

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KENTSEL EKOLOJİK ALTYAPI TASARIMINA YÖNELİK
İLİŞKİSEL PEYZAJ ANALİZ YÖNTEMİ:
KUZEY İSTANBUL ÖRNEĞİ**

Veli İLKE

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

**ANKARA
2016**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Veli İLKE tarafından hazırlanan “**Kentsel Ekolojik Altyapı Tasarımına Yönelik İlişkisel Peyzaj Analiz Yöntemi: Kuzey İstanbul Örneği**” adlı tez çalışması 30/09/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Jüri Üyeleri :

Başkan : Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Halim PERÇİN

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Üye: Doç. Dr. Bülent YILMAZ

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Üye: Prof. Dr. Oğuz YILMAZ

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Alper ÇABUK

Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. İbrahim DEMİR
Enstitü Müdürü V.

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

30/09/2016



Veli İLKE

ÖZET

Doktora Tezi

EKOLOJİK ALTYAPI TASARIMINA YÖNELİK İLİŞKİSEL PEYZAJ ANALİZ YÖNTEMİ: KUZEY İSTANBUL ÖRNEĞİ

Veli İLKE

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Kentlere ve peyzaja bakış açımızla birlikte, son yirmi yılda planlama ve tasarım anlayışımız da derinden değişmiştir. Günümüz kentleri, gerek sosyo - ekolojik gerekse, sosyo - ekonomik yapıları itibarıyla; doğrusal olmayan dinamik özelliklere ve geribildirim döngülerine sahip süreçler tarafından yönetilmektedir. Bu nedenle, kent planlama kentlerin doğasında olan beliren süreçleri okuduğu ve planlamadan tasarıma peyzajı, bu süreçleri yönetmekte araç olarak kullandığı ölçüde başarılı olacaktır. Bu bağlamda, geleceğe yönelik mekânsal projeksiyonlar aracılığıyla, mevcut belirlenimci planlama ve tasarım yaklaşımını yeniden gözden geçirmemizi sağlayacak, karar destek araçlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; peyzaj bileşenleri arasındaki etmen tabanlı ilişkiler aracılığıyla, alternatif ekolojik altyapı tasarımları üretmeyi amaçlayan, ilişkisel peyzaj analiz yöntemi geliştirilmiştir. McHarg'ın peyzaj katmanlarının çakıştırılması esasına dayanan ekolojik yöntemi ileriye taşımayı hedefleyen çalışma; peyzaj katmanları, ekosistem hizmetleri ve tasarım bileşenleri arasında dikeyde ve yatayda çoklu düzeylerde ilişkiler kurmayı temel almaktadır. Steinitz'ın Geotasarım süreç akışı içine konumlandırılan ilişkisel peyzaj analiz yöntemi üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada; planlamadan kentsel tasarım ölçeğine kadar çoklu düzeyli temsil modeli, süreç ve değerlendirme analizleri yoluyla peyzaj anlaşılmasına çalışılmıştır. İkinci aşamada; ekosistem hizmetlerini ve ekolojik altyapı öğelerini temsil eden etmenler arasında ilişkiler tanımlanmış; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli Etmen Tabanlı Modelleme (ETM) ortamında alternatif ekolojik altyapı tasarımları üretilmiştir. Son aşamada ise, üretilen alternatif senaryoların etki analizleri yapılarak karar destek süreci geliştirilmiştir. Planlama ve tasarım arasındaki boşluğu doldurmayı hedefleyen yöntem; Kuzey İstanbul'da kentsel yağmursuyu iyi yönetim uygulamaları örneğinde, kentsel peyzajların ilişkisel analizi yoluyla tasarım fikrine örnek teşkil etmektedir.

Eylül 2016, 184 sayfa

Anahtar Kelimeler: İlişkisel Peyzaj Analizi, Ekolojik Altyapı, Geotasarım, Peyzaj Şehirciliği, Kent Ekolojisi, Ekosistem Hizmetleri, Düşük Etkili Gelişim, Etmen Tabanlı Modelleme, Coğrafi Bilgi Sistemleri.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

RELATIONAL LANDSCAPE ANALYSIS METHOD FOR ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE DESIGN: A CASE STUDY NORTH ISTANBUL

Veli İLKE

Ankara University

Natural Science Institute

Landscape Architecture Department

Supervisor: Prof. Dr. Yalçın MEMLÜK

Over the last two decades, our planning and design approaches have been shifted deeply, as well as our perspectives on cities and landscapes. Contemporary cities have been conducted by processes that have nonlinear dynamic properties and feedback loops, in respect of both socio - ecological and socio - economical structures. Thus, urban planning will succeed to the extent that it reads emergent processes, inherent in cities and it uses landscape as a medium to conduct these processes from planning to design. In this context, it is important to develop decision support tools that provide to revise our current planning and design approaches, via future projections.

In this dissertation, relational landscape analysis method that aim to generate alternative ecological infrastructure templates by way of agent based relations among landscape components has been developed. The study that aim to take forward McHarg's ecological approach based upon overlay of landscape layers, bases to relate at multilevels vertical and horizontal among landscape layers, ecosystem services and design elements. Relational landscape analysis method that positioned into Steinitz's geodesign framework consists of three main phases. Firstly; the landscape is understood via multi-level representation, process and evaluation models from the scale of planning to the scale of urban design. Secondly; the relationships among the agents that represent ecosystem services and ecological infrastructure components are described, and alternative design templates are generated on Geographic Information Systems (GIS) aided Agent Based Modelling (ABM) environment. Lastly; the decision support process is developed by assessing impacts of alternative scenarios. The method that aims to fill the gap between planning and design, sets an example for the design idea via relational analysis of urban landscapes with a case study of the best management practices for urban storm water management in North İstanbul.

September 2016, 184 pages

Key Words: Relational Landscape Analysis, Ecological Infrastructure, Geodesign, Landscape Urbanism, Urban Ecology, Ecosystem Services, Low Impact Development, Agent Based Modelling, GIS.

TEŞEKKÜR

Ekolojik altyapı tasarımı gibi güncel bir alanda yenilikçi bir yöntem ve araç geliőtirmem konusunda, şahsıma her türlü desteği veren danışmanım Prof. Dr. Yalçın Memlük'e; (Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı) Tez İzleme Komitesi toplantılarında yer alarak çalışmama katkı sunan Prof. Dr. Halim Perçin (Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı) ve Doç. Dr. Bülent Yılmaz'a, (İnenü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü) savunma sınavıma katılarak tezimi değerlendiren ve son haline getirmede katkıda bulunan Prof. Dr. Oğuz Yılmaz (Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Alper Çubuk'a (Anadolu Üniversitesi Mimarlık Bölümü Restorasyon Anabilim Dalı) teşekkür ederim.

Tez sürecim boyunca yanımda olan ve desteğini eksik etmeyen sevgili eşime, zor zamanlarda yardımına koşan kardeşime ve beni bu günlere getiren anneme teşekkürü borç bilirim.

Veli İLKE

Ankara, Eylül 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Amacı	3
1.2 Araştırmanın Kapsamı	4
2. KURAMSAL TEMELLER	7
2.1 Mekânsal Karmaşıklık	8
2.1.1 Karmaşık uyum sağlayabilir sistemler.....	9
2.1.1.1 Belirme	9
2.1.1.2 Öz-düzenleme	10
2.1.2 Karmaşık aşağıdan - yukarı bir olgu olarak peyzaj	11
2.1.3 Karmaşık sistemler olarak kentler	12
2.1.4 Planlama ve tasarımda yukarıdan-aşağı yaklaşımlardan aşağıdan- yukarı yaklaşımlara geçiş.....	13
2.2 Aşağıdan Yukarı Süreçleri Temel Alan Planlama ve Tasarım Yaklaşımları ..	15
2.2.1 Geotasarım.....	15
2.2.1 Peyzaj şehirciliği	21
2.2.2 Ekolojik altyapı.....	23
2.2.3.1 Yeşil Altyapı.....	24
2.2.3.2 Düşük etkili gelişim	25
2.3 Kent Ekolojisi	29
2.4 Aşağıdan Yukarı Süreçleri Temel Alan Planlama ve Tasarım Araçları	33
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	35
3.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri.....	35

3.1.1 Coğrafi konum.....	36
3.1.2 İklim özellikleri	38
3.1.3 Jeolojik özellikleri	40
3.1.4 Jeomorfolojik özellikler	42
3.1.5 Hidrolojik ve hidrojeolojik özellikler	45
3.1.6 Toprak özellikleri.....	48
3.1.7 Bitki örtüsü	50
3.1.8 Yaban hayatı.....	55
3.1.9 Korunan alanlar	58
3.1.10 Yürürlükteki planlar	59
3.1.11 Teknik altyapı.....	63
3.1.12 Sosyal, kültürel ve ekonomik özellikler.....	64
3.2 Yöntem	65
3.2.1 İlişkileri anlama.....	67
3.2.2 Peyzajı ilişkilendirme.....	68
3.2.3 İlişkileri öngörme	70
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	71
4.1 Temsil Modeli	71
4.1.1 Çoklu düzeyli temsil modeli	71
4.1.2 Kentsel yeşil alan sistemi	85
4.2 Süreç Modeli.....	90
4.2.1 Arazi örtüsü değişimi.....	90
4.2.2 Hidrolojik süreç analizleri.....	96
4.3 Değerlendirme Modeli	106
4.3.1 Fonksiyonel peyzaj bağlantılılığı	106
4.4 İlişkisel Peyzaj Analizi	111
4.4.1 Değişim modeli	117
4.4.2 Etki analizi	122
4.5 Karar modeli.....	127
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	129
5.1 İlişkisel Modelin Güçlü Yönleri	131
5.2 İlişkisel Modelin Geliştirilebilmesi için Yapılması Gerekenler	134

5.3 İlişkisel Peyzaj Analizinin Geleceğine Yönelik Tahminler	135
KAYNAKLAR	136
EKLER.....	150
EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler.....	151
EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi	156
EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri	174
ÖZGEÇMİŞ.....	183

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD:	Amerika Birleşik Devleti
ABMs:	Agent Based Models (EtmenTabanlı Modeller)
AİGM:	Afet İşleri Genel Müdürlüğü
AGİ:	Akarsu Gözlem İstasyonu
APG:	Anahtar Performans Göstergeleri
BMPs:	Best Management Practices (İyi Yönetim Uygulamaları: İYU)
CBS:	Coğrafi Bilgi Sistemi
CORINE:	The Coordination of Information on the Environment Land Cover Data Set (Çevre Arazi Örtüsü Veri Seti Bilgi Koordinasyon)
DMİGM:	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
DSİ:	Devlet Su İşleri
DY:	Diğer Yapraklılar
EPA:	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)
ESRI:	Environmental Systems Research Institute (Çevresel Sistem Araştırmaları Enstitüsü)
ETM:	Etmen Tabanlı Modelleme (ABM-Agent Based Modelling)
EUNIS:	European Union Nature Information System (Birleşmiş Milletler Doğa Bilgi Sistemi)
FAO:	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
GIS:	Geographical Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemi)
HÖ:	Hücrel Özdevinim
IUCN:	International Union for Conservation of Nature (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği)
İBB:	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İKA:	İstanbul Korunan Alanlar
İYU:	İyi Yönetim Uygulamaları (BMP: Best Management Practices)
IWA:	International Water Association (Uluslararası Su Birliği)
JA:	Jenerik etmenler
LCCS:	Land Cover Classification Systems (Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi)

LID:	Low Impact Development (Düşük Etkili Gelişim)
MAM:	Marmara Araştırma Merkezi
NATURA 2000:	EU Habitats and Birds Directives (AB Habitat ve Kuş Direktifi)
ÖBA:	Önemli Bitki Alanları
ÖDA:	Önemli Doğa Alanları
ReLATes:	Relational Landscape Analysis
RUSLE:	Revised Universal Soil Loss Equation (Düzeltilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi)
SUSTAIN:	System for Urban Stormwater Treatment and Analysis Integration (Kentsel Yağmursuyu Arıtım ve Analiz Entegrasyonu için Sistem EPA yazılımı)
SWMM:	Storm Water Management Model (Yağmur Suyu Yönetim Modeli EPA yazılımı)
TUBİTAK:	Türkiye Bilimsel ve Teknik Arastırma Kurumu
TUREF:	Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi
UNESCO:	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
USDA:	United State Department of Agriculture (Birleşik Devletler Tarım Bölümü)
VA:	Vektör etmenler

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Araştırmanın kapsamı ve temel kavramları	7
Şekil 2.2 Karmaşıklık bilimi ilişkili kuram ve uygulamalarının tarihsel gelişimi	8
Şekil 2.3 Tek boyutlu hücresel özdevinim (kural 30);	10
Şekil 2.4 Yukarıdan - aşağı yaklaşımlardan aşağıdan - yukarı yaklaşımlara geçiş	14
Şekil 2.5 Steinitz'in geotasarım yöntemi	16
Şekil 2.6 Alternatif Peyzaj Gelecekleri	21
Şekil 2.7 Ekolojik altyapı öğeleri	26
Şekil 2.8 Yağmur bahçesi örneği	27
Şekil 2.9 Yapay zeka uygulamaları	33
Şekil 2.10 Hücresel özdevinim (HÖ) ve etmen tabanlı modelleme (ETM) yazılımları ve kullanım alanları	34
Şekil 3.1 Araştırma alanının coğrafi konumu	37
Şekil 3.2 Araştırma alanının "Walter İklim Diyagramı"	38
Şekil 3.3 Araştırma alanı hakim rüzgar yönü	40
Şekil 3.4 Araştırma alanı jeolojik özellikleri	41
Şekil 3.5 Araştırma alanı topografik özellikleri	43
Şekil 3.6 Araştırma alanı eğim durumu	44
Şekil 3.7 Araştırma alanı bakı durumu	45
Şekil 3.8 Araştırma alanı havzaları ve drenaj alanları	47
Şekil 3.9 Araştırma alanı jeolojik geçirimsizlik durumu	48
Şekil 3.10 Araştırma alanı hidrolojik toprak grupları	49
Şekil 3.11 Araştırma alanı orman vejetasyon durumu	51
Şekil 3.12 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı	60
Şekil 3.13 Yürürlükteki Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planları	61
Şekil 3.14 İlişkisel geotasarım genel çerçevesi	66
Şekil 3.15 İlişkisel peyzaj analizine altlık oluşturan veriler	67
Şekil 3.16 İlişkisel Peyzaj Analizi bilgi akışı ve etmenler arası ilişkileri belirleyen kurallar	69
Şekil 4.1 FAO (LCCS) Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi	73
Şekil 4.2 Araştırma alanının çoklu düzeylerdeki temsilleri	75

Şekil 4.3 Çoklu düzeylerde farklılaşan arazi örtüsü örnekleri	76
Şekil 4.4 İkinci düzey arazi örtüsü tipleri	78
Şekil 4.5 Üçüncü düzey arazi örtüsü tipleri	79
Şekil 4.6 Dördüncü düzey arazi örtüsü tipleri.....	80
Şekil 4.7 Geçirimsiz yüzey yoğunlukları	81
Şekil 4.8 Değişim alanlarının 2006 yılı arazi örtüsü.....	91
Şekil 4.9 Değişim alanlarının 2015 yılı arazi örtüsü	92
Şekil 4.10 Eğri numarası ve düzeltilmiş eğri numarası değerleri	98
Şekil 4.11 Akışa geçen yağış miktarı	99
Şekil 4.12 Akışa geçen birikimli yağış miktarı.....	99
Şekil 4.13 Yüzey akışına geçen yağmur suyu akış katsayısı değerleri	100
Şekil 4.14 Yüzey akışına geçen azot değerleri	101
Şekil 4.15 Yüzey akışına geçen birikimli azot değerleri.....	102
Şekil 4.16 Yüzey akışına geçen birikimli azot oranları	103
Şekil 4.17 Yüzey akışına geçen sediment miktarları.....	104
Şekil 4.18 Yüzey akışına geçen birikimli sediment miktarları	105
Şekil 4.19 Yüzey akışına geçen sediment oranları	106
Şekil 4.20 Habitat değeri ve habitat direnci.....	109
Şekil 4.21 Habitat değeri, habitat direnci ve fonksiyonel habitat bağlantılığı.....	110
Şekil 4.22 ETM Ön hazırlık süreci	112
Şekil 4.23 İlişkisel Model eylem akışı ve döngüleri	115
Şekil 4.24 Birinci ekolojik altyapı alternatifi	119
Şekil 4.25 İkinci ekolojik altyapı alternatifi	120
Şekil 4.26 Üçüncü ekolojik altyapı alternatifi	121
Şekil 4.27 Ekolojik altyapı ağı.....	128
Şekil 5.1 Ekolojik altyapı öğelerinin mekansal doğrulaması.....	133

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Aşağıdan - yukarı yaklaşımların üstün yönleri	13
Çizelge 2.2 Geotasarım uygulamaları	18
Çizelge 2.3 Ekolojik altyapı öğelerinin tasarım gereksinimleri.....	28
Çizelge 2.4 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması.....	30
Çizelge 3.1 Araştırmaya altlık oluşturan sayısal veriler	35
Çizelge 3.2 Kumköy Meteoroloji İstasyonu'na ait 1970-2011 yılları arası aylık iklim verileri	39
Çizelge 3.3 Araştırma alanındaki Önemli Doğa Alanı Vejetasyonu	53
Çizelge 3.4 Boğaziçi Önemli Doğa Alanı Kuş Listesi.....	56
Çizelge 3.5 Araştırma alanında yaşayan hayvan türleri.....	57
Çizelge 3.6 Araştırma alanı anıt ağaçları	59
Çizelge 3.7 Yürürlükteki planlardaki kentsel gelişme alanlarının mevcut arazi örtüsü tipleri ile karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.1 Araştırma alanı genelinde ikinci ve üçüncü düzey arazi örtüsü tiplerine ait sayısal değerler	82
Çizelge 4.2 Araştırma alanındaki üçüncü ve dördüncü düzeyde kentsel yeşil alan dağılımı.....	86
Çizelge 4.3 Araştırma alanındaki doğal ve yarı doğal vejetasyona ait sayısal değerler.....	87
Çizelge 4.4 Araştırma alanındaki orman vejetasyonuna ait sayısal değerler	88
Çizelge 4.5 Araştırma alanındaki Kuzey Marmara Otoyolu, toplu konut ve açık ocak alanlarının neden olduğu peyzaj değişimi	93
Çizelge 4.6 Kilyos havzası için alternatiflerin etkileri.....	124
Çizelge 4.7 Tatlısu Deresi havzası için alternatiflerin etkileri.....	125
Çizelge 4.8 Uzunya Deresi havzası için alternatiflerin etkileri	126

1. GİRİŞ

Geleneksel şehircilikte kentsel gelişme yalnızca yapısal ögelere dayanırken; peyzaj, kentlerin güzelleştirilmesi ve doğallaştırılması olarak algılanmaktaydı. Ancak, geçmişteki biçimsel algısının tersine; günümüzde peyzaj, kentlerin karmaşık ve beliren (emergent) ekolojiler olarak kabul edildiği, zamanla değişen modelini tanımlamaktadır. Geleneksel kalıpların ötesinde, peyzajı kentlerin biçimlendirilmesinde kilit öge olarak kabul eden “peyzaj şehirciliği” gibi yaklaşımlar, kentsel tasarıma yenilikçi bir bakış açısı kazandırmıştır. Değişen şehircilik anlayışı; “*ekolojik altyapı*”, “*yeşil altyapı*”, “*peyzaj altyapısı*”, “*düşük etkili gelişim*”, “*suya duyarlı kentsel tasarım*” gibi ortak söylemleri paylaşan, fakat değişik kaynaklardan beslenen yaklaşımlarla etkileşime girmiştir. Bu etkileşim, peyzaj ekolojisi ve kent ekolojisi temelli bilimsel bilginin planlamadan tasarıma aktarılmasına yönelik çalışmalara ivme kazandırmıştır.

Planlama ve tasarım / tasarım ve bilim arasındaki ikilemleri ortadan kaldırabilen çoklu düzeyli sistem tabanlı tasarım yöntemleri, son on yılda üzerinde sıklıkla durulan bir konudur. Geotasarım (geodesign), bu ikilemler arasındaki boşluğu doldurabilir yöntem ve araçlar sağlayarak, değişim ve zamanı anlamamızı sağlarken; peyzaj bu boşluğu ortadan kaldıracak anahtar kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Peyzaj, herhangi geotasarım eyleminde “*sentez için araç ve yöntem*” (Nassauer 2012) olarak değerlendirilebilir. Peyzaj ekolojisi ve kent ekolojisi temelindeki bilimsel çalışmaları tasarıma aktarmayı amaçlayan “*peyzaj şehirciliği*” (Waldheim 2006) veya “*ekolojik peyzaj şehirciliği*” (Steiner 2011) kentleri insan egemen ekosistemler olarak kabul etmektedir. Mevcut şehircilik yaklaşımlarında, tasarım artık “*son ürünli bir üretim sürecinden, açık uçlu evrimsel bir sürece dönüşmüştür*” (Batty 2008).

Uzun süredir, dönüşmekte olan tasarım anlayışımız, tasarımcının sorun çözme ve sanatsal becerilerine odaklanan yukarıdan - aşağı bir olgu olmaktan çok, özellikle süreçleri dikkate alarak “*alternatif gelecek senaryoları*” (Brunckhorst ve Morley 2008, Bryan vd. 2011, Meentemeyer vd. 2013, Dorning vd. 2015) üreten aşağıdan - yukarı bir olgu haline gelmiştir. Bu değişim sürecine kural tabanlı, veri güdümlü, algoritmik, üretken, nesne tabanlı teknolojiler ve benzetim tekniklerindeki gelişmelerle birlikte; mekânsal bilimlerdeki gelişmeler de etki etmiştir. Başlangıçta birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkan tasarım yaklaşımları, son zamanlarda “geotasarım” çatısı altında

ileri taşınmaktadır. Gelinen noktada, coğrafi bilgiyi tasarım sürecine aktaracak, yeterince teknoloji ve bilimsel bilgi geliştirilmiştir. Bu ilerlemeler sayesinde, özellikle son yıllarda bilim ve tasarım alanlarında önem kazanan geotasarım söylevi, bundan sonra peyzaj mimarları ve şehir plancıları için bilim tabanlı tasarıma yönelik büyük potansiyele sahiptir.

“Geotasarım değişime yönelik önerilerin ve etki benzetimlerinin coğrafi bağlamda oluşturulmasında genellikle sayısal teknoloji destekli sistem düşüncesine başvurur.”
(Flaxman 2010, Ervin 2012, Canfield ve Steintz 2014)

Yalnızca farklı bilim alanlarında değil, aynı zamanda peyzaj mimarlığı alanı içinde de çeşitli bakış açıları ile birlikte peyzaj kavramına ilişkin bulanık durum uzun zaman diliminde kavrama canlılık kazandırmıştır. Benzer biçimde, genel olarak kabul görmüş tanımına rağmen; geotasarım, Ervin (2012)’nin tahmin ettiği gibi bulanık hatlarını sürdüreceği gibi görünüyor. Bu durum, kavramı kalaylıkla benimsenebilir ve açık uçlu yapmaktadır. Öyle ki; fikir, her türlü yenilikçi tasarım yaklaşımı için uygulama alanı oluşturmuştur.

“Geleceğin kentsel peyzajı akışlar olarak belirecektir... Kentler birbirine bağlı işlev ve eylemlerin sonsuz ağlarından oluşacaktır.” (Van Ginkel 2008)

İçinde yaşadığımız peyzaja ilişkin üç boyutlu algımız ve gözlemlediğimiz süreçlere ilişkin dört boyutlu deneyimlerimiz, geleceğin kentsel peyzajların akışlarını yakalamakta yetersiz kalmaktadır. Geotasarım bugüne ait üç boyutlu temsil ve değerlendirme modelleri ile geçmişten günümüze dört boyutlu süreç ve değerlendirme modellerini, çoklu geleceklerin değişim ve etki modelleriyle bir araya getirerek tasarıma yeni bir boyut kazandırmıştır.

Peyzaj analizine ilişkin bilimsel çalışmalar; peyzajın desen ve süreç ilişkileri, değişimi, görsel / yapısal karakteri ve fonksiyonunu analiz ederken genellikle peyzaj yapısına odaklanmışlardır. Peyzaj ekolojisi ve kent ekolojisi temelindeki bu çalışmalar gelecekle değil, geçmiş ve günümüzle ilgilidir. Peyzajın yapısından ziyade ilişkilere odaklanmak bilimsel bilgiyi tasarıma aktarmada yararlı olacaktır.

“Esasen, tasarım ve planlarımızı durağan değişmez çözümler olarak değil, süreç içinde sürekliliği olan bir uğraş olarak görmek gerekir. Sonra, değişim ve zaman çalışmalarımızda anahtar değişkenler olmalıdır. Başka bir deyişle, ekologlar ve jeologların yaptığı gibi değişim ve zamanı nasıl anlayacağımızı öğrenmeliyiz.” (Steiner 2014)

Artık, tasarımcıların çözmeye çalıştığı temel soru yalnızca gelecekteki arazi kullanım dağılımını değil, aynı zamanda geleceğin dirençli kentleri için çok işlevli peyzajlar öngörmek olmalıdır. Bu bağlamda, *“dirençlilik”* (resilience) ve ekosistem hizmetleri, kuşkusuz ekolojik altyapı ve ekolojik peyzaj şehirciliği için anahtar kavramlardır. Sosyo-ekolojik süreçleri yönetmeye aday bir altyapı fikri olarak ekolojik altyapı, sağladığı doğrudan, düzenleyici ve destekleyici ekosistem hizmetleriyle geleceğin kentleri, peyzajları ve toplulukları için ipucu verir. Geotasarım bakımından ekosistem hizmetleri, tasarım ve toplumu bir araya getiren anahtar performans göstergesi olarak karar desteği sağlarken; dirençlilik, gelecek olasılıklarının etkilerinin değerlendirilmesinde anahtar kavram olarak karşımıza çıkmaktadır.

Geliştirilen ilişkiyel peyzaj analiz yöntemi, geleneksel analiz yöntemlerinin aksine, peyzajın geleceğine ışık tutması bakımından önemlidir. Bu bağlamda, kentsel peyzajların ilişkiyel analizi aracılığıyla mevcut planlama ve tasarım anlayışımızı yeniden gözden geçirmemizi sağlayacak, karar destek araçlarının geliştirilmesi önem taşımaktadır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın ana amacı; ekosistem hizmetleri, peyzaj bileşenleri ve kentsel ekolojik altyapı öğeleri arasındaki etmen tabanlı ilişkilere dayalı bir peyzaj analiz yöntemi geliştirmek; böylece kentsel ekolojik altyapı tasarımına yönelik çoklu düzeylerde işleyebilir bir planlama ve tasarım süreci tesis etmektir.

Ulaşılmak istenen amaç doğrultusunda üç temel soruya yanıt aranacaktır;

- (1) Planlamadan tasarıma çoklu düzeylere çalışabilir bir temsil modeline nasıl ulaşılabilir?

- (2) Planlamadan tasarıma, kentsel ekolojik altyapı oluşturmaya yönelik etmen tabanlı ilişkilere dayalı bir peyzaj analiz yöntemi mümkün müdür?
- (3) Kentsel su süreçleriyle ilgili ekosistem hizmetleri etmen tabanlı modelleme ile nasıl ilişkilendirilebilir?

Araştırmanın sorularının test etmek üzere üçer adet başlangıç ve alternatif varsayım test edilmiştir:

- (1) (H_0): 1/1000 ölçekli altlık veriler üzerinden, çoklu düzeylerde çalışabilir modüler hiyerarşik bir temsil modeline ulaşılabilir.
(H_A): Kamu kurumlarından temin edilen farklı ölçek ve hassasiyette sahip altlık haritaların ve uzaktan algılama ile sınıflandırılan verilerin hâlihazır haritalarla örtüşmesi mümkün değildir.
- (2) (H_0): Kentsel ekolojik altyapı öğeleri arasındaki etmen tabanlı ilişkilere dayalı bir peyzaj analiz yöntemi geliştirilebilir.
(H_A): Ekolojik altyapı öğeleri arasındaki etmen tabanlı ilişki, ekosistem hizmetleri ile ilişkili göstergelerin etmen tabanlı modelleme ortamıyla ilişkilendirilmesi ile kurulabilir.
- (3) (H_0): Yüzey akışına geçen birikimli yağış ile birlikte akışa geçen kirletici ve sediment miktarları, drenaj hatları boyunca eş zamanlı olarak her bir nokta için tahmin edilerek etmen tabanlı modelle bütünleştirilebilir.
(H_A): Yüzey akışına geçen birikimli yağış ve akışa geçen kirletici ve sediment miktarları, havza ve drenaj hattı boyunca yalnızca belirlenmiş noktalar için ölçülebilir olduğundan, ekosistem hizmetlerini etmen tabanlı modelle ilişkilendirmek için yeterli veri sağlayamayabilir.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma alanı İstanbul Avrupa Yakası'nın kuzeyinde; Kilyos (Kumköy), Uskumruköy, Zekeriyaköy ve Demirciköy yerleşimlerini içermektedir. Araştırmaya konu olan yerleşimler, doğu - batı yönünde doğrusal gelişim gösteren İstanbul kent makroformundan Belgrad Ormanları ile ayrılmaktadır. Doğal ve yarı doğal peyzajlar ile kentsel peyzajların iç içe geçtiği çalışma alanı, kentleşmenin olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik ekolojik altyapı için adeta bir laboratuvar ortamı sunmaktadır. Bu nedenle, su süreçleriyle birlikte doğal, yarı doğal ve kentsel alanların bütünlüğü gözetilerek araştırma alanının sınırları belirlenmiştir. İstanbul kent makroformunun

kuzeyindeki peyzaj özelliklerini ve kentsel yayılmayı temsil eden araştırma alanı Kuzey İstanbul olarak isimlendirilmiştir. Kuzey İstanbul örneğinde, geotasarım süreç akışını kullanan ekolojik altyapı tasarımına yönelik ilişkisel peyzaj analiz yöntemi, kentsel yağmur suyu iyi yönetim uygulamaları özelinde test edilmiştir. Araştırma beş ana bölümden oluşmaktadır:

Birinci bölümde, geliştirilen yöntemin yenilikçi yönüne, tasarım ve bilim kuramları içindeki yeri ve olası katkılarına vurgu yapılmıştır. Kentlere ve peyzaja bakış açısıyla birlikte ortaya çıkan şehircilik ve tasarım kuramlarına değinilmiştir. Tasarım süreçlerindeki değişimde peyzaja yapılan vurgudan bahsedilmiştir. Bu bağlamda; geotasarım, peyzaj şehirciliği, ekolojik altyapı gibi kavramları daha ileri taşımak için yapılması gerekenler sıralanmıştır. Planlamadan tasarıma bilimsel bilgiyi tasarıma aktarmaya yönelik geliştirilen yöntemin önemine değinilmiştir.

İkinci bölümde, geliştirilen ilişkisel peyzaj analiz yöntemine temel oluşturan kavram, yaklaşım, yöntem, araç ve örnek çalışmalara ilişkin literatür araştırmasına yer verilmiştir. Yöntemin temel aldığı belirme kavramının bilimsel dayanağı olan, kentleri karmaşık uyum sağlayabilir sistemler olarak kabul eden aşağıdan yukarı yaklaşımların tarihi süreç içindeki gelişimleri ve bilimsel kuramlarla ilişkilerine değinilmiştir. Geotasarım, peyzaj şehirciliği, ekolojik altyapı, düşük etkili gelişim, kent ekolojisi ve ekosistem hizmetleri kavramlarına ilişkin yöntem, araç ve örnek çalışmalara değinilmiştir. Son olarak aşağıdan yukarı yöntemleri temel alan etmen tabanlı modelleme, hücresel özdevinim gibi benzetim araçları incelenmiştir.

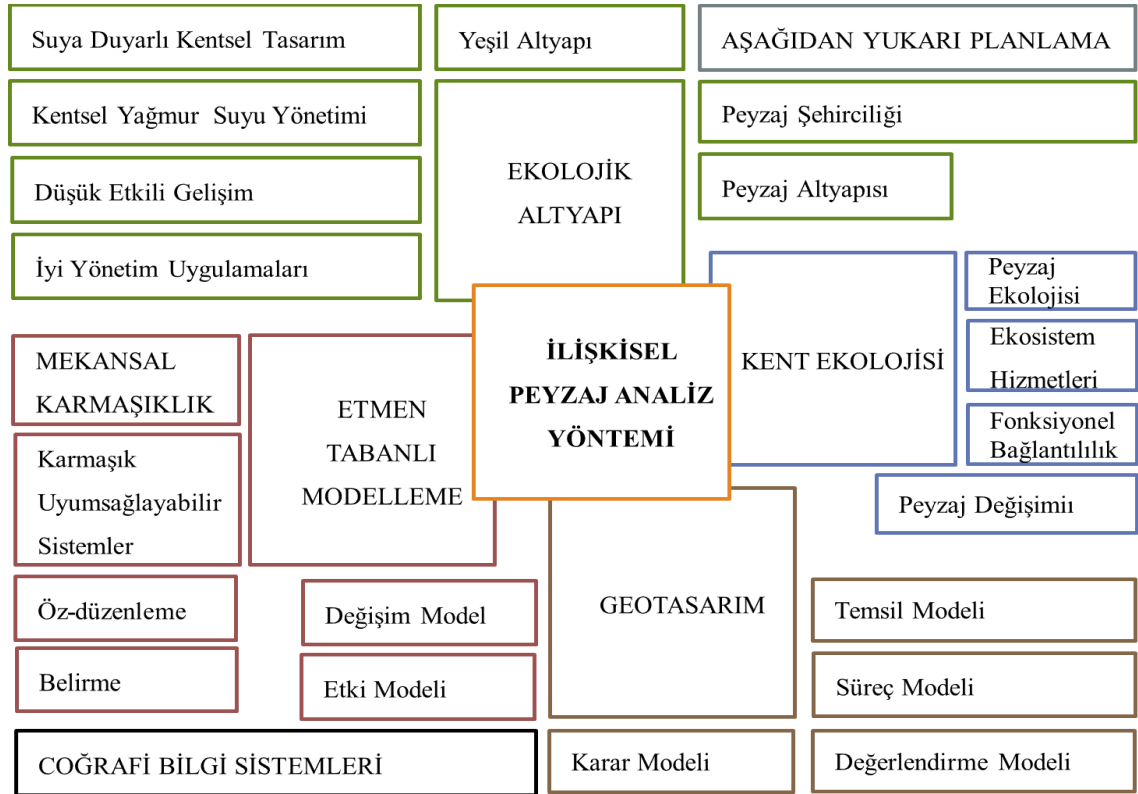
Üçüncü bölümde, araştırma alanının biyotik ve abiyotik peyzaj özellikleri tespit edilmiştir. Araştırma alanının konumu, jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik, hidrojeolojik özellikleri ve hidrolojik toprak sınıfları, bitki örtüsü, yaban hayatı, koruma statüleri, yürürlükteki planlar ve yasal durumu, sosyo ekonomik ve kültürel özellikleri detaylandırılmış ve araştırmaya altlık haritalar hazırlanmıştır. Steinitz'in geotasarım yöntemi içine konumlandırılan ilişkisel peyzaj analiz yöntemi aşamaları ile anlatılmıştır.

