekliliğidir. Atık

yönetiminde karşılaşılan başlıca sorunlardan biri atık yönetimi sürecinde yer alan faaliyet alanları için uygun yerlerin belirlenmesidir. Yer seçimine ihtiyaç duyulan faaliyetlerden biri de aktarma istasyonlarıdır. Nüfusun yoğun olduğu bölgelerde ya da nihai varış noktasından uzakta yer alan atıkların etkili bir şekilde taşınmasını amaçlayan aktarma istasyonlarının konumları belirlenirken yalnızca ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi yeterli değildir (USEPA, 2002; Gallardo vd.2014)

İnsan faaliyetleri sonucunda her geçen gün biraz daha kirlenen ve tüketilen doğal kaynaklar da bu süreçte göz önüne alınmalıdır. Plansız kentleşme gibi nedenlerle yerleşim birimleri giderek daha geniş alanlara yayılmaktadır. Etkili atık yönetiminin gerçekleştirilmediği alanlar kötü koku ve kirli hava gibi olumsuz etkilere maruz kalmaktadır.

Nüfus artışı sonucu kentlerin genişlemesi tarım arazileri, ormanlar, meralar, su kaynakları gibi doğal kaynakların varlığını tehdit etmektedir. Alan kullanımının yönetilemediği durumlarda telafisi mümkün olmayan risklerle karşı karşıya kalınmaktadır. Kentleşme kapsamında toplum faydası adı altında meraların, tarım arazilerinin işgal edilmesi, su kaynaklarının ve toprağın kirlenmesi gelecekte telafi edilmesi mümkün olmayan sorunları ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenler göz önüne alındığında atıkların yönetilmesi sürecinde doğal kaynakların korumasının maliyetlerin azaltılması ihtiyacı önemli bir ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

1.2. Amaç

Atık aktarma istasyonları için uygun alanların belirlenmesine yönelik sürecin ortaya konması çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Çalışmanın amacına Eskişehir ili sınırları örneğinde CBS teknolojisi ile ulaşılmaya çalışılmıştır. Doğal, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurların birlikte değerlendirilmesinin gerektiği atık faaliyet alanları yer seçimi işleminin CBS aracı ile uygulanarak, CBS ve uzaktan algılama (UA)'nın atık yönetimi gibi çevre yönetimi uygulamalarına olan katkılarının gösterilmesi amaçlanmıştır.

1.3. Önem

Çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan karşı karşıya olduğumuz sorunların azaltılabilmesi için, insan faaliyetlerinin çevre ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesi ve kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılması önemlidir. Sınırlı kaynakların koruma ve kullanma dengesi içinde yönetilmesi ve tüm insanlığa yetecek şekilde kullanılması da bu çerçevede kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu kapsamda CBS ve UA yerkürenin anlaşılmasını, diğer sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurlarla ilişkilendirilerek yorumlanmasını, çeşitli türde verinin etkili bir şekilde yönetilmesini sağlayan, sınırlı kaynakların yönetilmesinde önemli araçlardır.

2. ALANYAZIN

Bu bölümde tez konusu ile ilgili alanyazın incelenmiş, konu ile ilgili kuramsal temellere yer verilmiştir.

2.1. Atık Yönetimine Genel Bakış

Günümüzde atıkların yönetilmesi disiplinlerarası ele alınması gereken önemli bir konu haline gelmiştir. Artan nüfus ve gelişen endüstri, buna karşılık doğal kaynakların sınırlı varlıklar olması atık yönetimini her geçen gün daha önemli hale getirmektedir. Bu bölümde, atık yönetimi ile ilgili genel bilgiler ele alınmıştır. Atığın bir sorun konusu haline gelmesiyle ortaya çıkan atık yönetiminin gelişim süreci, atığın ne olduğu ve atık türleri, atık yönetiminin amaçları ve temel ilkeleri, atık yönetiminin uygulama sürecinde karşılaşılan sorunların neler olduğu ele alınacaktır.

2.1.1. Atık yönetiminin tarihçesi

Atık olgusunun geçmişi medeniyetin ortaya çıkışına dayanmaktadır. İnsan nüfusunun artması (Tablo 2.1) ve insanların topluluk halinde yaşamaya başlamasıyla atık konusu bir sorun haline gelmiştir. Doğası gereği insanlar ve diğer canlılar doğal kaynakları tüketmiş ve atık üretmiştir. İlkel çağlarda atık, yeryüzünde insan nüfusunun az ve dağınık olmasından dolayı başlıca bir sorun kaynağı olmamıştır. Ancak insanların küçük alanlarda bir araya gelerek yaşamalarıyla birlikte, atık konusu yönetilmesi gereken bir sorun haline gelmeye başlamıştır (Shah, 2000; Shulman, 2011).

Tablo 2.1'de de görüldüğü gibi yeryüzünde yaşayan insan sayısı yıllar içinde artmıştır. Bunun sonucu olarak da artan atık miktarı yaşam alanlarının önemli bir sorunu olmaya başlamıştır. Ortak yaşam alanları olan sokaklara atılan atıklar daha önce sorun yaratmaz iken kalabalıklaşan nüfusun ortaya çıkardığı atıklar uygun olmayan yerlerde birikmeye başlamış, bu birikintiler yağmur sularına maruz kalınca ciddi hijyen sorunları meydana gelmiştir. Hijyenik olmayan koşullar ise atıklar ile ilgili düzenlemelerin oluşturulmasını gerekli kılmıştır. Shah (2000), atık ile ilgili ortaya çıkan ilk kurallar hakkında şunları söylemektedir;

"Milattan önce 320 civarında, antik şehirlerde yiyecek atıkları ve diğer kullanışsız gereçlerin sokağa atılması yasaklanmıştır. Atıkların sokağa atılmasının yasaklanması atığın yönetimi geçmişinde bilinen ilk kuraldır. Benzer bir uygulama olarak Antik Roma'da mülk sahiplerine caddenin kendi mülklerinin önünde yer alan kısmını temizleme yükümlülüğü getirilmiştir." (Shah, 2000,s.13).

Zaman içinde daha belirgin hale gelen atıkların yerleşim yerlerinden uzaklaştırılması ihtiyacı ile birlikte bertaraf yöntemleri de gelişmiştir. İlk başlarda uygulanan bertaraf yöntemleri oldukça basit olmuştur. Bilinen temel atık bertaraf yöntemlerinden biri Doğu Asya'nın bazı ülkelerinde atıkların kompost haline getirilerek tarlalarda kullanılmasıdır. Bir başka temel bertaraf yöntemi oluşan atıkların kentin dışına açılan bir çukura gömülme suretiyle bertaraf edilmesidir. Özetle, kompostlama ve gömme işlemi insanlığın ilk atık bertaraf uygulamalarıdır. Atıkların yönetilmesi konusunda oluşturulan kurallardan bir diğeri MÖ 500 civarında Antik Atina Konseyi tarafından belirlenen bertaraf kuralıdır. Bu kurala göre bertaraf için oluşturulan atık çukurları kent sınırından bir milden fazla uzaklıkta yer almalıdır (Beğen, 2002).

Tablo 2.1. Yillara Göre Dünyada Yaşayan Yaklaşık İnsan Nüfusu

Yıl	Tahmini İnsan Nüfusu
M.Ö.3000	14,000,000
M.Ö.2000	27,000,000
M.Ö.1000	50,000,000
M.Ö.500	100,000,000
M.Ö.200	150,000,000
M.S.1	200,000,000
M.S 1000	310,000,000
1804	1,000,000,000
1925	2,000,000,000
1939	2,200,000,000
1945	2,300,000,000
1950	2,500,000,000
1960	3,000,000,000
1975	4,000,000,000
1988	5,000,000,000
2000	6,000,000,000

Kaynak: Shulman, 2011, s. 3.

Atıkların küresel ölçekte bir sorun haline dönüşmesinde ise endüstriyel gelişimler önemli bir rol oynamıştır. 1750-1850 yılları arasında yaşanan Endüstri Devrimi, kırsalda yaşayan pek çok insanın kentlere göç etmesine sebep olmuştur. Bunun sonucunda atık hacmi kentlerde artış göstermiştir. Endüstrileşme süreciyle artan tüketim sonucunda ortaya çıkan evsel atığa ek olarak endüstriyel üretimden kaynaklanan kırık cam, metal gibi endüstriyel atıklar da artış göstermiştir. İnsanlar endüstrileşme ile yaşam standardını iyileştirerek kalkınmayı ve böylece refah düzeyini yükseltmeyi amaçlamıştır. Değişen üretim tarzı ve tüketim alışkanlıkları sonucunda insan faaliyetlerinden kaynaklanan atık türü ve miktarı çoğalmış; atık, doğa için önemli bir tehdit haline gelmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra bir çok büyük kent, oldukça artan atık miktarı ile karşılaşmıştır. Büyüyen kentlerde atıkların yaşam alanlarından uzaklaştırılması sürecinde atık taşıma mesafeleri de artmış, bunun sonucu atık yönetimi maliyetleri yükselmiştir. Atık türündeki ve miktarındaki artışın çevre ve insan üzerinde olumsuz etkilere neden olması, artan nüfus ve kıt kaynaklar doğrultusunda atığın neden olduğu sorunların çözümünün maliyetli olması, atığı küresel ölçekte bir sorun haline getirmiştir (Williams, 1998). Bu süreçte pek çok kentte atıktan kaynaklanan sağlık sorunları yaşanmıştır. Toplum sağlığının korunması amacıyla 19.yy'da İngiltere'de 1848 sayılı Kamu Sağlığı Yasası yürürlüğe sokulmuştur. 1965 yılında Atık Depolama Kanunu, 1970 yılında Geri Kazanım, 1976 yılında Amerika'da Kaynak Koruma ve Geri Kazanım Hakkında Kanun çıkarılmıştır ¹. 1960'larda ve 1970'lerde meydana gelen çevresel felaketler atığın çevreyi kirleten temel kirlilik kaynaklarından biri olduğunu göstermiştir. 1971 yılında Almanya'da arsenik ve siyanür içerikli atıkların göle deşarj edilmesi, 1972'de Birleşik Krallık Nuneaton'da meydana gelen siyanürlü atıkların gelişigüzel şekilde çocuk oyun alanının yakınına bırakılması, 1977 yılında New York'ta meydana gelen Love Canal felaketi gibi örnekler endüstrileşme sürecinde atıkların neden olduğu büyük çevresel felaketlerden başlıcalarıdır. Bu çevresel felaketlerin yanısıra 20. yüzyılda, atıkları toprağa gömerek ve suya atarak bertaraf etme uygulamalarına ek olarak Amerika'da ve Avrupa'da atıkların depolanması yönteminin pahalı bulunması ve depolama için yeterli boş araziye sahip olunmaması nedenleriyle, atıklar yakılarak bertaraf edilmeye başlanmıştır. İlk kurulan atık yakma tesisleri havanın, depolama sahaları ise su kaynaklarının kirlenmesine neden olmuş, insan ve çevre sağlığını olumsuz etkileyen sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

¹ <http://www3.epa.gov/>(Erişim Tarihi:04.03.2015)

Kalabalık halde yaşayan insanların ortaya çıkardığı çok büyük miktarda atığın şehirlerden uzaklaştırılması şehirde atık yönetimi hizmetinin gelişmesini sağlamıştır. 1970'li yıllara bakıldığında bir atık yönetimi uygulaması olan atıkların toplanması işlemine yönelik örnekler Boston, New York ve Philadelphia'da görülmüştür. Bu dönemdeki bertaraf yöntemleri oldukça basittir. Örneğin, Philadelphia'da toplanan atıklar Delaware Nehri'ne dökülmek suretiyle bertaraf edilmiştir (Shah, 2000).

Tüm bu gelişmelerin paralelinde küresel bir sorun haline gelen atıkların tüm dünyada neden olduğu çevresel ve ekonomik sorunlar 1992 yılında Rio de Janeiro'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda (United Nations Conference on Environment and Development-Rio de Janeiro Earth Summit), Gündem 21 kapsamında detaylı olarak ele alınmıştır. Gündem 21, kalkınma ve çevre arasında denge kurulmasını hedefleyen "sürdürülebilir kalkınma" kavramının yaşama geçirilmesine yönelik, küresel uzlaşmanın ve politik taahhütlerin en üst düzeydeki ifadesi olan bir eylem planıdır. Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı temel olarak, bugünün gereksinmelerini, gelecek kuşakların gereksinmelerini karşılama kabiliyetinden ödün vermeden, çevre dostu yaklaşımın ve ekonomik büyümenin eş zamanlı sağlanmasını savunmaktadır.

Gündem 21'de atıklar ilk kez evsel ve tehlikeli olmayan ticari ve kamusal atıklar, sokak atıkları ve inşaat yığıntılarını kapsayan atıklar olarak tanımlanmış; atık azaltımı, atık geri kazanımı, tehlikeli ve tehlikesiz atıkların bertarafı konuları bu konferans boyunca ele alınmıştır (Agenda 21,1992). Gündem 21'de çevresel ve ekonomik bağlamda tartışılan atık sorunu, sürdürülebilirlik olgusu ile harmanlanarak atık yönetiminde sürdürülebilirlik kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu noktadan itibaren atıkların yönetilmesinde yeni bir döneme girilmiş ve "sürdürülebilir atık yönetimi" kavramı olarak benimsenmiştir. Sürdürülebilir atık yönetimi çevre ile dost ekonomik faaliyetleri destekleyen, aynı zamanda çevresel hasarı azaltmayı hedefleyen bir çerçeveye sahiptir. Bu yaklaşım, daha sonra oluşturulan atık yönetimi tasarımlarını etkilemiştir.

Küresel ölçekte bir sorun haline gelen atık konusunun uluslararası platformda ele alınması sonucunda sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin gerekliliklerini destekleyecek olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi, doğal kaynakların doğru şekilde kullanılması ve atığın oluşumundan bertarafına kadar olan sürecin bütüncül şekilde değerlendirilerek

atıkların depolanmasından olabildiğince kaçınılması; atıkların kaynağında azaltılması ve gerikazanılması konuları tüm dünyada öne çıkmıştır (Shah, 2000; Kreith ve Tchobanoglous 2002; Özkan ve Banar 2008). Sürdürülebilirlik yaklaşımının atık yönetimine yansımalarıyla ortaya çıkan yeni düzenlemelere örnek olarak AB 2008 Atık Çerçeve Direktifi, 2010 Brezilya Parlamentosu ve Kuzey Afrika Cumhuriyeti'nin yeni yasal düzenlemeleri verilebilir. Bu örnekler atık yönetiminin çevresel etkilerinin azaltılması için yapılan düzenlemelerdir. Ülkemizde de AB 2008 Atık Çerçeve Direktifi'ne, atık yönetimi ile ilgili diğer ulusal ve uluslararası düzenlemelere uygun, sürdürülebilirlik ilkesinin benimsendiği, çevre mevzuatı kapsamında yer alan atık yönetimi uygulamaları bulunmaktadır (Sayıştay Başkanlığı, 2007).

2.1.2. Atık yönetimi

Nüfus artışı ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak gün geçtikçe daha karmaşık bir sorun haline gelen atık konusu, atığın bilimsel araştırmalar ve yasal düzenlemelerdeki önemini arttırmaktadır. Atığın çözülmesi gereken bir sorun olarak ele alınabilmesi için öncelikle önce ne anlama geldiğini kavramak gerekmektedir.

"Atık" kelimesi farklı şekillerde tanımlanmıştır. Atığın farklı tanımlamalarının olmasının nedeni ise atığın oluştuğu zaman, konum, atığın durumu, atığın ortaya çıkmasına sebep olan insanların sosyo-ekonomik seviyesi gibi çeşitli faktörlerin varlığıdır. Örneğin, Christensen (2010), kırsal bölgede oluşan yiyecek atığının hayvan yemi olarak kullanıldığı için atık olarak adlandırılmayabildiğini, bununla birlikte hayvancılık faaliyetinin temel geçim kaynağı olmadığı kentlerde ortaya çıkan yiyecek artığının atık olarak tanımlandığını belirtmektedir. Benzer şekilde endüstriyel bir faaliyetten kaynaklanan atık, başka bir faaliyet türü için ikincil hammadde olarak ele alınabilmektedir (Twardowska, 2004). Atıkların içeriği oluştuğu koşullara göre farklılık göstermektedir. Atık içeriği ve atık miktarı endüstriyel gelişime, alan kullanımına, coğrafi ve demografik öğelere bağlı olarak değişmektedir² (Shah 2000; Christensen 2010; Hoornweg ve Perinaz, 2012; Chandrappa ve Bhusan, 2012).

² http://www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/SP/SP3/SP3_3.asp (Erişim Tarihi:08.03.2015)

Uluslararası düzenlemelere göre "atık", ortaya çıkmasına sebep olan tarafından ihtiyaç duyulmayan, artan, atılmak istenen madde veya materyal olarak tanımlanmaktadır³ (Directive 2008/98/EC, 2008).

Atıklar konutlardan, iş yerlerinden, endüstriyel faaliyetlerden, tarımsal faaliyetlerden, atık su arıtımından vb. insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Atıkların ortaya çıktığı kaynaklar, bu atıkların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Christensen (2010), atıkların sahip oldukları ortak özellikler doğrultusunda evsel atık, ticari atıklar, hafriyat atığı vb. şekillerde sınıflandırıldığını belirtmektedir. Kaynak ve içerik bakımından ise genel olarak sahip olduğu özellikler nedeniyle aynı sınıfta nitelendirilen ve oluştuğu kaynak ve bileşen açısından da benzerlik gösteren atıkların aynı türden atıklar olduğu açıklanmaktadır. Örneğin, evsel atıklar; evlerden kaynaklanan atık türlerini, bahçe atığını ifade etmektedir.

İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan bu atıklar uygun şekilde yaşam alanlarından uzaklaştırılmadığı ve teknik açıdan uygun şekilde bertaraf edilmediği koşullarda çevre ve insan üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Olumsuz etkilerin neden olduğu başlıca sorunlar; hijyenik olmayan koşullar meydana getirmesi nedeniyle salgın hastalıklar, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği gibi sorunlardır⁴. Bu olumsuz sonuçların meydana gelmemesi ve çevre ve insan sağlığının korunması için atıkların tekniğine uygun bir şekilde yönetilmesi önemli bir gerekliliktir.

Bu çerçevede, atık yönetimi; atıkların oluşumunun önlenmesi, atıkların kaynağında azaltılması, atıkların özelliklerine ve türüne göre ayrılması, atıkların yeniden kullanılması, atıkların biriktirilmesi, atıkların toplanması, atıkların geçici depolanması, atıkların taşınması / aktarılması / ara depolanması, atıkların geri dönüşümü / enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, atığın bertarafı, atığın bertaraf işlemleri sonrası izleme ve kontrolünün planlanması ve uygulanma sürecini kapsayan bir bütündür (Kreith ve Tchobanoglous, 2002).

Çevresel sorunların giderek arttığı günümüzde atığın etkili bir şekilde yönetilmesi için sürdürülebilir bir atık yönetimi esas alınmaktadır. Bu kapsamda atık yönetiminin; insan ve çevre sağlığı üzerinde etkiler, ekonomik faktörler, doğal kaynakların

³ <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1990/43/section/75> (Erişim Tarihi:04.03.2015)

⁴ http://www.worldbank.org/urban/solid.../waste_incineration.html released: 5/08/1999 (Erişim Tarihi:03.04.2015)

korunması, estetik faktörler, toplumun üretim ve tüketim alışkanlıkları, uygulama alanının coğrafi özellikleri ve ilgili yasal çerçeve gibi birçok unsurun değerlendirilmesi suretiyle gerçekleştirilmesi önemlidir. Başka bir deyişle atık yönetimi; ekonomik, sosyal, kültürel ve teknik faktörlerin bütünlük olarak değerlendirildiği bir süreç olarak planlanmalı ve uygulanmalıdır (Kreith ve Tchobanoglous, 2002; Özkan ve Banar, 2008). Tüm bu unsurları barındıran atık yönetiminin oluşturulması için atık yönetiminin sürdürülebilir bir sistem haline getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla US Environmental Protection Agency / Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) atık yönetimi hiyerarşisi yaklaşımını oluşturmuştur. Atık yönetimi hiyerarşisi, atığın kaynağında azaltılması ve geri kazanılması gerekliliği fikrine dayanmaktadır. Atığın kaynağında azaltılması gerekliliği fikri; hammaddeden materyal üretimi aşamasında zararlı madde kullanımının azaltılması, doğal kaynakların tüketiminin en aza indirilerek atık oluşumunun kaynağında önlenmesi, miktarının ve tehlike düzeyinin azaltılmasına dayalıdır. Atığın kaynağında azaltılması yaklaşımı USEPA tarafından kirlilik önleme anlamına gelen "pollution prevention" terimi ile ifade edilmektedir (Özkan ve Banar, 2008).

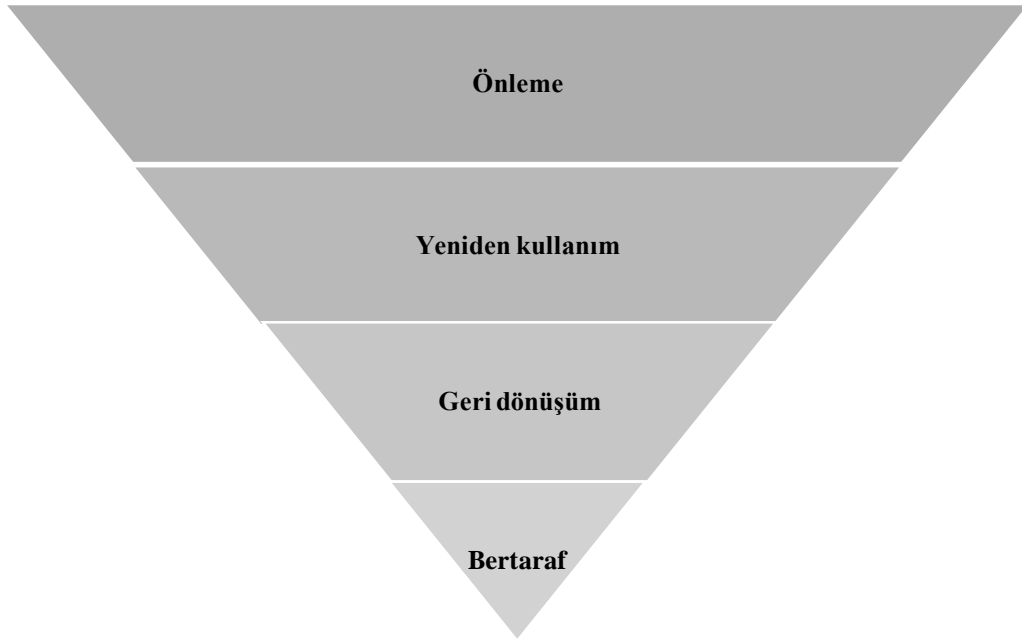
Atık yönetimi hiyerarşisi yaklaşımı Avrupa Birliği (AB)'nin de atık yönetimi stratejisinin temelini oluşturmakta ve Türkiye'de uygulanan ulusal çevre mevzuatınca benimsenmektedir. Atık hiyerarşisi yaklaşımı sayesinde doğal kaynakların atıklardan zarar görmesine engel olmak, doğal kaynakların etkili kullanımını sağlamak, atığın olumsuz çevresel ve ekonomik etkilerini önlemek mümkündür. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen atık hiyerarşisi yaklaşımı, özellikle nihai bertaraf için depolama sahasına gönderilen atık miktarının en aza indirilmesini sağlayarak depolama alanlarına duyulan ihtiyacın azaltılmasını hedeflemektedir. Böylece depolama alanlarının neden olduğu arazi kaybının, hava, su ve toprak kirliliğinin en aza indirilmesi mümkün hale gelmektedir.

Bu çerçevede, Şekil 2.1'de özetlenen atık yönetimi hiyerarşisinin sırasıyla aşağıda belirtildiği şekilde gerçekleştirilmesi uygun görülmektedir (Directive 2008/98/EC, 2008; Chandrappa ve Bhusan 2012):

- Atığın kaynağında azaltılması, yani atığın oluşumunun önlenmesi ve tehlikenin azaltımı,
- Oluşumu önlenemeyen atıkların yeniden kullanımı,

- Atığın geri dönüşümü; kompostlanması veya enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla geri kazanımı,
- Geri kazanımının mümkün olmadığı koşullarda atığın sebep olabileceği olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilerek depolanması.

Özetle atık yönetimi hiyerarşisi ile çevresel ve ekonomik etkileri en düşük olan, etkili bir atık yönetimi sisteminin temelini oluşturulması amaçlanmaktadır.



Şekil 2.1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi

Kaynak: Directive 2008/98/EC, 2008

Özkan ve Banar (2008) da benzer şekilde atık hiyerarşisi ilkesi doğrultusunda ortaya çıkan etkili bir atık yönetimi sürecinin; önleme, toplama, taşıma ve aktarma, geri kazanım/geri dönüşüm, arıtım (kompostalama ve yakma) ve bertaraf (depolama) unsurlardan oluştuğunu bildirmektedir. Bu unsurlarından aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- a) **Önleme:** Atık önleme aşaması, atıkların hem miktarının hem de olumsuz çevresel etkilerinin en aza indirilmesini amaçlamaktadır. Atık oluşumunun önlenmesi ile çevresel ve ekonomik faydalar elde edilmektedir. Geleneksel yöntemler yerine elektronik iletişim araçlarının tercih edilmesi sayesinde iletişimden kaynaklı atık miktarının azaltılması, geri dönüşüm malzemelerinden elde edilen ürünler, bir sanayinin

atığının başka bir sanayi kolunda hammadde olarak kullanılması vb. uygulamalar atığın kaynağında azaltılmasına örnek teşkil eden ve maliyetleri azaltan örneklerdir. Atıkların azaltılması ile doğal kaynakların kullanım ihtiyacı azalmakta, kaynakların sürdürülebilir kullanımına destek verilmekte, enerji tasarrufu sağlanmakta ve ortaya çıkan kirlilik azaltılmaktadır (Kreith ve Tchobanoglous 2002; Özkan, 2008).

b) Toplama, taşıma ve aktarma: Toplama, atıkların olduğu kaynaktan, atık getirme merkezlerinden alınması işlemidir. Oluşan atıkların çevre ve halk sağlığına tehlike oluşturmadan toplanması gerekmektedir. Atıkların toplanması süreci atık miktarı ve coğrafi yapı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Atık, toplama araçları ile alınarak atık aktarma, atık işleme veya nihai bertaraf tesislerine taşınmaktadır. Atıkların toplanması ve taşınması işlemi atık yönetiminin en maliyetli sürecidir. Atık yönetimi sisteminin toplam maliyetinin yaklaşık %80'ini taşıma süreci oluşturmaktadır. Bu nedenle atıkların toplanması ve taşınması hizmetleri atık yönetimi sürecinde en iyi şekilde planlanması gereken aşamalardan biridir (Tchobanoglous vd., 1993). Aktarma işlemi, atıkların toplanması ve nihai bertarafı arasındaki ara basamaktır. Aktarma ve taşıma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama küçük araçlardan büyük araçlara atıkların aktarılmasıdır. İkinci aşamada ise atıklar ardışık olarak işlenmek için ya da bertaraf için nihai varış noktasına taşınmaktadır. Taşıma işlemi için genellikle motorlu araçlar ve karayolu kullanılırken, raylı sistemler ve deniz ulaşımı da alternatif atık taşıma yolları arasında yer almaktadır. Aktarma işlemi, atıkların toplama ve taşıma sürecini daha verimli hale getiren bir basamaktır. Atıkların taşınması sürecinin maliyetini azaltması, nüfus yoğunluğu düşük alanlarda depolama sahasına ihtiyaç duyulmadan yerleşim biriminde oluşan az miktardaki atığın en ekonomik ve çevreye en az zarar verecek şekilde yönetilmesini sağlaması ve nüfus miktarı yoğun şehirlerde trafik yükünü azaltmaya katkı sağlaması atık aktarma istasyonlarının başlıca faydaları arasındadır.

c) Geri kazanım/geri dönüşüm: Türlerine göre ayrıldıktan sonra geri kazanılan atıklar geri kazanım tesislerinde işlenmekte, bu sayede materyal ve enerji kazanımı sağlanmaktadır. Dolayısıyla, atıkların geri kazanımı önemli ekonomik ve çevresel faydalar sağlamaktadır. Bu temel faydalar arasında; doğal kaynakların korunması, olumsuz çevresel etkilerin önlenmesi, enerji tasarrufu ve depolama sahasına gidecek atık miktarının azaltılması suretiyle depolama sahalarının kullanım sürelerinin uzatılması sayılabilmektedir.

- d) **Arıtım:** Arıtım, kompostalama ve yakma süreçleriyle gerçekleştirilen bir atık yönetimi türüdür. Bu iki yöntem aşağıda kısaca açıklanmıştır.
- o **Kompostlama:** Toprağın yapısı ve özelliğini iyileştirme için faydalı olan kompostlama işlemi Özkan (2008)'a göre genel olarak atık içerisinde yer alan yaprak gibi bahçe atığı ve yiyecek atığı gibi organik esaslı atıkların bozunması ile toprak düzenleyicisi elde edilmesi işlemidir.
 - o **Yakma:** Yakma süreci, atıkları kararlı hale getiren ve hacmini azaltan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Yakma süreci sonucunda ortaya çıkabilecek hava kirletici unsurların çevreye olumsuz etkilerinin önlenmesi gerekmektedir. Günümüz teknolojisi yakma işleminin çevresel etkilerini kontrol altına alabilecek seviyededir. Kompostlaştırma işlemi ve geri dönüşüm işlemi için uygun olmayan atıkların yakılması öngörülmektedir. Yakma işlemi maliyet gerektiren bir işlemdir. Bu nedenle enerji elde edilmeyecek sistemlerin kurulması ekonomik açıdan uygun değildir. Yakma işlemi düzenli depolama için yeterli alana sahip olunmayan uygulama alanlarında en az atığın depolama sahasına gömülmesi amacıyla tercih edilmelidir (Shah, 2000).
- e) **Bertaraf:** Bertaraf; geri kazanılamayan atıkların, yakma işleminden arta kalan küllerin, başka şekillerde değerlendirilemeyen atıkların insan ve çevre sağlığına tehdit oluşturmadan bilimsel metotlara uygun şekilde kontrol altına alınması işlemleridir. Bertaraf sürecinin bir parçası olan depolama işlemi ise, atığın nihai bertarafı için uygulanan atık yönetimi hiyerarşisinin son aşamasıdır. Depolama işlemi, atıkların doğal kaynaklara ve canlıların yaşam alanlarına tehdit unsuru oluşturabilecek çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir. Atığın depolanması işlemi, düzenli depolama ve düzensiz (vahşi) depolama olarak ikiye ayrılmaktadır. Düzenli depolama alanı; depolanan atıklardan kaynaklanan sızıntı sularının yeraltı ve yüzey sularına karışmasının engellendiği, oluşan gazın sistemli şekilde toplanarak zararlı olanların atmosfere yayılmasının ve patlamasının önlendiği, atıkların düzenli şekilde sıkıştırılıp üstünün örtüldüğü, mühendislik ilkelerine göre planlanıp inşa edilen, bir plan ve program çerçevesinde işletilen sahadır. Düzensiz (vahşi) depolama ise atıkların düzensiz şekilde döküldüğü, atıkların neden olabileceği toprak kirliliği, yeraltı-yerüstü su kirliliği ve yangın riski gibi olumsuz faktörlerin göz ardı edildiği bir uygulamadır. Sürdürülebilir atık yönetimi ilkelerine uygun olmayan düzensiz depolama, ülkemizde bilim dışı yöntemler ile yakın geçmişe kadar kentlerde ve hala birçok küçük

yerleşim biriminde atıkların depolanması için kullanılan bir uygulamadır (TUİK, 2012; Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015).

Atık yönetimi hiyerarşisi ilkeleri doğrultusunda oluşturulan etkili bir atık yönetimi süreci için standart bir çözüm ve yönetim tipi bulunmamaktadır. Karar vericiler uygulama alanının nitelikleri doğrultusunda en uygun yönetim sistemini planlamalıdır. Atık yönetim sisteminin uygulama alanı değerlendirilirken bölgenin politik, sosyal, ekonomik ve çevresel özellikleri ele alınmalıdır. Uygulama alanını kapsayan siyasi yaptırımlar, yönetim sisteminin amaçlarını ve önceliklerini, yasal çerçevede uygulanan yaptırımlar ise yönetim sisteminin işleyişini etkilemektedir. Sosyal açıdan; kullanıcıların alışkanlıkları, talepleri ve verilen kararlar doğrultusundaki fikirleri yönetim sisteminin planlanma sürecine etki eden bir diğer unsurdur. Ekonomik açıdan sürece etki eden unsurların değerlendirilmesi en zor aşamalardan biridir. Örneğin, faaliyet alanı ve yerleşim birimlerinin birbirine yakın konumlandırılması taşıma maliyetlerini azaltarak ekonomik fayda sağlar. Bu durum olumsuz çevresel etkilere neden olmamalı ya da bir yerleşim biriminde atıkların toplanma şekli ekonomik açıdan fayda sağlamalıdır. Ancak alınan önlemler halkın mevcut alışkanlıklarına uygun olmadığı takdirde çevresel ve ekonomik sorunlar yaşanacaktır. Özetle, ekonomik faydalar belirlenirken sosyal ve çevresel açıdan olumsuz etkilere neden olmayacak şekilde en uygun faydanın sağlanması amaçlanmalıdır. Aynı zamanda yönetim sistemi zaman içinde değişen çevresel ve mekânsal unsurlara, oluşan atıkların özelliklerindeki değişime uyum sağlayabilecek esneklikte bir yapıya sahip olmalıdır (Schubeler vd.1996; McDougall vd., 2008).

2.1.3. Atıkların yönetiminde karşılaşılan sorunlar

Karmaşık bir yönetim konusu olan atıklar, etkili bir şekilde yönetilemediği koşullarda insan ve diğer canlıların yaşam kalitesini düşüren çevresel ve ekonomik sorunlara neden olmaktadır. Bu nedenle atıkların yönetilmesi yaşanılabilir bir çevre ve insan sağlığı için gereklidir. Doğal çevre, sosyal çevre ve ekonomik yapı farklılıkları nedeniyle standart bir atık yönetimi yaklaşımı bulunmamaktadır. Atık yönetim sistemi, sürdürülebilir atık yönetimi ilkeleri doğrultusunda çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan yerel koşullara uygun olmalıdır. Endüstri Devrimi'yle meydana gelen değişimler, bu

değişimlerin meydana getirdiği alan kullanım sorunları, toplumun atık faaliyet alanlarına olan olumsuz tepkisi genel olarak atık yönetim sistemini karmaşık hale getiren unsurlardandır.

Endüstri Devrimi'yle birlikte pek çok alanda değişimler meydana gelmiştir. Bu dönemde değişen üretim yöntemleri, atıkların içeriklerinin çeşitlenmesine ve insan nüfusunun yeryüzündeki dağılımının değişmesine neden olmuştur⁵. Değişen üretim yöntemleri ile içeriği çeşitlenen atığın çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin artması atığın zararsız hale getirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Bu ihtiyaç ise atık yönetimi sürecinde atık ayrıştırma, kompostlama, yakma gibi geri kazanım yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamış, artan bu faaliyet tipleri de atık yönetiminin planlanma sürecini çok daha karmaşık bir yapı haline dönüştürmüştür (Barlisen ve Baetz, 1996).

Endüstri Devrimi'nin bir diğer önemli etkisi bu dönemden günümüze kadar yeryüzünde yaşayan insan nüfusunun dağılımının belirlenmesidir. Endüstrileşmeye paralel olarak kentlerin sayısı sürekli artmakta, kentler gittikçe büyümektedir. Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal İşler Grubu (UN DESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs)'nun açıklamalarına göre 2050 yılında dünya nüfusunun 9.7 milyar olacağı ve bu süre zarfında kent nüfusunun kırsalda yaşayan nüfusa göre artış göstereceği tahmin edilmektedir⁶. Bu açıklamalara dayanarak 2050 yılında dünya nüfusunun % 66'sını kent nüfusunun oluşturacağı öngörülmektedir (UN DESA, 2014). Kentlerin kalabalıklaşmasının önemli sonuçlarından biri plansız kentleşmedir. Plansız kentleşme çevrenin bozulması ile ekonomik ve sosyal kalkınma açısından da büyük sorunları beraberinde getirmektedir. Birleşmiş Milletler, halihazırda dünya şehirlerindeki yapılaşmanın sadece % 5'inin planlı olduğunu bildirmektedir. Kentlerdeki bu kontrolsüz ve plansız gelişme atıkların yönetimini zorunlu hale getirmektedir. Plansız kentleşme sonucunda nüfusun dengesiz dağılımı, alan kullanımı sorunları, değişen tüketim alışkanlıkları gibi nedenler atıkların yönetimini güçleştirmektedir.

⁵ <http://www3.epa.gov/> (Erişim Tarihi:06.03.2015)

⁶ <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2015-report.html>, (Erişim Tarihi:12.04.2015)

Atık yönetimi sürecini zorlaştıran bir diğer etken bu faaliyet alanlarının toplum tarafından istenmemesidir. Atık faaliyet alanları; koku, gürültü ve estetik sorunlara neden olması neden olduğundan yaşam alanlarına yakın olması istenmeyen alanlardır. Atıkların neden olabileceği olumsuz etkilerin en aza indirilmesi ve etkili bir şekilde yönetilebilesi atık işleme/bertaraf tesislerinin planlanmasında ve inşa edilmesinden bu beklentileri göz önünde bulunduran uygun yer seçimlerinin yapılması gerekmektedir.

Depolama sahaları, aktarma istasyonları, kompostlama ve yakma gibi geri kazanım tesisleri, atık getirme merkezleri gibi atık toplama alanları, bilimsel ve toplumsal gereklilikler değerlendirilerek uygun yer seçimi yapılması gereken faaliyet alanlarından bazılarıdır. Her faaliyet alanının yer seçimine etki eden farklı unsurlar mevcuttur. Atık yönetimi sürecinde ihtiyaç duyulan faaliyet alanlarının yer seçiminde genel olarak çevreye olan olumsuz etkilerin önlenmesi ve faaliyetin ekonomik olması amaçlanmaktadır. Ancak faaliyet alanları yer seçimi unsurları faaliyet tiplerine, kırsal bölgeye ya da kente hizmet etmesine göre farklılıklar göstermektedir (Shah, 2000). Örneğin, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan havza koruma alanlarına ilişkin özel hükümlere göre havza koruma alanına düzenli depolama sahalarının kurulumu uygun değilken, atık aktarma istasyonlarından kaynaklanan kirleticilerin çevreye zarar vermesinin önlenmesi koşuluyla aktarma istasyonunun kurulumu mümkün olmaktadır (79 sayılı Porsuk Baraj Gölü Havzası Özel Hükümleri, Havza Koruma Alanına İlişkin Hükümler). Bir başka örnek olarak faaliyet alanlarında faaliyetin tipi, bina tasarım kriterleri doğrultusunda farklı nitelikte arazi tipine ihtiyaç duyabilmektedir. Örnek olarak düzenli depolama sahası, kompostlama tesisi, aktarma istasyonu gibi faaliyet alanları için farklı yüzey eğimleri gerekmektedir (Shah,2000). Kentlerde yer alan atık toplama merkezlerine ulaşım için yürüyüş mesafesi esas alınırken, tehlikeli atıkların depolandığı alanlara insanlar ve diğer canlılar tarafından ulaşılması istenmemektedir. Özetle bölgenin çevresel özellikleri, ekonomik unsurlar, tasarımdan kaynaklanan kriterler gibi çeşitli değişkenlere bağlı olan yer seçimi süreci her faaliyet tipi ve uygulama alanı için farklılık göstermektedir. Faaliyet alanının taşınması gereken nitelikler ulusal ve uluslararası düzenlemelere ve literatüre dayanarak tanımlanabilir; ancak uygulamada kriterin tümüne sahip uygun alanın bulunması oldukça zordur. Uygun nitelikte alan bulunmasını güçleştiren nedenlerden biri plansız kentleşme faaliyetleri sonucunda uygun nitelikteki alanların birçoğunun farklı kullanımlar tarafından işgal edilmesidir. Yerleşim birimlerinin sürekli genişlemesi,

depolama sahalarının kapladığı alanların ve sayılarının artması sonucunda bu yerleşimler ile atık faaliyet alanları birbirine giderek daha da yakınlaşmaktadır. Bu durum depolama sahası, yakma tesisi gibi atık faaliyet alanlarını yaşam alanlarına yakınlaşan, insanları ve çevreyi giderek daha çok rahatsız eden, istenmeyen faaliyet alanları haline getirmektedir. Bunun yanı sıra çevre bilincinin artmasıyla atık faaliyet alanları gibi çevreye ve insan yaşamına olumsuz etkileri olan faaliyet alanlarına karşı toplum tepkileri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla, tesislerin kullanıcılar tarafından “istenme” durumu da atık yönetiminde ve yer seçiminde önem arz etmektedir.

Derviş (2015), Eiselt ve Marianov (2011)'a dayanarak atık yönetiminde yer alan faaliyet alanları ile ilgili bazı saptamalarda bulunmuştur. Buna göre, atık faaliyet alanları "yarı-istenen" ve "istenmeyen" faaliyet alanları olarak değerlendirilmektedir. Kullanıcıların istenen tesis yer seçimi algısı, her zaman çevresel ve sosyo-ekonomik ölçülerle doğru orantılı olmayabilmektedir. Kullanıcılara, talep noktalarına veya ihtiyaç sahiplerine mesafe ya da zamanca yakın olması arzu edilen faaliyet tipleri "istenilen tesis" olarak adlandırılmaktadır. Kullanıcının istenen ve istenmeyen tesis özellikleri algısını dikkate alarak gerçekleştiren faaliyet alanları "yarı istenen tesisler" olarak tanımlanmaktadır. Atık nihai bertaraf tesisleri, kompostlama tesisleri gibi atık işleme tesisleri, çevresel ve sosyal açıdan rahatsız edici tesisler olarak algılandığından "yarı istenen tesisler" kapsamında değerlendirilmektedir. Derviş (2015), bu tür yarı istenen faaliyet türleri için uygun yer seçimi sürecinde faaliyetten kaynaklanan istenmeyen etkilerin azaltılması ve istenen etkilerin artırılması olmak üzere iki amaç bulunduğunu belirtmektedir. Yine Derviş (2015)'e göre "istenmeyen tesisler" "çevresel kirliliğe ve sağlık sorunlarına neden olan insan ve çevre üzerinde olumsuz etkiye neden olan" tesislerdir. Bu çerçevede nükleer santral atıklarının depolandığı alanlar ve tehlikeli atık depolama alanları istenmeyen tesislerdir. İstenmeyen tesisler insan ve çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olsa da kurulması gereken tesislerdir. İstenmeyen tesisler kapsamında incelenen tesislerin insan nüfusuna olabildiğince uzak olması, ancak işletim sürecinde uzaklıkla ilişkili olarak artan maliyetlerin de azaltılması beklentisi mevcuttur. Bu nedenle istenmeyen tesislerin, insanların yaşadığı bölgelerden mümkün olduğunca uzakta konumlandırılması bu tip faaliyet alanlarının yer seçimindeki nihai beklentidir.

Vatandaşların kendilerine yakın yörede gerçekleştirilecek olan faaliyet alanlarına tepki türleri ve faaliyet tipi örnekleri Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Tablo2.2. *Faaliyet Tipine Karşı Tutum ve Faaliyet Tipi Örnekleri*

İstenilen tesisler	Yarı istenen tesisler	İstenmeyen tesisler
Okul	Düşük gelirli için yapılmış konutlar	Enerji santralleri
İbadethane	Cezaevleri	Atık bertaraf tesisleri
Aile sağlık merkezi	Rehabilitasyon merkezleri	Madenler

Kaynak: Palabıyk vd. 2010; Derviş, 2015

Palabıyk ve diğeri (2010) ise “istenmeyen faaliyet” olgusunu ve yerel halkın karşı çıkış davranışını NIMBY (Not In My Backyard-Benim Arka Bahçemde Olmasın), BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anyone - Kesinlikle kimsenin yakınında inşa edilmesin), NOPE (Not In Planet Earth- Yeryüzünde olmasın) gibi tepkilerle örneklendirmektedir. Bu tür toplumsal davranışların (tepkilerin) dikkate alınması, toplumun ve çevrenin faaliyetin olası etkilerinden korunması, toplumun bilgilendirilmesi ve toplum görüşünün yer seçimi sürecine yansıtılması oldukça önemlidir (USEPA, 2001). Sonuç olarak, atık yönetimi sürecinde yer alan faaliyet alanlarının genel olarak istenmeyen faaliyet alanları olarak tanımlanması, faaliyet için uygun nitelikte, az miktarda bulunan uygun arazileri de uygun olmayan hale getirerek yer seçimini daha da zorlaştırmaktadır.

Yer seçimi, sürdürülebilir atık yönetimi ilkeleri açısından da temel ihtiyaçların başında gelmektedir. Başlıca amaçlarından biri kaynakların etkili bir şekilde kullanılması olan sürdürülebilir atık yönetiminde, olası çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri en aza indirilmiş bir atık yönetiminin uygulanabilmesi için mümkün olan en geniş alana ve nüfusa hizmet edecek bir atık yönetimi planlamasının gerekli olduğu belirtilmektedir. Bu kapsamda bilimsel tekniklere uygun olmayan mevcut düzensiz depolama sahaları gibi tesislerin kaldırılarak kirletilmiş alanların ıslah edilmesi ve faaliyet alanlarının merkezileştirilmesi gerekmektedir. Böylece faaliyet alanlarının sayısının azaltılarak etkili bir şekilde kullanılması, olası çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerin minimize edilmesi amaçlanmaktadır (Sayıştay Başkanlığı, 2007). Bu noktada, önemli bir karar süreci olan atık faaliyet alanları için yer seçimi çok daha kritik bir konu haline gelmektedir. Çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin değerlendirilerek en uygun faaliyet alanı yer seçiminin yapılması ile faaliyet alanının dolayısıyla yönetim

sisteminin etkili bir şekilde çalışması ve çevresel etkilerinin en aza indirilmesi mümkün hale gelecektir.

2.1 Aktarma İstasyonları

Bu bölümde atıkların toplama, taşıma ve depolanması işlemlerinin ara basamağı olan aktarma istasyonlarının atık yönetimindeki yeri ve faydaları, atık aktarma istasyonlarının türleri, atık aktarma istasyonlarının çevre ile olan ilişkisi ve yer seçimi süreci ile atık aktarma istasyonlarıyla ilgili yasal mevzuat konuları ele alınmıştır.

2.2.1. Aktarma istasyonlarının atık yönetimindeki yeri ve faydaları

Atıkların yönetimi konusunun küresel bir sorun haline gelip sürdürülebilir kalkınma ilkeleri çatısı altında incelenmeye başlamasıyla doğal kaynakları ve insanı korumak ve atıktan ekonomik fayda sağlamak sürdürülebilir atık yönetim anlayışını geliştirmek önem kazanmıştır. Etkili bir sürdürülebilir atık yönetimde yer alan tüm aşamaların bütüncül ele alınması, atık yönetimi planlanırken olabildiğince en geniş bölgeyi kapsamaması, bu kapsamda kapasitesi düşük atık işleme/bertaraf faaliyet alanları yerine, daha büyük kapasiteye sahip merkezi faaliyet alanlarının kurulması amaçlanmaktadır. Etkili atık yönetimi sayesinde yerleşim birimlerinin yakınında yer alan düzensiz depolama sahalarının kapatılarak çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin önlenmesi ve insanların yaşam kalitesinin yükseltilmesi de sağlanmaktadır.

Bu çerçevede aynı zamanda merkezi atık faaliyet alanlarının oluşturulmasıyla çarpık kentleşme ve nüfus artışı gibi nedenlerle ortaya çıkan alan kullanım sorununun kontrol altına alınması amaçlanmaktadır. Ancak, faaliyet alanlarının merkezileştirilmesiyle birlikte yerleşim birimleri ve nihai varış noktaları arasındaki mesafe artabilmektedir. Bu noktada, merkezi faaliyet alanlarının tüm hizmet alanını kapsayıcı niteliğini kaybetmemesi konusunda aktarma istasyonları önemli bir ara basamak olarak değerlendirilmektedir. Aktarma istasyonları sayesinde atıklar toplama araçları ile atığın olduğu noktalardan toplandıktan sonra daha büyük araçlara aktarılarak nihai varış noktasına toplu halde götürülmektedir. Aktarma araçları, karayollarını, raylı sistemleri ve su yollarını kullanmaktadır. Toplama araçlarından

büyük taşıma araçlarına atık aktarım işleminin yapıldığı bu faaliyet alanına aktarma istasyonu denmektedir (USEPA, 2001).

Bahsedilen bu tanım ve özelliklerden de anlaşılacağı gibi aktarma istasyonlarının kurulmasının temel sebebi atıkların kaynağında toplandıktan sonra nihai varış noktasına taşınması işleminin ekonomik olmaması veya coğrafi koşulların meydana getirdiği güçlüklerdir. Aktarma istasyonları bu nedenle atık yönetim sürecinde ihtiyaç duyulduğu koşullarda kullanılan bir aşamadır. Atık aktarma istasyonlarının kurulmasına karar verilmesinde göz önüne alınan ölçütler; taşıma mesafesi, nüfus yoğunluğu, coğrafi yapı, ekonomik durum ve politik yaptırımlar gibi faktörlerdir. Bu nedenle uygulama alanının nitelikleri doğrultusunda aktarma istasyonu ihtiyacı saptaması değişkenlik göstermektedir.



Şekil 2.2. Aktarma İstasyonu Olan ve Olmayan Örnek Atık Yönetimi Akışları

Kaynak: Bovea ve diğerleri, 2006.

Şekil 2.2'de görüldüğü gibi aktarma istasyonunun dâhil edilmediği atık yönetim sistemlerinde atıklar, oluşum kaynağından doğrudan atık işleme tesislerine aktarılırken; aktarma istasyonunun dâhil edildiği atık yönetim sistemlerinde atıklar oluştuğu kaynaktan küçük hacimli toplama araçlarıyla toplandıktan sonra aktarma istasyonlarına getirilmekte ve daha büyük hacimli araçlara aktarılmaktadır. Aktarma istasyonunun dâhil edilmediği atık yönetiminde atıklar kaynaktan nihai varış noktasına bir seferde ve bir tek işleme aşamasına maruz kalarak nihai noktaya ulaştırılırken, aktarma istasyonu dâhil edilmiş atık yönetiminde atıklar toplandıktan sonra öncelikle aktarma istasyonunda daha sonra da işleme merkezlerinde olmak üzere iki işleme sürecine maruz kalmakta, iki aşamada nihai varış noktasına ulaşmaktadır. Bu iki aşamalı taşıma işleminin amacına uygun hizmet etmesi için ulaştırma hizmeti seri bir şekilde gerçekleştirilmelidir (Kreith ve Tchobanoglous 2000; Mackenzie ve Cornwell 1998).

Daha önce de belirtildiği gibi, atık yönetimi planlaması, temel olarak uygulama alanının niteliklerini doğrultusunda yapılmalıdır. Uygulama alanının niteliklerine ve mevcut atık yönetim planını dikkate alan aktarma istasyonları ise çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan fayda sağlamaktadır. Aktarma istasyonlarının genel olarak faydaları aşağıdaki gibi özetlenmektedir:

- Atıkların nihai varış noktasına küçük hacimli araçlar yerine büyük hacimli araçlarla ulaştırılması sayesinde küçük hacimli atık toplama araçlarının üretken olmadığı süre azaltılır (USEPA, 2001).
- Operasyon sürecinde toplama ekipmanı ihtiyacı azaltılır ve ekipmanın kullanım ömrü uzar².
- Uzun mesafelerde atık taşımada kullanılmayan küçük hacimli toplama araçlarının atık toplama hizmetine daha çok zaman ayırması mümkün hale gelir (Kırka ve Erkip, 1988).
- Nihai varış noktasına atık taşıyan toplama araçlarının trafikte oluşturduğu kaza riski ve trafik yükü azalır (Kırka ve Erkip, 1988; Boulanger,1999:USEPA 2001; Kreith ve Tchobanoglous 2000; DHV Consultant,Tarihsiz).
- Transfer istasyonu kullanılmayan atık yönetimi sürecinin neden olduğu çevresel etkiler azalır. Küçük hacimli araçlarla alınan mesafe azalacağından enerji tüketiminde de azalma sağlanır. Taşıma sürecinde ortaya çıkan emisyon miktarı düşer. Böylece taşıma sürecinin neden olduğu toksik bileşenlerin oluşumu azalır² (Bovea ve diğerleri, 2006; Khorasani ve Rafiee, 2007) .

- Birden çok yerleşim birimine hizmet verebilen transfer istasyonları, küçük hacimli depolama sahalarına olan ihtiyacı ortadan kaldırır. Böylece NIMBY gibi toplum tepkilerinin azalmasına katkı sağlanır. Yerleşim birimlerinin yaşam kalitesi iyileşir ve etkili arazi kullanımına katkı sağlanır. Çevresel ve ekonomik kayıpların önüne geçilir (Eshet ve diğerleri, 2006; Eiselt, 2007).
- Karışık toplanan atıkların büyük araçlara aktarılma işlemi öncesinde ayrıştırılabilmesi, en yüksek seviyede materyalin geri kazanılmasını, en az seviyede atığın nihai depolamaya gönderilmesini sağlar² (Kırka ve Erkip, 1988; USEPA,2001; DHV Consultants, Tarihsiz).
- Yeterli alana sahip aktarma istasyonları, geri kazanım tesisleri gibi diğer tesislerle birlikte kurulduğu koşullarda geri kazanılabilir nitelikte atıkların taşınması ihtiyacını giderilebilmektedir. Böylece etkili alan kullanımı ile alan tasarrufu sağlanır (Kırka ve Erkip, 1988; Massam, 1991; Kreith ve Tchobanoglous 2000; USEPA 2001).

2.2.2. Atık aktarma istasyonları türleri ve atık yükleme yöntemleri

USEPA tarafından hazırlanan Karar Vericiler İçin Atık Yönetimi El Kitabı (1995)'nda, aktarma istasyonlarının yapı tasarımının ihtiyaca göre değişkenlik gösterdiği ve bu değişikliklerin atık miktarı, atık türleri, atık ayırma ihtiyacı, atık toplama ve taşıma aracı türleri, arazi topoğrafyası ve araziye ulaşılabilirlik kriterlerine bağlı olduğu belirtilmektedir. Atık transfer istasyonları genel olarak aşağıda belirtilen üç kategoride tanımlanmaktadır:

- Küçük kapasiteli aktarma istasyonları:*** Günlük 100 tondan az atık getirilen aktarma istasyonlarıdır. Atıklar doğrudan aktarma araçlarına yüklenmektedir. Geniş alana ihtiyaç duyulmamaktadır. Meteorolojik koşullara ve çevresel unsurlara bağlı olarak açık veya kapalı olarak tasarlanabilmektedir. Atık işleme tesisleri ile entegre kurulabilmektedir (USEPA, 1995).
- Orta kapasiteli aktarma istasyonları:*** Günlük 100-500 ton arası atık getirilen aktarma istasyonlarıdır. Atıklar doğrudan aktarma araçlarına yüklenmektedir. Geniş alana ihtiyaç duyulmamaktadır. Meteorolojik koşullara ve çevresel unsurlara bağlı olarak açık veya kapalı olarak tasarlanabilmektedir. Küçük atık işleme tesisleri ile entegre kurulabilmektedir (USEPA, 1995).

c) **Büyük kapasiteli aktarma istasyonları:** Günlük 500 tondan fazla atık getirilen aktarma istasyonlarıdır. Büyük kapasiteye sahip transfer istasyonları daha çok ticari amacı olan hem özel hem de belediye toplama araçlarının atık getirdiği istasyonlardır. Büyük kapasiteli aktarma istasyonlarında geri kazanılan atık oranı daha yüksektir. Buldozer, vinç gibi araçların aktif kullanıldığı, küçük ve orta kapasiteye sahip aktarma istasyonuna göre daha çok atığın getirildiği büyük aktarma istasyonları daha çok gürültü, koku, haşere oluşumu gibi pek çok olumsuz çevresel etkiye neden olacak potansiyele sahip olduğu için bu istasyonların yerleşim birimlerinden olabildiğince uzak, endüstriyel veya ticari alanlarda yer alması, ana yollara yakın olması, böylece taşıma sürecinde de çevreye ve insanlara en az zarar vererek nihai varış noktasına ulaşılmasının sağlanması çok daha önemlidir² (USEPA, 1995).

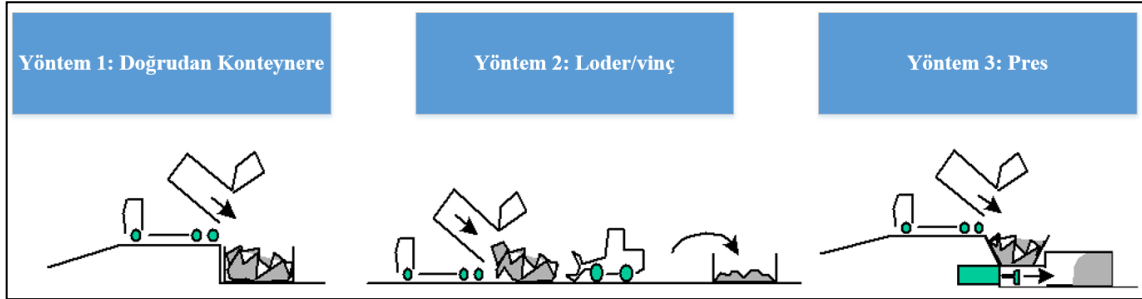
Atıkların doğrudan konteynerlere doldurulduğu aktarma istasyonları iki kattan meydana gelmektedir. Kompaktör ya da konteyner düşük seviyede yer alan katta bulunmaktadır. Atıklar bir üst seviyeden kompaktöre boşaltılmaktadır. Atıkların bulunduğu nokta ile kompaktörün bulunduğu seviye farkı atık yükleme işlemini kolaylaştırmaktadır. Küçük kapasiteli aktarma istasyonları genellikle kırsal alanlarda tercih edilen kurulumu kolay tesislerdir. Arazinin eğimli tercih edilmesi halinde yükleme işlemi için gerekli olan seviye farkının doğal topografik yapı ile giderilmesinin sağlanmasıyla maliyet düşürülmektedir. Nüfus yoğunluğu istasyonun kapasitesini belirleyen başlıca unsurdur (USEPA, 1995).

Atık aktarma istasyonlarında atık yükleme yöntemleri ise Şekil 2.3'te görüldüğü gibi üç temel başlıkta toplanmaktadır. Bu yöntemlerin her birinin farklı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Aşağıda söz konusu yöntemler kısaca açıklanmıştır (DHV consultants, Tarihsiz):

a) **Yöntem 1:** Doğrudan konteynera yükleme yönteminde toplama araçları atıkları bir platformdan ve doğrudan konteynerlere boşaltmaktadır. Birinci yöntemin avantajları arasında teknik gereksinimin düşük olması ve alan ihtiyacının diğer alternatiflere göre daha az olması sayılabilmektedir. Ancak atıkların boşaltılması için platform oluşturulması gerekliliği vardır ve bu platformun oluşturulması maliyetlidir. Atıkların konteynera boşaltılmasında yapılan hatalar çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Ayrıca sıkıştırılmayan atığın aktarımı sırasındaki maliyet, sıkıştırılarak aktarılan atıklara

göre daha yüksektir. Bu yöntem, atıkların kısa mesafeli taşındığı aktarma istasyonlarında tercih edilen bir yöntemdir.

- b) **Yöntem 2:** Getirilen atıkların öncelikle beton bir zemine boşaltılıp daha sonra boşaltılan atıkların vinç benzeri araçlar yardımı ile konteynerlere yüklendiği yöntemdir. İkinci yöntemin uygulanması, atıkların boşaltılan zeminde geçici depolanmasını ve belli bir oranda sıkıştırılabilmesini sağlar. Böylece atık hacmi azaltılmaktadır. Karışık toplanmış atıkların zemine dökülmesiyle atıkların ayrıştırılması mümkün hale gelmektedir. Ancak zemine dökülen atıklar rüzgar ve haşere gibi faktörler nedeniyle dolaylı yoldan çevresel kirliliğe neden olabilmektedir. Bu yöntemde, bu tür risklere karşı önlem alınması gerekmektedir.
- c) **Yöntem 3:** Atıkların preslenip yoğunlaştırılarak özel sıkıştırmalı konteynirlara aktarılması yöntemidir. Üçüncü yöntemde bunkerlere doğrudan boşaltılan atıkların sıkıştırılması aktarma işlemini kolaylaştırmakta, atık hacminin azaltılması taşıma maliyetini düşürmektedir. Fakat sıkıştırmalı sistemlerin kurulumu diğer yöntemlere göre daha maliyetlidir. Bu yöntem, kaynağında ayrıştırılmış, miktarı çok olan ve uzun mesafe taşıyacak atıklar için uygundur.

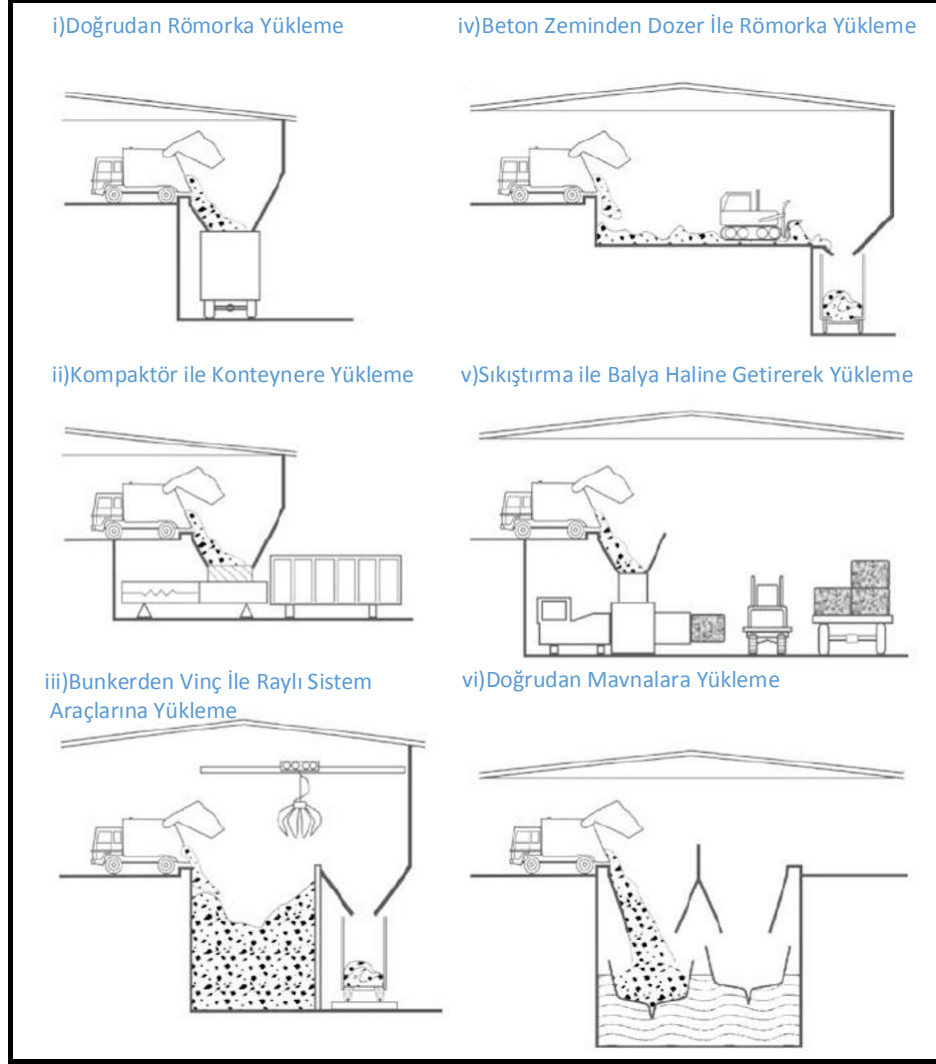


Şekil 2.3. Aktarma İstasyonunda Yükleme Yöntemleri

Kaynak: DHV Consultants, Tarihsiz

Yükleme yöntemleri coğrafi konuma, ekonomik duruma, atığın durumuna göre geliştirilebilmektedir. Şekil 2.4'te yukarıda açıklanan temel yöntemlerin ihtiyaç doğrultusunda birbiri ile entegre edilmesiyle farklı taşıma yolları için tasarlanan alternatif yöntemler görülmektedir. Şekil 2.4'te yer alan görseller sırasıyla i) doğrudan römorka yükleme, ii) kompaktör ile konteynere yükleme, iii) Bunkere dökülen atıkların vinç ile raylı sistem araçlarına yüklenmesi, iv) beton zemine boşaltım ve dozer ile römorka yükleme v) sıkıştırma işlemi ile balya haline getirerek yükleme, vi) doğrudan iç suyollarında yük taşımakta kullanılan mavnalara yüklemedir (Christensen, 2010).

Özetle tesiste uygulanacak yükleme yöntemi alanın coğrafi yapısına, ekonomik bütçeye ve atığın durumuna göre tasarlanmalıdır.



Şekil 2.4. Alternatif Atık Yükleme Yöntemi Taslakları

Kaynak: Christensen, 2010, S.312

2.2.3. Aktarma istasyonlarının çevre ile olan ilişkisi ve yer seçimi

İnsanların doğal kaynakları tüketme hızı doğal kaynakların kendini onarma hızını aşmıştır. İnsan faaliyetlerinin neden olduğu çevre olumsuzluklarının azaltılmasına duyulan ihtiyaç günümüzde zorunluluk haline dönüşmüştür. İnsan faaliyetlerinin potansiyel etkilerinin öngörülerek önlemler alınması ile çevresel, ekonomik ve sosyal sorunların meydana gelmeden önlenmesi mümkündür (Canter, 1996).

Yer seçimi, arazinin kullanıma uygunluğunun değerlendirilmesidir. Arazi kullanım uygunluğunun değerlendirilmesi sürecinde kullanılacak olan ilgili kriterler, göstergeler ve eşik değerleri, arazinin kullanım tipine, faaliyetin türüne ve potansiyel etkilerine, yerel şartlara bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Kreith ve Tchobanoglous, 2002; Çabuk ve Döğeroğlu, 2006; Berke vd. 2006).

Atık yönetimi sürecinde yer seçiminin dikkatlice yapılması gereken tesislerden biri de şüphesiz atık aktarma istasyonlarıdır. Atık aktarma istasyonlarının yer seçimi için arazi uygunluğunun değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş geçerli bir yöntem mevcut değildir. Faaliyet alanının sağlaması gereken koşullar hakkında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan genel bilgiler, geçmiş yıllarda USEPA tarafından ve ülkemizde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından özel bir firmaya hazırlatılan tavsiye niteliğinde oluşturulmuş taslaklar mevcuttur (USEPA, 1995; USEPA 2001; DHV Consultants Tarihsiz). Türkiye'deki çevre mevzuatı kapsamında yer alan Atık Yönetimi Yönetmeliği (2015)'nin 5. maddesinde "aktarma istasyonlarının, büyükşehir belediyeleri tarafından, taşıma hattında trafik yüküne neden olmayacak şekilde koku, toz, gürültü gibi etkilerin önlenmesi için çevresel önlemler alınarak uygun yerlerde kurulması" gerekliliği bildirilmektedir. Bu nedenle atık aktarma istasyonları yer seçimi kriterleri bilimsel alanyazın çalışmaları ve diğer ulusal ve uluslararası tanımlamalar doğrultusunda, kurulacağı bölgenin niteliklerine uygun olacak şekilde oluşturulmalıdır.

Alanyazında yer alan atık yönetimi çalışmaları incelendiğinde, aktarma istasyonu yer seçimi süreci kriterlerinin temel olarak düzenli depolama sahası yer seçimi kriterlerine benzerlik göstermektedir (Chatzouridis ve Komilis, 2012; Jaiswa ve Bharat, 2015). Aktarma istasyonlarının yer seçimi kriterleri; atığın türü ve oluşum kaynağının konumu ile nihai varış noktalarının konumları arasındaki mesafe, uygulama alanının coğrafi özellikleri, uygulayıcıların politikaları, hizmet edilecek yerleşkelerin nüfusu, yerleşke halkının beklentisi gibi unsurlar doğrultusunda belirlenmektedir.

Yer seçimi kriterleri ve bu kriterlerin kendi içinde önem sırası da uygulama alanının niteliklerine bağlı olarak değişkenlik göstereceğinden her bir aktarma istasyonunun yer seçimi süreci birbirinden farklı olacaktır (Lee ve George 2000; USEPA 2001). Örneğin coğrafya, meteorolojik şartlar, nüfus yoğunluğu gibi faktörlerin değerlendirilmesi suretiyle belirlenen aktarma istasyonu ve nihai bertaraf tesisleri

arasındaki ekonomik açıdan uygun taşıma mesafesi Yunanistan'da 65 km'nin üzerindeyken (Komilis, 2008), USEPA tarafından bu mesafenin 24-32 km arasında olması gerektiği ifade edilmektedir (USEPA, 2001). Türkiye'de aktarma istasyonlarının yer seçimi ve kurulumu için tavsiye niteliğinde DHV Consultants (Tarihsiz) tarafından hazırlanan raporda ise atık transfer istasyonları ve nihai depolama tesisleri arasındaki mesafenin 50 km'nin üzerinde olması tavsiye edilmektedir.

Atık aktarma istasyonu yer seçimi ile ilgili olarak alanyazında CBS ve diğer bilgisayar ortamında matematiksel algoritma teknikleri kullanılarak yer seçiminin gerçekleştirildiği çalışmalara ve ulusal-uluslararası kurum ve kuruluşlarca tavsiye niteliğinde oluşturulan yönergeler rastlamak mümkündür. Bu çalışmalarda kullanılan yer seçimi ölçütleri Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3. Daha Önce Yapılan Çalışmalarda Dikkate Alınan Ölçütler

Ölçüt	1. Derece alt ölçüt	2. Derece alt ölçüt	Gill ve	Chang ve Lin,	Rafiee vd.,	Sackey,	Chatzouridis ve	Billa ve	Christian,	Climaco vd.,	Garland,	Habtamu,	Cirucci vd.,	Jaiswa ve	
			Kellerman,	1997	2011	2012	Komilis,	Pradhan,	2014	2015	2015	(2015)	Bharat,		
			1993				2012	2013	2014					2015	
Planlama	Topoğrafya	Eğim	x				x		x		x	x	x		
		Baki													x
		Yükseklik										x			
	Mevcut Alan Kullanımı	Orman			x	x		x		x	x	x	x	x	x
		Tarım						x			x	x	x	x	x
		Tarihi ve Arkeolojik						x		x	x	x	x	x	x
		Doğal Koruma Alanları						x		x	x	x	x	x	x
		Havaalanı				x				x			x		
		Askeri Bölge						x					x		x
		Yerleşim Birimi	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Endüstriyel Alan				x			x	x						x	
Eski Bina/Eski Depolama Alanı/Kirletilmiş Alanlar											x				
Çevresel Unsurlar	Toprak			x								x		x	
	Jeoloji	Jeolojik Materyal				x			x			x			
		Litoloji			x	x				x		x			
	Hidroloji		x			x	x	x	x	x	x	x		x	
	İklim	Rüzgar													x
		Nem	x												
Yağış														x	
Halkın Onayı/Çevresel Adalet		x												x	

Tablo 2.3. (Devam) Aktarma İstasyonu Yer Seçimi İçin Önceden Yapılan Çalışmalarda Dikkate Alınan Ölçütler

Ölçüt	1. Derece Alt Ölçüt	Gill ve Kellerman, 1993	Chang ve Lin, 1997	Rafiee vd., 2011	Sackey, 2012	Chatzouridis Komilis, 2012	Billa ve Pradhan, 2013	Christian, 2014	Climaco Vd., 2014	Garland, 2015	Habtmu, 2015	Cirucci vd., (2015)	Jaiswa ve Bharat, 2015
Sosyo-Ekonomik Unsurlar	Demografik Unsurlar (Nüfus, Atık Tipi Vb.)	x					x	x		x		x	x
	Altyapı	x								x		x	x
	Taşıma Maliyeti											x	
	Arazi Büyüklüğü, Genişleme, Maliyet	x					x			x			x
Ulaşım	Ana Ulaşım Ağlarına Erişilebilirlik	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
	Halkın Faaliyet Alanına Ulaşılabilirliği												x
	Sosyal Altyapıya Yakınlık(Hastane,Okul,Cami, İftaiye Vb.)										x	x	x
	Trafik Düzenlemeleri	x			x					x			x
	Toplama Noktalarının Depolama Sahasına Ve Aktarma İstasyonuna Uzaklığı	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Şehir Estetiği	Görünürlük	x					x						
	Koku	x											
	Gürültü	x											
	Haşere	x											

Aktarma istasyonu yer seçimi ile ilgili olarak alanyazında yer alan çalışmalar ve konuyla ilgili diğer mevcut çalışmalar değerlendirilerek aktarma istasyonları için uygun yer seçimi sürecinde değerlendirilmesi gereken unsurlar ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

➤ Planlama ölçütleri

Alanyazında yer alan çalışmalar ve konuyla ilgili diğer mevcut çalışmalar değerlendirildiğinde yer seçiminde, planlama ölçütleri başlığı altında genel olarak topoğrafya ve mevcut alan kullanımının göz önüne alındığı görülmektedir. Bu kapsamda topoğrafya ve mevcut alan kullanımı başlıklarının ele alınış şekli aşağıda açıklanmaktadır;

- a) **Topoğrafya:** Topoğrafya, doğal yüzey yapısının değerlendirilmesini sağlayan başlıca ölçütlerden biridir. Yüzey yapısı, faaliyet için uygun arazinin belirlenmesi sürecinde çevresel, estetik ve ekonomik faydalar sağlamaktadır. Arazi topoğrafyasının nitelikleri göz önüne alınarak hakim rüzgar yönünün koku ve gürültü yayılımına neden olması önlenmektedir (Dilek ve Çelem, 2003; Küçükönder ve Karabulut, 2007). Aynı zamanda faaliyet alanının görünürlüğü arazi topoğrafyası sayesinde kontrol altına alınabilmektedir. Topoğrafya nitelikleri faaliyet alanının oluşturulması sürecini etkilemektedir. Arazinin doğal yüzey yapısı değerlendirilerek tesisin kurulum ve ekipman maliyetinin düşürülmesi mümkün olmaktadır. Atıkların doğrudan taşıma araçlarına yüklendiği tesislerde hafif eğimli arazilerin seçilmesi platform inşa edilmesine olan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Aktarma istasyonları için uygun yer seçiminde doğal yüzey eğiminin genel olarak % 8-10'un altında olması tavsiye edilmektedir (USEPA, 1995; USEPA 2001). Eğitimin yanı sıra yükseklik de önemli bir topoğrafya bileşenidir. Yükseklik farkı, enerji tüketimi ile doğrudan ilgilidir. Artan yükselti, atıkların aktarma istasyonuna taşınmasında enerji tüketimini artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ise taşımada kullanılan araçların yıpranmasına, daha çok yakıt tüketmesine ve maliyetin artmasına neden olmaktadır (USEPA, 1995; USEPA 2001).
- b) **Mevcut alan kullanımı:** Mevcut alan kullanımı kapsamında tarım alanı, mera ve çayırın korunması ve amaçları dışında kullanımlarının önlenmesi için yasalar çerçevesinde tedbirler alınmalıdır. Bunların dışında atık aktarma istasyonu yer seçimi sürecinde hariç tutulması gereken alanlar, ormanlar, doğal koruma alanları, tarihi ve arkeolojik sit alanları, askeri güvenlik bölgeleri, havaalanları ve rekreasyon alanlarıdır (USEPA, 2001; DHV Consultants, Tarihsiz; NSW, 2006).
- **Ormanlar:** Doğal olarak yetişen ormanlar ve emekle yetiştirilen ağaç toplulukları insan faaliyetlerinin planlanması sürecinde korunması gereken doğal çevre unsurudur. Ancak ülkemizde kamu yararı ve zarureti bulunması halinde katı atık aktarma istasyonu, bertaraf ve düzenli depolama tesislerinin kurulumuna izin verilebilmektedir (Orman Kanunu'nun 17/3 ve 18. maddelerinin Uygulama Yönetmeliği'nin 4. madde, 1. bendi). Böyle durumlarda bozuk orman gibi verimsiz orman tiplerinin seçilmesi ve faaliyetin çevresel etkilerinin azaltılması için teknik önlemler geliştirilmesi önem kazanmaktadır.
 - **Tarım arazileri:** Hızlı nüfus artışı, çarpık ve plansız kentleşme sorunlarının sonucunda başlıca zarar gören alanlardan biri tarım arazileridir. Bu duruma karşılık nüfusun hızla arttığı dünyamızda, her geçen gün biraz daha artan gıda talebi tarım

arazilerini çok daha kıymetli hale getirmektedir. Tarımsal verimliliği yüksek alanlar başta olmak üzere, iyileştirilerek tarımsal faaliyette kullanılacak nitelikteki arazilerin korunması gerekmektedir. Yasa ve yönetmelikler kuru tarım arazileri gibi tarım dışı amaçla kullanılacak daha uygun alternatif araziler bulunmadığı takdirde ihtiyaca cevap verecek miktarda diğer kuru tarım yapılan araziler ve ekonomik verim alınamayan dikili tarım arazileri kamu yararı gözetilerek, tarımsal faaliyetlere zarar vermemesi kaydıyla katı atıkların etkisiz hale getireleceği faaliyet alanının inşasına izin vermektedir. Bu kapsamda toplum ihtiyacını karşılayacak şekilde atık aktarma istasyonları konumlandırılırken tarımsal verimliliği yüksek araziler başta olmak üzere tarıma uygun araziler tercih edilmemeli ve yer seçimi sürecinde arazilerdeki tarımsal kullanım bütünlüğünün bozmamasına özen gösterilmelidir.

- *Tarihi, kültürel ve doğal açıdan korunması gerekli alanlar:* Tarihi ve kültürel alanların kültür ve tabiat varlıklarının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerine karşı koruma altına alınmaları planlama çalışmalarında önem arz etmektedir. Tarihi ve kültürel alanlar, jeolojik devirlerle, tarih öncesi ve tarihi devirlere ait olup günümüze kadar gelen çeşitli medeniyetlerin ürünü olup, yaşadıkları devirlerin sosyal, ekonomik, mimari ve benzeri özelliklerini yansıtan kent ve kent kalıntıları, kültür varlıklarının yoğun olarak bulunduğu sosyal yaşama konu olmuş veya önemli tarihi hadiselerin cereyan ettiği ender bulunan veya özellikleri ve güzellikleri bakımından korunması gerekli, yer üstünde, yer altında veya su altında bulunan sit alanları, tespiti yapılmış tabiat özellikleri ile korunması gereken alanlardır (2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, m.3). Aynı şekilde insan faaliyetlerinin flora ve faunaya zarar vermeden sürdürülmesi biyoçeşitliliğin korunması için önemlidir. Doğal çevre üzerinde hasara neden olunması sonucunda bölgede yaşayan türlerin yaşam alanına zarar verilebilmektedir. Bu durum endemik türlerin insan faaliyetlerinin sebep olduğu kirleticilerden etkilenmesine neden olmaktadır. Özellikle hassas bölgeler faaliyetin olumsuz etkilerine doğrudan veya dolaylı olarak maruz bırakılmaması gereken alanlardır. Bu nedenle çalışma alanı bölgesinde bulunan flora ve fauna tanımlaması yapılmalıdır. Faaliyet alanının birinci derece etkisi altında kalan alanlardaki biyolojik çeşitliliğin belirlenmesi için hayvan ve bitki türleri tanımlanmalı, koruma alanı olarak tanımlanmış alanlar faaliyet alanı olarak seçilmemelidir (USEPA 1995; USEPA 2002). Ülkemizde de milli park, tabiat parkları, sulak alanlar, tabiatı koruma alanları, doğal sit alanları gibi benzeri koruma statüsü

bulunan alanların; biyolojik çeşitliliğin, kültürel kaynakların korunması ve devamlılığının sağlanması amacıyla ilgili insan faaliyetlerinden korunması gerektiğini bildiren Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik (2012) gibi yasal yaptırımlar mevcuttur (T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012). Bu kapsamda Türkiye için hazırlanmış olan Atık Aktarma Merkezleri İçin Teknoloji ve Yer Seçimi Raporu'nda aktarma istasyonlarının tarihi ve arkeolojik sit alanlarına 800 metreden daha yakın olmaması tavsiye edilmektedir (Durmuş,H.,Yüz yüze görüşme, kasım 2015; DHV Consultants, Tarihsiz).

- *Havaalanları:* Atıkların taşındığı ve toplandığı alanlardan besin elde eden kuş türleri havaalanları için risk unsurudur (Yıldız vd.,2009; Washburn 2012). Atığın bulunduğu alanların kuş türleri için cazip olması nedeniyle atığın toplandığı bölgelerle havaalanlarının birbirine yakın mesafede olması tehlike arz etmektedir. Atıkla beslenme ihtimali olan canlı türlerinin doğal yaşam alanlarına uzak olacak şekilde uygun alan seçimi yapılması, havaalanlarının konumlarının tespit edilmesi, tesislerin kapalı olarak tasarlanması, bu olumsuzlukların önlenmesine katkı sağlamaktadır (Kreith ve Tchobanoglous 2002; Washburn 2012). Aktarma istasyonlarının havaalanları üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiyi azaltmak için katkı sağlayan diğer önlemler; yer seçimi sürecinde faunanın tanımlanması, ulusal ve uluslararası düzenlemeler, yasa ve yönetmelikler kapsamında uygun görülen asgari mesafeye uyulması ve kuş kaçırıcı ekipmanların kullanılmasıdır. Atık faaliyet alanı ve havaalanı arasında bırakılması gereken tampon mesafe her coğrafyada farklılık göstermektedir. Düzenli depolama sahası, aktarma istasyonu gibi tesislerin havaalanlarından uzaklığı Kanada için en az 8 km olarak belirlenirken, bu mesafe İngiltere'de 13 km'dir (Yıldız vd., 2009; Tucker 2008). Rafiee ve diğerleri (2011) tarafından İran için yapılan aktarma istasyonu yer seçimi çalışmasına göre aktarma istasyonlarının havaalanlarına en az 5 km uzaklıkta olması tercih edilmektedir. Bunların aksine, Jaiswa ve Bharat (2015), aktarma istasyonlarının havaalanları için olumsuz etkiye neden olmayacağını belirtmekte, aktarma istasyonları ve havaalanları arasındaki mesafenin yer seçimi sürecinde göz önüne alınmaması gerektiğini vurgulamaktadır.
- *Yerleşim yerleri:* Depolama sahası ve aktarma istasyonu gibi tesislerin varlığı yakın civarda yer alan yerleşim birimlerindeki yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu tesisler halk tarafından olumsuz algılanmakta, ayrıca emlak değerlerini de olumsuz etkilemektedir (Kimball ve Weaver, 1983; Beloff vd., 2000; Eshet ve diğerleri, 2006;

Feo ve Gisi, 2014). Aktarma istasyonlarının olası çevresel etkilerinin önlenmesi ve insanların yaşam kalitesinin düşürülmemesi için aktarma istasyonları yerleşim birimlerinden ve diğer potansiyel risk taşıyan rekreasyon alanları, okul, hastane ve ibadethane gibi sosyal alanlardan uzakta konumlandırılmalıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Yönetimi Yönetmeliği'nde yerleşim alanlarının aktarma istasyonlarının neden olabileceği olumsuz etkilerden korunması için belli bir tampon mesafe belirtilmemiştir. Dünyada uygulanan diğer uygulamalara bakıldığında Kanada Çevre Bakanlığı tarafından aktarma istasyonlarının konut, okul, hastane, ibadethane, diğer kamu binaları ve çocuk oyun alanları gibi kullanımlara en az 100 metre, endüstriyel ve ticari alanlara en az 100 metre, yayalara öncelikli yollara en az 30 metre mesafede olması gerektiği bildirilmektedir (Tucker, 2008; USEPA, 2001). DHV Consultants kaynağında ise aktarma istasyonları ile yerleşim birimleri, rekreasyon alanları arasında en az 500 metre mesafe bırakılmasını tavsiye etmektedir.

- *Endüstriyel alanlar, eski yapı ve depolar, kirletilmiş alanlar:* Aktarma istasyonlarının çevresel açıdan olumsuz etkileri, ticari ve endüstriyel alanlarda olumsuz olarak değerlendirilmediğinden, bu istasyonların ticari ve endüstriyel alanlar içerisinde veya bu tür kullanım alanlarına yakın arazilerde konumlandırılması yasa ve yönetmelikler açısından uygunluk arz etmektedir. Atık aktarma istasyonlarının ticari veya endüstriyel alanlarda yer alması, yasa ve yönetmeliklerden gelen tampon bölge sınırlamalarının ortadan kalkmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, bu tarz alanlardaki eski depo gibi aktarma istasyonlarında ihtiyaç duyulan yapı niteliklerini taşıyan binalar yeniden kullanılarak aktarma istasyonlarının kurulum maliyeti azaltılabilmektedir. Arazinin gereken niteliklere sahip olması durumunda, eski binaların/depoların yeniden kullanılması sayesinde yeni bir alan bulunmasına gerek kalmayacaktır. Ayrıca yapım malzemelerinin yeniden kullanımı ile yeni istasyon kurulumundan kaynaklanacak hafriyat atığı oluşumu önlenecektir. Aktarma istasyonu olarak seçilecek binaların genellikle 7,5 - 9 metre yüksekliğinde olması tercih edilmektedir. Bu yapılar, aktarma faaliyeti yoğunlaştığında sağlık ve güvenlik tehditleri oluşturmamalı, gelen araçların bekleyebilmesi için yeterli park alanına sahip olmalıdır. Aktarma istasyonunun inşa edileceği alanda geçirimsiz zemin oluşturulmalıdır. Binanın depreme ve operasyon sürecinin neden olacağı titreşime dayanıklı olup olmadığı da sorgulanmalıdır. Ayrıca binanın çevreye, yerleşim birimlerine ve trafik akışına engel olmayan bir alanda olması gerekmektedir (USEPA,2001; Chandrappa ve Bhusan, 2012). Eski düzensiz depolama

sahalarının bulunduğu alanların değerlendirilerek uygun bulunması halinde aktarma istasyonu faaliyet alanı olarak kullanılması, geçmişte eski depolama sahasına atık getirilmesine alışık olan halkın kurulacak tesisi tehdit unsuru olarak algılamasını önleyecek ve kuruluma onay vermesi ihtimalini artıracaktır . Böylelikle aktarma istasyonlarının yer seçimi sürecinde halkın olumsuz tepkisi önlenirken olumsuz çevresel ve sosyal etkiler azaltılacaktır.

➤ **Çevresel unsurlar**

Alanyazın çalışmaları incelendiğinde aktarma istasyonu faaliyet alanı yer seçiminde çevresel unsurlar olarak toprak tipi, toprak yapısı, jeolojik yapı, hidroloji, iklimsel özellikler ve halkın onayının dikkate alındığı görülmektedir.

- a) **Toprak:** Ekosistemin önemli bir parçası olan toprak katmanı, çevre ve insan varoluşu için önemlidir. Aktarma istasyonu yer seçiminde toprak katmanının faaliyetten zarar görmemesine dikkat edilmelidir. Toprak bitkilerin ve diğer canlıların beslenmesinde ve su kaynaklarının korunmasında önemli işlevlere sahiptir. Toksik kirleticiler, yüzey akışı, erozyon gibi su ve hava kirliliğinin dolaylı etkisi toprak kirliliğine sebep olabilmektedir. Erozyon, yanlış kullanım ve toprak kirliliği gibi nedenlerle toprak kayıpları yaşanabilmektedir. Planlama başlığı altında mevcut alan kullanımı kapsamında da ele alındığı gibi tarım arazilerinin giderek azaldığı ve bu alanlara ihtiyaç duyan nüfusun arttığı günümüzde, yer seçimi sürecinde toprak karakterizasyonu yapılarak verimli toprakların faaliyet alanı olarak seçilmemesi, faaliyetten kaynaklanabilecek olası kirleticilerin yeraltı sularına karışmasını önleyecek geçirimsizliği sağlayan toprak tiplerinin seçilmesi önemlidir (Lee ve George, 2000).
- b) **Jeoloji:** Zeminin yapısını oluşturan jeolojik materyalin özelliklerinin zemin güvenliği açısından değerlendirilmesi gereken durumlarda jeoloji verisinin tanımlanarak değerlendirilmesi faaliyet alanı yer seçiminde önem arz etmektedir. Yer seçimi sürecinde jeolojik yapı değerlendirilerek önemli jeolojik yapılar ve yeraltı suları gibi korunması gereken doğal yapıların faaliyetten etkilenmesinin önüne geçilmesi ve çökme riski ile sismik aktivitelerin oluşturduğu risklerden kaçınılması mümkündür (Lee ve George, 2000; NSW, 2006). Bunların yanı sıra, alanyazın çalışmaları incelendiğinde aktarma istasyonları yer seçimi sürecinde zemin güvenliğinin yüksek önem taşımadığı durumlarda jeolojik verilerin yorumlanmasını gerekli görmeyen çalışmaların olduğu da saptanmıştır (Jaiswa ve Bharat, 2015). Ancak deprem ve çökme gibi uygulama alanının

jeolojik niteliğinden kaynaklanabilecek olası afetlerin çevresel felaketlere neden olmaması için faaliyet alanının jeolojik niteliğinin gözönüne alınması faydalıdır.

- c) **Hidroloji:** Ekosistemde yer alan tüm canlılar için hayati unsurlardan biri olan su kaynaklarındaki biyolojik, kimyasal veya termal kirlilikler toprağı ve ekosistemi olumsuz şekilde etkilemektedir. Bu nedenle yüzey suları ve yeraltı suları insan faaliyetlerinin neden olabileceğı etkilerden korunması gereken varlıklardır. Yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesi tarım arazilerini, sulak alanları ve bu alanlarda yaşayan canlı türlerini ve insanları etkilemekte, haşere ve diğer hastalık taşıyıcı canlıların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Lee ve George 2000). Atıkların hastalık yapıcı organikler ve toksik maddeler içermesi durumunda bu canlılar doğrudan veya dolaylı şekillerde hastalıkların yayılmasına ve toksik etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Atıklarla beslenen kuşlar, atıklardan bulaşan kirleticileri göllere, barajlara ve rezervuarlara taşıyarak içme suyu kaynaklarının özelliklerinin bozulmasına neden olabilmektedir. Bu durum atıklarla beslenen canlıları ve besin zincirinde yer alan diğer canlıları da tehdit eden hastalıkların yayılmasına, hatta ölümlere sebebiyet vermektedir (Shah 2000; Malkoç, 2004; Yıldız ve diğerleri 2009). Organik içerikli atıkların bozunmasıyla oluşan sızıntı suları, yüzey suları ve yeraltı sularının nitrat ve ağır metal ile kirlenmesine neden olmaktadır. Yağışlar, yüzey akışı ve erozyon, kirletici maddelerin toprağı ve su kaynaklarına yayılımını artırmaktadır. Yüzey ve yeraltı sularını aktarma istasyonlarının potansiyel etkilerinden korumak için tesis ve su kaynakları arasında ilgili yönetmelikler çerçevesinde tampon alan oluşturacak mesafe bırakılmalı, yeraltı su seviyesi yüksekliği mutlaka değerlendirilmelidir. Yeraltı suyunun yüzeye yakın olduğu bölgelerde zeminin geçirimsizliği de göz önüne alınması gereken bir diğer önemli faktördür (NSW,2006;USEPA,1995;USEPA,2000). Bu bilgiler ışığında, bazı kaynaklara göre aktarma istasyonlarının bulunduğu nokta merkez alınarak oluşturulan 5 km yarıçapındaki bölge içinde kalan sulak alanlar, taşkın bölgeleri, göller, su birikintileri, nehirler ve diğer doğal su yolları, mevcut barajlar, göletler ve içme suyu kaynakları aktarma istasyonlarının potansiyel etkilerinden korunması ve takip edilmesi gereken alanlardır. Çevresel etkileri olan bu tür tesislerin yakınlarında yer alan mevcut yüzeysel ve yeraltı sularının işletme öncesi, işletme süresi ve işletme sonrasında su kaynaklarının miktarı, kalitesi, ekosistem tipi gibi niteliklerinin kayıt altına alındığı gözlem ağı planlanmalıdır (Lee ve George 2000; USEPA, 2001; Kumar vd. 2006; Singh ve diğerleri 2008; Yang ve diğerleri 2008; Tucker,2008). Özetle, yasa ve yönetmelikler

ve yerelin coğrafi özellikleri doğrultusunda su kaynaklarının korunması için gerekli tampon bölgeler oluşturulmalı ve bölgede bulunan su kaynaklarının sürekli takibi yapılmalıdır.

- d) **İklim:** İklim koşulları atık yönetim sistemini etkileyen başlıca faktörlerdendir. Rüzgar, nem ve yağış miktarı gibi iklim koşullarına bağlı değişkenler aktarma istasyonlarının yer seçimi sürecini, bina tasarımını ve operasyon sürecini etkilemektedir (USEPA, 2001; Jaiswa ve Bharat, 2015). Yiyecek atığı ve bahçe atığı gibi organik içerikli atıkların bozunma hızı sıcaklık ve nem gibi iklimsel özelliklerden etkilenmektedir. Sıcaklık ortalaması ve nemin yüksek olduğu bölgelerde atığın hızlı bozunması koku sorunu, haşere sorunu ve benzeri sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Rüzgar yönü; depolama sahası, aktarma istasyonu ve kompostlama tesisi gibi koku sorunu yaratabilen tesislerin yakın çevrede bulunan yerleşim birimlerinde faaliyetten kaynaklı koku probleminin şiddetini etkileyen bir unsurdur. Hakim rüzgar yönünün belirlenmesi ve aktarma istasyonlarının konumunun, potansiyel kokunun rüzgar ile taşınma riski olan alanlar göz önüne alınarak seçilmesi önemlidir. Hizmet alanına düşen yıllık yağış miktarı, yüzey eğimi ve zemin yapısına bağlı olarak değerlendirilmelidir. (Dilek ve Çelem, 2003; Küçükönder ve Karabulut, 2007; Jaiswa ve Bharat, 2015).
- e) **Halkın onayı:** Faaliyet alanı yer seçimi sürecinde önemli aşamalardan biri halkın proje hakkında bilgilendirilmesi, görüş ve önerilerinin alınmasıdır. Çevresel etkilerin kontrol altına alınmış olmasının yanı sıra halkın alışkanlıklarına ve taleplerine uygun olan arazi seçimi ve istasyon tipi oluşturulması gerekmektedir.

➤ **Sosyo-Ekonomik faktörler**

Bu bölümde atık aktarma istasyonları yer seçimi sürecinde çevreye olan etkilerinin kontrol altına alınması amacıyla değerlendirilmesi gereken sosyo-ekonomik faktörler değerlendirilmiştir.

- a) **Demografik veriler:** Atık yönetiminde bölgesel planlama yapılabilmesi ve planlamanın verimli olması, toplanacak atık miktarına ve içeriğine bağlıdır. Kentlerde oluşan atığın miktarını etkileyen temel unsur ise nüfustur. Toplama, taşıma, aktarma, bertaraf gibi katı atık hizmetlerinin verilebilmesi için atık hizmetlerinin sunulacağı bölgenin ve nüfusun tanımlanması gerekmektedir. Nüfus yoğunluğu verisi ve konumu atık aktarma istasyonlarının uygun yer seçiminde başlıca parametrelerden biridir. Nüfus yoğunluğunun yüksek ya da düşük olmasına göre istasyonun konumlandırılması ve

ihtiyaç duyulan faaliyet alanı büyüklüğü değişkenlik gösterecektir (DHV Consultants,Tarihsiz).

b) Altyapı hizmetlerine erişilebilirlik (elektrik, su, kanalizasyon): Atık aktarma istasyonu yer seçiminde seçilen uygun alanın servis hizmetleri ağının içerisinde bulunması tesisin kurulum ve işletim maliyetlerinin düşürülmesi açısından önemlidir. Aktarma istasyonları işletim sürecinde kompaktör gibi ekipmanların kullanımında ve aydınlatma ihtiyacının karşılanmasında elektrik enerjisine; tesis temizliği ve idari binada kullanım için kullanma suyuna ve atıktan kaynaklı çöp suyu ile kontamine olmuş yağmur suyu ve tesis temizliğinden kaynaklanacak atıksu için kanalizasyon bağlantısına ihtiyaç duyulmaktadır. Servis hizmetlerine ulaşım olmayan kırsal alanlarda elektrik enerjisi alternatif enerji kaynaklarından elde edilebilir. Kuyu suyu, kırsal bölgelerde su kaynağı olarak kullanılabilir. Kanalizasyon bağlantısı olmayan bölgelerde atıksuyun septik tanklar ile toplanması uygundur. Altyapı hizmetlerinin mevcut olması ya da yakın olması faaliyet alanı kurulumu maliyetlerini düşüreceğinden, altyapı hizmetlerine sahip alanlar tercih sebebi olmaktadır (USEPA, 2001; DHV Consultants, Tarihsiz).

c) Arazinin büyüklüğü, büyüme kapasitesi ve maliyeti:Sahanın büyüklüğü aktarma istasyonuna taşınacak atığın miktarına, istasyona kabul edilecek atığın türüne ve istasyon tipine bağlıdır. Servis alanının belirlenmesi ile taşınacak atık miktarı, türü ve süreç bilgileri ışığında aktarma istasyonu için gerekli saha büyüklüğü hesaplanabilmektedir.Yeterli saha büyüklüğü, tesisin neden olacağı çevresel etkilerin kontrol altına alınması konusunda önem arz etmektedir. Atık oluşum potansiyelinin artması, aktarma istasyonuna atık ayırma, geri kazanım ve kompostlama gibi faaliyetlerin dahil edilmesi ihtiyacı, sahanın genişlemesini gerektiren durumlardır. Yeterli arazi büyüklüğüne ek olarak gelecekte arazinin genişleyebilme kapasitesi de göz ardı edilmemesi gereken bir unsurdur. Arazi mülkiyet bilgisi ve maliyeti yer seçimi karar aşamasını etkileyen ekonomik bir unsurdur. Arsanın mülkiyet bilgisi ve ekonomik değeri alternatif sahaların değerlendirilmesinde karar sürecini etkilemektedir (USEPA, 2001).

➤ **Ulaşım ile ilişkili faktörler**

Bu bölümde atık aktarma istasyonu yer seçimi sürecinde ulaşım faktörü ile ilişkili ele alınması gereken unsurlar değerlendirilmiştir.

a) Atık kaynakları ve nihai varış noktalarının konumları: Aktarma istasyonlarının yer seçimi sürecinde atıkların oluştukları kaynakların konumları, miktarları, nihai varış

noktalarının konumları ile bu faaliyet alanlarının türü ve kapasitesi gibi niteliklerinin tanımlanması gerekmektedir. Yer seçimi işleminde çevrenin korunması ve ekonomik açıdan fayda sağlanması temel amaçtır. Bu kapsamda USEPA (2001), nihai varış noktasına 25-30 kilometreden daha yakın olan atık üretim merkezlerinin atığın, atık toplama araçları ile doğrudan nihai varış noktasına taşınmasını tavsiye etmektedir. Etkili bir taşıma süreci için önemli bir diğer kriter, atığın toplandığı bölge ile atık aktarma istasyonu arasındaki mesafenin 15 kilometreden fazla olmamasıdır.

- b) **Ana ulaşım ağlarına erişilebilirlik:** Aktarma istasyonlarının yer seçiminde başlıca kriterlerden biri ulaşım ağlarına erişilebilirliktir. En uygun konum, aktarma istasyonunun ana arterlere (ana karayolları, raylı sistemler yada su yolu ile taşımacılık) ulaşımının doğrudan ve kolay yapılabildiği rotalara yakın olmasıdır. Atığın olduğu konum ve son ulaşım noktası ile arasındaki mesafenin çok fazla olduğu metropol kentlerde raylı sistemler karayollarındaki trafik yükünün azalmasına katkı sağlayan alternatif bir ulaşım ağı olarak tercih edilebilmektedir. Böylece karayolu trafiğinin yayalar ve çevre üzerinde oluşturduğu risk faktörü, yakıt tüketimine bağlı ortaya çıkan emisyon değerleri ve gürültü azaltılmış olmaktadır. Karayolu ile ulaşımın mümkün olmadığı bölgelerde su yolu ile taşımacılık atıkların güvenli bir şekilde nihai bertaraf noktasına taşınmasında kullanılmaktadır. (USEPA,2001; Kreith ve Tchobanoglous 2002).
- c) **Trafik düzenlemeleri:** Trafik düzenlemelerinin getirmiş olduğu sınırlamalar faaliyet alanı yer seçimini etkileyen unsurlardan biridir. Aktarma istasyonlarının trafik düzenlemeleri ve mevcut trafik yoğunluğu dikkate alınmadan konumlandırılması ve tasarlanması trafikte sorunlara neden olabilmektedir. Yer seçimi ve güzergah belirleme işlemleri yaya yollarının ve araç trafiğinin olumsuz yönde etkilenmesine ve kaza riskine neden olabilmektedir. Trafik düzeninin olumsuz etkilenmemesi için mevcut trafik düzenlemeleri ve trafik yoğunluğu bilgileri doğrultusunda tesisin konumu, tasarımı ve operasyon saatleri planlanmalıdır (USEPA, 2001; Kreith ve Tchobanoglous 2002; DHV Consultants 2006).

➤ **Şehir estetiği**

Depolama sahası, kompostlama, atık yakma tesisi ve aktarma istasyonu gibi tesisler halkın genelde sağlık ve güvenlik konularında potansiyel risk taşıdıkları inancıyla yakın çevrelerinde bulunmasını istemedikleri faaliyet alanlarıdır. Bu tesislerin görünürlüğü sosyal ve estetik sorunlara neden olabilmektedir. Bu nedenle aktarma

istasyonu ve atık taşıma rotaları yerleşim alanları, cazibe merkezileri gibi konumlardan görülmeyecek şekilde planlanmalıdır. Kentin estetiği, tarihi ve mimarî dokusu ile doğal çevresi göz önünde bulundurularak tesisin konumlandırılması ve tasarımına yönelik kriterler değerlendirilmelidir. Eğim, görünürlüğünün kontrol altına alınmasına kullanılabilir önemli bir topografik veridir. Peyzaj tasarımında kullanılan yaprak dökmeyen ağaç türleri ile de görünürlüğün kontrol altına alınmasında etkili çözümler sunabilmektedir (USEPA, 1995; DHV Consultants 2006).

➤ **Yasal mevzuat**

Tezin farklı bölümlerinde de sıklıkla vurgulandığı üzere, yer seçimi süreci faaliyet tipine ve uygulama alanına göre değişkenlik gösteren bir işlemdir. Yer seçimi sürecinin bölgesel koşul ve ihtiyaçlara uygun şekilde gerçekleştirilmesinde, mevcut alan karakterleri, ulusal yasa ve yönetmelikler ile gerekli hallerde uluslararası yasa ve politikalar değerlendirilmelidir.

2.2.4. Aktarma istasyonlarıyla ilgili ulusal mevzuat

Bölgesel ve küresel çevre sorunlarının çözümüne yönelik ülkemizin taraf olduğu uluslararası anlaşmalara bağlı olarak ulusal hak ve yükümlülükler çerçevesinde yerine getirilmesi gereken sorumluluklar doğrultusunda çevrenin korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve çevre sorunlarının çözümüne yönelik gerekli teknik, idarî, malî ve hukukî düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Çevre üzerinde tahrip potansiyeli yüksek olan sorunlardan biri olan atık sorunu, ülkemizde 1930'lu yıllardan itibaren yasal düzenlemelerde yer almıştır. 1930 yılında yürürlüğe giren 1580 sayılı Belediye Kanunu ile 1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu, atıkların toplanması, depolanması, halk sağlığının korunması için gerekli önlemlerin alınması gibi hususlara ilişkin düzenlemeler içermektedir. Bu tarihten itibaren gerçekleştirilen diğer yasal düzenlemelerde atık yönetimine ilişkin doğrudan ya da çevre ve insan sağlığının korunması bağlamında dolaylı hükümler yer almıştır (Sayıştay Başkanlığı, 2007).

Çevrenin korunması ve sürekli iyileştirilebilmesi için uluslararası uyumluluğu sağlanan ulusal yasalar, değişim ve gelişmeler doğrultusunda sürekli olarak iyileştirilmektedir. Atık yönetimi hakkında gerekli teknik, idarî, malî ve hukukî düzenlemeler Çevre ve Şehircilik Bakanlığının koordinasyonunda yapılmaktadır. Çevre

ve Şehircilik Bakanlığı Merkez Teşkilatı, atık yönetimi politika ve stratejilerinin belirlenmesi, sürekli geliştirilmesi ve ilgili kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyon ve işbirliğinin sağlanması, atık yönetimi uygulamalarının yönetilmesi ve yönlendirilmesinden sorumludur. Atık yönetim stratejisinin temel kaynaklarını Anayasa, yasalar, yönetmelik ve diğer düzenlemeler ile uluslararası anlaşmalar, ulusal planlar ve programlar oluşturmaktadır. Denetim, bilgi verme ve bildirim yükümlülüğüne ilişkin usûl ve esaslar bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle düzenlenmektedir Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2011).

2872 Sayılı Çevre Kanunu'nun 11. maddesinde "Atıkların üretiminin ve zararlarının önlenmesi veya azaltılması ile atıkların geri kazanılması ve geri kazanılabilen atıkların kaynağında ayrı toplanması esastır. Atık yönetim plânlarının hazırlanmasına ilişkin esaslar, Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir." hükmü yer almaktadır. Atık yönetiminin temel uygulayıcı birimleri yerel yönetimlerdir.

Atıkların toplanması, taşınması, geri kazanımı ile çevre ve insan sağlığına olumsuz etki oluşturmadan nihai bertarafına ilişkin yükümlülük, yetki ve sorumluluklar 5393 Sayılı Belediye Kanunu'nun 14. ve 15. maddeleri ile belediyelere ve 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nun 7. maddesi ile büyükşehir belediyelerine verilmiş görevlerdir.

Ancak uygulama sürecinde kaynak yetersizliği gibi nedenlerle yetersiz kalan atıkların yönetimi hizmetinin iyileştirilmesi ve atıkların etkili yönetimi bağlamında Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda, Ulusal Gündem 21 belgesinde ve AB Müktesebatının Üstlenilmesine Dair Ulusal Program'da taahhüt edildiği gibi başta büyükşehirler olmak üzere tüm belediyelerde atık yönetim birimlerinin kurulması sağlanarak, bu alandaki faaliyetlerin tek ve uzmanlaşmış bir birim tarafından planlanması ve yürütülmesi, atık yönetiminin bölgesel ölçekte ele alınması gerekliliği belirtilmiştir ⁷.

T.C. İklim Değişikliği Eylem Planı 2011-2023 raporunda atık sektörünün amaçlarından olan Etkili Atık Yönetiminin Sağlanması'nın hedeflerinden biri; "2005 yılı baz alınarak düzenli depolama tesislerine kabul edilecek biyobozunur atık miktarının, 2015 yılına kadar ağırlıkça %75'ine, 2018 yılına kadar %50'sine, 2025 yılına kadar %35'ine indirilmesi"dir. Bu hedef kapsamında "Belediyeler/Belediye Birlikleri

⁷ http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wp-content/uploads/2015/01/Sekizinci_Kalkinma_Plani.pdf/(Erişim Tarihi:23.06.2015)

tarafından Entegre Atık Yönetim Planları(EAYP)'nın hazırlanarak uygulamaya konulması"; bu bağlamda 2011-2020 yılları arasında "park, bahçe ve organik atıkların envanterinin çıkarılması, geri kazanım çalışmalarının yapılması ve bunların Entegre Atık Yönetim Planı (EAYP)'na entegre edilmesi" ve 2013-2020 yılları arasında "katı atık toplama, taşıma ve bertaraf sisteminin en az mesafe kat edecek şekilde optimizasyonunun yapılması ve atıkların bertaraf tesisine taşıma mesafesi ve taşıma koşullarının uygun olmadığı bölgelere aktarma istasyonlarının kurularak EAYP'ye işlenmesi" hedeflenmiştir. Böylece biyobozunur atık miktarının azaltılması, atık yönetiminin sürdürülebilirliğin sağlanması, doğal kaynakların korunması ve AB'ye uyum faydalarının elde edileceği belirtilmektedir Çevre ve Şehircilik Bakanlığı,(2011).

Atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden atık oluşumunun azaltılması, atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması ve atık yönetiminin sağlanmasına yönelik esasları belirleyen Atık Yönetimi Yönetmeliği 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte 2015 yılına kadar ulusal ve uluslararası düzenlemeler kapsamına verilen taahhütleri destekleyici maddeler yer almaktadır. Bu yönetmeliğin 5. maddesinin p bendinde yer alan "Belediye atıklarının yönetimi, iklim, nüfus, atık miktarı, coğrafi koşullar, optimum taşıma mesafesi göz önünde bulundurularak en geniş bölgenin faydalanabileceği şekilde bölgesel düzeyde sağlanır." ibaresi, aynı yönetmeliğin 14. maddesindeki "Bakanlık, 5 yıllık ulusal atık yönetim planı/planlarını hazırlamak/hazırlatmakla yetkili ve görevlidir." hükmü, yine 5.maddesindeki "belediye atıklarının taşınmasının ekonomik olmasının sağlanması amacıyla taşıma hattında trafik yüküne neden olmayacak şekilde çevresel önlemler alınarak uygun yerlerde aktarma istasyonları kurulabilir." ifadesi aktarma istasyonları açısından önem arz etmektedir. Aynı madde gereğince bu istasyonlarda toplanan atıkların atık işleme tesislerine taşınmasının sağlanması ve aktarma istasyonlarının koku, toz, gürültü ve görünüş yönünden çevreyi kirletmemesi için, boşaltma işleminin yapıldığı yerlerin, kapalı olarak inşa edilmesi gerekmektedir. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015).

Sonuç olarak T.C Çevre Mevzuatı kapsamında büyükşehir belediyeleri kentlerde oluşan atıkları doğal kaynaklara zarar vermeden en ekonomik şekilde nihai varış noktalarına ulaştırmak, il sınırları içerisinde oluşan atıkları kapsayan atık yönetimi planı oluşturarak, gerekli görüldüğü koşullarda ilgili yönetmelikler kapsamında çevreyi

kirletmeyerek ve insanları rahatsız etmeyerek aktarma istasyonlarının yerlerinin belirlenmesi ve kurulmasıyla yükümlüken, ilçe belediyeleri atıkları kaynağından toplayarak belirlenen aktarma istasyonlarına getirmekle görevlidir. Böylece il ölçeğinde oluşan belediye atıklarının etkili bir şekilde yönetilmesi amaçlanmaktadır. Çarpık kentleşme ve düzenli olmayan nüfus dağılımı ve sürekli artan atık miktarı, alan kullanımı gibi sorunların zorlaştırdığı atık yönetimi sürecinin etkili bir şekilde yönetilmesi yasal bir zorunluluktur ve atık aktarma istasyonları atıkların etkili şekilde yönetilmesine katkı sağlayan faaliyet alanlarıdır.

2.3. CBS ve UA

Bu bölümde, günümüzde, bilimsel proje ve araştırmalardan günlük ihtiyaçların ve hizmetlerin karşılanmasına kadar pek çok kullanım alanı olan CBS ve UA'nın tanımı, gelişim süreci, sağladıkları faydalar ve kullanım alanları ile CBS ve UA'nın çevre yönetimindeki yeri ele alınmıştır. Bu çerçevede özellikle aktarma istasyonları için uygun yer seçimi süreçlerindeki rollerine değinilmiştir.

2.3.1. CBS ve UA kavramı

Teknoloji geliştikçe bilgiye ve bilgi teknolojisine duyulan ihtiyaç her geçen gün daha da artmaktadır. Eğitim, sağlık, sosyal güvenlik, planlama gibi konularda hizmet almak ve hizmet vermek, farklı türdeki bilgilere kolay ve hızlı erişme beklentisi bilgi teknolojilerine duyulan ihtiyacı artırmıştır. Bilgisayar teknolojisini gerekli hale getiren olgu, bilgi toplumunun bilgileri kolay temin etme, paylaşma, saklama ve bilgiye hızlı erişme ihtiyacıdır. Yaşanan teknolojik gelişmeler ve internet tabanlı uygulamalar sayesinde, günümüzde bu beklentilerin büyük bir kısmı rahatlıkla karşılanabilir hale gelmiştir.

Bilgiye olan bu ihtiyacın baş gösterdiği alanlardan biri de mekânsal planlama ve karar verme süreçleridir. Dünyada meydana gelen sorunların büyük bir çoğunluğunun alandan/konumdan bağımsız düşünülmesi mümkün değildir. Alana ilişkin sorunlar, alanla ilgili olmayan bilgiler, başka bir deyişle sözel veriler de içermektedir. Planlama ve karar süreçlerinde hem konumsal bilgilerin hem de konumla ilişkili sözel bilgilerin aynı ortamda saklanması ve analiz edilmesi gerekmektedir.

Bu çerçevede CBS, günlük yaşamda karşılaşılan konuma ilişkin pek çok sorunun hızlı ve etkili şekilde çözülmesine katkı sağlayan bir bilgi teknolojisi olup, doğru ve hızlı şekilde karar üretilmesinde fayda sağlayan bir araçtır. Bir çok farklı amaçla kullanılan CBS, alanyazında çeşitli şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tanımlamalardan bazıları aşağıda verilmiştir:

- Cowen, CBS'yi, karar vericiler için doğru kararlar üretmelerini sağlayacak bilgi ve alternatifleri sunan, etkili, doğru kararlar verilmesine ve organizasyona yardımcı olan veri tabanı yönetim sistemi olarak tanımlamıştır (Nyerges, 1993).
- Avouris ve Page (1995) CBS'yi, bilgisayar yardımı ile konumsal bilgileri sayısal ortama taşıyan bir araç; yazılım, donanım, veri ve uygulamalar içeren bir sistem olarak tanımlamaktadır. Sistem sayısal mekânsal (konumsal) verinin tutulmasını, güncellenmesini, işlenmesini, analiz edilmesini ve alfanümerik ve grafik formda sunumunu sağlamaktadır.
- CBS, yeryüzü ile ilgili coğrafi bilgilerin toplanması, saklanması, incelenmesi, bilginin yayılmasını sağlayan yazılım, donanım, personel ve yöntemlerin bir araya toplanarak coğrafi referanslı bilgi gösterimini sağlayan araçtır (Chou, 1997).
- CBS, yeryüzünde meydana gelen değişimlerin kaydedilmesi, mekânsal ilişkinin analiz edilmesi, harita oluşturulması; modelleme yapılması, görselleştirme ve aktarma işlemlerini yöneten araçtır (Berke vd., 2006).
- Çabuk (2011) ise CBS ile ilgili şu tanımlı yapmıştır; “CBS, vektörel ve sözel verilerin aynı ortamda toplanması, depolanması, güncellenmesi, amaçlar doğrultusunda sorgulanmasını sağlayan mekâna ait her türlü veri, donanım, yazılım ve personelden oluşan sistemdir”.

Özetle, Şekil 2.5'de de görüldüğü gibi CBS, kartografik haritaların, uydu görüntülerinin, konumsal olmayan sözel veriler gibi farklı yapıda çalışma için gerekli her türlü verinin toplanarak saklandığı, işlenebildiği, görselleştirilebildiği ve analiz edilebildiği, analizler sonucunda ihtiyaca bağlı harita, istatistiksel tablo vb. çıktılarının ortaya konduğu bir sistemdir⁸. Tanımından da anlaşılacağı gibi CBS'nin genel çerçevesine veri, bilgi, veri

⁸ https://iversity.org/en/my/courses/disasters-and-ecosystems-resilience-in-a-changing-climate/lesson_units/38316 (Erişim Tarihi:12.01.2016)

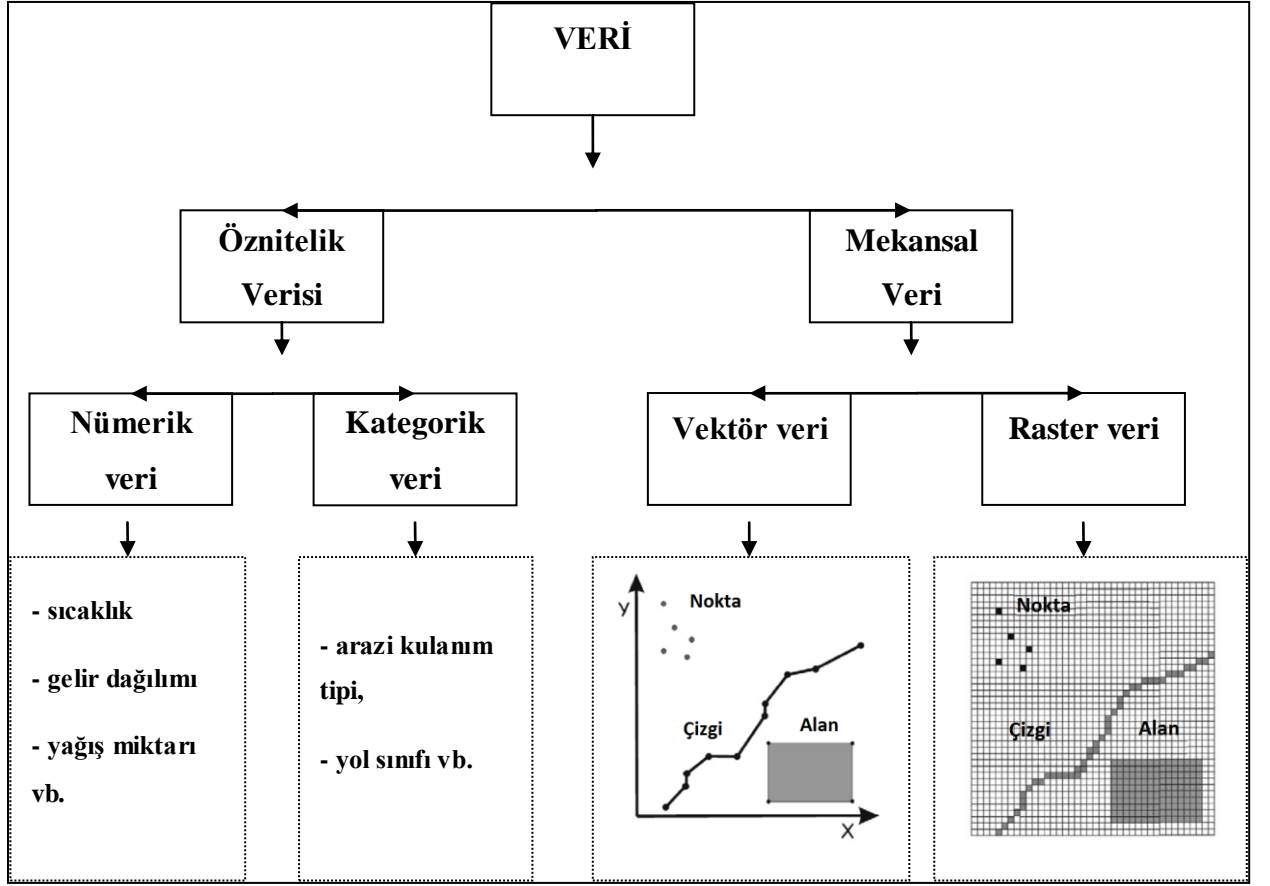
tabanı, yazılım, donanım gibi önemli bazı kavramlar dahildir. Veri; CBS'yi meydana getiren temel bileşenlerden biri olarak, yapılan gözlem ya da işlem sonucunda ortaya çıkan sonuçların rakamlarla ya da harflerle ifade edilmesine yaramaktadır. Verilerin işlenmesi ve amaca uygun olacak şekilde değerlendirilerek anlamlı hale getirilmesi sonucunda bilgi elde edilmektedir. Veri tabanı; çalışma esnasında gerek duyulan birbirinden farklı ama birbiri ile ilişkili veri topluluğudur. Bilgi sistemi; temelini veri tabanlarının oluşturduğu, verilerin yönetimini sağlayan donanım ve personelden oluşan sistemdir. Bilgi sistemleri, sözel ve konumsal tanımlamanın yapıldığı, grafik olarak ifade edilen konumsal olan verilerin ve yalnızca sözel ifade edilen konumsal olmayan verilerin ayrı ayrı ancak tek bir platformda yönetimini sağlamaktadır (Çabuk, 2013).



Şekil 2.5. Girdi Verileri, CBS İle Yapılabilen İşlemler ve Çıktı Verileri

CBS ortamında kullanılacak veriler bilgisayar ortamında işlenmektedir. Bilgisayar sistemleri; yazılım ve donanımdan oluşmaktadır. CBS'yi meydana getiren unsurlardan donanım; verinin saklanması, işlenmesini ve coğrafi bilginin oluşturulmasını sağlamakta; ağ teknolojileri ve internet sayesinde bu bilgiler diğer kullanıcılar ile paylaşılmaktadır. Yazılım; coğrafi verinin işlenmesini, sözel ve coğrafi verinin tek bir veri tabanında saklanmasını sağlamaktadır (Lo ve Yeung 2002). CBS'nin temel bileşenlerinden personel; yöntemi belirleyen, analizi yapan, kriterleri belirleyen, veri toplanması için arazi çalışmaları yapan, verileri sisteme giren ve verileri işleyen kişilerdir (Çabuk, 2013).

CBS'nin önemli bir bileşeni olan veri kaynağının içeriği amaca göre değişmektedir. Şekil 2.6'da CBS'de veri tipleri özetlenmektedir^{9 10}.



Şekil 2.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Tipleri

Coğrafi veri; yeryüzü ile ilgili bir objenin veya bir eylemin niteliğini, konumunu saklayan veri olarak ifade edilmektedir. Jeozedik kontrol ağları ile referanslı olan coğrafi veri; öznitelik verisi ve konumsal veri yapılarından oluşmaktadır (Lo ve Yeung 2002). Öznitelik verisi; konumsal bir nesnenin karakteristiğini tanımlayan ancak konumsal bilgi içermeyen veri yapısıdır. Öznitelik verisi nümerik, metin, tarih ya da mantıksal gösterim biçiminde olabilmektedir. Konumsal veri; yeryüzü ile ilgili bir nesnenin coğrafi konumunu belirtmek için kullanılan veridir. Nesnenin yeryüzündeki mutlak veya göreceli konumları nokta, çizgi, poligon gibi grafik elemanları ile tanımlanmaktadır. Konumsal veri, raster ve vektör veri yapılarından oluşmaktadır. Raster veri, grafik nesnelerin hücrelere bağlı olarak temsil edilmesi ile elde edilmektedir. Raster veriler içinde hava ve uydu fotoğrafları, taranmış harita ve paftalar

⁹ www.utdallas.edu/~briggs/poec5319/struct.ppt (Erişim Tarihi: 25.07.2015)

¹⁰ http://gif.berkeley.edu/documents/GIS_Data_Formats.pdf (Erişim Tarihi: 25.07.2015)

sayılabilmektedir. Geliştirilen dönüşüm teknolojileri sayesinde kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda raster veriler vektör veriye dönüştürebilmektedir. Coğrafi nesnelere temsil eden vektör veri ise, konumsal nesnelere nokta, çizgi ve poligon olarak sembolize etmekte ve katman adı verilen temalar yardımı ile düzenlenmektedir (Kelleci ve diğerleri2013).

CBS ile sorun çözümlemede en önemli unsurlardan biri veritabanıdır. Ancak veritabanının oluşturulması oldukça zordur. Veri kaynaklarının dağınık ve farklı yapıda olması, çok olması verilerin toplanması sürecini maliyetli ve zaman alan bir süreç haline gerektirmektedir. Bu noktada, CBS için en önemli veri kaynaklarından biri UA teknolojisi. UA teknolojisi, CBS kullanıcılarının güncel mekânsal veri ihtiyacını en kısa sürede, düşük maliyete karşılayan bir teknolojidir.

Temel olarak görüntü işleme sistemi olan UA, bir nesneye fiziksel temasta bulunmadan, atmosferde veya uzayda bir platforma yerleştirilen ölçüm aletleri aracılığı ile o nesne hakkında bilgi edinme ve bilgileri analiz etme tekniğidir ¹¹.

İnsan gözü, fotoğraf makinası, kısa dalga ölçüm aletleri, spektrometreler ve çok bantlı tarayıcılar ve lazer tarama sistemleri UA araçlarına örnektir. UA'nın çalışma prensibi temel olarak ölçüm aleti sensörlerinin objelerden yansıma, emilme ve iletme sonrasında geri yansıyan elektromanyetik enerjiyi kaydetmesi ve elektromanyetik enerjinin objelerle girdiği etkileşim ve geri yansıma sonucu elde edilen bilgiler doğrultusunda objenin yapısı hakkında bilgi sağlanmasına dayanmaktadır (Berke vd., 2006).

Sayısal uydu görüntüsü ve hava fotoğrafları yeryüzü hakkında en kısa sürede bilgi sahibi olunması ve çevrenin izlenmesi için önemli bir bilgi kaynağıdır. Küresel ve yerel ölçekli çalışmalarda yeryüzüne ait güncel ve doğru bilgilerin elde edilmesi, bu bilgiler doğrultusunda yeryüzünün haritalanması ve izlenmesi UA teknolojisi ile mümkün olmaktadır. Özellikle gelişen teknoloji ile yüksek çözünürlüklü uydu verileri ticari veri kaynağıdır. UA ile elde edilen uydu görüntüleri raster veri formatındadır. UA teknolojisi ile geniş alanların raster verisi geleneksel yöntemlere göre çok daha hızlı ve düşük maliyete üretilebilmektedir. İstenilen zaman aralıklarında veri toplanabilmesi ve zamansal değişim tespiti yapılabilmektedir. Radar ve infrared sensör elektromanyetik

¹¹<http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm>, Centre for remote sensing, sensing and processing-optical remote sensing (Erişim Tarihi: 11.08.2015)

spektrumda insan gözünün göremediği bölümün algılanmasını mümkün kılmaktadır. Uzaktan algılanan nesnenin sıcaklığı, yüksekliği, dokusu vb. biyofiziksel özellikleri nesneye temas etmeden tespit edilebilmektedir. Bitki tipi, bitki indeksi, bitki rekoltesi gibi geleneksel yöntemlerle uygulandığında uzun süren ve maliyeti arttıran süreçler görüntü işleme teknikleri ile kolaylıkla yapılabilmektedir (Avouris ve Page 1995; Falconer ve Foresman 2002).

2.3.2. CBS ve UA'nın kullanım alanları

Bilgisayar ve iletişim sektörünün gelişmesi, bilgi teknolojilerine ulaşımı kolaylaştırmış ve yaygınlaştırmıştır. CBS, sosyal bilimler ve fen bilimleri alanlarında, araştırmacılar ve çeşitli meslek grupları tarafından farklı amaçlarla kullanılmaktadır.

CBS ve UA'nın çeşitli alanlarda, yaygın şekilde kullanılmasının nedeni sağladığı avantaj ve kolaylıklardır. CBS ve UA'nın kullanıcılarına sunduğu temel avantajlar şunlardır¹² (Avouris ve Lee 1995; Chakhar ve Mousseau, 2007; Shifrin,2014);

Temel olarak CBS'nin faydaları;

- Kolay, hızlı ve uygun karar alınmasını sağlar.
- Fazla miktarda verinin depolanması ve yönetilmesine olanak sağlar.
- Farklı disiplinlerden elde edilen çeşitli türde verinin yönetilmesini ve analizini sağlar.
- Verilerin kolaylıkla güncellenmesine ve en güncel veriler ile analiz yapıp çıktıların alınmasına imkan verir.
- Girilen coğrafi referanslı verilerden elde edilen harita, grafik ve raporlarla sonuçların görselleştirilerek daha kolay ifade edilir ve anlaşılır hale gelmesini sağlar.
- Analitik yöntemlerle girilen veriler, veri tabanında saklanan bilgilerin birbiri ile ilişkilendirilmesini, bilgilerin doğru şekilde tanımlanması sağlar. Birbiri ile ilişkilendirilmiş veriler sayesinde veri girişi sürecinde ortaya çıkabilecek insan kaynaklı hatalar azaltılır.
- Mevcut verilerden yola çıkılarak kapsamlı istatistik, optimizasyon ve görselleştirme özellikleri ile model oluşturma, tahminleme yapma imkanı sunan analiz özelliklerine sahiptir.

¹² <http://www.fao.org/docrep/003/t0446e/t0446e04.htm> (Erişim Tarihi: 07.08.2015)

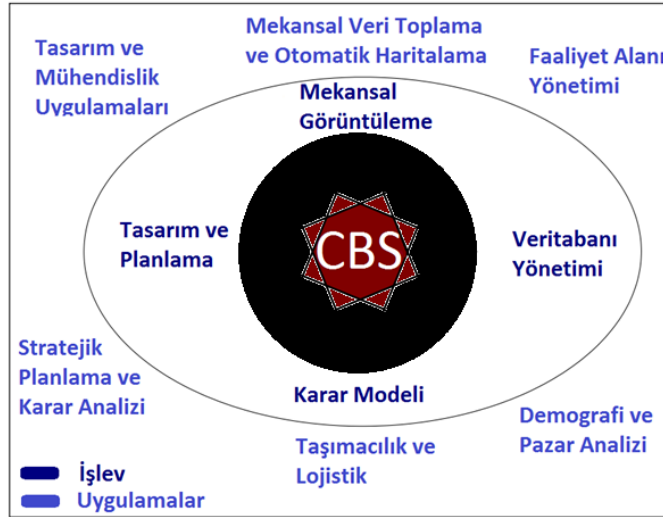
- Subjektif yaklaşımlardan uzaklaştırarak, en tarafsız ve nesnel değerlendirmeyi sağlar.

Temel olarak UA'nın faydaları;

- Kısa sürede az iş gücü kullanılmasını sağlar ve maliyetleri azaltır.
- Ulaşılamayan alanlar, doğada insan gözüyle görülmeyen nesnelere/değişimler hakkında bilgi toplanmasını sağlar.
- Kolaylıkla bilgisayar ortamına aktarılacak ilgili veri formatına dönüştürülebilir.
- Yerkürede meydana gelen zamansal değişimlerin tespit edilerek değerlendirilmesini sağlar.

Konumsal bilgi kullanan bir çok meslek disiplininin ihtiyaç duyduğu CBS, farklı disiplinlerin katkıları ile ortaya çıkmıştır ve ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilmeye devam etmektedir. Günümüzde CBS teknolojisi yaygın olarak çeşitli çakıştırma analizleri, ağ (network) analizleri, yakınlık (proximity) analizleri gibi analizlerin gerçekleştirilmesinde fayda sağlamaktadır. CBS kullanıldığı farklı meslek disiplinlerinin ihtiyaçları doğrultusunda amaca ve kullanım alanına bağlı olarak farklı isimler almaktadır. CBS altyapısına sahip bu mekansal bilgi sistemlerinden bazıları; Kent Bilgi Sistemi, Çevre Bilgi Sistemi, Afet Bilgi Sistemi, Arazi Bilgi Sistemi, Doğal Kaynaklar Bilgi Sistemi'dir.

CBS, sosyal bilimler ve fen bilimleri alanında konumsal bilgi ile ilgili çeşitli özel sektör, akademik araştırmalar, kamu kurum ve kuruluşları tarafından yaygın şekilde kullanılan bir araçtır. CBS sahip olduğu özellikleri nedeniyle yer bilimleri ve çevre odaklı çalışmalarda, savunmada, yerel yönetim uygulamalarında, pazarlamada birçok uygulamalı meslek disiplinince kullanılmaktadır. Bilgisayar teknolojileri yaygınlaştıkça CBS her geçen gün çok daha farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır ve gelecekte uygulama alanlarının çeşitlilik kazanması beklenmektedir. Şekil 2.7'de temel olarak CBS'nin işlevleri ve uygulama alanları görülmektedir.



Şekil 2.7. CBS'nin İşlevleri ve Uygulama Alanları

Kaynak: ¹³

Pek çok alanda UA ile desteklenen CBS'nin uygulama alanları Özkan ve Banar (2008) ve internet kaynağından ¹⁴ faydalanılarak düzenlenen Tablo 2.4'de gösterilmiştir.

Tablo 2.4. CBS 'nin Uygulama Alanları

Çevre Koruma ve Doğal Kaynak Yönetimi	Çevre Koruma Alanları, Çevresel Etki Değerlendirme, Sulak Alanların Yönetimi, Hava ve Gürültü Kirliliği, Kıyı Yönetimi, Baraj Yeri Seçimi, Su Kaynaklarının Korunması, Su, Toprak ve Hava Kirliliği İzleme Çalışmaları, Endüstriyel Kirlilik Etüdü ve Kontrol-Dağılım Çalışmaları, Balıkçılık ve Yaban Hayatının Planlanması, Milli Parklar ve Rekreasyon Alanı planlaması, Katı Atık Toplama/Taşıma Rotalarının Oluşturulması, Katı Atık Faaliyet Alanları Yer Seçimi
Mülkiyet-İdari Yönetim	Tapu-Kadastro, Vergilendirme, Seçmen Tespiti, Nüfus, Kentler, Beldeler, Kıyı Sınırları, İdari Sınırlar, Tapu Bilgileri, Mücavir Alan Dışında Kalan Alanlar, Uygulama İmar Planları
Eğitim	CBS ve UA Eğitimi, Araştırma-İnceleme Organizasyonları, Eğitim Planlaması ve Yönlendirme Uygulamaları
Sağlık yönetimi	Sağlık-Coğrafya İlişkisi, Bölgesel Hastalık Analizleri, Sağlık Tarama Faaliyetleri, Ambulans Hizmetleri
Bayındırlık Hizmetleri	İmar Faaliyetleri, Otoyollar, Devlet Yolları, Demiryolları Ön Etütleri, Bina Hasar Tespitleri, Binaların Cinslerine Göre Dağılımları, Bölgesel Kalkınma Dağılımı
Ulaşım Planlaması	Kara, Hava, Deniz Ulaşım Ağları, Doğal Gaz Boru Hatları, İletişim İstasyonları, Yer Seçimi, Enerji Nakil Hatları, Ulaşım Haritaları

Kaynak: Özkan ve Banar, 2008; ¹³

¹³ (https://www.ida.liu.se/~TDDC22/timetable/TDDC22_GIS-lecture-1.pdf) (Erişim Tarihi: 17.11.2015)

¹⁴http://www.irfanakar.com/turkish/genelbilgilercbs.html#cbs_uygulama_alanları (Erişim Tarihi:

22.06.2015)

Tablo 2.4. (Devam) *CBS'nin Uygulama Alanları*

Belediye Faaliyetleri	Kentsel Faaliyetler, İmar, Emlak Vergisi Toplama, İmar Düzenlemeleri, Çevre, Park Bahçeler, Fen İşleri, Su-Kanalizasyon-Doğalgaz Altyapı İşleri, Ulaştırma Planı Toplu Taşımacılık, Belediye Yolları ve Tesisleri
Turizm	Turizm Bölgeleri Alanları ve Merkezleri, Turizm Amaçlı Uygulama İmar Planları, Turizm Tesisleri, Kapasiteleri
Kültürel Varlıklar	Arkeoloji Çalışmaları, Kültür Varlıklarının Sayısal Envanteri
Orman ve Tarım	Orman Envanteri ve Planlama, Orman Amenajman Haritaları, Orman Yangınlarının İzlenmesi, Yangın Koridoru/Ulaşım Etütleri, Orman Kadastro, Ağaçlandırma ve Değişim Etütleri, Yetiştirme Ortamı Envanteri, Yaban Hayatı Amenajmanı, Orman Kadastro, Ağaçlandırma ve Değişim Etütleri, Toprak Haritaları, Tarımsal Ürün Deseni ve Rekolte Tahmini, Mera Alanlarının Belirlenmesi, Sulama Etütleri, Arazi Toplulaştırma Çalışmaları, Ürün Gelişimi, Bitki Canlılığı ve Kuraklık Belirleme, Toprak Tür ve Koşullarının Belirlenmesi
Ekonomi, Ticaret, Bankacılık ve Sanayi	Karar Destek Sistemi, Fayda ve Maliyet Analizleri Üretim ve Satış Stratejilerinin Geliştirilmesi, Ulaşım ve Servis Güzergâhlarının Seçimi, Pazar Analizleri, Şube Dağılım Planlaması
Savunma ve Güvenlik	Emniyet Bilgi Sistemleri, İstihbarat, Ulaşım ve Hedef Belirleme, Savunma Planlama ve Harekât Yönetimi, Sivil Savunma Organizasyonları

Kaynak: Özkan ve Banar, 2008; ¹³

2.3.3. CBS ve UA'nın tarihsel gelişimi

Bu bölümde CBS'nin ve CBS'nin temel veri kaynağı olan UA'nın tarihsel gelişimleri 2.3.3.1 ve 2.3.3.2 başlıklarında ele alınmıştır.

2.3.3.1. CBS'nin tarihsel gelişimi

Tarihçesi incelendiğinde CBS'nin 1960'ların sonlarında ortaya çıktığı bildirilmekle birlikte, bu tarihten önce CBS'nin gelişmesine öncülük eden harita çakıştırma yaklaşımlarının geliştirildiği ve uygulandığı görülmektedir. Başka bir deyişle, harita çakıştırma yaklaşımı CBS benzeri bir sistemin geliştirilmesine duyulan ihtiyacı gözler önüne sermiş ve önemli bir itici güç oluşturmuştur. 1960'lı yılların başında, bilgi teknolojilerindeki ilerlemelerle birlikte CBS'nin gelişim süreci de başlamıştır. Coppock ve Rhind (1991) ve Appleton (2008)'in çalışmaları başta olmak üzere bölümde yer alan diğer alanyazın çalışmaları incelenerek CBS'nin gelişim süreci evreler halinde ele alınmıştır. Birinci gelişim evresi olarak da değerlendirilebilecek olan 1960'ların başı ile 1970'lerin ortasına kadar geçen sürede CBS'nin gelişimine katkı sağlayan öncülerin çalışmaları ön plana çıkmaktadır. 1970'ler ile 1980'lerin sonlarını kapsayan ikinci evrede CBS hızla gelişerek ticarileşmiştir; İçinde bulunduğumuz üçüncü evre olarak kabul edilen, yani 90'ların başından günümüze kadar olan dönemde

ise, teknolojinin ucuzlaması ve veri paylaşımı imkanlarının artmasıyla kullanıcı sayısının her geçen gün daha da arttığı ve bireysel kullanıcıların çoğaldığı bir dönem söz konusudur.

CBS yarım asırlık bir bilgi teknolojisi olmasına rağmen coğrafi verinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar aslında 100 yılı aşkın süredir uygulanmaktadır. CBS mantığının ortaya çıkmasına katkı sağladığı düşünülen ilk uygulama, 1819 yılında Pierre Charles Dupin tarafından geleneksel yöntemlerle yapılmış tematik haritalama çalışmasıdır. Fransa'daki eğitim durumunu gösteren bu harita, aynı zamanda ilk tematik harita olma özelliğini taşımaktadır. Haritadaki farklılıklar, siyah beyaz tonlamalar ile ifade edilmiştir¹⁵.