Dördüncü bölümde, ilişkisel peyzaj analizi yöntemi araştırma alanı özelinde test edilmiş ve araştırma bulguları paylaşılmıştır. Araştırma alanının temsiline ilişkin arazi örtüsü sınıflandırması yapılmış, araştırma alanının özellikleri çoklu düzeylerde detaylandırılmıştır. Araştırma alanında 2006 - 2015 yılları arasındaki peyzaj değişim süreci incelenmiştir. Hidrolojik süreçlere ilişkin birikimli yağmursuyu akışı, akışa geçen kirletici ve sediment miktarları drenaj hatları boyunca eşzamanlı olarak her bir nokta için tespit edilmiş ve görselleştirilmiştir. Araştırma alanında kentsel alanlar arasındaki kalıntı vejetasyonun fonksiyonel peyzaj bağlantılığı açısından önemini değerlendirmek üzere fonksiyonel bağlantılılık analizi yapılmış; habitat çekirdekleri arasında yaban yaşamının kullanabileceği bağlantı koridorları tespit edilmiştir. İlişkisel peyzaj analizinin çekirdeğini oluşturan etmen tabanlı modellemeyi çalıştırmak üzere, kentsel yağmursuyu iyi yönetim uygulamaları için tasarım ve yer seçim ölçütleri ekosistem hizmetleri ve peyzaj bileşenleriyle ilişkilendirilmiş, alternatif ekolojik altyapı taslakları elde edilmiştir. Üretilen alternatif ekolojik altyapı taslaklarının yağmursuyu kontrolü, kirletici giderme, sediment önleme gibi su süreçleriyle ilgili ekosistem hizmetleri açısından etki analizleri yapılmıştır. Ekosistem hizmetlerine ilişkin etkiler değerlendirilerek karar destek süreci için altlıklar oluşturulmuştur.

Beşinci bölümde, araştırmanın bilim alanına yaptığı yenilikçi etki, yöntem ve uygulama örneğiyle ilgili eksiklikler ve geliştirilmesi için gereken iyileştirmeler tartışılmıştır. Geliştirilen yöntemin ve uygulamanın kullanım alanları, geleceğine ilişkin öneriler getirilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

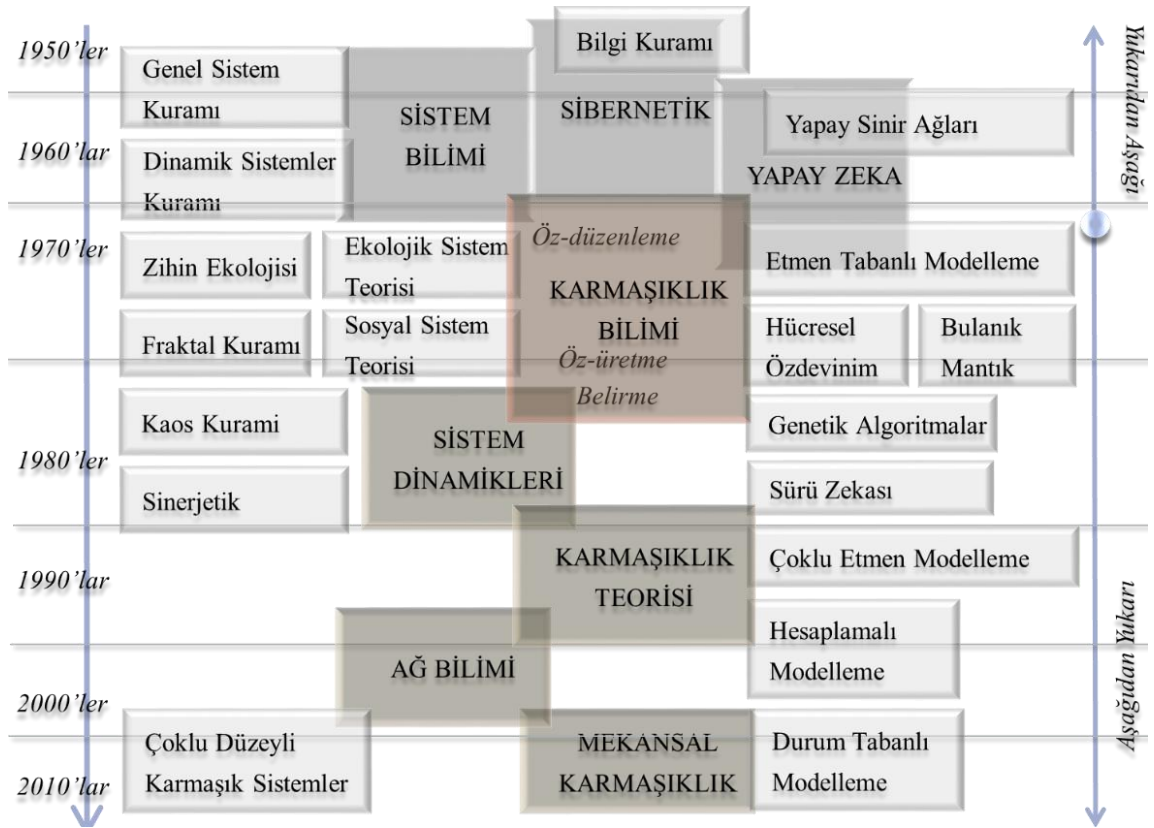
Bu bölümde, geliştirilen ilişkisel peyzaj analiz yöntemine temel oluşturan kavram, yaklaşım, yöntem, araçlar ve örnek çalışmalara değinilmiştir (Şekil 2.1). Araştırmaya yön veren bilimsel temel “mekânsal karmaşıklık” olmuştur. Tasarım yöntemi geliştirmeye yönelik, günümüz planlama ve tasarım anlayışını yansıtan “aşağıdan - yukarı” yaklaşım benimsenmiştir. Kentleri ve peyzajı “karmaşık uyum sağlayabilir sistemler” olarak kabul eden ve kentlerin biçimlendirilmesinde peyzajı temel alan “peyzaj şehirciliği” yaklaşımı araştırmanın kentsel tasarıma bakış açısını yansıtmaktadır. Bilimsel temel ve tasarım yaklaşımı doğrultusunda, araştırmanın ekolojik temeli “kent ekolojisi” üzerine kurgulanmıştır. Böylece, Steintz’ın “geotasarım yöntemi” çerçevesinde “Coğrafi Bilgi Sistemleri” ve “Etmen Tabanlı Modelleme” araçları kullanılarak “ekolojik altyapı” tasarımına yönelik “ilişkisel peyzaj analiz yöntemine” ulaşılmıştır. Bu nedenle, araştırma birbiriyle ilişkili, ama bir o kadar da özelleşmiş geniş bir kuramsal çerçeveye sahiptir.



Şekil 2.1 Araştırmanın kapsamı ve temel kavramları

2.1 Mekânsal Karmaşıklık

1950'lerin sistem bilimi, sibernetik ve yapay zeka uygulamalarının ortak temeli üzerine gelişen disiplinlerüstü bir alan olan karmaşıklık bilimi, çağdaş disiplinlerin çoğuna etki etmiştir (Şekil 2.2). Bu bağlamda; karmaşıklık bilimi, peyzaj şehirciliği ve ekolojik altyapısı kavramlarını güçlendirecek aşağıdan - yukarı araçlar sağlamaktadır. Son yirmi yıl boyunca aşağıdan - yukarı yaklaşımlar ve araçlar şehir planlama, peyzaj ekolojisi ve mimarlık disiplinleri için temel araştırma konusu olmuştur. “Belirme” (emergence) kavramı temelinde (Holland 1998, Johnson 2002) etmen tabanlı modelleme (Batty 2008) ve hücrel özdevinim (Wolfram 2002) gibi aşağıdan - yukarı modelleme araçları, kentsel peyzajlar gibi “*karmaşık uyum sağlayabilir peyzajlar*”ın (Ryan vd. 2007) anlaşılması ve planlanmasında en etkili modelleme araçları olarak önem kazanmaktadır.



Şekil 2.2 Karmaşıklık bilimi ilişkili kuram ve uygulamalarının tarihsel gelişimi

Karmaşıklık bilimi, şehircilik ve peyzaj ekolojisi kesişimine ilişkin akademik araştırmalar (Portugali 2001, Brown vd. 2006, Xie vd. 2007, Batty 2008, Reggiani ve Nijkamp 2009, Fontaine vd. 2009, Baynes 2009, Wainwright ve Millington 2010, Crooks 2010, Tiana vd. 2011, Haase vd. 2012, Chen 2012) incelendiğinde, etmen tabanlı modelleme çoğunlukla karar destek aracı olarak kentsel peyzajların beliren süreçlerinin benzetiminde kullanılmaktadır.

2.1.1 Karmaşık uyum sağlayabilir sistemler

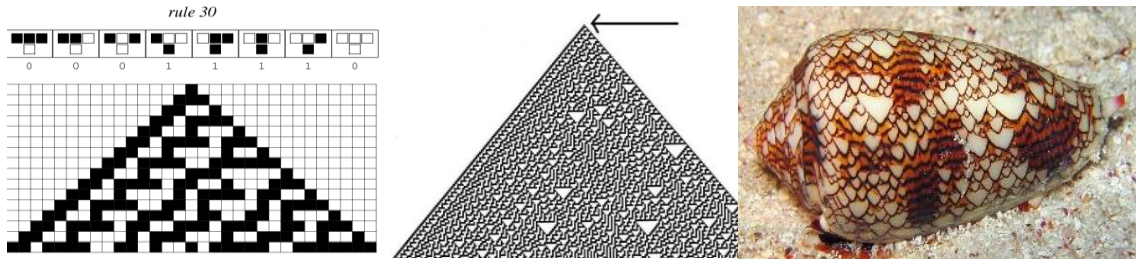
Karmaşık sistemler, uyum sağlayabilir (adaptive) sistemler olarak bilinirler. Uyum sağlayabilir mekanizmalar, sistemin makro ve mikro düzeylerine aynı anda etki ederler (Parker vd. 2003). “*Karmaşık uyum sağlayabilir sistemler*” (complex adaptive systems) (Holland 1995) birbiriyle etkileşen uyum sağlayan ve öğrenen çok sayıda “*etmen*” (agent) adı verilen bileşenlere sahip sistemlerdir. Sistemin genel davranış ve deseni, basit kurallara sahip sistem bileşenleri arasındaki yerel etkileşimlerden kaynaklanır. Manson (2001), karmaşık uyum sağlayabilir sistemlerin kilit özelliklerini; ilişkiler, bileşenler arasındaki ilişkilerin oluşturduğu içyapı, ilişkili olduğu dış ortam, öğrenme ve hafıza, belirme, değişim (yani öz-düzenleme) olarak sıralamaktadır.

Karmaşık uyum sağlayabilir sistemler kuramı, ekosistem dinamiklerinin (Green ve Sadedin 2005) ve peyzaj karmaşıklığının (Ryan vd. 2007) anlaşılmasında önemli araçlar sunmaktadır. Ryan vd. (2007), karmaşık uyum sağlayabilir sistemler kuramının peyzajların farklı düzeylerdeki bileşenleri arası etkileşimin doğrusal olmayan doğasının, karşılıklı geri bildirim döngülerinin, desen ve süreç dinamiklerinin anlaşılmasına ve tanımlanmasına katkı sunacağını savunur. Karmaşık uyum sağlayabilir peyzajları daha iyi anlamak için beliren ve öz-düzenleyici süreçleri daha detaylı incelemek gerekir.

2.1.1.1 Belirme

Belirme olgusu, doğrusal olmayan öz - düzenleyici geri bildirim döngülerine sahip karmaşık uyum sağlayabilir peyzajların en temel özelliğidir. Kavram, bir sistemin genel davranış ve desenlerinin basit kurallar ile sistem öğelerinin yerel etkileşimlerinden

kaynaklanması anlamına gelmektedir. “Doğada ve başka yerlerde süreçlerin nasıl çalıştığına ilişkin radikal düşünceyi vurgulayan” (Wolfram 2002) özellik doğrusal olmayan sistemleri, doğrusal sistemlerden ayıran belirgin karakteristiktir. Johnson (2002) belirme kavramını, “görece basit öğelerin oluşturduğu birleşik bir sistemin üst düzeylerde daha akıllı ve daha uyum sağlayabilir bir davranış oluşturmak üzere, kendinden organize olduğunda meydana gelen” olgu olarak tanımlar. Bütüncü (holistic) bir bakış açısıyla belirme, “bütün parçaların toplamından fazladır” ifadesini kanıtlar. Bu nedenle, beliren özellikler sistemin her bir bileşeninin özellikleri ile anlaşılabilir. Holland (1998) ve Johnson (2002) beliren özellikler yoluyla karmaşık uyum sağlayabilir sistemlerin nasıl çalıştığına yönelik açıklayıcı modeller sunmaktadır. Wolfram (1983), tek boyutlu basit kurallar ve basit programlar kullanılarak doğadakine benzer karmaşık desenler üretebileceğini kanıtlamıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 Tek boyutlu hücresel özdevinim (kural 30), (Wolfram 2002)

2.1.1.2 Öz-düzenleme

Öz - düzenleme (self - organization), bağımsız öğelerden oluşan sistemde yapıları oluşturan uyum sağlayabilir süreçleri tanımlar (Haken 2006). Bu süreçler, sistem bileşenlerinin etkileşimine rağmen sistem düzeyinde yapının sürdürülmesini sağlar (Sudeikat vd. 2012). Doğrusal olmayan sistemlerde öz - düzenleyici süreçler sistem düzeyleri ve / veya bileşenleri arasında gerçekleşen geri bildirim (feedback) döngüleri sonucu meydana gelir. Olumlu geri bildirim döngüleri sistemi dengesizleştirerek öz düzenleyici süreçlerin güçlenmesini sağlarken, olumsuz geri bildirim döngüleri öz düzenleyici süreçleri zayıflatarak sistemin yapısını korumasına yardımcı olur (Green ve Sadedin 2005).

2.1.2 Karmaşık aşağıdan - yukarı bir olgu olarak peyzaj

“Peyzajı, sistem bileşenleri arasındaki yerel etkileşimlerin bütünlük sonucu olarak sistem düzeylerinde ortaya çıkan, bazen öngörülemez desen ve süreçlerin karakterize ettiği sosyo – ekolojik karmaşık sistemler olarak kabul eden paradigma peyzaj ve ekosistem yönetimine dair süregiden mevcut yaklaşımların yerini alıyor.” (Parrott ve Meyer 2012).

Peyzaj kavramına ilişkin, farklı bakış açıları ve tanımlamalar mevcuttur. Ancak, bu çalışmada peyzaj, karmaşık uyum sağlayabilir sistemler kuramı temelinde değerlendirilecektir. Oxford İngilizce Sözlüğü (1989) peyzajı, *“doğal ve yapay süreçleri, etmenleri biçimlendiren düzenleyici bileşke olarak değerlendirilen ayırt edici özellikleriyle birlikte bir arazi parçası”* olarak tanımlarken; Forman (1995) peyzajı, *“yerel ekosistemlerin ve arazi kullanımı karışımının benzer olarak tekrarladığı mozaikler”* olarak tanımlamaktadır. Lepczyk vd. (2008)’e göre peyzaj yalnızca alan olarak tanımlanamaz; en az bir ekosistemi mekânsal boyutlarıyla kapsamalı, yapı ve fonksiyonu birlikte içermelidir.

Genel kabul görmüş peyzaj tanımlarının ötesinde, Lepczyk vd. (2008)’in ontolojik yaklaşımı ve Ryan vd. (2007)’nin karmaşık uyum sağlayabilir peyzajlar yaklaşımı dikkate alındığında peyzaj karmaşık aşağıdan-yukarı bir olgu olarak yeniden tanımlanmalıdır. Bu bağlamda peyzaj, zaman ve mekânda devamlılık gösteren çoklu düzeylerde, ekosistem bileşenleri arasındaki etkileşimlerin neden olduğu beliren ve öz-düzenleyici süreçleriyle değişime açık, desen ve yapı özellikleriyle ayırt edilebilir, sosyo-ekolojik sistemler olarak tanımlanabilir. Bu nedenle, peyzaj indirgemeci belirlenimci yöntemlerle değil, beliren özellikleriyle ele alınmalıdır. Papadimitriou (2013)’e göre peyzaj karmaşık bir sistemin bütün özelliklerini içermektedir. Bunları; çok sayıda bileşen, bileşenler arasında yüksek düzeyde bağlantılılık ve çok sayıda etkileşim, dengeden uzak doğrusal olmayan etkileşimler, kısa vadeli etkileşimler, etkileşimlerdeki döngüler, değişime açıklık, çok sayıda yerel etkileşimin varlığı, geçmişteki değişimlerin geleceğe etki etmesi, fonksiyon özelliklerinin bozulabilirliği, yeni desenlerin belirmesi ve öz-düzenleme olarak sıralamıştır. Papadimitriou (2012),

peyzaj karmaşıklığını yapısal, hiyerarşik ve ölçülebilir olarak üç sınıfta incelemiş, peyzajların algoritmik karmaşıklığını ortaya koymuştur.

Parrott ve Meyer (2012), peyzaj değişiminin çoğu zaman çoklu düzeyler arasındaki süreçlerle bağlantılı olabilen küçük bozulmaların tekrarlarının birikimli ve beliren etkisi sonucu meydana geldiğini belirtmektedir. Bu nedenle, peyzajın sahip olduğu “*karmaşık sistem dinamikleri çoklu düzeylerde bütünleştirilmeksizin anlaşılabilir*” (Gil – Quijano vd. 2012). Çoklu düzeyler (multi-levels) kavramı, zaman zaman çoklu ölçekler (multi-scales) olarak basite indirgenmektedir. Ancak, ölçek kavramı mekân ve zamanın ölçülebilir boyutuyla ilgiliyken; düzey kavramı sistemin üst ve alt ölçeklerdeki özellikleriyle ilgilidir. Peyzajı oluşturan ekosistemlerin alt ve üst düzeyleri arasında dikey ve yatayda (aynı düzeyde veya düzeyler arası, ekosistem içi veya ekosistemler arası) ilişkilerin oluşturduğu bir hiyerarşi vardır. Bu bağlamda, karmaşık aşağıdan - yukarı bir olgu olarak peyzaj çoklu düzeylerde ele alınmalıdır.

2.1.3 Karmaşık sistemler olarak kentler

Kentler, genel sistem kuramından bu yana sistem olarak değerlendirilmektedir. Kentleri “*organize karmaşık sistemler*” olarak değerlendiren Jacobs (1961)’in yanısıra Alexander (1964) kentsel sistemlerde aşağıdan - yukarı süreçlerin farkına varmışlardır (Baynes 2009). Kentleri karmaşık sistemler olarak gören yaklaşım, uzun süredir aşağıdan - yukarı beliren süreçlerin farkına varmasına karşın, kentlerin beliren süreçlerini anlamaya çalışan uygulamalar son yirmi yıldır geliştirilmeye başlanmıştır. Ancak, günümüz mekânsal planlama anlayışı kentleri analiz etmeye yönelik halen yukarıdan-aşağı modelleri kullanmaktadır. Karmaşık bir olgu olarak kentlerin doğasında olan beliren özelliklerini açığa çıkarmak için daha çok aşağıdan-yukarı planlama uygulaması geliştirmeye gereksinim duyulmaktadır.

2.1.4 Planlama ve tasarımda yukarıdan-aşağı yaklaşımlardan aşağıdan-yukarı yaklaşımlara geçiş

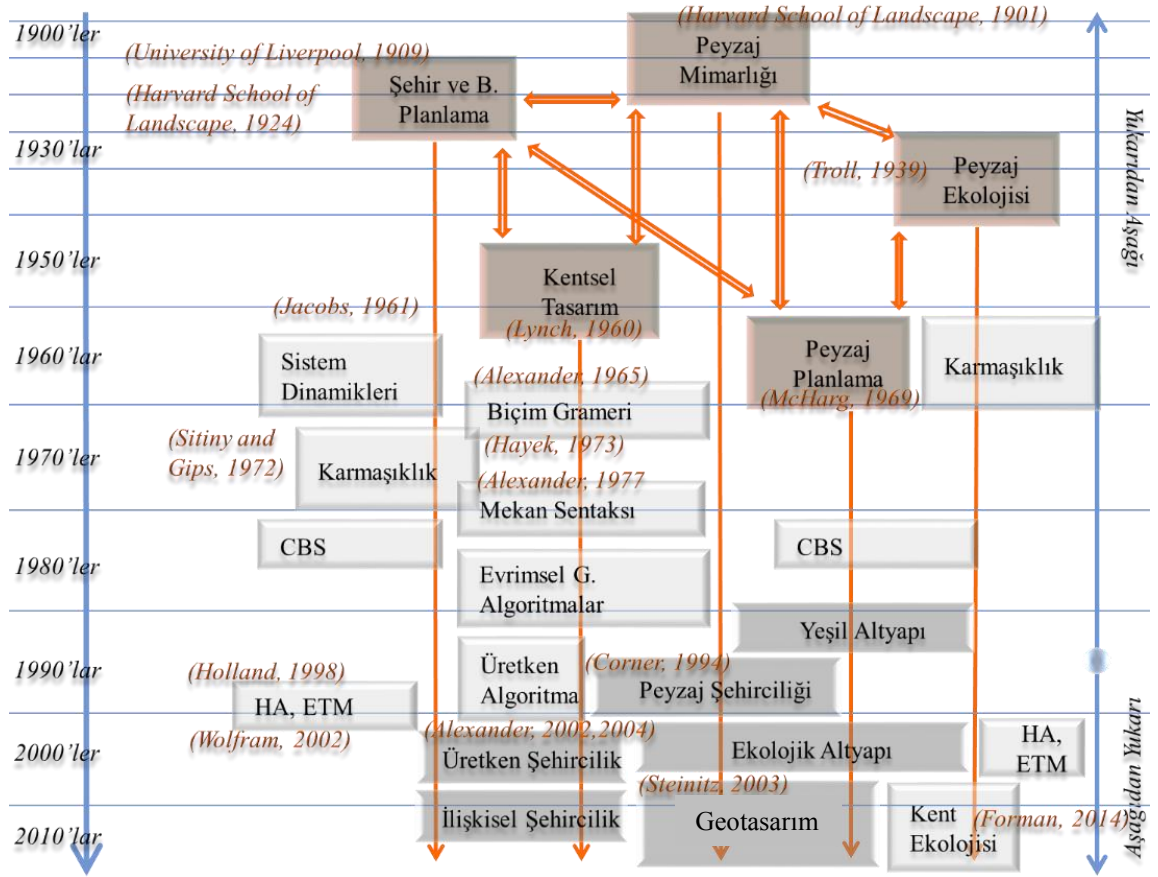
Kentler ve peyzajlar ile ilgili geleneksel modeller; belirlenimci, indirgemeci ve yukarıdan-aşağı yaklaşımların ürünüdür. Belirlenmiş bir ortamda mekânsal olarak anlaşılır olmayan, kısıtlı parametrelere sahip denklem tabanlı modeller, kentsel peyzajların desen ve süreç ilişkilerini yeterince anlaşılır kılamazlar. Bu bağlamda, sistem dinamikleri, yapay sinir ağları, bulanık mantık ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kentleri karmaşık sistemler olarak anlamaya çalışan geleneksel yukarıdan-aşağı yaklaşımların uygulama araçlarıdır.

“Organizasyonel değişim ve yapısal karmaşıklığa odaklanan” (Wainwright ve Milligton, 2010) aşağıdan - yukarı yaklaşımlar ise sistem bileşenleri arasındaki etkileşim sonucu meydana gelen beliren süreçleri benzetim modelleri yoluyla açıklamaya çalışır. Yukarıdan - aşağı geleneksel yaklaşımların aksine; oluşturulan bir ortamda çok sayıda indirgenemez parametre kullanan aşağıdan - yukarı modeller, kentsel peyzaj süreçlerine yönelik mekânsal olarak belirgin açıklayıcı bilgiler verirler (Çizelge 2.1) .

Çizelge 2.1 Aşağıdan - yukarı yaklaşımların üstün yönleri (Crooks ve Heppenstal 2012)

Yukarıdan-Aşağı Yaklaşım	Aşağıdan-Yukarı Yaklaşım
<ul style="list-style-type: none">• Geleneksel• Belirlenimci• İndirgemeci• Sistem Dinamikleri, Yapay Sinir Ağları, Bulanık Mantık, GIS vb.• Denklem tabanlı formüller• Açıklayıcı olmayan• Kısıtlı parametre• Mekânsal olarak anlaşılır olmayan• Belirlenmiş ortam/çevre• Ona müdahale ederiz.	<ul style="list-style-type: none">• Çağdaş• Olasılıklı• İndirgenemez• Hücresel Özdevinim, Etmen Tabanlı Modelleme, Sürü Zekası vb.• Uyum sağlayabilir etmenler• Açıklayıcı• Çok sayıda parametre• Mekânsal olarak belirgin• Oluşturulan ortam/çevre• Ondan öğreniriz.

Peyzaj mimarlığı, şehir ve bölge planlama, peyzaj ekolojisi disiplinleri tarihi süreç içinde birbirleriyle ve diğer disiplinlerle sürekli etkileşim halinde olmuşlardır. Bu etkileşimlerin ortaya çıkardığı sinerji, kentsel tasarım ve peyzaj planlama gibi alanları doğurmuş ve ileriye taşımıştır. Bilim ve bilgisayar teknolojilerindeki gelişimler, zaman içinde bu etkileşime dâhil olmuş; yenilikçi tasarım ve planlama yaklaşımlarının ortaya çıkmasında etkili olmuşlardır. Bu bağlamda, son yirmi yıldır planlama ve tasarım alanında uygulamalarının geliştirildiği hücresel özdevinim, etmen tabanlı modelleme, sürü zekası ve üretken algoritmalar gibi çağdaş modelleme araçları aşağıdan - yukarı yaklaşımların ürünüdür (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Yukarıdan-aşağı yaklaşımlardan aşağıdan-yukarı yaklaşımlara geçiş

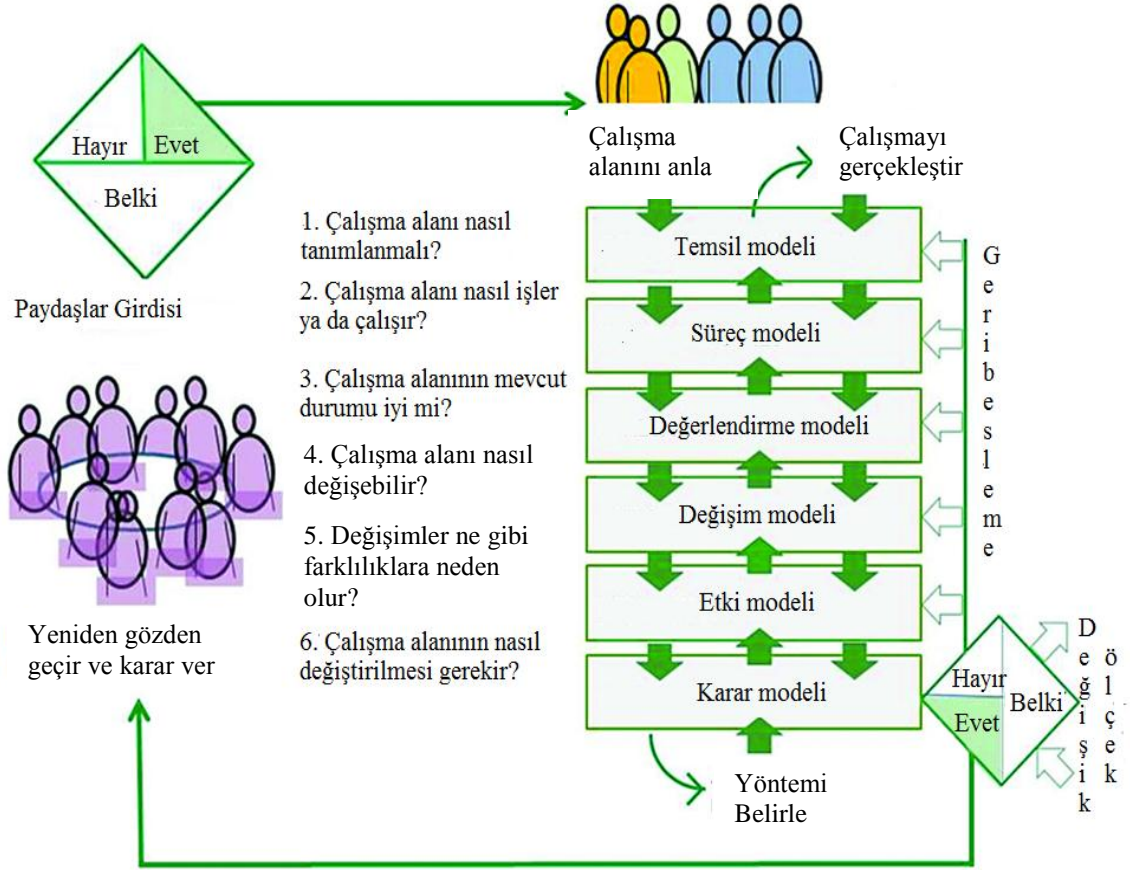
2.2 Aşağıdan Yukarı Süreçleri Temel Alan Planlama ve Tasarım Yaklaşımları

Son yirmi yılda planlama ve tasarım alanında yukarıdan-aşağı yaklaşımların yerini aşağıdan yukarı yaklaşımlar almıştır. Bu yaklaşımlar; kentsel mekânı, tasarım yöntemini ele alış biçimleriyle, yararlandıkları teknolojik araçlar ve katılımcı süreçleri temel almalarıyla aşağıdan-yukarı olarak nitelendirilmiştir. Bu bağlamda, tez kapsamında geotasarım, peyzaj şehirciliği, ekolojik altyapı yaklaşımları katılımcı süreçleri temel alan kentlerin sosyo-ekolojik karmaşıklığına odaklanan ve aşağıdan yukarı teknolojileri kullanan planlama ve tasarım yaklaşımları olarak ele alınmıştır.

2.2.1 Geotasarım

Geotasarım (geodesign) , Flaxman (2010)'un bilim dünyasında kabul görmüş ifadesiyle, *“tasarım önerileri oluşturmayı coğrafi bağlamla bilgilendirilen etki benzetimleriyle sıkı sıkıya birleştiren tasarım ve planlama yöntemi”* olarak tanımlanır. Tanımdan anlaşıldığı gibi yöntem, senaryo tabanlı alternatif tasarımların coğrafi bağlamdaki etkilerini geleceğe yönelik benzetimler aracılığıyla modellemeyi temel alan esnek sistem-tabanlı bir planlama vurgusu yapmaktadır. Böylece, bir plan ya da tasarımın ön aşamasındayken olası sonuçlarının, karar vericiler ve diğer paydaşlar tarafından bilimsel veriler ışığında süzgeçten geçirilebileceği, katılımcı bir karar destek sistemi sağlanır.

“Geotasarım” fikrini ortaya atan Harvard Üniversitesinden Şehir Plancısı Carl Steintz, Ian McHarg ve Phillip Lewis'in 1960'larda geliştirdikleri çakıştırma tekniklerini temel alan bilgisayar destekli yöntemiyle, CBS'nin birçok erken uygulamasının geliştirilmesine katkı sunmuştur. Steintz vd. (2003)'ün alternatif geleceklerin tasarımına izin veren değişim modeli, geotasarımın genel çerçevesini oluşturur. Steintz (2012)'nin geotasarım süreci birbirini izleyen üçlü yinelemeli altı soru ve altı modelden oluşmaktadır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Steinitz'in geotasarım yöntemi (Steinitz 2012)

Yöntem; temsil modeli (çalışma alanı nasıl tanımlanmalı?), süreç modeli (çalışma alanı nasıl çalışır?), değerlendirme modeli (çalışma alanının mevcut durumu iyi mi?), değişim modeli (çalışma alanı nasıl değişebilir?), etki modeli (değişimler ne gibi farklılıklara neden olur?) ve karar modelinden (çalışma alanının nasıl değiştirilmesi gerekir?) oluşur:

Birinci sorudan altıncı soruya doğru gerçekleştirilen ilk yinelemede çalışmanın kapsamı belirlenir:

- 1) Çalışma alanının sınırları ve çalışma alanına ilişkin altlık oluşturan veriler nelerdir?
- 2) Alanın fiziksel, ekolojik ve toplumsal ana süreçleri ve ilişkileri nelerdir?
- 3) Çalışma alanına ilişkin değişik kullanıcı görüşleri, sorunları, güçlü ve zayıf yönleri, fırsatlar ve tehditler nelerdir?
- 4) Araştırma alanındaki mevcut ve öngörülen değişim baskıları (içeriden veya dışarıdan), koruma ve gelişme politikaları nelerdir?

- 5) Yararlı veya zararlı olarak görünen değişiklikleri tahmin etmeye yönelik göstergeler nelerdir?
- 6.) Karar destek sürecine katkı sunabilecek paydaşlar, çatışma gurupları ve kararı etkileyebilecek diğer önemli bağıntılar nelerdir?

Altıncı sorudan birinci soruya doğru gerçekleştirilen ikinci yinelemede çalışmanın yontembilimsel erevesi belirlenir:

- 6) Karar vericilerinin hedef ve gerksinimleri, tasarım gerksinimleri ve önem derceleri, değerlendirme ölçütlerinin niteliği, kısıtlılıkları, iletişim ve görselleştirme gereksinimleri nelerdir?
- 5) Alternatiflerin ekolojik, fiziksel, görsel, ekonomik, toplumsal, kültürel ve yönetsel etkilerine ilişkin ölçütleri, ölçme ve doğrulama yöntemleri nelerdir?
- 4) Değişime yönelik vizyon, strateji, taktik ve eylemler nelerdir? Öngörmeli, katılımcı, ardışık, kısıtlayıcı, tümleşik, kural tabanlı, optimize, etmen tabanlı ve karma değişim modellerinden hangisi veya hangileri çalıştırılmalıdır?
- 3) Koruma ve değişime yönelik değerlendirme ölçütleri nelerdir?
- 2) Ekolojik, fiziki ve toplumsal süreçlere ilişkin hangi süreç modelleri kullanılmalıdır? Modeller hangi karmaşıklıkta olmalıdır?
- 1) Alana ilişkin verilerin ölçeği, zamanı, kaynağı, maliyeti ve sunum biçimi ne olmalıdır? Hangi veri yönetim ve görselleştirme teknolojileri kullanılmalıdır?