CBS'nin ortaya çıkmasına katkı sağlayan bir diğer uygulama ise 1854 yılında İngiliz tıp doktoru John Snow tarafından İngiltere - Londra'da meydana gelen kolera salgınının haritalanmasına yönelik çalışmadır. Dr.Snow haritayı oluştururken salgının yayıldığı konumları, yolları, arazi sınırlarını ve su kaynaklarını tanımlayarak kolera salgınının yayıldığı bölgelerin su kaynakları ile olan ilişkisini ortaya koymuştur. Coğrafya ve halk sağlığı ile ilgili bu çalışma, mekânsal analizin de başlangıcı olarak görülmektedir. Dr.Snow'un uyguladığı mekânsal analiz, CBS mantığının sorun çözümede kullanımını örnekleyen bir çalışma olmuştur¹⁶.

Bilgisayar teknolojisinin kullanılmaya başlanması ile geçmişte geleneksel yöntemlerle yapılan uygulamalar yavaş yavaş bilgisayar ortamına aktarılmaya başlanmıştır. Geçtiğimiz yarım asır boyunca farklı disiplinlerin katkılarıyla geliştirilen CBS, çeşitli alanlarda yaygın şekilde kullanılan bir bilgi teknolojisi haline gelmiştir. Geleneksel yöntemlerden bilgisayar teknolojisine geçiş sürecinde CBS'nin gelişimine katkı sağlayan öncülerden biri de coğrafyacı ve haritacı Waldo R. Tobler'dir. Tobler, 1959 yılında MIMO (map in-map out) isimli koordinatlandırma, veri saklama, veri analizi ve görüntüleme işlemlerinin temelini içeren öncü bir model tanımlamıştır (Ersoy 2012).

¹⁵ http://www.gutenberg.us/articles/charles_dupin (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

¹⁶ <http://gisgeography.com/history-of-gis/> (Erişim Tarihi: 13.08.2015)

Bireysel katkılara ek olarak CBS'nin gelişmesinde faydası olan gruplar da mevcuttur. Brimicombe (2003)'ye göre haritacılık, matematik bilimi, coğrafya gibi birden çok bilim dalının katkılarıyla ortaya çıkan CBS'nin gelişiminde öncülük eden kurum, kuruluş, araştırma grupları; Kanada Hükümeti'nin teşvikiyle Roger Tomlinson danışmanlığında yürütülen Kanada Arazi Envanterinin çıkarılması çalışması, ABD İstatistik Bürosu ve Harvard Tasarım Okulu'dur.

1963 yılında coğrafyacı Roger Tomlinson koordinatörlüğünde oluşturulan CGIS (Kanada Coğrafi Bilgi Sistemleri), ülke genelinde ulusal arazilerin büyüklükleri ve tarım, orman, yaban hayatı ve rekreasyon alanlarının tanımlanarak kullanım türlerinin tespitinin amaçlandığı arazi envanterinin hazırlanmasına yönelik geliştirilmiş bir CBS projesidir (Tomlinson, 1984). CGIS ile ilk kez bilgisayar ortamında katmanlama yaklaşımı kullanılmıştır. CGIS projesi, genel istatistiksel bilgiler ve x,y,z boyutları ile noktasal bilgileri içermektedir ve genel olarak 1980 öncesinde coğrafi verinin nasıl ele alındığını örnekleyen bir CBS çalışmasıdır (Coppock ve Rhind, 1991).

CBS kullanımını benimseyerek gelişimine katkı sağlayan öncü gruplardan bir diğeri ABD İstatistik Bürosu'dur. 1960'lı yılların sonlarında ABD İstatistik Bürosu'nun yürüttüğü çalışmalar kapsamında mekânsal verinin CBS ortamına sunumunu sağlayan, vektör veriler arasında geometrik ilişkinin kurulabildiği topolojik veri yapısı İkili Bağımsız Harita Çözümleme - Dual Independent Map Encoding (DIME) geliştirilmiştir¹⁷.

Harvard Tasarım Okulu'nun desteği ile oluşturulan Harvard Konumsal Analiz ve Bilgisayar Grafikleri Laboratuvarı ise 1964 yılında kurulmuştur ve bu labrotatuvarda konumsal analiz için CBS'nin prototipini oluşturacak olan modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerden biri mimar Howard Fisher tarafından bilgisayarlı haritalama programı olan SYMAP (Synegraphic Mapping System)'tir. Esnek analitik harita yazılımı olan SYMAP, çizgi harita üretmek amacıyla geliştirilen ilk CAM (Computer Aided Engineering/ Bilgisayar Destekli Mühendislik Yazılımı) yazılımlarından biridir. Bu yazılım, çevresel göstergeleri dahil ederek harita oluşturma tekniklerini içeren bir programdır. CBS'nin prototipini oluşturan modellerden bir diğeri olan raster yapıya

¹⁷http://www.census.gov/history/www/innovations/technology/dual_independent_map_encoding.html,

United StatesCensusBureau 11.08.2015

sahip GRID modeli ise peyzaj mimarı David Sinton tarafından 1967 yılında geliştirilmiştir. 1970'lerin sonlarına doğru bir diğer CBS prototipi olan model ODYSSEY geliştirilmiştir. ODYSSEY vektör veri yapısına sahip bir modeldir. Bu model ile poligonların çakıştırılması sağlanmıştır (Chrisman, 1997).

CBS'nin çalışma mantığının gelişmesinde büyük katkıları olduğu düşünülen ve bugün uluslararası platformlarda da CBS'nin kurucusu kabul edilen kişi Ian McHarg'tır. Harvard Tasarım Okulu mensubu ve peyzaj mimarı olan McHarg'ın örnek çalışmalarından biri Richmond Parkway projesidir¹⁸. Daha önce yalnızca maliyet unsuru dikkate alınarak etkili rota optimizasyonunun yapıldığı Richmond Parkway projesi, sosyal değerlere zarar verdiği gerekçesiyle halk tarafından tepki ile karşılanmıştır. Daha sonra aynı proje McHarg'ın koordinatörlüğünde ele alınmıştır. Bu proje kapsamında çevresel ve sosyal faktörleri birlikte değerlendiren ekolojik tasarım yaklaşımı ile sosyal, çevresel ve ekonomik faktörleri içeren 17 farklı harita çakıştırılarak doğal yaşam ve insanlar üzerinde en az etkiye neden olacak en kısa yol alternatifleri oluşturulmuştur. McHarg'ın topoğrafya, jeoloji, hidroloji, flora, fauna ve iklim gibi pek çok farklı etmeni birlikte organize ederek bir arada değerlendiren, analiz eden ve görselleştiren yaklaşımı daha sonra yapılan planlama çalışmalarına da örnek teşkil etmiştir. McHarg 1969 yılında yayımlanan “Design with Nature” adlı kitabında coğrafya, çevre bilimleri ve yönetim konularının bir arada ele alınması, bu sayede planlamanın doğayı anlayarak yapılması gerektiğini belirtmektedir(McHarg,1969). Ayrıca McHarg, insan yeteneği ve duyusuyla yapılacak olan harita çakıştırma çalışmalarının katman sayısının beşi aşması durumunda sağlıklı sonuçlar veremeyeceğini ve yetersiz kalacağını savunmaktadır. McHarg tarafından ortaya konulmuş olan verilerin gruplanarak katmanlar haline getirilmesi ve farklı katmanların manuel yöntem ile üst üste çakıştırılması, CBS'nin mantıksal temelini oluşturan çakıştırma modelidir. Günümüzde hala güncelliğini koruyan çakıştırma analizleri (map overlay) özellikle uygun alan seçimlerinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. McHarg'ın katmanların çakıştırılması yaklaşımı daha sonra 1970'lerde CBS'nin prototipini

¹⁸http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1526477.files/150203_DES0334700_Intro%20to%20Urbanism%20Quantified_PRECEDENTS.pdf (Erişim Tarihi: 21.08.2015)

oluşturan mekânsal yönetim modeli ODDYSEY ve GRASS gibi modellerle bilgisayar ortamında uygulanmıştır.

CBS hakkında yapılan 1980 öncesi ilk uygulamalar icat düzeyindeyken 1980'lere gelindiğinde CBS istatistiksel analiz ve modelleme için kullanılmaya başlanmıştır. CBS ve diğer yazılım araçları birlikte kullanılarak yapılan çalışmalar zamanla daha karmaşık sayısal veri gruplarını içeren karmaşık çalışmalar haline gelmiştir (Lovett ve Appleton, 2008). Harvard mezunu bir peyzaj mimarı olan Jack Dangermond'un girişimi ile kurulan Çevre Sistemleri Araştırma Enstitüsü - Environmental Systems Research Institute (ESRI) tarafından 1982 yılında Arc/Info yazılımı geliştirilerek ilk kez piyasaya sürülmüştür. Arc/Info yazılımı, veri tabanı temelli, güçlü ve esnek yapıya sahip bir CBS yazılımıdır. Arc/Info; harita otomasyonu, veri dönüşümü, veritabanı yönetimi, harita çakıştırma, konumsal analiz, etkileşimli görüntü ve kodlama, ağ analizi, niteliklerin harita üzerinde yazılımı ve topografik analiz işlemlerinde etkili çözümler sunmaktadır. Başlangıçta arazi ya da konum analizi gibi küçük uygulamalarla çalışan ancak zamanla Birleşik Devletler'de artan çevresel sorunların çözümü hakkında uygulamalar geliştiren ESRI firması, örneğin çevre yönetimi konusunda geliştirilen yazılımların başlıcalarından biri olan Maryland Automatic Geographic Information (MAGI System - Maryland Otomatik Coğrafi Bilgi Sistemi), Maryland için çevresel uygunluk haritalama çalışması için geliştirilmiştir. Kuruluşun MAGI gibi yazılımları CBS'nin kullanımının artmasında ve CBS uygulamalarının ticarileşmesinde etkili olmuştur¹⁹ (Coppock ve Rhind, 1991).

1990'lı yıllarda teknolojinin gelişmesi, bilgisayar donanımlarının güçlenmesi ve tüm dünyada bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasıyla maliyetlerin düşmesi sonucunda, önceleri sadece askeri kuruluşlar ve araştırma enstitüleri tarafından kullanılan CBS diğer kurum ve kuruluşlarca da yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. 2000'li yıllara gelindiğinde internet ve kablosuz ağ gelişimi, yüksek çözünürlüklü uydu verilerinin ve Global Uydu Navigasyon Sistemleri (GNSS)'nin kullanımının yaygınlaşmasıyla coğrafi verinin kullanıldığı pek çok alanda CBS kullanılır hale gelmiştir. Başlangıçta kişisel bilgisayarlarda bireysel amaçlar için kullanılan CBS, günümüzde yerel ağlarla birbirine bağlanan sistemler sayesinde kurumlar arası kullanılmaktadır. Bu kapsamda ülke genelinde ve küresel ölçekte veri paylaşımını amaçlayan sistemler oluşturulmaktadır (Lovett ve Appleton, 2008; Avdan ve Uyguçgil, 2011). Bilgiye kolay ve hızlı şekilde

ulaşma gerekliliğinin giderek zorunlu ihtiyaç haline geldiği günümüzde, ulusal ve uluslararası düzeyde veriye erişilmesi sorunlarının zlmesiyle CBS kullanılarak, mekanla ilişkili her türlü sorunun zm kolaylaşacaktır.

2.3.3.2. UA'nın tarihsel gelişimi

CBS için veri kaynağı olan UA'nın temel işlevi yeryüzünün görüntüsünü kaydetmek olduğundan UA teknolojisinin ortaya çıkışının fotoğrafın icadıyla başladığı kabul edilmektedir. Yeryüzü görüntüsünün havadan kaydedilmesi ilk olarak 1850'li yıllarda balon aracılığı ile çekilen hava fotoğraflarıdır. Aynı dönemde balonun yanı sıra platform olarak güvercinlerin kullanıldığı da görülmektedir. Başlangıçta ağırlıklı olarak askeri alanda kullanılan UA teknolojisi, Birinci Dünya Savaşında keşif amaçlı kullanılmıştır. Savaşlar bir savunma aracı olan UA teknolojisini geliştirmiş ve İkinci Dünya Savaşında kullanımı daha yaygın hale gelmiştir. Soğuk savaş dönemiyle birlikte uydu teknolojisi gelişmiş, uydu görüntüleri kullanılmaya başlanmıştır. Yeryüzünün uzaktan algılanması faaliyetleri ise 1942 yılında fırlatılan Alman V-2 roketlerine yerleştirilen otomatik foto-kamera sistemiyle başlamıştır. 1960-1972 yılları arasında U.S.Corona Programı uyduya dayalı keşif amaçlı görüntülere örnek teşkil etmektedir. 4 ekim 1957 yılında yörüngeye yerleştirilen Sputnik uydusuna film kamerası takılmış, 1960'lara gelindiğinde ise meteoroloji uyduları (TIROS-1) aracılığı ile yeryüzünü siyah beyaz görüntüleri elde edilmiştir. 1970'lere gelindiğinde SKYLAB, LANDSAT uyduları ile periyodik olarak yeryüzü görüntüleri alınmaya başlanmıştır. Aynı zamanda SKYLAB, LANDSAT uydu görüntüleri sivil amaçla da kullanılmıştır. Elde edilen görüntülerle doğal ve kültürel kaynakların haritalanması amaçlanmıştır. 1978 yılında ise SeaSAT RADAR sistemi devreye girmiştir. İlk askeri olmayan RADAR sistemi ise 1982 yılında fırlatılan SIR-A uydusudur. 1980'li yıllarda uçaklara yerleştirilen elektromanyetik ışınımı simultane olarak spektral bantlar halinde kayıt eden hiperspektral algılayıcılar kullanılmaya başlanmıştır. Elde edilen uydu görüntüleri önceleri araştırma enstitüleri, kamu kuruluşları, niversiteler gibi sınırlı kullanıcı kitlesine ulaşırken, ABD'nin Landsat 4 ve Landsat 5 uydularını geliştirmesi ve Fransa, Belçika, İsveç'in ortak geliştirdiği SPOT uyduları gibi 90'lı yıllarda uydu görüntülerinin sivil amaçlı kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. lkeler arasında artan rekabetle birlikte devlet kurumlarının yanı sıra, özel kuruluşlar da uydu teknolojilerini

geliştirmeye başlamış, daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini sivil kullanıcıların hizmetine sunmuşlardır. Gelişen teknoloji ile günümüzde pasif/aktif algılayıcı sistemler; optik/ısı/mikrodalga algılayıcılar gibi çeşitli uydu sistemleri kullanılmaktadır. Diğer veri toplama yöntemlerine göre daha düşük maliyete sahip, en güncel ve doğru bilginin hızlı bir şekilde toplanmasında kolaylık sağlayan UA teknolojisinin doğru bilgiye en hızlı şekilde ulaşma ihtiyacına cevap vererek gelişimini sürdüreceği araştırmacılar tarafından tahmin edilmektedir¹⁹ (Sunar vd.,2011).

2.3.4. Çevre yönetiminde CBS ve UA

Çevre, insanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortamdır. Temel olarak çevre, yaşadığımız ortamdır. Hava, su, toprak ve doğada bulunan diğer cansız doğal varlıklardan meydana gelen doğal kaynaklar, bitki, hayvan ve mikroorganizmalar gibi diğer doğal varlıklar, bu varlıkların birbiri ile olan biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkileşimleri ekosistemi meydana getirmektedir. Çevreyi oluşturan unsurlardan herhangi birinin zarar görerek bozulması bir döngü halinde işleyen ekosistemi oluşturan diğer unsurların da bozulmasına neden olacaktır. Gelecek kuşakların da ihtiyaç duyacağı kaynakların miktarı ve kalitesi korunarak, hem günümüzün hem de gelecek kuşakların mevcudiyeti için çevrenin korunması ve geliştirilmesi önemli bir ihtiyaçtır.

Çevrede meydana gelen ve canlıların sağlığını, çevresel değerleri ve ekolojik dengeyi bozabilecek her türlü olumsuz etkiye çevre kirliliği denilmektedir (2872 sayılı çevre kanunu, 1983). Çevre kirliliği doğal olaylar ve insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan çevreye Endüstri Devrimi'yle birlikte insanların ortaya çıkardığı kirlenici bileşenleri katılmıştır. Sanayileşmeyle artan insan faaliyetleri ve nüfusun ortaya çıkardığı kirlilik, doğanın kendini yenileyebilme kapasitesini aşmıştır. İnsan faaliyetlerinin neden olduğu kirlilikler doğal felaketlerin de artmasına neden olmuştur ve olmaktadır. Günümüzde çevre kirliliği küresel bir sorun haline gelmiştir. İnsan faaliyetlerinin neden olduğu çevre kirlenitçilerinin sonuçlarından

¹⁹ http://istac.com.tr/contents/44/cevre-makaleleri_130838592910380265.pdf. (Erişim Tarihi: 25.06.2015)

bazıları; hava kirliliği, gürültü, yeraltı sularının kirliliği, toprak kirliliği ve biyolojik çeşitliliğin azalmasıdır.

Çevrenin doğal dengesinin korunarak insan faaliyetlerinin uygulanabilmesi için çevreyi oluşturan canlı ve cansız varlıkların, bu varlıklar arası etkileşimlerin niteliklerinin tanımlanması ve bu tanımlamalar doğrultusunda çevreyi oluşturan unsurların etkili bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. 2872 sayılı Çevre Kanunu'nda da belirtildiği gibi çevre yönetimi "idarî, teknik, hukukî, politik, ekonomik, sosyal ve kültürel araçları kullanarak doğal ve yapay çevre unsurlarının sürdürülebilir kullanımını ve gelişmesini sağlamak üzere yerel, bölgesel, ulusal ve küresel düzeyde belirlenen politika ve stratejilerin uygulanması"dır. Çevre yönetimi ile insan faaliyetlerinin çevre üzerinde neden olduğu olumsuz baskının en aza indirilmesi, böylece doğanın kendini yenileyebilmesine imkan verilmesi, ekosisteme zarar vermeyen, doğa ile uyumlu çözüm önerilerinin getirilmesi sağlanmaktadır. Böylece sürdürülebilir çevre ilkelerinin desteklendiği insan faaliyetleri ve çevre ilişkisinin oluşturulması amaçlanmaktadır .

Çevresel sistemleri meydana getiren çeşitli ve değişken yapılardaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlere ek olarak günümüzde giderek önem kazanan sürdürülebilirlik konusu çevre yönetimi sürecine sosyo-ekonomik unsurların da dahil edilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Bunun sonucunda sosyo-ekonomik unsurların çevresel sistemlerle ilişkilendirilmesi gerekliliği çevre yönetimini multidisipliner bir konu haline getirmektedir. Tüm bu etkenler çevrenin yönetilmesi sürecinde karar verme işlemini güçleştirmektedir.

İnsanın çevreyle olan ilişkisi ve insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan çevre sorunları, büyük oranda konumsal verilerle çalışmayı gerektiren araştırma ve çalışma konularıdır . CBS, mekânsal analiz ve modelleme yeteneği sayesinde çevre sorunlarının çözümünde sıklıkla kullanılmakta ve hızlı, etkili ve doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Çevre yönetiminde CBS'den faydalanmak artık kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Bu çerçevede, bilgisayar destekli karar destek sistemleri, çevrenin yönetilmesi sürecinde karşılaşılan zorlukların aşılmasında önemli faydalar sağlamaktadır. Çevre yönetiminde kullanılan karar destek sistemleri veri tanımlama, veri oluşturma, süreç modellemesi ve görselleştirme gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Karar destek sisteminin başlıca bileşeni olarak görülen CBS, çevre yönetiminde kullanılan mekânsal veriyi anlamlandırmada kullanılan bir araçtır. Genel

olarak CBS'nin çevre yönetimi alanındaki faydaları şu şekilde özetlenmektedir²⁰ (Avouris ve Lee, 1995; Shifrin, 2014);

- Çeşitli analiz yöntemleri ile elde edilen çevresel veriler ağırlıklı olarak sayısal değerlerdir. Çevresel unsurlar sayısal değerlere ek olarak sözel ifade edilen niteliklere de sahiptir. CBS, sayısal ve sözel nitelikli çevresel verilerin konum bilgileri ile ilişkilendirilerek modellenmesini sağlar.
- CBS'nin sunduğu matematik ve istatistiksel yöntemler ile hava kirliliği, su kirliliği, gürültü gibi sürekli yapıdaki çevresel olayların mekana bağlı dağılımının tahminleme işlemlerinin subjektif yaklaşımlardan uzak, en az hata ile haritalanması sağlanmaktadır.
- Çevre ile etkileşim halinde olan sosyal faktörler, sözel verilerin konumsallaştırılmasını sağlayan CBS sayesinde farklı türde bilgiler ile mekânsal olarak analiz edilebilir hale gelmektedir. Örneğin, trafikten kaynaklı kirleticilerin, bölgedeki ağaç türü ve yaşı veya nesli tükenme tehlikesinde olan canlı türü ile konumsal ilişkisi incelenerek kirletici madde dağılımının diğer canlı türler üzerindeki etkisi analiz edilebilmektedir. Böylece CBS ortamında yapılan konumsal analizlerle çevreyi oluşturan unsurlar arasındaki etkileşimlerin yerkürede neden olduğu değişimler değerlendirilmekte, doğa ile uyumlu iyileştirici önlemler alınabilmektedir.
- Küresel çevre sorunlarının çözüm önerilerinin geliştirilmesinde sayısal ifadelerin grafiksel sunumunu mümkün kılarak anlaşılabilirliğini kolaylaştıran bir yöntem olan CBS, soyut bilgilerin sunumunda yanlıtıcı biçimde ifadelerin ortaya çıkma ihtimali azaltarak sorunun ve çözümün daha kolay ifade edilir hale gelmesini sağlamaktadır.

Çevre yönetiminde CBS'ye destek olarak kullanılan bir diğer teknoloji UA'dır. UA, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri vb. UA araçları ile elde edilen veriler sayesinde haritalama için veri sağlarken, çevrenin izlenmesinde, etki değerlendirmede, yönetiminde etkili bir şekilde kullanılan bir araçtır. CBS ve UA, çevrenin korunması, izlenmesi, su kaynakları vb. yönetimi, vejetasyon tespiti vb. çevre yönetimi süreçlerine fayda sağlayan ve aktif kullanılan veri sağlayıcı bir araç pozisyonundadır. Temel olarak UA'nın çevre yönetimi alanındaki faydaları şu şekilde özetlenebilir (Anjaneyu ve Manickam, 2007; Melesse vd.,2007) ;

²⁰ <http://gisgeography.com/100-earth-remote-sensing-applications-uses/>(Erişim Tarihi: 22.09.2015)

- Ulaşılması güç çevresel veriler hakkında veri sağlar.
- Geleneksel yöntemlere göre çevresel verilerin toplanması işlemi çok daha hızlı ve ekonomik yapılır.
- Aktif UA araçları ile fay hattı, su kirliliği, vejetasyon hakkında çalışmalara veri sağlar.

Sonuçta planlamadan, izlemeye ve iyileştirmeye kadar geniş bir yelpazede konuyu kapsayan çevre yönetiminde, CBS uzun zamandır kullanılmaktadır. CBS'nin tarihsel gelişim süresinin anlatıldığı 2.3.3.1 no'lu bölümde de bahsedildiği gibi bir bilgi teknolojisi olan CBS 1950'li yılların sonlarında ortaya çıkmış olsa da CBS'nin temel mantığının çok daha önceki yıllarda geliştiği görülmektedir. CBS'nin olmadığı yıllarda, CBS'nin temel fikrinin geleneksel yöntemlerle uygulandığı ve bu uygulamaların insan ve çevre unsurunun etkileşimini anlamak üzere yapıldığı görülmektedir. 1854 yılında Dr.Snow'un kolera salgınını haritalaması sonucunda salgının yayıldığı bölgeler ile su kaynakları arasında ilişki olduğunun belirlenmesi, mekânsal verinin anlamlandırılmasının insan ve çevre etkileşimin algılanması üzerindeki faydasını göstermektedir. ESRI firmasının MAGI yazılımı ile Maryland için yapılan çevresel uygunluk haritalama çalışması çevre yönetiminde CBS kullanımı konusunda örnek oluşturmuştur. MAGI çalışması sonrasında atıksu yönetimi, doğal kaynakların korunması, arazilerin doğaya yeniden kazandırılması, havza yönetimi, rekreasyonel planlama gibi çeşitli alanlarda çalışmaları olan ESRI, CBS'nin çevre yönetimindeki etkili kullanımını örnekleyen projeler/uygulamalar ortaya koymuştur, Günümüzde hala uygulamalarını sürdürmektedir²¹ (Coppock ve Rhind, 1991).

Günümüzde insan ve çevre etkileşim alanlarının yönetilmesinde CBS ve UA'nın sunduğu imkanlardan faydalanılan konulardan bazıları şunlardır (Scally, 2006 ; Anjaneyu ve Manickam, 2007; Melesse vd.,2007);

- Hava,su, toprak, gürültü vb. Kirliliklerin kontrol altına alınması,
- Kıyı alanların yönetimi,
- Sulak alanlar gibi koruma alanlarının tespiti ve yönetimi,
- Arazi kullanımı değişimlerinin tanımlanması,
- İnsan faaliyetlerinin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisi ve kontrolü,
- Su kaynaklarının korunması ve yönetimi,

²¹ <http://www.esri.com> (Erişim Tarihi: 19.10.2015)

- Sanayi kuruluşları, enerji santralleri, atık işleme ve bertaraf alanları gibi çevre üzerinde olumsuz etkiye neden olabilecek faaliyet alanları için uygun yer seçimi,
- Çevresel etkileri en aza indirilmiş ulaşım ağlarının belirlenmesi.

Görüldüğü gibi birçok farklı alanda kullanımı olan CBS'den, çevre yönetimi çalışmalarında da farklı amaçlar doğrultusunda faydalanılmaktadır. Bu tez kapsamında multidisipliner bir konu olan çevre yönetimi konusu Avdan (2011)'n ele aldığı şekilde Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED), su yönetimi, katı atık yönetimi, hava kirliliği yönetimi, gürültü kirliliği yönetimi süreçleri çerçevesinde ele alınmıştır. Bunların içinde yer alan atık yönetimi konusu tez çalışmasının amacı doğrultusunda daha ayrıntılı ele incelenmiştir.

-Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) ve CBS - UA: Çevresel etki değerlendirme (ÇED), gerçekleştirilmesi planlanan bir projenin fiziksel, kimyasal, biyolojiki kültürel ya da sosyo-ekonomik çevre sistemleri üzerinde sebep olabileceği olumlu ve olumsuz etkilerin uzun vadeli ve kısa vadeli olarak tanımlanması ve öngörülmesi; tanımlama ve öngörüler doğrultusunda olumsuz etkilerin en aza indirilmesi amacıyla projeye alternatif geliştirilmesi ya da projenin modifiye edilmesi işlemlerini kapsayan süreçtir.

Anlaşılacağı gibi; ÇED yapılmasının temel amacı bir faaliyet alanının yapımının planlanması aşamasında, faaliyetin gerçekleştirilmesi halinde, inşaat ve işletme aşamalarında ve işletmenin kapatılmasından sonra faaliyetin sebep olabileceği her türlü çevresel etkinin değerlendirilerek, olası çevresel etkilerinin meydana gelmeden önlenmesinin sağlanmasıdır. Böylece, ortaya çıktığında telafisi mümkün olmayan olumsuzlukların meydana gelmeden bertaraf edilmesi mümkün hale gelmektedir. CBS, mekânsal verinin sayısallaştırılarak modellenmesini sağlayan bir araç olarak, proje aşamasındaki faaliyetin potansiyel etkilerinin gerçeğe en yakın şekilde modellenerek ön görülmesini ve gerekli önlemlerin alınmasını mümkün kılan bir araçtır.

Çabuk ve diğerleri (2014) CBS'nin ÇED kapsamında kullanılabileceği aşamaları şu şekilde sıralamaktadır:

- Hazırlık çalışmaları ve eleme
- Kapsam ve etkilerin belirlenmesi
- Mevcut çevrenin özelliklerinin belirlenmesi ve projenin ve alanın tanımlanması

- Etkilerin sayısallaştırılması ve tanımlanması, ölçülmesi, değerlendirilmesi
- Alınacak önlemlerin belirlenmesi
- Alternatiflerin, çözüm önerilerinin değerlendirilmesi
- ÇED raporun hazırlanması ve sunumu
- Karar verme süreci
- ÇED sonrası izleme ve denetleme faaliyetleri
- Proje sonrası analiz

Yukarıdaki aşamalardan da anlaşılacağı gibi CBS ÇED'in her aşamasında kullanılabilen bir araçtır. UA ise, ÇED'in aşamaları içerisinde önemli veri kaynakları olarak kullanılabilir. Buna ek olarak faaliyet öncesinde, sırasında ve sonrasında meydana gelen çevresel etkilerin tespitinde kullanılabilir. CBS görselleştirme ve 3 boyutlu modelleme araçları sayesinde proje öncesinde, sırasında ve sonrasındaki çevresel etkilerin görselleştirilmesi amacıyla faaliyetin yapılıp yapılmayacağına karar verme sürecinde karar vericinin karar almasına katkı sağlayabilmektedir.

ÇED süreçlerinde UA ve CBS en etkili ve hızlı sonuçlar veren kullanışlı araçlardır. UA araçları geniş alanlarda kaynakların izlenmesinde ve veri toplanmasında kullanılmak için uygun bir araçtır. Mevcut uydu teknolojileri ile jeoloji, toprak, hidroloji, vejetasyon, arazi örtüsü ve arazi kullanımı ile ilgili çalışmalarda veri sağlanabilmekte, yüzey yapısıyla ilgili sayısal yükseklik modelleri çıkarılabilmektedir. CBS, bilgisayar destekli bilgi teknolojileri olarak ÇED kapsamında sağladığı faydalar şu şekilde örneklenebilir (Anjaneyu ve Manickam, 2007 ; Çabuk vd., 2014);

- Harita, tablo, rapor, grafik ve görüntü entegrasyonu
- Çalışmada kullanılan tüm verilerin depolanması, analiz ve entegrasyonu
- Karar verme sürecinde sorgulama ve analiz yapma özellikleriyle doğru kararların verilmesi
- Gelişmiş etiketleme ve yüksek kalitede harita kompozisyonu ile ÇED raporunun hazırlanması
- Coğrafi verilere resim, video ya da web sayfası bağlantısının kurulabilme özelliği, gelişmiş mekânsal analizler yapma
- Toplanan verinin gerektiği durumda güncellenerek güncellenmesi,
- ÇED kapsamında kullanılacak verilerin üretilmesi,

- 3 boyutlu analiz özellikleri ve görselleştirme araçlarıyla mevcut durumun ve etkilerin görselleştirilmesi.

Su yönetimi ve CBS: Plansız kentleşme, endüstri tesislerinin ve kapasitelerinin artışı, tarımsal faaliyetler ve bu eylemlerin kontrolsüzlüğü nedeniyle su kaynakları kirlenilen doğal kaynaklar arasında yer almaktadır. Nüfusun artması, teknolojinin gelişmesi gibi nedenlerle artan üretim kapasitesinin ortaya çıkardığı kirlenimler doğanın bu kirlenimleri özümleme kapasitesinden oldukça yüksek olduğundan su kaynakları giderek niteliğini yitirmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının korunması ve yönetimi dünyada giderek çok daha önemli bir konu haline gelmektedir.

Su kaynaklarının izlenmesi, korunması, geliştirilmesi ve yönetimi çalışmalarında CBS veri analizi, görselleştirme, istatistiksel analiz araçları sayesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kapsamda CBS destekli yapılan çalışmaların örneklenmesi gerekirse (Avdan ve Uyguçgil, 2011);

- Su kaynaklarının izlenmesi, korunması, geliştirilmesi ve yönetiminde kullanılan harita, tablo, metin, istatistiksel veriler bilgisayar ortamında birbiri ile entegre olarak kullanılabilir.
- Web tabanlı uygulamalar sayesinde kirlilik açısından kritik noktalara yerleştirilen ölçüm cihazlarından veritabanına otomatik olarak veri girişi yapılabilir.
- Su kalitesi bilgileri herkes tarafından ulaşılabilir, kaliteli verilere dayanılarak hazırlanmış olmalıdır. CBS, su kalitesinin izlenmesinde sorgulama, bilgiye ulaşma, su dağıtım şebekesi analizi gibi amaçlarla kullanılabilir.
- Suya ilişkin kalite analizlerinin oluşturulmasında konumsal analizlere ek olarak zamana bağlı veri analizleri yapılabilir.
- Uydu görüntülerinden de faydalanarak kaçak su kullanımı tespiti yapılabilir.
- Su tüketimi, yıllık yağış miktarı gibi geleceğe dönük planlamalarda kullanılabilir.
- Yeraltı sularının takibinde; yer uygunluk analizi, su tablası derinliği, yeraltı sularının modellenmesi gibi çeşitli amaçlarla kullanılabilir.

-Atık yönetimi ve CBS - UA: Çevre yönetimi kapsamında incelenen konulardan biri de atık yönetimidir. İnsan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atıklar çevre ile etkileşime geçerek çevresel, ekonomik ve sosyal sorunlara sebep olabilmektedir. Çevrenin korunması ve doğal kaynakların etkili bir şekilde yönetilmesi gibi

gereklilikleri de içeren atıkların yönetimi sürecinde CBS ve UA aktif şekilde kullanılan araçlardır. Çalışmanın bu bölümde CBS'nin atıkların yönetimi sürecindeki yeri ele alınmıştır.

Atık yönetimi süreci atığın kaynağında azaltılması, toplanması, aktarılması, geri kazanılması, nihai bertarafı, depolama sahalarının izlenmesi ve doğaya yeniden kazanımı aşamalarından oluşmaktadır. Atıklar tekniğine uygun yönetilmediğinde çevre tahrip olurken, ekonomik kayıplar yaşanmakta, canlı yaşamı olumsuz etkilenmektedir. Atık yönetimini oluşturan aşamaların potansiyel olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için teknik açıdan ve yönetmelikler çerçevesinde uyulması gereken genel kurallar mevcuttur. Atık yönetimini etkileyen doğal, ekonomik ve sosyal faktörlerin kontrol edilmesini ve düzenlemelerin uygulanması ve gerçeğe en yakın şekilde modellenmesini bütüncül şekilde değerlendirmesini sağlayan CBS, bu yetenekleriyle atık yönetimde karar destek aracı olarak önemli bir göreve sahiptir (Avdan ve Uyguçgil, 2011). CBS ile entegre çalışan GNSS ve UA da atık yönetimi sürecinde mekânsal verinin toplanması, analiz edilmesi ve mekânsal verinin sunumunda atık yönetimine katkı sağlayan gelişmiş teknolojilerdir.

Etkili bir atık yönetimi gerçekleştirilebilmesi için öncelikle atık yönetimi verilecek hizmet alanını meydana getiren doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik envanterlerin oluşturulması, oluşturulan bu envanterin analiz edilmesiyle de çalışma alanının karakterine ve ihtiyaçlara uygun bir atık yönetimi planının ortaya konması gerekmektedir (Ünlü ve Türker, 2004; Yeşilnacar vd.,2008). Atık yönetimde kullanılan doğal unsurlar; topoğrafik yapı, hidrolojik yapı, jeolojik yapı, iklim, bitki örtüsü ve yaban hayatı gibi doğal çevreyi meydana getiren verilerdir. Sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurlar ise nüfus, yaş, cinsiyet, eğitim seviyesi, yerleşim alanı, ticari alan, endüstriyel alan bilgisi, mülkiyet bilgisi, kültürel varlıklar, ulaşım ağı, süreç maliyeti vb. verilerdir. Doğal, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel verilerin olabildiğince eksiksiz olarak tanımlandığı ve güncellenebildiği bir veri tabanı ile atık yönetimi etkili, hızlı ve doğru şekilde yapılabilmektedir. CBS, farklı türdeki sayısal ve sözel verilerin toplanması, ilişkilendirilmesi, güncellenmesini ve kolaylıkla analiz edilmesini sağlayan bir bilgi teknolojisi olarak, atık yönetim sisteminde kullanılacak envanterin oluşturulması ve analizinde fayda sağlayan önemli bir araçtır.

Atık içerik ve miktarı olduğu alanın niteliklerine göre değişkenlik göstermektedir. Atık yönetim sistemi kurulmadan önce mutlaka o hizmet alanına ait atıkların miktarı ve içeriği belirlenmelidir. Demografik veri, alan kullanımı bilgisi gibi sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurlar, iklim gibi doğal unsurlar atık envanterinin oluşturulmasında kullanılan verilerdir. CBS'nin analiz yeteneği sayesinde uygulama alanı hakkında elde edilemeyen eksik veriler tahminleme yöntemleri ile modellenerek oluşturulabilmektedir. CBS ile sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel ve doğal unsurlar tanımlanarak matematik ve istatistiksel yaklaşımlarla atık oluşumu miktarı ve içeriği tahminlemesi yapılabilmektedir (Emery vd.,2003; Vijay vd., 2005; Karadimas ve Loumos 2008; Gallardo vd., 2014). Mekana bağlı olarak değişen atık miktarı ve içeriğinin tanımlanabilmesi sayesinde, CBS toplama ve taşıma işlemlerinin planlanmasını, faaliyet alanı yer seçimini, faaliyet alanının kapasitesinin vb. niteliklerini belirlemeyi kolaylaştırmaktadır.

Alanyazında CBS'nin en sık kullanıldığı atık yönetimi uygulaması olan yer seçimi konusunda depolama sahası, aktarma istasyonu, atık toplama noktası gibi faaliyet alanlarının belirlenmesi için çeşitli çalışmalar mevcuttur (Rafiee vd., 2011; Siddiquie ve diğerleri,1996; Basnet vd.,2001; Effat ve Hegazy, 2012; Feo ve Gisi, 2014).

Atık yönetiminde CBS'nin fayda sağladığı bir diğer konu izleme ve takip süreçleridir. Aktif ve kapatılmış depolama sahası gibi sızıntı suyu, gaz salınımı gibi çevresel etkilerin takibinde, düzensiz depolama sahalarının tespitinde, atık toplama taşıma süreçlerinde araçların izlenmesinde ve acil durum müdahale süreçlerinde UA ve CBS kullanılan araçlardır.

Sürdürülebilir atık yönetimi yaklaşımının uygulanmasından önce bilimsel tekniklere uygun olmayan pek çok düzensiz depolama sahası ve kirletilmiş arazi mevcuttur. Bu kirletilmiş alanların tespit edilmesi, kirletilmiş alanların ve bilim dışı tekniklerle oluşturulan depolama sahalarının rehabilite edilmesi önemlidir. Yasadışı meydana gelen kirletilmiş alanların tespiti ve bilim dışı sahaların rehabilitasyonu oldukça güçtür (Shah, 2000; Cheremisnoff, 2003; Anjaneyu ve Manickam, 2007). CBS'nin temel bilgi kaynağı sağlayıcısı olan UA, nesnelere yansıma değerlerinden faydalanarak yasadışı oluşan çöp döküm alanlarının tespitinde CBS aracının istatistiksel analiz özellikleri ile birlikte kullanılarak kirletilmiş arazilerin tespit edilmesinde, aktif

düzenli depolama sahalarının ve kapatılmakta olan sahaların izlenmesi sürecinde, zamansal değişimin gözlemlenmesinde ve çevresel etkilerin tespit edilmesinde oldukça faydalıdır. CBS faaliyet öncesi, faaliyet süreci ve faaliyet sonrasında üç boyutlu görselleştirilebilmesi ile karar vericilere öngörü sağlamaktadır (Johnson vd., 1993, Silvestri and Omri, 2008; Yang ve diğerleri,2008; Higgs ve Langford, 2009; Vinceti vd., 2009; Biotto ve diğerleri, 2009; Borrel vd.,2013 Josimovic vd., 2014)

Atıklar hastalık yapıcı ve toksik etkiye sahip olabileceğinden, çevreye zarar vermeden, en hızlı şekilde varış noktasına ulaştırılması ve bu işlemlerin olabildiğince düşük maliyetle gerçekleştirilmesi bir ihtiyaçtır. Toplama ve taşıma sürecinde ulaşım ağının trafik düzenlemelerinin, doğal faktörlerin, ekonomik faktörlerin ve yasal yönetmeliklerin birlikte değerlendirilerek optimum karara varılması amaçlanmalıdır. CBS'nin temel analiz yöntemlerinden biri olan ağ analizi, atıkların toplanmasından nihai varış noktasına kadar olan ulaşım ağının niteliklerinin tanımlanması ile en kısa süre, en az maliyet gibi çeşitli faydaların amaçlandığı optimum ulaşım ağının oluşturulmasında kullanılmaktadır. Ayrıca toplama - taşıma sürecinin takibi işlemi de CBS ve GNSS araçlarının entegrasyonu ile gerçekleştirilerek hizmet kalitesi yükseltilmektedir. Bu sayede aksaklıklar tanımlanabilmekte, acil durumlarda etkili müdahale yöntemleri geliştirilebilmektedir. Alanyazında atık toplama noktası sayısının ve uygun konumların belirlendiği ve bu bilgiler doğrultusunda etkili rota optimizasyonunun yapıldığı CBS destekli çeşitli çalışmalar yer almaktadır (Gautam ve Kumar, 2005; Apaydın ve Gonullu, 2007; López Alvarez 2008; Senthil vd. 2012; Chalkias ve Lasaridi 2009).

Özetle CBS, atık yönetimi planlama ve uygulama süreçlerinde daha kolay veri toplama ve veri güncelleme imkanlarıyla bilgi yönetimini hızlandırmaktadır. Daha verimli planlama ve envanter yönetimi sağlamakta, etkili ve doğru analizlerin yapılmasını mümkün kılmakta, iş verimini artırarak zaman-maliyet kayıplarını azaltmakta ve geri dönüşü olmayan çevre tahribatının önlenmesine katkı sağlamaktadır.

-Hava kirliliği yönetimi ve CBS - UA: Hava kalitesi çevre ve insan sağlığı açısından önemli bir unsurdur. Kentlerde ısınmadan, motorlu taşıtlardan ve enerji üretiminden, sanayi tesislerinde üretimden kaynaklı kirleticiler bilinen başlıca hava kirliliği kaynaklarıdır. Hızlı nüfus artışı ve endüstrileşmeye olan ihtiyacın kaçınılmazlığı, yine hızlı nüfus artışına bağlı olarak ortaya çıkan doğru olmayan arazi kullanımı gibi nedenler kirleticilerin canlılar üzerindeki olumsuz etkisini artıran

unsurlardan bazılarıdır. Ancak kirleticilerin kaynaklarının tespit edilmesi ve izlenmesi oldukça güçtür. CBS ve UA, hava kalitesi alanında da sıklıkla kullanılan bir araçtır. CBS istatistik ve mekânsal veri yönetimini mümkün kılan bir araç olarak hava kirleticileri ile insan ve çevre arasında ilişki kurularak değerlendirilmesini sağlayan bir araçtır. CBS ve UA sayesinde kirleticiler belirlenebilmekte ve kirleticilerin sebep olduğu değişimler tespit edilebilmektedir. Buna ek olarak mekânsal olarak tanımlanan kirleticilerin dağılımı iklim, yeryüzü şekilleri vb. etkenlere bağlı olarak CBS ortamında modellenmektedir. Bu kapsamda CBS ile özellikle jeo-istatistiksel yaklaşımlarla kirleticinin dağılımının gerçeğe en yakın şekilde modellenmesi ve önlenmesi mümkün hale gelmektedir. CBS, emisyon envanterlerinin hazırlanmasında, hava kalitesi haritalamasında, insan faaliyetlerinin neden olduğu hava kirleticilerinin topoğrafyaya bağlı olarak dağılımının modellenmesinde karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır²².

-Gürültü yönetimi ve CBS - UA: İnsan faaliyetleri neticesinde oluşan zararlı veya istenmeyen açık hava sesleri çevresel gürültüdür. Çevresel gürültü başlıca istenmeyen kirleticilerden biridir. Modern yaşamda karşılaşılan temel gürültü kaynakları motorlu taşıtlar, endüstriyel faaliyetler, uçaklar gibi rahatsızlık verebilen unsurlardır. Gürültüye maruziyet mental sağlık üzerinde olumsuzluk ve huzursuzluk gibi canlının yaşam kalitesini düşüren sonuçlara sebep olabilmektedir. CBS ve UA ile yasalar çerçevesinde belirlenmiş gürültü sınır değerinin aşılmadığını göstermek amacıyla, mevcut durumda ve gelecekte ortaya çıkabilecek gürültü durumu hakkında haritalama yapılmasında; gürültü niteliğine sahip seslerini kabul edilebilir seviyeye indirilmesi, akustik özelliğinin değiştirilmesi gibi zararlı etkilerini tamamen veya kısmen yok etmek için gürültünün azaltılması işlemlerinde destek veren bir araç olarak kullanılabilir²³.

2.4. Literatür Özeti

Bu bölümde çevre yönetimi kapsamında incelenen atık yönetimi çalışmalarında CBS ve UA'nın kullanım örnekleri projeler, makaleler ve çeşitli yayınlarda gözden

²² <https://www.esri.com/library/bestpractices/air-quality.pdf> (Erişim Tarihi: 02.03.2016)

²³ <http://gisandscience.com/resources/linking-gis-with-models-a-bibliography/> (Erişim Tarihi: 13.03.2016)

geçirilmiş ve geçmişten günümüze aktarma istasyonu yer seçimi işlemi yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir..

Çevre yönetiminin amacı doğal çevreyi korumak, yenilemek ve geliştirmektir. Çevre yönetim sistemi ekosistem, insan ve ekosistem etkileşimi sonucu ortaya çıkan değişimlerle ilgilenir. Çevre yönetim sisteminde CBS, konum bazlı çevresel veri ile ilişkili unsurları, çevre yönetimine etki eden unsurları birlikte analiz edebilen önemli bir araçtır. Çeşitli amaçlarla belirli çevresel konuların incelenmesi amacıyla CBS'nin kullanıldığı yayınlar literatürde yer almaktadır. Çevre duyarlı planlama yaklaşımlarının öneminin vurgulandığı kıyı alanların yönetimi, ekolojik alanların değerlendirilmesi, yeraltı su kaynaklarının değerlendirilmesi, gürültünün kontrolü gibi doğal kaynakların ve çevreyi oluşturan diğer unsurların korunması ve yönetimi üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Korkut vd. 2005; Naish, 2010; Silva ve ark. 2014; Xie vd., 2015; Teixeira vd.2015).

Çevre yönetimi uygulamaları kapsamında incelenen atıkların yönetimi, endüstrileşmenin neden olduğu evrensel değişimler sonucunda sürdürülebilir atık yönetimi prensiplerine uygun şekilde oluşturulmalıdır. Yerele özgü atık yönetimi ihtiyacının karşılanması için atık yönetimi gelişmiş bilgisayar teknolojileri ile desteklenerek optimal çözümler aranmaktadır. Yeryüzünün algılanması ve toplanan veriler doğrultusunda bilgisayar ortamında çeşitli matematiksel - istatistikî analiz ve tahminlemelerin uygulanmasını sağlayan CBS ve UA, atık yönetiminin bir çok aşamasında fayda sağlamaktadır. Bu bağlamda literatürde, atık yönetimi planlama ve yönetim süreçlerinin CBS desteği ile ele alındığı bir çok çalışma yer almaktadır. Kentlerde oluşan atık bileşimi ve miktarı, iklimsel, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel kriterlere bağlı olarak her yerleşim yerinde farklı olacağından, atık yönetim sistemi kurulmadan önce mutlaka ilgili hizmet alanına ait atıkların miktarı ve bileşimi belirlenmelidir. Atık bileşimi ve miktarının tanımlandığı çalışmalara örnek olarak aşağıdakiler verilebilir;

Karadimas ve Loumos (2008) "GIS-based modelling for the stimation of municipal solid waste generation and collection" adlı çalışmada atık miktarı ve bileşiminin belirlenerek atık toplama işleminin planlanmasını ele almıştır. Atina'da kentsel atığın yönetilmesi amacıyla 745000 kişiye hizmet edecek 100 km²'lik bir bölge çalışma alanı olarak seçilmiştir. Oluşturulan mekânsal veritabanı; nüfus yoğunluğu,

ticari alan - konut gibi alan kullanım bilgisi ve ulaşım ağı nitelikleri bilgilerini içermektedir. Oluşturulan bu veritabanının amacı atığın oluşumuna etki eden kriterlere bağlı olarak atık oluşum miktarının karakterize edilmesidir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda atık toplama sürecinin etkili bir şekilde tasarlanması hedeflenmiştir. Çalışmada yerel yönetimin atık yönetim sürecini sosyal, ekonomik ve çevresel faktörleri değerlendirerek planlaması halinde yüksek hizmet ve verimli kaynak yönetimi sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.

Gallardo ve ark. (2014) tarafından yapılan "Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map; A case study" isimli makalede atık oluşumu ve içeriğinin CBS ortamında tematik haritalarının oluşturulması, böylece yer ve zamana göre değişen atık bilgilerinin modellenerek yerel yönetimlere bilgi sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmada atık oluşum miktarı ve içeriği iki farklı yöntemle haritalanmıştır. Bu yöntemlerden birincisi çalışma alanı hakkında verilere doğrudan erişilmesi koşulunda oluşturulan işlem sürecidir. İkinci yöntem ise eksik veri ile çalışılan süreçlere örnek teşkil eden bir yaklaşımdır.

Alan kullanımı bilgisi, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurlar doğrultusunda değişen atığın niteliği, atık yönetim sistemlerinin modellenmesi sürecini her uygulama alanı için birbirinden farklı modeller haline getirmektedir. Demografik ve mekana ait verinin CBS araçları ile entegrasyonunun sağlanması sayesinde atık yönetimi sisteminin yerele uygun şekilde tasarımına CBS'nin katkılarının gösterildiği çalışmalar literatürde yer almaktadır (Compagno vd., 2011; Wu vd. 2015).

Özkan ve Banar (2008) "Kentsel katı atık yönetim sistemlerinin oluşturulmasında farklı karar verme tekniklerinin kullanımı" isimli çalışmalarında, sürdürülebilir katı atık yönetiminin planlanması sürecinin gereklilikleri doğrultusunda, bir kentte katı atık yönetim sistemi kurulurken izlenmesi gereken adımları, farklı teknikler kullanılarak ele almıştır. Çalışma kapsamında kentte oluşan katı atıkların fiziksel ve kimyasal analizleri yapılarak bu analiz sonuçlarına göre optimum atık yönetim sistemi ve geri kazanım sistemi belirlenmesi, atık toplama ve taşıma rotalarının oluşturulması ve son olarak düzenli depolama sahası yer seçimi yapılması için, Yaşam Döngüsü Analizi (LCA), ANP ve ELECTRE III yöntemleri, Lingo 9.0 yazılımı, CBS ve UA araçları kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri, kentle ilgili demografik veriler, doğal faktörler vb. sürdürülebilir atık yönetimi sürecinde ele alınması gereken kriterlerin

değerlendirildiği, çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada CBS ve UA teknolojisi kentsel katı atıkları toplama ve taşıma rotalarının belirlenmesi ve düzenli depolama sahası yer seçimi sürecinde kullanılmıştır. Uygulama alanı Eskişehir olan bu çalışmada, kentte oluşan atıkların bileşimleri laboratuvar ortamında yıl boyunca analiz edilmiş, elde edilen atık karakterizasyonu sonuçlarına göre, Eskişehir kentsel katı atıklarının yönetimi için oluşturulan beş farklı senaryo değerlendirilmiş ve bir karar destek sisteminin yapısı ve uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kentsel katı atık toplama ve taşıma rotaları CBS ve matematiksel modelleme yardımıyla belirlenmiştir. Çalışmanın son aşamasında CBS, UA, ANP ve ELECTRE III yöntemleri kullanılarak, Eskişehir kenti için düzenli depolama sahası yer seçimi yapılmıştır.

CBS ortamında demografik ve alansal verinin entegrasyonu ile özel çıkarım yapılmasını sağlayan model oluşturulabilmektedir. Compagno ve diğerleri (2011) tarafından yürütülen "Solid waste management design through GIS integration of demographic and territorial data" (CBS entegrasyonu demografik ve alansal veri ile katı atık yönetimi tasarımı) isimli çalışmanın konusu İtalya'da 7500 yerleşimin yaşadığı Sicilya bölgesinde politik yaptırımlar, sosyo-kültürel, sosyo-ekonomik unsurlar, alan kullanımı gibi bilgilerin CBS ortamında birlikte değerlendirilerek alternatif atık yönetim sistemlerinin modellenmesidir. Çalışmada oluşturulan alternatif sistemlerle toplum alışkanlıklarına, ihtiyaçlarına, bölgesel ve ulusal yaptırımlara uygun atık yönetim sisteminin oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmada atık toplama hizmeti kapsamında, cadde temizliği servisi ve atık yönetimini destekleyen lojistik merkezlerin planlanması süreçlerinin alternatifleri için ekonomik fayda unsuru değerlendirilerek optimum uygunlukta teorik atık yönetim sistemi önerilmiştir. İlgili verilerin CBS ortamına aktarılması ile orjinal ve yenilikçi atık yönetim sistemlerinin tasarlanmasının mümkün olduğunu gösteren bu çalışmada, CBS ortamında Global positioning System (GPS) - Küresel Konumlama Sistemi aracılığıyla konumlandırılmış bilgilerin geleceğe dönük modellenmesi, atık türlerinin oluşumu, bu türlerin atık yönetim sisteminin akış modellenmesi, politik yaptırımlar ve toplumun alışkanlıkları çerçevesinde atık türlerinin etkili yönetiminin geleceğe dönük olarak planlanmasının mümkün olduğu gösterilmiştir.

Wu ve ark. (2015)'nin " An innovative approach to managing demolition waste via GIS (Geographic Information System): a case study in Shenzhen city, China" isimli

makalesinde Çin'in Shenzhen kentinde CBS destekli atık yönetim süreci ele alınmıştır. Çalışmada mekana ve zamana bağlı değişen atık oluşumu süreci CBS ile tanımlanmıştır. Geleceğe dönük atığın oluşumu tanımlanarak görselleştirildikten sonra, kentte oluşan atığın geri dönüşüm potansiyeli ve depolama sahası ihtiyacı tahmin edilmiş, böylelikle atık yönetiminde ekonomik ve çevresel fayda sağlanacağından söz edilmiştir.

Güngör ve Dilek'in (2006) çalışmalarından atık yönetimi uygulamalarında doğal çevre ve fiziksel çevre unsurlarının değerlendirilerek düzenli depolama sahası yer seçiminin yapıldığı ilk çalışmalardan birinin Dilek'in 1989 yılında Ankara kenti için katı atık depolama alanı yer seçimi çalışması olduğu görülmektedir. Bu çalışmada havaalanları, yerleşim alanları ve su toplama havzaları gibi fiziksel çevreyi ve doğal çevreyi meydana getiren unsurların dikkate alınarak uygun alanlar belirlenmiştir. Dilek ve Çelem (2003)'in konuyla ilgili bir diğer çalışması Bodrum ilçesi katı atıklarının düzenli depolama olarak değerlendirilmesinde alternatif alan seçim olanaklarının saptanmasıdır. Bu çalışmada USEPA'nın yer seçimi modelinden yararlanılmıştır. Üç aşama halinde ele alınan çalışmanın ilk aşamasında jeoloji, hidroloji, yerleşim alanları, toprak yapısı, orman varlığı ve arazi örtüsü unsurları değerlendirilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ulaşım ve iklim ile ilgili unsurların değerlendirilirken, son aşamada Bodrum gibi nüfus oranının mevsimsel olarak değiştiği yerleşim alanlarında önemli olan nüfus unsurunun değerlendirilmesi gerekliliği vurgusu yapılmaktadır. Bu kapsamda lot hacmi ve saha ömrü gibi bilgilerin değerlendirilmesi gerekliliği son bölümde vurgulanan bilgiler arasındadır. Güngör ve Dilek (2006) ise konuyla ilgili alanyazında yer alan diğer çalışmalardaki yöntemleri de inceleyerek Beyşehir ilçesinde katı atık depolama sahası için uygun yer seçimi çalışması yapmıştır. Çalışmada CBS kullanılarak ulaşım, topografya, kültürel varlıklar, akarsu, su yüzeyi, yerleşim alanları unsurları ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile değerlendirilerek çalışma alanında yer alan potansiyel uygun nitelikte alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Chalkias ve Lasaridi (2009)'nin çalışması, " A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: The case study of Nikea, Athens, Greece"da CBS'nin atık yönetiminde ekonomik açıdan ve çevrenin korunması konusunda sağladığı faydalardan bahsedilmektedir. Bu çalışmada Atina'da CBS ile ulaşım ağı, toplama noktaları, alan kullanımı gibi bilgiler kullanılarak atık toplama

noktalarının belirlenmesi ve kısa sürede en düşük maliyetle atık toplama güzergahı oluşturması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda atık toplama süresi, ulaşım mesafesi, CO₂ salınımı ve yakıt tüketiminde azaltma sağlandığı saptanmıştır.

Vijay ve ark.'nın (2005)," GIS-based locational analysis of collection bins in municipal solid waste management systems" isimli çalışmasında etkili ve düşük maliyetli atık yönetimi rota optimizasyonu konusu ele alınmıştır. Düzenli depolama sahası yer seçiminin atığın toplandığı konumlara bağlı olduğu belirtilen çalışmada, toplama noktalarının belirlenmesi için atık kaynak konumu ve miktarı haritalanmıştır. Atığın oluşumunun hesaplanmasında gelir seviyesi kriter olarak kullanılmıştır. Bu amaçla p-medyan modeli kullanılarak CBS ortamında oluşturulan algoritma ile konuma bağlı atık miktarı ve optimal rotaya bağlı toplama noktaları belirlenmiştir. Atık toplama noktalarının belirlenmesi sürecinde en kısa mesafe ve eğim kriterleri kullanılmıştır.

Chalkias ve Lasaridi (2009) ve Vijay ve ark. (2005)'in çalışmalarına benzer olarak CBS ile rota optimizasyonunun geliştirilmesine örnek başka bir çalışma Özkan ve diğerleri(2005)'nin“Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Tıbbi Atık Toplama Rotalarının Belirlenmesi” isimli çalışmasıdır. Özkan ve diğerlerinin çalışmalarının konusu tıbbi atıkların toplama rotalarının belirlenmesidir. Çalışmada, Eskişehir ili merkez ilçesinde oluşan tıbbi atıklar için CBS ile tıbbi atık toplama rotalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Tıbbi atık toplama rotaları belirlenirken tıbbi atıkların kaynakları, personel sayısı, yatak kapasitesi, doluluk oranı vb. bilgiler konumsal bilgi haline getirilerek veritabanı oluşturulmuştur. Çalışmada yapılan analizler sonucunda Eskişehir tıbbi atık toplama rotalarının mesafesi haftalık %3,8 azaltılarak, 481 km'lik iyileştirme sağlayan bir model geliştirilmiştir. Sonuç olarak bilgi teknolojileri desteği ile planlanan tıbbi atık toplama rotalarının, atık toplama maliyetlerini ve sürelerini azaltabileceği görülmüştür.

Gallardo ve ark. (2015), "Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study" isimli çalışmalarında kentsel katı atığın toplama sisteminin tasarımı konusu ele almıştır. Literatürde yer alan kentsel katı atık toplama-taşıma konulu çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada CBS aracılığıyla atık toplama yöntemi belirlenmiş ve toplama noktalarının hacmiyle ilişkilendirilmiştir. Uygulama alanını kapsayan yasal düzenlemeler, nüfus yoğunluğu, maliyet ve atık oluşum tipinin gösterdiği çeşitlilik doğrultusunda çalışma alanının atık yönetimi ihtiyacı

tanımlanmıştır. Bu tanımlamaya dayanarak temel atık toplama yöntemlerinden kapıdan kapiya toplama, cadde üstlerinde konteynerlarda toplama, atık getirme merkezlerinde toplama, yeraltı konteyner sistemiyle toplama, yeşil noktalarda (green point) toplama alternatiflerinin avantajları ve dezavantajları uygunluk açısından incelenip uygun toplama yöntemine karar verilmiştir. Bu çalışma, toplama noktalarının hacmi ile toplama yöntemlerinin ilişkisi açısından önem arz etmektedir. Bu çalışma atık toplama yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak ele alması yönüyle diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Biotto ve ark. (2009) kontrolsüz depolama sahalarının tespit edilmesi ve tanımlanmasını amaçlayan çalışmasında uydu görüntüleri vasıtasıyla kontrolsüz depolama sahalarının tespitini yapmıştır. Benzer şekilde Silvestri and Omri (2008) çalışmalarında benzerlik yöntemi ile konum ve durum saptaması yapmıştır. Borrel ve ark.(2013)'nin faktör analizi ve CBS'den yararlanarak demografik ve sosyo-ekonomik özellikler, jeomorfolojik yapı ve çevre yönetimi yaklaşımlarına göre değişkenlik gösteren yasadışı depolama sahalarının tespitini yapmıştır. Çok değişkenli CBS analizi ile bu sahaların konumlarının tahminlenmesine ve doğrulanmasının mümkün olduğunu; bu yaklaşımın katı atık yönetiminde mekânsal istatistiksel analiz ile yasadışı sahaların hangi koşullarda ve nerede ortaya çıkma ihtimali olduğu, neden olabileceği kirliliklerin önlenmesi ve geleceğe dönük alan planlamalarında kullanılabileceğini belirtmektedir.

Siddiquie ve diğerleri (1996), "Landfill Siting Using Geographic Information Systems: A Demonstration" isimli çalışmasında, CBS ortamında yapılmış olan depolama sahası uygun yer seçiminde çok kriterli karar verme yöntemi ve karşılaştırma yönteminin diğer geleneksel karşılaştırma yöntemlerine göre sağladığı faydalardan söz etmektedir. CBS sayesinde politik yaptırımlar, halkın faaliyet alanı ile ilgili fikri, çevresel unsurlar gibi pek çok kriter bir arada değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmaya göre CBS teknolojisi yardımıyla geniş alanlar çok daha ayrıntılı değerlendirilebilmekte, kriterler arasında öncelik belirlenebilmekte, arazi büyüklüğü, arazi büyüme kapasitesi gibi unsurlar saptanabilmekte, faaliyet alanı oluşturulmadan önce faaliyetin çevre üzerinde neden olabileceği etkiler öngörülebilmektedir.

Basnet ve diğerleri (2001)'nin, " Selecting Suitable Sites for Animal Waste Application Using a Raster GIS" isimli çalışmasında CBS teknolojisinin hayvan atıklarına uygun alan belirlenmesinde kullanımını ele alınmıştır. Çalışma çok kriterli

karar verme yönteminden yararlanarak gerçekleştirilmiş ve ağırlıklı çakıştırma uygulaması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda biyo-fiziksel, çevresel ve sosyo-ekonomik faktörler çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılarak değerlendirilmiş ve sonrasında ağırlıklı çakıştırma ile atıkların oluşum kaynağı ve çevresel etkileri dikkate alınarak uygun atık toplama alanı tespit edilmiştir.

Christensen (2011)'in Solid waste technology & management isimli kitabında yer alan McFadden ve Whitehead (2003)'in çalışmasında CBS ile çok kriterli karar verme yöntemi ile depolama sahası yer seçimi konu ele alınmıştır. Depolama sahası yer seçimi için ele alınan çalışma alanı, tarımsal alan, ormanlık alan ve meradan oluşmaktadır. Bu bölge sosyal, mekânsal, politik, ekonomik ve doğal faktörler açısından uygun ve uygun olmayan olarak nitelendirilmiş, sınıflandırılmış, ikili ölçüt değerlendirme ile 1'den 9'a kadar her faktörün uygunluk derecesi atanmış, böylece sınırlandırılması gereken ve uygun alanlar elde edilmiştir. Siddiquie ve ark.(1996), Basnet ve ark. (2001) ve Christensen (2011)'in çalışmaları, bu çalışmanın uygulama bölümünde yararlanılan kaynakları oluşturmuştur.

Ünlü ve Türker (2004)'ün "Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve sistem simülasyon modelleri (SSM) kullanılarak Katı Atık Deponi Sahası Tasarımlarının Değerlendirilmesi" isimli projesinde Türkiye'de kentlerde karşılaşılan başlıca sorunlardan biri olan atık yönetimi konusu ele alınmıştır. Performans bazlı atık depolama sahası tasarımı yaklaşımı çerçevesinde uygulanan projede yönetmelikler çerçevesinde öngörülen tek tip saha tasarımının uygulanması yerine saha koşullarına uygun, maliyetleri düşük ve çevresel etkileri kabul edilebilir tasarımların oluşturulması amaçlanmıştır. Bu yaklaşımın geliştirilmesinde CBS ve SSM araçları entegre edilerek kullanılmıştır. CBS veri tabanı oluşturulması ve veri işlenmesi için kullanılırken, deponi sahası sızıntı suyu oluşumu için Vadose and Saturated Zone Transport Model - Doygun Olmayan Zon ve Doygun Zon Taşıma Simülasyon Modeli (VADSAT), yeraltı suyu kalitesi simülasyon modeli (YAS), bir CBS yazılımı olan ArcGIS yazılımına entegre edilerek kullanılmıştır. Proje çalışmasında alınan sonuçlar, aynı tasarım özelliklerine sahip depolama sahalarının farklı iklim ve saha koşullarında farklı performans gösterdiklerini; bu nedenle, çevresel riski ve maliyeti düşük bir depolama sahası tasarımının, çevre mevzuatı kapsamında yer alan yönetmeliklerce tanımlanan tek tip

tasarım yaklaşımının aksine, atık özellikleri, depolama sahasının boyutları ve sahanın iklim, hidrojeolojik vb. özelliklerine göre değerlendirilmesi gerektiği göstermiştir.

Banar ve diğerleri (2010)'nin "AHP kullanılarak katı atık düzenli depolama sahası yer seçimi" isimli çalışması tezin uygulama kısmı için çalışma alanının anlaşılması açısından literatür özeti incelemesine dahil edilmiştir. Bu çalışma 2006 yılında Eskişehir ilinde düzenli depolama sahası olmadığı dönemde Eskişehir ili için düzenli depolama sahasının yer seçimiyle ilgili ön etüd araştırmasını kapsamaktadır. Bu çalışmada düzenli depolama sahası yer seçiminde yalnızca teknik unsurlar ele alınmıştır. Katı atık düzenli depolama sahası yer seçimi için değerlendirilmesi gereken kriterler özetle şu şekilde belirtilmiştir; meskun sahalara uzaklık, içme ve kullanma suyu toplama alanlarının durumu, çevredeki yeraltı suyu hareketleri, jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik yapı, tektonik yapı, çevredeki trafik durumu, taşıma mesafesi, sahanın çevreden görünüşü, sahanın depolama kapasitesi, taşkın riski vb. çevresel olaylardan faaliyet alanının etkilenmesinin önlenmesi gerekliliği, halkın onayı, politik yaptırımlara uygunluk. Yalnızca teknik değerlendirmenin yapıldığı bu çalışmada; taşıma mesafesi, yasal yaptırımlar, uygun arazi alanı, saha ömrü ve kapasitesi, topoğrafya, hidrolojik koşullar; yüzey suları-yeraltı suları, toprak yapısı ve jeoloji, meteorolojik koşullar dikkate alınmıştır. Kriterlerin değerlendirilmesi sürecinde AHP (Analytical Hierarchy Process) yöntemi uygulanmıştır.

Yeşilnacar ve ark.(2008)'in "Düzenli depolamada yer seçimi için CBS tabanlı algortimaların üretilmesi" adlı projelerinin amacı, gelişmekte olan ülkelerde çevre ve altyapı sorunlarından biri olan katı atıkların rastgele depolanması sorununun ele alınmasıdır. Projede, çok ölçütlü atık depolama alanı belirlenmesi uygulamalarının geleneksel yöntemlerle uygulanması yerine, CBS kullanılarak nicel olarak çok ve nitel olarak çeşitli verilerin değerlendirildiği bir algoritma geliştirilmiştir. Proje kapsamında yerleşim alanları, arazi kullanımı, akifer, jeoloji, yüzeysel su; kesikli akan dereler ve kuru dereler, kot, eğim, havaalanı, enerji iletim hatları, ulaşım; otoyollar, tali yollar, sanayi bölgeleri gibi toplam 13 farklı katman kullanılmıştır. Bu katmanlar CBS ortamında çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan basit ağırlıklı toplama (SAW) yöntemi ile değerlendirilmiş ve uygun nitelikte alternatif arazilerin tanımlandığı sonuç haritası elde edilmiştir. Çalışma alanı olarak Şanlıurfa kent merkezi seçilmiştir. Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nde yer alan en fazla yatırımın yapıldığı,

hızlı nüfus artışına sahip olan, hızla büyüyen, bu nedenle çevresel sorunlar ve altyapı sorunları ile karşılaşılan bir bölgedir. Bu bölgede oluşan kent atıklarının bertaraf edilmesi için 3 adet alternatif saha belirlenmiştir. Çalışma sonucunda CBS ve çok kriterli karar verme tekniklerinin birlikte kullanılarak uygun depolama sahası belirlenmesi için yerelin taşıdığı özelliklere, yasal gereksinim ve koşullara göre uyarlanabilen algoritma oluşturulmuştur.

Atık yönetimi sürecinde yer alan faaliyet alanlarından biri olan aktarma istasyonları, 2.2.3 başlığında belirtildiği gibi yer seçimi gerektiren faaliyet alanlarıdır. Bununla birlikte literatürde çeşitli çalışmalar tarandığında aktarma istasyonları yer seçimi süreci Tablo 2.3'te gösterildiği gibi çeşitli kriterlerden oluştuğu tespit edilmiştir.

Rahman ve Kubby (1995)'nin çalışmasından elde edilen bilgilere göre aktarma istasyonlarının literatürde ele alınmış şekli şu şekildedir: Aktarma işlemi faaliyet alanı konumlandırma sorunu ilk olarak Marks ve Liebman (1971) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada halkın faaliyet alanına olan tepkisi ikinci derece önemli konu olarak değerlendirilmiştir. Greenberg ve diğerleri (1976) tarafından Kuzey New Jersey'de kurulan atık yönetiminde aktarma istasyonu dışsal etkileri de karar sürecine dahil edilmiştir. Kirca ve Erkip (1988) ise maliyet azaltıcı yaklaşımla aktarma istasyonlarının konumlandırılmasını amaçlamıştır. Gottinger 1987 yılında yapmış olduğu "A long-range planning model for a resource recovery plant" (uzun vadede kaynak geri kazanımı tesisi planlaması) adlı çalışmasında atık yönetimi sürecinde kaynakların geri kazanımının sağlanacağı geri kazanım tesislerinin önemini vurgulamıştır. Böylece gerikazanım tesisleriyle bütünleştirilmesini ve böylece atık yönetimi sürecinde geri kazanım oranına olumlu fayda sağlanması amaçlanmıştır. Gottinger 1988 yılında yapmış olduğu "A computational model for solid waste management with application." (Katı atık yönetimi hesaplama uygulaması) isimli, konuyla ilgili diğer çalışmada ağ akış modelini geliştirmiş, toplam taşıma, süreç ve yapım aşamalarını ele almıştır. Özetle, aktarma istasyonlarının yer seçimiyle ilgili önder çalışmaların birincil amacının maliyetin azalması olduğu anlaşılmaktadır.

Öncü çalışmalardan sonra ortaya çıkan yaklaşımlar incelendiğinde aktarma istasyonları yer seçimi sürecine çeşitli amaçların da eklendiği görülmektedir. Örnek olarak Rahman ve Kubby (1995), "A multiobjective model for locating solid waste transfer facilities using an empirical opposition

function" isimli çalışmasında daha önce literatürde yer alan ve maliyetin azaltılması amacının taşındığı aktarma istasyonu yer seçimi yaklaşımlarından farklı olarak, toplumun faaliyet alanına olan olumsuz görüşünün giderilmesini araştırma amaçlarına dahil etmiştir. Sosyo-politik faktörler kapsamına giren toplumun faaliyet alanına karşı duyduğu rahatsızlığın ölçülmesinin oldukça güç olduğunu belirten Rahman ve Kubby (1995), bu sorunun literatürde yerleşim birimlerinden uzaklık şeklinde ele alındığını belirtmektedir. Yerleşim birimi gibi faaliyet nedeniyle rahatsızlık verilmemesi gereken alanlara olan faaliyet alanının uzaklığı çalışmalarda farklı yaklaşımlarla ele alınmaktadır.

Gill ve Kellerman (1993) çok kriterli karar verme modeli ile ekolojik, politik, taşıma, ekonomik ve mekânsal ana başlıklarında ele alınan kriterleri standardize etmek için sıralama yöntemini kullanmıştır.

Chang ve Lin(1997), CBS ile öncelikli hedefin atık yönetim sisteminin maliyetinin azaltılması olduğunu belirttikleri çalışmalarında atık türleri ve miktarları, mevcut tesisler ve nitelikleri, fay hattı, toprak tipi, taşıma ağları, ormanlık araziler ve endüstriyel alanlar kullanarak yerleşim birimi için düşük maliyetli taşıma işlemi yapılabilecek uygun aktarma istasyonu alanlarını tespit etmiştir.

Eshet ve diğerleri (2006), CBS'yi çevre estetiğinin konut fiyatlarına etkisinin hesaplanması için kullanmıştır. Çalışmada İsrail'de aktarma istasyonlarının konut fiyatlarına etkisinin mali boyutunun değerlendirilmesi amaçlamıştır. Konut değeri, konutun transfer istasyonuna uzaklığı, konutun kapladığı alan, sosyo-ekonomik sınıf, konut tipi, konutun park yerine sahip olup olmadığı, asansöre sahip olup olmadığı gibi konutun sınıfını tanımlayıcı bilgiler kullanılarak transfer istasyonunun konutların mali değerini nasıl etkilediği CBS ortamında yorumlanmıştır. CBS'den faydalanılarak oluşturulan veritabanında konutların, transfer istasyonları konumlandırılması, her konut ve transfer arasındaki mesafenin hesaplanmasında kullanılmıştır. Ayrıca CBS'nin istatistiksel analiz yeteneğinden faydalanarak alan bilgisi ve demografik bilgiler arasında istatistiksel yorumlama yapılmıştır. Çalışma sonucunda aktarma istasyonunun konuttan ortalama %1 oranında uzaklaşmasının, konut değerini ortalama %0.06 artırdığı bilgisine erişilmiştir.

Raffiee ve ark.(2011) tarafından Masshad şehri için atık aktarma istasyonu yer seçimi çalışmasında CBS ile toprak, jeolojik yapı, eğitim, yerleşim birimlerine yakınlık, atığın olduğu kaynaklara yakınlık, nehir, akarsu göl gibi su kaynaklarına yakınlık, rekreasyon alanlarına, okul, itfaiye gibi kamu alanlarına yakınlık gibi doğal kaynakların, sosyal çevrenin korunması ve erişilebilirlik amacını taşıyan kriterler belirlenerek uygun alan bulunması amaçlanmıştır. Kriterin standardizasyonu şu şekilde yapılmıştır; kriterler uygun ve uygun değil olarak nitelendirilerek iki grup oluşturulmuştur. Kriterlerin uygunluk değerleri bulanık yöntem ile değerlendirilmiştir. Weighted Linear Combination (WLC-Doğrusal Kombinasyon) yöntemi ile uygunluk analizi oluşturulurken kriter ağılıkları AHP ikili karşılaştırma ile belirlenmiştir.

Sackey (2012), " Using GIS to Determine Waste Transfer Stations in Relation to Location of Landfill Site in the Accra Metropolis" isimli yüksek lisans tezinde Gana'nın başkenti olan Accra kentinde CBS ile transfer istasyonlarının depolama sahasına göre konumlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Accra hızla gelişmekte olan bir kenttir. Hızlı gelişim süreci eski depolama sahalarının kapasitelerini doldurmuştur ve yeni yapılacak olan depolama sahalarının yerleşim birimlerinde uzak alanlara kurulması hedeflenmiştir. Çalışmada çalışma alanına ilişkin veriler ve GPS, ArcGIS ve Microsoft Excel 2007 kullanılmıştır. GPS ile mevcut atık toplama konteynerların ve depolama sahalarının bulunduğu konumlar kaydedilmiş, nüfus yoğunluğu, arazi kullanımı, trafik koşulları ve doğal faktörler ile ilgili kriterler CBS ortamında sayısallaştırılmıştır. Çalışma sonucunda CBS ile 4 adet transfer istasyonu konumu belirlenmiştir.

Chatzouridis ve Komilis (2012) tarafından atık taşıma sürecinin maliyetinin ve süresinin azaltılması için sisteme aktarma istasyonu dahil edilmesinin gerekliliğinin değerlendirildiği çalışmada, atık aktarma istasyonları yer seçiminde öncelikle hariç tutulması gereken alanlar tespit edilmiştir. Hariç tutulması gereken alanlar belirlenirken düzenli depolama sahası ve aktarma istasyonunun benzerlik gösteren faaliyet alanları olması nedeniyle düzenli depolama sahası yer seçimi kriterleri kullanılmıştır. Atıkların taşı maliyeti ve süresinin azaltılması amaçlanan bu çalışmada aktarma istasyonu yer seçimi için iki farklı yöntem uygulanmıştır. 1. yöntemde transfer istasyonlarının ana yollara ve atık üretim merkezlerine 1-5 km uzaklıkta olması amaçlanmıştır. 2. yöntemde ise atık üretilen merkezlere 16 km yarıçapta tampon bölge oluşturulmuştur.

İkinci yöntemde en çok tampon bölgenin kesiştiği alanlar yüksek puanlı uygun aktarma istasyonu olarak tanımlanmıştır.

İki farklı yöntemle belirlenen her bir uygun istasyonun atığın olduğu kaynaklara ve depolama sahasına olan uzaklıkları ve bu mesafelerin alındığı süreler tespit edilmiştir. Son aşamada ise en kısa mesafe ve en az sürede atığın taşınmasını sağlayacak sistemin oluşturulması amaçlanmıştır. Bu çalışma sonucunda transfer istasyonlarının atık üretim noktalarına yakın olması maliyetin azaltılmasına daha çok fayda sağladığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan veriler sonucunda atık toplama sisteminin yaklaşık %52-53'ünün yakıt masrafı olduğu, % 15-16'sının aktarma istasyonuna ait olduğu belirtilmektedir. Hem doğal kaynakları korumayı amaçlayan hem de maliyet unsurunu gözetilen çalışma, aktarma istasyonlarının konut, endüstriyel alan gibi atığın üretildiği bölgelere yakın olmasının fayda sağlayacağını göstermektedir.

Billa ve Pradhan (2013)'in çalışmasında kırsal bölge için katı atık yönetiminin planlanması sürecinde transfer istasyonları sürece dahil edilerek atık toplama ve nihai depolama sürecinde karşılaşılan sorunların giderilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada aktarma istasyonlarının atık yönetimi sürecine dahil edilmesi sayesinde atık yönetim sürecine sağlayacağı faydalar vurgulanmaktadır. Çalışma kapsamında CBS ve mekânsal analiz teknikleri kullanılmıştır. CBS ile mekânsal analiz sürecinde çevresel, fiziksel ve sosyal kriterler değerlendirilerek potansiyel alan tespiti yapılmıştır. Yer seçimi sürecinde temel çevresel kriterlerin değerlendirildiği belirtilen çalışmada temel kriterler olarak belirten çalışma, konut tipleri, arazi kullanım bilgisi ve ulaşım ağları kullanılmıştır. Çalışma alanı Malezya - Petaling Jaya bölgesi olarak seçilmiştir. Petaling Jaya, kırsal ve hızla gelişmekte olan bir bölgedir ve bölgede atıkların toplanmasında ve nihai depolanmasında sorunlarla karşılaşmaktadır. Halk atıklarını kaynağında ayırma alışkanlığına sahip değildir. Atıklar kaynağından karışık toplanmaktadır. Bu alanda mevcut sorunların giderilmesi için atık yönetimi sürecine aktarma istasyonlarının eklenmesi gerekmektedir. Böylece etkili atık toplama sistemi oluşturulması, depolama sahası ihtiyacının azaltılması amaçlanmaktadır. Bu çalışma Türkiye'de olduğu gibi hala kırsal bölgelerde atıkların düzensiz depolama sahalarında bertaraf edildiği ve atığı kaynağından ayrıştırma alışkanlığının olmadığı bölgelerde aktarma istasyonlarının atık yönetim sürecine dahil edilmesi sayesinde materyal geri kazanımı ve etkili atık yönetimi sağlanabileceğini gösteren bir çalışmadır.

Billa ve Pradhan (2013)'ın çalışmasında, atık tipi (geri dönüştürülebilir atık/ kompostlamaya uygun atık/ tek kullanımlık atıklar) ve nüfus yoğunluğuna bağlı olarak atık miktarı tematik olarak haritalanmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda rota optimizasyonu yapılmıştır. Aktarma istasyonu için uygun arazi belirlenmesi sürecinde tanımlayıcı ve hiyerarşik modelleme tekniği kullanılarak aktarma istasyonu için uygun konumun belirlenmesi amaçlanmıştır. Mekânsal ve mekânsal olmayan verilerden oluşan veriler arazi kullanımı, ulaşım ağının nitelikleri-sınırlılıkları vb. bilgilerden meydana gelmektedir. Uygun arazilerin alternatiflerinin belirlenmesi şu temel kriterler doğrultusunda geliştirilmiştir;

- Endüstriyel alan/diğer alan kullanımları
- Konut, ticari alan veya diğer kamusal alanlarından en az 200 metre uzaklıkta olan alanlar
- Ana ulaşım ağlarına 100 metre yakınlıkta olan alanlar
- Atık toplama rotalarına ve nihai varış noktasına 10 km'den daha yakın olan araziler

Uygunlanan mekânsal analiz ve yakınlık analizleri Arc Info ve Arc View CBS ortamında yapılmıştır. Çakıştırma sonucunda elde edilen transfer istasyonu için potansiyel uygunlukta alan 76.3 hektar büyüklüğünde ve endüstriye alan niteliği taşımaktadır.

Daha sonraki aşamada belirlenen potansiyel uygunluktaki endüstriyel alanda

- Komşu arazi kullanım bilgisi
- Görünürlük
- Toplama rotalarına yakınlık
- Ana ulaşım ağlarına yakınlık
- Arazi mali değeri

kriterleri ağırlıklandırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda çalışmada dikkate alınan unsurlara uygun, ana konum belirlenmiştir. Billa ve Pradhan'ın çalışması, tezin uygulama kısmında çalışma alanı sınırlarında aktarma istasyonu için uygun nitelikte alanlar belirlenirken tercih edilebilecek birden fazla aşamalı yer seçimi modeli olarak örnek teşkil etmiştir.

Kullanılan kriterler ve kriterlerin yorumlanma şekliyle tez çalışmasının uygulama bölümüne örnek teşkil eden çalışmalardan bir diğeri Christian (2014)' nın "Multi-Criteria Selection of Waste Transfer Stations in the Kumasi Metropoli" (Kumanshi yerleşim biriminde çok kriterli atık transfer istasyonları yer seçimi) isimli yüksek lisans tezi çalışmasıdır. CBS ile çok kriterli karar verme yönteminden faydalanarak jeoloji, fay hattı, su kaynakları, ulaşım ağları, eğitim, yerleşim birimi kriterlerini değerlendirdiği aktarma istasyonları için uygun arazi tespitinin amaçlandığı çalışmada, kriterler sıralama yöntemi ile standardize edilmiş, WLC yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma analizi sonucunda dört adet potansiyel uygun arazi belirlenmiştir. Christian (2014) bu çalışmada arazi kullanım ve atık yönetim sisteminin birlikte değerlendirilmesi gerekliliğini vurgulamaktadır.

Climaco ve ark. (2014), "A Discussion on the Role of Decision Support in a Location Analysis Case Study" (Konum Analizi Çalışmalarında Karar Destek Sistemlerinin Değerlendirilmesi) isimli çalışmalarında Portekiz'de aktarma istasyonlarının konumlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Çalışmada Portekiz'de atıkların yönetilmesi sürecinin stratejik planlaması çerçevesinde mevcut sistemin iyileştirilmesi amacıyla aktarma istasyonlarının çevresel etkiler ve maliyet unsurları göz önüne alınarak konumlandırılması gerektiği belirtilmektedir. Çalışma kapsamında aktarma istasyonlarının potansiyel uygun konumlarının belirlenmesi için koruma alanları, doğal kaynaklar, arazi kullanımı ve arazi örtüsü, ulaşım ağları, arazi uygunluğu, mevcut tesisler, hizmet alanı sınırları gibi veriler ve ArcGIS ve SABILOC isimli yazılımlar kullanılmıştır. Çalışma kapsamında uygun alanların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu işlem için CBS aracının mekânsal analiz ve ağ analizi araçlarından faydalanılmıştır. Potansiyel arazilerin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sürecinde bir karar destek sistemi olan SABILOC'tan faydalanılarak çevre üzerinde olumsuz etkiye neden olmayacak, taşıma maliyeti düşük alternatif transfer istasyonu belirlenmiştir. Bu çalışma Christian(2014)'ün çalışmasından farklı olarak CBS'nin sunduğu imkanlardan biri olan ağ analiz araçlarının ve maliyet unsurunun değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Christian (2014)'ın yapmış olduğu çalışmaya amaç ve yöntem açısından benzerlik gösteren bir diğer çalışma Habtamu tarafından 2015 yılında gerçekleştirilen, "Selection of Potential Sites for Solid Waste Transfer Stations in Addis Ababa: A Decision

Support System using GIS and RS Techniques" isimli çalışmadır. Çalışmanın amacı CBS ve UA teknolojisi ile Etopya'nın Addis Ababa bölgesinde katı atık transfer istasyonu yer seçiminin yapılmasıdır. CBS ve çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak potansiyel uygun nitelikte alanlar tespit edilmiştir. Kullanılan kriterler; jeoloji, arazi kullanımı, toprak, ulaşım ağı, eğim, drenaj, koruma alanları'dır(fay,havaalanı-okul-hastane vb.). Yer seçimi sürecine etki eden faktörler atık yönetimi standartları kapsamında yeniden sınıflandırılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırma işlemi çok kriterli karar verme yöntemi olan AHP ile ikili karşılaştırma yöntemidir. Ağırlıklar atandıktan sonra WLC ile ağırlıklı çakıştırma yapılmıştır.

Jaiswa ve Bharat (2015)'in, aktarma istasyonlarının kentlerde konumlandırılması sürecini değerlendiren çalışmaların kullanılan kriter ve göstergeler, delphi tekniği ile incelenmiştir. Bu çalışmada, katı atık yönetimi gibi multidisipliner bir konu kapsamında sosyal, ekonomik ve çevresel faktörler değerlendirilmiş aktarma istasyonu yer seçiminde kullanılması gereken kriterleri belirleme konusunda delphi tekniğinin faydası vurgulanmıştır. Bu çalışmanın geçmişte yer alan çalışmalardan farkı, delphi tekniği ile uzman görüşü alınarak oluşturulmuş kontrollü bir kriter listesine sahip olmasıdır. Bu değerlendirme sonucunda çalışmada yer alan uzmanlara göre jeoloji verisinin, havaalanlarının ve iklim kriteri olan nem unsurunun aktarma istasyonu yer seçiminde önemli kriterlerden olmadığı belirtilmiştir.

Alan yazında yer alan çalışmalara ek olarak özel kuruluşların yapmış olduğu çalışmalar bulunmaktadır. Kuzey Carolina Orange Country yerel yönetiminin yaptırmış olduğu aktarma istasyonu yer seçimi çalışması bunlardan biridir. 2008 yılında yapılan çalışmanın amacı maliyet azaltıcı ve çevreye zarar vermeyen aktarma istasyonlarının kurulması için yer seçimi yapılmasıdır. Proje, ulusal ölçekte atık geri kazanımı, kompostlamanın artırılması ve atık depolama sahalarının büyütülerek merkezi hale getirilmesi yaklaşımını amaç edinerek aktarma istasyonlarının küçük kapasiteli depolama sahalarının yerini alması için faaliyete geçirilmesini desteklemektedir. Uygun yer seçimi sürecine etki eden kriterler üç kategoride toplanmıştır: Teknik kriterler, hariç tutulması gereken alanlar ve yerele özel kriterler. Hariç tutulması gereken alanlar çerçevesinde politik yaptırımlar çerçevesinde çevrenin ve diğer canlıların zarar görmemesi için önlem alınması gereken alanlar, tampon bölgeler, gerekli önlemlerin alınması için yeterli minimum arazi büyüklüğü gibi konular göz önünde tutulmuştur.

Teknik kriterler çerçevesinde mühendislik kriterleri, operasyon ve taşıma süreci ile ilgili arazi nitelikleri teknik tasarım, çevresel ve ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Çeşitli ulaşım ağı alternatifleri, bu alternatif ulaşım ağlarına yakınlık, atık üretim noktalarına yakınlık gibi unsurlar değerlendirilerek ağırlıklandırılmıştır. Yerele özel kriterlerin incelendiği üçüncü kategoride yerel bilgi doğrultusunda oluşturulması gereken kriterler tartışılmıştır. Çevresel adaletin gözönünde bulundurulduğu bu aşamada komşu arazilerin alan kullanım bilgisi, okul, kilise, rekreasyon alanı gibi alanlara uzaklığı, etki altında kalan konut sayısı gibi unsurlar değerlendirilmiştir.

Proje kapsamında yer seçimi sürecine etki eden en önemli unsurlardan biri olan halkın katılımı ve onayı unsuruna önem verilmektedir. Bu gayede internet tabanlı katı atık tavsiye portalı Solid Waste Advisory Board (SWAB) ve insan kaynakları komisyonu Human Relations Commission (HRC) oluşturulmuştur. Bu birlikler halkın yer seçimi sürecine etki edecek fikirlerinin değerlendirilerek ağırlıklandırılması ve yer seçimi sürecine dahil edilmesinde rol oynamıştır. sınırlayıcı faktörler doğrultusunda 3 adet potansiyel uygunlukta faaliyet alanı tanımlamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, CBS ile Eskişehir ili için atık aktarma istasyonları için uygun yerlerin belirlenmesinde kullanılacak materyal ve bu materyal kullanılmasında uygulanan yöntem açıklanmıştır.

3.1. Materyal

Tezin materyali tezin konusu ile ilgili literatürde yer alan kaynaklar ve benzer çalışmalar, çalışma alanı ile ilgili sözel ve grafik verilerdir. Bunlar arasında; konum, nüfus, topoğrafya, toprak, jeoloji, su kaynakları, mevcut atık yönetimi, ulaşım ağı, altyapı hakkında veriler ve kullanılan yazılım bulunmaktadır.

3.1.1. Literatür araştırmasına dayalı veri kaynakları

Çalışmanın birincil materyalini, çalışmanın alanyazın bölümü kapsamında çalışmanın konusuyla ilgili literatür araştırmasına dayalı kaynaklar ve literatürde konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmalar meydana getirmektedir. Literatürde yer alan bilgiler ışığında çalışmanın yöntemi oluşturulmuştur.

3.1.2. Mekânsal olarak ifade edilebilen veri kaynakları

Alanyazın incelenerek çalışmada ihtiyaç duyulacak veri grupları belirlenmiştir. Çalışmanın ikincil materyali, çalışmada kullanılan mekânsal olarak ifade edilebilen veri gruplarıdır.

Çalışmada kullanılan mekânsal olarak ifade edilebilen veri grupları Tablo 3.1'de verilmiştir. Veriler, sayısal ve sözel olarak elde edilmiştir. Sözel veriler mekana ilişkilendirilirken en küçük yerleşim birimi olan mahalle baz alınmıştır.

Tablo 3.1. Çalışmada Yararlanılan Kaynaklar

Veri Türü	Veri	Verinin Kaynağı
Grafik Olmayan (Sözel) Veriler	Nüfus verileri	TUİK
	Altyapı verileri	Eskişehir Büyükşehir Belediyesi (2015)
Grafik veriler	Mahalle sınırları	Eskişehir Büyükşehir Belediyesi (2015)
	Toprak verileri	Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı
	Jeolojik veriler	MTA
	Mevcut alan kullanımı verileri	Corine (2006), Gıda Tarım Hayvancılık İl Müdürlüğü (2015) Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü
	Ulaşım verileri	OpenStreetMap (2015)
	Orman verileri	Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü
	Koruma alanları	Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı
	Hidrografya	Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü
Raster veriler	1/25000 ekran altlıkları	Harita Genel Komutanlığı
	Uydu görüntüleri	SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)

3.1.3. Kullanılan yazılım

Çalışmada verilerin işlenmesi, düzenlenmesi, yönetimi ve analizinin yapılması için ArcGIS 10.2 ve QGIS 2.10.1 yazılımları kullanılmıştır. Kullanılan veri tipleri yazılıma uygun formata dönüştürülerek koordinatlandırılmıştır. İhtiyaç duyulan bilgiler sayısallaştırılmış olarak ArcGIS yazılımında Shape file (*.shp) formatına dönüştürülerek kullanılmıştır.

3.1.4. Çalışma Alanı

Çalışmanın üçüncü materyali uygulamanın gerçekleştiği çalışma alanıdır. Tez çalışması kapsamında oluşturulan yöntemin uygulaması için seçilen alan, Eskişehir il sınırlarıdır. Çalışma alanı olan Eskişehir ili ile ilgili sözel, sayısal ve görsel veriler Tablo 3.1'de belirtilen kaynaklardan ve bu veriler ile yapılan analizlerden elde edilmiştir. Çalışma alanı hakkında genel bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

- **Konum:** Eskişehir ili, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yer almaktadır. Kuzeyde Karadeniz, kuzeybatıda Marmara, batı ve güneybatıda Ege Bölgesi ile komşudur. 29 ° 58' ve 32°04' doğu boylamları ile 39°06' ve 40°09' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. 13.925 km² yüzölçümüyle Türkiye topraklarının %1.8' ini kaplamaktadır²⁴.
- **Nüfus:** Eskişehir ili, 14 ilçe ve 385 mahalleden meydana gelmektedir. TÜİK, Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü 2014 verilerine göre²⁵, toplam nüfus 812.320 kişidir. Tepebaşı ve Odunpazarı merkez ilçelerde yaşayan nüfusu 700.281 kişidir. Merkez ilçeler dışında kalan kırsal nüfusu oluşturan Alpu, Beylikova, Çifteler, Günyüzü, Han, İnönü, Mahmudiye, Mihalgazi, Mihalıççık, Sarıcakaya, Seyitgazi, Sivrihisar ilçelerinde yaşayan nüfus ise 112.039 kişidir. Kırsal nüfusu oluşturan ilçelerden en kalabalık nüfusa sahip olan ilçe, çalışma alanının güneydoğusunda yer alan 21.790 kişilik nüfusa sahip Sivrihisar ilçesidir. Kırsal nüfusu oluşturan en az nüfusa sahip olan ilçe ise çalışma alanının güneyinde yer alan Han ilçesidir. Han ilçesi 2.040 kişi nüfusa sahiptir.
- **Topoğrafya:** İl merkezinin deniz seviyesine olan yüksekliği 792m'dir. Eskişehir ilinin sahip olduğu yer şekillerinin yaklaşık olarak %22'sini dağlar ve %26 ovalar oluşturmaktadır.
- **Toprak özellikleri:** Çalışma alanı sınırları içerisinde çeşitli toprak yapıları bulunmaktadır. Çalışma alanının büyük bir kısmı tarımsal verimliliği yüksek topraklardan meydana gelmektedir. Çalışma alanında bulunan toprakların özellikleri kısaca şu şekilde açıklanabilir^{26 27}.
- **Hidromorfik topraklar:** Drenajı genelde bozuk, bataklık ve sazlık gibi devamlı su altında kalan aşırı toprak rutubetine sahip bir toprak çeşididir. Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu alanlarda görülür. Doğal bitki örtüsü ot, saz ve çiçekli bitkilerdir. Verimi sınırlıdır. Çoğunlukla yazın otlatmada kullanılan alanlardır. Tarımsal niteliği yüksek olmayan ancak otlak olarak kullanılabilen bu toprak türü, hayvancılık için fayda

²⁴ <http://www.eskisehir.gov.tr/tr/eskisehir-rehberi/eskisehir-genel-bilgiler.html> (Erişim Tarihi 15.11.2015)

²⁵ <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507> (Erişim Tarihi: 10.04.2016)

²⁶ http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf, Toprak Arazi SiniflamasiStandartlari Teknik Talimati ve Ilgili Mevzuat (Erişim Tarihi: 11.10.2015)

²⁷ <http://www.fao.org/3/a-a0541o.pdf> (Erişim Tarihi: 27.01.2016)

sağlayan bir alandır. Ayrıca taban suyu seviyesinin yüksek olduğu bu alanlar teknik açıdan da faaliyet için uygun değildir.

- **Alüviyal topraklar:** Akarsuların taşıdıkları organik materyallerin birikmesiyle oluşan, genellikle delta ovalarında yer alır. Geçirgen ve kolay işlenebilen topraklardır. Bu topraklar çoğunlukla tabansuyunun etkisi altındadır. Tarımsal açıdan verimliliği yüksek, iklim koşullarının uygun olduğu her kültür bitkisinin büyümesi için elverişli bir topraktır.
- **Kolüvyal topraklar:** Dik eğimli alanlardan toprak kayması, yüzey akışı veya yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak biriktirilmiş topraklardır. Yağış ve akışın şiddetine ve eğim derecesine göre değişik parça büyüklüklerini içeren katlar ihtiva ederler. Drenajları iyidir. Taşkıma maruz kalan topraklardır. Sulandıklarında tarımsal verimi yüksek topraklardır.
- **Kahverengi orman toprakları:** Yüksek kireç içeriğine sahip, iyi drenajlı topraklardır bu nedenle aşırı yıkanma yoktur. Humus bakımından zengin, verimli topraklardır. Kahverengi topraklar, daha çok kurak ve yarı kurak iklimlerde bulunur ve çok miktarda kalsiyum içerirler. Doğal drenajları iyidir. Organik madde içerikleri ortadır. Kırmızımsı kahverengi toprakların özellikleri kahverengi topraklara benzemektedir. Kurak ve yarı kurak iklimlerde bulunurlar. Doğal drenajları iyidir. Bu topraklarda biyolojik etkinlik düşüktür. Doğal verimleri yüksektir.
- **Jeolojik özellikler:** Bölgenin en yaşlı birimlerini, Triyas yaşlı metamorfik şist mermer ile ofiyolitik melanj oluşturmaktadır. Bu birimler üzerine açısız diskordansla eosen yaşlı konglomera, marn, kıltaşı, kireçtaşı, miyosen yaşlı andezit, konglomera, kilmarn, tuf ve kireçtaşı ile pliyosen yaşlı kil, tuf ve bazalt serisi gelmektedir. Bölgenin en genç birimleri olarak alüvyonlar bütün birimleri örtmektedir. Bölgenin tektonik özellikleri şu şekildedir; kuzey-güney yönlü sıkışmalar sonucunda doğu-batı yönlü ters fay sistemleri gelişmiştir. Neojen sonlarında gelişen tansiyon kuvvetlerinin etkisi altında Eskişehir'in kuzey ve güneyinden geçen, genellikle doğrultuları doğu-batı olan fay sistemleri bölgede graben havzasını oluşturmaktadır (Eskişehir ili 2011 Yılı Çevre Durum Raporu, 2012).
- **Su kaynakları:** Çalışma alanına ait su kaynakları kapsamında mevcut akarsular, göl, gölet ve barajlar, içme ve kullanma suyu kaynakları ve yeraltı suyu hakkında bilgilere yer verilmiştir.

- **Akarsular:** İl sınırlarında bulunan akarsular Sakarya Nehri, Porsuk çay ve kollarıdır. Porsuk çayı ve Kolları iki koldan oluşmaktadır. Birincisi, Porsuk suyudur. Diğer kol, Kütahya'nın batısından gelen ve şehrin kuzeyinden "Porsuk Çayı" adı ile geçen sudur. Bu kollar Kunduzlar, Kargın Deresi, Ilıcasu, Mollaoğlu Deresi, Sarısu, Keskin-Muttalıp dereleriyle de birleşerek, Sakarya Nehri'ne yaklaşırken Pürtek Çayı'nı içine alır²² (İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2014 Faaliyet Raporu, 2014).
- **Baraj, göl ve göletler:** Eskişehir ilinde farklı amaçlarla kullanılmak üzere 8 adet baraj gölü, 39 adet sulama göleti yer almaktadır. Bunlardan başlıcaları; Porsuk Barajı, Sarıyar Barajı, Musaözü Barajı, Dodurga Barajı, Aşağıkuzfındık Baraj Gölü, Gökçekaya Barajı Gölü, Yenice Baraj Gölü, Hanköy Göleti, Sekiören Göleti, Çukurhisar Göleti, Yukarı Kartal Göleti,, Keskin Göleti, Yapıldak Göleti, Çatıören ve Kunduzlar barajlarıdır. Baraj, göl ve göletler su taşkınlarının önlenmesi, içme ve kullanma suyu temin edilmesi, balık üretimi, sulama, enerji üretimi, mesire yeri gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır (İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2014 Faaliyet Raporu,2014; Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015).
- **İçme-kullanma suyu kaynakları:** Eskişehir İli kent merkezinin içmesuyu ihtiyacını Porsuk Baraj Gölü'nden beslenen Porsuk Çayı'ndan, Sarıungur Göleti'nden temin etmektedir. Kent şebekesine su temin eden iki adet içmesuyu arıtma tesisi mevcuttur. Porsuk Çayı'ndan ham su temin edilmektedir (Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015).
- **Yeraltı suyu:** Eskişehir ovasında yeraltısuyu temin edilen akifer formasyon alüvyondur. Akiferin beslenimi yağıştan süzülme, yüzeysel akıştan süzülme ile Porsuk Çayı ve sulama kanallarından olmaktadır (Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015). Yeraltı suyu seviyesi bölgenin en yağışlı dönemi olan bahar aylarında genel olarak 0.5-7.5 m arasında değişmekte olup, bazı lokasyonlarda 20-30 m derinliklerde de bulunabilmektedir. Yağışın en az olduğu yaz aylarında ise, yeraltı suyu seviyesi 2-13 m arasında değişmektedir. Alanın kuzeybatısında yüzeyleyen pleystosen yaşlı akçay formasyonu içinde yeraltı suyu seviyesi daha derinde iken, alüvyon içerisinde 5-6 m arasında değişmektedir. Ova genelinde Nisan-Mayıs ve Temmuz-Ağustos aylarında yeraltı suyu seviye değişimi 0.1-1.5 m arasında olmaktadır.
- **İklim ve meteoroloji:** Çalışma alanı, coğrafi şartları, yükseltileri, yeryüzü şekilleri, denize olan uzaklığı gibi nedenlerden dolayı kara iklimi özelliğine sahiptir. Bir taraftan da Ege ve Marmara bölgelerine yakın olması nedeniyle Ege ve Marmara bölgelerinin

iklimlerinden de etkilenmektedir. Çalışma alanının bulunduğu bölgede rüzgarlar, kışın doğudan batıya eserken, baharın ilk aylarında kuzeybatı rüzgarları hakimdir. Baharın sonunda güneybatı, batı ve kuzeybatıdan gelen rüzgarlar görülür. Yaz mevsiminde geçici olarak günlük şiddetli doğu rüzgarları görülebilir. Sonbaharda ise, eylül sonundan itibaren doğu, kuzeydoğu ve güneydoğu rüzgarları ortaya çıkmaktadır(Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015).

- **Flora-fauna ve hassas yöreler:** Çalışma alanı, farklı iklimlerin etkisi altında bulunan, farklı yükselti ve yeryüzü şekillerine sahip olan bir bölge olduğundan zengin bir bitki örtüsüne de sahiptir. Çalışma alanının bitki örtüsü; İç Anadolu Bölgesi'ne özgü step bitkileri ile Batı ve Kuzey Anadolu'nun orman bitkilerinden oluşan bir yapıya sahiptir. Özellikle çalışma alanının kuzeyinde yer alan Sündiken Dağları ve Bozdağ orman bitkileri açısından zengindir. Eskişehir'in güneyindeki platolarda ve Çifteler Ovası'nda orman yoktur; fakat step bitkileri vardır. Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerinde mikroklima iklim özelliği taşıyan bölgelerdir Çalışma alanının faunası, özellikle kuş türleri açısından zengindir. Balıkdamı Sulak Alanı (Sivrihisar), Doğancı Göleti (Alpu), Emineken Göleti (Çifteler) ve Yörükçürka Göleti (Merkez) göçmen kuşların uğrak yeri olması nedeniyle, kuş gözlemciliği açısından önemli yerlerdir. Çalışma alanında yer alan önemli konumlardan biri olan Balıkdamı, göç döneminde yaklaşık 140 kuş türü barındırmakta olup Türkiye'nin en büyük sulak alanlarından biridir. Çalışma alanında yer alan bir diğer önemli fauna alanı memeli hayvanlar açısından önemli olan Çatacık Ormanlarıdır. Bu bölgede Türkiye'de yalnızca iki noktada bulunan Kızıl Geyik Üretim İstasyonundan bir tanesi yer almaktadır. Çatacık Yaban Hayatı Geliştirme Sahası tamamıyla ava kapalı bir bölgedir ²³(Eskişehir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2014 Faaliyet Raporu, 2014).
- **Ulaşım ağları:** Çalışma alanında ağırlıklı olarak karayolları ulaşım ağı olarak kullanılmaktadır. Karayolu ulaştırmasının altyapısı, hiyerarşi durumlarına göre; devlet yolları, il yolları, köy yolları ve orman yollarından oluşmaktadır. Çalışma alanının kent merkezinden kırsalda yer alan ilçelerine olan yaklaşık uzaklıkları Tablo 3.2'de görüldüğü gibidir. Tablo 3.2'ye göre Seyitgazi ilçesi dışında tüm ilçeler 50 km'den daha uzak mesafede bulunmaktadır.

Tablo 3.2. Kent Merkezinin İlçelere Uzaklığı

Güzergah	Mesafe
Eskişehir kent merkezi – Alpu	40 km
Eskişehir kent merkezi – Beylikova	78 km
Eskişehir kent merkezi – Çifteler	66 km
Eskişehir kent merkezi – Günyüzü	138 km
Eskişehir kent merkezi – Han	109 km
Eskişehir kent merkezi – Mahmudiye	51 km
Eskişehir kent merkezi – Mihalgazi	57 km
Eskişehir kent merkezi – Mihalıççık	92 km
Eskişehir kent merkezi – Seyitgazi	42 km
Eskişehir kent merkezi – Sarıcakaya	51 km
Eskişehir kent merkezi – Sivrihisar	99 km

Kaynak : *Eskişehir İli 2012 Yılı Çevre Durum Raporu, 2013*

- **Altyapı:** Çalışma alanı olan il sınırları içerisinde 87.488 m çelik boru hatı, 330.988 m dağıtım şebekesi ve 166.965 m servis hattı bulunmaktadır. Elektrik altyapı hizmeti her ilçede mevcuttur.

Çalışma alanında kent merkezinde içme ve kullanma suyunu Porsuk Çayı'ndan temin etmektedir. Porsuk Çayı'ndan temin edilen su Eskişehir Karacaşehir mevkiinde bulunan içme suyu arıtma tesislerinde arıtılmaktadır. Arıtma işleminden geçirildikten sonra depolara basılmaktadır. Depolardan cazibe ile şehir şebekesine dağıtılmaktadır. Ayrıca bölge genelinde içme ve kullanma suyu temin etmek amacıyla baraj ve gölet yapımının önemi büyük ölçüde artmaktadır. İçme suyu bağlantısı olmayan yerleşim birimleri belediye ve vatandaşlar tarafından açılan artezyen tulumbalardan içme-kullanma suyu ihtiyaçlarını karşılanmaktadır (BEBKA - Eskişehir İlçeleri 2012 Yılı Durum Raporları, 2013).

Çalışma alanında toplam 3 adet atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Kent merkezi nüfusuna hizmet veren Eskişehir Sular İdaresi Genel Müdürlüğü atıksu arıtma tesisi; kırsal alana hizmet veren Çifteler ve Sivrihisar atıksu arıtma tesisleri mevcuttur. Kanalizasyon sisteminin mevcut olmadığı yerlerde ise atıksular vidanjör ile arıtma tesislerine taşınmaktadır.

- **Mevcut atık yönetimi:** Türkiye İstatistik kurumunun yayımlandığı istatistik raporlarına göre Eskişehir'de kişi başı günlük atık miktarı 0,93 kg'dır. 2014 nüfus verilerine dayanarak çalışma alanı kent merkezinde Odunpazarı ve Tepebaşı ilçelerinde yaşayan 700281 kişiden günde 651261,3 kg atık oluşmaktadır. Kırsal bölgeyi oluşturan diğer ilçelerde toplamda 104196,3 kg atık ortaya çıkmaktadır.

6360 Sayılı Belediyeler Kanunu ve 5316 sayılı yasa ile atık bertarafı Büyükşehir Belediyelerine verildiğinden Eskişehir Büyükşehir Belediyesi, Eskişehir ili sınıflarında bulunan bütün belediyelerin atık bertarafından sorumlu duruma gelmiştir. İl sınırlarında Büyükşehir Belediyesi'ne ait bir adet II. sınıf katı atık düzenli depolama tesisi bulunmaktadır. Depolama tesisi 2008 yılından beri Eskişehir büyükşehir belediyesinin atıklarını düzenli depolamaktadır. Düzenli depolama tesisi şehir merkezinin güneydoğu yönünde yaklaşık 18 km. uzaklıkta Merkez İlçe, Seyitgazi Yolu Üzerindedir. En yakın yerleşim yeri güneydoğusunda yaklaşık 3 km. mesafede yer alan Sarıungur Köyü'dür. Merkez İlçeleri oluşturan Tepebaşı, Odunpazarı İlçelerinden kaynaklanan evsel katı atıklar söz konusu düzenli depolama tesisine gelmektedir. Düzenli depolama tesisi yaklaşık 700.000 nüfusa hizmet vermektedir. Diğer 12 adet ilçe belediyesinde atıklar düzensiz olarak depolanmakta ya da yakılarak bertaraf edilmektedir. Aktarma istasyonları kurulduktan sonra mevcut düzenli depolanma tesisine transfer edilecektir (Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, 2015). Aktarma istasyonlarının devreye girmesiyle il nüfusunun geriye kalan %10'luk kısmının oluşturduğu atığın düzenli depolama sahasına getirilmesi gerekecektir.

3.2. Yöntem

Bu bölümde çalışmanın yöntemi açıklanmaktadır. Çalışmanın konusuna ilişkin geliştirilen yaklaşım açıklanarak veri toplama ve değerlendirme süreci belirtilmiştir. Bu bölümde çalışma alanına ilişkin ihtiyaç duyulan verileri toplama teknikleri ve toplanan verilere uygulanacak işlemler hakkında bilgi verilmektedir.

Çalışmanın temel yöntemi CBS teknolojisine dayalı mekânsal analiz araçları ile değerlendirme olup esas olarak CBS ortamında çakıştırma tekniklerinin uygulanmasıdır. Bu çalışmada atık aktarma istasyonları için uygun yer seçimiyle ilgili ulusal ve uluslararası düzenlemeler, alanyazın çalışmaları ve konuyla ilgili diğer çalışmalar incelenerek, Eskişehir ilinde kentsel atıkların yönetimi kapsamında kurulması gereklilik haline gelen atık aktarma istasyonları için uygun alanlar, çalışma alanı hakkında elde edilebilen veriler doğrultusunda belirlenmiştir. Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de birbiri ile bütünlük 3 aşamadan meydana gelen çalışmanın yöntemine ait akış şemaları özetlenmektedir. Yöntemi oluşturan aşamalar ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

I.Aşama: İlk aşamada çalışmada ele alınan sorun, çalışmanın amacı, önemi belirtildikten sonra çalışmada kullanılabilen teorik bilgiler araştırılarak kuramsal temeller ortaya koyulmuştur. Çalışmanın amacı öncelikli olarak atıkların aktarılma işleminin yapıldığı atık aktarma istasyonları için yer seçimi işleminin çevresel unsurlara zarar vermesini önlemek olmakla beraber mevcut yasal yaptırımlara uygunluğun sağlanmasıdır. Bu amaç doğrultusunda atık aktarma istasyonları için uygun alanların CBS ile belirlenmesi çalışmanın uygulama amacıdır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada özellikle insan ve çevre etkileşimi sonucunda bir ihtiyaç olarak ortaya çıkan atık yönetimi konusu, atık yönetimi sürecinin önemli bir unsuru olan atık aktarma istasyonlarının atık yönetimindeki yeri, CBS teknolojisinin insan ve çevre etkileşimi sonucunda ortaya çıkan olgulara katkıları araştırılmıştır.

İlk aşama; genel olarak atık yönetimi, aktarma istasyonları, CBS konularının araştırılması sürecini kapsamaktadır. Bu aşamada izlenen yöntem, konuyla ilgili alanyazında yapılan çalışmaların taranması ve konuyla ilgili kurum ve kuruluşların yaptığı çalışmaların değerlendirmesidir.

Tez çalışması kapsamında araştırma alanı olarak Eskişehir ili seçilmiştir. Büyükşehir Belediyesinin sorumlu olduğu kentsel atıkların yönetimi bağlamında atık aktarma istasyonları için potansiyel uygun alanların belirlenmesi işleminin deneyimlenmesi için seçilen Eskişehir ilinin nitelikleri 3.1.4. numaralı bölümde yer almaktadır.

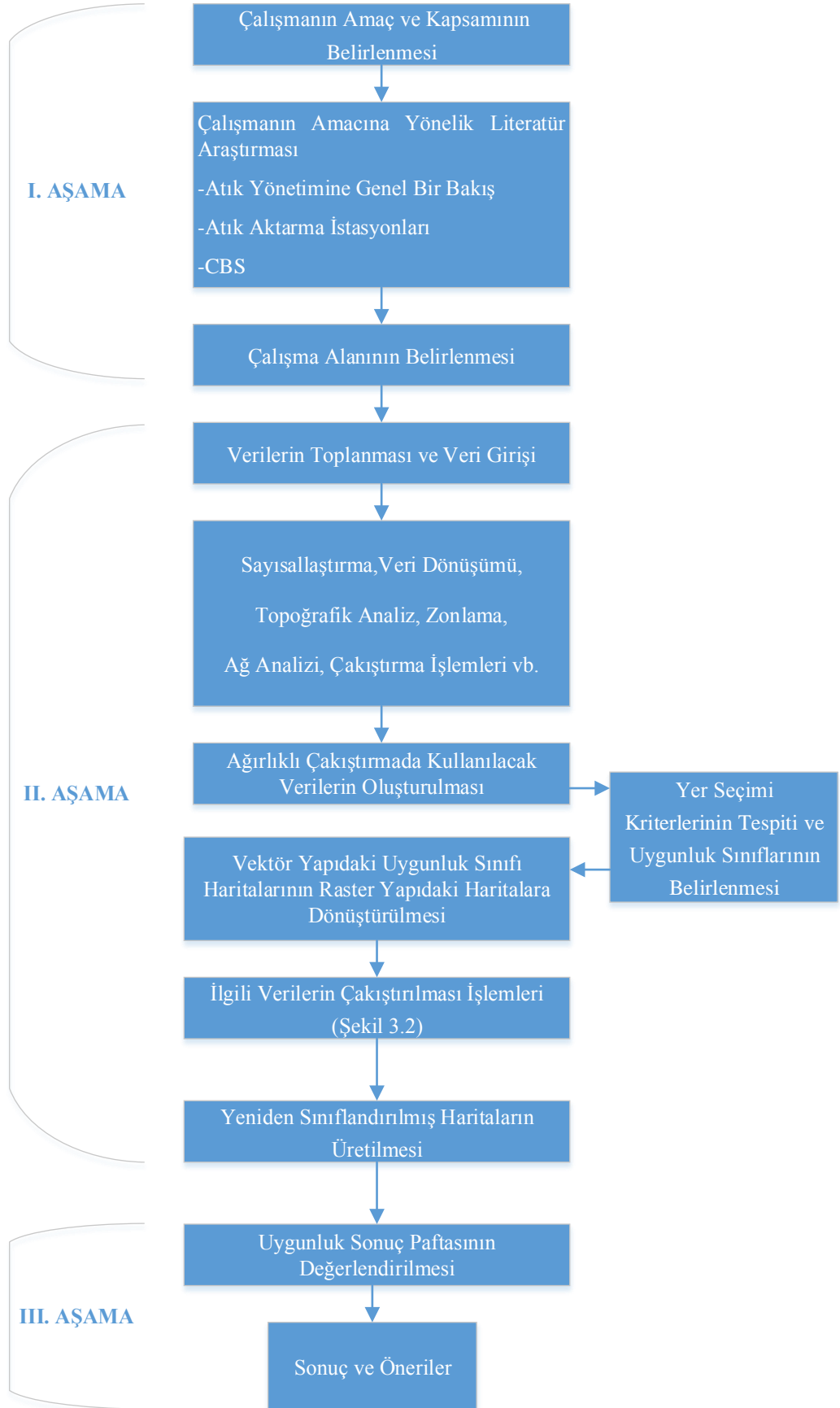
2. Aşama: Çalışmanın amacının ve çalışma alanının belirlenmesinin ardından kentsel atıkların yönetimi kapsamında atık aktarma istasyonlarının kurulumu için uygun alanların belirlenmesi sürecinde gerekli olan veriler toplanmış ve verilerin CBS ortamına girişi yapılmıştır.

Aktarma istasyonları için potansiyel uygun alanların belirlenmesi sürecinde temel yöntem olan harita çakıştırma tekniğinin uygulanmasında belirlenen ve sonraki bölümlerde daha ayrıntılı şekilde açıklanan uygunluk sınıfı ve etki dereceleri, konuyla ilgili büyükşehir belediyesi, orman bölge müdürlüğü gibi alanlarında uzman kurum personelleri ve akademisyenlerin görüşlerine dayanarak ve alanyazın bölümünde elde edilen araştırma bulgularına uygun olarak belirlenmiştir. Atık yönetiminin planlanmasında faaliyet alanı yer seçimini etkileyen unsurların değerlendirilmesi,

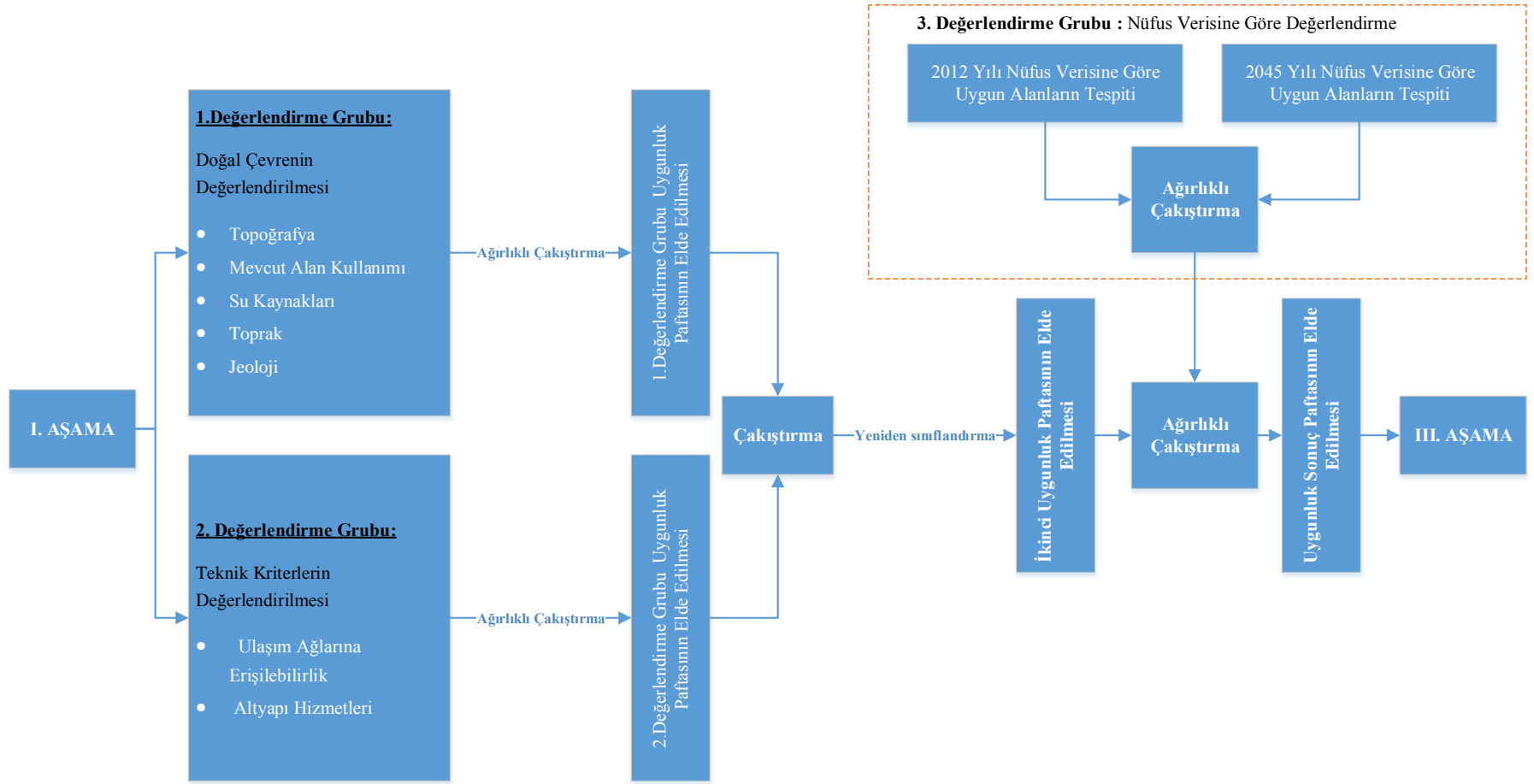
uygulama alanının yerel özelliklerine, öncelikli hedef ve ihtiyaçlara bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden uygunluk sınıfı ve etki dereceleri uygulama alanının özellikleri doğrultusunda saptanmıştır.

Örneğin doğal kaynakların korunması amacının öncelik taşıdığı bu çalışmada alanyazında tavsiye edilen ve ekonomik fayda sağlanmasına katkı sağlayan unsurlar birincil amaç olmamıştır. Buna ek olarak ülkemizde tarım arazileri orman arazileri, su kaynakları gibi koruma zonunda yer alması gereken bazı bölgeler toplum yararına olması gerekçesiyle farklı amaçlarda kullanılabilir. Koruma alanlarının, verimli tarım arazileri gibi alanlar doğal kaynakların sürdürülebilirliği için amaç dışı kullanılmaması gerektiğinden bu çalışmada doğal kaynakların ve diğer çevresel unsurların korunması öncelikli amaç edinildiği için olabildiğince sakınılmıştır. Dolayısı ile uygunluk sınıfları, kuramsal temellerde yer alan bilimsel ve yasal çerçevenin yanı sıra çalışma alanının nitelikleri ve çalışmanın uygulama stratejisi göz önüne alınarak belirlenmiştir.

3. Aşama: Çalışmanın son kısmı olan 3. aşamada ise karşılaştırma işlemleri sonucunda elde edilen uygunluk sonuç paftasının değerlendirilmiş ve çalışma ile ilgili öneriler getirilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışmanın Yöntemi



Şekil 3.2. Verilerin Toplanması, Verilerin Oluşturulması ve Analizi

Çalışmanın yöntemini oluşturan çakıştırma teknilerine ek olarak, kullanılacak verilerin belirlenmesi ve uygulanan sayısallaştırma yöntemleri ile ilgili açıklamalar ilerleyen bölümlerde açıklanmaktadır.

3.2.1. Kullanılacak verilerin belirlenmesi ve sayısallaştırma

Çalışmanın 2. aşamasında kullanılacak veriler belirlenirken alanyazında yer alan çalışmalar incelenmiştir. Atık aktarma istasyonlarının yer seçiminde kullanılması gereken veri grubu, atık aktarma istasyonlarının öncelikle doğal çevreyi koruyarak, yasalara uygun şekilde konumlandırılması amacıyla hazırlanmıştır. Tablo 2.4'te aktarma istasyonu yer seçimi için önceden yapılan çalışmalarda dikkate alınan ölçütler, bölüm çalışmada ele alınacak olan veri grupları ise Tablo 3.4'te tanımlanmıştır.

Yer seçimi sürecinde kullanılacak veriler 3 başlık altında ele alınmıştır. Çalışma genel olarak doğal çevre unsurlarının değerlendirildiği birinci aşama; ulaşım ve altyapı unsurlarını içeren teknik kriterlerin değerlendirildiği ikinci aşama ve son olarak ilk iki aşamada elde edilen uygunluk verilerinin ilişkilendirilmesi sonucunda tespit edilen faaliyet için potansiyel uygunluk taşıyan alanların nüfus verisi doğrultusunda değerlendirilmesinin amaçlandığı 3. aşamadan meydana gelmektedir.

Birinci aşamada çalışma alanının topoğrafyası, jeolojisi, mevcut alan kullanımı, toprak, su kaynakları, taşkın bölgelerinin dikkate alınması amaçlanmıştır. Topoğrafik özellikler kapsamında yalnızca eğim unsuru değerlendirilmiştir. Eğim unsuru faaliyet alanı inşası, işletim süreci kapsamında kolaylık sağlaması amacıyla alanyazında yer alan çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir. Mevcut alan kullanımı bilgisi faaliyetin doğal kaynaklara, kültürel varlıklara, doğada yaşayan diğer canlılara ve havaalanı, endüstriyel-ticari alan-yerleşim alanları gibi farklı alan kullanımı tiplerine olabilecek etkilerinin kontrol altına alınması amacıyla ele alınırken, aynı zamanda mevcut alan kullanımı bilgisi atığın ortaya çıktığı potansiyel alanların ve atık miktarının belirlenmesi için önemli bir unsurdur. Tarım arazileri, orman alanları, ağaçlandırma alanları, kültürel varlıkların bulunduğu bölgeler, yaban hayatı, su kaynakları, toprak verisi, havaalanları-askeri bölgeler ve yerleşim alanları faaliyet alandan olabildiğince uzak olması istenen, korunması gereken alanlar kapsamında değerlendirilirken; endüstriyel alanlar geri kazanım atığının yüksek oranda olduğu ve aynı zamanda diğer kullanım alan tiplerine

göre çevresel gürültü sınırı gibi sınırlayıcı unsurların daha az olduğu alan kullanım tipleri olduğundan bu alanlara faaliyet alanının olabildiğince yakın ve hatta bunları içinde olması istenmektedir. Bu kapsamda değerlendirilen bir diğer unsur eski endüstriyel alanlar ve kirletilmiş arazilerdir. Bu tür kirletilmiş arazilerin atık aktarma istasyonu endüstriyel alan gibi amaçlarla kullanılması halinde etkili arazi kullanımına katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Su kaynakları çalışma kapsamında ele alınan önemli doğal kaynaklardandır. Çalışma alanında yer alan akarsu, göl gibi doğal yapıların gölet, baraj gibi insan yapımı olan ve içmesuyu kaynağı, balıkçılık gibi çeşitli amaçlarla kullanılan su kaynaklarının faaliyetin sebep olabileceği olumsuz çevresel risklerden korunması insan ve çevre sağlığı açısından önemlidir.

Taşkın bölgeleri çevresel afet riski açısından dikkate alınması gereken bir unsurdur. Özellikle yağışın yüksek olduğu, yeryüzü yapısının, zeminin sel oluşumu için uygun olduğu çalışma alanlarında taşkın bölgelerinin belirlenerek önlemler alınması, çevre ve faaliyet alanı güvenliği açısından önemlidir. Bu kapsamda değerlendirilen bir diğer unsur çalışma alanının jeolojisidir. Jeoloji verisi, Jaiswal ve Bharad'ın (2015) ,uzmanlarla birlikte gerçekleştirdiği aktarma istasyonu yer seçimi çalışmasında önemli unsurlar kapsamında değerlendirilmemiştir. Bu çalışma referans alınarak jeolojik veriler bu çalışma kapsamında ele alınmamıştır. Ancak depremlerin sıklıkla meydana geldiği çalışma alanında fay hatlarının değerlendirilmesi gerekliliği öngörülmüştür. Potansiyel çevresel risk ve faaliyet alanı güvenliği açısından faaliyet alanının fay hatlarının bulunduğu alanlarda olmaması amaçlanmaktadır.

Plansız şehirleşmenin giderek artan bir sorun olduğu ülkemizde, kentsel gelişim çalışmaları kapsamında verimli tarım arazilerinin ve meraların tarım dışı faaliyet için kullanımını mümkün hale getiren yasal uygulamalar ortaya çıkmaktadır. Bu durum verimli tarım arazileri ve hayvancılık için önem arz eden otlak ve meralar gibi doğal kaynakların tükenmesi tehlikesini meydana getirmektedir. Bu çalışmada toprak verisi değerlendirilirken öncelikle tarıma elverişli araziler, meralar gibi doğal kaynakların korunması, faaliyetin doğal afetlerden korunması ve sonrasında inşasının ekonomik hale getirilmesi amaçlanmıştır. Tarımsal verimliliği düşük, hayvancılık alanında önem arz eden otlak alanların dışında kalan, ancak çevresel afet riski taşımayan alanların seçilmesi faaliyet alanı için uygun görülmektedir.

Birinci değerlendirme grubunda yer alan bir diğer unsur arazi mülkiyet bilgisinin değerlendirilmesidir. Etkili arazi kullanımının sağlanması; kapsamında doğal kaynak niteliği taşıyan tarım arazisi olabilecek toprakların, otlak arazilerin korunması amaçlanmaktadır. Etkili arazi kullanımına ek olarak arazi mülkiyet bilgisi kurulum maliyetinin azaltılması açısından da önemlidir. Bu doğrultuda uygun nitelikleri taşıyan hazine arazilerinin bulunması hem geleceğe dönük arazi kullanım sorunlarını hem de faaliyetin kurulum sürecinin maliyetini azaltacaktır. Dolayısıyla öncelikli olarak hazine arazisi, sonrasında uygun nitelikte şahıs arazilerinin seçilmesi önemlidir. Böylece köy otlak, mera ve yayla arazilerinin korunması ve maliyetin azaltılmasına katkı sağlanması mümkün olacaktır.

Çalışmanın 2. değerlendirme grubunda teknik kriterler yer almaktadır. Bu kapsamda altyapı ve ulaşım verileri değerlendirilmiştir. Teknik kriterler çerçevesinde, ulaşım başlığı altında ulaşım ağlarına erişilebilirliğin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Ulaşım ağları değerlendirilirken çalışma alanının coğrafyası ve atık yönetimi sürecinde kullanılabilir mevcut ulaşım ağları dikkate alınmıştır. Temel amaç faaliyet alanını ulaşım ağlarına yakın konumlandırmak ve ulaşım ağlarını olabildiğince etkili kullanmaktır. Böylece atığın en kısa sürede nihai varış noktasına ulaştırılması ve taşıma sürecinde sebep olunan emisyon değerlerinin azaltılması mümkündür.

Teknik kriterler çerçevesinde değerlendirilen bir diğer unsur elektrik, kanalizasyon, içmesuyu altyapısı ve mevcut kentsel atık yönetimi kapsamında sunulan hizmetlerdir. Faaliyet sürecinde ortaya çıkacak sızıntı suyu ve yıkama suyundan oluşan atıksuyun doğal çevreye karışması önlenmelidir. Faaliyetten kaynaklanan atıksuyun kanalizasyon sistemine verilmesi, kanalizasyon altyapısının mevcut olmadığı koşullarda faaliyet alanında arıtılması veya vidanjör ile en yakın arıtma tesisine aktarılması ihtimallerinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle kanalizasyon sisteminin mevcut olması veya ulaşılabilir olması istenen bir durumdur. Kanalizasyon sistemine ek olarak faaliyetin işletim esnasında elektrik ve içme-kullanma suyu altyapı hizmetlerine ihtiyaç duyulacaktır. Elektrik altyapısının mevcut olmadığı alanlarda jeneratör kullanılması, içmesuyu bağlantısının mevcut olmadığı bölgelerde kuyu suyu ya da su deposu inşası alternatifleri de uygulama alanı nitelikleri doğrultusunda değerlendirilmesidir. Ancak altyapı hizmetlerinin erişilebilir olduğu alanlarda faaliyet

alanının kurulması, olası çevresel risklerin bertaraf edilmesi ve altyapı hizmetinin inşasına gerek duyulmaması nedeniyle ekonomik açıdan fayda sağlayacaktır. Altyapı hizmetleri kapsamında ele alınan bir diğer konu mevcut kentsel atık yönetimi kapsamında yer alan tesislerdir. Aktarma istasyonlarının konumlandırılması sürecinde mevcut tesislerin konumları, hizmet kapasitesi ve ulaşılabilirliği planlama sürecine dahil edilerek aktarma istasyonuna ihtiyaç duyulan alanların tanımlanması gerekmektedir.

Doğal çevreyi meydana başlıca getiren unsurlar ve teknik kriterlerin değerlendirilmesi faaliyet için uygun alanlar tespit edildikten sonra uygun alanların nüfus verisine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Nüfus verisi, kentsel atığın miktarının hesaplanmasında kullanılan başlıca parametredir. Bu kapsamda atık yönetimi hizmeti verilen alanda mevcut ve gelecekteki nüfus dağılımına bağlı olarak atık aktarma istasyonların öncelikle nüfusu yüksek olan alanlara yakın olması, böylece mesafenin azaltılarak emisyon oluşumunun azaltılması amaçlanmıştır. Daha sonra hem mevcut nüfusun hem de gelecekteki nüfusun ihtiyacının karşılanması amacıyla, elde edilen uygun alanların çakıştırılarak kentsel atıkların aktarılacağı aktarma istasyonları için uygun alanların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Tablo 3.3'te yer alan veriler belirlendikten sonra veriler sayısallaştırılarak CBS ortamına aktarılmıştır. Bu kapsamda ilgili verilerin bir kısmı sayısal olarak elde edilmiştir. Farklı formattaki veriler dönüştürülmüştür. Sayısal olmayan veriler ise sayısallaştırılmıştır. Endüstriyel alanlar, koruma alanları, askeri bölgeleri gösteren veriler ArcGIS 10.2 ortamında basılı harita ve planlar kullanılarak sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırma işlemi için tarayıcıda taranarak elde edilen fotoğraf dosyası CBS ortamında rektifiye edilerek gerçek coğrafi koordinatlarına uygun şekilde tanımlanmış ve altlık olarak kullanılmaya hazır hale getirilmiştir. Daha sonra resim dosyalarından faydalanılarak sayısallaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Topoğrafik analiz

CBS ortamında Sayısal Yükseklik Modeli (SYM veya DEM-Digital Elevation Model) oluşturularak eğim analizi yapılmıştır. Böylelikle ağırlıklı çakıştırmada kullanılacak eğim verisi üretilmiştir.

3.2.3. Zonlama (buffer) analizleri

Ekolojik değerlerin önemli yer tuttuğu yer seçimi sürecinde doğaya ve insan sağlığına zarar verilmemesi için tampon bölgelerin oluşturulması bir ihtiyaçtır. Yer seçimi uygulamalarında temel CBS analiz araçlarından biri olan zonlama analizi, çevresel unsurlar içeren mekânsal karar verme süreçlerinde önemli bir analiz türüdür. Zonlama analizi, tanımlanan yeni obje ile başlangıç objesinden belirli mesafe içerisinde kalan alanları tanımlamaktadır. Bu sayede yer seçimi yapılan faaliyet alanının etkili olduğu alanlar tanımlanabilmektedir (Worboys ve Duckham 2004). Bu kapsamda fay hattı, nehir, gölet, karayolu ulaşım ağları gibi çizgi verilere, havaalanı, yerleşim birimi, koruma bölgesi, endüstriyel-ticari alan gibi poligon ve çizgi verilere ait uygunluk sınıfları, amaç doğrultusunda uygun mesafeler tanımlanarak zonlanmış bölgeler oluşturulmuştur. Bu kademeli uygunluk sınıflarından oluşan bölgeler zonlama (buffer) analizi ile yapılmıştır.

Tablo 3.3. Aktarma İstasyonu Yer Seçiminde Kullanılacak Veriler

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Literatür Taraması
1-Doğal çevrenin değerlendirilmesi			
Topoğrafya	Kazi maliyeti -işletim süreci maliyetleri	Eğim	Usepa,1995;USEPA, 2001;Rafiee Ve Ark.2011
Jeoloji	Faaliyet alanı güvenliği	Fay hattı	Rafiee vd.. 2011, Banar vd, 2010
Mevcut alan kullanımı	Mevcut alan kullanımının belirlenmesi; doğal ve kültürel çevrenin korunması	Tarım arazileri	UNEP, 2002;Usepa 2002; Çabuk ve Dögeroğlu, 2006; Mera Yönetmeliği,1998; Toprak Arazi SınıflamasıStandartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat; ; Jaiswal ve Bharat, 2015; Mera Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,2015
		Orman alanları	USEPA, 2001, DHVConsultants
		Ağaçlandırma alanları	USEPA, 2001
		Kültürel varlıklar (Tarihi ve arkeolojik bölge)	DHVConsultants, Tarihsiz
		Yaban hayatı	DHVConsultants, Tarihsiz
		Havaalanı	Rafiee ve ark.2011,USEPA 2001
		Yerleşim alanı	DHVConsultants, Tarihsiz
		Endüstriyel alan	Dhv consultants, Tarihsiz; USEPA,1995
		Eski endüstriyel alan/ kirletilmiş alan	USEPA,2002
		Su kaynakları	Su kaynaklarının korunması
Baraj			
Gölet			

Tablo 3.3. (Devam) Aktarma İstasyonu Yer Seçiminde Kullanılacak Veriler

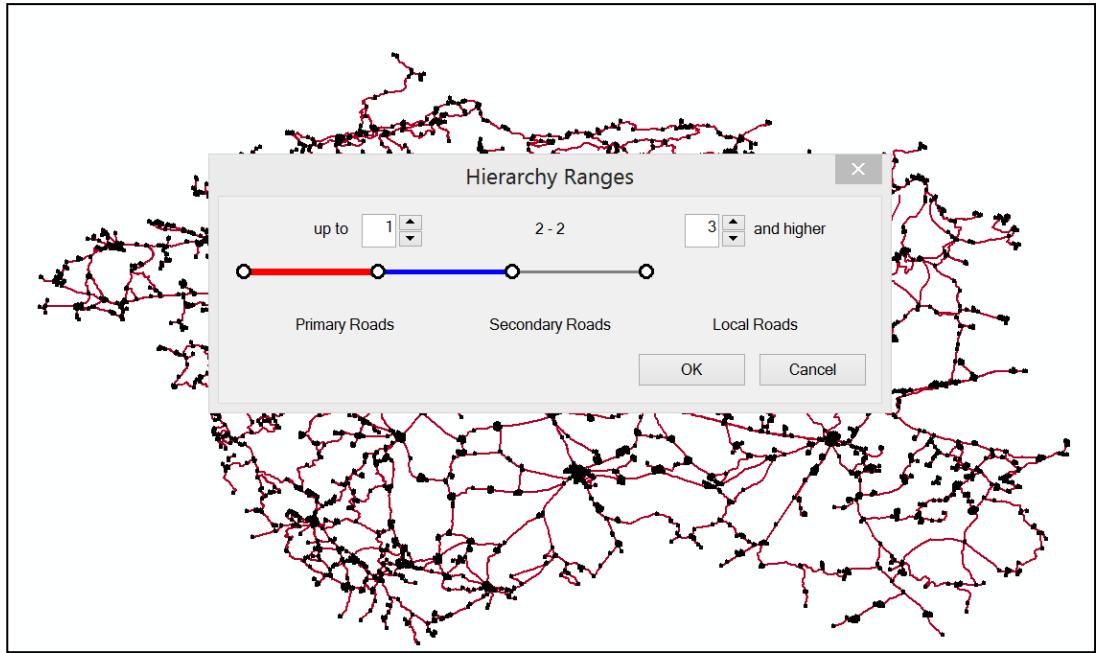
Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Literatür Taraması
Taşkın bölgeleri	Çevresel afet riski		Jaiswal ve Bharat, 2015
Toprak	Doğal çevrenin korunması	Büyük toprak Grupları	UNEP, 2002; Usepa 2002; Çabuk ve Döğeroğlu, 2006; Toprak Koruma Ve Arazi Kullanımı Kanunu, 2005; Anonim 18, 2006; Toprak Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat; ; Jaiswal ve Bharat, 2015
		Erozyon	
		Arazi Kullanım Kabiliyet sınıfları	
Arazi Mülkiyet Bilgisi	Etkili arazi kullanımı ve arazi Maliyeti	Arazi Mülkiyet Bilgisi	USEPA, 2001; Jaiswal ve Bharat, 2015; Mera yönetmeliği, 1998
2-Teknik kriterler			
Ulaşım	Etkili taşıma	Karayolu	Rafiee vd., 2011; USEPA, 1995
		Demiryolu	
		Su yolları	
Altyapı hizmetlerine Erişilebilirlik	Ekonomik ve çevresel etkilerin kontrolü	Kanalizasyon bağlantısına yakınlık	Dhv Consultants, USEPA 2002
		Elektrik dağıtım hattına yakınlık	
		İçme suyu bağlantısına yakınlık	
		Mevcut katı atık bertaraf tesislerine yakınlık	
3-Doğal Çevre ve Teknik Kriterler Açısından Uygun nitelikte alanların değerlendirilmesi			
Nüfus	Mevcut ve gelecekteki atık oluşumunun nüfusa göre dağılımı	Nüfus Yoğunluğu	

3.2.4. Ulaşım ağı analizi

Ulaşım ağlarının doğru şekilde yorumlanması çevrenin korunması hedefine ulaşmasında önem arz etmektedir. Ulaşılabilirliğin önemli bir unsur olduğu yer seçimi çalışmalarında mekânsal analiz araçları kapsamında yer alan ağ analizi, buffer aracından farklı olarak ulaşım için alınması gereken mesafeyi gerçeğe en yakın şekilde belirleyerek modeller oluşturulmasını sağlamaktadır. CBS ortamında ağ analizi ile raylı sistemler, su yolları ve karayolu ile ulaşım ağları yorumlanabilmektedir. CBS ile ağ analiz araçları nitel ve nicel değerlendirmeye olanak vermektedir. Bu kapsamda çalışma alanında bulunan karayollarını meydana getiren yollar tipleri trafik kurallarının belirlediği hız sınırları doğrultusunda sınıflanmıştır. Sınıflandırma işleminin amacı, başlangıç ve bitiş

noktaları arasında etkili taşıma yollarının tespit edilmesidir. Bu sınıflandırma doğrultusunda oluşturulan servis alanı ile aktarma istasyonlarına ihtiyaç duyulmayan alan belirlenmiştir ve karayolları ulaşım ağına bağlı olarak iki nokta arasındaki erişilebilirlik unsurları değerlendirilmiştir.