Birinci sorudan altıncı soruya doğru gerçekleştirilen üçüncü yinelemede, ikinci yinelemede belirlenen yöntem uygulanır:

- 1) Uygun teknolojiyle mekân-zamanda veriler görsellerştirilir ve veri paylaşımı organize edilir.
- 2) Süreç modelleri uygulanır, test edilir, birbiriyle ve değişim modeliyle ilişkiendirilir.
- 3) Geçmiş ve şimdiki koşullar değerlendirilir, sonuçlar görselleştirilir. Geotasarım ekibi arasında iletişim sağlanır.
- 4) Geleceğe yönelik değişimler önerilir, veri ve görsel olarak temsil edilir. Geotasarım ekibi arasında iletişim sağlanır.
- 5) Herbir değişim modelinin süreç modelleri aracılığıyla etkileri değerlendirilir, görselleştirilir. Geotasarım ekibi arasında iletişim sağlanır.

6) Değişim modellerinin etkileri karşılaştırılır, geotasarım ekibi arasında uzlaşa sağlanana kadar süreç yeniden başlatılır. Uzlaşa sağlanmasıyla birlikte kararlar uygulamaya sunulur.

Geotasarım eylemi, tasarımın etkilerinin sonradan değerlendirilmesinden çok, süreç içinde tasarım geliştirmeye yardımcı olur. Böylece yöntem, performansa yönelik sürekli bilgi sağlayarak, tasarımcıya ve paydaşlara gerçek zamanlı olarak her aşamada yol gösterir.

ESRI Başkanı Dangermond (2010) ESRI'nın 2010-2020 yılları arasındaki 10 yıllık vizyonunu geotasarım ile ilgili uygulamalar geliştirmeye adanmıştır. Konu ile ilgili uluslararası düzeyde uygulama ve deneyimlerin paylaşılması amacıyla, 2010 yılından başlayarak her yıl Redlands ESRI kampüsünde Geotasarım Zirvesi düzenlenmektedir. geotasarım ile ilgili ilk uygulama, 2005 yılında ESRI tarafından geliştirilen alternatif geleceklerin kolaylıkla çizilmesine olanak veren ArcSketch yazılımı olarak kabul edilmektedir. Ancak, bu yeni disiplinler üstü alana damga vuran devrim niteliğindeki uygulama ilk ticari sürümü 2008 yılında piyasaya çıkan CityEngine olmuştur. CBS'yi kentsel tasarım, peyzaj tasarımı hatta mimari ile bütünleştiren yazılım geotasarım alanının geleceğine dair ipuçları vermektedir. Son on yılda geotasarım sürecine yönelik çok sayıda araç ve uygulama geliştirilmiştir (Çizelge 2.2). Ancak mevcut geotasarım araçlarımız halen hızlı ve tekrarlayan etki değerlendirilmesi ve alternatif tasarımların geliştirilmesi için yeterli değildir. Geotasarım fikrini ileriye taşımak için daha fazla yöntem, teknolojik araç ve uygulama geliştirilmesi gereklidir.

Çizelge 2.2 Geotasarım uygulamaları (Steinitz, 2012, McElvaney, 2012, 2013, Anonymous, 2015, Cygan 2014)

Proje adı	Yer	Proje konusu	Yöntemi	Araçlar	Seçenekler
Kamp Pendleton Bölgesi	Kaliforniya, ABD	Kent büyümesi, biyoçeşitlilik	Öngörmeli	Sketch	6
Osa Yarımadası	Costa Rica	Kalkınma Koruma	Katılımcı		

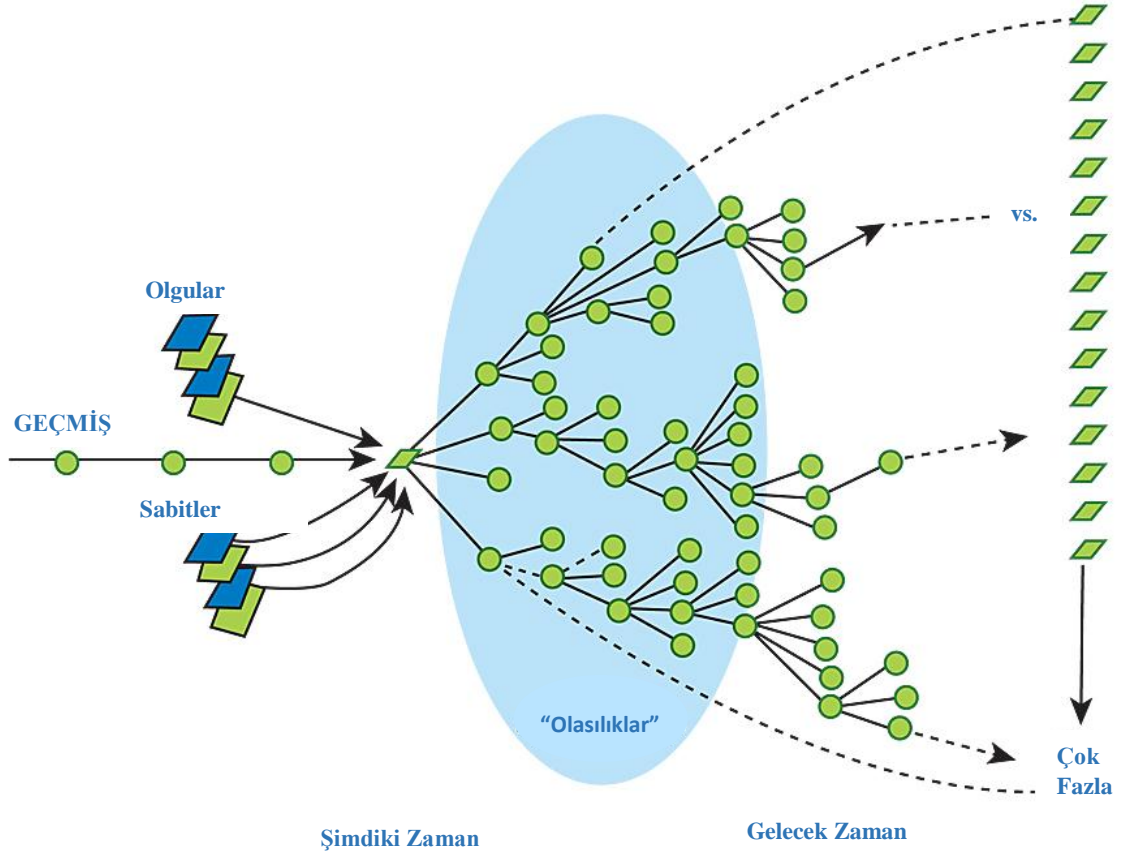
Çizelge 2.2 Geotasarım uygulamaları (Steinitz, 2012, McElvaney, 2012, 2013, Anonymous, 2015, Cygan 2014) (devam)

Proje adı	Yer	Proje konusu	Yöntemi	Araçlar	Seçenekler
Bermuda Çöp Depolama Alanı	Bermuda, İsviçre	Atıktan enerji	Ardışık		3
Caqliari'nin Gelişmesi	Sardinia, İtalya	Bölgenin geleceği	Kısıtlayıcı		
Endüstri zonu ve Roncajette Parkı	Padova, İtalya	Endüstri parkı, Yeşil alan	Tümleşik		
La Paz'ın Gelişmesi	Aşağı Kaliforniya, Meksika	Kent büyümesi, koruma	Kural Tabanlı		10
Telluride Bölgesi	Kolorado, ABD	Rekreasyon, turizm gelişimi	Optimize		
Idyllwild alanı	Kaliforniya, ABD	Yangın yönetimi	Etmen Tabanlı	CART FAFM	4
Batı Londra'nın Büyümesi	İngiltere	Tarihi büyüme, Risk	Karma	METRONAM ICA	
Calgary'de tasarım	Alberta, Canada	Ekolojik sanayi parkı			Master Pl., Kentsel tasarım
Soma Kenti	Japonya	Alternatif iyileştirme planları			
Sonoran Çölü	Meksika	Yaban Hayatı Korikdorları		ADM	
Jurong Göl Bölgesi	Singapur	Sürdürülebilir gelişim	Optimize	SSIM	3
Langley'in Enerjik Geleceği	British Columbia	Enerjik gelecek		ArcGIS 3D analyst, Viewshed	
Yellowstone Park'ında Yaban Yaşamı	Idaho, Montana ve Wyoming, ABD	Doğal kaynak planlaması		EAGLES, COASTER RPSF	Ekolojik gelecekleri tahmin etme
Kaliforniya Kentinden Kırsal Kenya'ya	Kaliforniya, ABD	Yönetim planı	Katılımcı		

Çizelge 2.2 Geotasarım uygulamaları (Steinitz, 2012, McElvaney, 2012, 2013, Anonymous, 2015, Cygan 2014) (devam)

Proje adı	Yer	Proje konusu	Yöntemi	Araçlar	Seçenekler
Yükseltilmiş Demiryolu Sistemi	Honolulu, Hawaii	Ulaşım yönelimli kalkınma		CityEngine, ArcGIS 3D ve Spatial Analyst	
Kırmızı Alanların Yeşile Dönüştürülmesi	Los Angeles , ABD	Yeşil alan gelişimi		ArcGIS, CAD, Illustrator, Photoshop ve Sketch	Kentsel tarım, Rekreasyon , Toplum ve Ekoloji
Accotink Gölü	Springfield Virginia, Washington, ABD	Su kalitesinin iyileştirilmesi	Öngörmeli		
Cape Cod	Massachusetts, ABD	İklim değişikliği	Katılımcı	Community Viz	
2050 Florida vizyonu	Florida, ABD	Gelecek vizyonu		LUCIS	
Tohoku Kenti	Japonya	Yeniden yapılanma			
Massachusetts	ABD	Kentsel ağ analizi		Urban Network Analysis for ArcGIS	
Forest Lawn Creek	Kanada	Master planlama			
King Abdullah Ekonomik şehri	Suudi Arabistan	Master planlama			

Alternatif gelecek senaryoların (Şekil 2.6) üretildiği değişim modeli geotasarım eylemin özünü oluşturmaktadır. Yöntemin diğer beş modeli alternatifler üretme ve onların değerlendirilmesine odaklanmıştır. Geleceğe ilişkin alternatif değişim senaryolarının üretilmesi yalnızca tasarım geliştirmeye yönelik değil, ayrıca peyzaj desen ve süreç değişimlerini anlamaya yönelik bilimsel araştırmalar için önem taşımaktadır.



Şekil 2.6 Alternatif Peyzaj Gelecekleri (Steinitz, 2012)

Gaucherel vd. (2012) peyzaj desenlerini algoritmik yöntemlerle yeniden formüle etmiş, böylece elde ettiği matematiksel peyzaj dili üzerinden değişim senaryoları üretmiştir. Alternatif gelecek senaryoları, belirli zaman dilimlerine ait mevcut peyzaj değişiminin ve değişim tetikleyen etkenlerin analizi yoluyla hüresel özdevinim ve etmen tabanlı modelleme kullanılarak üretilebilmektedirler (Brunckhorst ve Morley 2008, Katoshevski-Cavari vd. 2010, Bryan vd. 2011, Meentemeyer vd. 2013).

2.2.1 Peyzaj şehirciliği

Değişen / dönüşen şehircilik anlayışına tanımlama getiren peyzaj şehirciliği, peyzajın çağdaş şehirciliğin temel yapıtaşı olarak mimarının yerini aldığı mevcut durumda süregiden yaklaşımın bir tarifidir (Waldheim, 2006). Bu söylem, disiplinler arası yeni melez alanı yaratmak için; kent planlama ve peyzaj mimarlığı, planlama ve tasarım

arasındaki boşluğu birleştirme girişimde bulunur. Sabit bir tasarım yaklaşımından çok, uyum sağlayan hareketli süreç tabanlı bir planlama ve tasarım duruşunu savunur. Corner (2003), peyzaj şehirciliğini “*yeni bir melez disiplin önermek üzere iki farklı kavramı bir araya getiren karmaşık bir alayım*” olarak tanımlar. Tanım itibarıyla peyzaj şehirciliği disiplinler arasıdır. Yaklaşım, çağdaş kentsel dinamiklerin karmaşıklığından hareketle kentsel tasarımın mirasını genişleterek; peyzaj ekolojisi, mimarlık, kent planlama ve inşaat mühendisliğinin bilgi ve teknikleriyle bütünleştirir (Muir 2010).

Ducker (2002), önümüzdeki çeyrek yüzyılın karakterini son çeyrek yüzyıldaki gelişmelere bakarak değerlendirebileceğimizi söylemiştir (Fulton 2012). Günümüz kentlerinin ele alınmasında peyzajın hızla değişen kapsamı, peyzaj şehirciliği akımını ortaya çıkaran biçimlendirici etkidir. Bu akımın temelinde, bizim kültürel imgemize hâkim olan dikey yoğun kent yerine, çoğu yönden peyzaja vurgu yapan bir kent fikri yer alır (Waldheim 2006). Bir yaklaşımın ötesinde; kentleri anlama, analiz etme ve tasarlamada yeni bir disiplin olarak görülebilecek peyzaj şehirciliği, kentleri yapı modelinden çok bir peyzaj modeli olarak görür (Gray 2006).

Peyzaj şehirciliğini anlamının en iyi yolu, gerçekleştirici (performative) ve üretken (generative) süreçleri anlamaktan geçer. Bu süreçler karmaşık bir sistemde yeni ve uyumlu yapılar, desenler ve özelliklerin ortaya çıkmak üzere sistem elemanları arasındaki etkileşim dinamikleri sonucu oluşur. Yani, peyzaj zamanla değişen parametrelere sahiptir. Herhangi bir basit yapıya indirgenemez; daha çok zamanla yeni yapılar üretmeyi sürdürür. Bu nedenle, peyzaj şehirciliği durağan bir tasarımdan çok, uyum sağlayan hareketli süreç tabanlı bir planlama duruşudur. Peyzaj şehirciliğini bir moda terim veya değişen planlama ve tasarım anlayışını tarif eden bir yaklaşım olmaktan bir sonraki aşamaya taşımanın yolu, yaklaşımın doğadakine benzer öz-düzenleyici biçimler üretme iddiası bulunan araçlarla buluşturulmasından geçmektedir. Evrimsel genotip, biçim grameri, mekân sentaksı gibi kural tabanlı yöntemleri kullanan gerçekleştirici/üretken/parametrik tasarım araçların peyzaj şehirciliği söylemi ile buluşması şehircilik ve peyzaj mimarlığı alanını bütünüyle yenileyecek yeni ufuklar sunmaktadır.

2.2.2 Ekolojik altyapı

Kentlerin en üretken bileşenleri olan altyapılar, kentsel peyzaj süreçlerinin yönetilmesini ve düzenlenmesini sağlar. Bu nedenle “*kentsel altyapı kalitesi, kentsel ortam kalitesiyle doğrudan ilgilidir*” (Yuan ve Ru 2011). Peyzaj şehirciliği bakış açısıyla, su temini, atık su, yağmursuyu, ulaşım ve diğer kentsel altyapılar büyük ölçüde peyzaj mimarlığının konularıdır. “*Altyapı olarak peyzaj*” (Belanger 2009) ve “*altyapısal şehircilik*” (Allen 1999, Gray 2006) kavramları altyapı, kent ve peyzaj arasındaki ilişkiyi değiştirerek, melez disiplinler arası bir alan olarak kentsel altyapının yeni bir sentezini oluşturur. ekolojik altyapı, peyzajda insan ve doğa arasındaki ilişkiyi kolaylaştıran ekolojik ağ oluşturarak kentteki “*akışları ve peyzajların bütünleşmesini*” (Nijhuis vd. 2012) kolaylaştıracak sayısız olanaklar sunar.

“*Doğal ekosistemi koruyan, temiz hava ve suyun sürdürülebilirliğini ve işlevini sağlayan, insan ve yaban hayatına geniş bir dizi faydalar sağlayan*” (Benedict ve McMahon 2006) bir ekolojik ağ sistemi olarak, yeşil altyapı yaklaşımı ekolojik altyapı kapsamında değerlendirilmiştir. Örneğin; suyun arıtılması, depolanması ve iyileştirilmesi çoğunlukla mühendislik çözümleriyle suyun kontrolünü sağlayan yapay sistemler gerektirir. Yapay biçimlerine karşın, bu mühendislik yapıları çevresel koşulların olumsuz etkisini azaltma, kentsel ortamı birbirine bağlama gibi güçlü olanaklar sunan işlevsel peyzaj öğeleridir.

Peyzaj şehirciliği bakış açısıyla, ekolojik altyapı yaklaşımı aşağıdan-yukarı bir olgudur. Bu nedenle yaklaşım, aşağıdan-yukarı planlama araçlarını kullanarak diğer aşağıdan-yukarı yaklaşımlarla bütünleştirilmelidir. Bu yaklaşımlardan biri yağmursuyu yönetiminde “*yağış kaynağına yakın müdahale etmek ve yağışın zemine süzülmesini kolaylaştırmaya yönelik küçük ve merkezi olmayan yönetim uygulamalarının kullanımını vurgulayan*” (Matlock ve Morgan 2011) düşük, etkili gelişim yaklaşımıdır. Düşük etkili gelişim ve ekolojik altyapı planlamasının bütünleştirilmesinde başlıca konu, değişik iyi yönetim uygulamaları için ekolojik altyapı ağı üzerinde en uygun alanların seçimine yönelik aşağıdan-yukarı süreçlerin düzenlenmesidir.

2.2.3.1 Yeşil altyapı

Benedict ve McMahon (2006)'ya göre; yeşil altyapı yaklaşımı, açık alan çekirdek ve bağlantı sisteminin oluşturulmasını sağlayacak bir konsept olarak, ve farklı ilgi alanlarını bir araya getirecek mekanizma sağlayan bir süreç olarak iki fayda sağlar. *“Doğal ekosistem değerlerinin geliştirilmesi ve sürdürülmesini ve insanlara bütünlük sosyal, ekonomik, estetik faydalar sağlayan birbirine bağlı bir açık alan ağı”* (Nijhuis vd. 2012) ve sosyo-ekolojik süreçleri yöneten bir mekanizma oluşturmak için, *“yeşil altyapı planlama kentsel planlamanın ilk aşaması olmalıdır”* (Chang vd. 2012). Bu planlama adımı, kentsel peyzajlara kentlerin doğrusal olmayan öz - düzenleyici dinamiklerini tetikleyen *“sosyo - ekolojik dirençlilik”* (Schaffer ve Swilling 2012) sağlar.

Bu bağlamda, konu ile ilgili araştırmalar, sosyo - ekolojik süreçleri yönetmek üzere bu birbirine bağlı ağ sisteminin nasıl planlanacağı ve yönetileceği sorusu üzerine odaklanmaktadır. Schaffer ve Swilling (2012) Johannesburg'da *“kentsel ortamda insan ve doğa arasındaki esnekliği arttırmak için hangi tür ekolojik - teknolojik altyapı ve planlamaya ihtiyaç olduğu”* sorgulayarak kentsel yeşil altyapının kompozisyonu ve dağılımına odaklanmış ve bir takım nicel ve nitel değerlendirme teknikleri kullanarak ekosistem hizmeti olarak kentsel altyapıyı değerlendirmişlerdir. Yeşil Altyapının kompozisyonuna odaklanan bir diğer araştırmada, Chang vd. (2012), Çin Shenzhen Longang Bölgesinde sürdürülebilir arazi kullanımına rehber olmak üzere leke, koridor, matris modeli ile CBS tabanlı ekolojik bağlantılılık değerlendirmesini bütünlüştürmüştür. Soille ve Vogt (2009) Birleşik Devletler bütününde *“çekirdek, adacık, köprü, düğüm, dal, kenar ve delinme”*lerden oluşan yeşil altyapı değişimi ve kompozisyonun haritalanmasına yönelik *“morfolojik mekânsal desen analizi”* sunmaktadır. Bu araştırmalar yeşil altyapının genel kompozisyonuna odaklanırken, diğer yandan, bazı araştırmalar çoğunlukla uyum sağlayabilir ve bütünlük su yönetimi ile ilgili yeşil altyapının tasarımı uygulanması ve dönüştürülmesine yönelik çalışmalara odaklanmışlardır. Graaf ve Van Der Brugge, (2010) Rotterdam Kenti için kentsel yenileme programlarıyla bağlantılı bir biçimde *“yeraltı suyu, yüzey suyu, ulaşım ve arıtma suyu, atık su ve yağmursuyunu içeren bütün kentsel su döngüsünü kapsayan”* bütünlük su yönetimi üzerine dönüştürücü bir bakış açısı önermiştir. Newell vd.

(2013) Birleşik Devletler’de yedi kentte yol yeşillendirme programlarını analiz ederek kentsel yağmursuyu yönetimini, kolaylaştıran, ısı adası etkisini azaltan, yaban hayatı genişlemesini kolaylaştıran yeşil yollar önermektedir.

2.2.3.2 Düşük etkili gelişim (LID)

Kentsel su yönetimi üzerine geleneksel yaklaşımlar “büyük ölçekli, merkezi ve mekanik sistemler olarak karakterize edilirken” (Farrelly ve Brown 2011), “uyum sağlayabilir ve bütünlük su yönetimi” üzerine yeni yaklaşımlar, öz-düzenleyici geri beslenme döngüleriyle ekosistem karmaşıklığını anlamaya yönelik kavramları benimsemektedir (bkz. Matlock ve Morgan 2011). Düşük etkili gelişim, kentsel su yönetiminde ekosistem korumayı istenen gelişmeyle uzlaştırmaya yönelik yeni yaklaşımın bir parçasıdır (Matlock ve Morgan 2011). Yaklaşım, “gelişme öncesi hidrolojik durumun sürdürülmesi ve alana yönelik ekolojik ayak izinin çevresel etkisinin azaltılması” (Brown vd. 2010) ile “kentsel havzalarda su depolanması taşınması işlevlerinde merkezi olmayan yöntemlerin kullanılmasını” (Spatari vd. 2011) amaçlar. Bu amaçlara ulaşmak için, yaklaşım kentsel yağmur suyu toplama, taşıma ve arıtmaya yönelik “iyi yönetim uygulamalarını” (IYU - best management practices - BMPs) kullanır. Bu yaklaşımı destekler biçimde Uluslararası Su Birliği (IWA); yağmursuyu altyapısının geleceği için, merkezi olmayan atık su arıtma, yeraltı sistemlerinden çok kaynak olarak kullanılabilir çoğunlukla yüzey sistemlerinden oluşan yerleştirilmiş kentsel drenaj ağlarını çözüm önerisi olarak sunmaktadır (Novotny vd. 2010).

Bu konu ile ilgili araştırmalar “çevresel zararların azaltılması, yeniden kullanım olanaklarının artırılması ve maliyet verimliliği” (Wang vd. 2006) sağlayan merkezi olmayan su yönetimine yönelik optimizasyon teknikleri ve karar verme süreçlerine odaklanmaktadır. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından geliştirilen SUSTAIN yazılımı ArcGIS (sürüm 9.x) yazılımı ile bütünlük bir şekilde karar destek yöntemi olarak evrimsel optimizasyon tekniklerini kullanan en iyi tasarım optimizasyon araçlarından biridir. Lee vd., (2012), çoklu en iyi yönetim uygulamalarının depolama ve infiltrasyon işlevlerinin maliyet tahmini ve verimlilik değerlendirilmesinde yazılımın nasıl kullanılacağını sunmaktadır. Kentsel yağmursuyu benzetimi için diğer bir etkili araç ise Green ve Ampt yöntemini kullanan SWMM yazılımıdır. Şekil 2.7 ve Şekil

2.8’de kentsel yağmursuyu yönetimine yönelik düşük etkili gelişim iyi yönetim uygulamalarından bazıları gösterilmektedir. Bu uygulamalardan tez kapsamında ekolojik altyapı öğeleri olarak bahsedilecektir. Ekolojik altyapı öğelerinin yer seçim kriterleri ile birlikte yağmur suyu kontrolü, azot ve sedimet önlemeye yönelik etkileri çizelge 2.3’de verilmektedir.



Şekil 2.7 Ekolojik altyapı öğeleri (<http://charlottenc.gov/> 2010)

- a: sızdırma hendeği
- b: kum filtre
- c: biyo-filtre veya biyo-tutma alanı
- d: kuru geciktirme havzası
- e: geniş çim hendekler
- f: gölet ve yapay sulak alan



Şekil 2.8 Yağmur bahçesi örneği (Nisan 2016'da Bahçeköy-İstanbul'da bir konut bahçesinde uygulanmıştır.)

Çizelge 2.3 Ekolojik altyapı öğelerinin tasarım gereksinimleri (EPA 1999, Law 2014, www.lakesuperiorstreams.org 2016, http://stormwater.pca.state.mn.us, www.extension.psu.edu/natural-resources/ 2016, http://alert5.udfcd.org 2016, Anonymous, 2016f, http://www.sswm.info/ 2016, http://www.lakesuperiorstreams.org/, http://www.vwrrc.vt.edu, 2016 http://www.murfreesborotn.gov 2016, http://www.stormwatercenter.net 2016, Vymazal 2007)

İyi Yönetim Uygulamaları	Ekosistem hizmeti	Drenaj Alanı (ha)	En/Boy Oranı	Eğim (%)	Sediment tutma (%)	Azot tutma (%)	Su tutma (%)
Yağmur Bahçeleri (Rain Garden)	Yağmur suyu kontrolü, erozyon önleme, kirlilik önleme	0.4 - 0.8	3:1	≤5	85	46	30
Sızdırma Hendekleri (Infiltration Trenches)	Yağmur suyu kontrolü, erozyon önleme, kirlilik önleme	0.8 - 2.2		5-20	90	60	40-50
Kum Filtre (Sand Filter)	Yağmursuyu kontrolü, erozyon önleme	0.8 - 4.5	2:1	≤1	80-94	30-50	80-90
Biyo Filtre (Bio Filter, Bioretention Basins)	Kirlilik önleme, yağmur suyu kontrolü	0.8 - 4.5	2:1	≤5	85	75	90
Geniş Çim Hendekler (Enhanced Grass Swales)	Yağmur suyu kontrolü, kirlilik önleme, erozyon önleme,	2.2 - 9.0	2.5:1	0.5-6	80	50	40
Geniş Geciktirme Havzaları (Extended Detention Basins)	Taşkın önleme	4.5 - 22.2	3:1	0.5-1	40-60	31	85
Göletler (Wet Ponds)	Taşkın önleme, kullanma suyu temini	4.5 ≤	1.5:1	≤15	80 55-90	10-50 33	80
Sulak Alanlar (Wetlands)	Kirlilik önleme, erozyon önleme, yağmur suyu kontrolü,	4.5 ≤	4:1	≤15	85	70-90 40-55	85
Sarnıçlar (Cisterns)	Kullanma suyu temini,	9 .5≤					85
Bitkisel Şeritler (Filter Strips)	Erozyon önleme, kirlilik önleme, yağmur suyu kontrolü,			2-8	86	56	51

2.3 Kent Ekolojisi

Peyzaj, İngilizce ve diğer dillerde daha çok görsel bir anlam ifade ederken, Hollanda kökenli “landschap” sözcüğü “yeni araziler oluşturmak için doğal ve kültürel süreçlerin uyumu” anlamına gelmektedir. Peyzaj ekolojisi, çeşitli şekillerde peyzajın kendi anlam kökünü bulmasına yardım etmektedir. “*Peyzaj ekolojisi ve peyzaj şehirciliğindeki gelişmeler, ekosistem anlayışının ve kentsel tasarımın yeniden ele alınması için yeni olanaklar sunmaktadır*” (Steiner 2011).

Şimdiye kadar peyzaj şehirciliği, görünürdeki bir kaç proje dışında daha çok teorik çerçevede kalmıştır. Benzer biçimde, peyzaj ekolojisi de akademik alanda peyzaj desenleri ve süreçleri arasındaki ilişki hakkında yeterli teorik bilgi üretmiş; ancak tasarım alanına uygulanamamıştır. Bu nedenle peyzaj ekolojisi bağlamında yenilik, desen ve süreç arasındaki ilişkiye dair bilimsel bilginin toplum yararına tasarıma aktarılması süreci olacaktır. Burada tasarım, hem peyzaj desenindeki değişimin bir ürünü, hem de peyzaj değişiminin ne olabileceğine karar verme eylemidir. Yalnızca sabit peyzaj deseninin değerlendirilmesi ve analizinden çok, tasarım için uygun ve etkileşimli yeni peyzaj ekolojisi modelleri üretme ve yöntem geliştirmeye odaklanılması önem taşır (Nassauer ve Opdam 2008). Alberti vd. (2009), kentsel ekosistemleri insanların ekosistemlerin baskın değiştiricileri olduğu, böylece melez sosyo-ekolojik peyzaj desenleri ve süreçleri üreten karmaşık insan ve doğal sistemlerin birlikteliği olarak tanımlar. Bu çerçevede “*kent odaklı ekolojik çalışmaların bir sonucu olarak kent ekolojisi, kentsel ve kentleşen peyzajlar ile ilişkili olarak kentsel itici güçler, desenler ve süreçleri anlamaya çalışan disiplinler arası yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır*” (Steiner 2011). Kent ekolojisi üzerine araştırmalar, insanların diğer insanlarla ve türlerle, aynı zamanda kendi yapılı ve doğal çevreleriyle etkileşim içinde olduğunu belirtir (bkz. Steiner 2004, Niemala vd. 2011, Forman 2014; Wu 2014, Douglas ve James 2015). “*Kentler insan-egemen ekosistemlerdir*” (Steiner 2011). Ekolojinin bir dalı olan kent ekolojisi üzerine araştırmalar genellikle insan faaliyetlerinin yoğun olduğu yapılı alanlardaki bitki ve hayvanlar üzerine odaklanmış olsa da; “*kentsel ekosistemlerin çok yönlü boyutlarını incelemek ve açıklamak üzere uygulamalı doğal ve sosyal bilimleri*” (Douglas ve James 2015) bütünleştirmektedir (bkz. Morse vd. 2011, Ernstson 2013, Connolly vd. 2013).

Geleneksel şehircilikte, kentsel gelişme yalnızca yapısal unsurlara dayanmakta; yapılaşmaya uygun olmayan alanlar, yeşil alan olarak ayrılmaktaydı. Peyzaj şehirciliği ile birlikte, doğal ve kültürel süreçler kent biçimini belirlemede tasarımcıya yol göstermektedir. Böylece, “*kentler ekosistem hizmetlerini azaltmak bir yana, ekosistem hizmetleri arttırılarak tasarlanabilir*” (Steiner 2011).

Ekosistemler doğrudan veya dolaylı olarak insanların yaşam kalitesini arttıran “*tedarik edici, düzenleyici, kültürel ve destekleyici hizmetler*” (<http://www.millenniumassessment.org> 2005) sunmaktadırlar. Gómez-baggethun ve Barton (2013), kent planlamaya yönelik ekosistem hizmetlerini; gıda temini, su akışını düzenleme ve yüzey akışını azaltma, kentsel sıcaklık düzenleme, gürültü azaltma, hava temizleme, çevresel aşırı olayları yatıştırma, kirlenici arıtma, iklim düzenleme, tozlaşma ve tohum dağılımı, rekreasyon ve bilişsel gelişim, hayvan gözlemi olarak sıralamıştır. Sürdürülebilir ve dirençli kentsel ortam oluşturmak üzere ekosistem hizmetleri yaklaşımı özellikle son yıllarda öncelikli araştırma konularındandır (Liquete vd., 2015; Lauf vd., 2014; Yang vd., 2015; Ahern vd., 2014; Lehmann vd., 2014; Gómez-baggethun ve Barton, 2013; Larondelle ve Haase, 2013, Radford ve James, 2013; Gret-regamey vd., 2013; Dobbs vd., 2011). Ekosistem hizmetlerine ilişkin çeşitli sınıflandırma sistemleri (<http://cices.eu> 2015; <http://www.teebweb.org> 2011; <http://www.millenniumassessment.org> 2005) çizelge 2.4’de karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 2.4 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması (<http://ec.europa.eu> 2013)

Ekosistem Hizmetleri	MA 2000 yıl Ekosistem Değerlendirmesi (Millennium Ecosystem Assessment)	TEEB Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)	CICES Ortak Uluslararası Ekosistem Sınıflandırması (Common International Classification of Ecosystem Services)
Destekleyici Hizmetler	Gıda	Gıda	Biyokütle (Beslenme)
			Biyokütle Malzemeleri
	<u>Tatlı Su</u>	<u>Su</u>	<u>Su (içme - beslenme)</u>
			<u>Su (kullanma - malzeme)</u>

Çizelge 2.4 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması (<http://ec.europa.eu> 2013)
(devam)

Ekosistem Hizmetleri	MA 2000 yıl Ekosistem Değerlendirmesi (Millennium Ecosystem Assessment)	TEEB Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)	CICES Ortak Uluslararası Ekosistem Sınıflandırması (Common International Classification of Ecosystem Services)
Destekleyici Hizmetler	Lif, Ahşap	Ham Madde	Biyokütle (lif ve diğer hammadeler)
	Genetik Kaynak	Genetik Kaynak	Biyokütle (genetik)
	Biyo Kimyasallar	Tıbbi Kaynaklar	Biyokütle (lif ve diğer hammadeler)
	Dekoratif Kaynaklar	Dekoratif Kaynaklar	Biyokütle (lif ve diğer hammadeler)
			Biyokütle kaynaklı enerji kaynakları
			Mekanik enerji (hayvan kaynaklı)
Düzenleyici Hizmetler (TEEB) Düzenleyici ve Destekleyici Servisler (MA) Düzenleyici ve Bakım Hizmetleri (CICES)	Hava kalitesi düzenleme	Hava kalitesi düzenleme	Gaz/hava akımlarını düzenleme
	<u>Su arıtma</u>	<u>Atıksu arıtma</u>	<u>Atık, zehirli madde düzenleme</u>
	<u>Su kontrolü</u>	<u>Su takışını düzenleme</u>	<u>Su akışı düzenleme</u>
		<u>Sel, taşkın önleme</u>	
	<u>Erozyon kontrolü</u>	<u>Erozyon koruma</u>	<u>Kütle akışını düzenleme</u>
	İklim düzenleme	İklim düzenleme	Atmosfer kompozisyonu ve iklim düzenleme
	Toprak formasyonu	Toprak verimini sürdürme	Toprak formasyonu ve kompozisyonu
	Tozlaşma	Tozlaşma	Yaşam döngüsünün sürdürülmesi, habitat ve gen havuzu koruma
	Zararlı böcek kontrolü	Biyolojik Kontrol	Zararlı böcek ve hastalık kontrolü
	Hastalık kontrolü		

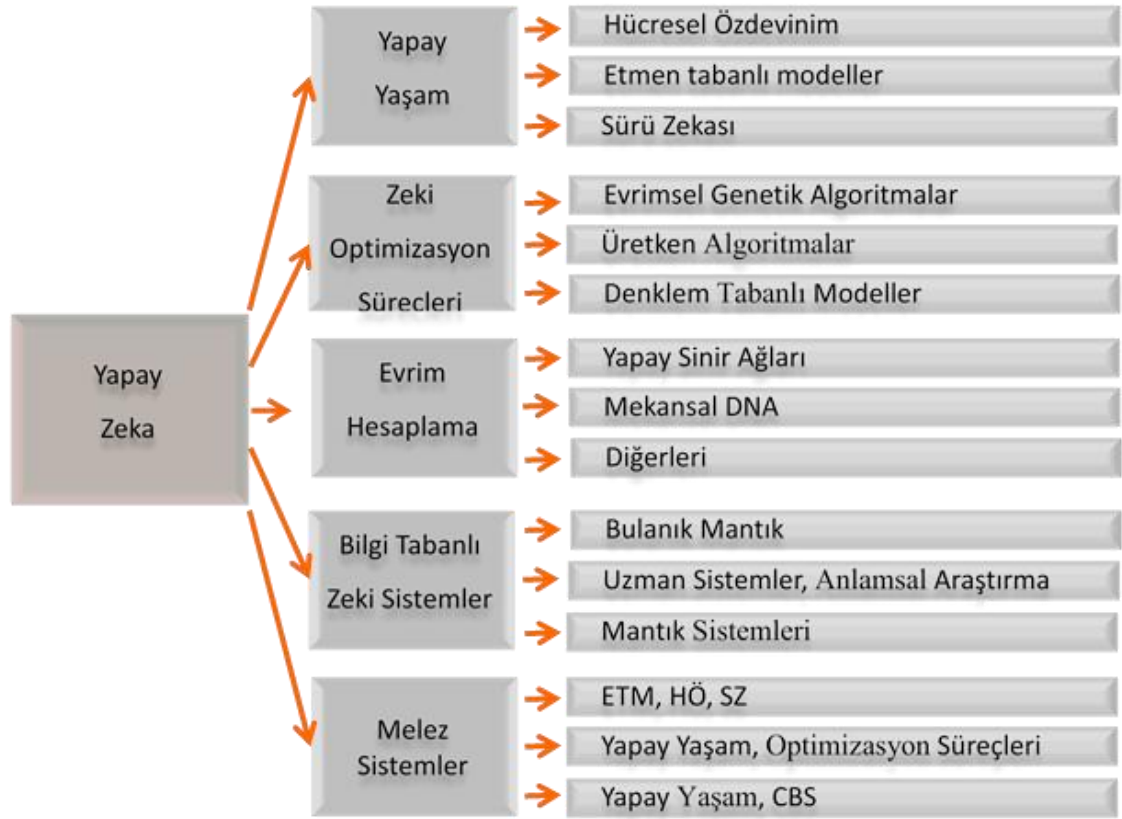
Çizelge 2.4 Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması (http://ec.europa.eu 2013)
(devam)

Ekosistem Hizmetleri	MA 2000 yıl Ekosistem Değerlendirmesi (Millennium Ecosystem Assessment)	TEEB Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (The Economics of Ecosystems and Biodiversity)	CICES Ortak Uluslararası Ekosistem Sınıflandırması (Common International Classification of Ecosystem Services)
Düzenleyici Hizmetler (TEEB) Düzenleyici ve Destekleyici Servisler (MA) Düzenleyici ve Bakım Hizmetleri (CICES)	Başlıca üretim Besin döngüsü	Göçmen türlerin yaşam döngüsünün sağlanması	Yaşam döngüsünün sürdürülmesi, habitat ve gen havuzu koruma
		Genetik çeşitliliğin sürdürülmesi	Su koşullarının sürdürülmesi Toprak formasyonu ve kompozisyonu Yaşam döngüsünün sürdürülmesi, habitat ve gen havuzu koruma
Kültürel Hizmetler	Manevi ve dini değerler	Manevi deneyimler	Manevi ve sembolik
	Estetik değerler	Estetik bilgi	Entelektüel ve temsili etkileşimler
	Kültürel çeşitlilik	Kültür, sanat ve tasarım için ilham	Manevi ve sembolik
	Rekreasyon ve ekoturizm	Rekreasyon ve turizm	Entelektüel ve temsili etkileşimler
	Bilgi sistemleri ve eğitim değerleri	Bilişsel gelişim için bilgi	Diğer kültürel sonuçlar

Ekosistem hizmetlerini planlama ve tasarıma yönelik karar destek süreçleri ile ilişkilendirebilmek için ekosistem hizmetlerine ilişkin göstergelere ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece, ekosistem hizmetlerini geleceğe yönelik tasarımların etkilerinin değerlendirilmesine yönelik ölçülebilir hale getirmek mümkün olabilmektedir. Bu bağlamda; kentsel ekosistemlerin dışarıdan gelen müdahaleler, bozulmalar ve aşırı olaylara karşı uyum sağlama ve öz düzenleme yeteneğini tanımlayan “*dirençlilik*” kavramı, kent planlama ve kentsel tasarım ile bütünleştirebilmektedir (bkz. Pickett vd. 2004, Alberti ve Marziuff 2004, Pickett vd. 2013, Ahern 2013, Steiner 2014).