Yol türleri 1. sınıf, 2. sınıf ve 3. sınıf yol olarak sınıflandırılmıştır. Devlet yolu olan anayollar 1. sınıfta ele alınırken, il yolları 2. sınıf olarak tanımlanmıştır. Yerleşim birimi içinde yer alan cadde, sokak gibi yollar, tali yollar 3. sınıf olarak nitelendirilmiştir. Ağ analizi için yol verisi hazırlanırken sınıflandırma doğrultusunda yollar arasında oluşturulan hiyerarşi ile ilgili görsel Şekil 3.3'te görüldüğü gibidir.



Şekil 3.3. Yol Ağının Sınıflandırılması İşlemi

3.2.5. Mekansal analiz araçları ile Nüfus projeksiyonu

CBS ortamında mekansal verilere ait mekansal olmayan öznitelikler de işlenerek konumla ilişkilendirilebilmektedir. Çalışmada mahalle bazlı nüfus verisinden faydalanarak başka bir programa ihtiyaç duymadan CBS yazılımı kapsamında aritmetik metod matematiksel işlemi uygulanmış ve geleceğe dönük nüfus projeksiyonu yapılarak haritalanmıştır.

Aritmetik metot ile uygulanan bu hesaplamada toplum nüfusunun birim zamandaki artışının zamanla sabit kaldığı kabul edilmiştir.

Birim zamandaki nüfus artışı

$$K_a = \frac{Q_N}{Q_t}$$

denklemleri ile ifade edilebilir. Bu denklemlerde N nüfus, t zaman, K_a aritmetik nüfus artışı hızını göstermektedir. Bu denklemler bilinen iki nüfus sayımı için entegre edilirse

$$\int_{N_1}^{N_2} Q_N = \int_{t_1}^{t_2} Q_t$$

$N_2 - N_1 = K_a (t_2 - t_1)$ eşitliği elde edilir.

Burada t_1 ve t_2 nüfus sayımının yapıldığı yılları, N_1 ve N_2 ise bu yıllardaki nüfusu göstermektedir.

Nüfus artış hızı $K_a = (N_2 - N_1) / (t_2 - t_1)$ işlemi ile hesaplanmıştır.

Bilinmek istenen yılın nüfusu;

$N_g = N_1 + K_a \times (t_g - t_1)$ denklemi ile bulunmuştur. Bu denklemlerde N_g tahmin edilmek istenen yılın nüfusunu, t_g tahmin edilmek istenen yılı ifade eder (Samsunlu, 2005).

Yukarıda belirtilen formül CBS ortamında mekansal veriye uygulanarak geleceğe dönük nüfus projeksiyonu görsel hale getirilmiştir.

3.2.6. Çakıştırma işlemi ile haritaların üretilmesi

CBS uygulamalarında çakıştırma araçları en sık kullanılan araçlardan biridir. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Çalışma alanına ait koruma alanları ve mevcut alan kullanımı bilgilerini içeren haritaya ulaşamadığından farklı kaynaklardan elde edilen veriler çakıştırılarak mevcut alan kullanımı haritası elde edilmeye çalışılmıştır. Çeşitli kurum ve kuruluşlardan elde edilen bilgiler doğrultusunda toprak verileri, orman ve ağaçlandırma alanları, kültürel varlıklar, yaban hayatı, havaalanı, askeri bölge, yerleşim alanı, endüstriyel ve ticari alan ve maden sahalarına ait veriler kullanılarak çalışma alanının mevcut alan kullanımı haritası oluşturulmuştur.

3.2.7. Çakıştırma işlemleri ve uygun alanların belirlenmesi

Yer seçimi süreçlerinde sıklıkla kullanılan çakıştırma işlemleri çalışma alanında atık aktarma istasyonları için uygun alanların belirlenmesinde kullanılan temel

işlemlerendir. Çalışmanın yöntem bölümünde ağırlıklı çakıştırma ve ağırlıklandırmadan çakıştırma işlemleri uygulanmıştır.

- **Ağırlıklı Çakıştırma**

Bir çakıştırma yöntemi olan ağırlıklı çakıştırma, atık aktarma istasyonları için uygun alanların belirlenmesi gibi arazi uygunluğunun belirlenmesinde birden fazla çeşitliliğe sahip veri grubunun birbiri ile kaynaştırılmasını gerekli kılan koşullarda kullanılabilen bir tekniktir. Faaliyet alanı yer seçimi sürecinde eğim, yükseklik gibi coğrafi unsurlar, su kaynakları, koruma alanları gibi çevresel unsurlar ve nüfus, atık miktarı gibi demografik unsurların değerlendirilmesi gerekmektedir. Mesafe, derece, ağırlık birimi gibi birbirinden farklı değerlerin birbiri ile kıyaslanması mümkün değildir. Farklı türde veri gruplarının birlikte değerlendirilebilmesi için bu verilerin aynı cins veriye dönüştürülmesi, standardize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla veriler kendi içlerinde uygunluk açısından değerlendirilerek sınıflandırılmalıdır. Örneğin çakıştırma yöntemi ile atık aktarma istasyonu yer seçimi uygulaması yapan Rafiee ve ark.(2011) değerlendirme sürecine etki eden unsurlardan biri olan eğim kriterinin uygunluğunu sıralarken 9 dereceden fazla eğime sahip arazileri uygun olmayan ve 0-6 derece arası eğime sahip arazileri ise en uygun alanlar olarak nitelendirmişlerdir.

Farklı değerlerin ağırlıklı çakıştırma ile değerlendirilmesinde için öncelikle her bir veri grubu öznelikleri için amaca göre uygunluk hiyerarşisi oluşturulmalıdır. Uygunluk hiyerarşisinin tanımlaması sonucunda ortaya çıkan sınıflar en uygun sınıfa en yüksek değer verilecek şekilde puanlanmaktadır. Amaca en uygun sınıfa en yüksek puan verilirken amaca uygun olmayan sınıflar puanlandırmada en düşük puanı almaktadır. Böylece farklı değerlere sahip veriler yeniden sınıflandırılarak aynı türde değer halini alarak birlikte değerlendirilmeye hazırlanmaktadır. Veri gruplarının amaç doğrultusunda hiyerarşik olarak uygunluk sınıflarına bölünmeleri ve uygunluk sıralamasına göre puanlandırılmasının nedeni, ağırlıklı çakıştırma işleminde yalnızca sayılarla ifade edilen raster verilerin kullanılabilir olmasıdır.

Gerçekleştirilen ağırlıklı çakıştırma işleminin basamakları aşağıdaki gibi açıklanmaktadır;

İşlem basamağı: Ağırlıklı çakıştırma işlemi için aynı formatta olması gereken veriler, her bir veri grubunun grid büyüklükleri 90 metre alınarak raster formatına

dönüştürülmüştür. Ana veri grubunu oluşturan alt verilere ait öznitelikler, atık aktarma istasyonu olarak kullanıma uygunluğu bakımından sınıflandırılmıştır. Ardından uygunluk değeri doğrultusunda her sınıfa çakıştırma kullanılmak üzere puan atanmıştır. Alt verilerin öznitelikleri tanımlanırken zonlanmış bölge, yakınlık derecesi, servis alanı gibi zonlama analizleri yapılması söz konusu olduğundan, alt verilerin özniteliklerinin uygunluk sınıfları oluşturulan zonlamalara göre tanımlama yapılmıştır. Çalışmada uygunluk sınıfları belirlenirken alanyazında yer alan çalışmalar, yasa ve yönetmelik ve konuyla ilgili büyükşehir belediyesi, orman bölge müdürlüğü gibi alanlarında uzman kurum personelleri ve akademisyenlerin görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada 4 adet uygunluk sınıfı tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan uygunluk sınıfları ve puanları aşağıdaki gibidir;

- **1. derecede uygun - 3 puan** : Uyulması gereken yasal düzenlemeler, alanyazında yer alan düzenlemeler çerçevesinde faaliyetin uygulanması için herhangi bir önlem alınmasına ihtiyaç olmayan en uygun alanlardır.

- **2. derecede uygun - 2 puan** : Aktarma istasyonu faaliyet alanı inşa edilmesinde bazı sınırlamaların ortaya çıkabileceği ve bu sınırlamalara uygun çeşitli çevresel, teknik, ekonomik ve tasarım önlemlerinin alınmasını gerektirecek alanlardır.

- **3. derecede uygun - 1 puan** : Zorunlu olmadıkça tercih edilmemesi gereken ve atık aktarma işlemi için seçilmesi durumunda ciddi önlemler alınmasını gerektiren alanlardır.

- **Uygun değil - 0 puan** : Hiçbir şekilde atık aktarma istasyonu faaliyet alanı olarak kullanılmaya uygun olmayan alanlardır.

II. İşlem basamağı: Ağırlıklı çakıştırma tekniğinin uygulanabilmesi için çakıştırmaya dahil edilecek katmanlardaki verilerin yalnızca rakamlarla ifade edildiği integer raster veri yapısına dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle mekânsal analiz aracı ile vektör yapıdaki veriler raster veri yapısına dönüştürülmüştür. Tüm veriler raster veri haline geldikten sonra birbirleri içinde standardize edilmeleri için mekânsal analiz araçları ile uygunluk sınıfları doğrultusunda yeniden sınıflandırılmışlardır. Veriler yeniden sınıflandırıldıktan sonra uygun olmayan alanlar 0, 1.derece uygun alanlar 1, 2.derecede uygun alanlar 2, 3.derecede uygun alanlar 3 rakamlarıyla temsil edilerek yeniden sınıflanmıştır. Örnek olarak fay hattı için yapılmış olan sınıflama Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Fay Hattı Zonlarının Yeniden Sınıflandırılması

Alt veri grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflama öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı
Fay Hattı	Zon1:0-300m	0	Uygun Değil
	Zon2:300-600	3	3. Derece Uygun
	Zon3:600-900	2	2. Derece Uygun
	Zon4:900-1200	1	1. Derece Uygun

III. işlem basamağı: Birinci değerlendirme grubunda yer alan doğal çevre ve teknik kriterleri meydana getiren kriterler kendi içinde ağırlıklı karşılaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Bunun için doğal çevre ve teknik kriterler ana veri gruplarını oluşturan alt veri gruplarına alt veri gruplarının toplam etki derecesi 100 olacak şekilde, yüzde cinsinden (%) etki derecesi verilmiştir. 100 üzerinden verilen etki dereceleri çalışmada uygulanan yer seçimi sürecinin stratejisi ve literatür taraması doğrultusunda belirlenmiştir.

Uygun arazilerin belirlenmesi sürecinde çalışmanın öncelikli stratejisi;

- yeraltı ve yüzey suları, tarım arazileri, yaban hayatı gibi doğal kaynakların korunması,
- yasa ve yönetmeliklere uygunluktur.

IV. işlem basamağı: Belirlenen alt veri grubu etki dereceleri, kapsadığı özniteliklerin uygunluk sınıfı puanları ile çarpılarak özniteliklerin ağırlıklandırılmadaki puanları belirlenmiştir. Her bir alt veri grubu özneliği sahip olduğu etki derecesiyle çarpılıp bir araya getirilmiş, aynı konumda bulunan değerler birbiri ile çarpılarak genel olarak doğal çevrenin değerlendirildiği 1. bölüm ve teknik kriterlerin değerlendirildiği 2. bölüm altında yer alan veriler değerlendirilerek her iki bölüm için uygunluk paftaları elde edilmiştir.

- **Çakıştırma**

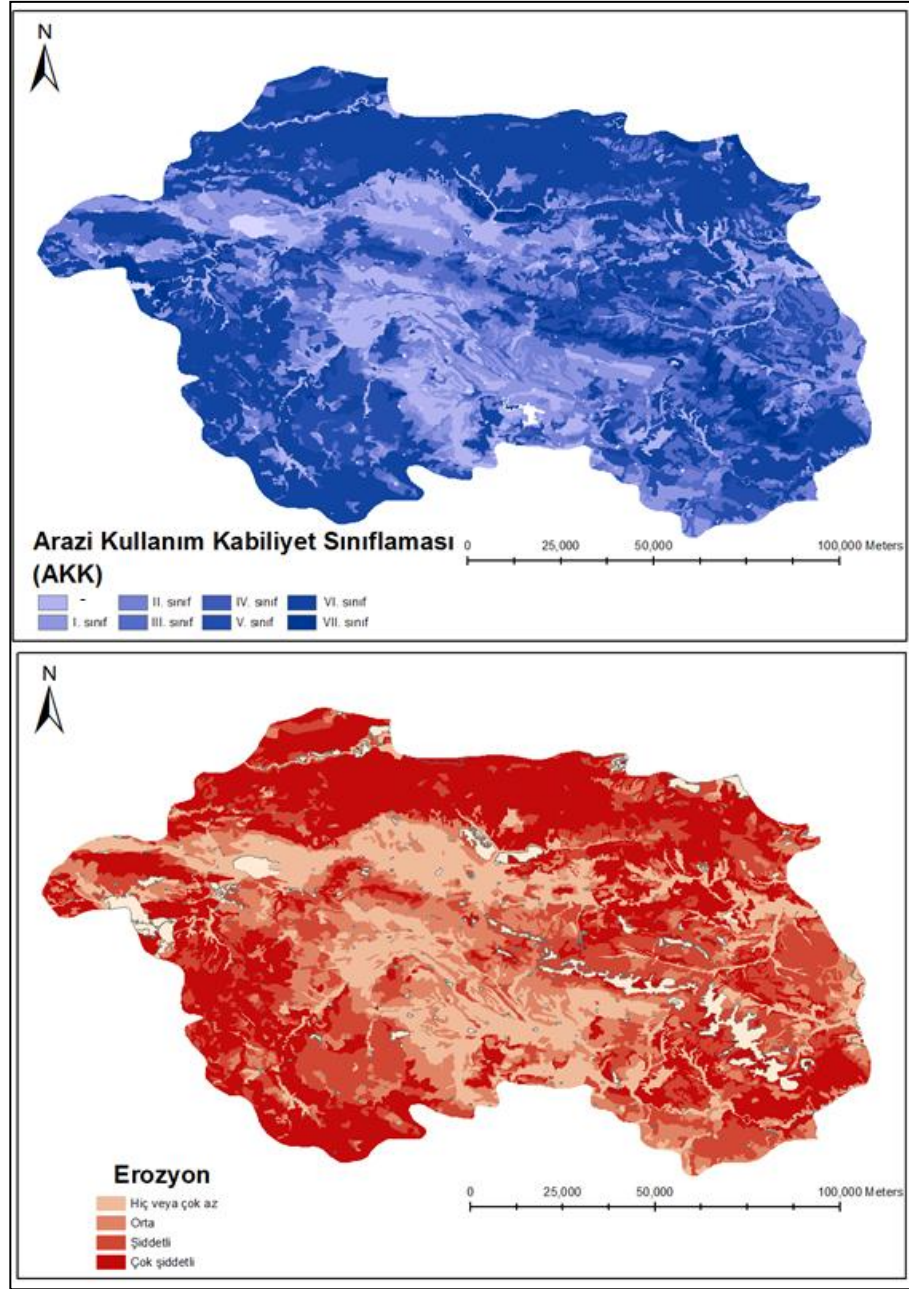
Çalışmada ağırlıklı karşılaştırmaya ek olarak raster veriler ağırlıklandırmadan doğrudan karşılaştırıldığı aşamalar mevcuttur. Çalışmada kullanılan ArcGIS yazılımı ile mekânsal analiz araçları kullanılarak matematiksel hesaplamalar yapılabilmektedir. Çakıştırma işleminde, raster verilerin sahip oldukları değerler korunarak toplama çıkarma çarpma gibi işlemler uygulanabilmektedir. Çakıştırma işlemi ile doğal çevrenin ve teknik kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen uygunluk paftalarının sahip olduğu değerler toplanmış, böylece tek bir uygunluk paftası elde edilmiştir. Bu işlem sonucunda elde edilen ikinci uygunluk paftasının 3. derece

değerlendirme aşamasında yer alan kriterler çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

3.2.8. Çalışmada kullanılan verilerin değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan veriler değerlendirilirken Tablo 1.3'te yer alan aktarma istasyonu yer seçimi konusunda alanyazında yer alan çalışmalarda dikkate alınan ölçütler, bölüm 3.1.3'te tanımlanan çalışma alanının özellikleri ve yöntem kısmında belirtilen çalışmanın uygulama yönteminin stratejisi doğrultusunda Tablo 3.3'te görülen aktarma istasyonu yer seçimi kriterleri oluşturulmuştur. Tablo 3.3'te yer alan veriler, çalışma alanının özellikleri, mevcut yasa ve yönetmelikler, alan yazında yer alan çalışmalar ve konuyla ilgili büyükşehir belediyesi, orman bölge müdürlüğü gibi alanlarında uzman kurum personelleri ve akademisyenlerin görüşleri doğrultusunda çalışma alanında uygulanmak üzere Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Tablo 3.7 ile gösterildiği gibi düzenlenmiştir. Çalışmanın uygulama kısmında üç temel aşamayı oluşturan Tablo 3.5, Tablo 3.6 ve Tablo 3.7'de verilen veri grupları aşağıda açıklanmaktadır.

Çalışma alanına ait doğal çevrenin genel verileri değerlendirilirken, Tablo 3.4'te yer alan kriterlerden farklı olarak çalışma alanındaki askeri bölgeler havaalanları bulunması nedeniyle askeri bölgeler de havaalanı kapsamında incelenmiş ve korunması gereken bölge olarak değerlendirilmiştir. Jaisval ve Bharad (2015)'in çalışmasında da belirtildiği gibi, aktarma istasyonlarının kapalı dizayn edilerek kurulması halinde havaalanları başlıca önemli kriter olarak görülmemektedir. Ancak çalışma alanında havacılık eğitim merkezi, askeri havaalanı, sivil havaalanı gibi çeşitli tipte havaalanları bulunduğundan korunması gereken alan olarak ele alınmış, ağırlık değeri düşük verilerek değerlendirme sürecine dahil edilmiştir. Tablo 3.4'te yer alan kriterlerden farklı olarak ele alınan bir diğer kriter çalışma alanında bulunan eski endüstriyel alanlar ve kirletilmiş arazilerdir. Eski endüstriyel alanlar ve kirletilmiş araziler ve kullanılmayan depolar gibi alanlar tespit edilememiştir. Bu kapsamda yalnızca mevcut atık yönetimi tanımlamaları çerçevesinde düzensiz depolama sahalarının mevkilerinin bulunduğu mahalle sınırları dikkate alınmıştır.



Şekil 3.4. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması ve Erozyon Haritası

Tablo 3.3'ten farklı olarak Tablo 3.5'te erozyon verisi yer almamaktadır. Bunun nedeni Şekil 3.4'de görüldüğü gibi çalışma alanı hakkında elde edilen erozyon verisinin çalışma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıflaması verisi ile örtüşüyor olmasıdır. Erozyon verisi eğim sınıflama neticesinde arazi çalışması ya da başka bir analitik yöntem kullanılarak üretilmiş bir erozyon haritası değildir. Eğimin yüksek olduğu her yer erozyon riski yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Bir bitkilendirme çalışmasının yapılması, doğal bitki örtüsünün erozyona engel olacak nitelikte olması halinde ya da jeolojik yapı, toprak yapısı erozyon riskini ortadan kaldırdığı koşullarda arazi kullanımı

7. sınıf ve eğimi yüksek olabilir ancak erozyon riski taşımayabilir. Özetle eğitim sınıflandırmasına bağlı olarak tanımlanan erozyon riskinin gerçeği yansıtmadığı düşünüldüğünden ve başka bir erozyon verisi temin edilemediğinden erozyon verisi bu çalışmada kullanılmamıştır.

Çalışmada taşkın riski değerlendirilmemiştir. Taşkın riski çalışma alanı için gerekli bir veri olmakla beraber böyle bir veri üretilmediğinden ve temin edilemediğinden kullanılmamıştır. Yalnızca temin edilen toprak verisinde arazi tipleri kapsamında çalışma alanının kuzeyinde yer alan ırmak taşkın yatakları tanımlamaları mevcuttur. Tüm çalışma alanının taşkın riskinin değerlendirilmesi için yeterli olmayan bu tanımlı alanlar, arazi kullanım kabiliyet sınıflaması, büyük toprak grupları ve tarım arazilerinin kullanımı gibi toprak verisi kullanılarak oluşturulan haritalarda uygun değil olarak tanımlanmıştır.

Mevcut alan kullanımı kapsamında tarım arazileri, ormanlar, koruma alanları, havaalanı-endüstriyel-ticari alan, yerleşim alanı olarak tanımlanmıştır. Tablo 3.3'ten farklı olarak Tablo 3.5'te elde edilen ve düzenlenen veriler doğrultusunda ağaçlandırma alanları ve orman alanlarının; gölet ve barajların ortak birer katman olarak değerlendirilmesi gerekmiştir. Endüstriyel alanlar ele alınırken endüstriyel alanların büyüklüğü ve bu alanlara ulaşılabilirlik unsurları incelenerek uygunluklar tanımlanmıştır. 5 hektardan büyük endüstriyel alanlar atık potansiyeli dikkate alınarak daha uygun olarak tanımlanmıştır. Benzer şekilde endüstriyel alanlara 15 km'den daha yakın alanlarda atığa erişilebilirlik kolaylaşacağından ağ analizi ile endüstriyel alanlara erişilebilirlik değerlendirilerek uygunluk sınıfları atanmıştır.

Arazi mülkiyet bilgisi hem etkili arazi kullanımı sayesinde doğal kaynakların kontrollü kullanımı hem de faaliyet alanı kurulum sürecinin maliyetinin azaltılması için değerlendirilmesi gereken bir unsurdur. Ancak çalışma alanında hazine arazileri ve kullanım tipleri gibi bilgilere erişilemediğinden değerlendirilmemiştir.

Tablo 3.5'te çalışma alanına ait doğal çevrenin genel verilerinin uygunluk sınıfları görülmektedir. Teknik kriterlerin ele alındığı ikinci değerlendirme grubunda ulaşım ve altyapı bilgileri Tablo 3.6'da yer almaktadır. Tablo 3.3'ten farklı olarak Tablo 3.6'da ulaşım ağlarının değerlendirilmesinde yalnızca karayolları ulaşım ağı dikkate alınmıştır.

Bunun nedeni çalışma alanında mevcut atık yönetiminde aktif olarak yalnızca karayolları ulaşım ağının kullanılıyor olmasıdır.

Altyapı hizmetlerine erişilebilirlik kapsamında, mevcut atık yönetiminde yer alan tesislerin dikkate alınması amaçlanmıştır. Çalışma alanında kullanılan aktif bir aktarma istasyonu yoktur. Yalnızca nihai varış noktası olan depolama sahasının konumu tespit edilerek bu depolama sahasının aktarma istasyonuna ihtiyaç duyulmadan hizmet verdiği alan tespit edilmiştir.

Altyapı hizmetleri kapsamında ele alınan diğer hizmetler elektrik, atıksu ve içmesuyu altyapı hizmetleri, ilgili kurumdan edinilen bilgiler doğrultusunda sayısallaştırılmıştır. İçmesuyu bağlantısı mahalle bazlı, kanalizasyon hizmeti olan alanlar mahalle ve ilçe bazlı altyapı hizmeti bilgileri doğrultusunda değerlendirilmiştir. İlgili kurumdan elektrik dağıtım hattına ulaşılabilmiştir. Elektrik bağlantısına erişilebilirliğin kolaylığına göre uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Altyapı hizmetlerinin bulunduğu alanların tercih edilmesi faaliyetin işletim sürecinden kaynakacak çevresel etkileri azaltacağından ağırlıklandırmada altyapı hizmetlerine daha yüksek puan atanmıştır.

Doğal çevreyi ve teknik kriterleri meydana getiren unsurlar kendi içlerinde etki derecelerine bağlı olarak alt veri grupları değerlendirilmiştir. Daha sonra elde edilen alt veri gruplarının ağırlıklı çakıştırma sonuçları ilgili grubun uygunluk paftasına etki derecesi bilgisi doğrultusunda tekrar ağırlıklı olarak çakıştırılmıştır. Bu işlemler sonucunda doğal çevreyi meydana getiren kriterler ve teknik kriterlerin değerlendirmesi sonucunda iki gruba ait birer uygunluk paftası elde edilmiştir. Elde edilen uygunluk paftalarından uygun olmayan alanlar çıkarıldıktan sonra doğal çevre unsurlarının meydana getirdiği uygunluk paftası ile teknik kriterlerin meydana getirdiği uygunluk paftasının çakışan her bir raster hücresinin sahip olduğu değerler toplanarak çakıştırılmıştır. Böylece doğal çevre ve başlıca teknik kriterler açısından yalnızca uygun alanların yer aldığı uygunluk paftası elde edilmiştir. Yalnızca potansiyel uygun nitelikte alanları içeren yeni uygunluk paftası, oluşan atık miktarına bağlı olarak değerlendirilerek mevcut ve gelecekte olan ihtiyacı karşılayacak potansiyel uygun alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Alan kullanımına bağlı olarak atık üretim miktarı hesaplanması için yeterli bilgiye erişilemediğinden atık üretimi hakkında yaklaşımsal olarak fikir yürütülmesini sağlayan demografik veri olarak nüfus verisi ele alınmıştır.

Kentsel atık miktarı mahalle bazlı nüfus bilgisi ile ilişkilendirilmiştir. Mevcut durumu temsil etmesi için 2012 yılı nüfus verileri kullanılmıştır.

Aritmetik ortalama hesaplaması ile 2045 yılı mahalle bazlı nüfusu hesaplanmıştır. Elde edilen iki veri karşılaştırılarak mevcut durumda ve gelecekte nüfusa bağlı olarak uygun alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Nüfus verisi nüfus yoğunluğuna göre değerlendirilmiştir.

Nüfusu yüksek yerleşim birimlerine faaliyet alanının yakın olması, böylece taşıma mesafesinin azaltılması amaçlanmaktadır. Nüfus yoğunluğu değerlendirilirken atık taşıma aracı kapasitesi, atık içeriği ve hacmi gözönüne alınmalıdır. Ancak çalışma alanında kırsal alanı kapsayan atık içeriğine ait bilgiye erişilemediğinden atık miktarı tahminlemesi yalnızca nüfus verisinin çalışma alanı genelinde dağılımı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Doğal çevre ve teknik kriterlerin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen uygun alanlar, mevcut durumda ve gelecekte nüfusa bağlı olarak uygun alanların tespit edildiği 2012 ve 2045 yılı nüfus verilerinin ağırlıklı karşılaştırma sonucu ile ağırlıklı olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen bu iki uygunluğun ağırlıklı karşılaştırılması işlemi ile mevcutta ve gelecekte oluşacak atık miktarına bağlı olarak uygun alanların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Tablo 3.5. Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Uygunluk Sınıfları

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden Sınıflandırma Öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Ağırlık Puanları	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Uygunluk Paftasına Etki Derecesi
Topoğrafya	Kazı Maliyeti - İşletim Süreci Maliyetleri	Eğim	> 9	0	Uygun Değil	0	100	USEPA,1995;USEPA, 2001;Rafiee vd.2011	10
			4 - 8	1	1 .Derece Uygun	3			
			0 - 4	2	2. Derece Uygun	1			
Jeoloji	Yeraltı Su Kaynaklarının Korunması ,Faaliyet Alanı Güvenliği	Fay Hattı	< 300 m	0	Uygun Değil	0	100	Özkan ve Banar, 2008	15
			300m - 600 m	3	3. Derece Uygun	1			
			600 m- 900m	2	2. Derece Uygun	2			
			>900m	1	1 .Derece Uygun	3			
Su kaynakları	Su kaynaklarının korunması	Akarsu	<1000m	0	Uygun değil	0	55	Banar vd., 2010;Çevre ve Orman Bakanlığı ,2004, ²⁸	25
			1000m - 2000m	3	3.derece Uygun	1			
			2000m- 3000	2	2.derece Uygun	2			
			>3000 m	1	1. derece uygun	3			
		Gölet - Baraj	<1000m	0	Uygun değil	0	45		
			1000m - 2000m	3	3.derece Uygun	1			
			2000m- 3000	2	2.derece Uygun	2			
			>3000 m	1	1. derece uygun	3			

²⁸ <http://geodata.ormansu.gov.tr/>

Tablo 3.5. (Devam) *Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Uygunluk Sınıfları*

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Ağırlık Puanları	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Uygunluk Paftasına Etki Derecesi
Mevcut Alan Kullanımı	Etkili Arazi Kullanımı	Tarım Arazileri	Sulu Tarım	0	Uygun Değil	0	20	Unep, 2002;Use pa 2002; Çabuk Ve Dögeroğlu, 2006; Mera Yönetmeliği,1998; Toprak Arazi Sınıflama asistanları Teknik Talimatı Ve İlgili Mevzuat; Jaiswal Ve Bharat,2015	25
			Sulu Tarım (Yetersiz)	3	3. Derece Uygun	1			
			Kuru Tarım(Nadaslı)	2	2. Derece Uygun	2			
			Kuru Tarım Nadassız	3.	3.Derece Uygun	2			
			Bağ (Kuru)	3	3.Derece Uygun	1			
			Kumlu Kil	3	3.Derece Uygun	1			
			Mera	0	Uygun Değil	0			
			Kahverengi msi	0	Uygun Değil	0			
			Çayır	3	3.Derece Uygun	1			
			Bahçe Kuru	3	3.Derece Uygun	1			
			İrmak Taşkın Yatakları	0	Uygun Değil	0			
			Yerleşim Alanı	0	Uygun Değil	0			
			Çakıllı Molozlu Araziler	1	1. Derece Uygun	3			
			Bahçe Sulu	3	3.Derece Uygun	0			
		Fundalık	1	1 .Derece Uygun	3				
		Orman Alanları	<800m	0	Uygun Değil	0	20	USEPA, 2001, Dhvconsultants,tarihli	
			800 M-1600m	3	3.Derece Uygun	1			
			1600m-2400m	2	2.Derece Uygun	2			
			> 2400 M	1	1. Derece Uygun	3			
		Kültürel Varlıklar (Tarihi Ve Arkeolojik Bölge)	<800m	0	Uygun Değil	0	10	Dhvconsultants,tarih	
			800 M-1600m	3	3.Derece Uygun	1			
			1600m-2400m	2	2.Derece Uygun	2			
			> 2400 M	1	1. Derece Uygun	3			
		Havaalanı Askeri Bölge	< 5000 M	0	Uygun Değil	0	5	Rafiee ve Ark.2011 ,Usepa 2001	
			>5000 M	1	1.Derece Uygun	3			

Tablo 3.5. (Devam) *Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Uygunluk Sınıfları*

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Ağırlık Puanları	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Uygunluk Paftasına Etki Derecesi	
Mevcut Alan Kullanımı	Etkili Arazi Kullanımı	Yaban Hayatı	<800m	0	Uygun Değil	0	15	Dhvconsultants,tarihsiz	25	
			800 M-1600m	3	3.Derece Uygun	1				
			1600m-2400m	2	2.Derece Uygun	2				
			> 2400 M	1	1. Derece Uygun	3				
			>5000 M	1	1.Derece Uygun	3				
		Yerleşim Alanı	<500 M	0	Uygun Değil	0	15	Dhvconsultants,tarihsiz		
			500 M - 1000 M	3	3. Derece Uygun	1				
			1000 M-1500 M	2	2.Derece Uygun	2				
			> 1500 M	1	1.Derece Uygun	3				
		Endüstriyel Alan	Endüstriyel Alana Uzaklığı >15 Km	3	3. Derece Uygun	1	34	Dhv Consultants,tarihsiz Usepa,1995 Usepa 2002		
			Endüstriyel Alana Uzaklığı 10-15	2	2. Derece Uygun	2				
			Endüstriyel Alana Uzaklığı 5-10km	1	1. Derece Uygun	3				
			Eski Depolama Sahası	1	1. Derece Uygun	3	33			15
			Küçük Ölçekli Endüstriyel Bölge İçinde	2	2. Derece Uygun	2	33			
			Yerleşim Alanı > 5 Hektar Olan Endüstriyel Tesis İçinde Veya Yakınında	1	1. Derece Uygun	3				

Tablo 3.5. (Devam) *Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Uygunluk Sınıfları*

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Uygunluk Sınıflandırma Kriterleri	Uygunluk Sınıfı	Ağırlık Puanları	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Uygunluk Paftasına Etki Derecesi		
Toprak	Doğal kaynakların korunması	Büyük toprak Grupları	Kahverengi orman toprakları	2	2. derece uygun	2	50	UNEP, 2002; Usepa 2002; Çabuk ve Döğeroğlu, 2006; Toprak Koruma Ve Arazi Kullanım Kanunu, 2005; Anonim 18, 2006; Mera Yönetmeliği, Toprak Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı ve İlgili Mevzuat; Jaiswal ve Bharat, 2015	25		
			Kireçsiz kahve rengi orman toprakları	3	3. derece uygun	1					
			Kahverengi topraklar	2	2. derece uygun	2					
			Kireçsiz kahverengi topraklar	3	3. derece uygun	1					
			Hidromorfik toprak	0	Uygun değil						
			Kolüvyal topraklar	0	Uygun değil	0					
			Kırmızımsık ahverengi toprak	2	2. derece uygun						
			Alüvyal topraklar	0	Uygun değil	0					
			İrmak taşkın yatakları	0	Uygun değil	0					
			Yerleşim alanı	0	Uygun Değil	0					
			Çakıllı molozlu araziler	1	1. derece uygun	3					
			Arazi Kullanım Kabiliyet sınıfları	İrmak taşkın yatakları	0	Uygun değil				0	50
				I-II	0	Uygun değil				0	
	III-IV	0		Uygun değil	0						
	V-VI	2		2. derece uygun	2						
	VII- moloz kayaç	1		1. derece uygun	3						

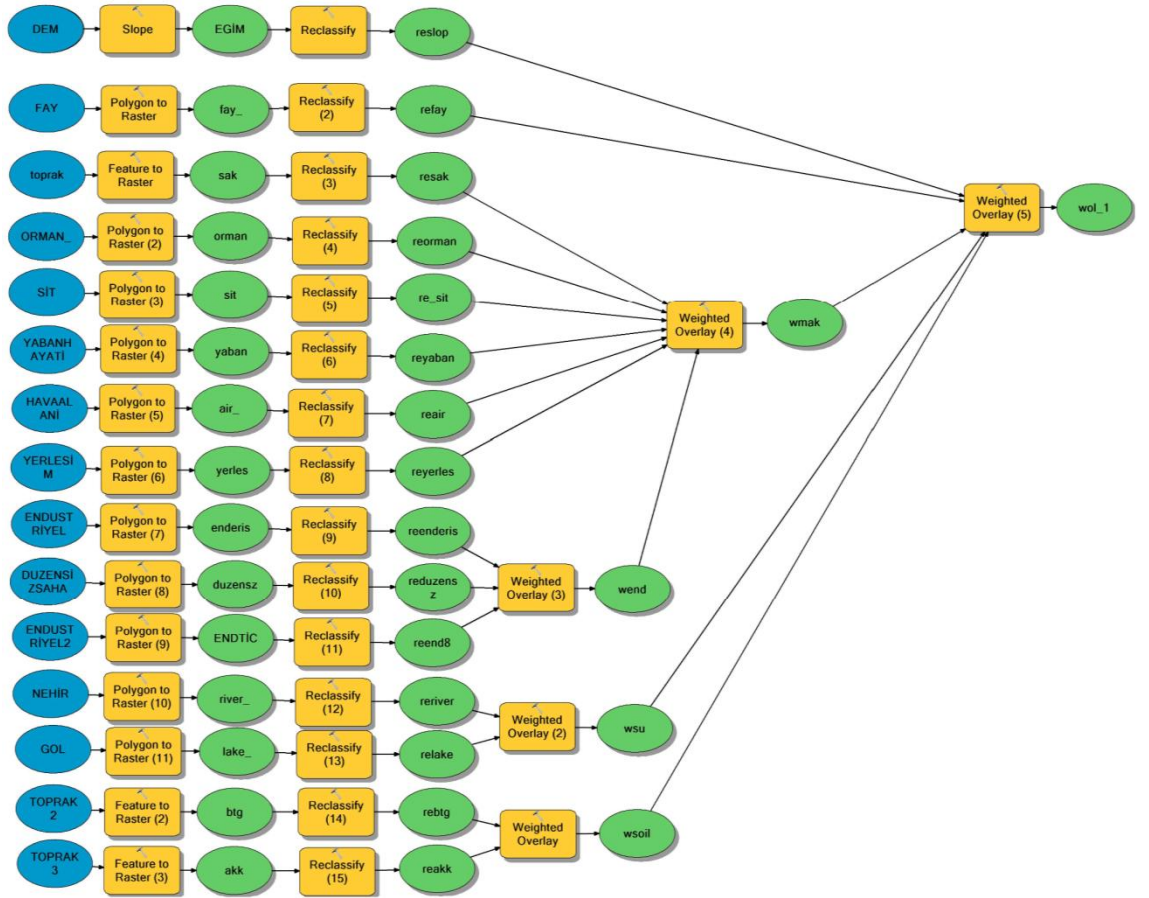
Tablo 3.6. Teknik Kriterin Uygunluk Sınıfları

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Ağırlık Puanları	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Uygunluk Paftasına Etki Derecesi
Ulaşım	Etkili taşıma süreci	Karayolu	<500m	0	Uygun Değil	0	100	Rafiee ve ark., (2011), USEPA (1995)	33
			500m-1000m	2	2. derece Uygun	2			
			1000-3000	1	1 .Derece Uygun	3			
			3000-5000	2	2. derece Uygun	2			
			>5000	0	Uygun Değil	0			
Altyapı hizmetlerine Erişilebilirlik	Ekonomik ve çevresel etkilerin kontrolü -altyapı hizmetinin mevcudiyeti ve ulaşılabilirliği	Mevcut bertaraf tesislerinin kapsama alanları	> 25 km	1	1. Derece Uygun	3	25	USEPA, 2001	34
			< 25km	0	Uygun değil	0			
		İçme suyu bağlantısı	Bağlantı mevcut değil	3	3.derece uygun	1	25	Dhv Consultants	
			Bağlantı mevcut	1	1 .Derece Uygun	3			
		Kanalizasyon altyapısı	Mevcut	1	1 .Derece Uygun	3	25		
				Mevcut değil	1	1 .Derece Uygun			
		Elektrik bağlantısı	Bağlantı mevcut değil	3	3.derece uygun	1	25		
			bağlantı yapılabilir (500m<-<1000m)	2	2.Derece Uygun	2			
			Bağlantı mevcut	1	1 .Derece Uygun	3			

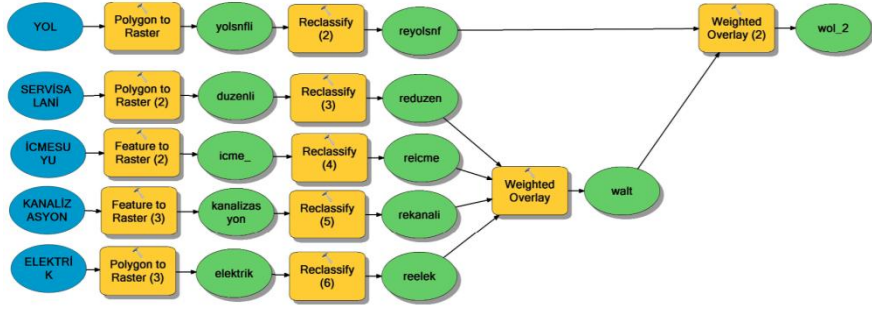
Tablo 3.7. Nüfusa Göre Uygun Alanların Değerlendirilmesi

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Etki Derecesi	Literatür Taraması	Ağırlık Puanları
Nüfus (2012 yılı)	Atık miktarı üretiminin nüfusa bağlı tanımlanması	Mevcut Durum	Düşük (<2000 kişi)	3	1	3	USEPA, 2002	50
			Orta (2000-5000)	2	2	2		
			Yoğun (>5000)	1	3	1		
Nüfus (2045 yılı)	Atık miktarı üretiminin nüfusa bağlı tanımlanması	Geleceğe Dönük	Düşük (<2000 kişi)	3	1	3		50
			Orta (2000-5000)	2	2	2		
			Yoğun (>5000)	1	3	1		

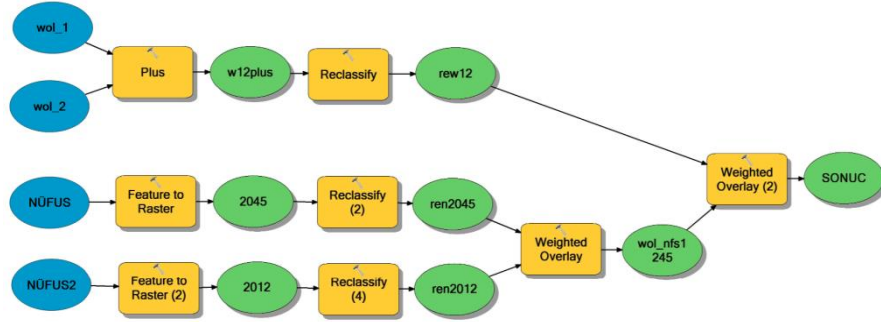
Şekil 3.5, Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de yöntem bölümünde aktarılan işlemlerin CBS ortamında uygulanması süreçleri görülmektedir.



Şekil 3.5. Doğal Çevrenin Genel Verilerinin Değerlendirilmesi İşlemleri



Şekil 3.6. Teknik Kriter Verilerinin Değerlendirilmesi İşlemleri



Şekil 3.7. 3. Değerlendirme Bölümünün Uygulanması

4. BULGULAR

Bu bölümde, materyal bölümünde belirtilen verilerden faydalanarak çalışma alanının özelliklerini gösteren tematik haritalar üretilmiş ve yöneme bağlı olarak yapılan analizlere ait bulgulara yer verilmiştir. İlk bölümde değerlendirme sürecinde kullanılan çalışma alanına ait veriler tematik haritalarla ifade edilmiştir; ikinci kısımda çalışma alanıyla ilgili oluşturulan haritaların CBS yardımıyla yeniden sınıflandırılma işlemi sonucunda elde edilen uygunluk sınıfları haritaları sunulmuştur. Bu bölümün üçüncü kısmında 3 kademedен oluşan ağırlıklı çakıştırma ile değerlendirme işleminin aşamaları ve elde edilen uygunluk sonuç paftaları verilmiştir.

4.1. Çalışma Alanına ilişkin Bilgiler

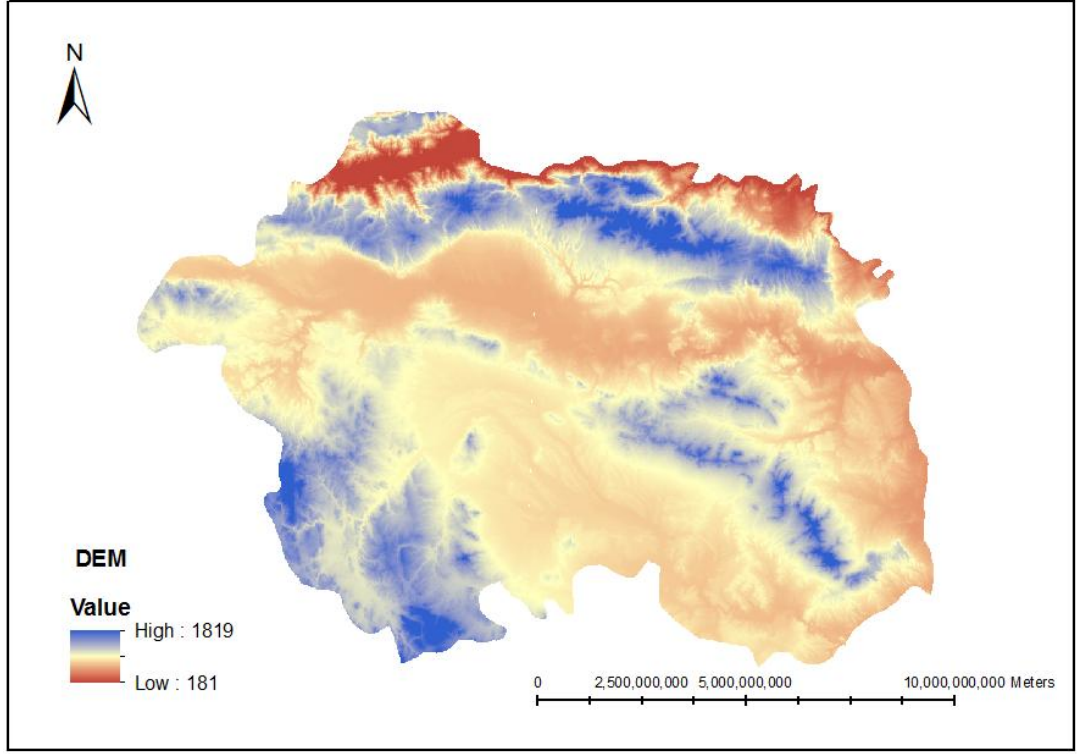
Yöntem bölümünde belirtilen çalışmada kullanılan veriler tematik haritalar ile sunulmuştur. Bu bölümde çalışma alanına ilişkin bilgiler doğal çevre, sosyal çevre ve fiziksel çevre olmak üzere üç ana başlık halinde verilmiştir.

4.1.1. Doğal çevre

Bu bölümde çalışma alanının doğal çevresini meydana getiren unsurlar olan topoğrafya, toprak, jeoloji, su kaynakları, flora-fauna, hassas yöreler ve ormanlar ele alınmıştır.

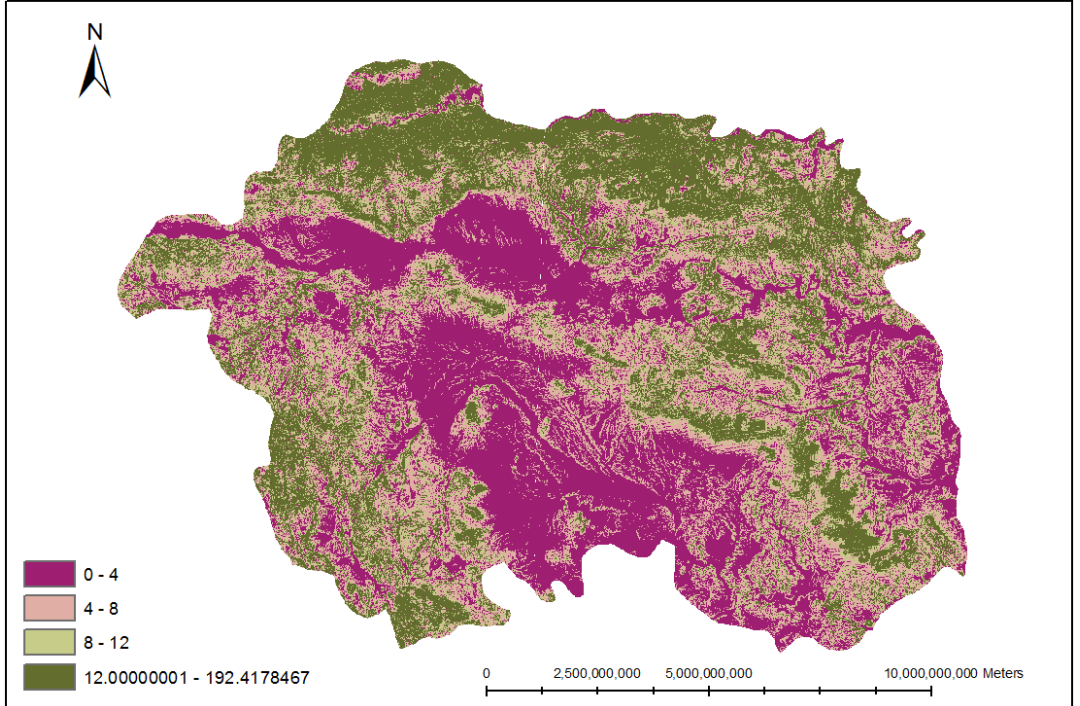
- **Topoğrafya:** Çalışmada kullanılmak üzere çalışma alanına ilişkin eğim durumunun tespit edebilmesi için SYM(DEM)'den faydalanılmıştır. SYM verisi uydu görüntülerinden elde edilmektedir. Şekil 4.1'de çalışma alanına ait SYM haritası görülmektedir. Bu veriden Eskişehir ilinin en düşük yüksekliğinin 181 metre, en yüksek noktasının ise 1819 metre olduğu anlaşılmaktadır.

Alana ait eğim durumunun belirlenmesi için DEM raster verisi kullanılarak Şekil 4.2'de görülen eğim haritası elde edilmiştir. Eğim haritasında uygulanan eğim sınıfları, kazı maliyeti ve işletim sürecinde ortaya çıkacak maliyetin azaltılması amaçları değerlendirilerek belirlenmiştir. Bu maksatla Tablo 3.6'da belirtildiği gibi eğimin %0-8 eğim grubu içerisinde değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Böylece faaliyet işletim süresince ve yapım aşamasında maliyet düşürülmesi amaçlanmaktadır.



Şekil 4.1. Sayısal Yükseklik Modeli (SYM-DEM)

Kaynak: Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

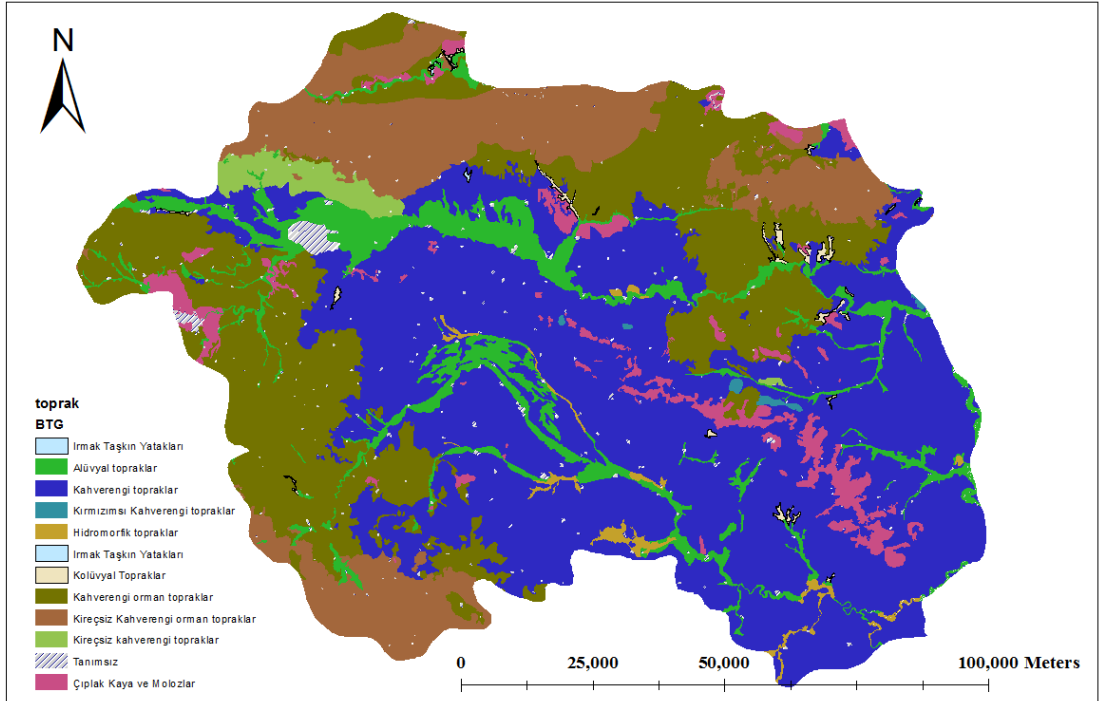


Şekil 4.2. Eğim Durumu

Oluşturulan eğim haritasından çalışma alanının iç kısımlarının düz arazilerden oluştuğu, özellikle çalışma alanının kuzeyinin eğiminin daha yüksek olduğu görülmektedir.

- **Toprak:** Çalışmada kullanılan toprak verileri, Eskişehir İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden temin edilmiştir. Aşağıda çalışma alanına ait toprak verileri ile ilgili bilgilere yer verilmektedir.

- **Büyük toprak grupları:** İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden elde edilen toprak verisinden faydalanarak haritalanan büyük toprak grupları haritası Şekil 4.3'te verilmiştir. Çalışma alanının önemli bir kısmı tarımsal kullanımlara uygun alüvyal topraklardan meydana gelmektedir. Çalışma alanının kuzey, kuzeydoğu ve güneybatı yönlerinde ağırlıklı olarak kahverengi ve kireçsiz kahverengi toprakların yer aldığı, iç bölgeler, güney ve güneydoğuda ise alüvyal ve kahverengi toprak gruplarının olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3. Büyük Toprak Grupları tanımlaması

Kaynak: Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı

Veride tanımlı olmayan alanlar düzenlenmeye çalışılmıştır. Tanımlı olmayan alanlardan bir kısmının çıplak kaya ve molozların olduğu alanlar olduğu tespit edilmiştir. Tanımlı olmayan diğer alanlar ise yerleşim alanı, baraj gibi farklı arazi kullanım bilgisine sahip alanlardır. Tablo 4.1'de de görüldüğü gibi çalışma alanında en geniş alanına % 46 oranla kahverengi topraklardan meydana gelmektedir. Ardından %23.8 oranla kahverengi orman topraklar ve % 14.4 oranında kireçsiz kahverengi orman tipi toprak grupları çalışma alanını kaplamaktadır.

Tablo 4.1. *Büyük Toprak Grupları Dağılımı*

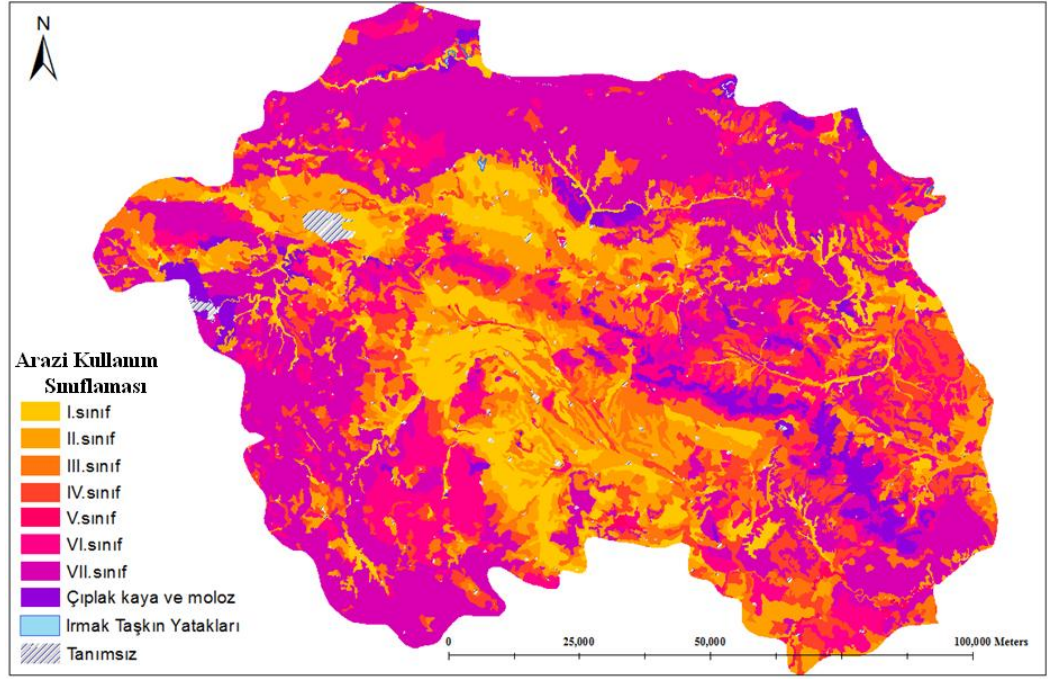
Büyük Toprak Grupları	Alan(km ²)	%
Alüvyal topraklar	1168.494759	8.3
Kahverengi topraklar	6453.702086	46
Kırmızımsı Kahverengi topraklar	22.704632	0.16
Hidromorfik topraklar	103.048091	0.73
Kolüvyal topraklar	62.627983	0.45
Kahverengi orman topraklar	3338.068707	23.8
Kireçsiz kahverengi topraklar	201.706916	1.4
Kireçsiz kahverengi orman topraklar	2014.822086	14.4
İrmak taşkın yatakları	4.9	0.03
Çıplak Kaya ve Molozlar	521.352976	3.7
Tanımlı olmayan alanlar	134.620935	0.96

-Arazi kullanım kabiliyet sınıfları: İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden elde edilen toprak verisinden faydalanarak çalışma alanı arazi kullanım kabiliyet sınıflaması haritalanmıştır. Tablo 4.4'te sembolleri ve tanımları yer almaktadır. Buna göre çalışma alanının iç bölgelerinin, güneyinin bir bölümünün, güneydoğu ve doğusunun ağırlıklı olarak I, II, III ve IV. sınıf arazilerden meydana geldiği görülmektedir. Kuzey ve güneybatı bölgeleri VI. ve VII. sınıf arazilerden meydana gelmektedir. Tarım arazilerinin dışında kalan yerleşim alanları, çıplak kaya ve molozlar gibi alanlar yine bu veri grubunda tanımsızdır.

Tablo 4.2. *Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması Sembol ve Tanımlamaları*

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması	
Sembol	Tanımı
I-II-III-IV	Toprak işlemeli tarıma elverişli araziler
V- VI- VII	Toprak işlemeli tarıma elverişsiz araziler
Tanımlı olmayan alanlar	Tarıma elverişsiz araziler

Şekil 4.4'teki haritada verilen arazi kullanım kabiliyet sınıflaması sınıflandırmasına göre arazilerin çalışma alanında kapladığı alanların dağılımı Tablo 4.3'te gösterilmektedir. Bu değerlendirmeye göre toprak işlemeli tarıma elverişsiz arazi sınıfında yer alan VII. sınıf araziler çalışma alanında en çok alan kaplayan arazi kullanım sınıfıdır.



Şekil 4.4 Arazi Kullanım Sınıflaması Haritası

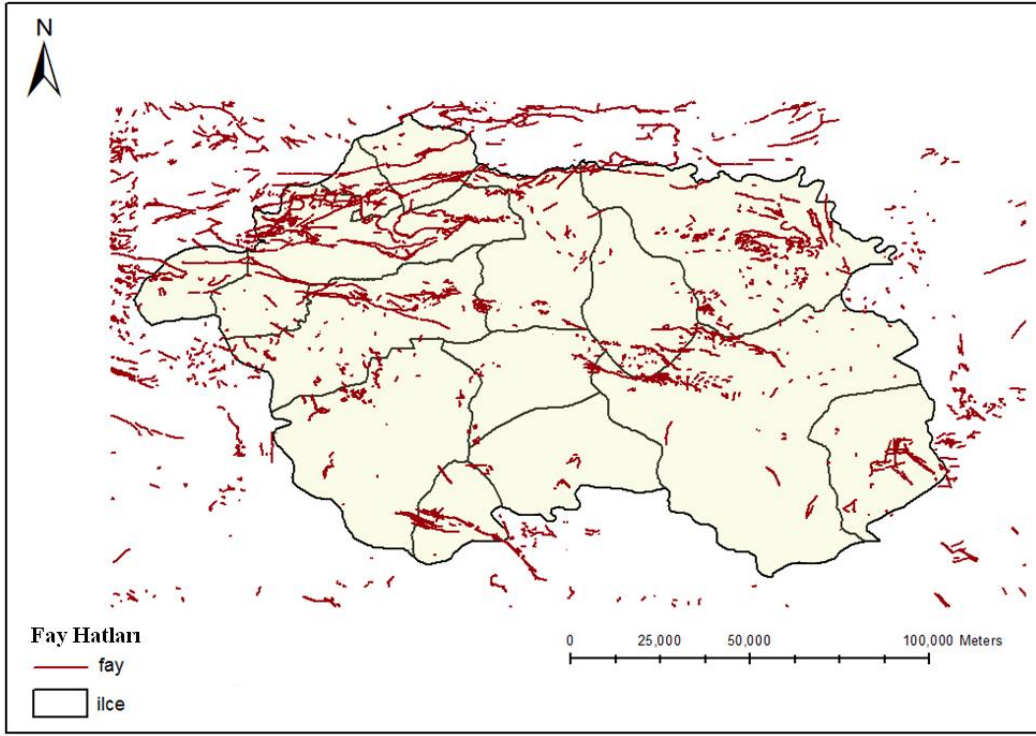
Kaynak: Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı

Tablo 4.3. Arazi Kullanım Sınıflandırmasına Göre Arazi Dağılımı

Arazi Kullanım Sınıflaması	Alan(km ²)	%
I.sınıf	1353.155555	9.65
II.sınıf	1932.120893	13.8
III.sınıf	1527.286206	10.9
IV.sınıf	1501.921855	10.7
V.sınıf	41.817907	0.3
VI.sınıf	2033.187404	14.5
VII.sınıf	4975.68544	35.5
Çıplak Kaya Ve Molozlar	521.352976	3.7
Tanımsız	134.620935	0.95
Irmak Taşkın Yatakları	4.903313	0.034

- **Jeoloji:** Çalışma alanının jeoloji verileri Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) kurumundan elde edilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanının fay hattı verisi haritalanmıştır. Çalışma alanının jeolojik niteliği afet ve çevre riski açısından önemlidir.

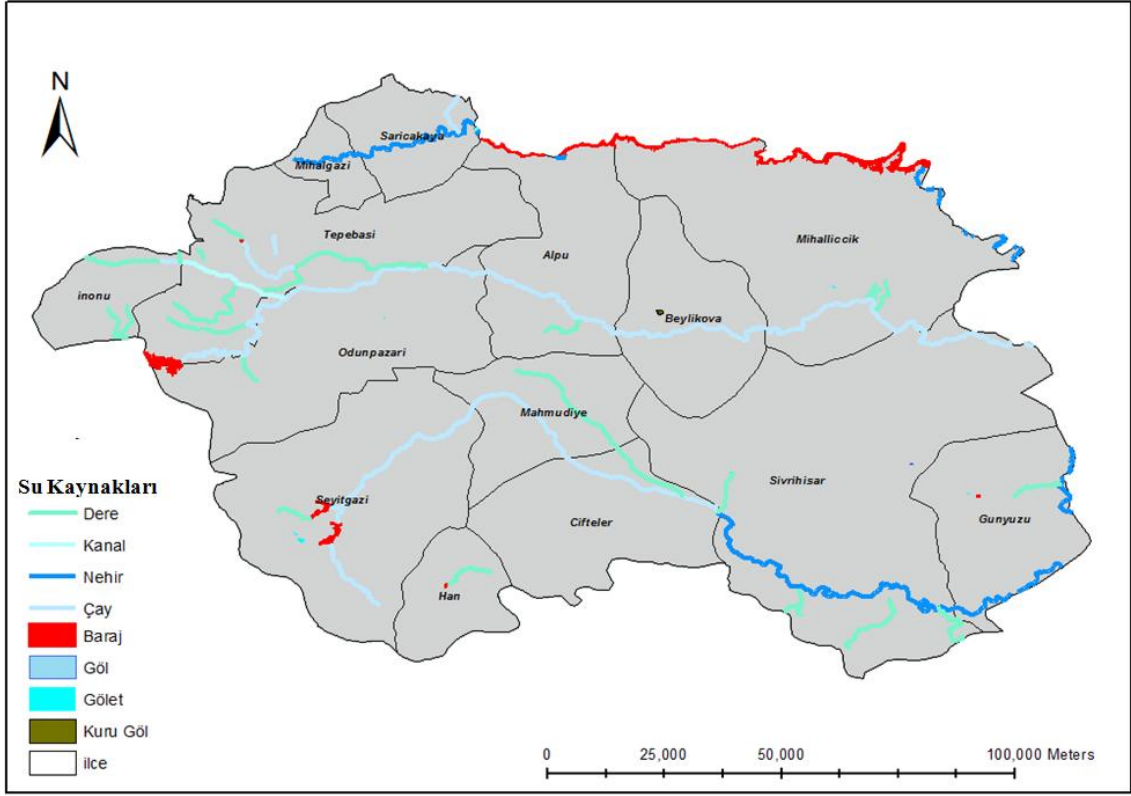
Eskişehir ili fay hatlarının varlığı dolayısıyla deprem riski taşıyan bir bölgedir. Çalışma alanında yer alan fay hatları Şekil 4.5'de görülmektedir. Fay hatları boyunca ve fay hatları üzerinde sismik durum dikkate alınarak bu alanlarda faaliyetin oluşturulmasına izin verilmemelidir. Genel olarak çalışma alanının tamamında, yoğun olarak kuzeybatısında fay hatları yer almaktadır. Özetle fay hatları çalışma alanında deprem açısından riske neden olmaktadır.



Şekil 4.5. Fay Hatları

Kaynak: MTA

- **Su Kaynakları :**Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Araştırma Enstitüsünden elde edilen su kaynakları verisi haritalanmıştır. Şekil 4.6'da çalışma alanında yer alan başlıca akarsu, göl, gölet ve barajlar görülmektedir. Haritada yer alan su kaynakları veri bilgisi doğrultusunda renklendirilmiştir. Çalışma alanında doğudan batıya doğru paralel olarak üç şerit haline bölen nehir ve çaylar bulunmaktadır. Ayrıca bir çok yerde sulama, elektrik üretimi ve balık üretimi gibi faaliyetler için kullanılan gölet ve barajlar bulunmaktadır.