2.4 Aşağıdan Yukarı Süreçleri Temel Alan Planlama ve Tasarım Araçları

Aşağıdan yukarı süreçlerle biçimlenen karmaşık uyum sağlayabilir sistemler, belirme ve öz-düzenleme yeteneğine sahip benzetim araçları ile anlaşılabilir. Hücresel özdevinim, etmen tabanlı modelleme ve sürü zekası karmaşık uyum sağlayabilir sistemlerin davranışlarını sergileyen yapay zeka uygulamalarıdır (Şekil 2.9). Doğadakine benzer desen ve süreçleri üretme yeteneğine sahip bu benzetim yaklaşımlarından hücresel özdevinim ve etmen tabanlı modelleme peyzaj mimarlığı ve kent planlama alanına yönelik önemli bir potansiyele sahiptir.



Şekil 2.9 Yapay zeka uygulamaları (Ryan vd. 2007)

Son yirmi yılda kentsel peyzajlara yönelik çok sayıda hücresel özdevinim ve etmen tabanlı modelleme aracı geliştirilmiştir (Şekil 2.10). Hücresel özdevinim ve etmen tabanlı modellemeye yönelik araçlar; kentsel büyüme modelleri, kentsel büzüşme modelleri, peyzaj değişim modelleri, ulaşım benzetimleri, arkeolojik yeniden oluşturma, acil durum tahliye modelleri, planlama ve tasarıma yönelik karar destek süreçlerinde

kullanılmaktadır (Parker vd. 2003, Papov 2010, Le vd. 2010, Wu ve Silva 2010, Heppenstall vd. 2012, An 2012, Caillaut vd. 2012).

HÖ ve ETM Başlıca Kullanım Alanları	Başlıca HÖ Yazılımları	Başlıca ETM Yazılımları
<ul style="list-style-type: none">• Kentsel büyüme modelleri,• Kentsel büzüşme modelleri,• Arazi kullanım, arazi örtüsü değişim modelleri,• Peyzaj gelişim modelleri,• Ulaşım simülasyonları,• Arkeolojik yeniden oluşturma,• Acil durum tahliye modelleri,• Karar verme süreçleri,	SELUTH, OBESUS, METRONAMICA, CAESAR LAPSUS, LUDAS, Geonamica, GAS, GeoSOS, DUEM, UrbanSim,	REPAST, NETLOGO, MASON, SWARM, STARLOGO, ANYLOGIC SPASIMV1, CYBEROSION, AGENT ANALYST,

Şekil 2.10 Hücresel özdevinim (HÖ) ve etmen tabanlı modelleme (ETM) yazılımları ve kullanım alanları

Etmen tabanlı modelleme, karmaşık uyum sağlayabilir sistemlerin alt ve üst düzeylerinde etmen adı verilen bileşenlerin iletişimleri yoluyla sistemin genel davranış desenini tahmin etmeye yönelik benzetim tekniğidir. Etmenler model içinde basit davranış özellikleri gösteren, birbirleriyle bilgi paylaşan, karar verme ve öğrenme yeteneğine sahip bileşenleri temsil ederler. Etmen tabanlı modelin çalışma ilkelerine ilişkin detaylı bilgi Bölüm 4.4’de İlişkisel Model örneğinde açıklanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın ana materyalini oluşturan Kuzey İstanbul peyzaj özellikleri ve geliştirilen İlişkisel Peyzaj Analiz Yöntemi ayrıntılarıyla açıklanmaktadır.

3.1 Araştırma Alanı ve Özellikleri

Araştırma alanı; İstanbul'un kuzeyinde yer alan Kilyos (Kumköy), Uskumruköy, Zekeriyaköy ve Demirciköy yerleşimlerini içermektedir. Araştırmaya konu olan yerleşimler, doğu - batı yönünde doğrusal gelişim gösteren İstanbul kent makroformundan Belgrad Ormanları ile ayrılmaktadır. Geçmişte kırsal niteliğe sahip olan bu yerleşimler, son yirmi yıllık süreçte İstanbul kent makroformunun kuzey yönünde gelişme eğilimi göstermesinin bir sonucu olarak hızla kentleşmişlerdir. Merkezi yönetim tarafından son beş yıllık süreçte ortaya konan Kuzey Marmara Otoyolu, Üçüncü Havalimanı, Kanal İstanbul gibi büyük ölçekli projeler, araştırma alanındaki kentleşmeyi ve peyzaj değişimini hızlandırmış, alanın doğal ve yarı doğal peyzaj özelliklerinin ve ekosistem bütünlüğünün geri dönülmez biçimde kaybına neden olmuştur.

Doğal ve yarı doğal peyzajlar ile kentsel peyzajların iç içe geçtiği çalışma alanı, kentleşmenin olumsuz etkilerinin giderilmesine yönelik ekolojik altyapı için adeta bir laboratuvar ortamı sunmaktadır. Bu nedenle, su süreçleriyle birlikte doğal, yarı doğal ve kentsel alanların bütünlüğü gözetilerek araştırma alanının sınırları belirlenmiştir. Araştırmaya altlık oluşturan sayısal veriler ilgili ayrıntılar çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırmaya altlık oluşturan sayısal veriler (Aşağıda sıralanan çeşitli kurumlardan elde edilen farklı ölçek ve ayrıntıda üretilmiş veriler 1/1000 ölçekli 2014 yılına ait halihazır haritalar temel alınarak topoloji sorunları giderilmiş ve Türkiye Ulusal Referans Çerçevesine (TUREF TM30) göre yeniden düzenlenmiştir.)

Veri	Kurum	Veri Ayrıntısı
Yasal Sınırlar	Sarıyer Belediyesi	1/1000 ve 1/5000 ölçekli sayısal veriler
İklim Verileri	Meteoroloji Genel Müdürlüğü	Kumköy Meteoroloji İstasyonu'na ait 1970-2011 yılları arası aylık iklim verileri (Anonim 2011)
Jeoloji Verileri	İstanbul Büyükşehir Belediyesi	1/25000 ölçekli İstanbul İli Jeoloji Haritası İBB Kent Jeolojisi Projesi (Anonim 2011a)
Hidrojeoloji Verileri		

Çizelge 3.1 Araştırmaya altlık oluşturan sayısal veriler (Aşağıda sıralanan çeşitli kurumlardan elde edilen farklı ölçek ve ayrıntıda üretilmiş veriler 1/1000 ölçekli 2014 yılına ait halihazır haritalar temel alınarak topoloji sorunları giderilmiş ve Türkiye Ulusal Referans Çerçevesine (TUREF TM30) göre yeniden düzenlenmiştir) (devam)

Veri	Kurum	Veri Ayrıntısı
Jeomorfoloji Verileri	İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Sarıyer Belediyesi	1/1000 ölçekli 2014 yılına ait Halihazır Haritalar ve 1/5000 ölçekli 2014 yılına ait Halihazır Haritalardan yararlanılarak hazırlanmıştır. (Anonim 2014a)
Hidroloji verileri		
Hidrolojik toprak grupları verisi	İstanbul İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	1/25000 ölçekli toprak haritaları ve 1/1000 ölçekli halihazır altlıklardan yararlanılarak hazırlanmıştır.
Orman vejetasyonu	Orman ve Su İşleri Bakanlığı 1. Bölge Müdürlüğü	1/25000 ölçekli orman meşçere haritaları ve 1/1000 ölçekli halihazır altlıklardan yararlanılarak hazırlanmıştır.
Yürürlükteki Planlar	İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Sarıyer Belediyesi	1/100000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı; Sarıyer Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgeleri, Zekeriyaköy-Uskumruköy Bölgesi, Kilyos Demirciköy Yerleşim Alanları ve Çevresi, Kasapçayırı Mevkii Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi, Sarıyer, Gümüşdere, Kısırkaya Bölgesi, Zekeriyaköy Toplu Konut Alanı, Kuzey Marmara Otoyolu Uskumruköy-Demirciköy Geçişi 1/5000 ölçekli koruma amaçlı nazım imar planları
Arazi Örtüsü	İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve Sarıyer Belediyesi	1/1000 ölçekli 2014 yılına ait Halihazır Haritalar temel alınarak, Sarıyer Belediyesinden elde edilen 1m çözünürlüklü 2006-2010 yıllarına ait ortofotolar ve https://sehirharitasi.ibb.gov.tr (2015)'den yararlanılmıştır.

3.1.1 Coğrafi konum

28° 58' 11" - 29° 4' 47" Doğu enlemleri ile 41° 11' 12"-41° 15' 28" Kuzey paralelleri arasında konumlanan araştırma alanı, İstanbul Avrupa Yakası'nın kuzeyinde Sarıyer İlçesi sınırları içinde yer almaktadır (Şekil 3.1). Karadeniz'e dökülen Kilyos, Uzunya ve Tatlısu Derelerinin havzaları araştırma alanı sınırlarını oluşturmaktadır. Kilyos, Uskumruköy, Zekeriyaköy mahalleleri sınırlarının tamamını, Demirciköy mahalle sınırının büyük bir kısmını ve Gümüşdere Köyü mahalle sınırının ise küçük bir bölümünü kapsayan araştırma alanının büyüklüğü 4269 ha'dır. Alan kuzeyde Karadeniz, güneyde Belgrad ormanları ile sınırlandırılmıştır. Doğuda Gümüşdere köyü, batıda Rumelifeneri ve Garipçe, güneydoğuda Sarıyer, güneyde ise Bahçeköy yerleşimleri ile çevrelenmektedir. Alana ulaşım Bahçeköy-Kilyos Yolu ve Sarıyer Tünel bağlantısından sağlanmaktadır. 2016 yılı içinde kullanıma açılan Kuzey Marmara Otoyolu, alanı ikiye

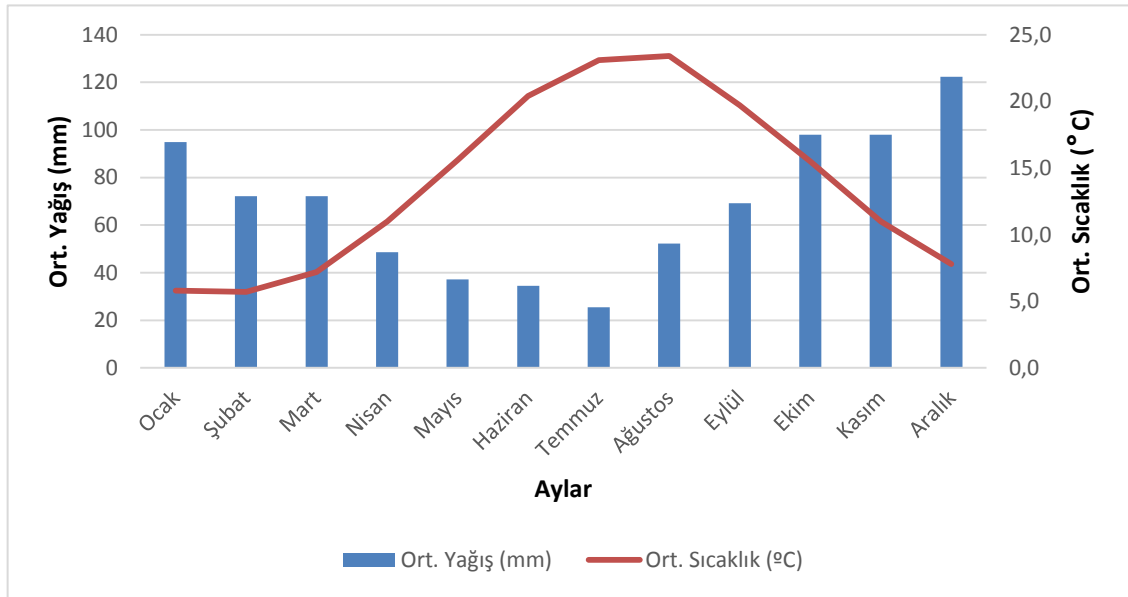
bölmektedir. Otoyolun kullanıma açılmasıyla birlikte Kilyos Yolu üzerinden Anadolu Yakası'na karayolu ile bağlantı sağlanmaktadır. Kuzey İstanbul'un doğal ve yarıdoğal peyzajlarını tehdit eden büyük ölçekli ulaşım projelerinin tamamlanmasıyla birlikte, araştırma alanından üçüncü Havalimanı'na karayolu ve raylı sistem ile bağlantı sağlanmış olacaktır.



Şekil 3.1 Araştırma alanının coğrafi konumu

3.1.2 İklim özellikleri

Araştırma alanında Karadeniz iklim özellikleri belirgin olmakla birlikte, Akdeniz ve Karadeniz iklimleri arasında geçiş özelliği göstermektedir. İklim özellikleri Kumköy Meteoroloji İstasyonu'na ait 1970-2011 yılları arasında gözlemlenen aylık iklim verileri üzerinden incelenmiştir. Meteoroloji istasyonunda ölçülen sıcaklık, yağış verileriyle hazırlanan “Walter İklim Diyagramı” incelendiğinde; alanın temmuz - ağustos ayları arasındaki kurak dönem, su açığı olmaksızın geçmektedir (Şekil 3.2). Yıllık su fazlası, su noksanı, potansiyel buharlaşma gibi parametrelerle belirlenen “Thornthwaite Yağış Etkinlik İndisi”ne göre araştırma alanı, Yarı Nemli (C2) Mezotermal Ilıman İklim özelliklerine sahiptir.



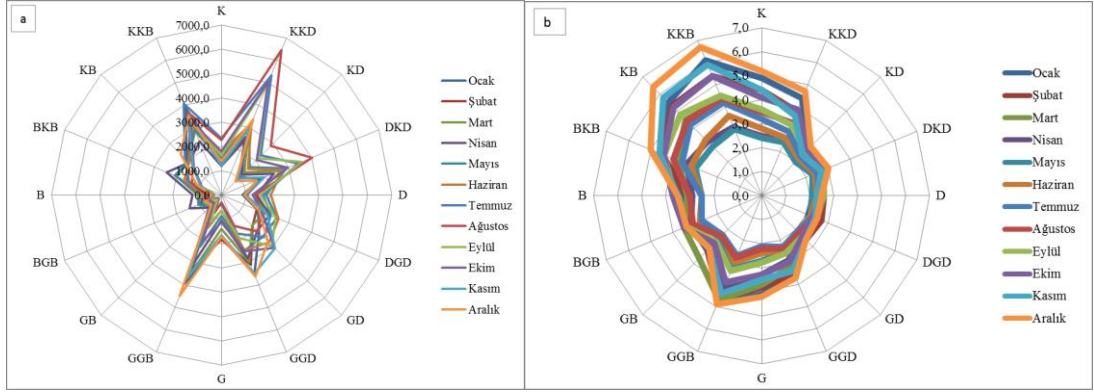
Şekil 3.2 Araştırma alanının “Walter İklim Diyagramı”

Meteoroloji istasyonunda uzun yıllar gözlemlenen verilere göre (Çizelge 3.2) yıllık ortalama sıcaklık 13.8 °C, yıllık ortalama yağış 824.6 mm'dir. En yüksek ortalama sıcaklık 23.4 °C ile ağustos ayında gözlemlenirken, en düşük ortalama sıcaklık 5.8 °C ile ocak ayında ölçülmüştür. En yüksek aylık ortalama yağış 122.5 mm ile aralık ayında iken, ortalama yağışın en düşük olduğu ay 25.5 mm ile temmuz ayıdır. Yirmi yıllık periyotta, yirmi dört saat içinde düşen en yüksek yağış; 179.4 mm ile 13 Eylül 2009 tarihinde ölçülmüştür.

Çizelge 3.2 Kumköy Meteoroloji İstasyonu'na ait 1970-2011 yılları arası aylık iklim verileri (Anonim 2011)

Aylar / Değerler (1970-2011)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ort.
Ort. Sıcaklık (°C)	5.8	5.7	7.2	11	15.6	20.4	23.1	23.4	19.7	15.5	11	7.8	13.8
Ort. Yağış (mm)	94.9	72.1	72.1	48.6	37.2	34.5	25.5	52.2	69.2	98	98	122	
Ort. Basınç (hPa)	1015	1014	1013	1010	1010	1009	1008	1009	1012	1014	1015	1015	1012
Ort. Nem (%)	79.4	78.4	77.9	77.8	79.6	77.2	76.8	76.9	77	78.5	78.5	78.6	78
Ort. Bulutluluk (gün)	7.2	7.1	6.5	6.1	5.1	3.7	3.2	3.6	4.2	5.7	6.5	7	5.5
Ort. Rüzgar hızı (m/sn)	4.9	4.9	4.1	3.4	2.9	2.9	3.3	3.5	3.7	4.2	4.5	5.2	4
Max. Rüzgar Hızı (m/sn) ve Yönü	33.2 NW	30.4 WN W	35.4 SSW	31.3 SSW	27.6 NNE	25.5 NW	34.0 ENE	25.9 NW	31.4 NW	27.6 WN W	30.5 SSW	34.5 SSW	
Kar yağışlı günler sayısı	3.5	3.9	1.9								0.4	1.8	
Ort. Açık Yüze Buharlaşması (mm)				3		0.4			25.2				
Ort. Günlük Toplam Güneşlenme Süresi (sa)	2.22	3.01	4.03	5.12	7.24	9.05	9.52	9	6.54	4.1	3.07	2	5.4
Maksimum Yağış (mm)	63.70	49.1	58.6	42.1	82.2	83.5	57.7	89.7	179	88.9	73	69.5	179.4
Ortalama 50 cm. Toprak Sıcaklığı (°C)	8.6	7.9	9.5	12.3	16.8	21.9	25	26.5	23.3	19	14.6	11.2	16.4

Ortalama açık yüze buharlaşması 25,2 mm ile eylül ayında en yüksek seviyelere çıkmaktadır. Ortalama nem seviyesi yıl boyunca % 76,8 - 79,4 mm arası değerlerde ölçülmüştür. Alanda yıl boyunca ortalama 4 m/sn rüzgar hızı gözlemlenmiş olup, hâkim rüzgar yönü kuzeybatı yönündedir (Şekil 3.3).



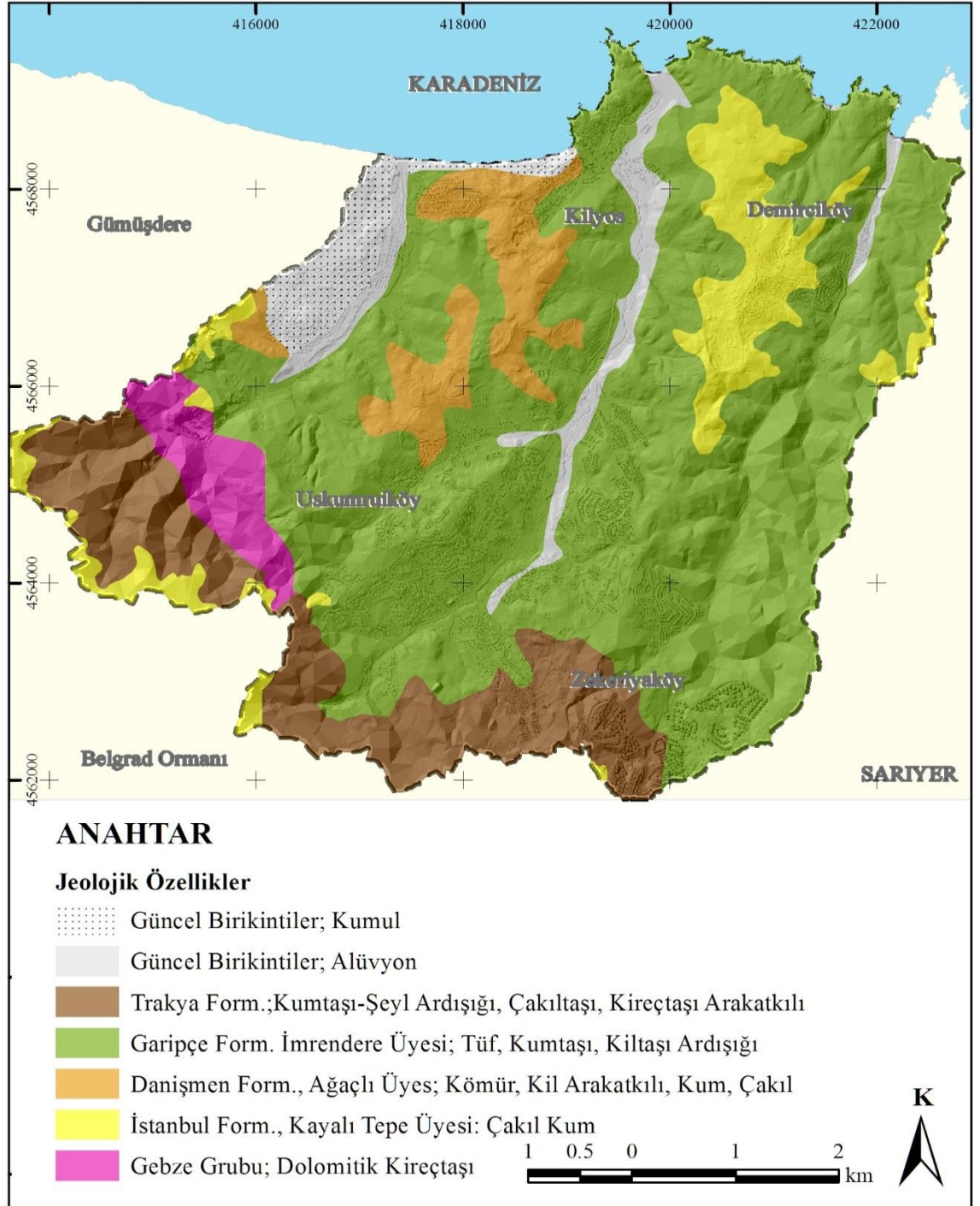
Şekil 3.3 Araştırma alanı hakim rüzgar yönü (a: esme sayısı, b: esme hızına göre)

3.1.3 Jeolojik özellikleri

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından Kent Jeolojisi Projesi kapsamında hazırlanan İstanbul ili jeoloji haritasına (Anonim 2011a) göre araştırma alanında Üst Kretase'den başlayıp günümüze kadar uzanan geniş bir zaman dilimine ait kayaç birimleri bulunmaktadır (Şekil 3.4). Araştırma alanında hâkim jeolojik yapıyı Garipçe formasyonu oluşturmaktadır. Üst Kretase zaman dilimine ait Garipçe formasyonu (Ksg), İmrendere üyesi andezit – bazaltik - andezit bileşimli aglomera, volkanik tuf ve lavlardan oluşur. Araştırma alanının güney ve güneybatı sınırları boyunca Alt-Karbonifer zaman dilimine ait Trakya formasyonun kumtaşı, şeyl ardışığı, çakıltası, kireçtaşı arakatlı birimleri hâkimdir. Demirciköy - Zekeriyaköy sırtları arasında uzanan bir diğer jeolojik birimi ise Orta Miyosen zaman dilimine ait İstanbul Formasyonu (Ti) Kayalı Tepe Üyesi oluşturmaktadır. Birim, çakıl ve kaba kum içermektedir. Kilyos Uskumruköy yerleşimleri arasındaki sırtlarda Alt Miyosen zaman dilimine ait Danişment formasyonu üyesi (Tda) kum, çakıl, kil ve kömür arakatlı jeolojik birim egemendir. Kilyos. Tatlısu ve Uzunya Dereleri boyunca uzanan vadi tabanlarına ise Holosen (günümüz) zaman dilimine ait genç Alüvyon (Qal) birimleri hâkimdir. Araştırma alanının kuzeybatısında ise Kilyos Kumulları olarak bilinen Holosen zaman dilimine ait genç Kumul birimleri hâkimdir.

Araştırma alanının kaya stratigrafisi incelendiğinde (Anonim 2011a), alanın güney bölgelerinden iç kesimlere doğru uzanan sırtlar boyunca Kaya Ortam özelliği gösterirler. Karadeniz kıyılarından vadiler boyunca iç kesimlere doğru uzanan alçak

alanlarda ise “Ayrılmış Kaya Ortam” özelliği egemendir. “Gevşek tutturulmuş ya da tutturulmamış kum, çakıl ağırlıklı Kayalı Tepe Üyesi” (Anonim 2011a) yer yer heyelanlar meydana gelmektedir.



Şekil 3.4 Araştırma alanı jeolojik özellikleri

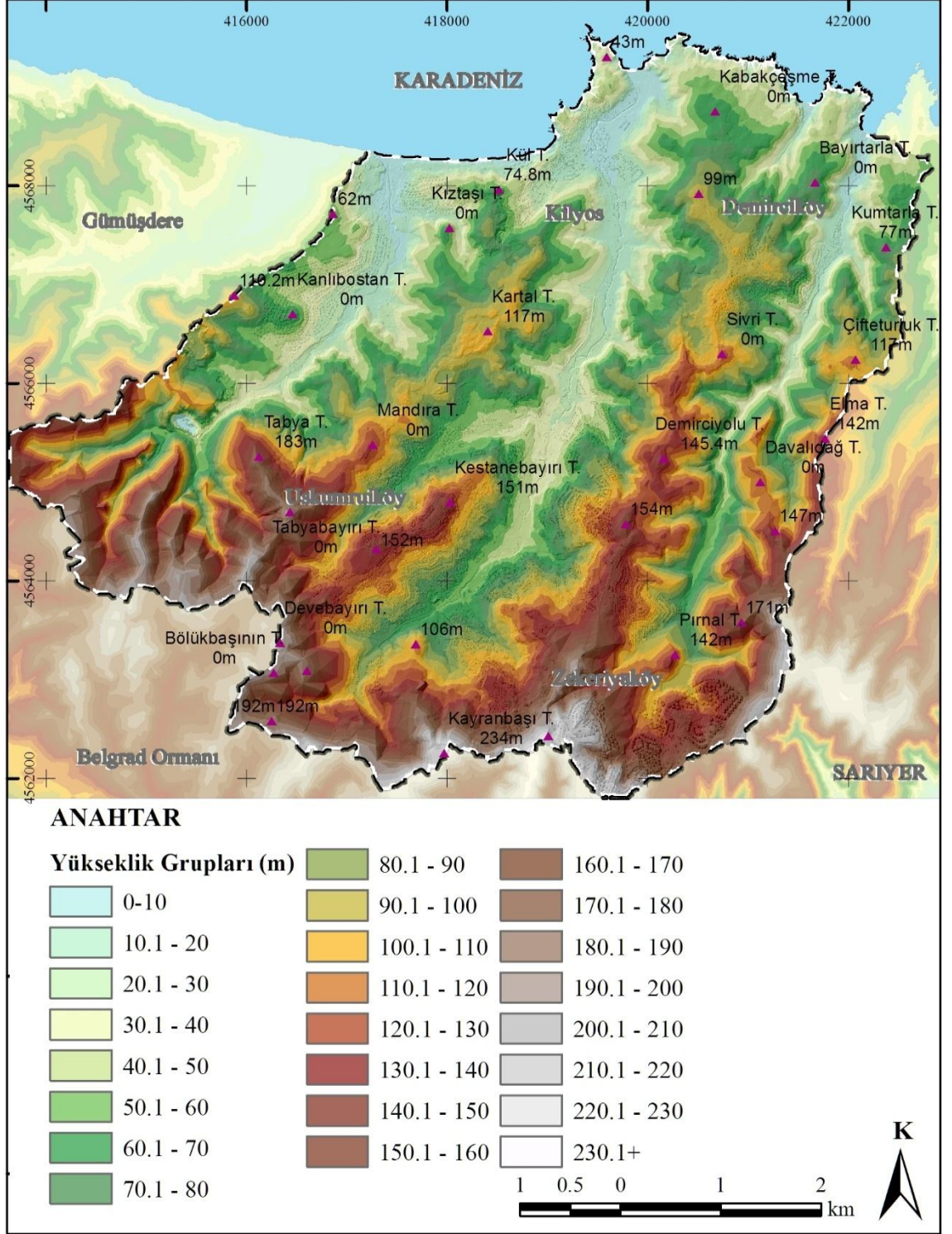
Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (Anonim 1996)'na göre araştırma alanının tamamı 3'üncü derece deprem bölgesi olarak belirtilmiştir. Jeofizik incelemelere (Anonim 2011a) göre alandaki olası en büyük yer ivmesi dağılımı 14 g (gravity) birimini geçmemektedir. Doğrultu atımlı hareket özelliği gösteren Sarıyer - Şile Fayı alanın güney sırtlarından geçmektedir.

3.1.4 Jeomorfolojik özellikler

Alanın jeomorfolojisini etkileyen en önemli jeolojik etmenler volkanizma ve faylanma olarak sıralanabilir. Araştırma alanının geneline hâkim olan Garipce Formasyonunun "*Karadeniz Bölgesinin büyük bölümünü etkileyen adayayı volkanizmasını temsil ettiği düşünülmektedir*" (Anonim 2011a). Üst Kretase andezitik - bazaltik volkanitler araştırma alanındaki eğimli yamaçları oluşturmaktadır. Alanın batı sırtlarında yer alan Danişment Formasyonu "*kömür ara düzeyli lagün ve göl birikintilerinin çökelmeye başlamasıyla*" (Anonim 2011a) oluşmuştur. "*Erken Miyosen sırasında Karadeniz'e akışlı akarsu birikintileri*" (Anonim 2011a) İstanbul Formasyonu Kayalı Tepe üyesinin çakıl ve kaba kum birimlerini oluşturmuştur. Yakın dönem (Holosen) içinde Tatlısu, Kilyos ve Uzunya Derelerinin aşındırmasıyla alüvyon vadi tabanları gelişmiştir. Karadeniz kıyılarındaki su hareketleri, kuzeybatı kıyılarında ayrıışmış kaya ortamı birimlerinin bulunduğu alanlarda kumul oluşumunu sağlamıştır. Kuzeydoğu kıyılarında ise bazaltik - andezit volkanitlerinin bulunduğu alanlarda su hareketleri ile kayalık adacık ve falezlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Demirciköy'ün kuzeyinde yer alan sarp kayalık kıyılarda kumul oluşumu, yalnızca dere ağızlarında gözlemlenmektedir.

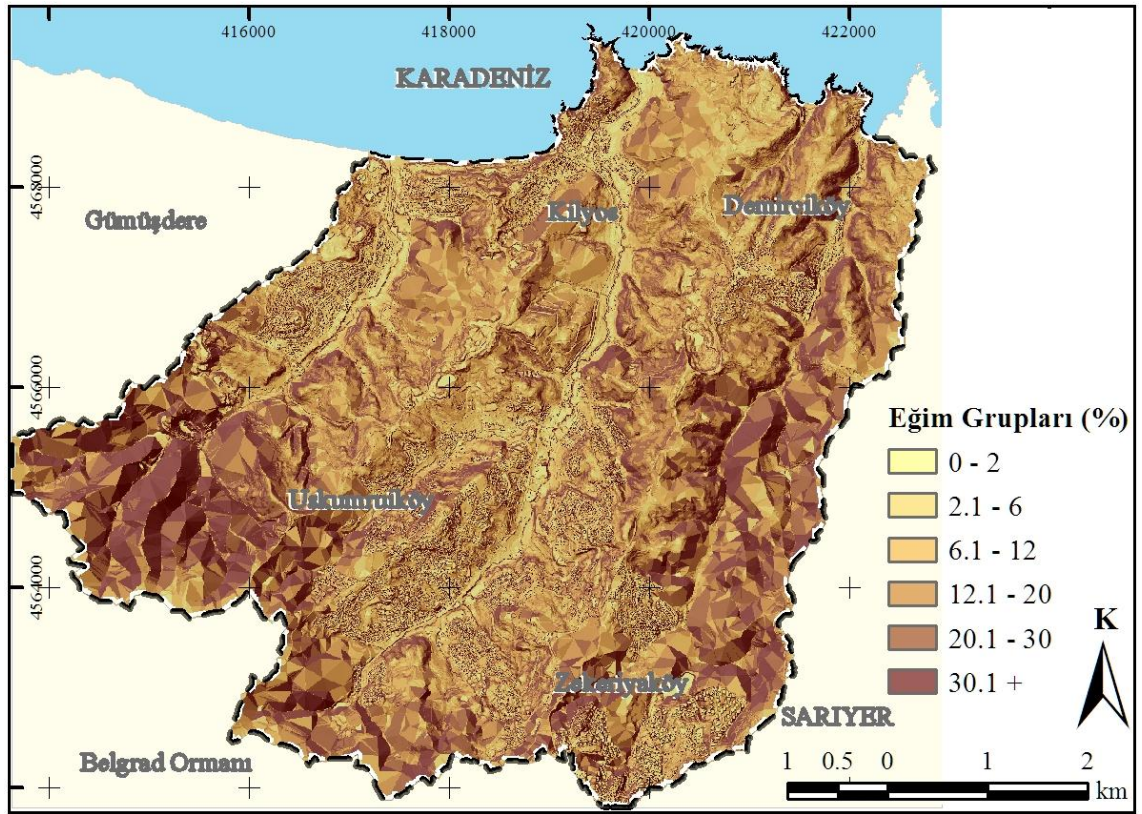
Araştırma alanının topografyasını, kuzeydoğu - güneybatı yönünde uzanan vadiler ve sırtlar biçimlendirmektedir. Topografya, deniz seviyesinden başlayıp güneyde 236 m'ye kadar çeşitlilik göstermektedir (Şekil 3.5). Önemli yükselti: güneyde Arapöldüren Tepesi (234 m), Kayranbaşı Tepesi (234 m), Devebayırı Tepe (204 m), Tabyabayırı Tepesi (193 m); iç kesimlerde ise Kestanebayırı Tepesi (151 m), Demirciyolu Tepesi (145 m), Kartal Tepe (117 m) olarak sıralanabilir. Yerleşim birimlerinden Kilyos 2 - 50 m, Demirciköy 10 - 110 m, Zekeriyaköy 40 - 230 m, Uskumruköy 146 m yükseltileri

arasında yerleşmişlerdir. Alan topografyası, açık maden ocakları ve Kuzey Marmara Otoyolu güzergâhı boyunca ile büyük ölçüde bozulmaya uğramıştır.



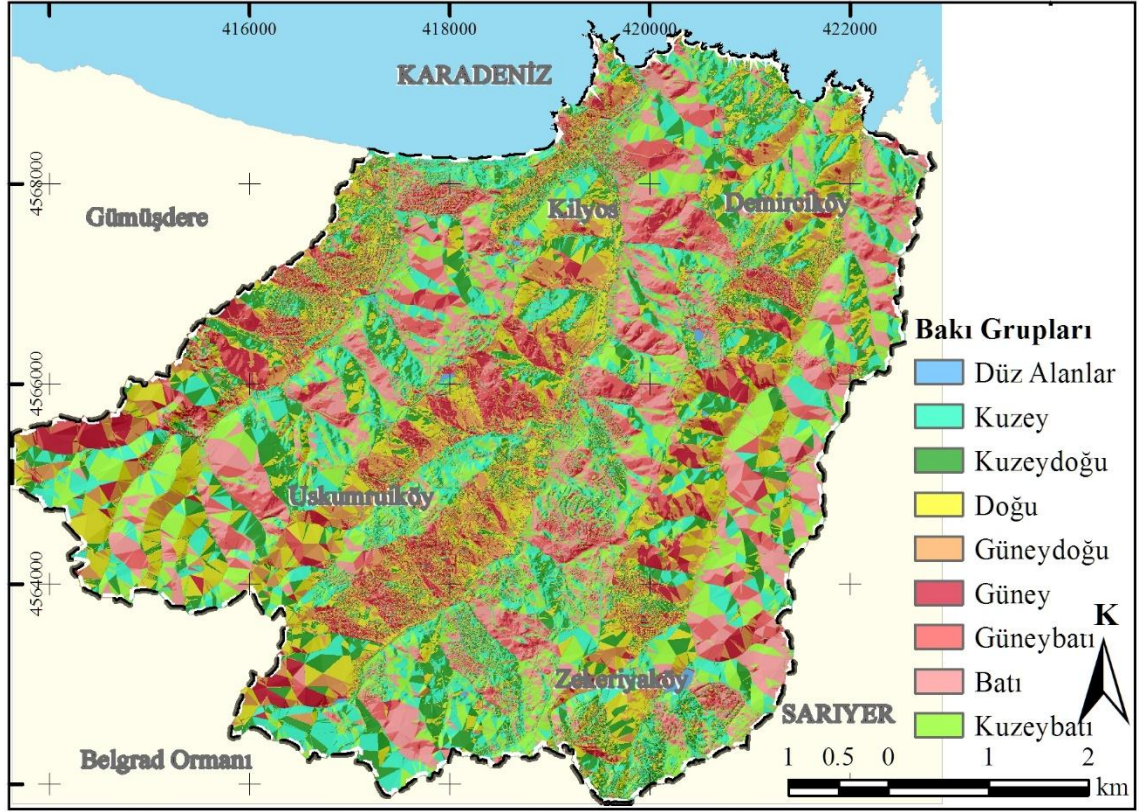
Şekil 3.5 Araştırma alanı topografik özellikleri

Araştırma alanına ait eğim grupları incelendiğinde; % 12 - 20 arası eğimli vadi yamaçlarının, alanın genelinde egemen olduğu görülmektedir (Şekil 3.6). Tatlısu Deresinin yüksek kesimlerinde, Uzunya Deresi boyunca vadi yamaçlarında Kilyos ve Uzunya Koyları arasındaki kayalık falezler boyunca % 30 üzeri eğimli sarp yamaçlar hâkimdir. Yerleşimlerin, ortalama % 6 - 12 arası eğimli alanlarda yer aldığı gözlemlenmektedir.



Şekil 3.6 Araştırma alanı eğim durumu

Vadi ve sırtların yönelimi nedeniyle, vadilerin doğu yamaçlarında kuzey bakılar batı yamaçlarında ise doğu ve güneydoğu bakılar hâkimdir (Şekil 3.7). Genel olarak Kilyos ve Uşumruköy yerleşimleri güneydoğu bakılı, Demirciköy ise doğu, güneydoğu ve güney bakılı arazilere kurulmuşlardır. Zekariyaköy'de ise kuzey ve kuzeybatı bakılı alanlar hâkimdir.



Şekil 3.7 Araştırma alanı bakı durumu

3.1.5 Hidrolojik ve hidrojeolojik özellikler

Marmara Havzası içinde yer alan araştırma alanı, Karadeniz'e dökülen üç adet akarsu havzasını içermektedir (Şekil 3.8). Tatlısu Deresi toplam 1055 ha drenaj alanına sahiptir. Ana akarsu hattına bağlanan on yedi adet kuru dere yatağı vardır. Akarsu üzerinde bir adet Akarsu Gözlem İstasyonu (AGİ) bulunmaktadır. İstasyonda (Anonim 2016) 2012-2014 yılları arası akım değerleri ölçülmüş olup ortalama akım değeri ocak ve şubat aylarında $0.1\text{m}^3/\text{sn}$ 'yi geçmemektedir. Akarsuya bağlanan Kireçlidere mevkiinde bir adet küçük bent bulunmaktadır. Tarım alanlarındaki küçük sulama göletleri dışında kayda değer su yüzeyi bulunmamaktadır. Tatlısu Deresinin toplam uzunluğu 4.3 km, dereye bağlanan mevsimlik ve kuru derelerin toplam uzunluğu 19 km'dir.

Zekeriyaköy, Uskumruköy ve Kilyos yerleşimlerinden geçen Kilyos Deresi, 1661 ha alanla araştırma alanındaki en büyük drenaj alanına sahiptir. Dereye bağlanan önemli

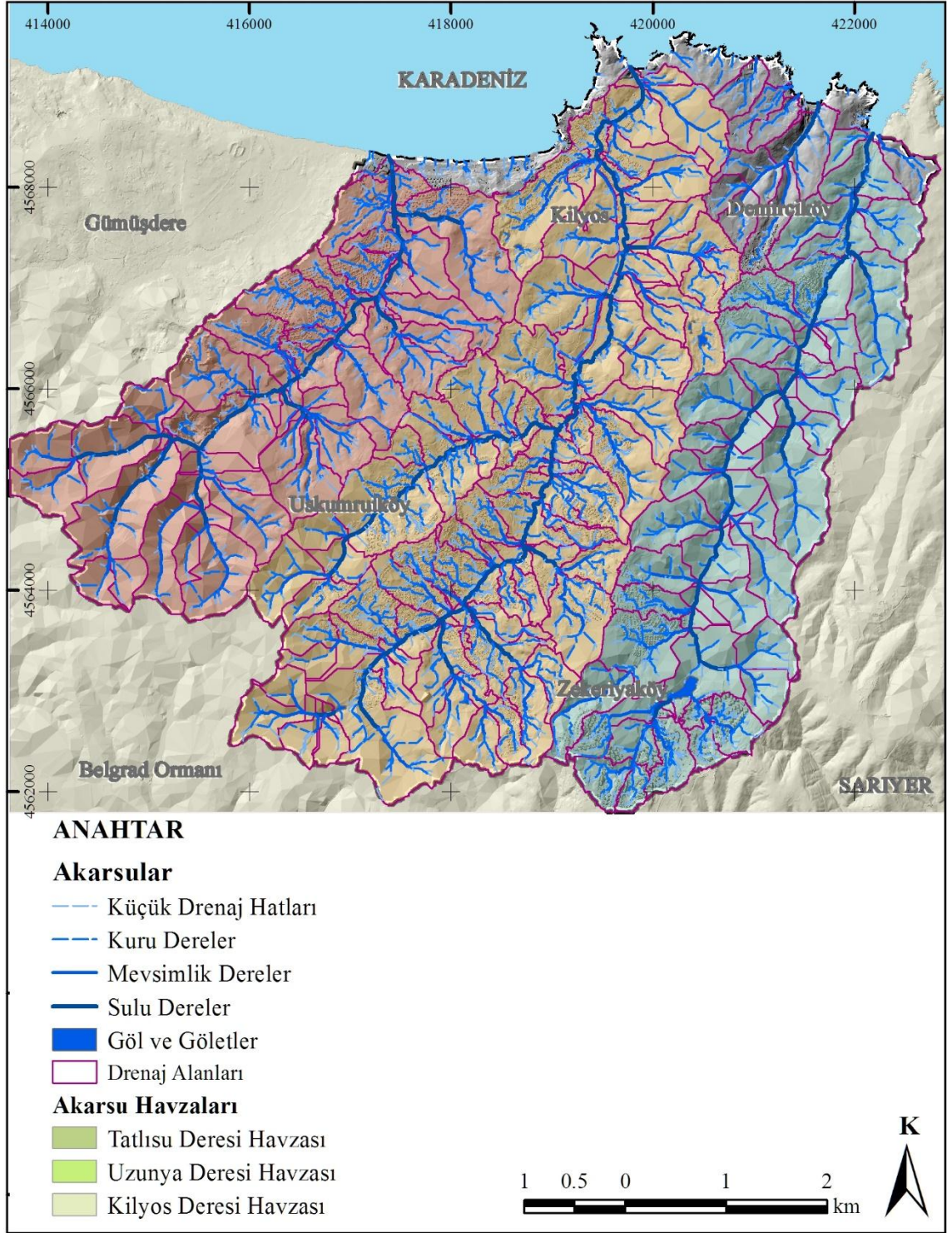
akarsu kolları Zekeriya köy ve Uskumruköy Dereleridir. Kilyos Deresi 4.9 km, Zekeriya köy Deresi 4.2 km ve Uskumruköy Deresi 2.9 km uzunluğundadır. Derelerin yukarı havzalarındaki mevsimlik ve kuru derelerin toplam uzunluğu 25.9 km'dir. Kilyos Deresinin su toplama havzası içinde iki adet küçük gölet ve faal olmayan açık ocak alanlarından kalma çok sayıda geçici göl bulunmaktadır.

Uzunya Deresi 870 ha drenaj alanına sahiptir. Derenin toplam uzunluğu 3,2 km olup, dereye bağlanan Değirmendere'nin uzunluğu 3,5 km'dir. Derenin yukarı havzasındaki mevsimlik ve kuru derelerin toplam uzunluğu ise 16,2 km'dir. Havzanın güneyinde 3,2 ha büyüklüğünde gölet bulunmaktadır.

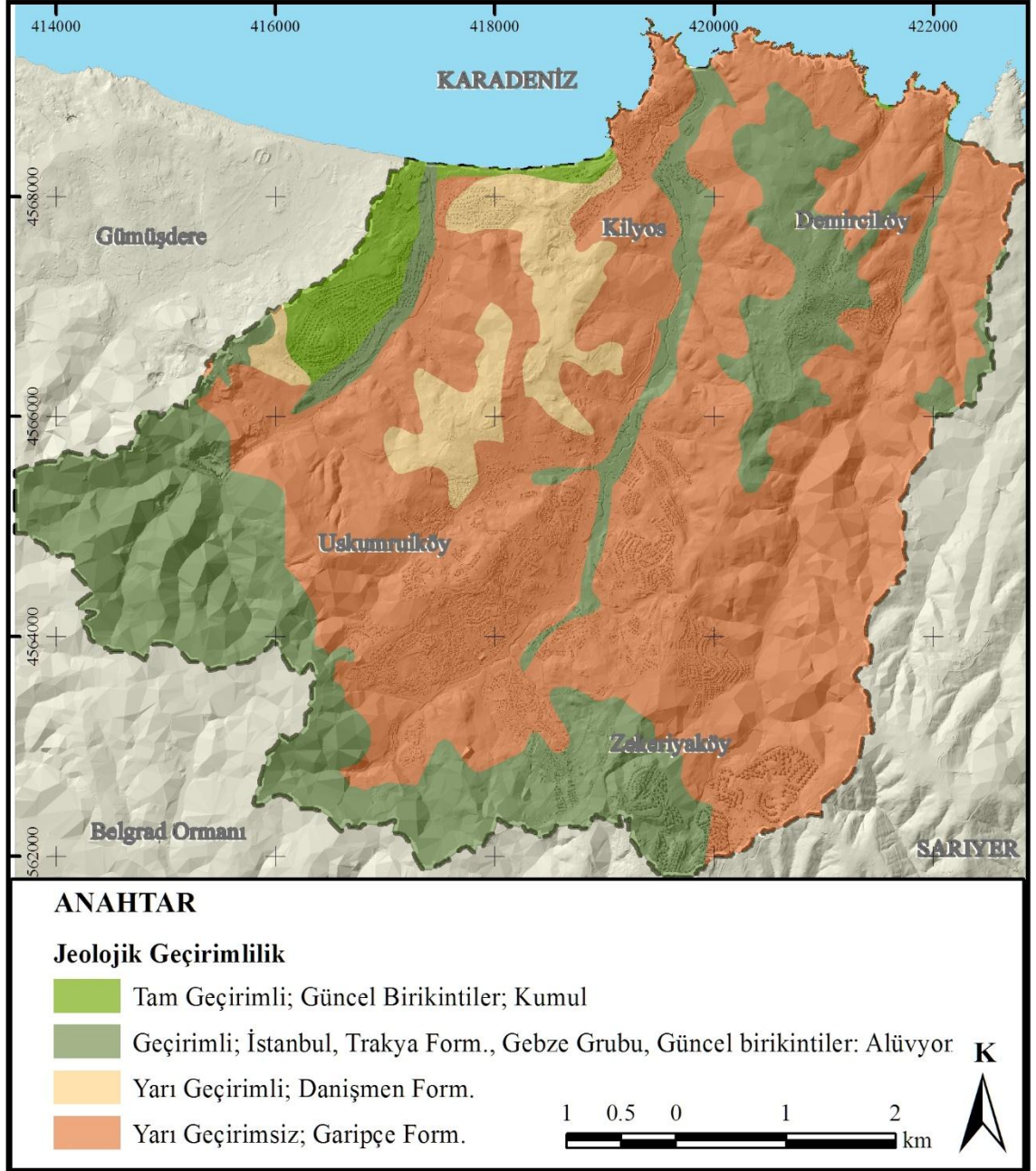
Çalışma alanı içerisinde, üç adet ana akarsu havzası dışında, doğrudan Karadeniz'e dökülen çok sayıda küçük ölçekte drenaj alanı bulunmaktadır. 2009 Eylül ayında olduğu gibi aşırı yağışlarda Kilyos Deresinde taşkınların yaşandığı bilinmektedir. Arazide yapılan incelemelerde derenin taşkına karşı temizlendiği, doğal yatağında bozulmalar olduğu görülmüştür. Müdahaleye uğramış bir diğer akarsu yatağı ise Tatlısu Deresinin Karadeniz'e döküldüğü 1 km'lik bölümü ve Tatlısu Deresinin açık ocak alanları içinden geçen bölümüdür. Benzer biçimde, Kuzey Marmara Otoyolunun güzergâhı boyunca akarsu drenaj hatlarının tamamı bozulmaya uğramıştır. Uzunya Deresi araştırma alanında akarsu yatağı en fazla korunmuş akarsu olup, Karadeniz'e döküldüğü 200 m'lik kısım yeraltına alınmıştır.

Araştırma alanının hidrojeolojisi incelendiğinde alanın geneline hâkim olan Garipçe Formasyonunun tüf, kumtaşı, kilitaşı ardışığı jeolojik birimleri geçirimsiz özelliğe sahiptir. Alanın kuzeybatısındaki yamaçlara hâkim olan Danişment Formasyonunun kömür, kil arakatlı, kum ve çakıldan oluşan jeolojik birimler yarı geçirgendir. Demirciköy ve Zekeriya köy arasındaki sırtlara hâkim olan İstanbul Formasyonunun çakıl ve kumdan oluşan birimleri ile güncel alüvyon birikintilerinin kum, çakıl, kil ve milden oluşan birimleri geçirimli özelliğe sahiptirler (Şekil 3.9).

Araştırma alanına ilişkin hidrolojik süreçlere yönelik analizlere Bölüm 4.2.2'de yer verilmiştir.



Şekil 3.8 Araştırma alanı havzaları ve drenaj alanları



Şekil 3.9 Araştırma alanı jeolojik geçirimsizlik durumu

3.1.6 Toprak özellikleri

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığında elde edilen 1/25.000 ölçekli toprak haritaları alana ilişkin toprak gruplarının dağılımını tam olarak yansıtmamakla birlikte, yerleşim alanları, kazı ve açık ocak alanları ile güncellenerek detaylandırılmıştır. Araştırma alanındaki toprak yapısına Kireçsiz Kahverengi Orman Topraklarının (N) hâkim olduğu

görülmektedir. Arazi kullanım kabiliyeti VI. sınıf olan bu topraklar tarıma elverişsizdir. Araştırma alanında diğer bir orman altı toprak tipi olan Kırmızı Sarı Podzolik topraklar alanın güneybatı sınırında görülmektedir. Bu tip topraklar III. sınıf arazi kullanım kabiliyetine sahiptirler. 1/25.000 ölçekli toprak haritasında vadi tabanlarındaki alüvyon alanları, kentsel alanlardaki müdahale görmüş topraklar ve kumullar detaylandırılmamıştır. Bu nedenle, araştırmanın amacına uygun olarak topraklar geçirgenliklerine göre hidrolojik toprak grupları olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.10).



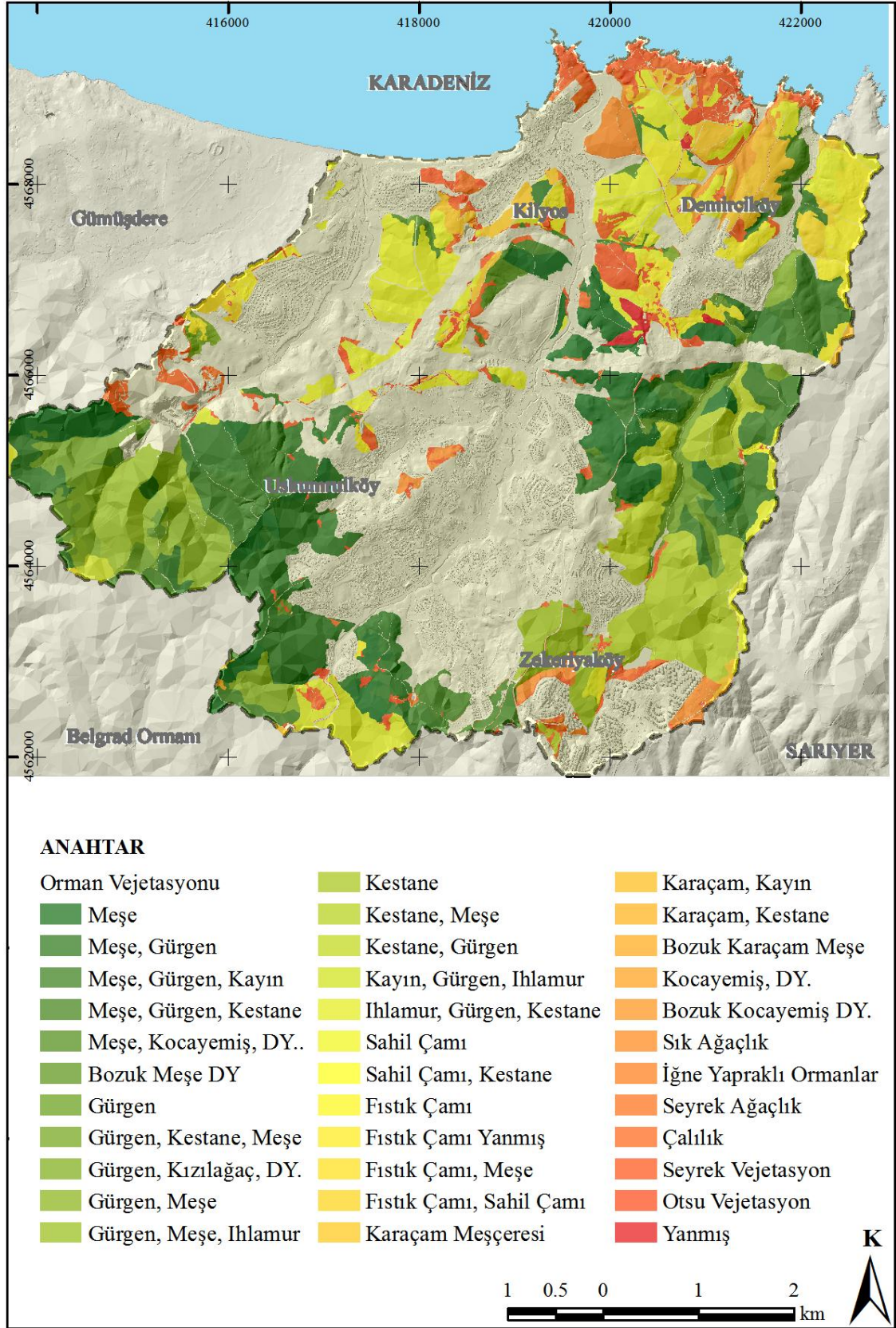
Şekil 3.10 Araştırma alanı hidrolojik toprak grupları

Bu sınıflandırmaya göre; Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları C sınıfı, Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar ve kentsel alan içindeki bahçeler ve yeşil alanlardaki müdahale görmüş topraklar B sınıfı, kazı alanları ve maden ocaklarındaki sıg toprak yapısı ise D sınıfı olarak gruplandırılmıştır.

3.1.7 Bitki örtüsü

Araştırma alanı, Avrupa-Sibirya floristik bölgesinin Öksin alanının genel özelliklerini taşımakla beraber, alanda Akdeniz floristik bölgesine ait vejetasyon tipleri de yayılım göstermektedir. Alandaki yaygın vejetasyon tipleri meşe (*Quercus* sp.), gürgen (*Carpinus betulus* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.), kayın (*Fagus orientalis* L.), ıhlamur (*Tilla argentea* Desf.), kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ve kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) meşcerelerinin hâkim olduğu ormanlardır (Şekil 3.11). Geniş yapraklı orman vejetasyonu, 1549,8 ha alana sahip olup, orman alanlarının % 75'ini teşkil ederler. Saf meşe, meşe - gürgen, meşe – gürgen - kestane meşcereleri, geniş yapraklı orman vejetasyonu içinde en fazla alana sahip olup; orman alanlarının % 36'sını kaplamaktadır. Araştırma alanının kıyı bölgelerinde Demirciköy, Kilyos ve Boğaziçi Üniversitesi yerleşkesinin çevresindeki ormanlar, geneli itibariyle sahil çamı (*Pinus pinaster* Aiton.), fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşcerelerinden oluşan ağaçlandırılmış orman alanlarıdır. İbrelî orman meşcereleri içinde 269 ha alana sahip olan sahil çamı meşceresi, orman alanlarının % 12'sini kaplamaktadır.

Alandaki orman meşcereleri geneli itibariyle çok katmanlı bir yapıya sahiptirler. Orman altı çalı katında genel olarak süpürge çalısı (*Erica arborea* L.), kocayemiş (*Arbutus unedo* L.), adi alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.), muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve böğürtlen (*Rubus hirtus* Waldst. & Kit.) yaygın türlerdir. Katırtırnağı (*Spartium junceum* L.), laden (*Cistus* sp.), kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.), çalı fundası (*Erica verticillata* L.) gibi Akdeniz floristik bölgesine ait elemanlar Demirciköy - Kumköy arasındaki güneş alan sıg topraklarda ve diğer kıyıya yakın bölgelerde gözlemlenmiştir. Demirciköy kıyı falezlerinin arkasında çalı vejetasyonu rüzgâr etkisiyle özgün bir görünüm sergilemektedir.



Şekil 3.11 Araştırma alanı orman vejetasyonu durumu

Orman altı çalı vejetasyonundan *Arbutus unedo* L. ve *Erica arborea* L. araştırma alanındaki bozuk orman meşcerelerinde olmak üzere, doğal ve yarı doğal çalı vejetasyonunun yaygın türleridir. Orman altı vejetasyonunda, orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.) ve gıcır dikenini (*Similax excelsa* L.) gibi sarmaşık türlerinin yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Orman altı otsu katında ise eğrelti türlerinin (*Thelypteris* sp. ve *Festuca* sp.) yaygın olduğu gözlemlenmektedir.

Araştırma alanındaki dere kenarları boyunca kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), karaağaç (*Ulmus minör* L.), ıhlamur (*Tilia argentea* Desf.), aksöğüt (*Salix alba* L.), titrek kavak (*Populus tremula* L.) ve adi fındık (*Corylus avellana* L.) türleri gözlemlenmektedir. Dere kenarı otsu bitkilerinden ise *Ranunculus* L. sp. (Düğün çiçeği), *Juncus* sp. (Hasırotu), *Equisetum* sp. (Atkuyruğu), *Rubus* L. sp. (Böğürtlen ve Ahududu) türlerinin yaygın olduğu gözlemlenmektedir.

Önemli doğa alanları

Araştırma alanının batı kıyılarında bulunan Kilyos kumulları “*Karadeniz sahilleri boyunca uzanan biyolojik çeşitlilik açısından en zengin kumul örneklerinden biridir*” (Eken vd. 2006) ve Önemli Doğa Alanı (ÖDA) olarak çok acil korunması gereken hassas alanlardandır. Bu kumullarda, küresel ölçekte tehlike altında olan beş tür, Avrupa ölçeğinde tehlike altında bir tür, ulusal ölçekte ise dokuz tür bulunmaktadır. Sit alanı statüsü dışında koruma statüsü bulunmayan bu kumullardaki iki tür, Bern Sözleşmesi ile koruma altına alınmıştır (çizelge 3.3).

Kumul vejetasyonu geçmişte Boğaziçi Üniversitesi yerleşkesi ve Arıköy Sitesinin bulunduğu alanlarda, kumul hareketleriyle birlikte geniş bir alanda yayılış göstermekteyken; yapılaşma, linyit madeni ocakları ile tahrip olmuştur. Kumul vejetasyonunun daralmasına neden olan bir diğer etken ise, tarım arazilerini korumaya yönelik kumul hareketlerini önleme amaçlı ağaçlandırma çalışmaları olmuştur. Araştırma alanında kıyı alanlarında ve Üniversite alanı içinde toplam 21,8 ha’lık alana kumul vejetasyonu yayılış göstermektedir.

Çizelge 3.3 Araştırma alanındaki Önemli Doğa Alanı Vejetasyonu (Eken vd. 2006)

Familiya	Cins tür	Türkçe	E	T	K	B
Malvaceae	<i>Alcea lavateriflora</i> (Dc.) Boiss.	Uludağ hatmisi	0	0		VU
Ranunculaceae	<i>Anemone nemorosa</i> L.	Beyaz dağlalesi	0	0	0	R
Brassicaceae	<i>Aubrieta olympica</i> Boiss.	Ulu obrizya	1	0		EN
	<i>Aurinia uechtritzi</i> (Bornm.) Cullen & Dudley	Ak yumak	0	0	A	V
Rubiaceae	<i>Asperula littoralis</i> SM.	Sahil asperulası	1	0	1	V
Asteraceae	<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl.	Öküzgözü	0	0		n/I
Cyperaceae	<i>Carex brizoides</i> L.	Narin çayır sazı	0	0		R
Asteraceae	<i>Centaurea hermannii</i> F. Hermann	Marmara peygamber çiçeği	1	0	1	V,EN
	<i>Centaurea kilaea</i> Boiss.	Kilyos peygamber çiçeği	1	0	1	V,EN
	<i>Cirsium polycephalum</i> DC.	Çok başlı Köygöçüren	1	0	1	V,CR
Convolvulaceae.	<i>Convolvulus persicus</i> L.	Acem yayılganı	0	0		V
Chenopodiaceae	<i>Corispermum filifolium</i> C.A.Mey	İnce pul otu	0	0		E
Cariofilacea	<i>Corrigiola litoralis</i> L.	Ağacık	0	0		V
Brassicaceae	<i>Crambe maritima</i>	Deniz Lahanası	0	0		E
Primulaceae	<i>Cyclamen coum</i> Miller	Sıklamen	0	0	A	n/I
Cyperaceae	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) R. & S.	Cüce saz	0	0		n/I
Brassicaceae	<i>Erysimum aznavourii</i> Candargy.	İstanbul binbirdelik otu	1	0	A	n/I
Brassicaceae	<i>Erysimum graecum</i> Boiss. & Heldr.	Yıldız zarife	0	0		I
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia amygdaloides</i> var. <i>robbiae</i> (Turrill) Radcliffe-	Has zerena.	1	0	A	R
	<i>Euphorbia lucida</i> Waldst. & Kit.	Parlak sütleğen	0	0		R
Poaceae	<i>Festuca beckeri</i> (Hackel) Trautv.	Sahil yumağı	0	0		R
Apiaceae	<i>Heptaptera triquetra</i> (Vent.) Tutin	Üçgen çakşır	0	0		R,EN
Asteraceae	<i>Heracium noeantum</i> Zahn.	Sülük şahin otu	1	0		VU
Brassicaceae	<i>Isatis arenaria</i> Azn.	Kelebekotu	1	0	1	E,EN
Campanulaceae	<i>Jasione montana</i> L.	Dağ Gökçesi	0	0		R

Çizelge 3.3 Araştırma alanındaki Önemli Doğa Alanı Vejetasyonu (devam)

Juncaceae	<i>Juncus bulbosus</i> L.	Yumak kofa.	0	0		R
Asteraceae.	<i>Jurinea kilaea</i> Azn.	Kilyos moru	0	0		R,VU
Fabaceae	<i>Lathyrus palustris</i> L.	Dere şokılı	0	0		R
	<i>Lathyrus undulatus</i> Boiss.	İstanbul nazendesı	1	0	A	R,VU
Liliaceae	<i>Lilium martagon</i> L.	Türk zambağı	0	0		E
Linaceae	<i>Linum tauricum</i> Willd. ssp. <i>bosphori</i> Davis	Boğaz keteni	1	0	1	CR
Scrophulariaceae	<i>Linaria odora</i> (Bieb.) Fischer.	Kokar nevrüz otu	0	0		V
Brassicaceae	<i>Matthiola fruticulosa</i> (L.) Maire.	Kum şebboyu	0	0		n/I
Alliaceae	<i>Nectaroscordum siculum</i> ssp. <i>bulgaricum</i> (Janka) Stearn.	Sicilya bal zambağı	0	0		R
Liliaceae	<i>Ornithogalum euxinum</i> Speta.	Kaba sasal	0	0		EN
Apiaceae.	<i>Peucedanum obtusifolium</i> SM.	Kıyı kerevizi	1	0	A	VU
Ranunculaceae	<i>Ranunculus thracicus</i> Azn.	Belgrat yağ otu	0	0		EN
Iridaceae	<i>Romulea columnae</i> Seb & Mauri ssp. <i>columnae</i>	Bodur çiğdem	0	0		R
	<i>Romulea linaresii</i> Parl. ssp. <i>graeca</i> Bég.	Dibi tatlı	0	0		R
Caryophyllaceae	<i>Silene sangaria</i> Coode & Cullen.	Karadeniz salkımı	1	0	1	E,VU
	<i>Silene thymifolia</i> Sibth. & SM.	Istranca nakılı.	0	0		R
Boraginaceae	<i>Symphytum pseudobulbosum</i> Azn.	Yalan kafes otu	1	0	1	V,CR
Asteraceae	<i>Taracetum heterotomum</i> (Bornm.) Grierson	Suluk pire otu	1	0		VU
Asteraceae	<i>Taraxacum aznavourii</i> Van Soest.	Has hindiba	1	0	1	DD
	<i>Taraxacum pseudobrachyglossum</i> Van	Roriço	1	0	A	R,NT
Fabaceae	<i>Trifolium pachycalyx</i> Zoh.	İstanbul üçgülü	1	0	1	E,DD
Boraginaceae	<i>Tournefortia sibirica</i> L.	Kum gelini	0	0		R
Scrophulariaceae	<i>Verbascum degenii</i> Hal.	Sahil sığır kuyruğu	1	0	1	E,CR

E : Endemik, TE : Tek nokta endemiği, K : Küresel Kırmızı Liste, B : Bölgesel/Ulusal Kırmızı Liste.A :Avrupa, E, EN :Endanger (Tehlikede), CR: Critical (Kritik), DD : Data Deficient (Yetersiz veri), NT: Near Threatened (Tehdite açık), R : Rare (Nadir), V,VU : Vulnerable (Duyarlı).