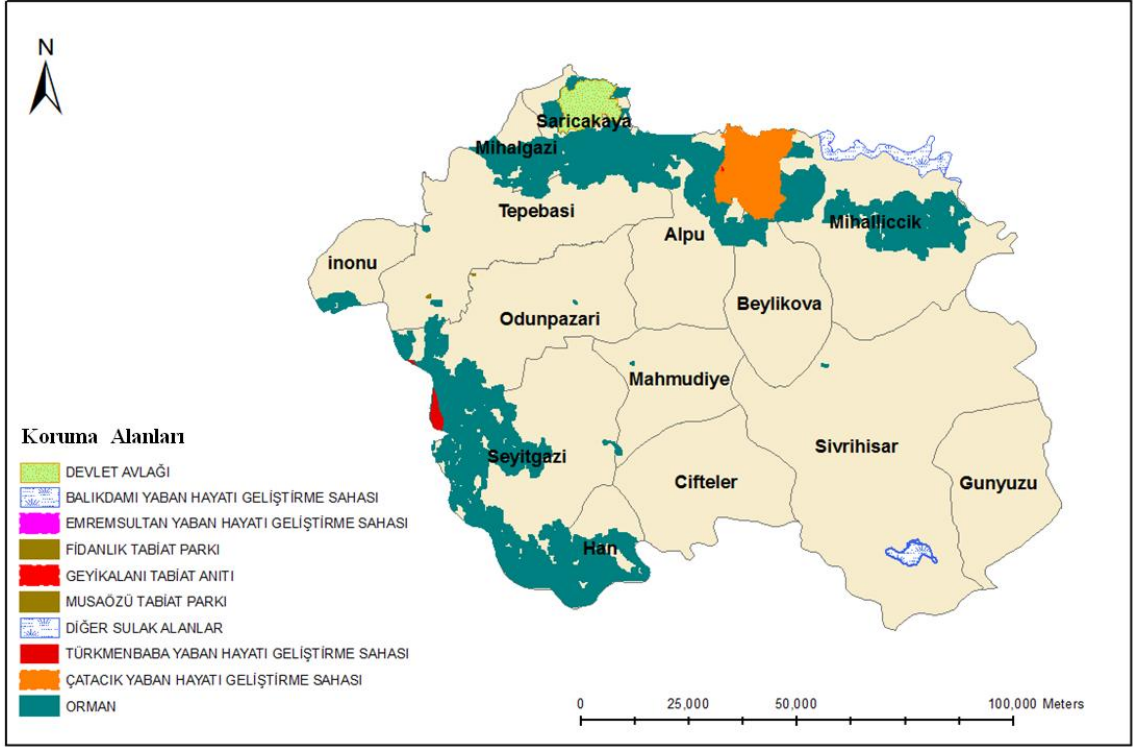


Şekil 4.6. Akarsu, Göl, Gölet ve Barajlar

Kaynak: Anadolu Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü

- **Flora-Fauna ve hassas yöreler :** Eskişehir İl Orman Bölge Müdürlüğü ve Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Coğrafi Veri Portalı'ndan elde edilen bilgiler doğrultusunda Şekil 4.7'de görülen alanların bir bölümü sayısal olarak elde edilmiştir. Grafik olarak elde edilen dosyalar sayısallaştırılarak rektifiye edilmiştir. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin tümü sayısallaştırıldıktan sonra kesme, çakıştırma ve birleştirme araçları kullanılarak çalışma alanına ait ormanlar ve koruma alanları haritası elde edilmiştir.

Çalışma alanında bulunan koruma alanları kuzeyde ve güneybatıda ağırlıklı olarak orman arazilerinin bulunduğu alanlarda yer almaktadır. Ayrıca çalışma alanının güneydoğusunda Balıkdamı yaban hayatı geliştirme sahası bulunmaktadır.



Şekil 4.7. Koruma Alanları

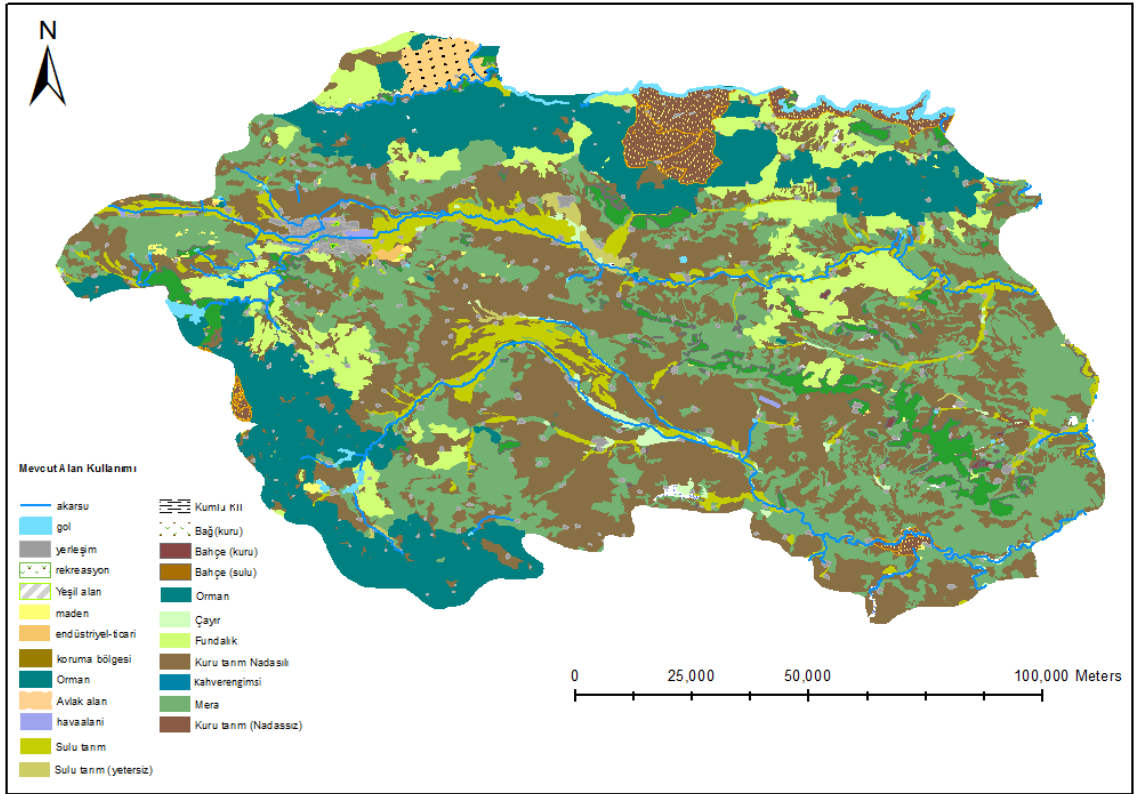
Kaynak: Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü; Orman ve Su İşleri Bakanlığı

4.1.2. Fiziksel çevre

Bu bölümde çalışma alanının fiziksel çevresinden bahsedilmiştir. Çalışma alanının mevcut alan kullanımı, teknik altyapısı, ulaşımı bu bölümde ele alınan başlıklardır.

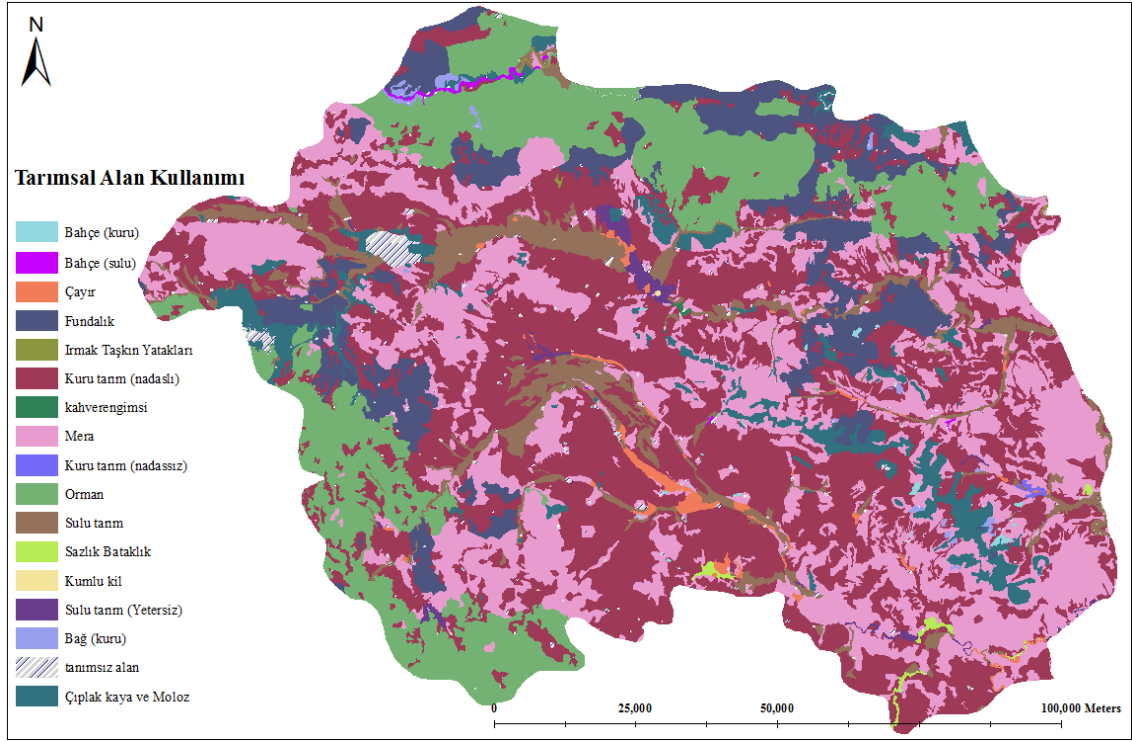
- **Mevcut alan kullanımı:** Çalışma alanına ait güncel mevcut alan kullanımı bilgisine erişilemediğinden, mevcut alan kullanımı tematik haritasının oluşturulabilmesi için İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden, 2006 yılı Corine Land Cover verisinden, 1/25000 ölçekli basılı haritalardan, Orman ve Su İşleri Genel Müdürlüğünün Bilgi İşlem Dairesi yönetiminde geliştirilmiş İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulaması olan GEODATA'dan, Orman Genel Müdürlüğünden ve Büyükşehir Belediyesinden elde edilen bilgilerden yararlanılmıştır. İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden elde edilen toprak verisi içerisinde yer alan şimdiki arazi kullanım bilgisinden tarımsal alanların kullanım bilgilerine erişilmiştir. İl Orman Bölge Müdürlüğünden, 1/25000 ölçekli basılı haritalardan ve Corine Land Cover verisinden çalışma alanında bulunan sit alanları, ormanlar, yerleşim alanları, endüstriyel alanlar, havaalanları bilgileri elde

edilmiştir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi yönetiminde geliştirilmiş bir İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulaması olan GEODATA'dan koruma alanlarının varlığı hakkında fikir veren veriler sayısallaştırılmıştır. Orman Bölge Müdürlüğünden elde edilen veriler doğrultusunda orman alanlar, koruma zonları, avlak alanlar hakkında bilgilere ulaşılmıştır. CBS ortamında çakıştırılmak suretiyle alan kullanımı haritası üretilmiştir. 1/25000 ölçekli basılı haritalardan yararlanılarak Corine verisinde yer almayan yerleşim birimleri, endüstri alanlar sayısallaştırılmıştır. Çalışma alanının mevcut alan kullanımı tematik haritası Şekil 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.8. Mevcut Alan Kullanımı

-Tarımsal alan kullanımı: İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden elde edilen toprak verisinden elde edilen şimdiki arazi kullanım şekli bilgilerinden faydalanarak Şekil 4.9'da görülen tarımsal alan kullanımı bilgisi içeren harita elde edilmiştir. Tablo 4.4'te görüldüğü gibi çalışma alanının %35.7'si nadaslı kuru tarım arazisi, %15.7'si orman arazisi, 25.9'u meradır.



Şekil 4.9. Tarımsal Alan Kullanımı Haritası

Kaynak: Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı

Tablo 4.4. Tarımsal Alan Kullanımına Göre Arazi Dağılımı

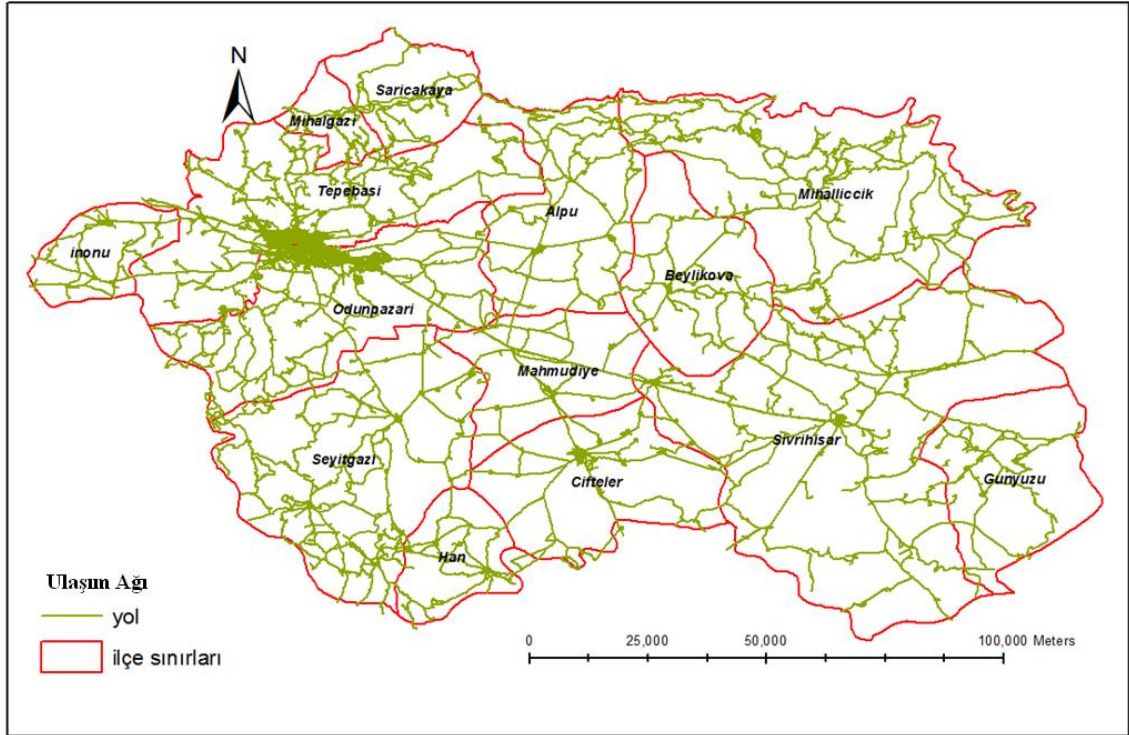
Tarımsal alan kullanımı	Alan(km ²)	%
Bahçe(kuru)	15.9	0.113
Bahçe(Sulu)	19.2	0.14
Sulu Tarım	870.3	6.2
Çayır	103.292935	0.74
Fundalık	1288.323358	9.2
Kuru Tarım (Nadaslı)	5012.427099	35.7
Kahverengimsi	3.317151	0.02
Mera	3633.586081	25.9
Kuru Tarım (Nadassız)	6.983497	0.05
Orman	2201.641085	15.7
Sulu Tarım	870.336441	6.2
Sazlık Bataklık	27.576734	0.2
Kumlu Kil	0.7805	0.005
Sulu Tarım (Yetersiz)	81.236343	0.6
Bağ (Kuru)	39.524223	0.3
Tanımsız Alan	134.620935	0.95
Çıplak Kaya Ve Molozlar	582.405712	4.15
Irmak Taşkın Yatakları	4.903313	0.034

-Koruma alanları, sit alanları ve askeri koruma bölgeleri: Şekil 4.7'de görülen doğal koruma alanları, bunlara ek olarak koruma alanları ve diğer kültürel varlıklar olan sit

alanları, havaalanları ve askeri bölgeleri içeren Şekil 4.8, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, İl Orman Bölge Müdürlüğü, 1/25000 ekran altlıkları ve Corine land cover verisinden faydalanarak oluşturulmuştur. Tespit edilebilen askeri bölgeler havaalanı statüsünde sayısallaştırılmıştır.

-Endüstriyel ve ticari alanlar, yerleşim alanları: Şekil 4.8'in içerdiği bir diğer bilgi Corine Land Cover verisinden, 1/25000 ekran altlıklarından faydalanarak oluşturulan endüstriyel ve ticari alanlardır. Yerleşim alanları 1/25000 ekran altlıklarından, toprak verisinde yer alan diğer coğrafi veriler bilgisinden ve Corine Land Cover verisinden faydalanılarak elde edilmeye çalışılmıştır. Rekreasyon alanları ve yeşil alanlar da yerleşim alanı kategorisinde değerlendirilmiştir.

- **Ulaşım:** Çalışma alanında 357 km devlet yolu, 465 km il yolu olmak üzere toplam 822 km yol ağı bulunmaktadır. Yol ağının 822 km'si asfalt yoldur. Şekil 4.10'da çalışma alanına ait karayolu haritası görülmektedir. Şekil 4.10'da görülen çalışma alanı sınırları içinde bulunan karayolları Q-GIS yazılımı kullanılarak açık kaynaklı olan OpenStreetMap veri kaynağından faydalanılarak sağlanmıştır. Elde edilen veri ArcGIS yazılımı ortamında ağ analizi için düzenlenmiştir.

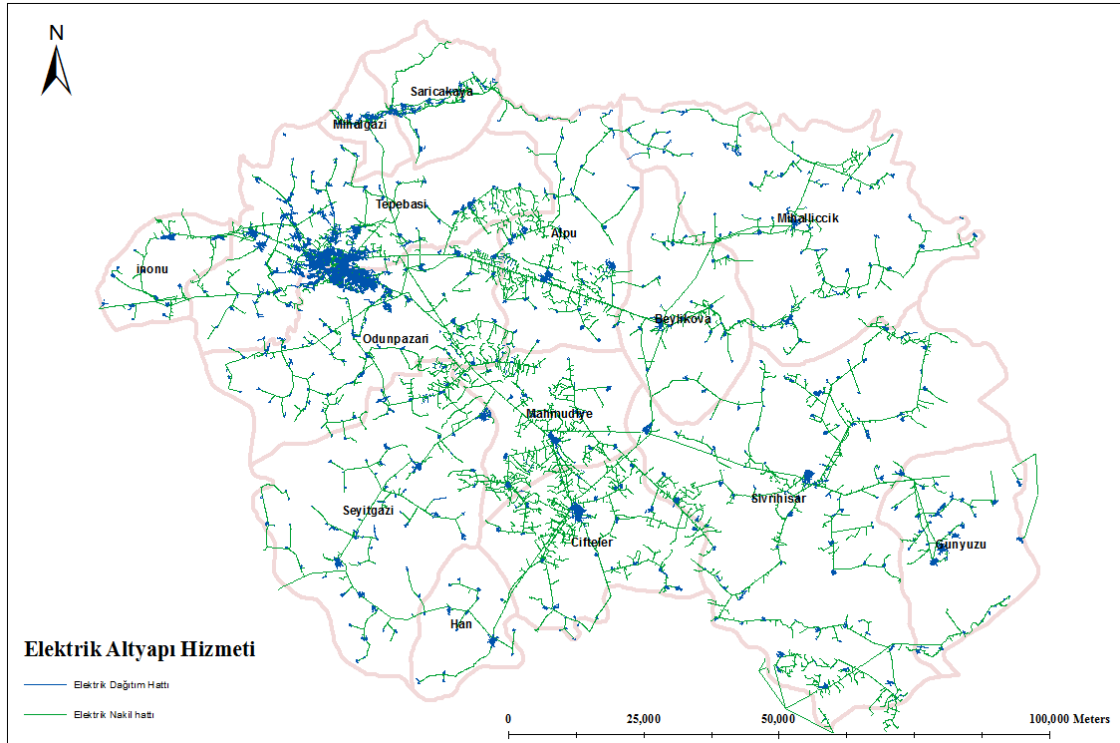


Şekil 4.10. Karayolu Haritası

Kaynak: OpenStreet Map, 2015

- **Altyapı :** Çalışma alanında bulunan elektrik hattı Eskişehir Büyükşehir Belediyesi CBS Şube Müdürlüğünden sayısal olarak kmz formatında elde edilmiştir. Çalışma alanında bulunan kanalizasyon ve içme-kullanma suyu altyapı bilgileri sözel bilgi olarak Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünden, Büyükşehir Belediyesi kapsamında mahalle olan köyler ve büyükşehir belediyesi kapsamına giren orman köyleri hakkında kanalizasyon ve içmesuyu altyapı hizmeti bilgileri elde edilmiştir. Elde edilen bilgiler mahalle bazında ilgili altyapı hizmetinin bulunup bulunmamasına göre sayısallaştırılmıştır. Şekil 4.11'de çalışma alanında bulunan elektrik altyapısı görülmektedir. Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'te çalışma alanında bulunan kanalizasyon ve içme-kullanma suyu altyapı hizmetlerinin mahalle ve ilçe bazlı bilgisi haritalanmıştır. Bir diğer altyapı hizmeti kapsamında ele alınan konu mevcut atık yönetimi hizmetidir. Mevcut atık yönetimi hizmeti hakkında bilgiler Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü İl Çevre Durum Raporu'ndan elde edilmiştir.

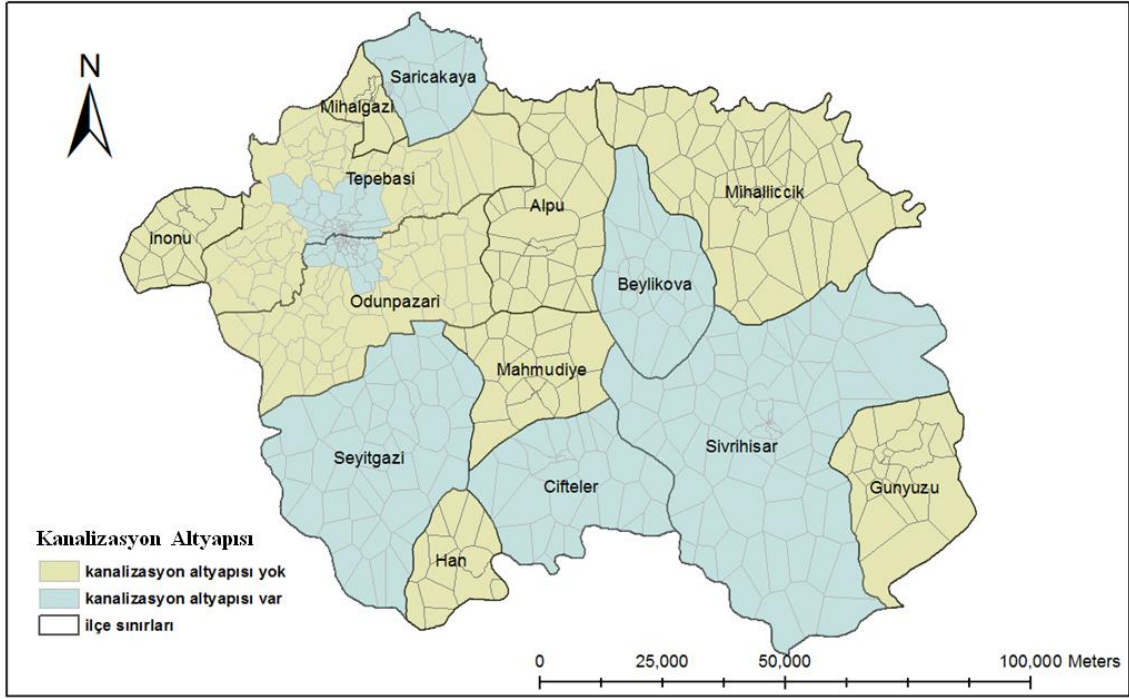
-Elektrik altyapı hizmeti: Çalışma alanı sınırlarını meydana getiren ilçelerin tamamında elektrik altyapı hizmeti mevcuttur. Elektrik nakil hattı ve elektrik dağıtım hatları Şekil 4.11'de haritalanmıştır.



Şekil 4.11. Elektrik Altyapı Hizmetinin Dağılımı

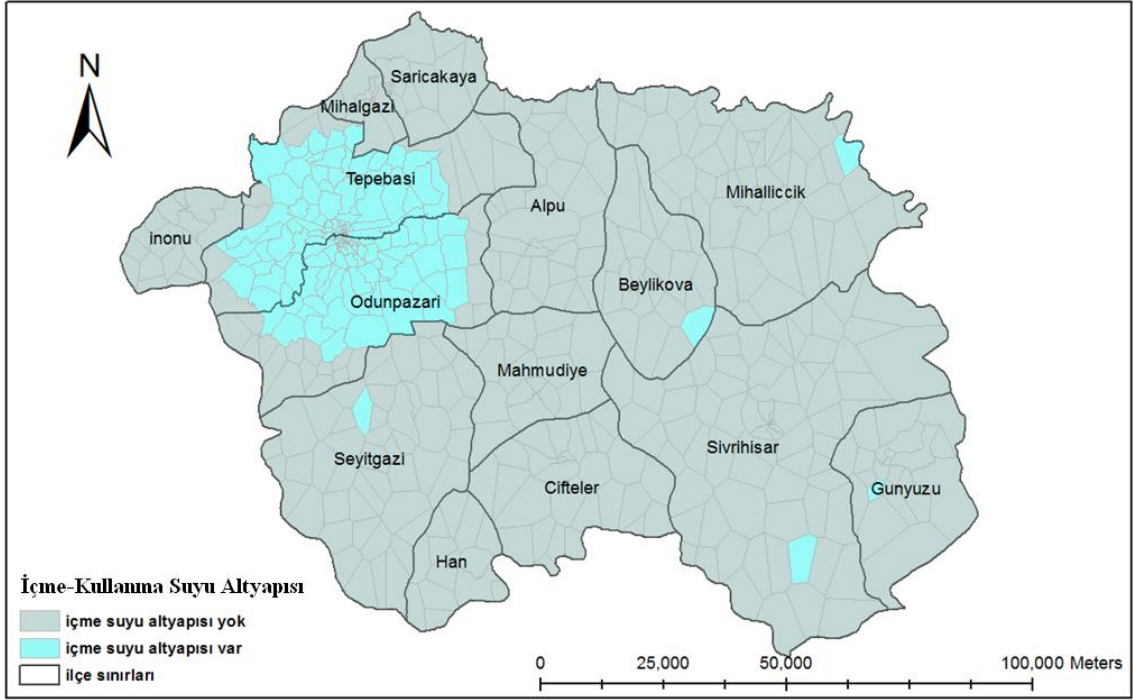
Kaynak: Eskişehir Büyükşehir Belediyesi

-Kanalizasyon altyapı hizmeti: Çalışma alanı sınırlarında Odunpazarı ve Tepebaşı ilçe belediyelerinin büyük bir kısmında kanalizasyon altyapısı mevcuttur. Ancak kırsal alanı oluşturan diğer ilçelerin tamamında kanalizasyon altyapı hizmeti mevcut değildir. Şekil 4.12'de ESKİ'de elde edilen mahalle ve ilçe bazlı kanalizasyon altyapı hizmeti haritalanmıştır.



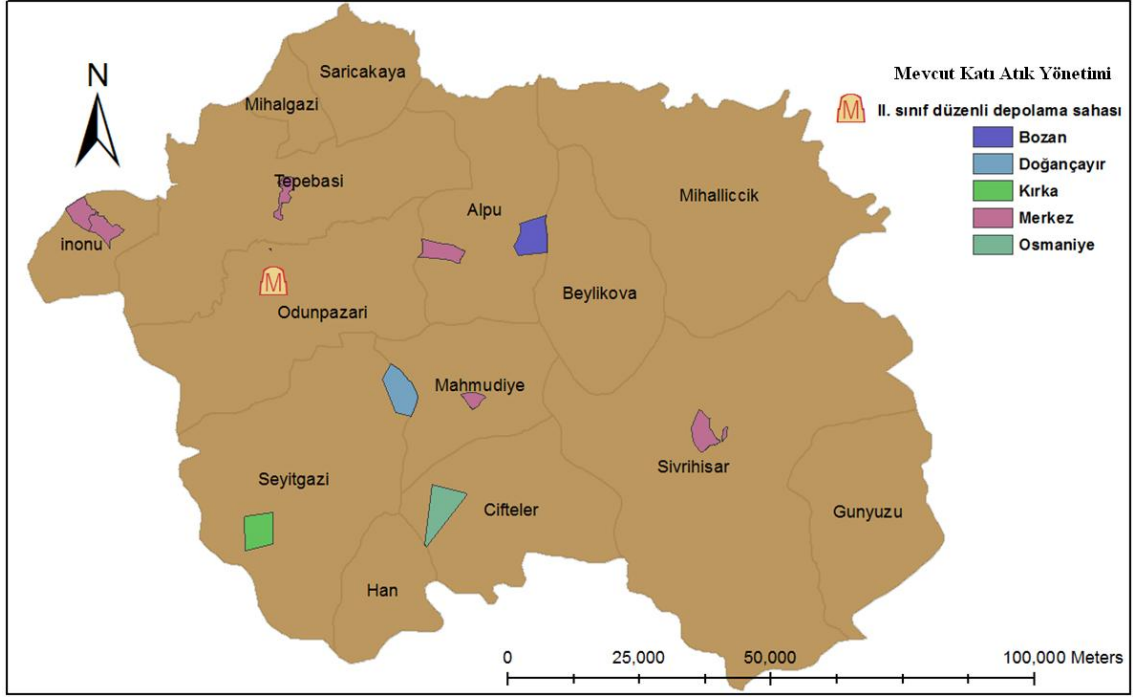
Şekil 4.12.Kanalizasyon Altyapısı

-İçme-kullanma suyu altyapı hizmeti: Çalışma alanı sınırlarında Odunpazarı ve Tepebaşı ilçe belediyelerinde içme-kullanma suyu altyapısı mevcuttur. Ancak kırsal alanı oluşturan diğer ilçelerin tamamında içmesuyu altyapı hizmeti mevcut değildir. Şekil 4.13'de Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünden elde edilen mahalle bazlı içmesuyu altyapı hizmeti haritalanmıştır.



Şekil 4.13. İçmesuyu Bağlantısı

-Mevcut katı atık durumu ve yönetimi: Çalışma alanı snrnda kentsel atıkların nihai var noktası olarak yalnızca II. sınıf düzenli depolama sahası referans alınmıştır. Çalışma alanında yalnızca bir adet II. sınıf düzenli depolama sahası mevcuttur. İlçelerde yer alan düzensiz depolama sahaslarının ve atıkların yakldğı alanlarının konum bilgileri mevcut değildir. Yalnızca bazı ilçelerin düzensiz depolama alanlarının bulunduğu mevkiler kayıtlıdır. Düzensiz depolama alanlarında atıkların üstü toprakla rtldğu için UA araçları ile tespiti mümkün değildir. Çalışma kapsamında düzensiz depolama sahaslarının konumlarına eriilemediğinden ilçe belediyelerden temin edilen bilgiler doğrultusunda düzensiz depolama sahaslarının yer aldığı mahalle bilgisi dikkate alınmıştır. Çalışma alanındaki mevcut tesis ikinci sınıf düzenli depolama sahası ve diğer düzensiz depolama sahaslarının yer aldığı mahalleler Şekil 4.14'te görülmektedir.

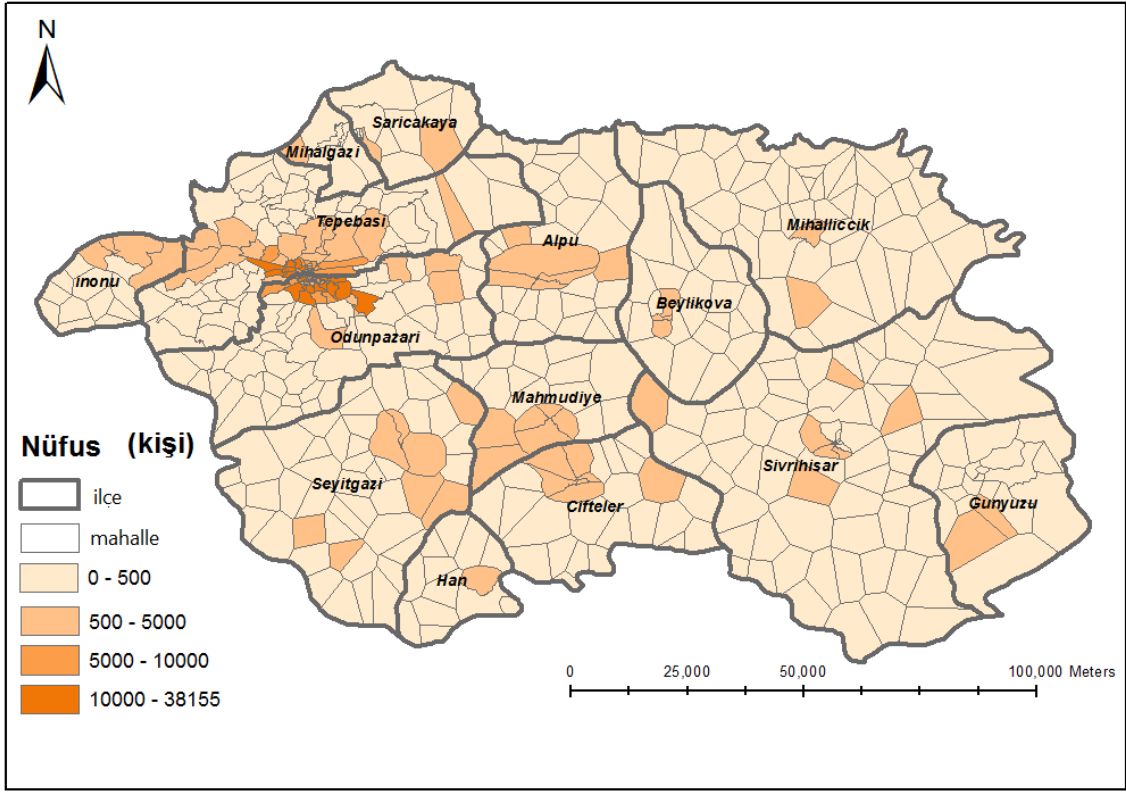


Şekil 4.14. Mevcut Tesis ve Düzensiz Depolama Sahaları

4.1.3. Sosyal çevre

Çalışma alanının sosyal çevresel özellikleri kapsamında çalışma alanının nüfusu ele alınmıştır.

- **Nüfus:** Çalışma alanına ait mahalle bazlı nüfus dağılımı haritası Şekil 4.15'te yer almaktadır. Bu haritadan anlaşılacağı gibi yalnızca Tepebaşı ve Odunpazarı ilçelerinin bazı mahalleleri 10.000 kişi'den daha fazla nüfusa sahiptir. Diğer ilçelerdeki mahallelerin 500 kişi ile 5000 kişi arasında nüfusa sahip olduğu, ağırlıklı olarak da 500 kişi'den az olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.15. Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı

4.2. CBS ile Uygunluk Sınıflarının Belirlenmesi

Çalışmanın 4.1.no'lu bölümünde sunulan çalışma alanına ait bilgileri içeren veriler, Tablo 3.5, Tabo 3.6 ve Tablo 3.7'de belirtilen sınıflamalar doğrultusunda faaliyet için uygunlukları açısından değerlendirilmiş ve uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Bu işleme bağlı olarak elde edilen uygunluk sınıfı haritaları bu bölümde verilmektedir.

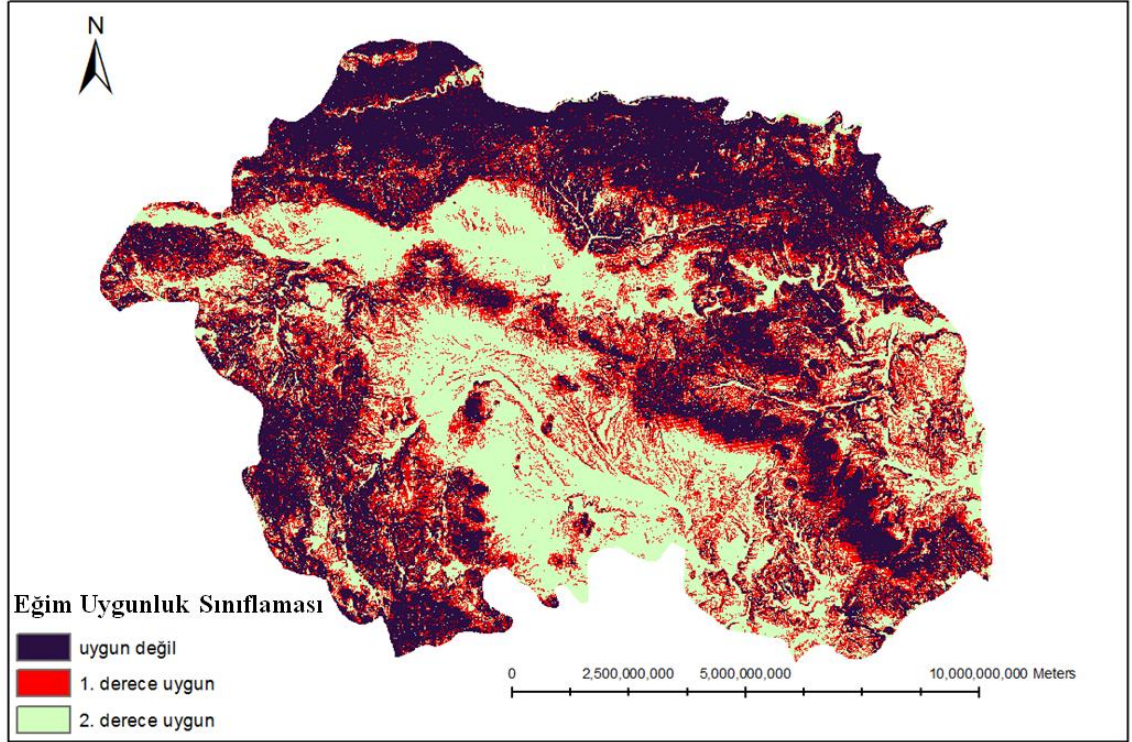
4.2.1. Eğim

Tablo 3.6'da belirtilen sınıflamalar doğrultusunda çalışma alanı sınıflandırılmıştır. Sınıflamaya göre çalışma alanının orta ve güney bölgesinin büyük bir kısmının eğim açısından 2. derece uygun alanlardan oluştuğu; özellikle kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı bölgelerin ise uygun olmadığı görülmektedir. Tablo 4.5'te yer alan çalışma alanının % 40.2'si % 8 den fazla eğime sahip olup uygun olmayan alanları temsil ederken çalışma alanının % 24.1'lik bölümü aktarma istasyonu kurulumu için 1. derece uygun ve %

35.7'lik bölümü 2. derece uygun yüzey eğimine sahip alanlardır. Eğime göre uygun alanlar Şekil 4.16'da görüldüğü gibidir.

Tablo 4.5. Eğim verisinin sınıflandırılması

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan(m ²)	Alan (%)
Eğim	> 9	0	Uygun Değil	5554360832	40.2
	4 - 8	1	1 .Derece Uygun	3322612224	24.1
	0 - 4	2	2. derece uygun	4924172800	35.7



Şekil 4.16. Eğim Uygunluk Sınıflaması

4.2.2. Toprak

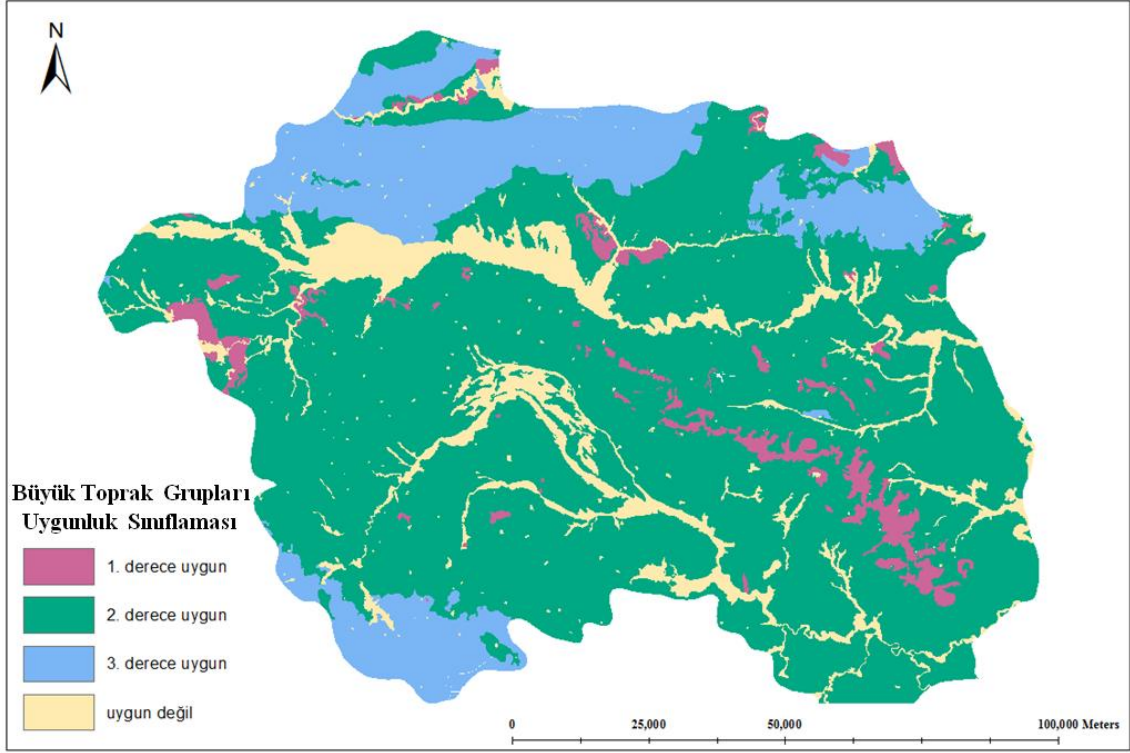
Tablo 3.6'da belirtilen sınıflamalar doğrultusunda atık aktarma istasyonları konumlandırması için toprak verisi uygunluk sınıfları değerlendirilmiştir.

- **Büyük toprak grupları:** Büyük toprak grupları verisi toprak gruplarının uygunluk sınıfları, çalışma alanının özellikleri bölümünde aktarılan toprak gruplarının nitelikleri doğrultusunda Tablo 4.6'de görüldüğü gibi belirlenmiştir.

Tablo 4.6. *Büyük Toprak Grupları Verisi Uygunluk Sınıflaması*

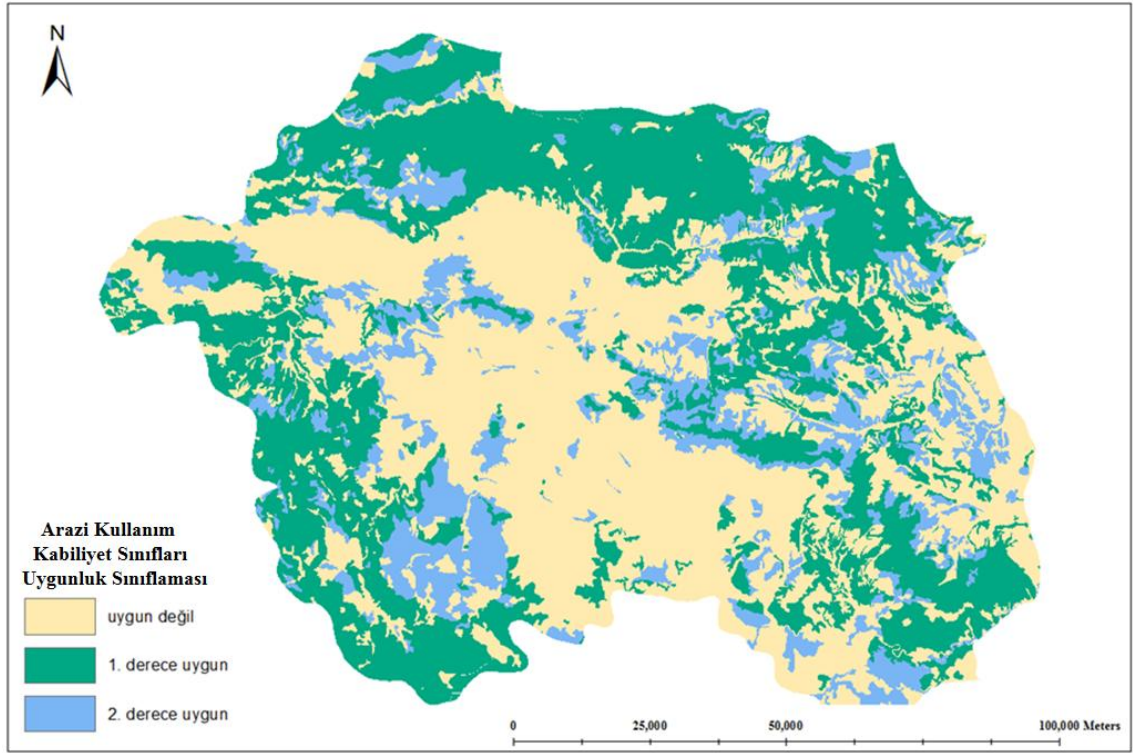
Büyük toprak grupları	Alan(km ²)	%	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı
Alüvyal topraklar	1168.494759	8.3	0	Uygun değil
Kahverengi topraklar	6453.702086	46	2	2. derece uygun
Kırmızımsı Kahverengi topraklar	22.704632	0.16	2	2. derece uygun
Hidromorfik topraklar	103.048091	0.73	0	Uygun değil
Kolüvyal topraklar	62.627983	0.45	0	Uygun değil
Kahverengi orman topraklar	3338.068707	23.8	2	2. derece uygun
Kireçsiz kahverengi topraklar	201.706916	1.4	3	3. derece uygun
Kireçsiz kahverengi orman topraklar	2014.822086	14.4	3	3. derece uygun
İrmak Taşkın Yatakları	4.9	0.03	0	Uygun değil
Çıplak Kaya ve Molozlar	521.352976	3.7	1	1.derece uygun
Tanımlı olmayan alanlar	134.620935	0.96	0	Uygun değil

Şekil 4.17'de Büyük toprak grupları uygunluk dağılımı görülmektedir. Çalışma alanının yerleşim birimi gibi bazı alanlarında Büyük toprak grupları tanımlı değildir. Çalışma alanının %3.7'si 1. derece uygun, %70'i 2. derece uygun, %16 3.'sü derece uygun ve % 10.3'ü uygun olmayan nitelikte Büyük toprak gruplarıdır.



Şekil 4.17. Büyük Toprak Grupları Uygunluk Sınıflaması

- Arazi kullanım Kabiliyet Sınıfları:** Arazi kullanım kabiliyet sınıfları öznelikleri değerlendirilirken ekim-dikime ve yoğun otlamaya uygun arazilerin korunması amaçlanmıştır. Şekil 4.18'de görüldüğü gibi bu kapsamda I., II., III. ve IV. sınıf araziler uygun olmayan nitelikte alanlar olarak sınıflandırılırken, V., VI. sınıf tarıma elverişsiz araziler 2. derece uygun olarak tanımlanmış ve sınırlı otlak niteliği taşıyan VII. sınıf araziler ile yaban hayatı ve ormancılık alanlarında yer alan tarıma elverişsiz araziler faaliyet için en uygun alanlar olarak belirlenmiştir. Bu sınıflama doğrultusunda Tablo 4.8'de görüldüğü gibi çalışma alanının % 39.3'ü faaliyet için 1. derece uygun alandır. %45.9'u 2. sınıf uygun alandır ve çalışma alanının %14.8'i faaliyete uygun olmayan toprak işlemeli tarıma elverişli araziler, taşkın riski taşıyan araziler ve yerleşim alanlarından meydana gelmektedir.



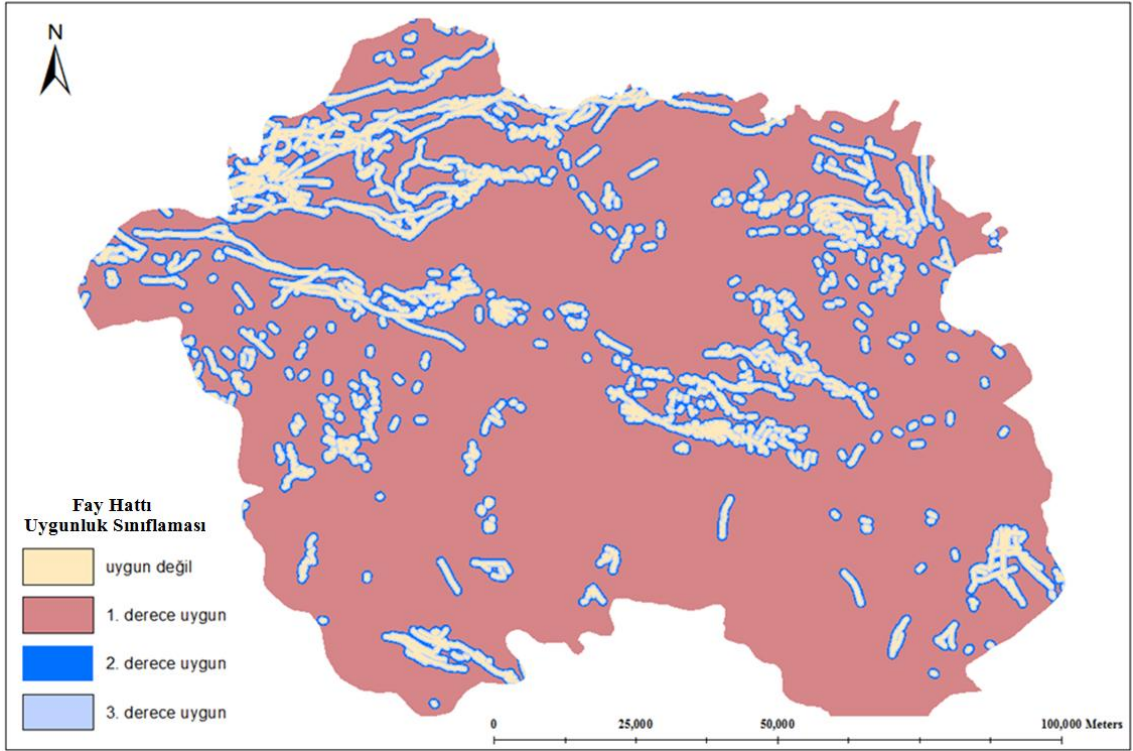
Şekil 4.18. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları Uygunluk Sınıflaması

Tablo 4.7. Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları Verisi Uygunluk Sınıflaması

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan(km ²)	%
Arazi Kullanım Kabiliyet sınıfları	Yerleşim alanı-taşkın bölgesi-I-II	0	Uygun değil	6418.4	45.9
	III-IV	0	Uygun değil		
	VII- Çıplak kaya ve Molozlar	1	1. derece uygun	5495.8	39.3
	V-VI	2	2. derece uygun	2068.2	14.8

4.2.3. Jeoloji

Afet ve çevre riskleri açısından çalışma alanı sınırları içerisindeki fay hatları değerlendirilmiştir. Uygunluk değerleri belirlenirken bölgenin depremselliği ve mevcut çalışmalar dikkate alınmıştır.



Şekil 4.19. Fay Hattı Verisi Uygunluk Sınıflaması

Çalışma alanında yer alan fayların neden olabileceği olumsuz etkilerden faaliyet alanının korunması amacıyla Özkan ve Banar (2008) tarafından çalışma alanında daha önce yapılan katı atık düzenli depolama sahası yer seçimi çalışmasında kullanılan zonlanmış bölge değeri dikkate alınarak çalışma alanında yer alan fay hatlarının çevresinde zonlanmış bölge oluşturulmuştur. Faaliyet alanının fay hatlarına en fazla 300 metre yakında yer alması amaçlanarak zonlama (buffer) analizi yardımıyla kademeli olarak uygunluk zonları elde edilmiştir. Tablo 4.8'de ve Şekil 4.19'da fay hatlarına uygulanan zonlama ve bu alanların dağılım bilgileri görülmektedir. Bu sonuçlara göre çalışma alanının %8.8'i depremsellik nedeniyle uygun olmayan alan olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4.8. Fay Hattı Verisi Uygunluk Sınıflaması

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)	%
Fay hattı	< 300 m	0	Uygun değil	1243.43	8.80
	300m - 600 m	3	3. derece Uygun	1099.4	7.8
	600 m- 900m	2	2. derece Uygun	996.4	7.1
	>900m	1	1 .Derece Uygun	10769.2	76.3

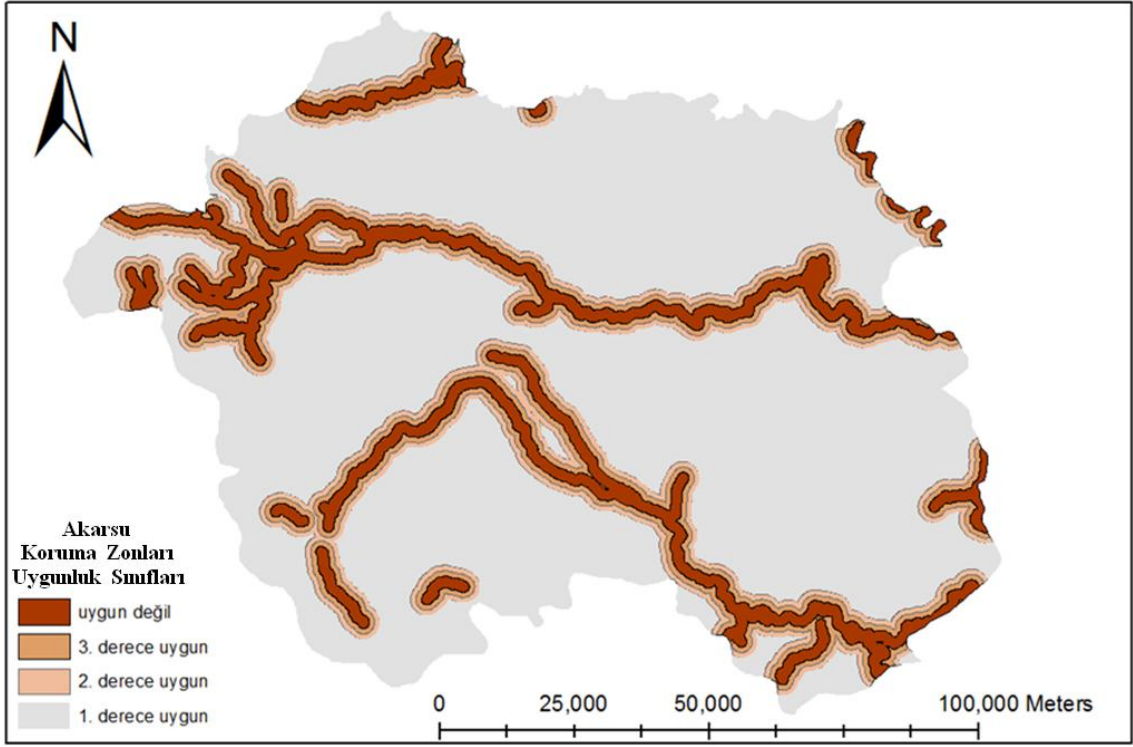
4.2.4. Su kaynakları

Çalışma alanında bulunan akarsu, göl, gölet ve barajlar su kaynaklarının korunması amacıyla çalışma alanında Özkan ve Banar (2008) tarafından konuyla ilgili daha önce yapılmış çalışmada uygulanan koruma zonu, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Orman ve Su İşleri Nakanlığı tarafından hazırlanan geodata uygulamasında çalışma alanı sınırlarında bulunan su kaynakları için oluşturulmuş koruma zonları dikkate alınarak çalışma alanında su kaynaklarına en az 1 km uzakta faaliyet alanı seçimi yapılması gerekliliği kararına varılmıştır. Koruma zonları çoklu zonlama (buffer) analiz aracı yardımıyla oluşturulmuştur.

- **Akarsular:** Çalışma alanında bulunan akarsulara Tablo.4.10'da görülen zonlamalar ve bu zonlamalar doğrultusunda oluşturulan uygunluk sınıfları görülmektedir. Şekil 4.20'de görüldüğü ve Tablo. 4.9' dan da anlaşılacağı gibi çalışma alanının %10.8'i akarsuların korunması gerekliliği nedeniyle uygun olmayan alan tanımlamasına sahiptir.

Tablo 4.9. Akarsu Kaynaklarının Değerlendirilmesi

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)	%
Akarsu	<1000m	0	Uygun değil	1535.2	10.8
	1000m - 2000m	3	3.derece Uygun	1305.1	9.2
	2000m-3000	2	2.derece Uygun	1178.5	8.4
	>3000 m	1	1. derece uygun	10989.7	71.6

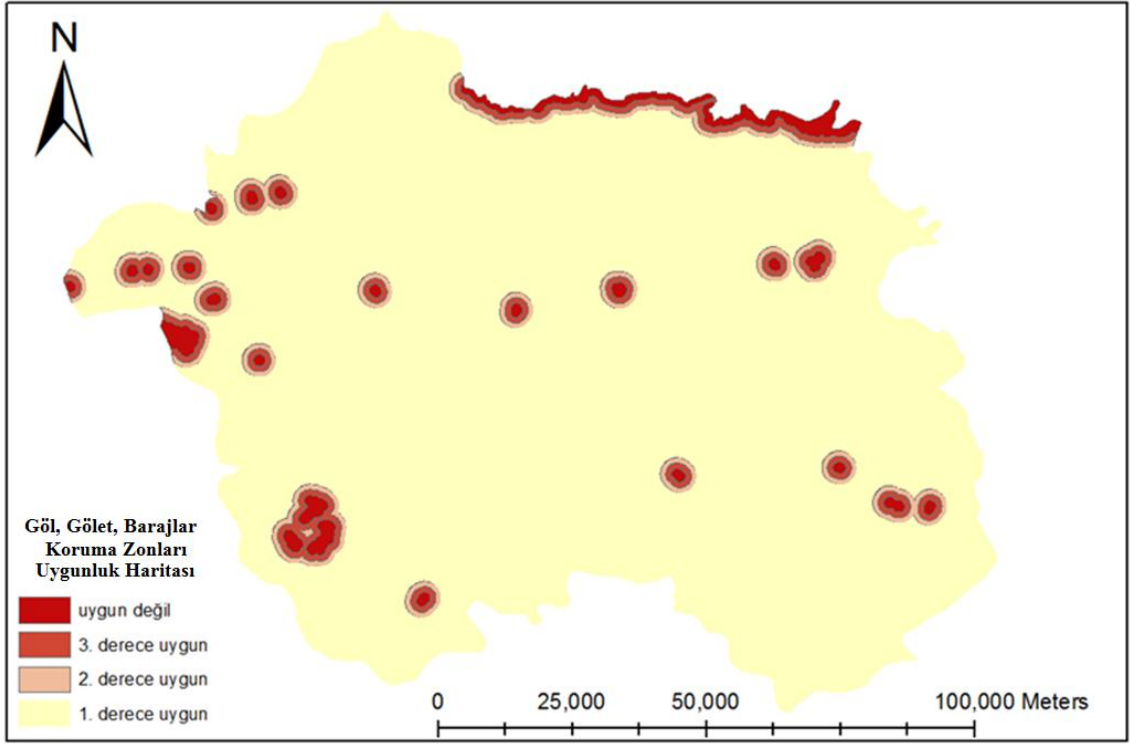


Şekil 4.20. Akarsu Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları

- **Göl, gölet ve barajlar:** Çalışma alanında bulunan göl, gölet ve barajlara ait değerlendirmeler Tablo 4.10. 'da görülmektedir. Şekil 4.21'de görülen uygunluk haritası Tablo 4.10'dan da anlaşılacağı gibi çalışma alanının %2.35'i akarsuların korunması gerekliliği nedeniyle uygun olmayan alanlardır.

Tablo 4.10. Göl, Gölet ve Barajların Değerlendirilmesi

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)	%
Baraj, Göl, Gölet	<1000m	0	Uygun değil	330.7	2.35
	1000m - 2000m	3	3.derece Uygun	375.1	2.65
	2000m-3000	2	2.derece Uygun	469.8	3.32
	>3000 m	1	1. derece uygun	12933	91.67



Şekil 4.21. Göl, Gölet, Barajlar Koruma Zonları Uygunluk Haritası

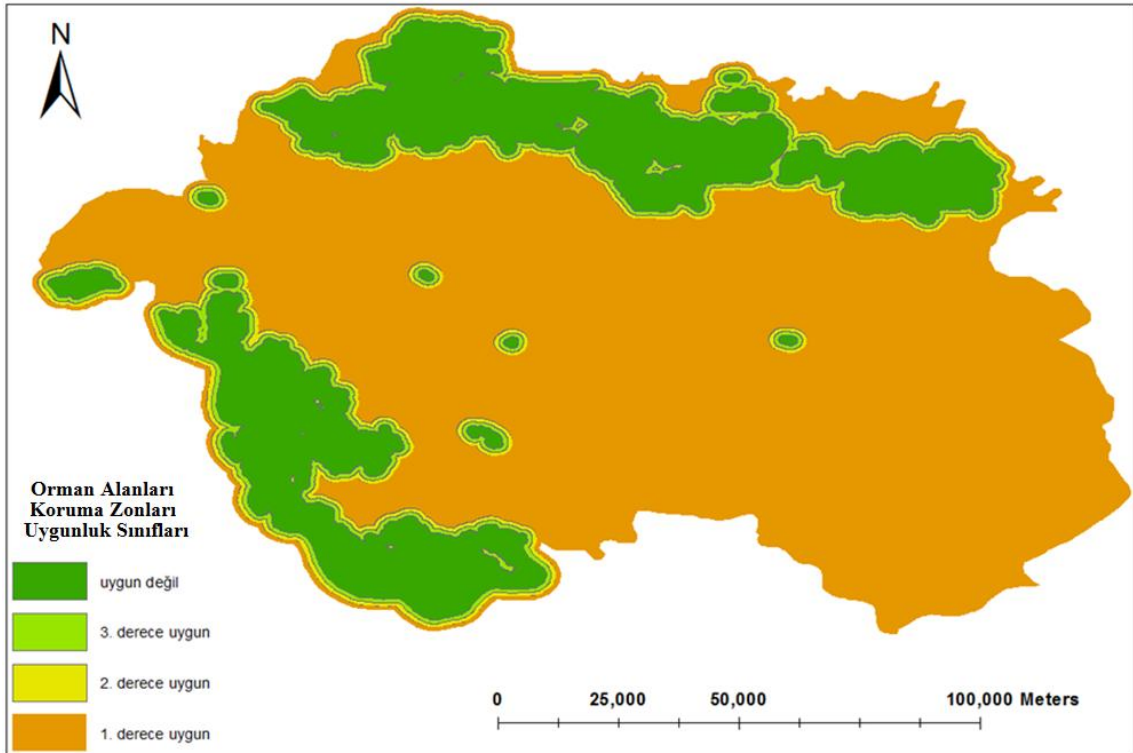
4.2.5. Flora-Fauna ve hassas yöreler

Ormanlar bölgenin florasının önemli bir parçasını meydana getirirken aynı zamanda bölgenin faunasını oluşturan canlıların yaşam alanı olan alanlardır. Çalışma alanında bulunan orman arazisi bilgisine İl Orman Bölge Müdürlüğünden erişilmiştir. Ormanlık alanlarda sulak alanlardaki endemik tür içeren hassas yörelere ait bilgilere İl Orman Bölge Müdürlüğü ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı Geodata uygulamasından erişilmiştir. Çalışma alanında yer alan ormanlar ve koruma alanlarının olumsuz yönde etkilenmemesi için bu alanlar çevresinde çoklu zonlama (buffer) analizi yardımıyla kademeli olarak uygunluk zonları oluşturulmuştur. Avlak alanlar da koruma bölgesi kapsamında değerlendirilmiştir.

- **Ormanlar:** Şekil 4.22'de görüldüğü gibi çalışma alanında bulunan orman alanlar için DHV Consultant tarafından tavsiye edilen alan büyüklükleri uygulanmıştır. Tablo 4.11'de uygulanan kademeli koruma zonları ve bu zonların uygunluk sınıfı görülmektedir.

Tablo 4.11. Orman Alanları Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları ve Alanlar

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan	%
Orman alanları	<800m	0	Uygun değil	3178.2	21.640241
	800 m-1600m	3	3.derece Uygun	659.2	4.488301
	1600m-2400m	2	2.derece Uygun	590.4	4.020162
	> 2400 m	1	1. derece uygun	10258.6	69.851296

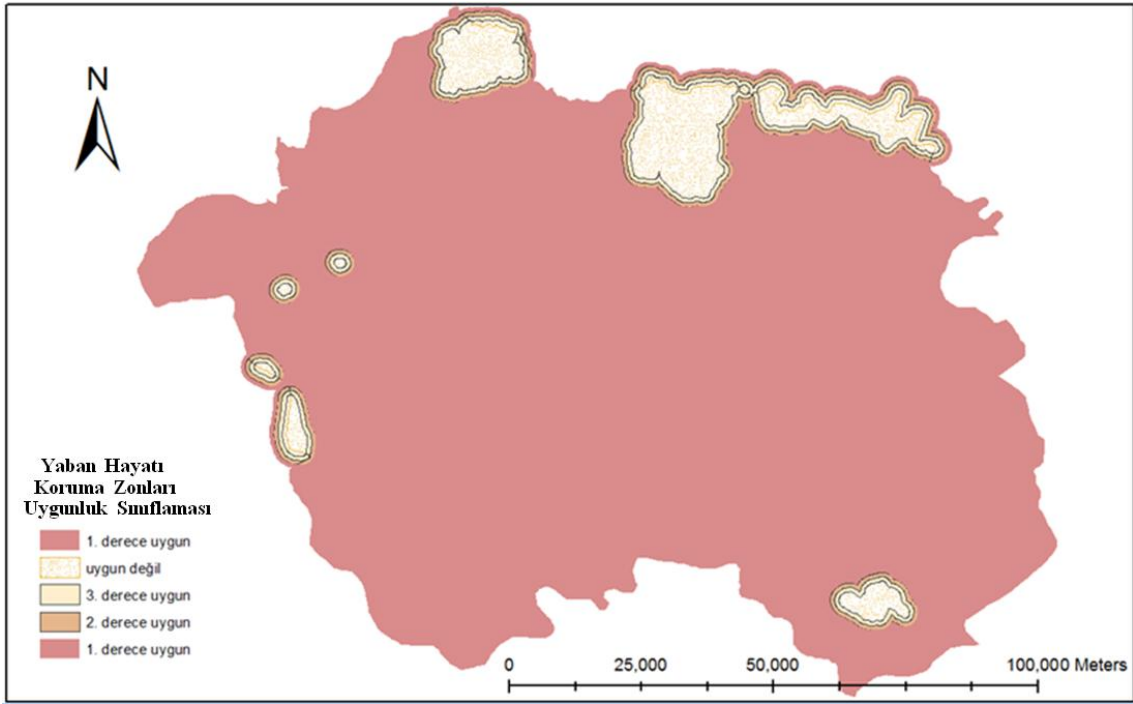


Şekil 4.22. Orman Alanları Koruma Zonları Uygunluk Sınıfları

- **Yaban hayatı koruma zonları:** Tablo 4.12'de yaban hayatı uygulanan koruma zonları ve bu doğrultuda belirlenen uygunluk sınıfları görülmektedir. Şekil 4.23'te görülen bu analiz sonucunda görüldüğü gibi çalışma alanının %5.6'sı uygun olmayan alan olarak tanımlanmıştır.

Tablo 4.12. *Yaban Hayatı Koruma Zonları Uygunluk Sınıflaması*

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan	%
Yaban hayatı	<800m	0	Uygun değil	881	5.6
	800 m-1600m	3	3.derece Uygun	285	1.96
	1600m-2400m	2	2.derece Uygun	303	2.08
	>2400 km	1	1.derece Uygun	13116.8	90.36



Şekil 4.23. *Yaban Hayatı Koruma Zonları Uygunluk Sınıflaması*

4.2.6. Mevcut alan kullanımı

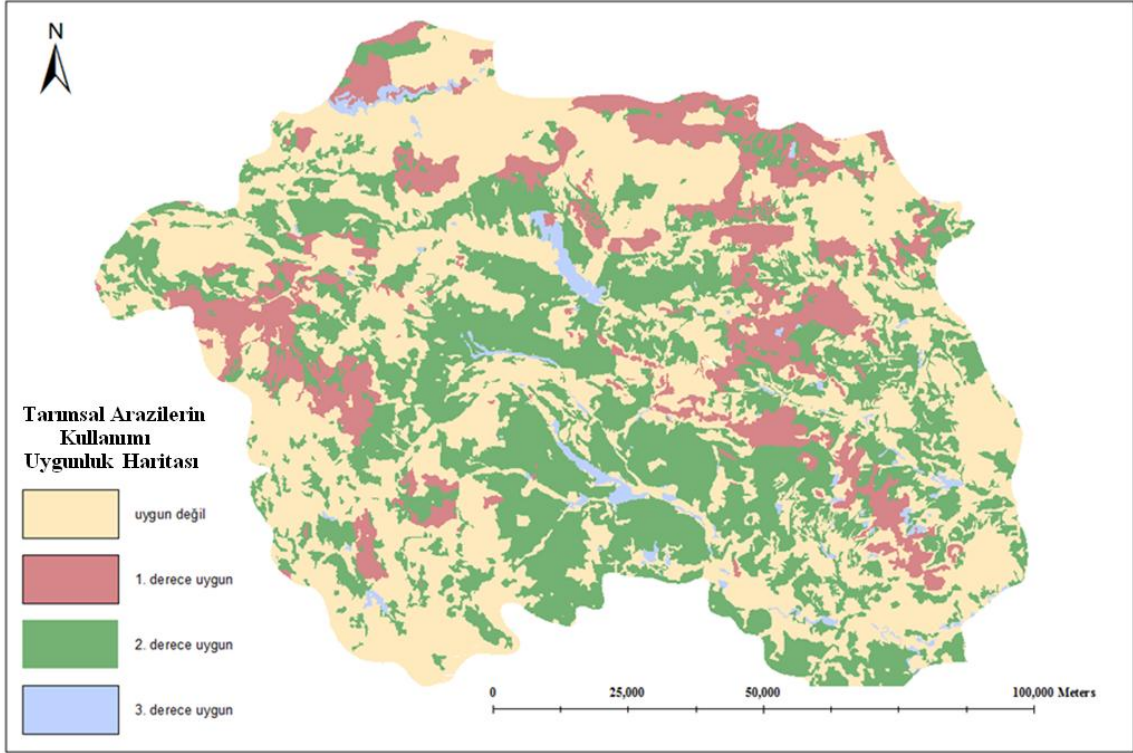
Mevcut alan kullanımı kapsamında tarımsal alanların kullanım tipleri, yerleşim alanları, kültürel varlıkların mevcudiyeti, endüstriyel-ticari alanlar VE havaalanları değerlendirilmiştir.

- **Tarımsal alan kullanımı:** İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünden elde edilen toprak verisi kullanılarak oluşturulan harita tarım arazilerinin verimliliği dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Tarım arazilerinin korunmasına dair yönetmelik, toprak arazi sınıflaması standartları teknik talimatı ve ilgili mevzuat incelenmiş ve çalışmada geliştirilen strateji doğrultusunda uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Bu çerçevede yalnızca fundalık alanlar, çıplak kayalar ve molozların olduğu alanlar birinci derece uygun alanlar olarak nitelendirilmiştir.

Yapılan incelemelerde kentsel gelişim kapsamında yasa ve yönetmeliklerde meralar, sulu tarım alanları gibi hayvancılık ve tarımsal verimlilik açısından önemli arazilerin, toplum faydası gözetilerek tarım dışı kullanıma açılmasının mümkün kılındığı görülmektedir. Ancak bu araziler çarpık kentleşme ve nüfus artışı sonucu giderek büyüyen arazi kullanımı sorunları sebebiyle tahrip edilmektedir. Tarımsal verimliliği yüksek arazilerin ve hayvancılık için önem arz eden meraların korunmasının uzun vadede toplum faydası açısından değerleri olacağı düşünüldüğünden bu alanlar uygun değil olarak tanımlanmıştır. Değerlendirmede atanan uygunluk sınıfları ve kapladıkları alanlar Tablo 4.13'te ve haritalanmış uygunluk paftası Şekil 4.24'te görülmektedir.

Tablo 4.13. *Tarımsal Arazilerin Kullanımı Haritasının Değerlendirilmesi*

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan	%
Tarım arazileri	Sulu tarım	0	Uygun Değil	870.3	6.2
	Sulu tarım (yetersiz)	3	3. Derece Uygun	81.2	0.6
	Kuru tarım(nadasslı)	2	2. Derece Uygun	5012.4	36
	Kuru tarım nadassız	3	3.Derece Uygun	7	0.1
	Bağ (kuru)	3	3.Derece Uygun	39.5	0.3
	Kumlu kil	3	3.Derece Uygun	1	0.005
	Mera	0	Uygun değil	3633.6	26
	Kahverengimsi	0	Uygun Değil	3.3	0.02
	Çayır	3	3.Derece Uygun	103.3	0.7
	Bahçe (Kuru)	3	3.Derece Uygun	16	0.1
	Bahçe (Sulu)	3	3.Derece Uygun	17	0.12
	Çıplak kaya ve molozlar	1	1 .Derece Uygun	721.9	5.1
	Fundalık	1	1 .Derece Uygun	1288	9.1

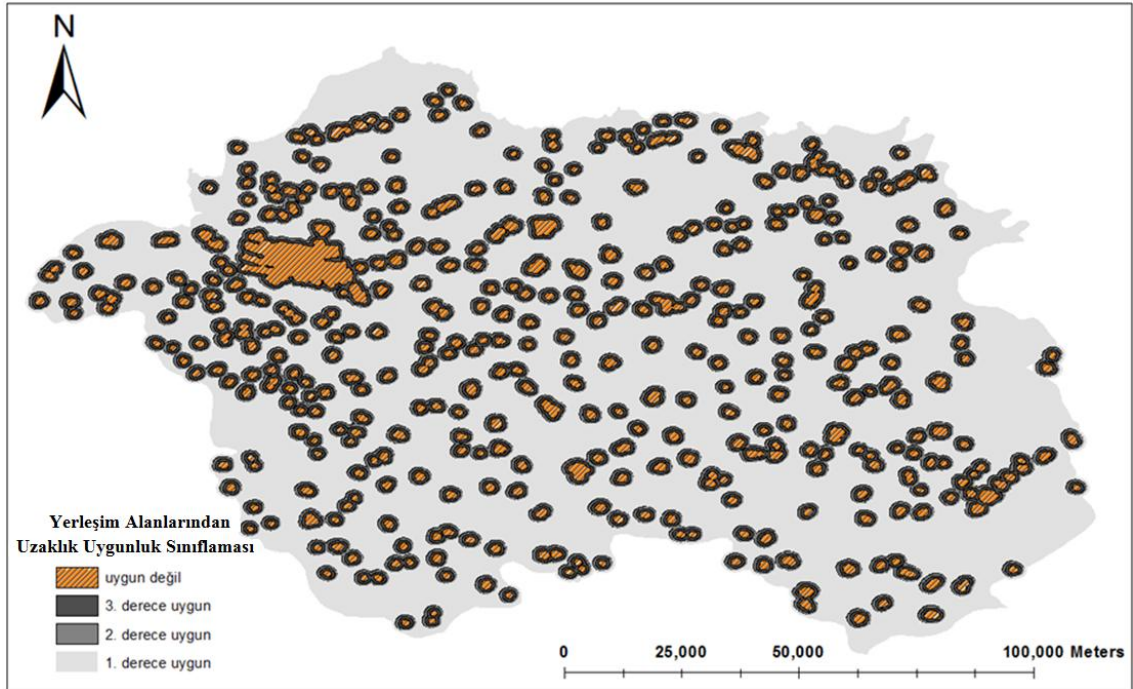


Şekil 4.24. *Tarımsal Arazilerin Kullanımı Uygunluk Haritası*

- **Yerleşim alanları:** Aktarma istasyonları, taşıma maliyeti gözetilerek atıkların olduğu noktalara yakın olması istenen, ancak sebep olduğu koku, gürültü gibi olumsuz etkiler nedeniyle okul, ibadethane, hastane gibi sosyal altyapı ve konut gibi yaşam alanlarından uzak olması tercih edilen faaliyet alanlarıdır. Çalışmada sosyal altyapı unsurları yerleşim birimleri sınırları içerisinde yer aldığından tek bir kriter olarak değerlendirilmiştir. Corine Land Cover verisi, İl Orman Bölge Müdürlüğünden temin edilen veriler ve 1/25000 ölçekli basılı haritalar kullanılarak en güncel yerleşim alanları oluşturulmaya çalışılmıştır. Literatürde yer alan benzer örnekler incelendikten sonra uygulama alanı için kademeli olarak yerleşim birimine uzaklık mesafelerinin uygun olduğu kararı verilmiştir. Kademeli uygunluk zonları, bu zonların uygunluk sınıfları ve çalışma alanında kapladıkları alanlar Tablo 4.14 ve Şekil 4.25'te görülmektedir.

Tablo 4.14. Yerleşim Alanları Uygunluk Zonları ve Alanlar

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan	%
Yerleşim alanı	<500 m	0	Uygun değil	1191	8.4
	500 m - 1000 m	3	3. derece uygun	1500.1	10.5
	1000 m-1500 m	2	2.derece uygun	1883.7	13.3
	> 1500 m	1	1.derece uygun	9654.54	67.8

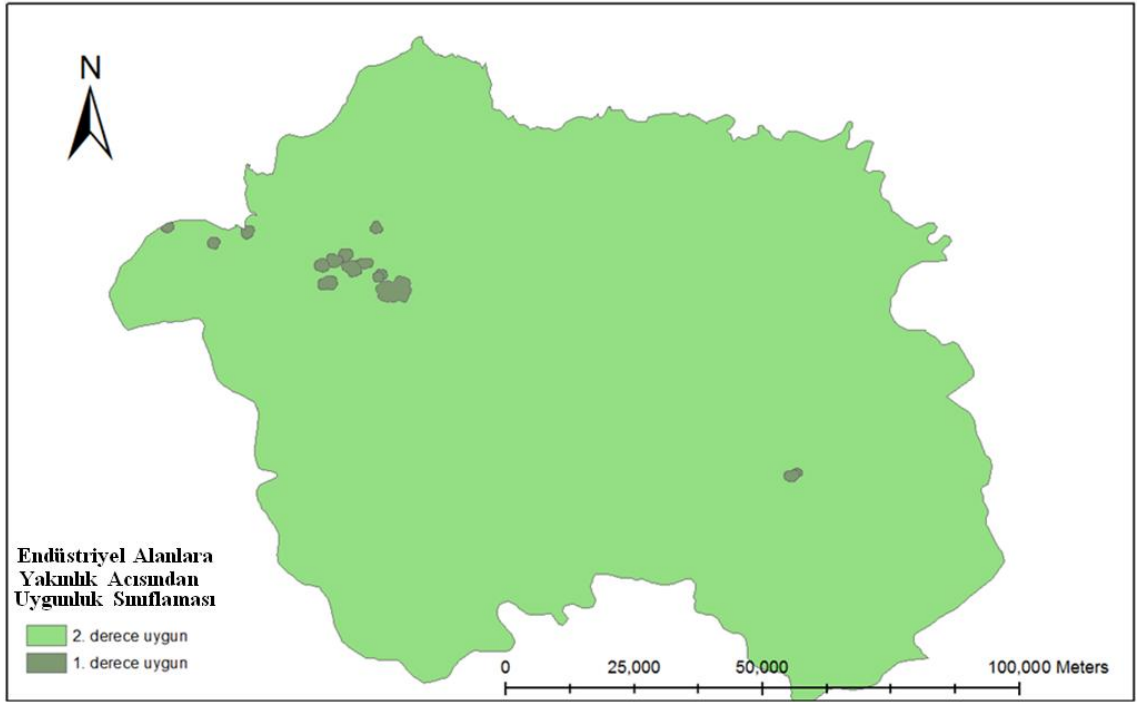


Şekil 4.25. Yerleşim Alanlarından Uzaklık Uygunluk Sınıflaması

- **Endüstriyel-ticari alanlar:** Çalışma alanında yer alan endüstriyel ve ticari alanların kapladığı alanlar hesaplanmıştır. Tüm ilgili alanlar 5 hektardan büyüktür. Bu nedenle tüm endüstriyel alanlar birinci derece uygun alan kategorisinde yer almaktadır. Endüstriyel ve ticari alanlara yakınlık ağ analizi ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme, Tablo 4.15'te ve Şekil 4.26'da görülmektedir.

Tablo 4.15. Endüstriyel ve Ticari Alanlar Uygunluk Zonları ve Alanlar

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı
Endüstriyel alan	Küçük ölçekli endüstriyel bölge içinde	2	2. derece uygun
	Yerleşim alanı > 5 hektar olan endüstriyel tesis içinde veya yakınında	1	1. derece uygun



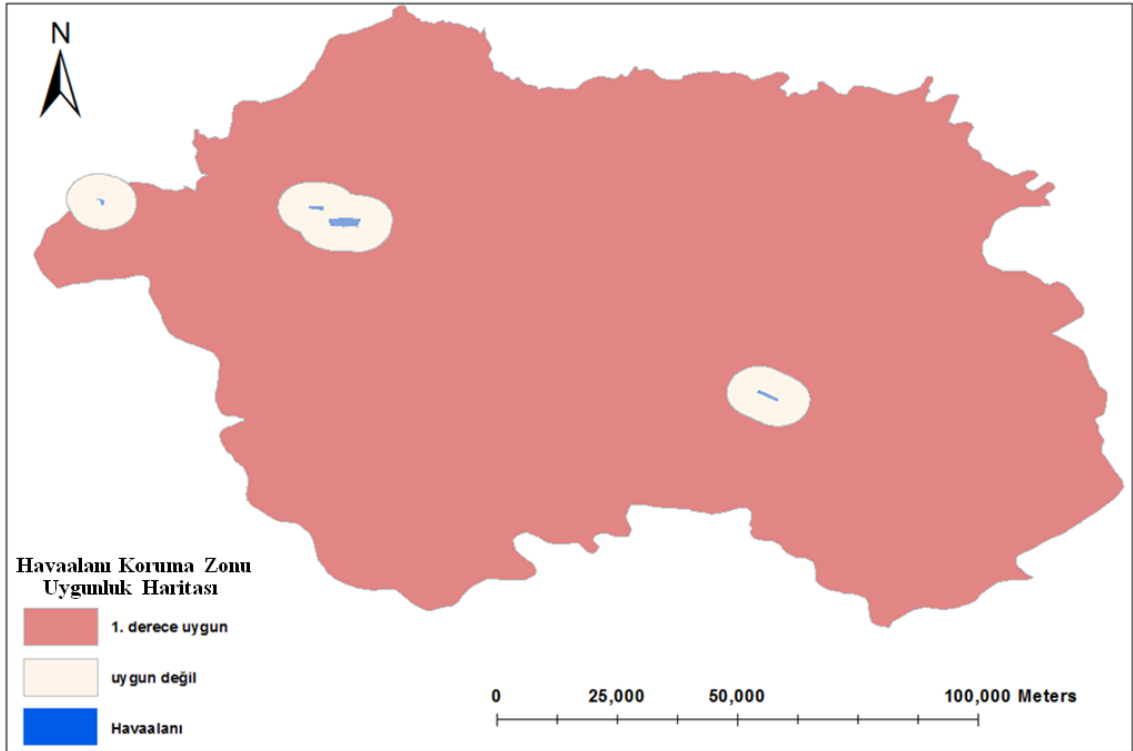
Şekil 4.26. Endüstriyel Alanlara Yakınlık Uygunluk Sınıflaması

- **Havaalanı-askeri Bölge:** Çalışma alanında bulunan havaalanları 1/25000 harita altlığı, Corine Land Cover ve diğer verilerde yer alan arazi kullanım bilgileri değerlendirilerek sayısallaştırılmıştır. Ancak askeri bölgelere sınırlı olarak erişilebilmiştir. Kent merkezinde bulunan askeri bölge havaalanı olarak tanımlanmıştır. Aktarma istasyonlarının havaalanlarına olabilecek olumsuz etkisinin önlenmesi için Türkiye Cumhuriyeti yasa ve yönetmelikleri çerçevesinde herhangi bir zonlama bilgisi bulunmamıştır. Çalışmada Rafiee ve ark (2011) çalışmasında uygulanan 5 km'lik koruma zonu uygulanmıştır. Bu çerçevede tek kademedan meydana gelen koruma zonu oluşturulmuştur. Koruma

zonu ile ilgili bilgiler Tablo.16'de ve uygulama sonucu Şekil 4.27'de görülmektedir.

Tablo 4.16. Havaalanı Koruma Zonu ve Uygunluk Sınıfları

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı
Havaalanı	< 5000 m	0	Uygun değil
	>5000 m	1	1.Derece Uygun

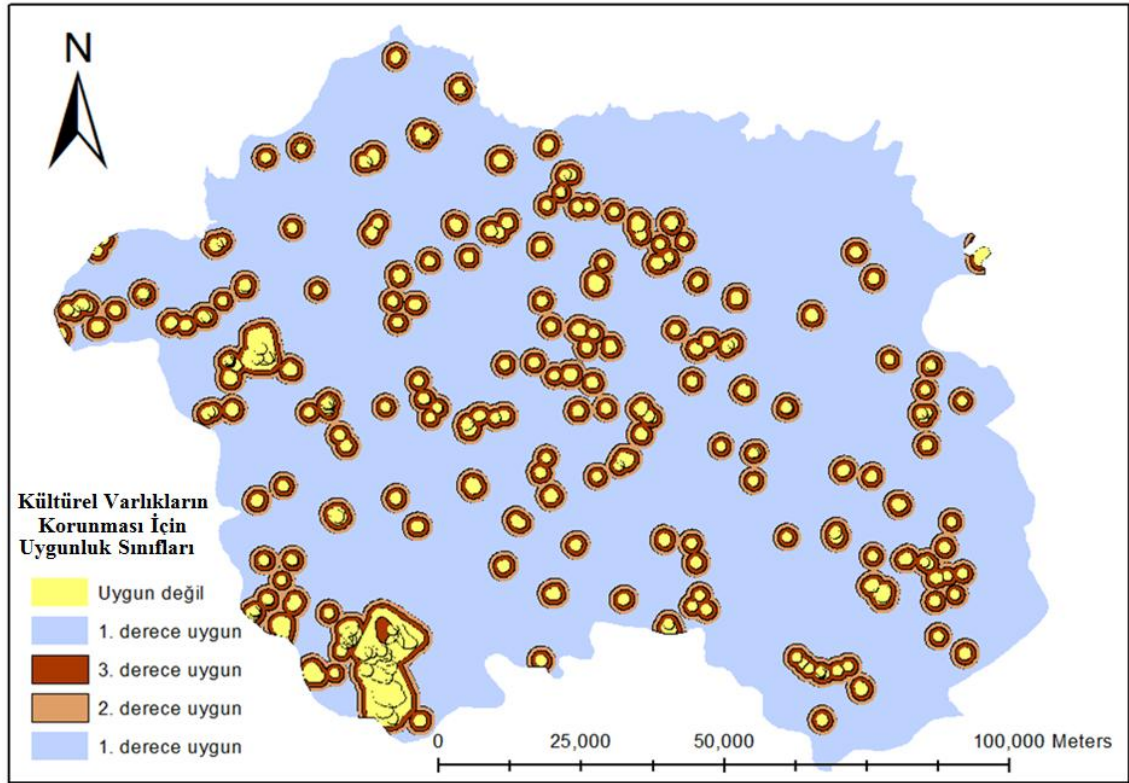


Şekil 4.27. Havaalanı Koruma Zonu Uygunluk Haritası

- **Kültürel varlıklar:** Çalışma alanında yer alan tarihi ve arkeolojik bölgeler gibi kültürel peyzajların faaliyet alanında olumsuz yönde etkilenmemesi için zonlama analizi yardımıyla kademeli olarak uygunluk zonları elde edilmiştir. Uygulama hakkında bilgiler Tablo 4.17'de yer almaktadır. Uygulama sonucu Şekil 4.28'de görülmektedir.

Tablo 4.17. Kültürel Varlıklar Açısından Uygunluk Sınıfları ve Alanlar

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alt Veri Grubu	Alan (km ²)	%
Kültürel varlıklar (Tarihi ve arkeolojik bölge)	<800m	0	Uygun değil	0	1051.15	7
	800 m-1600m	3	3.derece Uygun	1	2019	13.3
	1600m-2400m	2	2.derece Uygun	2	1544.5	10.1
	> 2400 m	1	1. derece uygun	3	105445	69.6

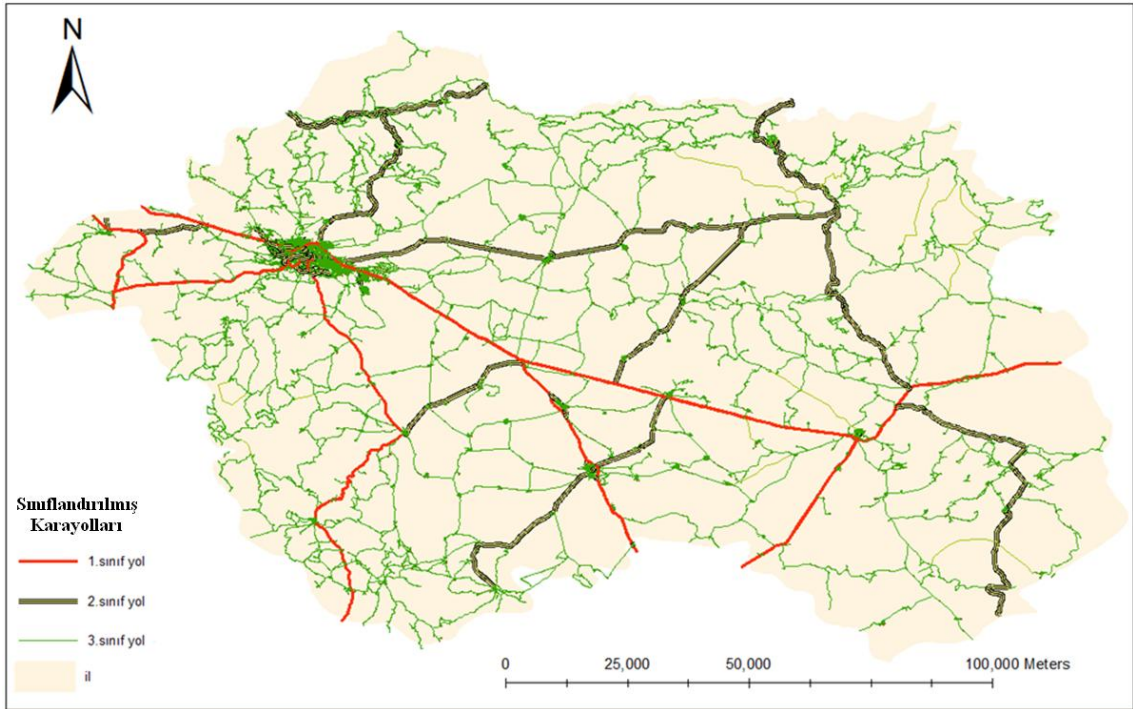


Şekil 4.28. Kültürel Varlıkların Korunması Uygunluk Sınıfları

4.2.7. Ulaşım ağı

Bir CBS yazılımı olan Q-GIS (Quantum Geographic Information System) yazılımı eklentisi olan açık kaynaklı OpenStreetMap veri kaynağından çalışma alanı sınırlarında bulunan ulaşım ağları elde edilmiştir. Yalnızca karayolları ağı kullanılan çalışmada, yol ağı verisi ArcGIS yazılımına aktarılarak Network Analyst analiz aracıyla düzenlenmiştir. Karayolları ulaşım ağı için kurulan ağ analizi, karayolları aracılığı ile erişilebilirlik faktörünün değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Oluşturulan karayolları

ulaşım ağında yollar türlerine göre sınıflandırılmıştır. Yolların sınıflandırılması, yollar arasında hiyerarşi kurulması amacıyla yapılmıştır. Sınıflandırmada en düşük puan ilk tercih edilmesi istenen ağ elemanını temsil etmektedir. Böylece atığın kaynağından nihai varış noktasına ulaşılabilirliği değerlendirilirken atık taşıma aracının seri yol alması sağlanarak etkili taşıma işlemine katkı sağlanması amaçlanmıştır. Şekil 4.29'da g r ld ğu gibi yol ağını oluşturan yol türleri 1. sınıf, 2. sınıf ve 3. sınıf yol olarak renklendirilmiştir. Devlet yolu olan anayollar 1. sınıfta ele alınırken, il yolları 2. sınıf olarak tanımlanmıştır. Yerleşim birimi içinde yer alan cadde, sokak gibi yollar, tali yollar 3. sınıf olarak nitelendirilmiştir. Yaya yolları karayolları ulaşım ağından hariç tutulmuştur.



Şekil 4.29. Sınıflandırılmış Karayolları Ulaşım Ağı

Çalışmada ulaşım kapsamında ulaşım ağlarına erişilebilirlik , endüstriyel ve ticari alanlara yakınlık kriterleri ele alınmıştır.

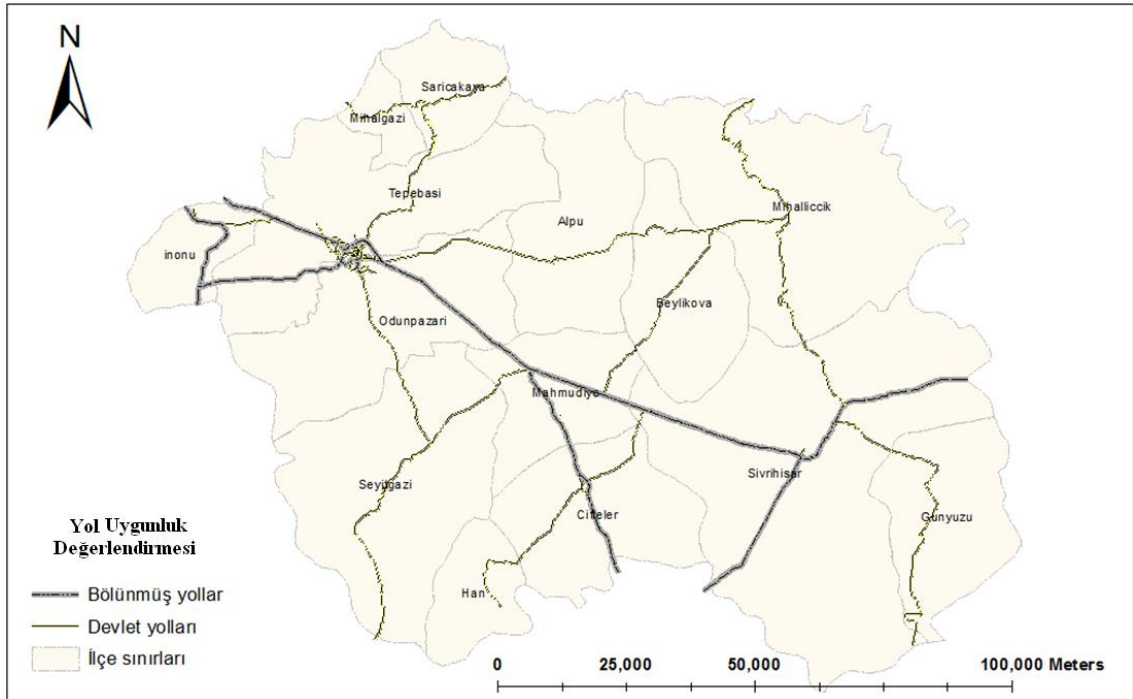
- **Ulaşım ağlarına erişilebilirlik:** Atık taşıma işleminin maliyetinin azaltılması kadar etkili taşıma sağlanarak olası çevresel risklerin önlenmesi için aktarma istasyonlarının ulaşım ağlarına erişilebilirliği önemlidir. Aktarma istasyonlarının mevcut trafiği engellemeyecek Şekilde yoldan belirli mesafede uzak, maliyeti artırmayacak kadar yol ağına yakınlık istenmektedir. Bu amaçla aktarma istasyonlarının ulaşım ağlarına olan uzaklıklarının uygunlukları Rafiee ve ark

(2011) ve USEPA (1995)'nin konu ile ilgili tavsiyeleri dikkate alınarak Tablo 4.18'deki gibi oluşturulmuştur.

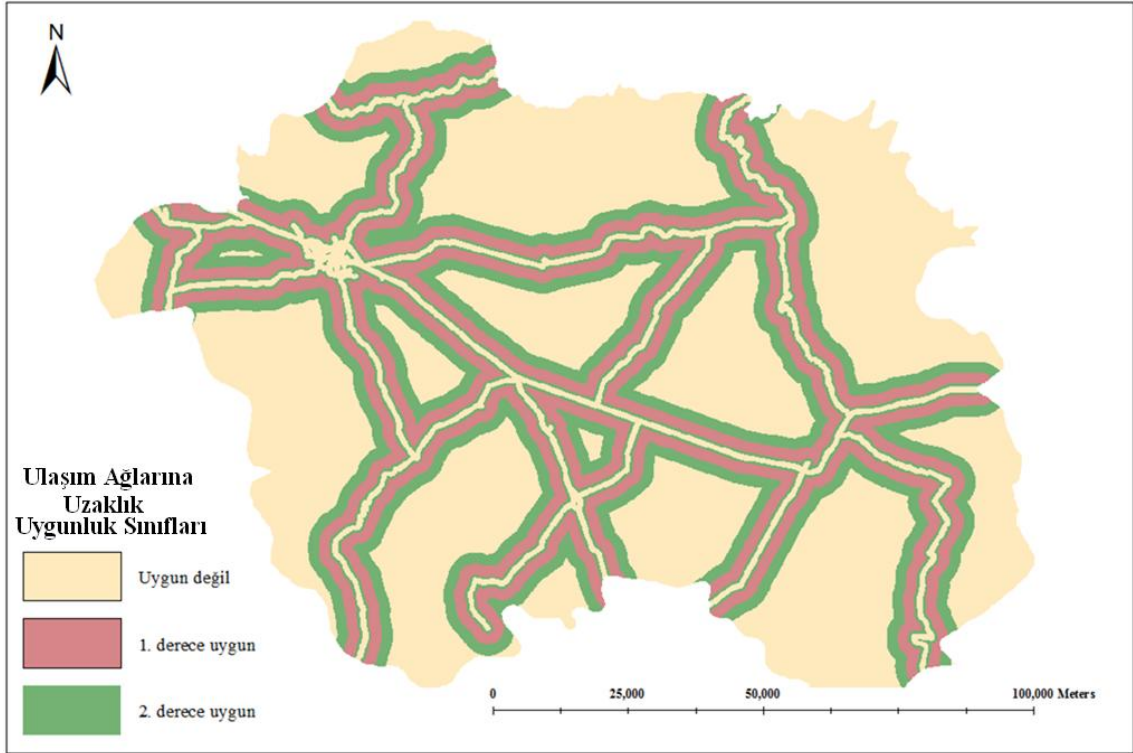
Tablo 4.18. Ulaşım Ağlarına Uzaklığa Göre Uygunluk

Ana Veri Grubu	öznitelikler	Alt Veri Grubu	Uygunluk
Karayolu	<500m	0	Uygun Değil
	500m-1000m	2	2. derece Uygun
	1000-3000	1	1 .Derece Uygun
	3000-5000	2	2. derece Uygun
	>5000	0	Uygun Değil

Etkili taşıma işlemi amacıyla yapılan bu uygunluk sınıfı karayolları ulaşım ağında yalnızca 1. ve 2. sınıf yollar olan bölünmüş yollar ve devlet yollarına uygulanmıştır. Bunun için önce üçüncül yollar ulaşım ağından ayrı tutulmuştur. Şekil 4.30'da uygunluk değerlendirmesi yapılan yollar görülmektedir. Şekil 4.31'de uygunluk sonucu haritası görülmektedir. Ulaşım ağlarına uzaklık uygunluk haritasında 8077.1 km² uygun olmayan nitelikte; 2814.7 km² alan 1. derece uygun nitelikte; 3163.2 km² alan ise 2. derece uygun nitelikte olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.30. Uygunluk Değerlendirmesi Yapılan Yollar

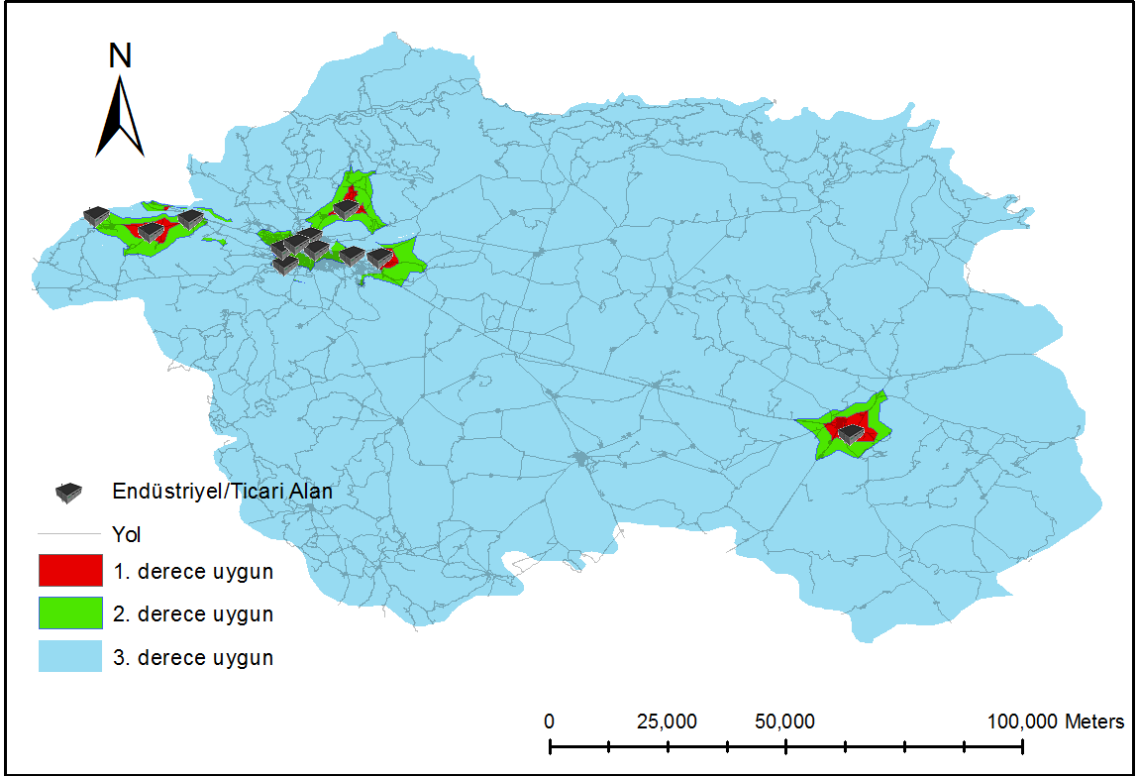


Şekil 4.31. Ulaşım Ağlarına Uzaklık Uygunluk Sınıfları

- **Endüstriyel ve ticari alanlara yakınlık:** Endüstriyel ve ticari alanlardaki atık oluşumu yüksek miktarda olduğundan aktarma istasyonlarının bu alanlara yakın olması ekonomik bir çözümdür (Dhv consultants, tarihsiz; USEPA, 1995). Ayrıca endüstriyel bölgelerde koku, gürültü gibi faaliyetin neden olabileceği olumsuzlukların sınırlayıcılığı yerleşim birimi, koruma alanları gibi alanlara göre daha düşüktür. Bu kapsamda servis ağı analizi kullanılarak mevcut alan kullanımında yer alan endüstriyel ve ticari alanlardan ulaşılabilirlik unsuru için tabloda yer alan mesafeler doğrultusunda uygunluklar belirlenmiştir. Yeniden sınıflandırma sonucunda elde edilen değerler Tablo 4.19'da tanımlanmış olup, Şekil 4.32'de görülmektedir.

Tablo 4.19. Endüstriyel Alanlara Uzaklık Uygunluk Sınıfları ve Alan

Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Alan (km ²)	%
Endüstriyel alan	Endüstriyel alana uzaklığı >15 km	3	3. derece Uygun	1	14547.3	92.5
	Endüstriyel alana uzaklığı 10-15	2	2. derece uygun	2	876	5.6
	Endüstriyel alana uzaklığı 5-10km	1	1. derece uygun	3	298.8	1.9



Şekil 4.32. Endüstriyel/Ticari Alanlara Uzaklık Uygunluk Sınıfları

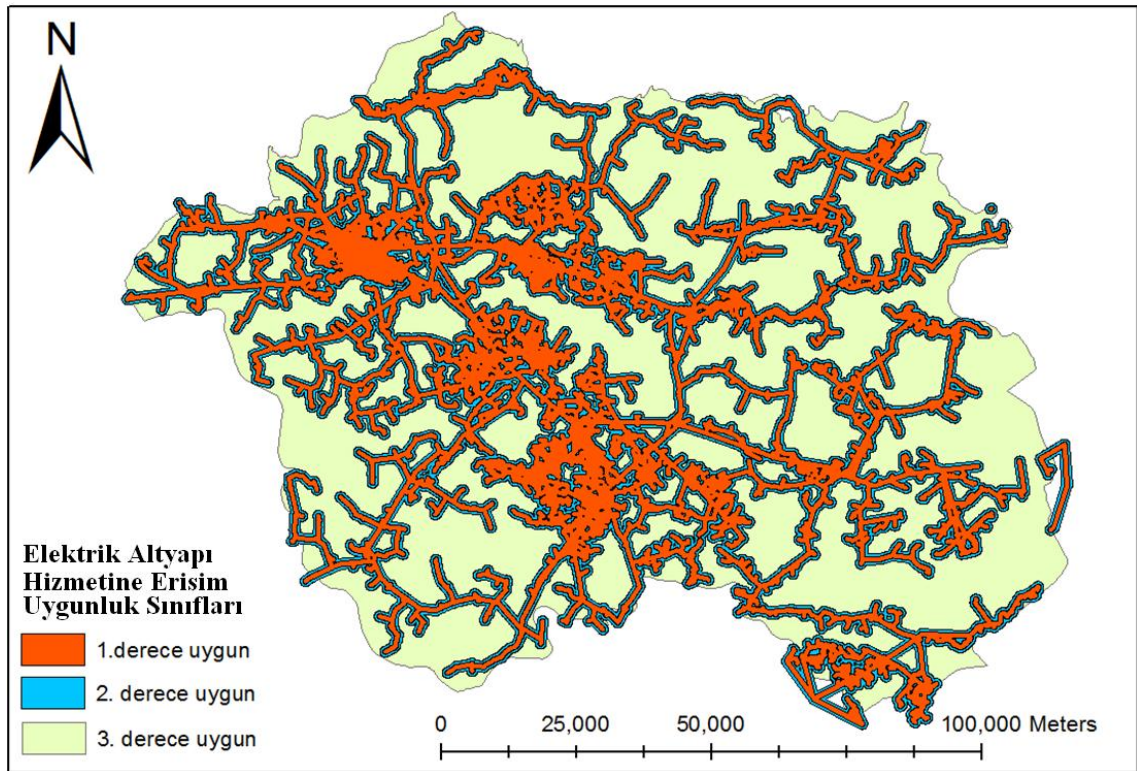
4.2.8. Altyapı

Bu bölümde çalışma alanında bulunan elektrik, kanalizasyon, içmesuyu altyapı hizmetleri mevcudiyetinin yer seçimi sürecine etkisi değerlendirilmiştir.

Elektrik altyapı hizmeti: Polyline olarak kmz formatında Büyükşehir Belediyesinden elde edilen veriler ArcGIS ortamında dönüştürülerek elektrik altyapı hizmetine erişilebilirlik çok kademeli zonlama analizi ile değerlendirilmiştir. Bu kapsamda mevcut elektrik nakil hattına 500 ve 1000 metreli zonlamalar oluşturularak arazilerin elektrik hattına erişilebilirliği kademeli olarak değerlendirilmiştir. Tablo 4.20'de oluşturulan zonlamalar, atanan uygunluk sınıfları ve ilgili alan büyüklükleri görülmektedir. Şekil 4.33'te uygunluk haritası verilmiştir.

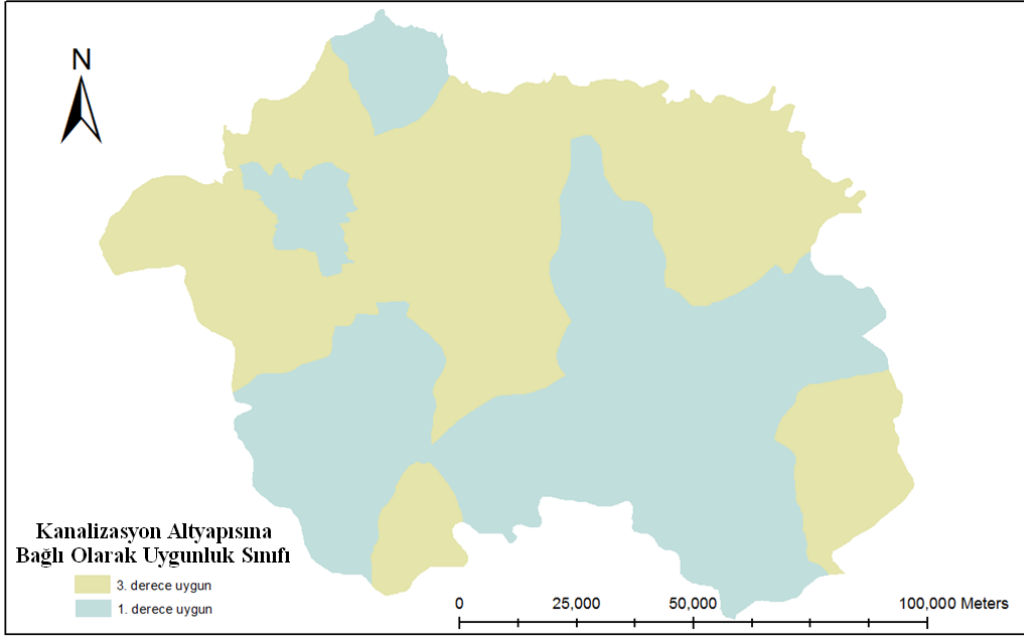
Tablo 4.20. Elektrik Altyapı Hizmeti İçin Uygunluk Sınıfları ve Alanlar

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)	%
Elektrik bağlantısı	Bağlantı mevcut değil	3	3.derece uygun	14108.42	66.9
	bağlantı yapılabilir (500m-1000m)	2	2.Derece Uygun	4302.2	20.4
	Bağlantı mevcut	1	1 .Derece Uygun	2678.9	12.7



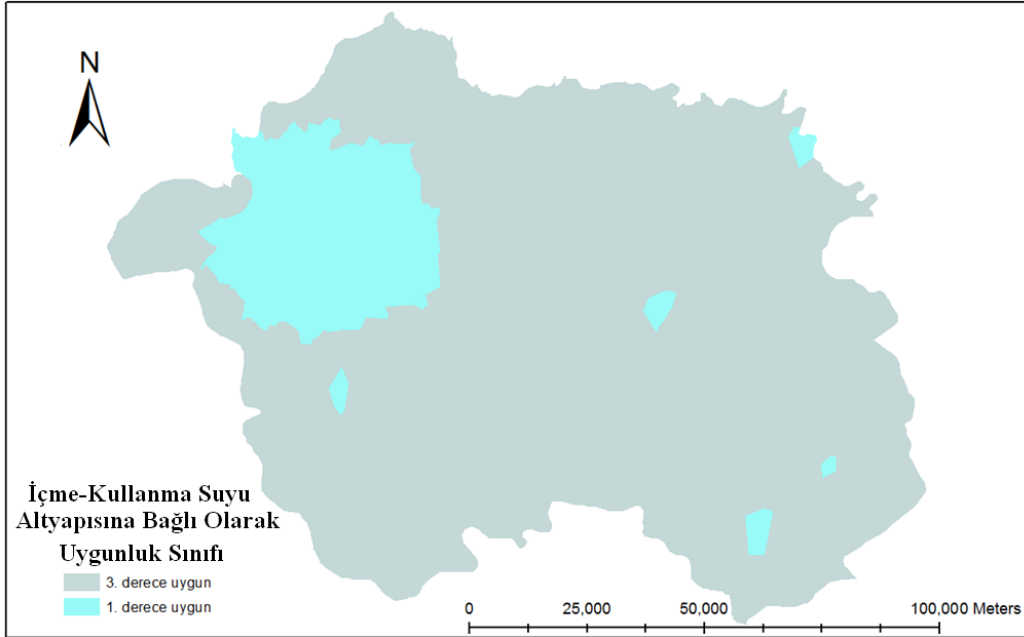
Şekil 4.33. Elektrik Altyapı Hizmetine Erişim Uygunluk Sınıfları

- **Kanalizasyon altyapı hizmeti:** Eskişehir Sular İdaresi Genel Müdürlüğünden elde edilen bilgiler doğrultusunda mahalle ve ilçe bazlı kanalizasyon altyapı hizmeti mevcudiyeti bilgisinden oluşturulan haritadan faydalanarak Şekil 4.34'te görüldüğü gibi altyapı hizmeti olan alanlar 1.derece uygun, altyapı hizmeti olmayan alanlar 3. derece uygun olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.34. Kanalizasyon Hizmeti Altyapısına Bağlı Uygunluk Sınıfı

- **İçme-kullanma suyu altyapı hizmeti:** Eskişehir Sular İdaresi Genel Müdürlüğünden elde edilen bilgiler doğrultusunda mahalle ve bazı kanalizasyon altyapı hizmeti mevcudiyeti bilgisinden oluşturulan haritadan faydalanarak Şekil 4.35'te görüldüğü gibi altyapı hizmeti olan alanlar 1.derece uygun, altyapı hizmeti olmayan alanlar 3. derece uygun olarak tanımlanmıştır.



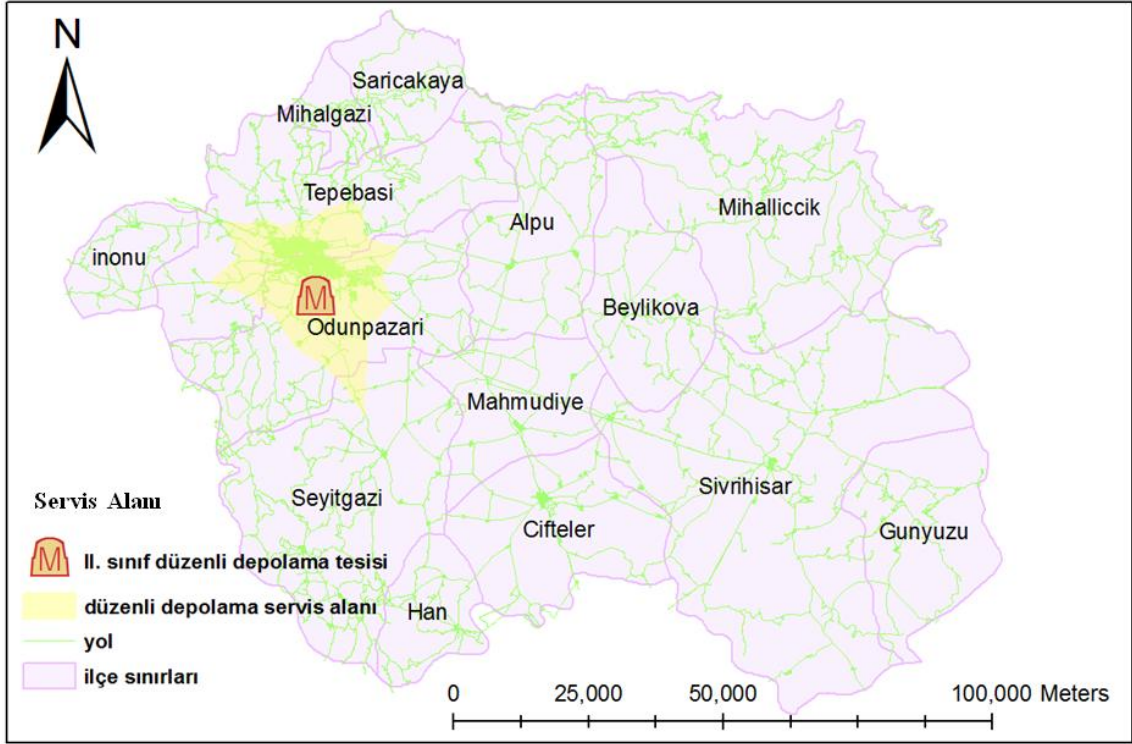
Şekil 4.35. İçme-Kullanma Suyu Hizmeti Altyapısına Bağlı Uygunluk Sınıfı

- **Mevcut atık yönetimi hizmeti açısından uygunluk sınıflarının değerlendirilmesi:** Mevcut atık yönetim sistemi değerlendirilirken mevcut düzenli depolama sahası kapsama alanı değerlendirilerek uygunluk sınıfları oluşturulmuştur. ArcGIS yazılımı kullanılarak ağ analizi ile karayollarını meydana getiren yol tipleri hız niteliklerine göre sınıflandırılmış, bu sınıflama doğrultusunda düzenli depolama sahasından sağlanan etkili hizmet alanı hesaplanmıştır. Böylece aktarma istasyonu ile hizmet edilmesi gereken öncelikli alan tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda mevcut depolama sahasından 25 km'lik bir servis alanı oluşturulmuştur. Servis alanı içinde bulunan atıkların aktarma istasyonuna ihtiyaç duymadan doğrudan toplama araçları ile taşınması uygun görülmektedir.

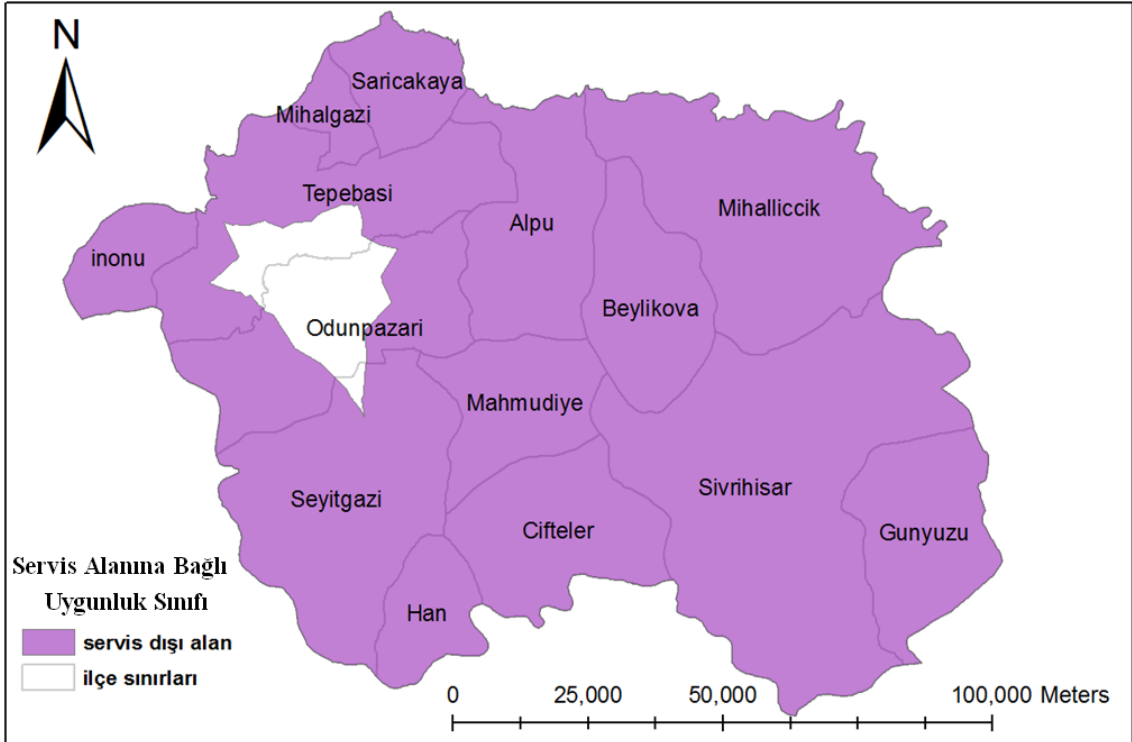
Tablo4. 21'de uygulanan servis alanı doğrultusunda oluşturulan uygunluk sınıfları ve bu alanların büyüklükleri yer almaktadır. Şekil 4.36'da oluşturulan servis alanı görülmektedir. Şekil 4.36'da elde edilen sonuç doğrultusunda Şekil 4.37'deki uygunluk paftası elde edilmiştir.

Tablo 4.21. *Mevcut Tesisin Kapsama Alanı ve Uygunluk Sınıfları*

Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)	%
Doğrudan depolama sahasının hizmet ettiği servis alanı	> 25 km	1	1. Derece Uygun	13460	95.4
	< 25km	0	Uygun değil	648.35	4.6



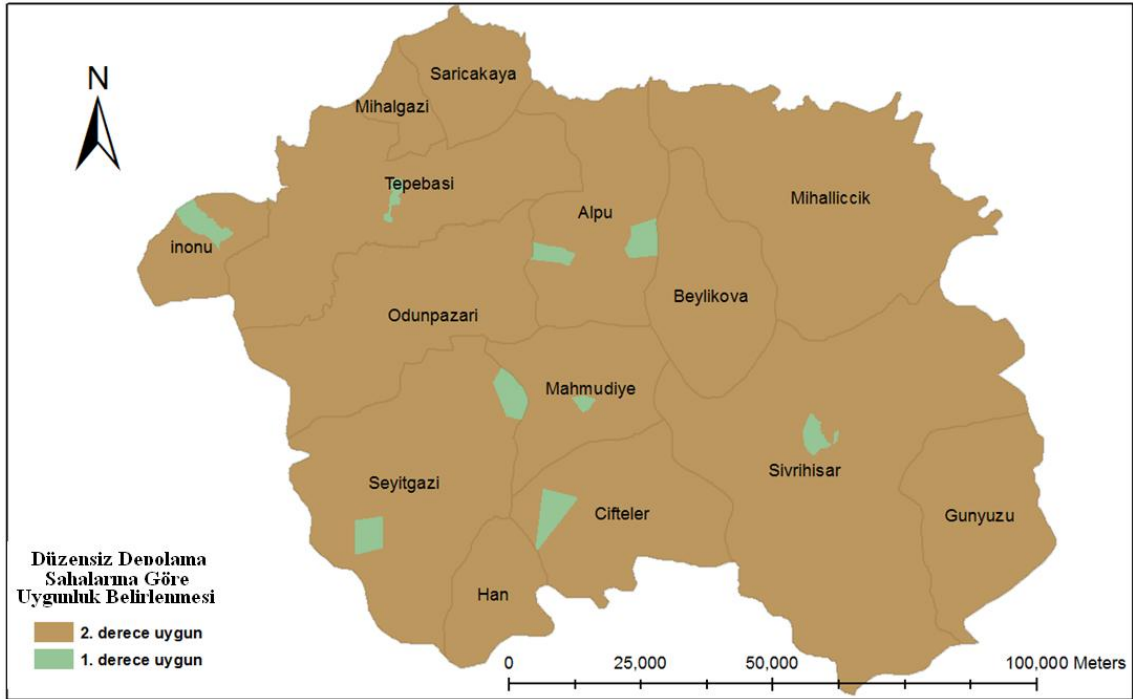
Şekil 4.36. Atık Aktarma İstasyonuna İhtiyaç Duyulmayan Alanın Tespiti



Şekil 4.37. Düzenli Depolama Sahası Servis Alanına Bağlı Uygunluk Sınıfı

4.2.9. Çalışma alanında bulunan düzensiz depolama sahaları

Düzensiz depolama sahalarının aktarma istasyonu yer seçimine katkısı sosyal çevreye olan etkiler kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında Şekil 4.38'de görülen düzensiz depolama sahaları NIMBY gibi atık aktarma istasyonlarının maruz kaldığı olumsuz sosyal etkinin azaltılması amacıyla öncelikli uygun alanlar olarak tanımlanmıştır. Bu mahalle sınırlarında faaliyet alanı belirlenmesi halinde yerel halkın faaliyet alanının kurulmasını olumlu karşılaması ihtimali dikkate alınmıştır. Şekil 4.38'de mevcut düzensiz depolama sahalarının bulunduğu mahalleler Tablo 4.27'de görüldüğü gibi 1. derece uygun, diğer alanlar 2. derece uygun olarak nitelendirilmiştir. Bu kapsamda çalışma alanının % 98.13'ü 2. derece uygun, 1.87'si 1. derece uygun alan ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4.38. Düzensiz Depolama Sahalarına Göre Uygunluklar

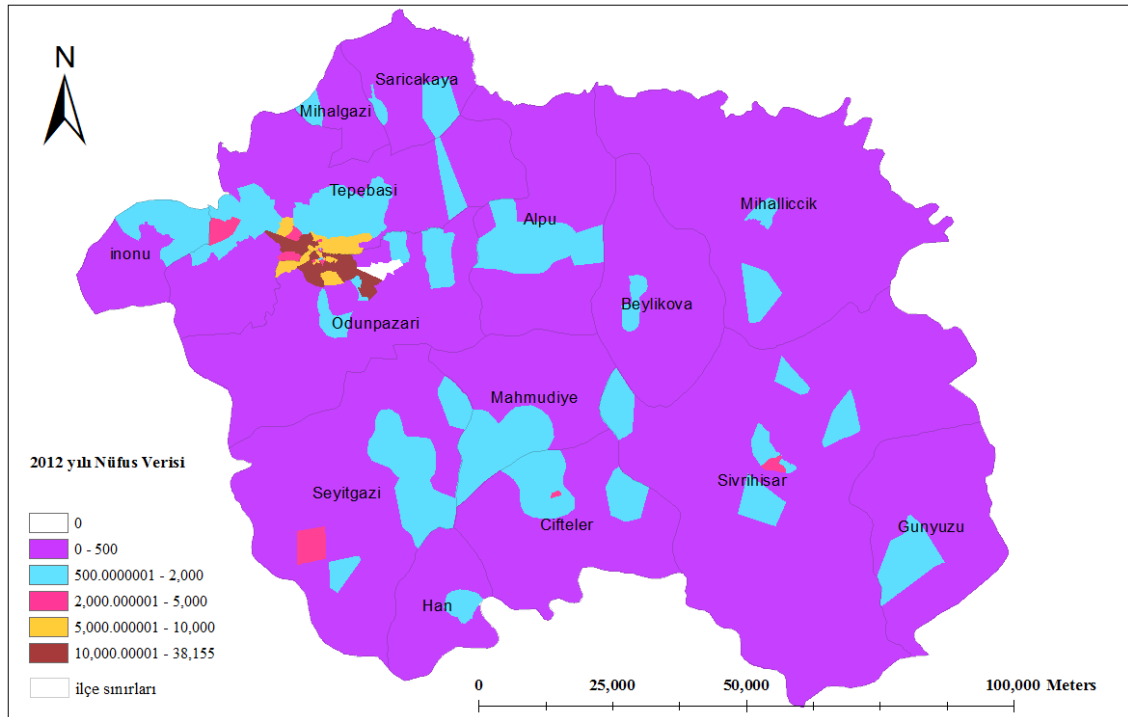
4.2.10. Nüfus

Mevcut durum ve gelecekteki nüfusa göre aktarma istasyonuna ihtiyaç duyulan konumların saptanması Tablo 4.22'de görülen uygunluk değerleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.22. Nüfus Verisinin Değerlendirilmesi

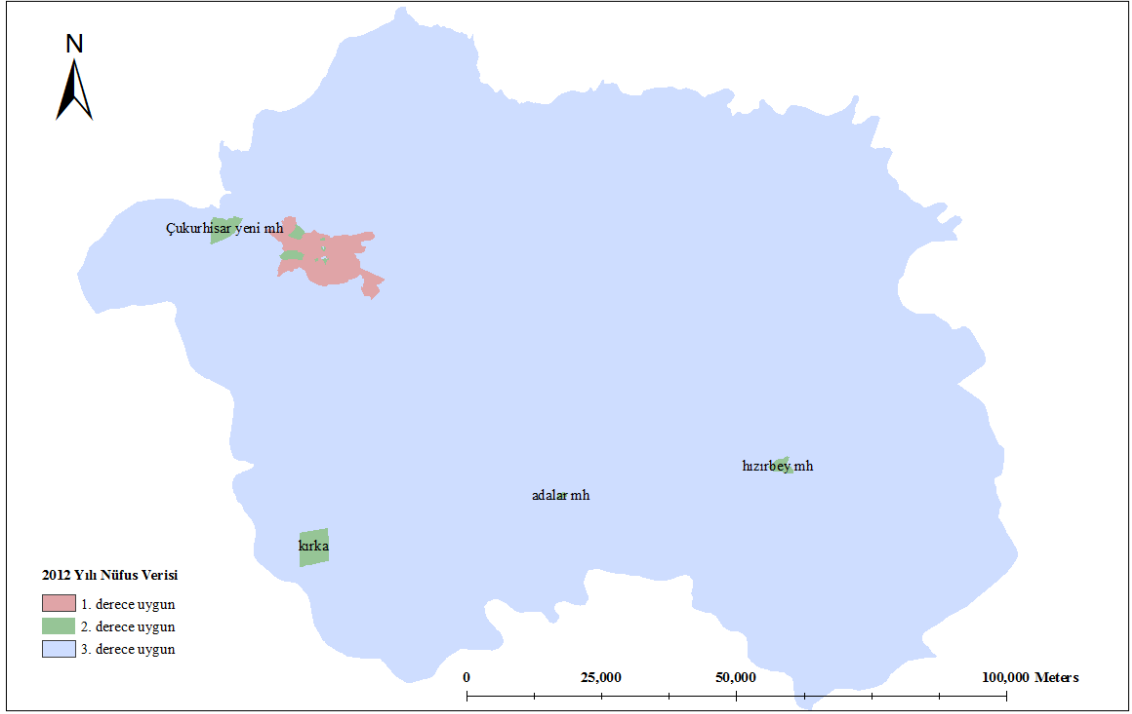
Ana Veri Grubu	Açıklamalar	Alt Veri Grubu	Öznitelikler	Yeniden sınıflandırma öznitelikleri	Uygunluk Sınıfı
Nüfus	Atık miktarı üretiminin nüfusa bağlı tanımlanması	Mevcut Durum	Düşük (<2000 kişi)	3	1
			Orta (2000-5000)	2	2
			Yoğun (>5000)	1	3

- Mevcut durumun tanımlanması:** Mevcut durumun tanımlanması için 2012 yılı mahalle bazlı nüfus bilgileri kullanılmıştır. Şekil 4.39'da mahalle bazlı nüfus dağılımı görülmektedir. Bu haritadan çalışma alanında Tepebaşı ve Odunpazarı ilçe merkezlerinin en yoğun nüfusa sahip olduğu, ilçelerin en kalabalık mahallelerinin ağırlıklı olarak 500 kişi ile 2000 kişi arasında nüfusa sahip olduğu görülmektedir. 2012 yılı mahalle bazlı nüfus verisine göre hiç nüfusa sahip olmayan mahalle organize sanayi bölgesidir.



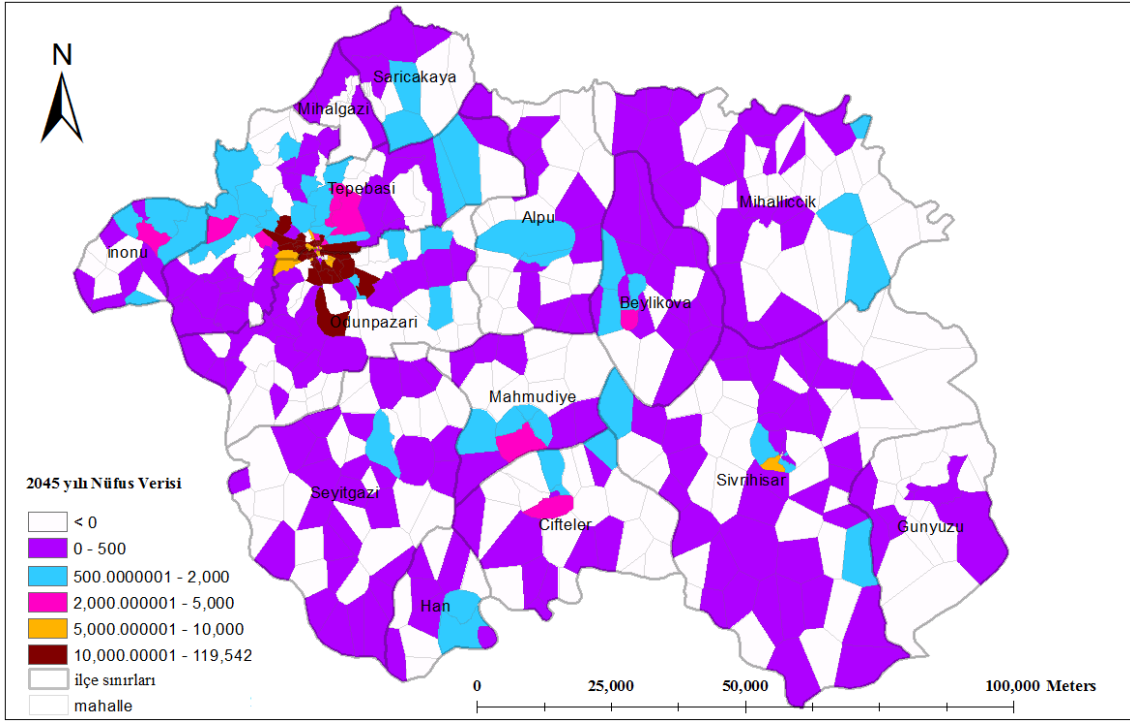
Şekil 4.39. 2012 Yılı Nüfusu Dağılımı

Şekil.4.40'ta Tablo 4.22'deki verilere uygun olarak çalışma alanının uygunluk sınıflaması görülmektedir. Merkez ilçeler Odunpazarı ve Tepebaşı ilçeleri dışında seyitgazi ilçesine bağlı Kırka belediyesinin, Sivrihisar ilçesi Hızırbey Mahallesi, Çifteler Adalar Mahallesi, Tepebaşı Belediyesine bağlı Çukurhisar yeni mahallesi 2000 kişiden kalabalık nüfusa sahip olduğu görülmektedir.

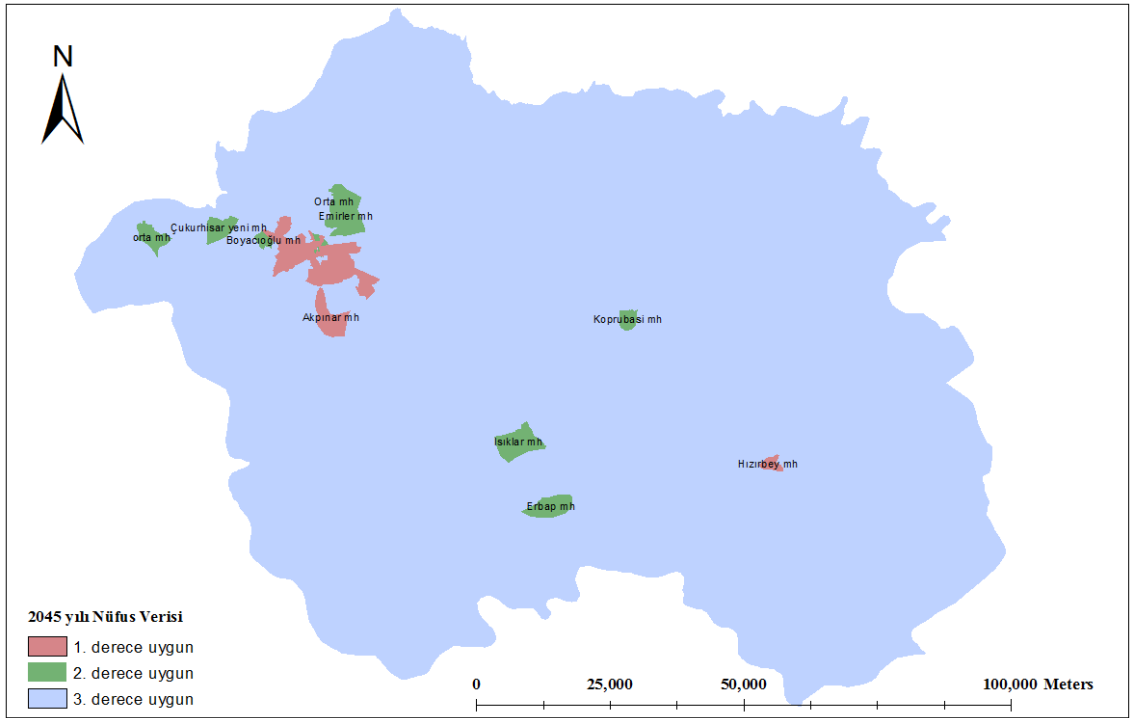


Şekil 4.40. 2012 Yılı Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı Uygunluk Sınıfları

•**Geleceğe dönük nüfusa bağlı ihtiyaç tanımlanması:** Çalışma alanının geleceğe dönük nüfus dağılımının tahminlemesi için nüfus projeksiyonu hesabı yapılmıştır. 2012 ve 2010 mahalle bazlı nüfus bilgilerinden faydalanarak 2045 yılında mahallelerde yaşayacak nüfus hakkında fikir elde edilmiştir.



Şekil 4.41. 2045 Yılı Nüfusu Dağılımı



Şekil 4.42. 2045 Yılı Mahalle Bazlı Nüfus Dağılımı Uygunluk Sınıfları

Şekil 4.41'de 2045 yılına ait mahalle bazlı nüfus dağılımı yer almaktadır. Bu tahminlemeye göre Şekil 4.41'de beyaz ile gösterilen mahallelerde 2045 yılında yerleşik nüfusun oldukça azalacağı, nüfusun kent merkezinde yoğunlaşacağı anlaşılmaktadır.

Şekil 2.42'de Tablo 4.22'ye göre çalışmada uygulanan sınıflama ve uygunluk sınıfları görülmektedir. Bu sınıflamaya göre merkez ilçeler Tepebaşı ve Odunpazarı dışında nüfusu 2000'den büyük mahalleler şunlardır; Orta mahallesi (İnönü ilçesi), Orta mahallesi, Emirler mahallesi, Çukurhisar mahallesi, Boyacıoğlu mahallesi(Tepebaşı ilçesi), Köprübaşı mahallesi (Beylikova ilçesi), Işıklar mahallesi(Mahmudiye ilçesi), Erbap mahallesi(Çifteler ilçesi) nüfusu 2000 - 5000 arasında olacaktır. Odunpazarı ilçesine ait Akpınar mahallesi ve Sivrihisar ilçesine bağlı Hızırbey mahallesinin nüfusunun ise 10000'i geçmesi beklenmektedir.

4.3. Uygunluk Paftalarının Çakıştırılması Sonuçları

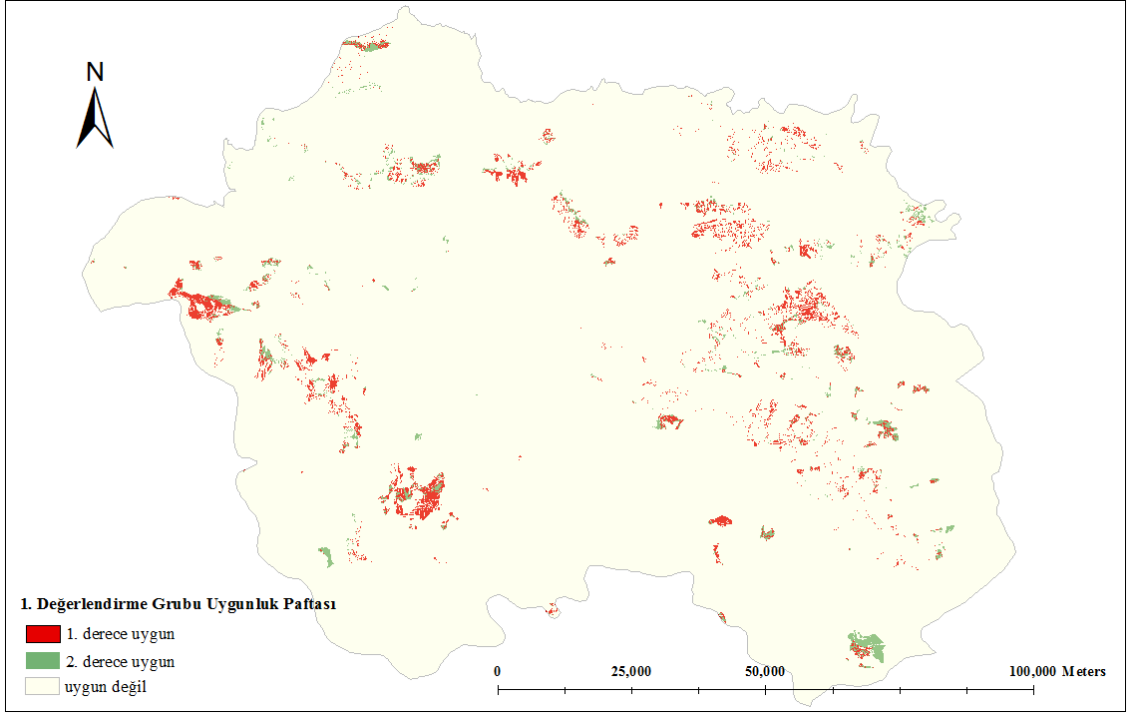
Bu bölümde yöntem bölümde belirtilen kriterlerin değerlendirilmesi akışına uygun olarak yeniden sınıflandırılan verilerin çakıştırma sonuçları yer almaktadır.