Yerleşim alanları dışında, araştırma alanındaki doğal ve yarı doğal vejetasyon alanlarının tamamı Boğaziçi Önemli Doğa Alanının bir parçasıdır. Kilyos ve Rumeli Feneri arasında “*Sarp volkanik kayalar üzerinde gelişmiş kayalık bitki toplulukları Türkiye’de kendi çapındaki en iyi örneklerdendir*” (Erken vd. 2006). Araştırma alanında küresel ölçekte on, Avrupa ölçeğinde ise yedi adet tehlike altında tür bulunmaktadır (çizelge 3.3).

Kentsel gelişme alanları ve Kuzey Marmara Otoyolu inşaatı gibi tehditler nedeniyle, Önemli Doğa Alanı peyzajında delinme, parçalanma, daralma, habitat kaybı gibi bozulmalar yaşanmaktadır.

3.1.8 Yaban hayatı

Yerleşim alanları dışında alanın tümünü kapsayan Boğaziçi Önemli Doğa Alanı Doğa Derneği’nin yayınladığı Türkiye’nin Önemli Doğa Alanları Raporunda (2006) dünyanın en önemli kuş göçü yoğunlaşma alanlarından biri olarak vurgulanmaktadır. Kıyı alanları Gümüş Martı (*Larus cachinnans michahellis*) ve ormanlık alanlar ise küçük yeşil ağaçkakan (*Picus canus*) gibi nadir türler için önemli üreme alanlarıdır (Eken vd. 2006). Kırmızı listede yer alan yirmi üç göçmen kuş türü ÖDA’yı göç, kışlama ve üreme alanı olarak kullanmaktadırlar (çizelge 3.4).

Sarıyer Yaban Hayatı Geliştirme Sahasının bir bölümü araştırma alanı batı sınırları içinde yer almaktadır. Ayrıca, araştırma alanının güneyinde yer alan orman alanları, Belgrad Ormanları ile fiziki bütünlüğe sahip olduğundan, Belgrad Ormanlarının devamı niteliğindedirler. İki önemli yaban yaşam alanı arasında köprü niteliği taşıyan orman alanları, bu alanlarda korumaya alınan kuş, memeli sürüngen ve diğer türlerin doğal yaşam ortamı olma özelliğine sahiptir. Bu nedenle, ÖDA raporunda listelenen türler dışında, alanda Belgrad Ormanında gözlemlenen “geyik (*Cervus elaphus*), yaban domuzu (*Sus scrofa L.*), kızıl sincap (*Sciurus vulgaris L.*), karaca (*Capreolus capreolus*), kirpi (*Erinaceus concolor*), köstebek (*Talpa europaea L.*), sansar (*Martes sp.*) ile yaban kedisi (*Felis silvestris Schreber*)” (Anonim 2015) yayılış gösterdiği söylenebilir. Tuna (2013), Feneryolu Yaban Hayatı Geliştirme Sahası’nın küçük memeli

türleriyle ilgili gerçekleştirdiği çalışmada, “küçük memeli türlerinin ormanların sürdürülebilirliğini belirlemede bir göstergesi” olduğu belirtmiştir. Küçük memeli türlerinin kompozisyonu ile orman vejetasyonunu ve yırtıcı türlerin kompozisyonu arasındaki ilişkiyi vurgulamıştır. Bu çalışmaya göre araştırma alanında tespit edilen küçük memeli ve diğer hayvan türleri çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 2.4 Boğaziçi Önemli Doğa Alanı Kuş Listesi (Eken vd. 2006)

Familia	Cins tür	Türkçe	E	TE	K	B
Accipitridae	<i>Accipiter brevipes</i>	Yoz atmaca	0	0	LC	LC
	<i>Aquila pomarina</i>	Küçük orman kartalı	0	0	LC	LC
Ciconiidae	<i>Ciconia ciconia</i>	Leylek	0	0	LC	LC
	<i>Ciconia nigra</i>	Kara leylek	0	0	LC	LC
Accipitridae	<i>Circaetus gallicus</i>	Yılan kartalı	0	0	LC	LC
Picidae	<i>Dendrocopos leucotos</i>	Ak sırtlı ağaçkakan	0	0	LC	LC
	<i>Dendrocopos medius</i>	Ortanca ağaçkakan	0	0	LC	LC
	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Alaca ağaçkakan	0	0	LC	LC
Emberizidae	<i>Emberiza hortulana</i>	Bayağı kiraz kuşu	0	0	LC	LC
Muscicapidae	<i>Ficedula semitorquata</i>	Alaca sinekkapan	0	0	NT	LC
Corvidae	<i>Garrulus glandarius hansguencheri</i>	Bayağı alakarga	1	0	LC	LC
Gaviidae	<i>Gavia arcita</i>	Kara gerdanlı dalgıç	0	0	LC	-
Accipitridae	<i>Hieraaetus pennatus</i>	Küçük kartal	0	0	LC	LC
Laniidae	<i>Lanius collurio</i>	Kızıl sırtlı örümcek kuşu	0	0	LC	LC
Laridae	<i>Larus cachinnans michahellis</i>	Gümüş martı	0	0	LC	LC
	<i>Larus melanocephalus</i>	Akdeniz martısı	0	0	LC	LC
	<i>Larus ridibundus</i>	Karabaş martı	0	0	LC	LC
Accipitridae	<i>Milvus migrans</i>	Kara çaylak	0	0	LC	VU
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax aristotelis desmarestii</i>	Tepeli karabatak	0	0	LC	LC
	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Karabatak	0	0	LC	LC
Picidae	<i>Picus canus</i>	Yeşil ağaçkakan	0	0	LC	LC
Sittidae	<i>Sitta krueperi</i>	Küçük sıvacı kuşu	0	0	NT	(NT)
Sylviidae	<i>Sylvia nisoria</i>	Çizgili ötleğen	0	0	LC	LC

E : Endemik, TE : Tek nokta endemiği, K : Küresel Kırmızı Liste, B : Bölgesel/Ulusal Kırmızı Liste, LC : Least Concern (Düşük riskli), NT : Near Threatened (Tehdite açık)

Çizelge 3.5 Araştırma alanında yaşayan hayvan türleri (Eken vd. 2006, Tuna 2013, Anonim 2015, <https://www.iucn.org>)

Familia	Cins tür	Türkçe	E	TE	K	B
Erinaceidae	<i>Erinaceus roumanicus</i>	Doğu Avrupa kirpisi	0	0	LC	LC
	<i>Erinaceus concolor</i>	Kirpi	0	0	LC	-
Talpidae	<i>Talpa levantis</i>	Karadeniz köstebeği	0	0	LC	LC
	<i>Talpa europaea</i>	Avrupa köstebeği	0	0	LC	LC
Soricidae	<i>Sorex minutus</i>	Küçük sivri fare	0	0	LC	LC
	<i>Neomys anomalus</i>	Bataklık böcekçil	0	0	LC	LC
Sciuridae	<i>Sciurus vulgaris</i>	Kızıl sincap	0	0	LC	LC
Cricetidae	<i>Microtus subterraneus</i>	Kısa kulaklı fare	0	0	LC	LC
Muridae	<i>Apodemus agrarius</i>	Çizgili orman faresi	0	0	LC	LC
	<i>Apodemus flavicollis</i>	Sarı boyunlu orman faresi	0	0	LC	LC
	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Dağ faresi	0	0	LC	LC
	<i>Rattus rattus</i>	Sıçan	0	0	LC	LC
	<i>Rattus norvegicus</i>	Göçmen sıçan	0	0	LC	LC
	<i>Mus musculus</i>	Ev faresi	0	0	LC	LC
Gliridae	<i>Glis glis</i>	Yeduiyur	0	0	LC	LC
	<i>Dryomys nitedula</i>	Hasancık-Ağaç yeduiyuru	0	0	LC	LC
Canidae	<i>Vulpes vulpes</i>	Kızıl tilki	0	0	LC	LC
	<i>Canis aureus</i>	Çakal	0	0	LC	-
Mustelidae	<i>Martes foina</i>	Kaya sansarı	0	0	LC	LC
	<i>Meles meles</i>	Porsuk	0	0	LC	LC
	<i>Mustela nivalis</i>	Gelincik	0	0	LC	LC
Felidae	<i>Felis silvestris</i>	Yaban kedisi	0	0	LC	LC
Suidae	<i>Sus scrofa</i>	Yaban domuzu	0	0	LC	-
Cervidae	<i>Capreolus capreolus</i>	Karaca	0	0	LC	LC
	<i>Cervus elaphus</i>	Geyik	0	0	LC	-
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Sazan	0	0	VU	-
Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i>	İki şişe burunlu yunuslar	0	0	LC	(YU)
Salamandridae	<i>Triturus karelinii</i>	Pürtüklü semender	0	0	LC	LC
Emydidae	<i>Emys orbicularis</i>	Benekli kaplumbağa	0	0	NT	NT
Testudinidae	<i>Testudo graeca</i>	Tosbağa	0	0	VU	NT

Çizelge 3.5 Araştırma alanında yaşayan hayvan türleri (devam)

Familia	Cins tür	Türkçe	E	TE	K	B
Colubridae	<i>Zamenis situla</i>	Ev Yılanı	0	0	LC	LC
Pieridae	<i>Anthocharis damone</i>	Süslüdamone kelebeği	0	0	-	VU
Papilionidae	<i>Archon apollinus nikodemusi</i>	Yalancı Apollo kelebeği	1	0	-	EN
Lycaenidae	<i>Glaucopsyche alexis</i>	Karagözmavisi kelebeği	0	0	-	VU
	<i>Glaucopsyche arion</i>	Büyük korubeni kelebeği	0	0	NT	EN
	<i>Pseudophilotes bavius</i>	Bavius kelebeği	0	0	-	EN
	<i>Pseudophilotes vicrama</i>	Himalaya Mavi kelebeği	0	0	-	VU
	<i>Scolitantides orion</i>	Karamavi kelebeği	0	0	-	VU
Hesperiidae	<i>Thymelicus acteon</i>	Sarılekeli zıpzıp kelebeği	0	0	-	VU

E : Endemik, TE : Tek nokta endemiği, K : Küresel Kırmızı Liste, B : Bölgesel/Ulusal Kırmızı Liste, EN : Endanger (Tehdit altında), LC : Least Concern (Düşük risk), NT : Near Threatened (Yakın tehdit altında), VU : Vulnerable (Hassas),

3.1.9 Korunan alanlar

Araştırma alanının tamamını kapsayan “İstanbul Kuzey Kesimi Karadeniz Kuşağı 15 Kasım 1995 tarih ve 7755 sayılı” (Dinçer vd. 2009) Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu kararıyla doğal sit alanı ilan edilmiştir. Bu karar ile araştırma alanındaki orman alanları birinci derece, Kilyos ve Zekeriyaköy yerleşimleri arasında Kilyos Deresi boyunca devam eden düz araziler ikinci derece, araştırma alanındaki diğer alanlar ise, üçüncü derece doğal sit alanı olarak tescil edilmiştir. Önemli Doğa Alanları arasında en özgün niteliğe sahip olan Kilyos kumulları ve Kilyos -Uzunya koyları arasındaki kayalık alanlardaki doğal vejetasyonun, üçüncü derece doğal sit olarak, doğal yapılarının korunması mümkün görünmemektedir. Araştırma alanında sit statüsünden başka Yaban Hayatı Koruma ve Geliştirme Sahası statüsüne sahip bir alan da bulunmaktadır. Araştırma alanındaki kumul ve meşe - gürgen habitatları Bern Sözleşmesine göre korunması gereken tehlike altındaki habitatlardır (<http://obanettr.org/>).

Araştırma alanında; Demirciköy Mahallesiinde dört adet, Kilyos Mahallesiinde üç adet, Zekeriyaköy Mahallesiinde yedi adet ve Uskumruköy Mahallesiinde de sekiz adet olmak üzere toplam yirmi iki adet ağaç “korumaya değer ağaç” olarak tescil edilmiştir ve “anıt

ağaç” olarak tescil edilen Kilyos Mahallesiinde bir adet Londra çınarı (*Platanus acerifolia*, 242 yaşında), Zekeriyaköy Mahallesiinde üç adet Londra çınarı (390, 179, 398 yaşlarında) ile bir adet saplı meşe (*Quercus robur*, 211 yaşında) olmak üzere beş adet anıt ağaç korumaya alınmıştır (Çizelge 3.6) (Anonim 2014).

Çizelge 3.6 Araştırma alanı anıt ağaçları (Anonim 2014)

<i>Mahalleler</i>	<i>Cins-tür</i>	<i>Yaşı</i>
<i>Kilyos (Kumköy)</i>	<i>Platanus acerifolia</i>	242
<i>Zekeriyaköy</i>	<i>Platanus acerifolia</i> (3 adet)	390, 179, 398
	<i>Quercus robur</i>	211

3.1.10 Yürürlükteki planlar

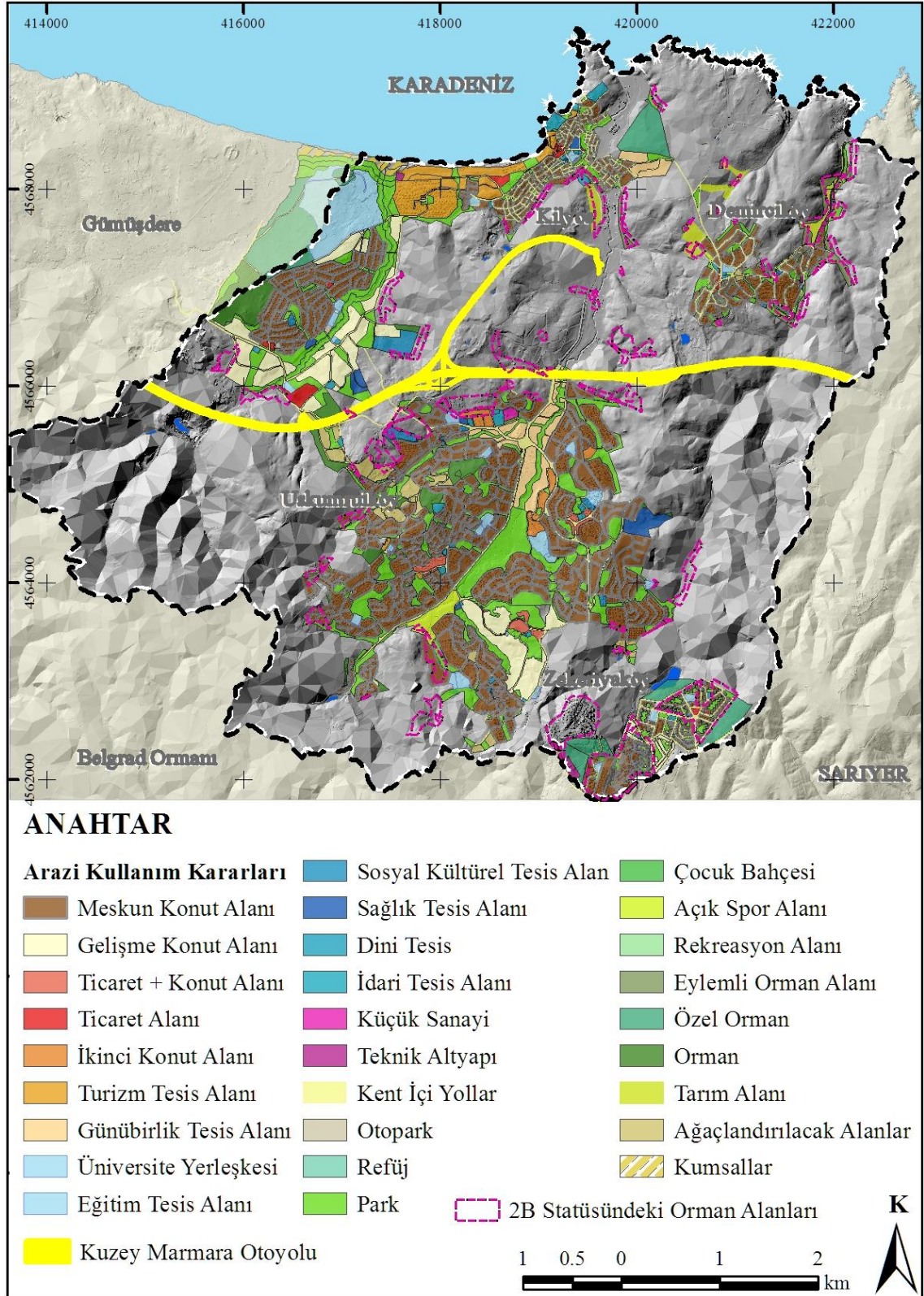
İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 17.07.2009 tarihinde onaylanarak yürürlüğe giren 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planında (Şekil 3.12), araştırma alanı “çevresel sürdürülebilirlik açısından yaşamsal öneme sahip alanlar” içinde yer almaktadır. Plan raporunda (Anonim 2009); önemli bitki alanları, içme suyu havzaları ve orman alanlarının kentin kuzeyinde yoğunlaştığı belirtilmekte; kent makroformunun kuzey yönünde yayılma eğiliminin oluşturduğu riske vurgu yapılmaktadır. Bu nedenle, kentin kuzeyindeki yerleşim alanları “gelişimi ve denetimi kontrol altında tutulacak alanlar” olarak plana işlenmiş, bu alanlarda “kentsel ve bölgesel donatı alanları” ve “günübirlik turizm alanları” dışında gelişme önerisi getirilmemiştir. 2009 yılında yürürlüğe giren yürürlüğe giren 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planında kentin kuzeyi için getirilen kısıtlamalara karşın; 2010 yılında merkezi yönetim tarafından güzergâhı belirlenerek projelendirilen Kuzey Marmara Otoyolu inşaatı çalışmalarına 2013 yılında başlanmıştır. Koruma Amaçlı Nazım İmar Planları 25.03.2014 tarihinde onaylanan ve 2016 yılında işletmeye açılan Kuzey Marmara Otoyolunun mevcut durumda doğal ve yarıdoğal peyzajlara yıkıcı etkisinin yanında; arazi fiyatlarındaki artışlar ve emlak sektöründeki hareketlilikler göz önünde bulundurulduğunda Kuzey İstanbul’da kentleşme baskısını arttırdığından sözedilebilir.



Şekil 3.12 1/100.000 ölçekli İstanbul Çevre Düzeni Planı (Anonim 2009)

Araştırma alanında; Sarıyer Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgeleri (Anonim 2003a); Zekeriyaköy-Uskumruköy Bölgesi (Anonim 2003b); Kilyos Demirciköy Yerleşim Alanları ve Çevresi (Anonim 2005); Kasapçayırı Mevkii Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi (Anonim 2006a); Sarıyer, Gümüşdere, Kısırkaya Bölgesi (Anonim 2009a); Zekeriyaköy Toplu Konut Alanı (Anonim 2013); Kuzey Marmara Otoyolu Uskumruköy-Demirciköy Geçişi (Anonim 2014a) 1/5000 ölçekli koruma amaçlı nazım imar planları yürürlükte (Şekil 3.13).

Yürürlükteki koruma amaçlı imar planlarında en yüksek yoğunluk $KAKS = 0.30 \text{ hmax} = 9.5$ ile ticaret + konut alanlarında belirlenmiştir. Düşük yoğunluklu konut alanlarında yapılaşma koşulları $KAKS = 0.3 \text{ hmax} = 6.5$, turizm + konut alanlarında $KAKS = 0.2$, Ticaret alanlarında $KAKS = 0.2 \text{ hmax} = 6.5$ olarak belirlenmiştir. Araştırma alanında 393 ha alana sahip 2/B statüsüne orman vasfını kaybetmiş orman mülkiyetindeki alanlardan özellikle Boğaziçi Geri Görünüm Bölgesi sınırları içinde 103 ha alan koruma amaçlı imar planları ile imara açılmıştır.



Şekil 3.13 Yürürlükteki Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planları (Anonim 2003a, Anonim 2003b, Anonim 2005, Anonim 2006a, Anonim 2009a, Anonim 2013, Anonim 2014a)

Koruma amaçlı imar planları ile mevcut kentsel ve kırsal yerleşim alanları dışında 362 ha konut ve kentsel donatı alanı, 180 ha kentsel yeşil alan önerilmiştir. Çizelge 3.7’de görüldüğü üzere kentsel gelişme alanları büyük oranda orman alanları, doğal ve yarı doğal vejetasyon alanları üzerinde baskı oluşturmaktadır

Çizelge 3.7 Yürürlükteki planlardaki kentsel gelişme alanlarının mevcut arazi örtüsü tipleri ile karşılaştırılması

Kentsel Gelişme Alanları	Düzy 2	Düzy 3	Düzy 3 Alan (ha)	Düzy 2 Alan (ha)	Düzy 2 Alan (ha)
Konut ve kentsel donatı alanları	A 11	Aktif Yeşil Alanlar	0,12	0,13	87,09 % 16,07
		Pasif Yeşil Alanlar	0,17	0,20	
		Tarımsal Üretim Alanları	86,8	99,66	
	A 12	Orman Alanları	12,96	5,93	218,69 % 40,35
		Orman Toprağı	11,9	5,44	
		Doğal Vejetasyon	71,44	32,67	
		Kalıntı Vejetasyon	122,38	55,96	
	A 24	Sucul Vejetasyon	1,99		1,99 % 0,22
	B 15	Düzensiz Konut Alanları	0,56	1,42	39,13 % 7,22
		Kırsal Yerleşimler	1,09	2,79	
		Günübirlik Turizm Tesis Alanları	0,11	0,29	
		Askeri Alanlar	0,26	0,68	
		Ulaşım Altyapısı	0,59	1,50	
		Diğer Alanlar	16,59	42,41	
		Kazı Alanları	19,64	50,20	
Orman - Kazı Alanları		0,26	0,66		
Orman - Açık Ocak Alanları		0,03	0,08		
B 16	Çıplak Arazi	14,39		14,39 % 2,66	
B 28	Akarsu Yüzeyleri	0,09		0,09 % 0,02	
Yeşil Alanlar	A 11	Tarımsal Üretim Alanları	29,8		29,8 % 5,50
	A 12	Orman Alanları	11,61	9,69	119,81 % 22,11
		Orman Toprağı	2,44	2,04	
		Doğal Vejetasyon	47,16	39,36	
		Kalıntı Vejetasyon	58,61	48,95	
	A 24	Sucul Vejetasyon	3,63		3,63 % 0,67
	B 15	DY Kapalı Konut Alanları	1,1	6,03	18,28 % 3,37
OY Kapalı Konut Alanları		0	0,01		

Çizelge 3.7 Yürürlükteki planlardaki kentsel gelişme alanlarının mevcut arazi örtüsü tipleri ile karşılaştırılması (devam)

Kentsel Gelişme Alanları	Düzyey 2	Düzyey 3	Düzyey 3 Alan (ha)	Düzyey 2 Alan (ha)	Düzyey 2 Alan (ha)
Yeşil Alanlar		DY Ayrık Düzen Konut Alanları	0,21	1,15	
		ÇDY Ayrık Düzen Konut Alanları	0,73	3,97	
		Düzensiz Konut Alanları	1,6	8,77	
		Kırsal Yerleşimler	1,57	8,59	
		Ticaret Alanları	1,03	5,61	
		Turizm Tesis Alanları	0,02	0,11	
		Günübirlik Turizm Tesis Alanları	1,42	7,76	
		Ulaşım Altyapısı	0,82	4,51	
		Diğer Alanlar	2,26	12,36	
		Kazı Alanları	5,41	29,60	
		Orman - Kazı Alanları	2,11	11,54	
	B 16	Çıplak Arazi	8,49		8,49 % 1,57
	B 28	Akarsu Yüzeyleri	0,31	56,36	0,55 %0,10
Göl ve Göletler		0,24	43,64		
Toplam			541,96		

A 11 : Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar

A12 : Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon

A 24 : Doğal ve Yarıdoğal Sucul Vejetasyon

B 16 : Çıplak Alanlar

B 28 : Doğal Su Yüzeyleri

3.1.11 Teknik altyapı

Araştırma alanında, 4000 m³/gün kapasiteli Zekeriyaköy Evleri Biyolojik Arıtma Tesisi (Alatlı vd. 2013) ile birlikte işletim ve kapasitesi hakkında bilgi edinilmemiş olan üç adet paket evsel atıksu arıtma tesisi bulunmaktadır. Belirli konut kooperatiflerine hizmet eden bu arıtma tesisleri dışında 15.000 m³/gün kapasiteli Kilyos İleri Biyolojik Arıtma Tesisi (Anonim 2012) için projelendirme çalışmaları devam etmektedir. Araştırma alanında, evsel atıksu arıtımı ile birlikte kentsel yağmur suyu yönetimine yönelik halen geleneksel yöntemler kullanılmaktadır. Yağmur suyu kontrolüne yönelik mevcut altyapı, suyun kentsel alanlardan hızlı bir biçimde tahliyesine yönelik uygulamalardan oluşmaktadır. Atıksu ve yağmur suyu drenaj altyapıları birleşik ve ayrıık olarak uygulanmakta olup, atıksu altyapısından bağımsız bütünleşik bir kentsel yağmursuyu yönetim altyapısı bulunmamaktadır.

3.1.12 Sosyal, kültürel ve ekonomik özellikler

1990'ların öncesinde doğal, yarıdoğal ve kırsal özellik gösteren Zekeriyaköy, Demirciköy, Uskumruköy, Kilyos yerleşimlerinin yer aldığı araştırma alanı, 1986 yılından sonra "*mevzi imar planları ile parça parça yapılaşmaya açılmıştır*" (Yılmaz 2015). Bu süreçte 1990'ların ortalarından itibaren Zekeriyaköy Evleri gibi yüksek gelir grubuna hitap eden düşük yoğunluklu kırsal yerleşim alanları alanın kırsal kimliğinin yerini almıştır. Araştırma alanında 1990'ların ortalarında başlayan dönüşüm süreci halen devam etmektedir.

2013 yılı nüfus istatistiklerine göre (Anonim 2015a) araştırma alanındaki yerleşim alanları toplam 25.583 nüfusa sahiptir. 16524 kişi Zekeriyaköy'de, 5478 kişi Uskumruköy'de, 1195 kişi Demirciköy'de yaşamaktadır. Zekeriyaköy-Uskumruköy yerleşmelerinde %100'lük artışla en fazla nüfus artışı 1995-2000 yılları arasında gerçekleşmiştir (Anonim 2003b). Sarıyer Belediye Başkanlığı 2015-2019 Dönemi Stratejik Planına göre, araştırma alanında toplam 20.253 bağımsız birim bulunmaktadır. Ortalama hane halkı büyüklüğü dört olarak kabul edildiğinde, alanın potansiyel nüfusu 81.212 kişidir.

Yükseköğretim ve üstü eğitim düzeyinin yüksek olduğu araştırma alanında, Boğaziçi Üniversitesi Sarıtepe Yerleşkesi yer almaktadır. Boğaziçi Üniversitesine ait yurtların ve sosyal tesislerin bulunduğu yerleşkenin kentsel alanlarla ilişkisi zayıf olduğundan, yerleşim alanlarında öğrenci hareketliliği sınırlıdır. Araştırma alanında ilk ve orta derecede beş adet resmi eğitim tesisi bulunmakta olup, öğrenci sayıları düşüktür. Yüksek gelir düzeyine sahip yöre halkı araştırma alanında çok sayıda bulunan özel eğitim kurumlarını tercih etmektedirler. Araştırma alanında bir adet kültür merkezi bulunmaktadır. Banliyö özelliği taşıyan araştırma alanında çalışma alanları düşük oranda bulunmaktadır. Konut ve çalışma alanları arasındaki hareketlilik çoğunlukla alan dışına doğru yaşanmaktadır. Hizmet sektörü Zekeriyaköy ve Kilyos yerleşimlerinde yoğunlaşmıştır. Rekreasyon ve günübirlik alanların yoğun olduğu araştırma alanı, hafta sonları büyük miktarda ziyaretçi misafir etmektedir.

3.2 Yöntem

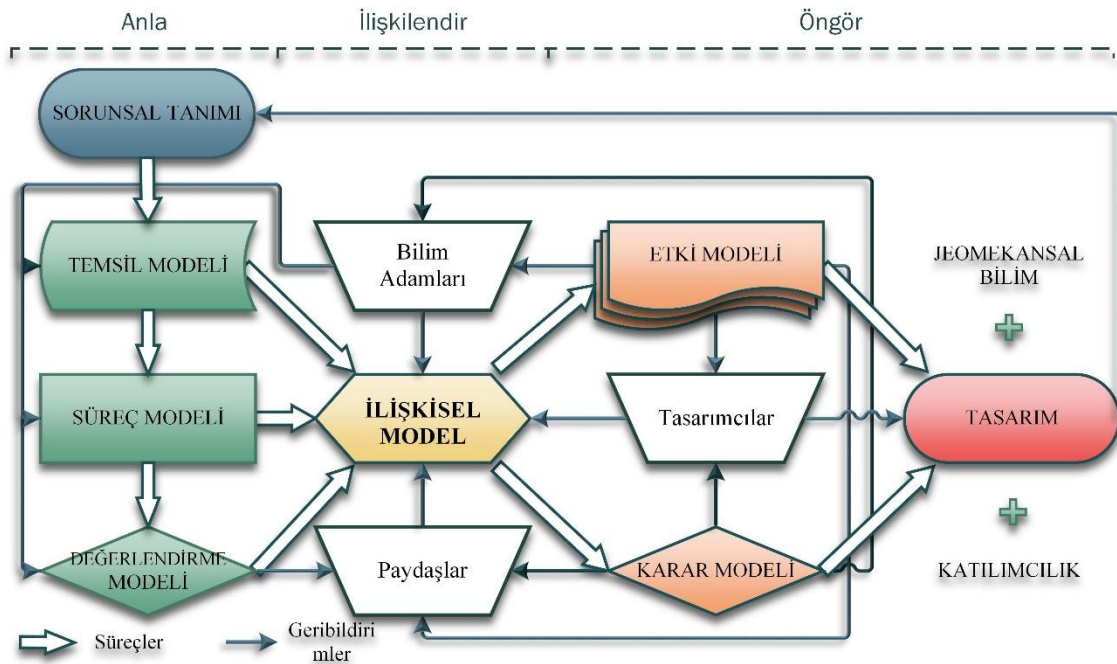
“Tasarım Yöntemi yoktur. Tekil bir tasarım yöntemi olmadığından, tekil bir geotasarım yöntemi de yoktur.” (Steintz 2012).

Mevcut geotasarım yöntemleri (bkz. Steintz 2012, McElvaney 2012, www.spatial.redlands.edu/Geodesign); çoğunlukla taslak çizimi, CBS güdümlü jeo - işlem, internet tabanlı geribildirim, kontrol paneli gibi araçlar ile gelecekteki arazi kullanım dağılımının sosyal ve çevresel etkilerini tahmin edildiği işbirlikçi bir karar destek sistemine vurgu yapmaktadır. Özellikle Steintz’in değişim modeli başta olmak üzere mevcut geotasarım yöntemlerinin tamamı, desen ve süreç analizlerini anlamaya, değişimleri ve etkilerini öngörmeye yönelik yinelemeli bir tasarım sürecine işaret eder. Ama yine de, sosyo - ekolojik süreçlerin ilişkiselliğine dayalı ekolojik altyapı oluşturmaya yönelik tasarım sürecini yenilikçi yöntem ve iş akışlarına ihtiyaç duymaktadır. Mevcut geotasarım yaklaşımları geneli itibariyle, aşağıdan - yukarı katılımcı süreçler işletilmesine rağmen, her biri işbirlikçi gruplar tarafından öngörülen değişim senaryoları üzerinde uzlaşmaya çalışılan gelecek fikrinden öteye gitmeyecektir.

Eğer değişimleri yalnızca öngörmek yerine; aynı zamanda yönetmek istiyorsak; mevcut ilişkileri anlamalı, yeniden ilişkilendirmeli ve gelecekteki ilişkileri öngörmeliyiz. Bu nedenle, geotasarım çatısının merkezi olarak Steintz’in değişim modeli yerine ilişki model önerilmiştir. Peyzaj katmanları arasındaki etmen tabanlı ilişkilere odaklı esnek ve uyum sağlayabilir tasarım araçları sunan ilişki peyzaj analizi, tekil bir araç önermez. Aksine, somut bir yazılımdan çok, genel bir ‘ilişkisel geotasarım’ fikrine vurgu yapar. Bu bağlamda ilişki peyzaj analizi; ne bir tasarım çatısı ne de bir değişim modeli olarak, aksine peyzajın geçmişi ve bugününü gelecekle ilişkilendirmeyi amaçlayan katalizör olarak düşünülebilir.

İlişkisel geotasarım, üç ana aşamadan oluşur (Şekil 3.14). İlk olarak; çoklu düzeylerde peyzaj anlaşılmasına çalışılır. Bu aşamada, ilişki peyzaj analizine altlık oluşturan ortam verisi, ekosistem gösterge ve parametreleri veri tabanına işlenir. İkinci aşamada,

geotasarımın amacına uygun olarak kurgulanan ilişkisel peyzaj analiz yöntemi doğrultusunda; ekosistem hizmetleri, ekolojik altyapı öğeleri ve peyzaj bileşenleri etmen tabanlı algoritmalarla ilişkilendirilir. Bu doğrultuda hazırlanan etmen tabanlı ilişkisel model; uzman, tasarımcı ve işbirlikçi grupların denetiminde geribildirimler olarak verecek biçimde çalıştırılır. Son olarak, İlişkisel Model ile üretilen gelecek olasılıkları ve etkileri geribildirimler yoluyla nihai karara varılmak üzere ilişkisel model içinde değerlendirilir.