4.3.1. Doğal çevre kriterlerinin ağırlıklı çakıştırma sonucu

Çalışma alanına ait eğim, fay hattı, mevcut alan kullanımı bilgileri, su kaynakları ve toprak özelliklerinin incelendiği doğal birinci değerlendirme grubunun ağırlıklı çakıştırma sonuçları Şekil 4.43'te görüldüğü gibidir. Tablo 4.23'te belirlenen 1. derece ve 2. derece uygun alanların kapladıkları alanlar belirtilmektedir.

Tablo 4.23. Birinci Değerlendirme Grubu Uygun Alanların Büyüklükleri

Birinci Değerlendirme Grubu	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)
	1	276.43
	2	126.04



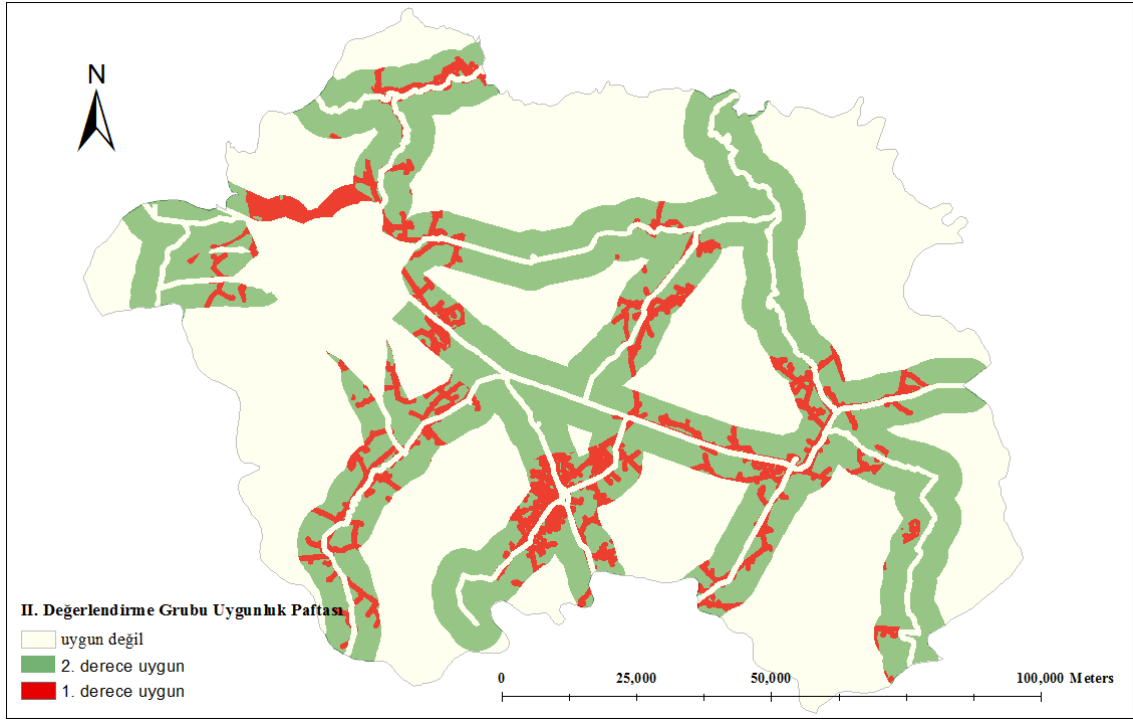
Şekil 4.43. 1. Değerlendirme Grubu Uygunluk Paftası

4.3.2. Teknik kriterlerin ağırlıklı çakıştırma sonucu

Çalışma alanına ulaşım ağı ve altyapı hizmetlerinin incelendiği ikinci değerlendirme grubunun ağırlıklı çakıştırma sonuçları Şekil 4.44'de görüldüğü gibidir. Tablo 4.24'te belirlenen 1. derece ve 2. derece uygun alanların kapladıkları alanlar belirtilmektedir.

Tablo 4.24. İkinci Değerlendirme Grubu Uygun Alanların Büyüklükleri

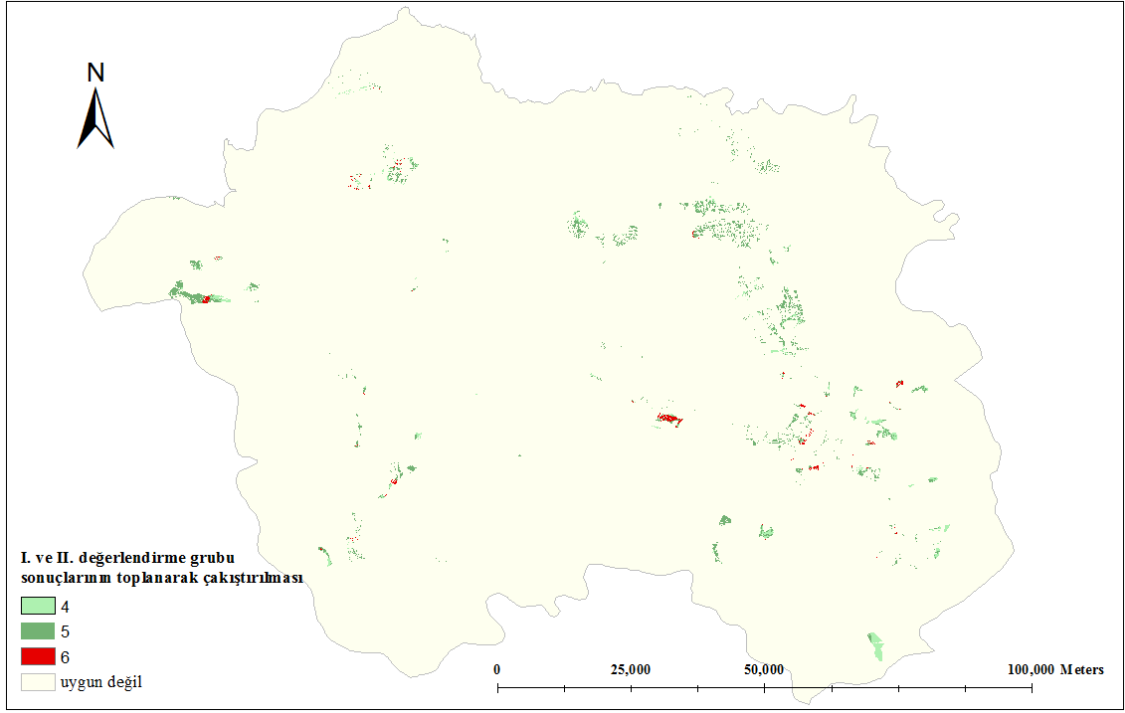
İkinci Değerlendirme Grubu	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)
	1	983.2
2	4530.6	



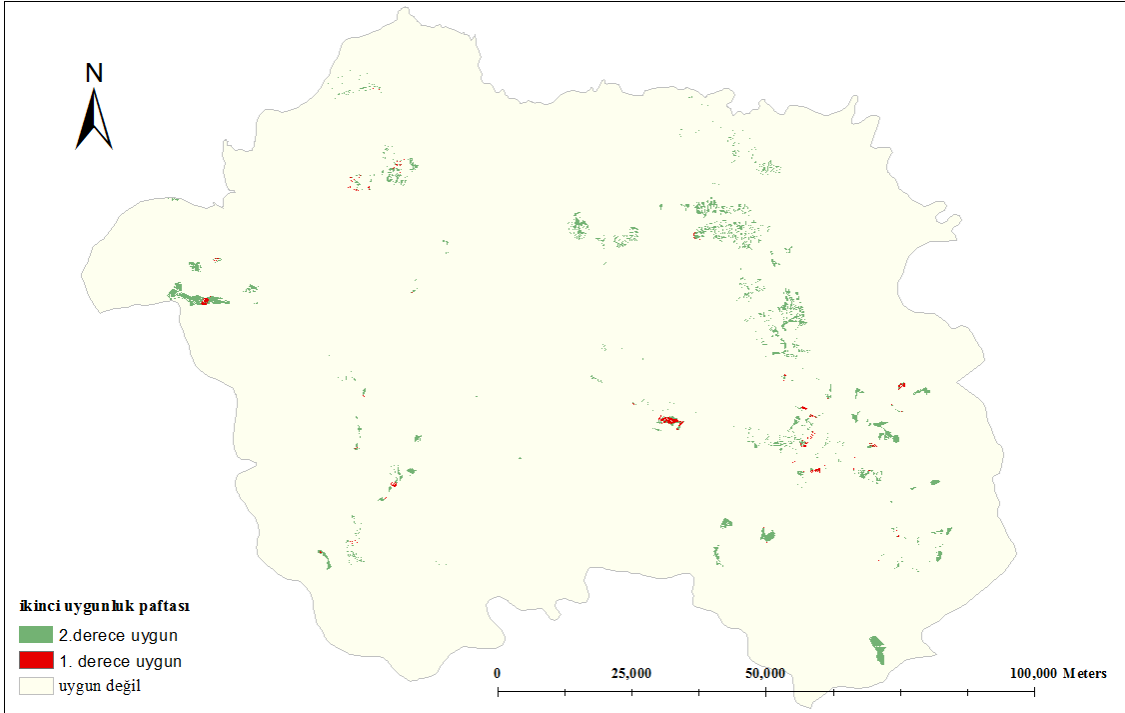
Şekil 4.44. II. Değerlendirme Grubu Uygunluk Paftası

4.3.3. Ağırlıklı çakıştırma sonuçlarının çakıştırılması

Raster formatında elde edilen doğal çevre kriterlerinin çakıştırılması ve teknik kriterlerin çakıştırılması sonucunda elde edilen uygun paftaları toplanarak çakıştırılmıştır. Çakıştırma işleminin sonucu Şekil 4.45'de görülmektedir. Yeniden sınıflandırma işlemine tabi tutulan uygunluk paftası Şekil 4.46'da görülen ikinci uygunluk paftası elde edilmiştir. Şekil 4.46'de görülen uygunluk sınıflarının kapladıkları alanlar Tablo 4.25'te belirtilmektedir.



Şekil 4.45. I. ve II. Değerlendirme Grubu Sonuçlarının Çakıştırılması



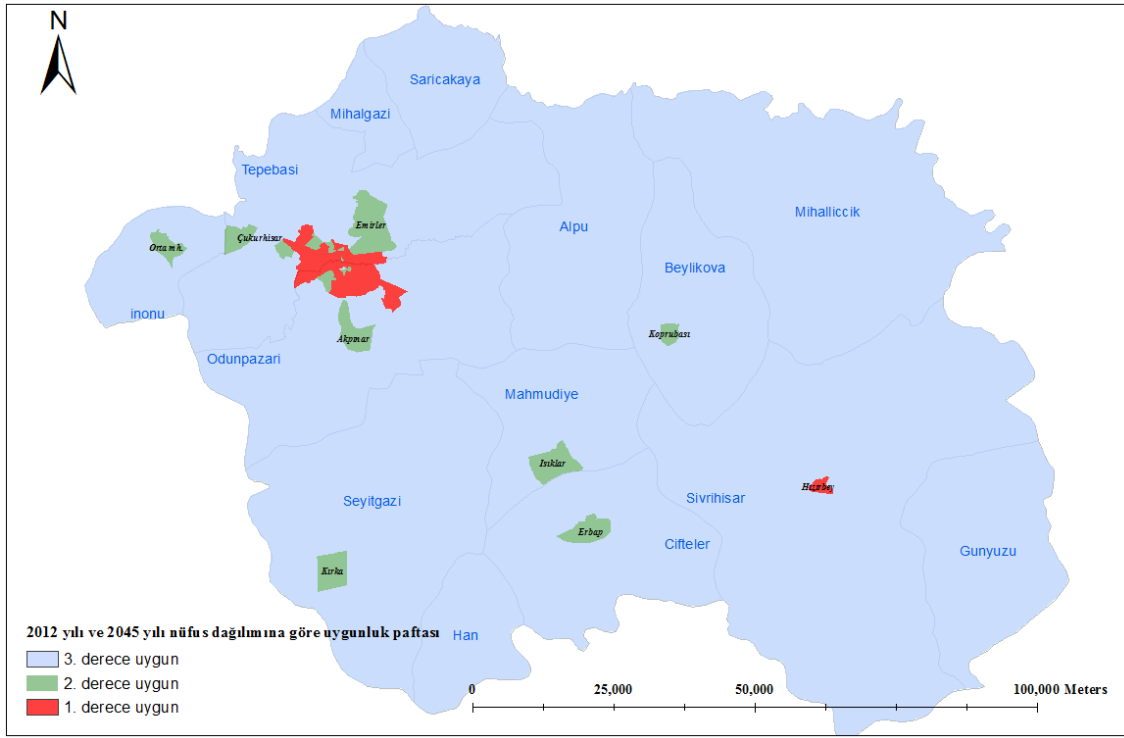
Şekil 4.46. İkinci Uygunluk Paftası-I

Tablo 4.26. Birinci Derece Uygun Alanlar

Saha	Başlıca Sınırlandırıcı Faktörler				
	En Yakın Fay Hattına Uzaklık(km)	Mevcut Alan Kullanımı	Altyapı		
			İçme-Kullanma Suyu	Elektrik Hattına Uzaklık	Kanalizasyon
Tandır	1.8	Kuru Tarım (nadaslı)	X	✓	✓
Orta	1.5	Kuru Tarım (nadaslı)	X	✓	X
Emirler	1.3	Kuru Tarım (nadaslı)	X	✓	X
Karadere	1.2	Kuru Tarım (nadaslı)	X	✓	X
Bozdağ	1.3	Kuru Tarım (nadaslı)	X	✓	✓
Yukarıkartal	1.2	Çıplak kaya - moloz-tanımsız alan	X	✓	✓
Mollaoglu	4.9	Fundalık	X	✓	✓
Kırka	4.6	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Numanoluk	1.2	Fundalık	✓	✓	X
Örencik	5.8	Fundalık	✓	✓	X
Karakaya	1.1	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Aslanbeyli	1.2	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Yörtükcaracaören	0.9	Kuru Tarım (nadaslı) - moloz	X	✓	✓
Yarbasan	1	Fundalık	✓	✓	X
Yukarığdeağacı	5	Fundalık	✓	✓	X
Dümrek	1.9	Bağ (kuru)	✓	✓	X
Tekören	3	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Böğürtlen	1.8	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Elcik	2.5	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Demirci	1.6	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Kavacık	3	Çıplak kaya - moloz	X	✓	✓
Sarıkaya	1.2	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X
Hamamkarahisar	4	Kuru Tarım (nadaslı)	✓	✓	X

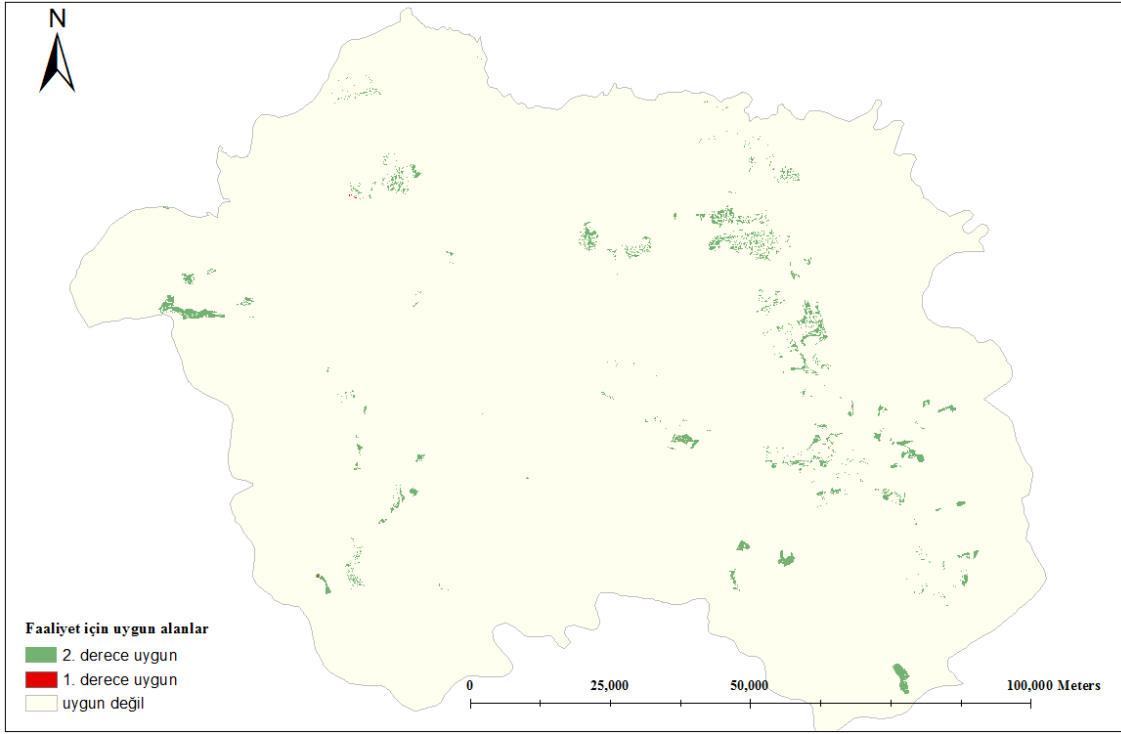
4.3.4. Nüfusa göre uygun alanların belirlenmesi

2012 ve 2045 yılına ait mahalle bazlı nüfus dağılımı uygunluk paftaları, uygunluk sınıflarına göre puanlandırılarak ağırlıklı çakıştırma işlemine sokulmuştur. Ağırlıklı çakıştırma sonucu Şekil 4.48'de görüldüğü gibidir. Ağırlıklı çakıştırma sonucunda kırsal bölgede mevcut durumun ve gelecekteki nüfusun ihtiyacının karşılanması için en uygun bölge Sivrihisar ilçesi Hızırbey Mahallesi mevkisidir. Tepebaşı ilçesinde yer alan Emirler mahallesi, Orta mahallesi, Çukurhisar mahallesi, İnönü ilçesinde yer alan Orta mahallesi, Odunpazarı ilçesi Akpınar mahallesi, Beylikova ilçesi Köprübaşı Mahallesi, Mahmudiye ilçesi Işıklar mahallesi, Çifteler ilçesi Erbağ Mahallesi nüfus dağılımının mevcut durumda ve gelecekte diğer alanlara göre daha yüksek olduğu, atık miktarının daha çok oluşmasının beklendiği alanlardır.



Şekil 4.48. 2012 yılı ve 2045 Yılı Nüfus Verilerine Göre Uygunluk Paftası

Elde edilen mevcut duruma ve gelecek nüfus artışına bağlı olarak oluşturulan uygunluk paftası, birinci ve ikinci değerlendirme grubu kriterlerinin uygunluk sonucu olan ikinci uygunluk paftası ile karşılaştırılarak, doğal çevre ve teknik kriterlere uygun alanlar arasında atık oluşum miktarı yüksek alanların alternatif faaliyet alanı olarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Çakıştırma işlemi sonucu Şekil 4.49'da, Nihai Uygunluk paftasında yer alan uygun alanların büyüklüğü Tablo 4.27'de görülmektedir.



Şekil 4.49. Faaliyet İçin Uygun Alanlar

Tablo 4.27. Nihai Uygunluk Paftası Uygun Alanların Büyüklüğü

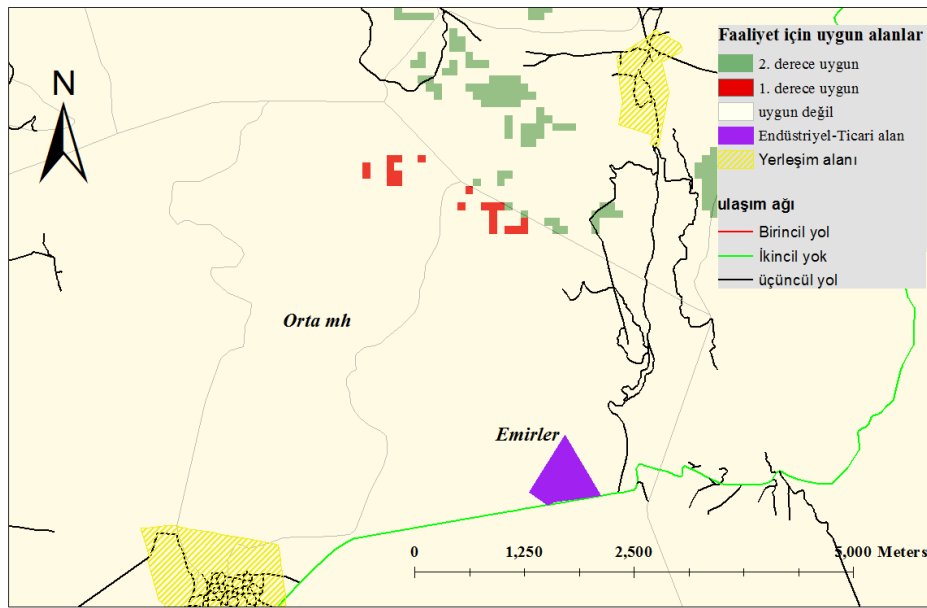
Nihai Uygunluk paftası	Uygunluk Sınıfı	Alan (km ²)
	1	0.3
2	154.6	

4.3.5. Faaliyet için uygun alanların tanımlanması

Doğal çevre, teknik kriterler ve nüfusa dayalı atık miktarı kriteri açısından çalışmanın yöntem stratejisi doğrultusunda uygunluk sınıfları belirlenmiş ve kentsel atıkların aktarılacağı aktarma istasyonları için alternatif sahaların belirlenmesi amacıyla analizler yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda Tablo 4.27'de görüldüğü gibi 1. derece uygun nitelikte 0.3 km² alan tespit edilmiştir. 1. derece uygun alanlar Tepebaşı ilçesi Emirler ve Orta mahallesi ve Seyitgazi ilçesi Kırka Belediyesi sınırları içerisinde yer almaktadır.

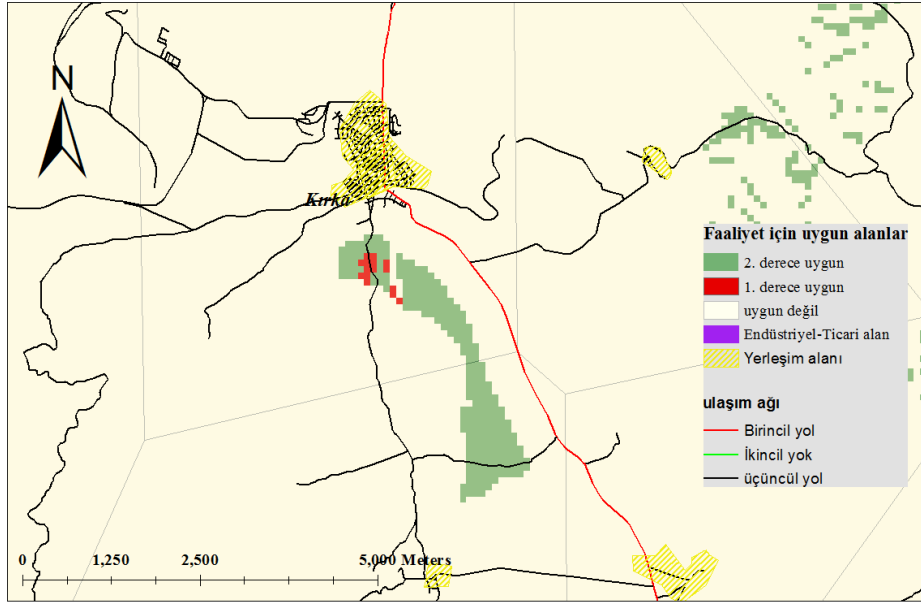
Şekil 4.50'de birinci derece uygun nitelikte olan Orta ve Emek alternatif sahaları görülmektedir. Emirler mahallesi sınırında kalan alternatif uygun alan 9.72 ha büyüklüğündedir. En yakın tali yola uzaklığı 700 metre, en yakın ana yola uzaklığı

yaklaşık 3 km'dir. Mevcut karayolu ulaşım ağını kullanarak en yakın endüstriyel-ticari alana 4.4 km uzaklıktadır. En yakın yerleşim birimine kuş uçuşu uzaklığı 1.5km'dir. Düzenli depolma sahasına olan uzaklığı 25 km'dir. Orta mahalle sınırlarında kalan uygun alanlar 8.1 ha büyüklüğündedir. En yakın tali yola uzaklığı yaklaşık 900 metre ve en yakın ana yola uzaklığı 4 km'dir. Mevcut karayolu ulaşım ağını kullanarak en yakın endüstriyel-ticari alana uzaklığı 20.6 km'dir. En yakın yerleşim birimine kuşuçuşu uzaklığı 2.3km'dir. Düzenli depolma sahasına olan uzaklığı 35.6 km'dir.



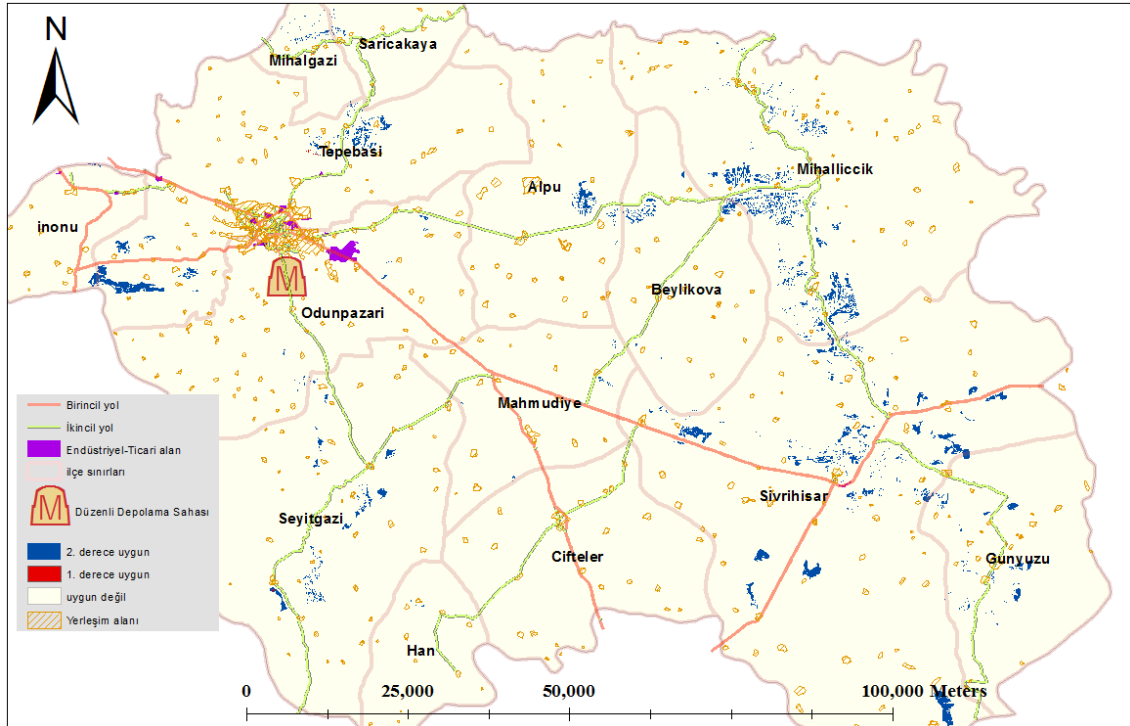
Şekil 4.50. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Sahalar-I

1. sınıf uygun nitelikte alan içeren mahalle Şekil 4.51'de görülen Seyitgazi ilçesi Kırka Belediyesi sınırlarında bulunan alandır. Kırka'da bulunan saha 12.15 ha büyüklüğündedir. Sahanın içinden tali yol geçmektedir. En yakın ana yola uzaklığı yaklaşık 750 m'dir. En yakın endüstriyel-ticari alan 70.7 km uzaklıkta yer almaktadır. En yakın yerleşim birimine 900 metre uzaklıktadır. Düzenli depolama sahasına olan uzaklığı 60.9 km'dir.



Şekil 4.51. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Sahalar-II

Şekil 4.52'de 154.6 km² toplam alana sahip 2. sınıf alternatif alanlar görülmektedir. İkinci sınıf araziler ağırlıklı olarak çalışma alanının kuzeydoğusunda ve güneydoğusunda yer almaktadır. Bu alanlar faaliyet alanı olarak seçildiği koşulda, zayıf yönleri teknik uygulamalar ile güçlendirilerek faaliyet alanı olarak kullanılabilir alanlardır.



Şekil 4.52. Atık Aktarma İstasyonu İçin Uygun Alanlar

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kentsel atıkların çevreye zarar vermeden yönetilebilmesinde önemli bir ihtiyaç olan atık aktarma istasyonları için uygun yer seçiminin yapılmasına yönelik bir yöntem ve uygulama örneği verilmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen Eskişehir il sınırlarında kentsel atıklar merkez ilçeler Tepebaşı ve Odunpazarı ilçe belediyeleri ve büyükşehir belediyesi tarafından mevcut yasa ve yönetmelikler ile bilimsel tekniklere uygun şekilde yönetilmektedir. İlçe belediyeleri tarafından toplanan kentsel atıklar ayrıştırıldıktan sonra gerikazanım niteliğine sahip olmayan atıklar nihai bertaraf için düzenli depolama sahasına götürülmektedir. Ancak çalışma alanı sınırlarında merkez ilçeler dışındaki diğer ilçelerde kentsel atıkların yönetimi sistemli şekilde ve bilimsel tekniklere uygun şekilde yürütülmemektedir. Oluşan atıklar açık alanlara dökülmekte, düzensiz depolanmakta ve boş arazilerde yakılmaktadır. Düzensiz depolama ve yakma gibi işlemler doğal çevreye zarar vermektedir. Çalışma alanının genelinde sosyal, çevresel ve ekonomik açıdan fayda sağlayan, bilimsel tekniklere uygun atık yönetim sistemleri oluşturulmalıdır. Bu kapsamda mevcut yasal uygulamalar çerçevesinde merkez ilçeler dışında kalan kırsal alanlarda atık aktarma istasyonlarının kurulması önemli bir ihtiyaçtır.

Atık aktarma istasyonları için uygun alanların bulunması çevresel sosyal ve ekonomik faktörleri içeren karmaşık bir süreçtir. Çalışma alanı, tarımsal verimliliği yüksek topraklar, meralar, ormanlar, doğal koruma alanları, sit alanları gibi korunması gereken alanlar barındıran, aktarma istasyonu gibi çevre üzerinde etkisi olabilecek faaliyet alanları için uygun alanların belirlenmesi oldukça güç olan bir alandır. Çalışmada, CBS'nin bu karmaşık sürece olan katkıları bu çalışma ile örneklenmiştir. Çalışmada 16 temel veri grubu kullanılmıştır; doğal çevreyi meydana getiren unsurlar, eğitim, fay hatları, doğal ve kültürel varlıkları koruma alanları, ormanlar, toprak, su kaynakları; mevcut alan kullanımını kapsamında endüstriyel-ticari alan, yerleşim alanı, havaalanı, tarım arazilerinin mevcut kullanım tipleri gibi arazi kullanım tipleri; elektrik, atıksu, içme-kullanma suyu gibi altyapı hizmetleri ve ulaşım ağını içeren teknik kriterler; demografik veri olarak nüfus verisi kullanılan verilerdir. Çalışmada kullanılan veriler alanyazında bulunan çalışmalar, ilgili yasa ve yönetmelik ve çalışma alanının özellikleri ve çalışmanın yöntemi doğrultusunda düzenlenmiş, geliştirilmiş, ağırlıklandırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme kapsamına alınan her bir kriter standardize edilerek aynı cins veri haline getirilmiştir. Raster veri formatında

değerlendirilen veriler temin edilen eğitim verisi referans alınarak verilerin uyumlu çalıştırılması için her bir veri grubunun grid büyüklükleri 90 metre alınmıştır. Ağırlıklandırma yapılan aşamalarda alanyazın bilgisine ek olarak konuyla ilgili büyükşehir belediyesi, orman bölge müdürlüğü gibi alanlarında uzman kurum personelleri ve akademisyenlerin görüşlerine danışılmıştır.

Doğal çevrenin korunmasının ve mevcut yasa ve yönetmeliklere uygun olmasının amaç edinildiği değerlendirme sonucunda çalışma alanının 0.3km² 'lik kısmı faaliyet için birinci derece uygun, 154.6 km² 'lik kısmı faaliyet için ikinci derece uygun, geriye kalan alanlar faaliyet için uygun olmayan bölgeler olarak olarak tanımlanmıştır. Değerlendirme sonucunda belirlenen 1. sınıf alanlar çalışma alanının kuzeybatısında ve güneybatısında yer almaktadır. 2. sınıf araziler ise ağırlıklı olarak çalışma alanının kuzeydoğusunda ve güneydoğusunda yer almaktadır. Bu alanlar faaliyet alanı olarak seçildiği takdirde yetersiz kalan nitelikleri teknik yöntemlerle güçlendirilmesi gereken alanlardır. Mevcut ve gelecek nüfus dağılımı ve bu nüfusun üreteceği atık miktarı dikkate alındığında, günde 100 tondan az atığın aktarıldığı küçük aktarma istasyonlarının maliyet unsuru doğrultusunda uygun alanlara konumlandırılması hizmet alanının ihtiyacını karşılayacaktır.

Çalışma sonucunda, yerkürenin anlaşılmasında, sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel unsurlarla ilişkilendirilerek yorumlanmasında, çeşitli türde verinin etkili bir şekilde yönetilmesinin sağlanması ve sınırlı kaynakların yönetilmesinde CBS'nin kullanılmasının kaçınılmaz bir gereklilik olduğu anlaşılmıştır ve CBS'nin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Çalışma sürecinde karşılaşılan sorunlara ilişkin değerlendirme ve öneriler ise şu şekilde sıralanabilir:

- Değerlendirmeler, temin edilen bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Mevcut alan kullanımı, toprak verisi gibi ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilen bazı verilerin metaverisi olmadığından verilerin ne zaman üretildiği gibi bilgilere erişilememektedir. Güncel olmayan veriler, değerlendirme sonucunda hataya sebep olma potansiyeli bulunmaktadır. Hazır temin edilen toprak verisi kullanılarak oluşturulan büyük toprak grupları, arazi kullanım kabiliyet sınıfları, tarım arazilerinin mevcut kullanımı gibi haritalar güncel durumu yansıtmamakla birlikte benzerlik göstermektedir. Diğer kaynaklardan elde edilen bilgiler doğrultusunda bu veriler düzenlenmeye çalışılmıştır. Çalışma alanıyla ilgili hazır mevcut alan kullanımı sayısal haritası mevcut değildir.

Yerleşim alanı, endüstriyel-ticari alan, hazine arazileri bilgisi gibi alan kullanım bilgilerinin güncel hallerine erişmek güçtür. Bu kapsamda ilgili kurum ve kuruluşların ortak bir mekânsal veri standartını dikkate alarak sayısal veritabanı oluşturmaları, verilerini güncel tutmaları bir ihtiyaçtır. Mekansal verilerin ortak bir standartta üretilmesi halinde kurum ve kuruluşlar mekansal veriye ihtiyaç duyan tüm çalışmaları CBS ile etkili bir şekilde sürdürebilecektir.

- Mekânsal veriye ihtiyaç duyulan pek çok kurum ve kuruluşta CBS altyapısının oluşturulması ve kullanılması yasal olarak zorunlu hale gelmiştir. Ancak çalışma sırasında ilgili kurum ve kuruluşlar ile yapılan görüşmelerde bu konuda yeterli personel sayısının olmadığı, kurum ve kuruluşların bilinçlendirilmesinin gerektiği gözlemlenmiştir.
- Çalışmanın yönteminde kullanılması amaçlandığı halde temin edilememesi nedeniyle kullanılmayan kriterler mevcuttur. Bunlardan birincisi taşkın riski haritasıdır. Doğal çevrenin ve aynı zamanda faaliyet alanı güvenliğinin korunması için değerlendirilmesi gereken taşkın riski bilgisi atık aktarma istasyonu yer seçimi sürecine dahil edilmesi tavsiye edilen bir kriterdir. Arazi mülkiyet bilgisi erişilemediği için kullanılmayan bir diğer kriterdir. Hem maliyetlerin azaltılması hem de etkili arazi kullanımı için önemli bir kriterdir.
- Analiz sonucunda tespit edilen 1. ve 2. sınıf uygunluktaki arazilerin değerlendirilmesi ve en uygun alternatiflerin oluşturulması için atık aktarma istasyonları yer seçimi süreçlerinde yeraltı su seviyeleri bilgisi dikkate alınmalıdır. Yüzeye yakın olan yeraltı suyu, inşaat sırasında taban suyunun kontrol altına alınmasını gerektireceği için ek maliyete neden olacaktır. Çalışma alanında erişilemeyen bu bilgi doğal çevrenin korunması, kurulum maliyetlerinin azaltılması için önem arz eden bir kriterdir.
- Estetik ve çevre sağlığı açısından ele alınması gereken bir diğer kriter kokudur. Aktarma istasyonları kapalı inşa edildiği koşullarda çevreye olan koku yayılımı en az seviyede olacaktır. Ancak yine de koku unsurunun yerleşim birimleri üzerindeki olumsuz etkisinin önlenmesi için potansiyel koku yayılımının değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Koku unsurunun değerlendirilmesi için AERMOD gibi yeryüzü şekilleri, iklim ve meteorolojik koşullar, koku kaynağı içeriği gibi kriterleri değerlendiren modeller mevcuttur. Koku unsurunun doğru bir şekilde değerlendirilmesi için daha ayrıntılı veri grubu ile çalışılması gerektiğinden değerlendirme kapsamına alınmamıştır.

- Değerlendirilmesi gereken unsurlardan bir başkası şehir estetiği kapsamında ele alınan görünürlük analizleridir. CBS aracıyla bu analizlerin yapılması mümkündür. Ancak çalışma alanı çok geniş bir alan olduğundan değerlendirme kapsamına alınmamıştır. Faaliyet alanının ve taşıma rotalarının cazibe merkezlerinden görünürlüğünün engellenmesi estetik açıdan bir beklentidir.
- Bir diğer gözardı edilmemesi gereken unsur faaliyet alanı kapasitesidir. Arazi kapasitesi, faaliyet alanının uzun vadede çevreye zarar veren bir tesis haline dönüşmemesi için değerlendirilmesi gereken bir unsurdur. Günde 100 ton atık oluşan bir bölgede gerekli aktarma istasyonu faaliyet alanı genişliği yaklaşık 6000 ft²(0.056 ha) dir(USEPA, 2001). Ancak bu değer kurulacak atık aktarma istasyonu tipi ve meydana gelecek ihtiyaçların doğru şekilde planlanması ile ilişkilidir. Atık tipi ve miktarı bilgileri, buna ek olarak arazi mülkiyet bilgisi dikkate alınarak faaliyet alanı kapasitesi ihtiyacı ve arazinin genişleme potansiyeli değerlendirilmelidir.
- Ulaşım unsurunun değerlendirilerek, en kısa sürede en az maliyete ve trafik yoğunluğuna neden olmadan atıkların taşınacağı güzergahların belirlenmesi atık aktarma istasyonlarının konumlandırılması sürecinde başlıca ihtiyaçtır. Çalışmada ulaşım ağı ile ilgili değerlendirmeler CBS ortamında ağ analizi aracıyla yapılmıştır. Ulaşım ağında yol tipleri arasında hiyerarşi oluşturularak en etkili ulaşım güzergahları oluşturulmuş, böylece analizin gerçeğe en yakın fikri vermesi amaçlanmıştır. Fakat en kısa süre, en az maliyet gibi kriterler alınan mesafeye ek olarak yolun eğimi, araç tipi vb.unsurlara da bağlıdır. Bu nedenle atıkların taşıma maliyeti ve süresinin azaltılması amaçlanarak alternatif alanların belirlenmesi işlemi uygulanmamıştır. Yeryüzü şekilleri ve ağ analizi ilişkilendirilerek atıkların taşıma maliyetini ve süresini azaltıcı faaliyet alanı konumlandırılmasının yapılması tavsiye edilmektedir.
- İlgili kriterler değerlendirilirken alanyazında yer alan çalışmalara ek olarak ilgili kurum ve kuruluşlarda görevli konuyla ilgili uzmanların ve akademisyenlerin görüşlerine danışılmıştır. Konuyla ilgili başka bir çalışmada değerlendirme sürecinin modellenmesi için çok kriterli karar verme yöntemleri matematiksel algoritmalarından faydalanılarak değerlendirme sürecinin güvenilirliğinin artırılacağı düşünülmektedir.
- Yer seçimi analizleri faaliyet tipine ve uygulama alanına göre değişkenlik gösteren analizlerdir. Bu çalışma, çalışmanın yöntem stratejisi doğrultusunda faaliyet alanı özellikleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Aynı konu başka bir çalışma alanında

Çalışma alanı özellikleri doğrultusunda belirlenen farklı bir veri setine ihtiyaç duyacaktır.

KAYNAKÇA

Agenda 21. (1992). UNCED, Rio de Janeiro. Brazil, 226.

Anjaneyulu, Y., Manickam, V. (2007). Environmental Impact Assessment Methodologies. Hyderabad, IND: BS Publications.

Apaydin, O., Gonullu, M.T. (2007). Route Optimization For Solid Waste Collection: Trabzon (Turkey) case study", Global NEST Journal, 9(1), 6-11.

Avdan, U., Uyguçgil, H. (2011). Coğrafi bilgi sistemlerinde proje tasarımı ve yönetimi-II / yazarlar Uğur Avdan ... [vb.] ; editör Hakan Uyguçgil. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, 79-144.

Avouris, N.M., Page, B.(1995). Environmental Informatics methodology and applications of environmental information processing, Dordrecht:Kluwer Academic, 371-384.

Barlisen, K.D., Baetz, B.W. (1996). Developmen T Of A Decision Support System For Municipal Solid Waste Management Systems Planning, Waste Management & Research, 14(1),71–86.

Banar, M., Acar, I., Özkan, A., Köse, B.M. (2010).Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Kullanılarak Katı Atık Düzenli Depolama Sahası Yer Seçimi” Katı Atık ve Çevre, 80, 20-28.

Basnet, B., APAN, A., Raine, S.R. (2001). Selecting Suitable Sites for Animal Waste Application Using a Raster GIS, Environmental Management,28(4),519-531.

Beğen, N.N. (2002). Optimal Locations Of Landfills And Transfer Stations In Solid Waste Management Degree Of Master Of Science Thesis, The Department Of Industrial Engineering And The Institute Of Engineering And Science Of Bilkent University,6.

Beloff, B.R., Beaver, E.R., Massin, H. (2000). Assessing societal costs associated with environmental impacts. Environmental Quality Management, 67-82.

Berke,P.R, Godschalk, D.R., Kaiser, E.J, Rodriquez, D.A. (2006). Urban Land Use Planning, University of Ilionis Press Urbana and Chicago.

Bernstad Saraiva Schott, A., Aspegren, H., Bissmon, M., Jansen J. (2013). Modern Solid Waste Management in Practice, SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology, 18,79 .

Billa, L. ve Pradhan, B. (2013). GIS Modeling for Selection of a Transfer Station Site for Residential Solid Waste Separation and Recycling, *Pertanika J. Sci. & Technol.* 21 (1): 487 - 498.

Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S., Rosselli, R. (2009). GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *International Journal Of Geographical Information Science*, 23(10), 1233-1244.

Boulanger, L. (1999). Transfer station. In: Baron, M.G. *Municipal Solid Waste Management: Project Methodology*, Haifa, Marseilles and Piraeus, Life Program-Third countries, LIFE95/IL/B2/IL/969/ MED. Brasington.

Borrell,R., Rodríguez,F., Monedero,A. (2013). Factor analysis and geographic information system for determining probability areas of presence of illegal landfills, *Ecological Indicators* 37,151– 160.

Bovea, M.D.,Powell,J.C., Gallardo, A. (2007). Capuz-Rizo, S.F., The Role Played By Environmental Factors In The Integration Of A Transfer Station In A Municipal Solid Waste Management System, *Waste Management* 27, 545–553.

Brimicombe, A. (2003).GIS,Environmental Modelling and Engineering, 7-40.

Canter, LW. (1996). *Environmental Impact Assesment*, 2. baskı, McGraw Hill, NewYork

Chatzouridis,C., Komilis, D. (2012). A methodology to optimally site and design municipal solid waste transfer stations using binary programming, *Resources, Conservation and Recycling*, 60, 89-98.

Chandrappa ,R., Bhusan,D. (2012). *Solid Waste Management Principles and Practice*, Springer Heidelberg New York Dordrecht London, 32-120.

Chalkia, C., Lasaridi, K. (2014). Benefits from GIS Based Modelling for Municipal Solid Waste Management, Mathematical Modeling of Energy and Environmental Systems, 417-432.

Chalkias, C., Lasaridi K. (2009). A GIS based model for the optimisation of municipal solid waste collection: The case study of Nikea, Athens, Greece WSEAS Transactions on Environment on and Development, 1,11–15.

Chakhar, S., Mousseau, V. (2007). An algebra for multicriteria spatial modelling. Computers, Environment and Urban Systems, 31, 572-596.

Chou, Y. (1997). Exploring-spatial analysis in geographic information systems, Albany, N.Y.,:On Word Press.

Compagno. L., D'Urso, D., Latora,A. (2011). Conference: Proceedings of XVI Summer School "Francesco Turco", At Abano Terme, 514-525.

Coppock J.T., Rhind D.W. (1991). "The History of GIS", editorler: Maguire D.J., Goodchild M.F., and Rhind D.W., Geographical Information Systems : Principles and Applications, 1, 21-43.

Christian,B. (2014). Multi-Criteria Selection of Waste Transfer Stations in the Kumasi Metropolis, Department of Environmental Science, Kwame Nkrumah University of Science and Technology.

Christensen, T. H. (2011). Solid waste technology & management, editör: Thomas H. Christensen. Chichester, West Sussex, U.K., Wiley, 1, 903-904.

Çabuk, S. N., Döğeroğlu, T. (2006). Coğrafi bilgi sistemleri destekli stratejik çevresel değerlendirme çalışması : Eskişehir kenti için toplu konut alanı yer seçimi / Saye Nihan Çabuk. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi.

Çabuk, A. (2011), Temel Kavramlar. İçinde Çabuk, A. (ed.), Coğrafi Bilgi Sistemleri (s. 3,4). Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Çabuk, A. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri / yazarlar Alper Çabuk ... [vb.] ; editör Alper Çabuk. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.

Çabuk, A., Çabuk, S.N., Ulu, A. (2014). Çevre yönetimi Ders Notları, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Çetinsaya Özkır, V., Efendigil, T., Demirel, T., Demirel, N.Ç., Deveci, M., Topçu, B. (2015). A Three-stage methodology for initiating an effective management system for electronic waste in Turkey, *Resources, Conservation and Recycling* 96 , 61-70.

Chang, N. ve Lin, Y. T. (1997). Optimal Siting of Transfer Station Locations in a Metropolitan Solid Waste Management System, *Spectroscopy Letters*, Taylor & Francis, 87(3) ,601-623.

Cheremisinoff, N. P. (2003). *Handbook of solid waste management and waste minimization technologies*, Amsterdam, Boston, Butterworth-Heinemann.

Cirucci, J.F., Miller, D.A., Blanford, J.I. (2015). Retrospective GIS-based multi-criteria decision analysis: A Case Study of California Waste Transfer Station Siting Decisions. *Proc. ISSST*.

Clímaco, J., Fernandes, S., Captivo M. E. (2015). A discussion on the role of decision support in a location analysis case study, 261, *DSS 2.0 – Supporting Decision Making with New Technologies*.

Çevre Kanunu. (1983). Kanun Numarası: 2872, Resmi Gazete: 18132

Çevre ve Orman Bakanlığı. (1998). MERA YÖNETMELİĞİ, Resmi Gazete Sayısı: 23419

Çevre ve Orman Bakanlığı. (2004). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, No: 25687.

Çevre ve Orman Bakanlığı. (2005). Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, Kanun No. 5403

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete, No: 29314

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2011). Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, Resmi Gazete: 27984

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2011). İklim Değişikliği Eylem Planı 2011 - 2023.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (1983), Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu Resmi Gazete: 18113

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2012).Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik , Resmi Gazete: 28242.

DHV Consultants, (Tarihsiz), atık aktarma merkezleri için teknoloji ve yer seçimi raporu, 13.04.10/report- 1b-2-turkish BV, R&R Bilimsel Teknik Hizmetler

Derviş, R.(2015).Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve çok nitelikli karar verme (çnkv) yöntemi ile lojistik tesislerin değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, 26-27.

Dilek, E.F. ve Çelem, H. (2003). Bodrum ilçesi Katı Atıklarının Düzenli Depolama Olarak Değerlendirilmesinde Alternatif Alan Seçim Olanaklarının Saptanması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (9), 255-260.

Durmuş, D.H., Sözlü görüşmeler. (2015). (Orman arazilerinin kullanımı hakkında bilgi edinilmesi), Orman Mühendisi, T.C. Orman Genel Müdürlüğü- Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye.

Effat H. A., Hegazy, M.N. (2012). Mapping potential landfill sites for North Sinai cities using spatial multicriteria evaluation , The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences,15, 125–133.

Eiselt, HA. (2007). Locating landfills-optimization vs. reality. European Journal Oper Resource, 179(3), 1040–1049.

Eiselt, H.A., V. Marianov. (2011), Foundations of Location Analysis. NewYork,: Springer.

Emery, A.D.(2003). Griffiths, A.J., Williams, K.P.,An in depth study of the effects of socio-economic conditions on household waste recycling practices. Waste Manag Res., 21(3),180-90.

Ersoy, M. (2012), Kaynak Envanter ve Analizinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı: Uludağ Milli Parkı Örnekleme. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Eshet, T., Baron, M.G., Shechter, M., Ayalon, O. (2007). Measuring externalities of waste transfer stations in Israel using hedonic pricing *Waste Management*, 27, 614–625.

Silvestri, S. Omri, M. (2008). A method for the remote sensing identification of uncontrolled landfills: formulation and validation. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 975–989.

Sunar F., Özkan C., Osmanoğlu B. (2011). *Uzaktan algılama / yazarlar Filiz Sunar, Coşkun Özkan, Batuhan Osmanoğlu ; editör Filiz Sunar. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.*

Falconer, A., Foresman, J. (2002). *A system for survival: GIS and sustainable development*, Redlands, Calif.: ESRI press.

Feo, G. D., Gisi, S. D. (2014). Using MCDA and GIS for hazardous waste landfill siting considering land scarcity for waste disposal. *Waste Management*, 34, 2225–2238.

Gallardo, A., Carlos, M., Peris, M., & Colomer, F. (2015). Methodology to design a municipal solid waste pre-collection system. A case study. *Waste Management*, 36, 1–11.

Gallardo, A., Carlos, M., Peris, M., Colomer, F.J. (2014). Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map; A case study, *Waste Management*, 34, 1920–1931.

Garland, P. (2015), "Environmental Justice and the Siting of SR-85 and North Gateway Transfer Station", Yüksek Lisans tezi, Arizona State University.

Gautam A. K., Kumar, S. (2005). Strategic planning of recycling options by multi-objective programming in a GIS environment, *Clean Techn Environ Policy* 7, 306–316.

Gill, Y. , Kellerman, A. (1993). A multicriteria model for the location of solid waste transfer station: The case study of Ashdod, Israel: *Geojournal*, 29(4), 377–384.

Güngör, S. ve Dilek, E. F. (2006). Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Katı Atık Depolama Sahaları İçin Yer Seçim Kriterleri ve Beyşehir İlçesi İçin Depolama

Alanlarının Seçimi. Konya Beyşehir, I. Uluslararası Beyşehir ve Yöresi Sempozyumu, 11-13 Mayıs, Bildiriler Kitabı, 686-696.

Habtamu, N.(2015). Selection of Potential Sites for Solid Waste Transfer Stations in Addis Ababa: A Decision Support System using GIS and RS Techniques., The School of Graduate Studies of Addis Ababa University, Degree of Masters of Art in Geography and Environmental Studies.

Higgs, G., Langford, M.(2009)."GIS science, environmental justice, & estimating populations at risk: The case of landfills in Wales", Applied Geography, 29 (1), 63–76.

Hoorweg, D., Perinaz, B.T. (2012).What a waste, A global review of solidwastemanagement, Urban Development Series Knowledge Series, 15.

Jaiswa, A., Bharat, A. (2015). Identification of criteria and Indicators for locating waste transfer station sites in urban areas by Delphi consensus, IJSR - International Journal Of Scientific Research,4(2).

Johnson, E., Klein, M., Mickus, K. (1993)."Assesment of the feasibility of utilizing Landsat for detection and monitoring of landfills in a statewide GIS", Environmental Geology, vol.22, 129-140.

Josimovic, B., Maric, I., Milijic S.(2015)."Multi-criteria evaluation in strategic environmental assessment for waste management plan, a case study: The city of Belgrade",Waste Management 36, 331–342.

Karadimas, N.V.,Loumos, V.G. (2008). GIS-based modelling for the stimation of municipal solid waste generation and collection , WasteManagRes, 26(4), 337-346.

Khorasanı, N.,Rafiee, R. (2007). Comparison between two methods of direct and indirect transfer of solid waste in Mashhad municipal solid waste system In Proceedings, Urban Planning & Management Conference. Mashhad City Council, Mashhad, Iran, 932 p.

Kelleci, E., Ergen, S., Uyguçgil H. (2013). Konumsal veritabanı, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi Eskişehir.

Kimball, J.R., Weaver, W.C.(1983). Evaluating the impact of solid-waste transfer station. *The Appraisal Journal* 51 (1), 9–20.

Kirka, O, Erkip, N.(1988). Selecting transfer station locations for large solid waste systems, *European journal of operational Research* 38, 339-349.

Komilis D. (2008), Conceptual models to optimize the haul and transfer of municipal solid wastes. *Waste Manag*;28:2355–65.

Korkut, A. T., Şişman, E. T., Erdiñç, L. T., Özyavuz, M. T. (2008). Tekirdağ kıyı şeridi alan kullanımlarının CBS yardımıyla irdelenmesi. *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 13.

Kreith,F, Tchobanoglous,G. (2002), *Handbook of solid waste management*/George Tchobanoglous, Frank Kreith (Editors). New York : Mc Graw-Hill, 19-835.

Kumar,M.,Ramanathan, A.L, Rao, M.S. (2006), Identification and evaluation of hydrogeochemical process in the groundwater environment of Delhi, India, *Environ Geol* 50(7),1025-1039.

Küçükönder, M. T., Karabulut, M. T. (2007). Çok kriterli analiz yöntemi kullanılarak Kahramanmaraş'ta çöp depolama alanı tespiti. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2), 55.

Lee, N, ve George, C 2000, *Environmental assessment in developing and transitional countries : principles, methods, and practice*, editör: Lee,N., Chichester G.C.

Lo, C.O., Albert, Y., (2002). *Concepts and techniques of geographic information systems* Upper Saddle Riveri N.J.:Prentice Hall.

Lovett, Andrew, A., Appleton. (2008). *GIS for environmental decision-making*. National Conference on GIS Research UK Taylor & Francis, Boca Raton, 1-8.

López Alvarez, J., Aguilar Larrucea, M., Fernández-Carrión Quero, S., & Jiménez del Valle, A. (2008). Optimizing the collection of used paper from small businesses through GIS techniques: The Leganés case (Madrid, Spain). *Waste Management*, 28282-293.

Mackenzie, L.D., Cornwell D.A.(1998). Introduction to environmental engineering 3th edition /Mackenzie L. Davis, David, A., Cornwell,McGraw-Hill.

Malkoç ,S. (2004). Tıbbi Atık Yakma Tesisi Gaz Emisyonları Ve Küllerinin Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Açından İncelenmesi; Toksikite ve Mutajenite Tayinlerinin Yapılması", Doktora Tezi ,Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.

Massam, B.H. (1991). The location of waste transfer stations in Ashod, Israel, using a multi-criteria decision support system, Geoforum 22(1),27-39.

McDougall, F. R., White, P. R., Franke, M. (2008). Integrated Solid Waste Management : A Life Cycle Inventory. Chichester, GBR: Wiley.

Mc Harg, I.(1969). Design With Nature, Published 1969 by The Natural History Press, 198, USA.

Melesse, A. M., Weng, Q., S.Thenkabail, P., Senay, G. B.(2007). Remote Sensing Sensors and Applications in Environmental Resources Mapping and Modelling. Sensors (Basel, Switzerland), 7(12), 3209–3241.

Naish, D. (2010). A method of developing regional road traffic noise management strategies. Applied Acoustics, 71640-652.

NSW - New South Wales. Department of Environment and Conservation. (2006). Handbook for design and operation of rural and regional transfer stations. Sydney South, N.S.W : Department of Environment and Conservation NSW.

Nyerges,T.L.(1993).Understanding the scope of GIS, Environmental Modelling with GIS,8.

Olver Incorporated. (2008). Orange County Transfer Station Site Selection Status Report, 8720 Red Oak Boulevard, Suite 505 Charlotte, NC 28217 Project Number 20151.

Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Porsuk Baraj Gölü Havzası Özel Hükümleri, Bakanlık Onay Tarihi ve Sayısı: (19.02.2013/79).

Özkan, A., Altan, M., Banar, M. ve Ayday, C. (2005), “Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Tıbbi Atık Toplama Rotalarının Belirlenmesi”, III.Ulusal Katı Atık Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir, 359-366.

Özkan, A., Banar, M. (2008). Kentsel katı atık yönetim sistemlerinin oluşturulmasında farklı karar verme tekniklerinin kullanımı / Aysun Özkan. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi.

Palabıyık, H., Yavaş, H., Aydın, M., (2010). Nükleer Enerji ve Sosyal Kabul Sorunu: Nımbı Sendromu Üzerine Kritik Bir Literatür İncelemesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Y.,15(1),45-66.

Rafiee, N., Khorasani, N., Salman Mahiny, A., Darvishsefat, A.A., Danekar, A., Hasan, S.E. (2011). Siting Transfer Stations for Municipal Solid Waste Using a Spatial Multi-Criteria Analysis, Environmental & Engineering Geoscience, XVII, No. 2, 143–154 .

Rahman, M., Kuby, M. (1995). A multiobjective model for locating solid waste transfer facilities using an empirical opposition function., 33(1), 34.

Ramasamy S.M., Kumanan C.J., Palanivel K. (2003). GIS Based Solutions for Waste Disposals. In: GIS Development, India.

Sackey, I. (2012). Using GIS to Determine Waste Transfer Stations in Relation to Location of Landfill Site in the Accra Metropolis A thesis submitted to the Department of Environmental Science of the Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kwame Nkrumah University of Science and Technology Kumasi, Ghana

Samsunlu, A. (2005). “Su Getirme ve Kanalizasyon Yapılarının Projelendirilmesi”, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Sayıştay Başkanlığı. (2007). Türkiye'de Atık Yönetimi Ulusal Düzenlemeler ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi Performans Denetimi Raporu.

Scally, R. (2006). GIS for environmental management. Redlands, California : ESRI Press.

Schubeler, P., Wehrle, K., Christen, J. (1996). Conceptual framework for municipal solid waste management in low-income countries. Urban management and infrastructure working paper ; no. 9. Washington, DC: World Bank.

Senthil J., Vadivel S., J. Murugesan. (2012). Optimum Location of Dust Bins Using Geo-Spatial Technology: A Case Study of Kumbakonam Town, Tamil Nadu, India, *Advances in Applied Science Research*, 3 (5), 2997-3003.

Shah, K.L. (2000). *Basics of Solid and Hazardous Waste Management Technology*, Upper Saddle River, N.J: Prendice Hall., 12-315.

Shifrin,N. (2014). *Environmental Perspectives A Brief Overview of Selected Topics*, Springer International Publishing.

Shulman V. L.(2011). Chapter 1 - Trends in Waste Management, In *Waste*, edited by Trevor M. LetcherDaniel A. Vallero, Academic Press, Boston, 3-10.

Siddiqui, M.Z.,Everett, J.W. ve Vieux, B.E. (1996), “LandfillSiting Using Geographic Information Systems: A Demonstration”, *J. Environ. Eng.*, 122 (6), 515-523.

Silva, S., Alcada-Almeida, L., Dias, L. C. (2014). Biogas plants site selection integrating Multicriteria Decision Aid methods and GIS techniques: A case study in a Portuguese region. *Biomass And Bioenergy*, 7158-68.

Singh,UK., Kumar, M., Chauhan R.(2008). Assesment of the Impact of Landfill on Groundwater Quality; A Case study of the Pirana site in western India;*Environmental Monitoring and Assesment* 141(1-3), 309-321.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York, 325-360.

Teixeira, J., Chamine', H., Espinha Marques, J., Carvalho, J., Pereira, A., Carvalho, M., & ... Rocha, F. (2015). A comprehensive analysis of groundwater resources using GIS and multicriteria tools (Caldas da Cavaca, Central Portugal): environmental issues. *Environmental Earth Sciences*, 73(6), 2699-2715.

The European Parliament And of The Council. (2008). Directive 2008/98/EC of TheEuropeanParliamentAnd of TheCouncil on Waste and Repealing Certain Directives, Official Journal of the European Union, L312, 3–30.

Twardowska, I.,(2004). I.1 - Solid waste: what is it?, Waste Management Series, Elsevier, 4, 3-32.

Tucker,J. (2008). Environmental Standards for Municipal Solid Waste Transfer Stations, Government Of Newfoundland And Labrador,Department of Environment and Conservation.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2012). Belediye Atık İstatistikleri Veri Tabanı- Belediye Atık Temel Göstergeleri, Ankara: (Erişim Tarihi:30.07.2015)

UN DESA - United Nations Department of Economic and Social Affairs, (2014). World Urbanization Prospects The 2014 Revision, New York.

USEPA (US Environmental Protection Agency). (1995). Decision-Makers“ Guide To Solid Waste Management. Washington, D.C. United States Environmental Protection Agency.

USEPA (US Environmental Protection Agency).(2001). Waste transfer stations:Involved citizens make the difference. Solid Waste and Emergency Response: EPA 530-K-01-003.

USEPA (US Environmental Protection Agency). (2002). Waste transfer stations: a manual for decision-making (Draft). Solid Waste and Emergency Response: EPA 530-D- 01-001.

Ünlü, K. ve Türker, M., (2004). Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve sistem simülasyon modelleri (SSM) kullanılarak katı atık deponi sahası tasarımlarının değerlendirilmesi. Tübitak Çevre, Atmosfer, Deniz ve Yer Bilimler Araştırma Grubu. Proje No: İÇTAG Ç 047. Bozok Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Bozok.

Vijay, R., Gautam, A., Kalamdhad, A., Gupta, A., Devotta, S. (2008). GIS-based locational analysis of collection bins in municipal solid waste management systems. Journal Of Environmental Engineering And Science, (1), 39.

Vinceti, M., Malagoli, C., Fabbi S., Teggi, S., Rodolfi, R., Garavelli, L., Astolfi, G., 5 a Rivieri, F. (2009). Risk of congenital anomalies around a municipal solid waste incinerator: a GIS-based case-control study. *Int J Health Geogr*.

Washburn, B.E. (2012), Avian use of solid waste transfer stations, *Landscape and Urban Planning*, 104, 388-394.

Williams, P. T. (1998). *Waste treatment and disposal* / Paul T. Williams. Chichester : J. Wiley, c1998, s.1-5.

Worboys, M., Duckham. (2004). *GIS Acomputing Perspective*, 2. baskı, CRC press

Wu, H., Wang, J., Duan, H., Ouyang, L., Huang, W., Zuo, J. (2015). An innovative approach to managing demolition waste via GIS (geographic information system): a case study in Shenzhen city, China. *Journal Of Cleaner Production*.

Xie, H., Yao, G., & Liu, G. (2015). Spatial evaluation of the ecological importance based on GIS for environmental management: A case study in Xingguo county of China. *Ecological Indicators*, 51(Environmental issues in China: Monitoring, assessment and management), 3-12. doi:10.1016/j.ecolind.2014.08.042

Yang, K., Zhou, X., Yan, W., Hang, D., Steinmann, P. (2008). Landfills in Jiangsu Province, China and potential threats for public health: Leachate appraisal and spatial analysis using geographic information system and remote sensing, *Waste Management*, 28(12), 2750-2757.

Yeşilnacar, İ.M., Sözen, M.L., Doyuran, V., Şener, B. (2008). Düzenli depolamada yer seçimi için CBS tabanlı algoritmaların üretilmesi. *Tübitak Çevre, Atmosfer, Deniz ve Yer Bilimler Araştırma Grubu*. Proje No: 106Y305. Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa.

Yıldız, Ş., Lüy, E., Kemirtlek, A. (2009). *Katı Atık Düzenli Depolama Sahalarında Kuş Kontrolü, Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu*.

.....(2012). *Belediye Atık İstatistikleri Veri Tabanı- Belediye Atık Temel Göstergeleri*, Ankara: TUİK

..... (2012). *Eskişehir İli 2011 Yılı Çevre Durum Raporu*, ESKİŞEHİR

- (2013). Eskişehir İli 2012 Yılı Çevre Durum Raporu, ESKİŞEHİR
- (2015). Eskişehir İli 2014 Yılı Çevre Durum Raporu, ESKİŞEHİR
-(2014). Eskişehir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2014 Faaliyet Raporu,Eskişehir, 2014
-(2013). Bursa Eskisehir Bilecik Kalkınma Ajansı - BEBKA,Eskişehir İlçeleri 2012 Yılı Durum Raporları.
- <http://www3.epa.gov/> (Erişim Tarihi:04.03.2015)
- http://www.unep.or.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSW/SP/SP3/SP3_3.asp (Erişim Tarihi:08.03.2015)
- <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1990/43/section/75>(Erişim Tarihi:04.03.2015)
- [http://www.worldbank.org/urban/solid.../waste incineration.html](http://www.worldbank.org/urban/solid.../waste_incineration.html) released: 5/08/1999. (Erişim Tarihi:03.04.2015)
- <http://www3.epa.gov/>(Erişim Tarihi:06.03.2015)
- <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2015-report.html> (Erişim Tarihi:12.04.2015)
- http://www.bilgitoplumu.gov.tr/wpcontent/uploads/2015/01/Sekizinci_Kalkinma_Planı.pdf(Erişim Tarihi:23.06.2015)
- https://iversity.org/en/my/courses/disasters-and-ecosystems-resilience-in-a-changing-climate/lesson_units/38316(Erişim Tarihi:12.01.2016)
- <http://www.crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm>,Centre forremoteImaging,sensingandprocessing-opticalremotesensing (Erişim Tarihi: 11.08.2015)
- <http://www.utdallas.edu/~briggs/poec5319/struct.ppt> (Erişim Tarihi: 25.07.2015)
- http://gif.berkeley.edu/documents/GIS_Data_Formats.pdf (Erişim Tarihi: 25.07.2015)
- <http://www.fao.org/docrep/003/t0446e/t0446e04.htm> (Erişim Tarihi: 07.08.2015)

http://www.irfanakar.com/turkish/genelbilgilercbs.html#cbs_uygulama_alanları
(Erişim Tarihi: 22.06.2015)

(https://www.ida.liu.se/~TDDC22/timetable/TDDC22_GIS-lecture-1.pdf) (Erişim Tarihi: 17.11.2015)

http://istac.com.tr/contents/44/cevre-makaleleri_130838592910380265.pdf.
(Erişim Tarihi: 25.06.2015)

http://www.gutenberg.us/articles/charles_dupin (Erişim Tarihi: 15.08.2015)

<http://gisgeography.com/history-of-gis/> (Erişim Tarihi: 13.08.2015)

<http://gisgeography.com/100-earth-remote-sensing-applications-uses/>(Erişim Tarihi: 22.09.2015)

<http://www.esri.com> (Erişim Tarihi: 19.10.2015)

www.esri.com/library/bestpractices/air-quality.pdf (Erişim Tarihi: 02.03.2016)

<http://gisandscience.com/resources/linking-gis-with-models-a-bibliography/>
(Erişim Tarihi: 13.03.2016)

<http://www.eskisehir.gov.tr/> (Erişim Tarihi 15.11.2015)

<http://www.eskisehir.gov.tr/tr/eskisehir-rehberi/eskisehir-genel-bilgiler.html>
(Erişim Tarihi 15.11.2015)

http://www.eskisehir.bel.tr/sayfalar.php?sayfalar_id=13 (Erişim Tarihi
16.11.2015)

http://www.eskisehir.bel.tr/sayfalar.php?sayfalar_id=13 (Erişim Tarihi:
16.02.2016)

http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Talimatlar/ToprakAraziSiniflamasiStandartlariTeknikTalimativeIlgiliMevzuat_yeni.pdf, Toprak Arazi SiniflamasiStandartlari Teknik Talimati ve Ilgili Mevzuat (Erişim Tarihi: 11.10.2015)

<http://www.fao.org/3/a-a0541o.pdf> (Erişim Tarihi: 27.01.2016)

<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507> Erişim Tarihi:
10.04.2016

http://www.census.gov/history/www/innovations/technology/dual_independent_map_encoding.html, United States Census Bureau (Erişim Tarihi: 11.08.2015)

http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic1526477.files/150203_DES0334700_Intro%20to%20Urbanism%20Quantified_PRECEDENTS.pdf (Erişim Tarihi: 21.08.2015)