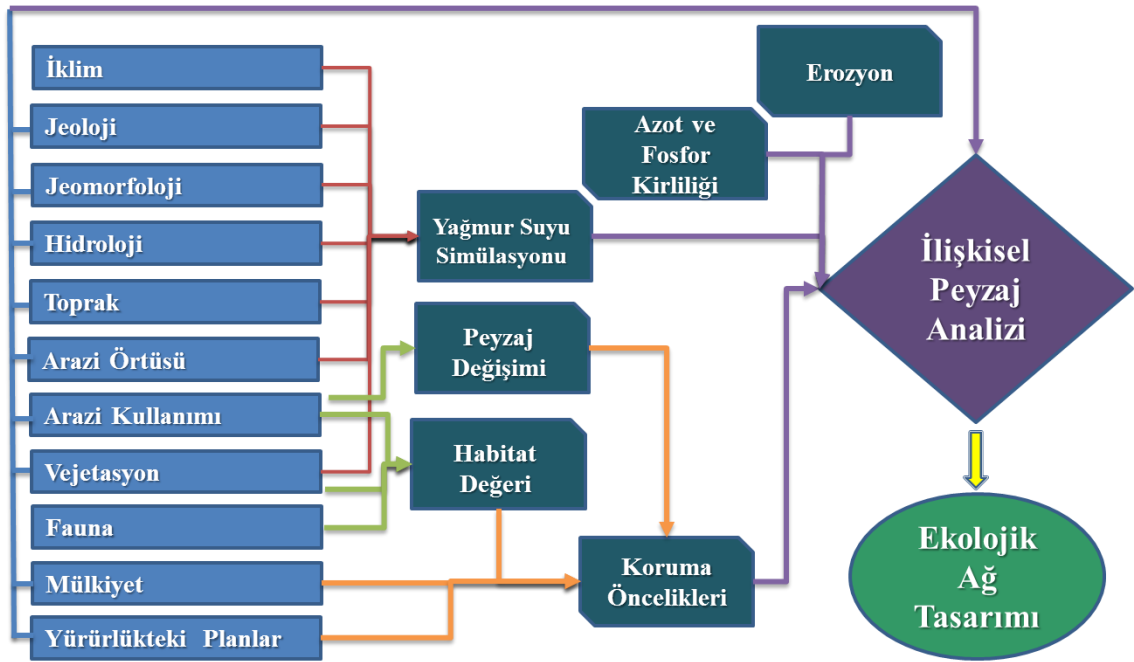


Şekil 3.14 İlişkisel geotasarım genel çerçevesi

Steinitz'in geotasarım sürecini oluşturan niçin / nasıl – ne – nerede / ne zaman sorularının sorulduğu üçlü yinelemeleri aynı zamanda ilişkisel geotasarım için de geçerlidir. Ama yaklaşım, Steinitz'in altı sorusunu sorarken ilişkilere odaklanması ile farklılaşır: Peyzaj, bileşenleri arasındaki ilişkilerle ifade edilebilir mi? (temsil modeli), Hangi temel ilişkiler peyzaj süreçlerini harekete geçirir? (süreç modeli), Mevcut ilişkiler iyi işliyor mu? (değerlendirme modeli), Peyzaj nasıl ilişkilendirilebilir? (ilişkisel model), İlişkiler hangi farklılıklara neden olur? (etki modeli), Peyzaj nasıl ilişkilendirilmelidir? (karar modeli).

3.2.1 İlişkileri anlama

Peyzajı anlamak için, ilk olarak jeomekansal verinin hangi düzeylerde / ölçeklerde nasıl temsil edilmesi gerektiği bilgisine ihtiyaç duyarız. Ancak, peyzajı ve süreçlerini anlamamanın en iyi yolu ilişkileri anlamak ile olur. Peyzajın tek bir ölçek veya düzeyde temsili, peyzaj süreçlerini tetikleyen ilişkileri anlamak için yeterli değildir. Bu nedenle, peyzajı çoklu düzeylerde temsil eden modüler hiyerarşik bir temsil modelinin oluşturulması gereklidir. Ayrıca, ilişkilerin nasıl temsil edilebileceği sorusu, geotasarım ekibinin mevcut peyzajı değerlendirmesinde daha iyi bir kavrayış sağlayan anahtar sorudur. Ekolojik altyapı tasarımına yönelik İlişkisel Peyzaj Analizine altlık oluşturan veriler Şekil 3.15’de ifade edilmektedir.



Şekil 3.15 İlişkisel peyzaj analizine altlık oluşturan veriler

Bu bağlamda, araştırma alanında arazi örtüsünü temsilen FAO-LCCS modüler hiyerarşik arazi örtüsü sınıflandırma sistemini temel alan 1/1000 ölçekte temsil modeli hazırlanmıştır. Peyzajı çoklu düzeylerde temsil eden bu arazi örtüsü verisi üzerinden; eğim, arazi kullanımları, değişim, toprak özellikleri, vegetasyon, habitat değeri, mülkiyet, plan durumları, yoğunluklar, eğri numarası, azot, sediment parametreleri gibi

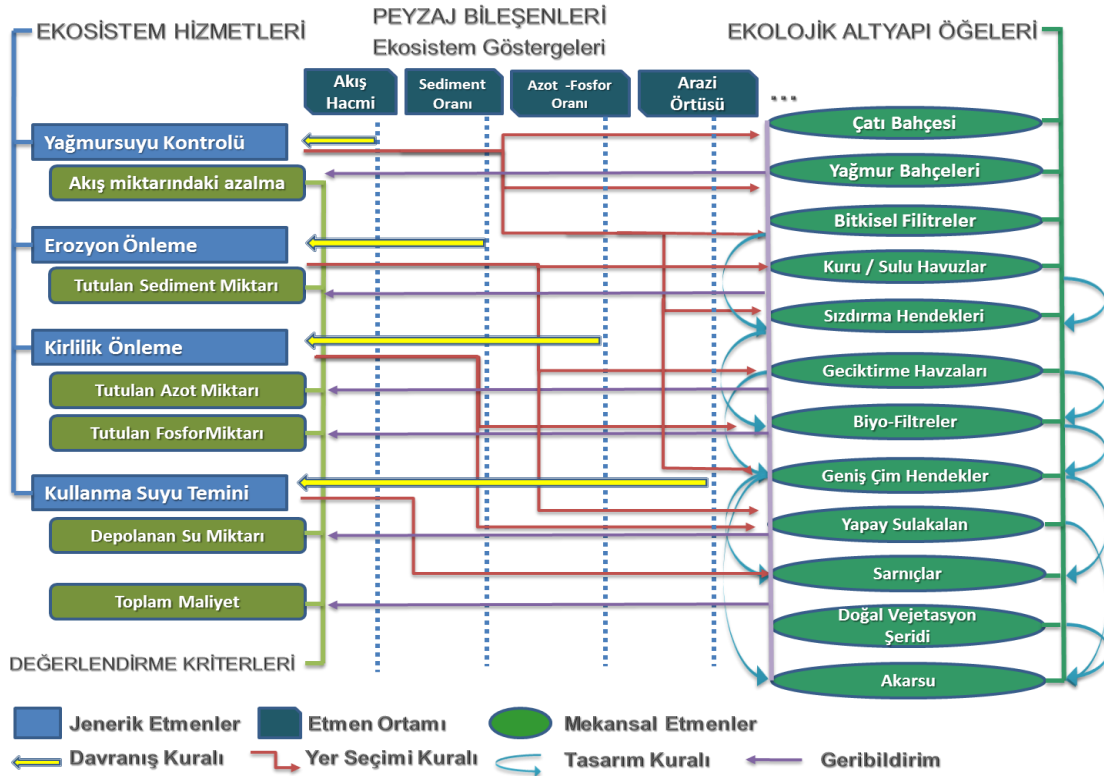
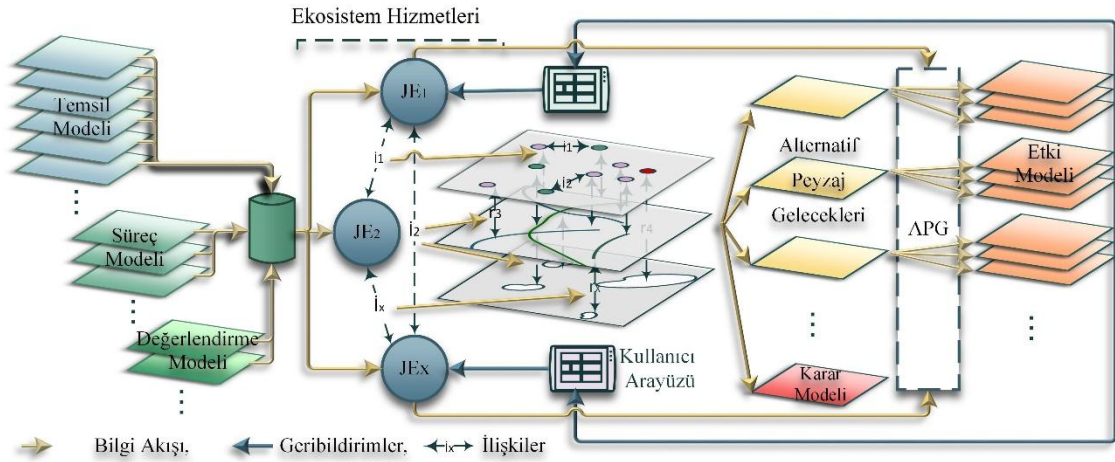
peyzaj bileşenleri ve göstergelerine ilişkin bilgiler veri tabanına işlenmiştir. Hazırlanan temsil modeli üzerinden peyzaj değişimi ve hidrolojik süreçlere ilişkin analizler yapılmıştır. Hidrolojik süreç analizleri sonucu elde edilen yüzey akışına geçen yağmur suyu, akışa geçen azot ve sediment gibi parametre ve göstergeler ilişkisel peyzaj analizinde ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi için anahtar verilerdir. Ayrıca, modüler hiyerarşik arazi örtüsü verisi üzerinden fonksiyonel peyzaj bağlantılılığına yönelik değerlendirme modeli üretilmiştir. Bu veri, ilişkisel modele ekolojik altyapı öğelerinin yer seçimine yönelik uygunluk analizi için koruma önceliklerinin belirlenmesinde altlık oluşturacaktır.

3.2.2 Peyzajı ilişkilendirme

İlişkisel geotasarımın çekirdeği olarak ilişkisel model, tasarım ekibinin geleceğe yönelik ilişkiler kurduğu aşamadır. Geri bildirimlerin yürütüldüğü modelde katılımcılık ve işbirliği en üst seviyededir. Bu aşamada, alternatif ekolojik altyapı şablonlarının üretilmesi için, ekosistem hizmetleri ve ekolojik altyapı öğeleri bir önceki aşamada elde edilen coğrafi bilgi ile ilişkilendirilir. Ekosistem hizmetleri geleceğe yönelik ilişkilerin belirlenmesinde kilit görev üstlenir. Bu bağlamda, her biri bir ekosistem hizmeti ile ilişkili jenerik etmenler (mekânsal olmayan) arasındaki etkileşimlerle çalışan, etmen tabanlı İlişkisel Model önerilmiştir. Jenerik etmenlerle çalıştırılan etmen tabanlı İlişkisel Model, etmenler arasındaki ilişkileri, vektör etmenlere müdahaleyi ve gerçek zamanlı geribildirimleri kolaylaştırır.

Kentsel peyzajlarla ilgili birçok konuda uyarlanabilir olan model, kentsel yağmur suyu yönetimine yönelik düşük etkili gelişim iyi yönetim uygulamaları özelinde örneklendirilmiştir. Şekil 3.16'da görüldüğü üzere model; jenerik etmenler (JA), vektör etmenler (VA) ve etmenler arasındaki ilişkiler (i), etmenlere bilgi akışı sağlayan jeomekansal ortam ve geribildirimler sağlayan kullanıcı ara yüzlerinden oluşur. Jenerik etmenler; yağmur suyu kontrolü, kirlilik önleme, erozyon kontrolü ve kullanma suyu temini vb. gibi doğrudan ekosistem hizmetleriyle ilişkilidir. Ekosistem hizmetleri ile ilişkili jenerik etmenler tasarım gereksinimleri üzerinde fikir alışveriş edilmesini kolaylaştırır. Vektör etmenler ise; yağmur bahçeleri, sızdırma hendekleri, biyo-filtreler,

kum filtreleri, geniş çim hendekler, geciktirme havzaları, yapay sulak alanlar, göletler ve sarnıçları tanımlayan nokta etmenlerden oluşurlar. Tasarım gereksinimleri doğrultusunda bu tür bir çalışmada, etmen davranışlarına bilgi akışı sağlamak amacıyla yağmur suyu akış modeli (süreç modeli); bağlantılık ve geçirimsizlik analizleri (değerlendirme modeli); bitki örtüsü, toprak, su kaynakları, arazi kullanımı vb. jeomekansal veriye (temsil modeli) ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.16 İlişkisel Peyzaj Analizi bilgi akışı ve etmenler arası ilişkileri belirleyen kurallar

Jenerik etmenler (mekânsal olmayan) arasındaki etkileşimler, vektörel (mekânsal) etmenlerin konumlarını ve aralarındaki ilişkileri belirler. Kullanıcı ara yüzü aracılığıyla geribildirimlere açık olan jenerik etmenler, vektör etmenler ile uygunluk ölçütleri (yağmur suyu akış miktarı, arazi kullanım, geçirgenlik, vb.), fiziksel sınırlayıcılar (gereksinim duyulan alan miktarı, eğim, vb.) ve koruma politikaları arasında bağlantı kurarken; aynı zamanda her bir etmen arasındaki yatay (aynı tür etmenler arasındaki) ve dikey (farklı etmenler arasındaki) ilişkilere dair kuralları belirlerler. Böylece, İlişkisel Model ekosistem hizmetleri ile ilgili etmen tabanlı ilişkiler aracılığıyla ekolojik altyapıya ilişkin her biri tutarlı ve optimize edilmiş alternatifler sunar.

3.2.3 İlişkileri öngörme

İlişkisel modelin en önemli özelliği, aynı parametrelerle çalıştırıldığında dahi alternatif ekolojik altyapı şablonları üretebilmesidir. Jeotasarım ekibi modeli farklı senaryolar, farklı parametreler ve her bir geribildirimle birlikte tekrar tekrar çalıştırabilecektir. Üretilen alternatif geleceklerin etkilerini değerlendirmek amacıyla ekosistem hizmetleri için “anahtar performans göstergeleri” (APG) ile ilişkili bu geribildirim mekanizması geotasarım ekibinde gelecekteki ilişkilere yönelik farkındalık yaratır. Böylece, tasarım ekibi gelecekteki ilişkileri zamanla öğrenme suretiyle karar verebilirler. Karar modeli etki analizleri ışığında geribildirim mekanizmasına bağlı olarak üretilen nihai ilişkisel gelecek alternatifidir. Diğer bir deyişle, geotasarım ekibi karar modeline ulaşmak için alternatif gelecekler arasından elemeye gitmez, tersine uzlaşma sağlanana kadar geribildirimlere durmaksızın devam ederler. Bu geotasarım süreci sonunda, uzlaşılan karar modeli üzerinden tasarımcı ekibin sanatsal becerilerini ve sezgilerini kullanabileceği nihai tasarım üretilir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde geliştirilen yöntemi açıklamaya yönelik; temsil, süreç ve değerlendirme modelleri, etmen tabanlı İlişkisel Model, etki ve karar modelleri araştırma alanı örneğinde uygulanmıştır.

4.1 Temsil Modeli

Araştırma alanının temsiline ilişkin coğrafi konum, iklim, jeoloji, jeomorfoloji, hidroloji, hidrojeoloji, toprak, bitki örtüsü, yaban hayatı, korunan alanlar, sosyal - kültürel ve ekonomik özellikler, ulaşım ve altyapı, yürürlükteki planlar gibi bilgilere materyal bölümünde değinilmiştir.

Geotasarım sürecinde çalışma alanını doğru temsil eden ve geotasarım eyleminin amacına hizmet edebilir detaya sahip altlıkların oluşturulması önem taşımaktadır. Alanı temsil eden altlıklar farklı düzeylerde ve ölçeklerde ifade edilebilir olmalıdır. Böylece; peyzaj daha iyi anlaşılabilceği gibi, süreç değerlendirme ve etki analizlerine yönelik daha doğru ve belirgin değerlendirmeler yapmak mümkün olacaktır.

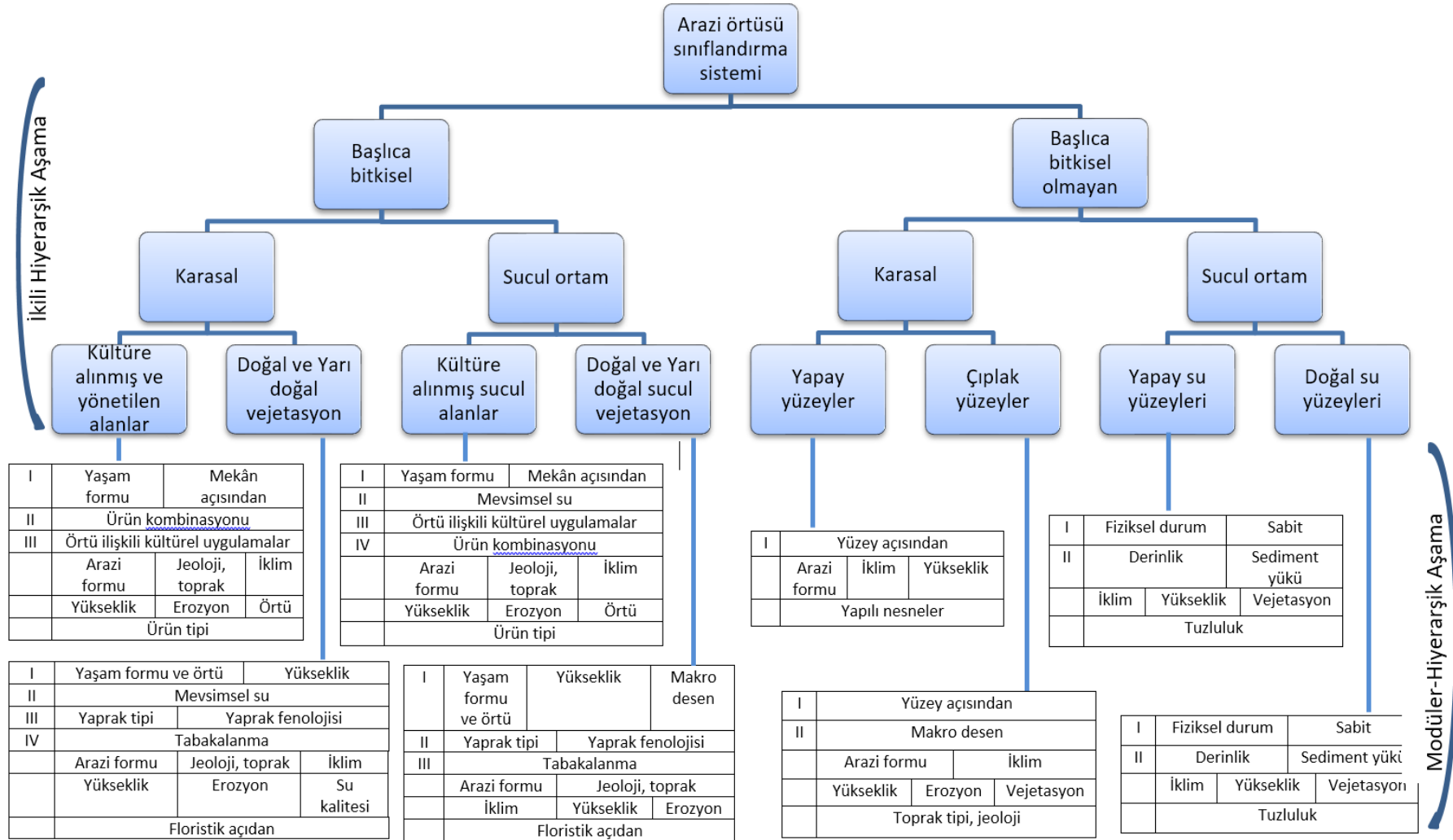
4.1.1 Çoklu düzeyli temsil modeli

Avrupa ve ülkemizde çeşitli planlama çalışmalarında arazi örtüsü altlıklarının hazırlanmasında sıklıkla başvurulmuş CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi geotasarım sürecinin ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Kesin, belirlenmiş kalıplara sahip kodlama yapısı ile CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi geotasarım eyleminin gerektirdiği esnekliği karşılamamaktadır. Diğer yandan, sınıflandırma sisteminin en fazla 1/25.000 ölçeğe kadar arazi örtüsü sınıflandırmaya izin vermesi, planlamadan tasarıma giden süreçte kopukluğa neden olmaktadır. Aynı zamanda, CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sisteminin, peyzaj analiz süreçlerinin gerektirdiği vejetasyon ve habitat haritalama gibi altlıklar üretme yeteneği bulunmamaktadır. Vejetasyon ve habitat haritalamaya yönelik Avrupa ve ülkemizde başvurulmuş EUNIS habitat haritalama sistemi oldukça detaylı bir kütüphaneye sahip

olmasına karşın, kesin, belirlenmiş kodlama yapısı kullanıcı tanımlı sınıflandırmaya izin vermemektedir.

CORINE arazi örtüsü, EUNIS habitat haritalama sistemi sınıflandırma sistemleri dışında farklı ülkelerin ulusal sınıflandırma sistemleri bulunmaktadır. FAO tarafından geliştirilen, LCCS arazi örtüsü sınıflandırma sistemi (Gregorio, 2016; Gregorio ve Jansen, 2000), diğer sınıflandırma sistemlerine yönelik uyarlanabilirliği ve esnek yapısı ile birlikte küresel çapta kullanılabilir özelliğe sahiptir. Tomaselli vd. (2013) Akdeniz NATURA 2000 koruma alanlarında arazi örtüsü sınıflandırma sistemlerinin peyzaj gözlemlemeye amaçlı habitat taksonomilerine dönüştürülmesine yönelik çalışmada CORINE, EUNIS ve FAO-LCCS sınıflandırma sistemlerini karşılaştırmıştır. Araştırma, FAO - LCCS sınıflandırma sisteminin, diğer sınıflandırma sistemlerine göre doğal ve yarı doğal alanlar için daha uygun, kullanıcı dostu olduğunu kanıtlamıştır. LCCS modüler hiyerarşik yapısı, uzman deneyimine dayalı bilginin haritaya yansıtılmasına izin vermektedir. Böylece diğer sınıflandırma sistemlerinin aksine birbirine benzer arazi örtüsü öznitelik bilgileri ayrıştırılabilmektedir. Örneğin; araştırma alanında doğal ve yarı doğal arazi örtüsü tiplerinden en fazla alanı kaplayan geniş yapraklı ormanlar; CORINE arazi örtüsü sınıflarına göre (3.1.1) Geniş yapraklı ormanlar, CORINE biyotop sınıflarına göre (41.71) Alt Akdeniz *Quercus petraea* ormanları, EUNIS habitat sınıflandırmasına göre (61.75) Güneydoğu alt-termofilus *Quercus petraea* ormanları olarak tanımlanmaktadır. FAO - LCCS modüler hiyerarşik sistemine göre ise; çok katmanlı, geniş yapraklı, yaprak döken, kapalı, orta büyüklükte *Quercus petraea* ormanı olarak tanımlanabilir. Bu tanımlamaya mekânsal özellikler, arazi biçimleri, toprak özellikleri, iklim, yükseklik vb. bilgiler dâhil edilebilmektedir. FAO - LCCS ikili hiyerarşik ve modüler hiyerarşik yapısı şekil 4.1'de gösterilmiştir.

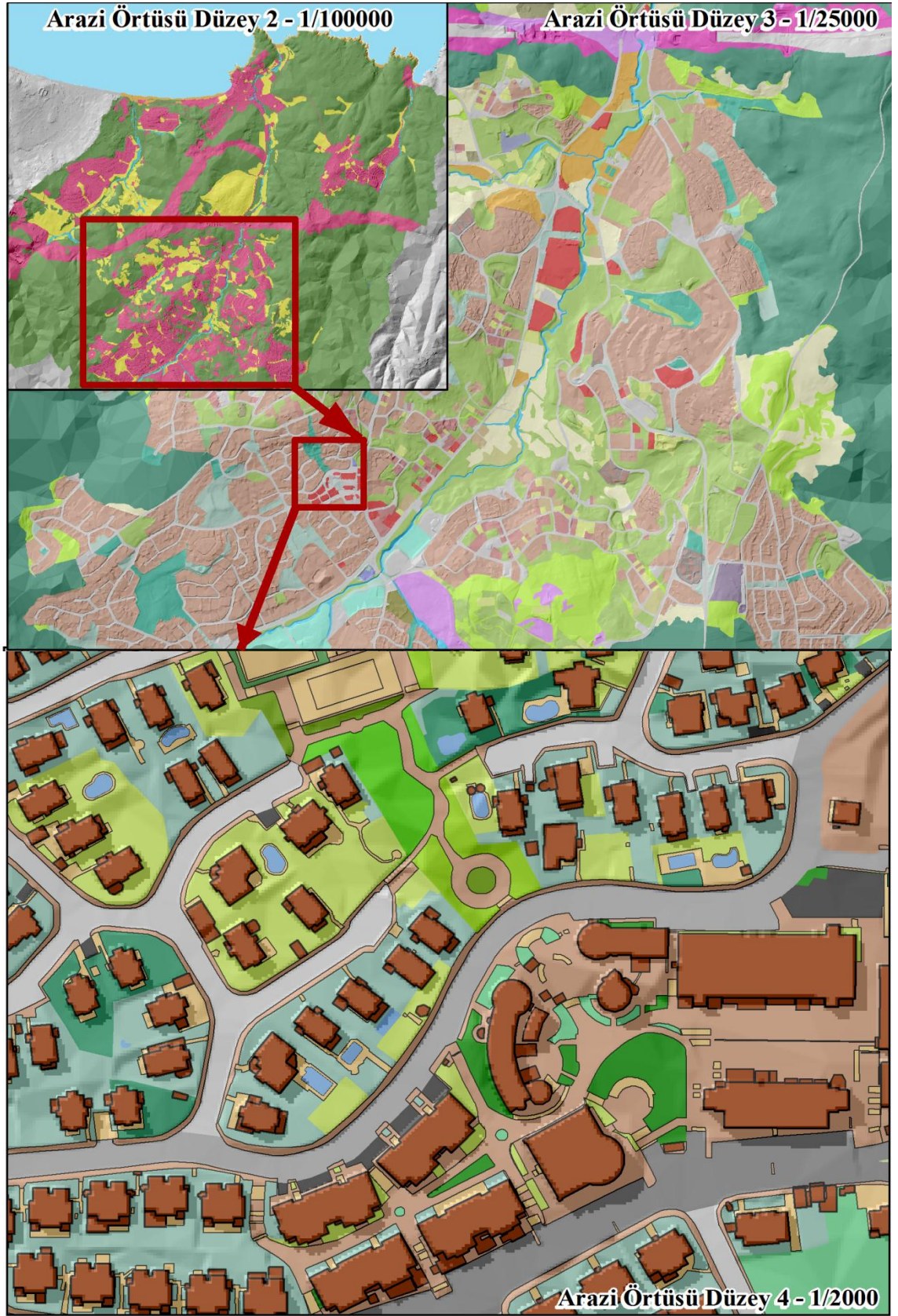
FAO - LCCS yöntemi temel alınarak araştırma alanında; 1/100.000 ölçekten, 1/1000 ölçeğe kadar değişik düzeylerde işleyebilir nitelikte arazi örtüsü sınıflandırılmıştır. Literatürde FAO - LCCS kullanılarak üretilen arazi örtüsü harita üretiminde ulaşılan en büyük ölçek 1/5000'dir (Azerbaycan ve Bulgaristan örnekleri (bkz. Manakas ve Braun, 2014)). Kuzey İstanbul örneğinde yapılan çalışma FAO - LCCS modüler hiyerarşik yapısı temel alınarak 1/1000 ölçekte üretilen ilk arazi örtüsü sınıflandırma çalışmasıdır.



Şekil 4.1 FAO (LCCS) Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi (Gregorio, 2016)

Planlamadan tasarıma geotasarım süreci işletilerek ekolojik altyapı tasarım yöntemi geliştirmek, planlama ve tasarım arasındaki kopukluğu ortadan kaldırmak amacıyla 1/1000 ölçek temel alınmıştır. Ayrıca, ülkemizde tasarıma altlık oluşturabilir en büyük ölçekli hâlihazır altlıkların 1/1000 ölçekte üretilmesi bu ölçekte çalışmayı zorunlu kılmıştır. Diğer yandan, ilişkisel peyzaj analizine altlık oluşturan, özellikle hidrolojik süreçlerle ilgili analizlerin kesin sonuçlar verebilmesi için, detaylı bir arazi örtüsü haritasına gereksinim duyulmuştur. İlişkisel modelin, alternatif ekolojik altyapı taslaklarının ve sonucun doğrulanması ve geçerli kılınması için kentsel tasarım ölçeğinde bir detaya sahip veri üzerinden değerlendirme yapmak gerekmektedir.

Yukarıda ifade edilen nedenlerle, modüler hiyerarşik arazi sınıflandırması İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından 2015 yılında üretilen hâlihazır haritalar üzerinden üretilmiştir. Uydu görüntüleri kullanılarak uzaktan algılama yöntemleriyle elde edilen sınıflandırma sonuçları ile 1/1000 hâlihazır haritadaki detayları elde etmek mümkün olmadığından, veri girişi hâlihazır haritalar üzerinden düzeltilerek yapılmıştır. Veri girişi yapılırken Sarıyer Belediyesinden temin edilen 2006-2010 yıllarına ait uydu görüntülerinden yararlanıldığı gibi, alana ait en güncel ve en detaylı durumu yansıtan <https://sehirharitasi.ibb.gov.tr> (2015) adresinden takip edilebilen 2015 yılına ait uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. Ayrıca, arazi örtüsü veri girişi yapılırken; arazideki gözlemler, 1/1000 ölçekli imar planları, mülkiyet haritaları, orman meşcere haritalarından faydalanılmıştır. Üretilen modüler hiyerarşik arazi örtüsü verisi ile toprak, orman meşcere, jeoloji, yürürlükteki planlar ve mülkiyet verileri arasındaki topoloji hataları giderilmiştir. Böylece, farklı düzey ve ölçeklerde hazırlanmış veriler, her ölçekte ifade edilebilir duruma getirilmiştir. Üretilen modüler hiyerarşik arazi örtüsü verisi; düzey 1, düzey 2, düzey 3, düzey 4 arazi örtüsü öznitelik bilgilerini içermektedir. Ayrıca, vejetasyon, abiyotik yüzeyler, yapay yüzeyler, geçirimsizlik durumu, orman meşceresi, 2006 yılı düzey 4 arazi örtüsü tipleri, toprak özellikleri, mülkiyet, imar durumu, yapı ve geçirimsiz yüzey yoğunlukları gibi öznitelik bilgileri veri tabanına aktarılmıştır. Böylece, bir veri üzerinden çoklu düzeylerde çok sayıda bilgiye ulaşılabilmektedir. Üretilen modüler hiyerarşik verinin çoklu düzeylerdeki temsilleri şekil 4.2’de ifade edilmektedir.



Şekil 4.2 Araştırma alanının çoklu düzeylerdeki temsilleri

Üretilen veri birinci, ikinci ve üçüncü düzeylerde aynı özelliklere sahip olan arazi örtüsü tiplerinin, dördüncü düzeyde ayrıştırılabilmesine olanak sağlamaktadır. Şekil 4.3'te görüldüğü üzere sağ tarafta çoğunlukla geçirimsiz yüzeylerden oluşan spor alanı ile sol tarafta çoğunlukla geçirimli yüzeylerden oluşan spor alanının, aynı arazi örtüsü sınıfı altında sınıflandırılması özellikle hidrolojik süreç analizlerinin yanlış sonuçlar vermesine neden olacaktır. Üretilen veride her iki benzer arazi kullanım tipi; yapı alanları, geçirimli ve geçirimsiz alanlar, vejetasyon tipleri, değişimler, toprak özellikleri ve mülkiyet özellikleri bakımından ayrışmaktadır.



Şekil 4.3 Çoklu düzeylerde farklılaşan arazi örtüsü örnekleri

Araştırma alanının (düzey 2 sınıflarına göre) % 7,92'si kültüre alınmış ve yönetilen alanlardan oluşmaktadır. Bu alanlar, üçüncü düzey sınıflarına göre % 9,48'i aktif yeşil alanlar, % 13,03'ü pasif yeşil alanlar, % 1,28'i rekreasyon alanları, % 60,27'si tarımsal üretim alanları, % 15,94'ü mezarlıklardan oluşmaktadır.

Araştırma alanının % 65'i (A12) doğal ve yarı doğal karasal vejetasyondan oluşmaktadır. Bu alanların % 79,94'ünü orman alanları, % 3'ünü orman toprağı, % 2'sini doğal vejetasyon, % 6,48'ini kalıntı vejetasyon, % 0,06'sını kumul vejetasyonu, % 1,15'ini üniversite alanındaki doğal vejetasyon oluşturmaktadır.

Araştırma alanının % 0,6'sını (A24) sucul vejetasyon oluşturmaktadır. Bu alanlar, dere kenarları boyunca uzanan vejetasyonlar olup, kalıntı vejetasyon niteliğindedir.

Araştırma alanının % 24,6'sını yapay yüzeyler ve ilişkili alanlar oluşturmaktadır. Bu alanların % 37'sini düşük yoğunluklu kapalı konut alanları, % 4,86'sını orta yoğunluklu kapalı konut alanları, % 3,32'sini düşük yoğunluklu ayırık konut alanları, % 2,61'ini kırsal yerleşimler, % 15,48'ini orman içi kazı alanları, % 4,77'sini orman açık ocak alanları oluşturmaktadır.

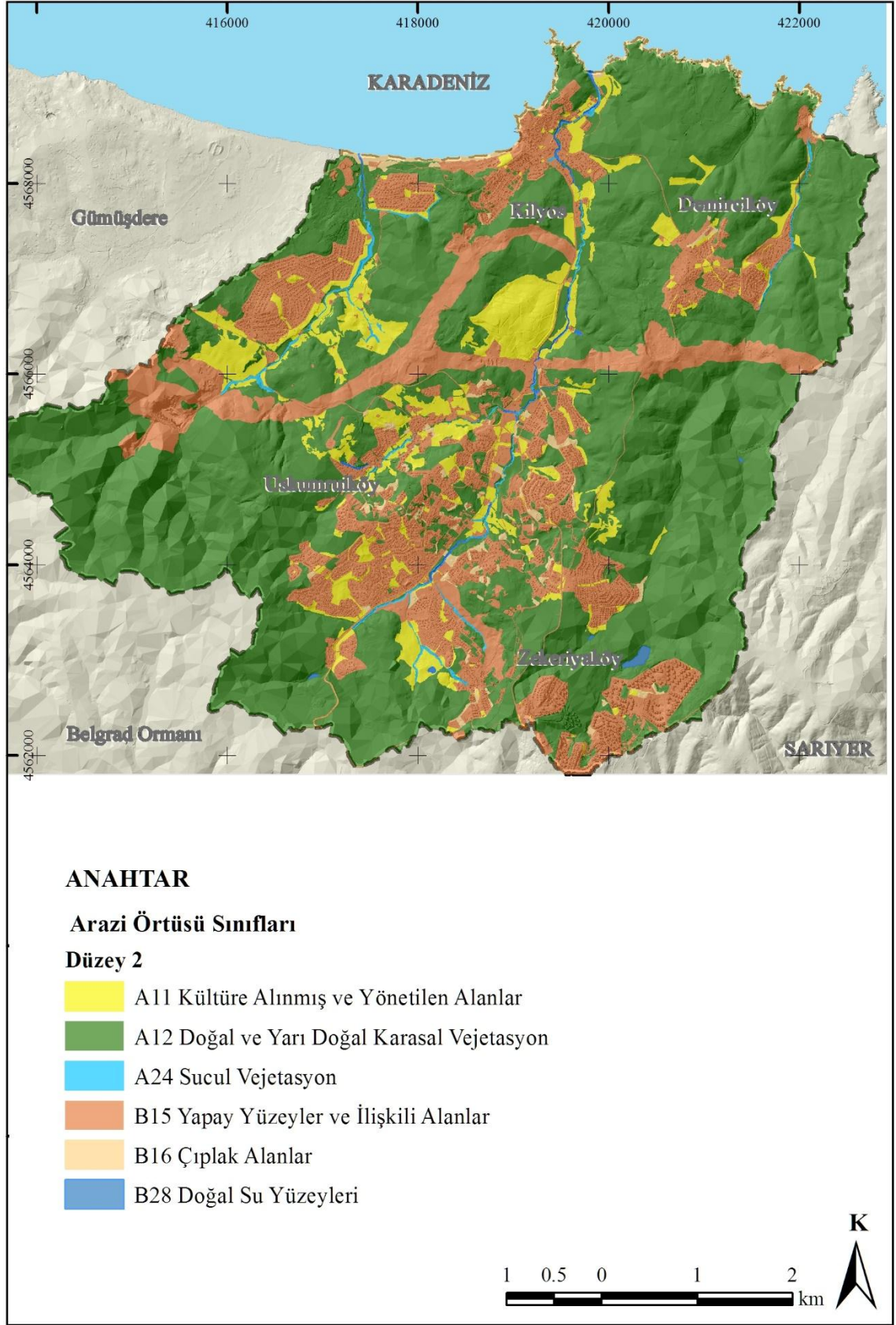
Araştırma alanının % 1,2'sini (B16) çıplak alanlar oluşturmaktadır. Bu alanların % 44,89'unu çıplak arazi, % 20,25'ini kumullar, % 34,86'sını taşlık ve kayalık alanlar oluşturmaktadır.

Araştırma alanının % 8,81'ini (B28) doğal su yüzeyleri oluşturmaktadır. Bu alanların % 51,76'sını akarsu yüzeyleri, % 46,18'ini ise gölet ve geçici göller oluşturmaktadır.

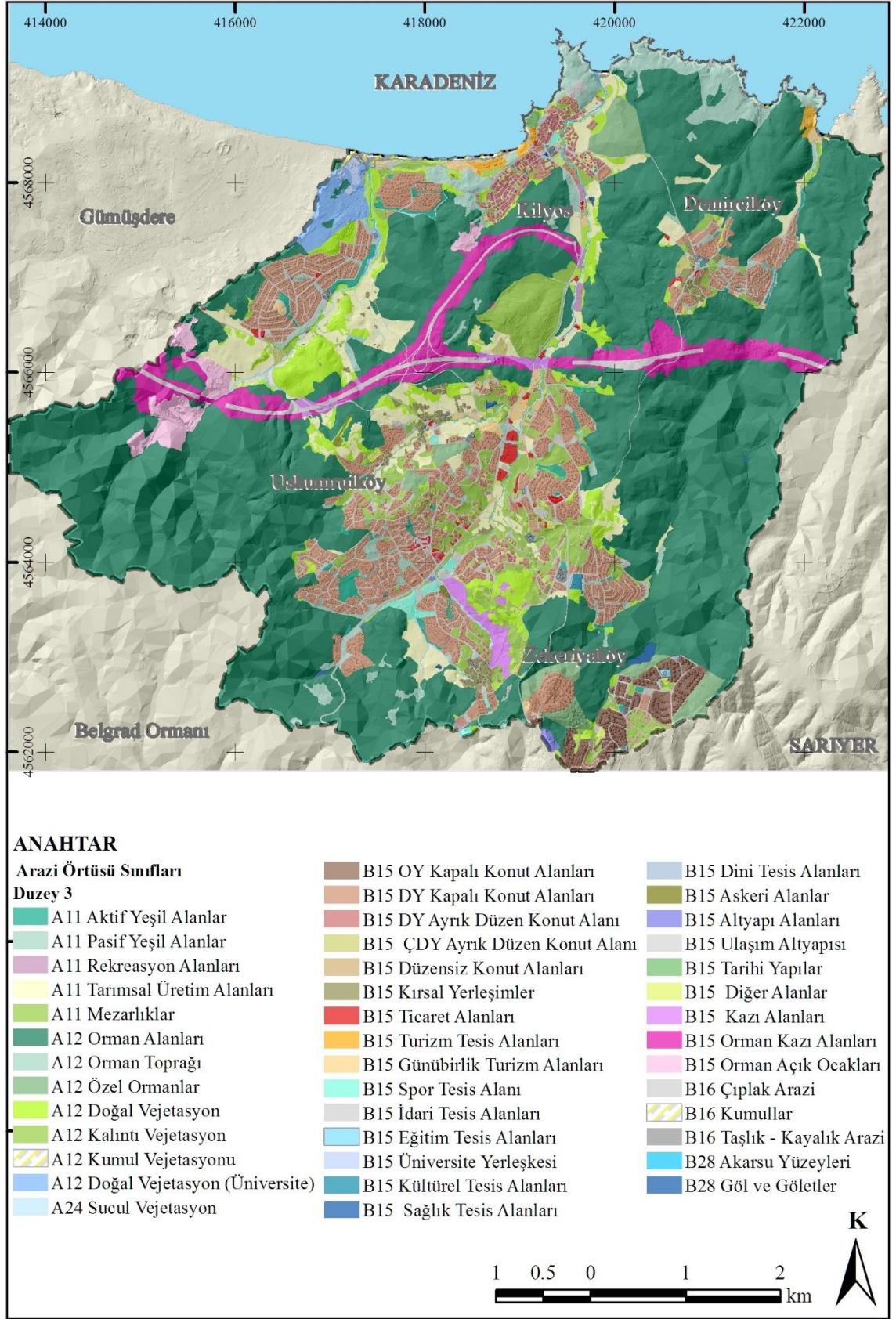
Araştırma alanında kentsel alanların % 9,04'ünü kültüre alınmış ve yönetilen alanlar oluşturmaktadır. Bu alanların, % 39,94'ünü aktif yeşil alanlar, % 54,78'ini pasif yeşil alanlar, % 5,39'unu rekreasyon alanları oluşturmaktadır.

Araştırma alanındaki kentsel alanların % 90,06'sını yapay yüzeyler ve ilişkili alanlar oluşturmaktadır. Bu alanların % 48,26'sını düşük yoğunluklu kapalı konut alanları, % 6,31'ini orta yoğunluklu kapalı konut alanları, % 4,30'unu düşük yoğunluklu ayırık konut alanları oluşturmaktadır.

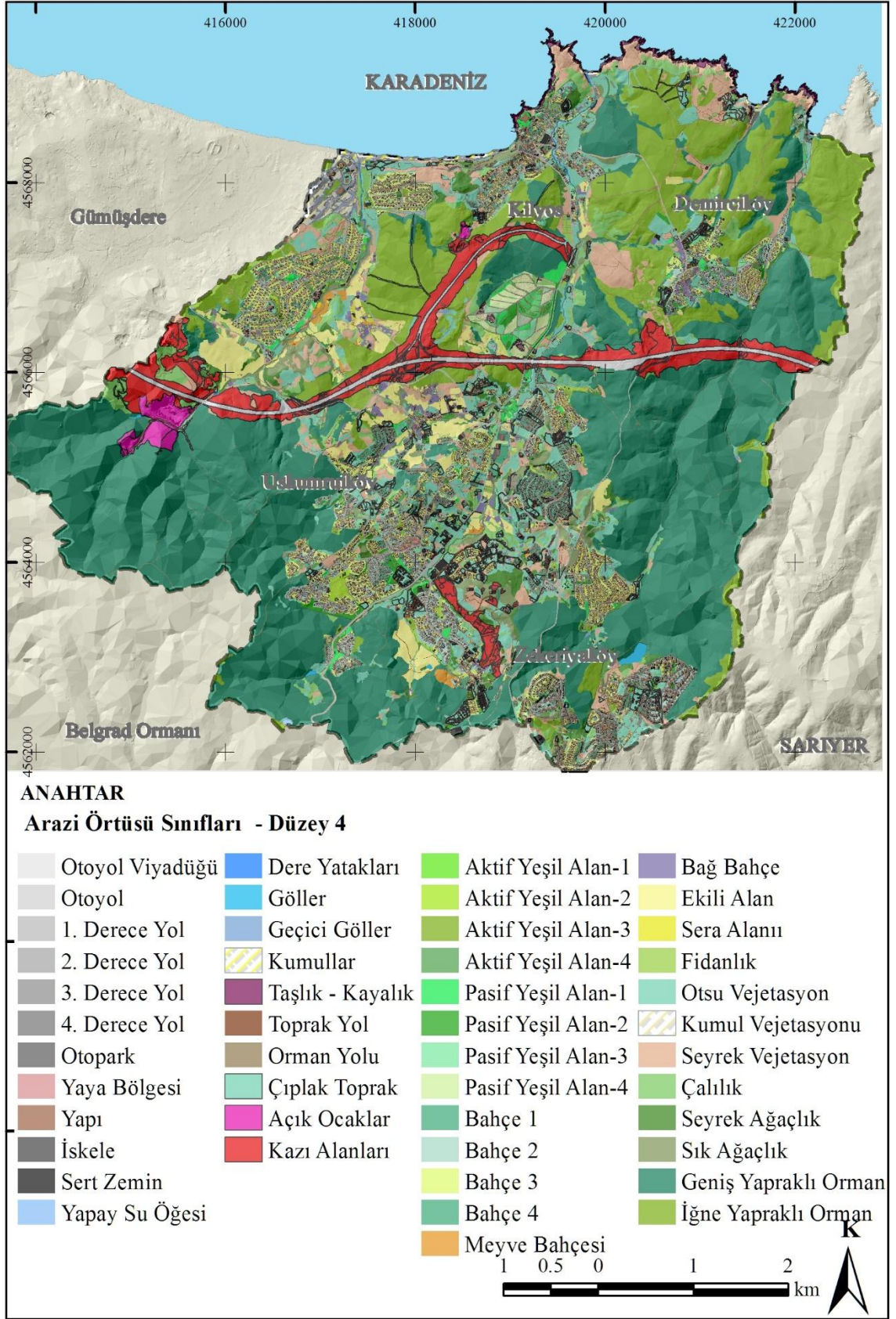
Araştırma alanına ilişkin ikinci ve üçüncü düzeylere ait arazi örtüsü tiplerinin; bitki örtüsü, çıplak yüzeyler ve geçirimsiz yüzeyler detayında sayısal değerleri çizelge 4.1'de; dördüncü düzeye ait sayısal değerler EK-1'de verilmiştir. İkinci düzeyde arazi örtüsü tipleri Şekil 4.4'de; üçüncü düzeyde arazi örtüsü tipleri Şekil 4.5'de; dördüncü düzey arazi tipleri Şekil 4.6'de; çalışma alanına ait geçirimsiz yüzey yoğunlukları Şekil 4.7'de verilmiştir.



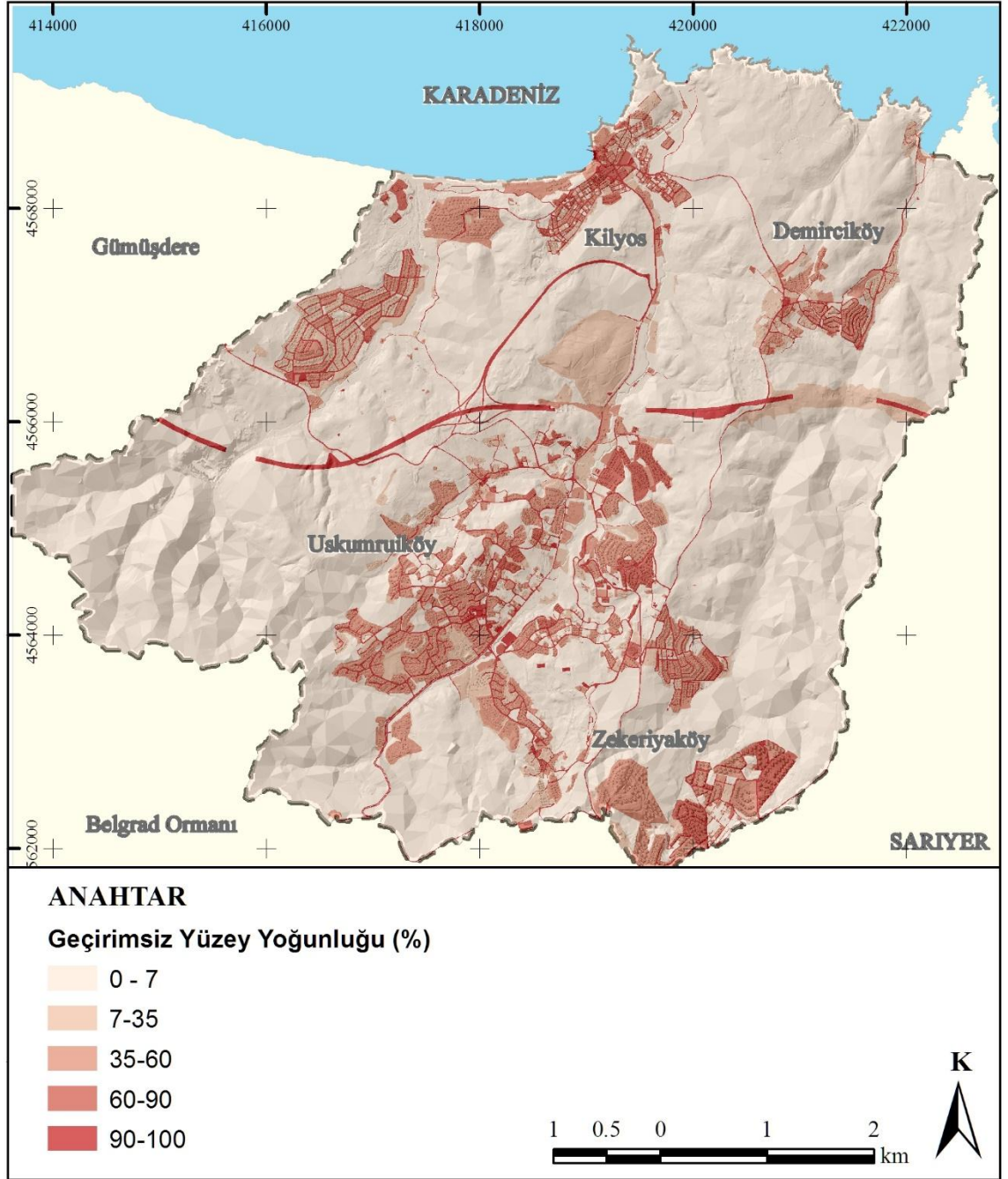
Şekil 4.4 İkinci düzey arazi örtüsü tipleri



Şekil 4.5 Üçüncü düzey arazi örtüsü tipleri



Şekil 4.6 Dördüncü düzey arazi örtüsü tipleri



Şekil 4.7 Geçirimsiz yüzey yoğunlukları

Çizelge 4.1 Araştırma alanı genelinde ikinci ve üçüncü düzey arazi örtüsü tiplerine ait sayısal değerler

Düzye 2	Düzye 3	Arazi örtüsü tipleri	Alan (ha)	(%)	Düzye 3 (ha, %)	Düzye 2 (ha, %)
A 11 Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar	Aktif Yeşil Alanlar	Bitki Örtüsü	23,63	0,55	32,072 % 9,48	338,33 % 7,92
		Çıplak Yüzeyler	0,21	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	8,23	0,19		
	Pasif Yeşil Alanlar	Bitki Örtüsü	42,60	1,00	44,10 % 13,03	
		Çıplak Yüzeyler	0,25	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	1,25	0,03		
	Rekreasyon Alanları	Bitki Örtüsü	3,13	0,07	4,34 % 1,28	
		Çıplak Yüzeyler	0,34	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,87	0,02		
	Tarımsal Üretim Alanları	Bitki Örtüsü	197,28	4,62	203,90 % 60,27	
		Çıplak Yüzeyler	4,19	0,10		
		Geçirimsiz Yüzeyler	2,44	0,06		
Mezarlık	Bitki Örtüsü	39,82	0,93	53,91 % 15,94		
	Geçirimsiz Yüzeyler	14,09	0,33			
A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Bitki Örtüsü	2198,45	51,50	2234,17 % 79,94	
		Çıplak Yüzeyler	35,03	0,82		
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,69	0,02		
	Orman Toprağı	Bitki Örtüsü	98,72	2,31	109,12 % 3,90	
		Çıplak Yüzeyler	8,32	0,19		
		Geçirimsiz Yüzeyler	2,08	0,05		
	Özel Ormanlar	Bitki Örtüsü	66,78	1,56	70,94 % 2,54	
		Çıplak Yüzeyler	0,85	0,02		
		Geçirimsiz Yüzeyler	3,31	0,08		
	Doğal Vejetasyon	Bitki Örtüsü	162,94	3,82	165,78 % 5,93	
		Çıplak Yüzeyler	2,17	0,05		
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,66	0,02		
	Kalıntı Vejetasyon	Bitki Örtüsü	178,39	4,18	181,23 % 6,48	
		Çıplak Yüzeyler	1,68	0,04		
		Geçirimsiz Yüzeyler	1,15	0,03		
	Kumul Vejetasyon	Bitki Örtüsü	1,58	0,04	1,61 % 0,06	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,03	0,00		
	Doğal Vejetasyon (Üniversite A.)	Bitki Örtüsü	31,74	0,74	32,08 % 1,15	
Çıplak Yüzeyler		0,01	0,00			
Geçirimsiz Yüzeyler		0,33	0,01			

Çizelge 4.1 Araştırma alanı genelinde ikinci ve üçüncü düzey arazi örtüsü tiplerine ait sayısal değerler (devam)

Düzyey 2	Düzyey 3	Arazi örtüsü tipleri	Alan (ha)	(%)	Düzyey 3 (ha, %)	Düzyey 2 (ha, %)
A 24	Sucul Vejetasyon	Bitki Örtüsü	25,74	0,60	25,76	25,76 % 0,60
		Çıplak Yüzeyler	0,02	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,01	0,00		
B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar	DY Kapalı Konut Alanları	Bitki Örtüsü	197,06	4,62	390,87 % 37,22	1050,08 % 24,60
		Çıplak Yüzeyler	18,04	0,42		
		Geçirimsiz Yüzeyler	175,76	4,12		
	OY Kapalı Konut Alanları	Bitki Örtüsü	19,13	0,45	51,07 % 4,86	
		Çıplak Yüzeyler	1,50	0,04		
		Geçirimsiz Yüzeyler	30,44	0,71		
	DY Ayrık Konut Alanları	Bitki Örtüsü	18,10	0,42	34,81 % 3,32	
		Çıplak Yüzeyler	2,10	0,05		
		Geçirimsiz Yüzeyler	14,61	0,34		
	ÇDY Ayrık Konut Alanları	Bitki Örtüsü	6,58	0,15	8,99 % 0,86	
		Çıplak Yüzeyler	0,22	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	2,19	0,05		
	Düzensiz Konut Alanları	Bitki Örtüsü	6,15	0,14	8,73 % 0,83	
		Çıplak Yüzeyler	0,22	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	2,35	0,06		
	Kırsal Yerleşimler	Bitki Örtüsü	18,76	0,44	27,37 % 2,61	
		Çıplak Yüzeyler	0,53	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	8,07	0,19		
	Ticaret Alanları	Bitki Örtüsü	5,35	0,13	14,25 % 1,36	
		Çıplak Yüzeyler	0,73	0,02		
		Geçirimsiz Yüzeyler	8,16	0,19		
	Turizm Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	6,10	0,14	9,5 % 0,91	
		Çıplak Yüzeyler	0,06	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	3,34	0,08		
	Günübirlik Turizm Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	13,64	0,32	20,91 % 1,99	
		Çıplak Yüzeyler	0,12	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	7,16	0,17		
İdari Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	4,25	0,10	7,45 % 0,71		
	Çıplak Yüzeyler	0,18	0,00			
	Geçirimsiz Yüzeyler	3,01	0,07			
Eğitim Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	3,48	0,08	7,4 % 0,70		
	Çıplak Yüzeyler	0,05	0,00			
	Geçirimsiz Yüzeyler	3,87	0,09			

Çizelge 4.1 Araştırma alanı genelinde ikinci ve üçüncü düzey arazi örtüsü tiplerine ait sayısal değerler (devam)

Düzye 2	Düzye 3	Arazi örtüsü tipleri	Alan (ha)	(%)	Düzye 3 (ha, %)	Düzye 2 (ha, %)
	Spor Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	5,37	0,13	12,00 % 1,14	
		Çıplak Yüzeyler	1,17	0,03		
		Geçirimsiz Yüzeyler	5,46	0,13		
	Üniversite Yerleşkesi	Bitki Örtüsü	1,47	0,03	4,46 % 0,42	
		Çıplak Yüzeyler	0,13	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	2,86	0,07		
	Sağlık Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	0,27	0,01	1,24 % 0,12	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,97	0,02		
	Kültürel Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	1,33	0,03	1,91 % 0,18	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,58	0,01		
	Dini Tesis Alanları	Bitki Örtüsü	0,15	0,00	0,85 % 0,08	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,69	0,02		
	Askeri Alanlar	Bitki Örtüsü	2,31	0,05	3,24 % 0,31	
		Çıplak Yüzeyler	0,33	0,01		
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,60	0,01		
	Altyapı Alanları	Bitki Örtüsü	2,30	0,05	3,63 % 0,35	
		Geçirimsiz Yüzeyler	1,33	0,03		
	Ulaşım Altyapısı	Bitki Örtüsü	2,97	0,07	180,15 % 17,16	
		Çıplak Yüzeyler	5,37	0,13		
		Geçirimsiz Yüzeyler	171,81	4,02		
	Tarihi Yapılar	Bitki Örtüsü	1,52	0,04	2,25 % 0,21	
Geçirimsiz Yüzeyler		0,73	0,02			
Diğer Alanlar	Bitki Örtüsü	10,64	0,25	18,85 % 1,80		
	Çıplak Yüzeyler	3,45	0,08			
	Geçirimsiz Yüzeyler	4,77	0,11			
Kazı Alanları	Bitki Örtüsü	0,07	0,00	27,56 % 2,62		
	Çıplak Yüzeyler	25,81	0,60			
	Geçirimsiz Yüzeyler	1,68	0,04			
Orman - Kazı Alanları	Çıplak Yüzeyler	155,82	3,65	162,56 % 15,48		
	Geçirimsiz Yüzeyler	6,74	0,16			
Orman Açık Ocak Alanları	Bitki Örtüsü	6,02	0,14	50,04 % 4,77		
	Çıplak Yüzeyler	43,55	1,02			
	Geçirimsiz Yüzeyler	0,47	0,01			

Çizelge 4.1 Araştırma alanı genelinde ikinci ve üçüncü düzey arazi örtüsü tiplerine ait sayısal değerler (devam)

Düzyey 2	Düzyey 3	Arazi örtüsü tipleri	Alan (ha)	(%)	Düzyey 3 (ha, %)	Düzyey 2 (ha, %)
B16 Çıplak Alanlar	Çıplak Arazi	Çıplak Yüzeyler	22,55	0,53	23,03	51,31 % 1,20
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,49	0,01	% 44,89	
	Kumullar	Çıplak Yüzeyler	10,34	0,24	10,39	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,06	0,00	% 20,25	
	Taşlık Kayalık Arazi	Çıplak Yüzeyler	17,87	0,42	17,89	
		Geçirimsiz Yüzeyler	0,02	0,00	% 34,86	
B 28	Akarsu Yüzeyleri	Çıplak Yüzeyler	4,56	0,11	4,56	8,81 % 0,21
	Göl ve Göletler	Bitki Örtüsü	0,05	0,00	4,24	
		Çıplak Yüzeyler	4,19	0,10	% 48,18	
Genel Toplam			4269,21	100,00		

A 24 : Doğal ve Yarıdoğal Sucul Vejetasyon

B 28 : Doğal Su Yüzeyleri

4.1.2 Kentsel yeşil alan sistemi

Araştırma alanındaki yeşil alan sistemi; yerleşimleri kuşatan doğal ve yarı doğal vejetasyon, yerleşim alanları içinden geçen akarsu koridorları boyunca uzanan kalıntı vejetasyon ve kültüre alınmış yeşil alanlardan oluşmaktadır. Araştırma alanında toplam 80,51 ha aktif, pasif yeşil alan ve rekreasyon alanı bulunmaktadır. Bu değer kentsel alanların % 9,04'ünü kaplamaktadır. Yeşil alan oranı standartların altında olmasına karşın, alandaki kalıntı vejetasyonun bu açığı karşıladığı göz ardı edilmemelidir.

Aktif yeşil alanların % 27'sini ve rekreasyon alanlarının % 20'sini geçirimsiz yüzeyler oluşturmaktadır. Kentsel yeşil alanlar genellikle akarsu koridorları boyunca yer seçmişlerdir. Kent içi yeşil sistemin yer seçimi, her ne kadar olumlu bir durumu yansıtsa da, akarsu koridorları boyunca uzanan kalıntı vejetasyonun büyük ölçüde zarar görmesine neden olmuştur. Çizelge 4.2'de Araştırma alanındaki üçüncü ve dördüncü düzeyde kentsel yeşil alan dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4.2 Araştırma alanındaki üçüncü ve dördüncü düzeyde kentsel yeşil alan dağılımı

Düzye 3	Düzye 4	Adet	Alan (ha)	Oran (%)	Toplam (ha, %)
Aktif Yeşil Alanlar	Aktif Yeşil Alanlar-1	33	1,31	4,07	32,07 %39,84
	Aktif Yeşil Alanlar-2	83	8,52	26,56	
	Aktif Yeşil Alanlar-3	174	10,06	31,37	
	Aktif Yeşil Alanlar-4	51	3,17	9,88	
	Sık Ağaçlık	1	0,09	0,27	
	Çalılık	1	0,10	0,30	
	Otsu Vejetasyon	2	0,39	1,23	
	Yapay Su Ögeleri	36	1,01	3,14	
	Yapılar	89	0,20	0,62	
	Sert Zemin	252	4,06	12,65	
	Otopark	11	0,37	1,16	
	4. Derece Yol	5	0,11	0,34	
	Yaya Bölgeleri	67	2,48	7,72	
	Çıplak Toprak	12	0,21	0,66	
	Pasif Yeşil Alanlar	Pasif Yeşil Alanlar-1	69	9,52	
Pasif Yeşil Alanlar-2		101	13,26	30,07	
Pasif Yeşil Alanlar-3		98	9,28	21,05	
Pasif Yeşil Alanlar-4		73	4,54	10,30	
Sık Ağaçlık		12	2,60	5,89	
Seyrek Ağaçlık		10	1,94	4,41	
Çalılık		2	0,10	0,23	
Seyrek Vejetasyon		4	0,51	1,16	
Otsu Vejetasyon		8	0,85	1,92	
Yapay Su Ögeleri		15	0,12	0,26	
Yapılar		105	0,33	0,74	
Sert Zemin		68	0,40	0,91	
4. Derece Yol		4	0,06	0,14	
Toprak Yol		3	0,22	0,51	
Yaya Bölgeleri		12	0,34	0,77	
Çıplak Toprak		1	0,03	0,06	
Rekreasyon Alanları		Pasif Yeşil Alanlar-2	1	0,40	8,64
	Pasif Yeşil Alanlar-3	7	0,59	13,55	
	Pasif Yeşil Alanlar-4	4	0,26	6,08	
	Seyrek Ağaçlık	3	0,15	3,38	
	Çalılık	1	0,13	3,01	
	Otsu Vejetasyon	1	1,60	36,87	
	Yapay Su Ögeleri	3	0,01	0,25	
	Yapılar	50	0,21	4,78	
	Sert Zemin	16	0,54	12,48	
	4. Derece Yol	1	0,11	2,52	
	Çıplak Toprak	2	0,34	7,77	
Toplam			80,51	100,00	

Araştırma alanındaki doğal ve yarı doğal vejetasyona ait ikinci, üçüncü ve dördüncü düzeylerdeki sayısal değerler çizelge 4.3’de ifade edilmektedir.

Çizelge 4.3 Araştırma alanındaki doğal ve yarı doğal vejetasyona ait sayısal değerler

Düzye 2	Düzye 3	Düzye 4	Adet	Alan (ha)	Oran (%)	Düzye 3 (ha, %)	Düzye 2 (ha, %)
A12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Geniş Yapraklı Ormanlar	299	1549,83	70,50	2198,45 %79,53	2738,60 %99,07
		İğne Yapraklı Ormanlar	273	526,99	23,97		
		Seyrek Ağaçlık	38	10,54	0,48		
		Çalılık	145	53,46	2,43		
		Seyrek Vejetasyon	204	41,34	1,88		
		Otsu Vejetasyon	136	14,27	0,65		
		Diğer	4	2,02	0,09		
	Orman Toprağı	Geniş Yapraklı Ormanlar	5	0,45	0,45	98,72 %3,57	
		Sık Ağaçlık	9	0,32	0,33		
		İğne Yapraklı Ormanlar	9	2,09	2,12		
		Seyrek Ağaçlık	27	11,84	11,99		
		Çalılık	55	18,89	19,14		
		Seyrek Vejetasyon	73	46,99	47,60		
		Otsu Vejetasyon	56	16,79	17,00		
		Diğer	1	1,35	1,37		
	Özel Ormanlar	Geniş Yapraklı Ormanlar	12	50,38	75,44	66,78 %2,42	
		Sık Ağaçlık	3	0,81	1,22		
		İğne Yapraklı Ormanlar	4	2,91	4,36		
		Seyrek Ağaçlık	5	2,24	3,36		
		Çalılık	11	1,83	2,75		
		Seyrek Vejetasyon	26	5,37	8,05		
		Otsu Vejetasyon	18	1,73	2,59		
		Diğer	3	1,49	2,23		
	Doğal Vejetasyon	Geniş Yapraklı Ormanlar	1	0,32	0,20	162,94 %5,89	
		Sık Ağaçlık	151	41,10	25,22		
		Seyrek Ağaçlık	100	25,52	15,66		
		Çalılık	174	25,88	15,89		
		Seyrek Vejetasyon	204	43,35	26,61		
Otsu Vejetasyon		152	26,56	16,30			
Diğer		7	0,20	0,13			
Kalıntı Vejetasyon	Sık Ağaçlık	67	14,88	8,34	178,39 %6,45		
	İğne Yapraklı Ormanlar	1	0,04	0,02			
	Seyrek Ağaçlık	113	11,77	6,60			
	Çalılık	173	21,06	11,81			
	Seyrek Vejetasyon	257	33,37	18,71			
	Otsu Vejetasyon	491	97,25	54,52			
	Diğer	1	0,01	0,01			

Çizelge 4.3 Araştırma alanındaki doğal ve yarı doğal vejetasyona ait sayısal değerler (devam)

Düzy 2	Düzy 3	Düzy 4	Adet	Alan (ha)	Oran (%)	Düzy 3 (ha, %)	Düzy 2 (ha, %)
	Kumul Vejetasyonu	İğne Yapraklı Ormanlar	1	0,00	0,23	1,59 %0,06	
		Otsu Vejetasyon	1	0,01	0,77		
		Kumul Vejetasyonu	5	1,57	98,93		
	Üniversite Alanı (Doğal Vejetasyon)	Sık Ağaçlık	1	0,10	0,32	31,74 %1,15	
		Seyrek Ağaçlık	1	0,01	0,04		
		Çalılık	6	2,74	8,65		
		Seyrek Vejetasyon	9	3,88	12,23		
		Otsu Vejetasyon	3	4,86	15,31		
		Kumul Vejetasyonu	26	20,14	63,45		
A24	Sucul Vejetasyon	Sık Ağaçlık	48	12,26	47,64	25,74 %0,93	25,74 %0,03
		Seyrek Ağaçlık	23	3,28	12,74		
		Çalılık	40	3,26	12,66		
		Seyrek Vejetasyon	43	3,79	14,72		
		Otsu Vejetasyon	33	3,15	12,24		
Toplam				2764,35			

A24 : Doğal ve Yarıdoğal Sucul Vejetasyon

Araştırma alanındaki orman vejetasyonuna ait sayısal değerler çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırma alanındaki orman vejetasyonuna ait sayısal değerler

Düzy 3	Orman Vejetasyonu	Adet	Alan (ha)	Düzy 4 (%)	Düzy 3 (ha, %)
Orman Alanları	Meşe	50	248,11	11,63	2133,43 %92,67
	Meşe, Gürgen	53	278,91	13,07	
	Meşe, Gürgen, Kayın	37	228,63	10,72	
	Meşe, Gürgen, Kestane	45	60,85	2,85	
	Meşe, Kocayemiş, Diğer Yapraklı	5	28,48	1,33	
	Gürgen	6	25,99	1,22	
	Gürgen, Kestane, Meşe	7	70,56	3,31	
	Gürgen, Kızılağaç, Diğer Yapraklı	8	45,37	2,13	
	Gürgen, Meşe	7	92,20	4,32	
	Gürgen, Meşe, Ihlamur	3	60,34	2,83	
	Kestane	9	60,39	2,83	
	Kestane, Meşe	13	165,38	7,75	
	Kayın, Gürgen, Ihlamur	1	7,48	0,35	
	Ihlamur, Gürgen, Kestane	6	54,35	2,55	
	Sahil Çamı	130	269,13	12,62	
	Sahil Çamı, Kestane	1	2,30	0,11	

Çizelge 4.4 Araştırma alanındaki orman vejetasyonuna ait sayısal değerler (devam)

Orman Alanları	Fıstık Çamı	52	124,41	5,83	
	Fıstık Çamı Yanmış	18	15,69	0,74	
	Fıstık Çamı, Meşe	14	24,52	1,15	
	Fıstık Çamı, Sahil Çamı	4	4,40	0,21	
	Karaçam Meşçeresi	48	83,77	3,93	
	Karaçam, Kayın	8	6,47	0,30	
	Karaçam, Kestane	3	0,72	0,03	
	Kocayemiş, Diğer Yapraklı	9	19,27	0,90	
	Çalılık	144	53,46	2,51	
	Seyrek Vejetasyon	204	41,34	1,94	
	Otsu Vejetasyon	134	14,27	0,67	
	Bozuk Karaçam Meşe	7	0,85	0,04	
	Bozuk Kocayemiş Diğer Yapraklı	1	0,91	0,04	
	Bozuk Meşe Diğer Yapraklı	46	33,30	1,56	
	Yanmış	10	11,58	0,54	
Orman Toprağı	Geniş Yapraklı Ormanlar	5	0,46	0,47	97,37 %4,23
	Sık Ağaçlık	8	0,31	0,31	
	İğne Yapraklı Ormanlar	9	2,09	2,15	
	Seyrek Ağaçlık	27	11,84	12,16	
	Çalılık	55	18,89	19,40	
	Seyrek Vejetasyon	73	46,99	48,26	
	Otsu Vejetasyon	56	16,79	17,24	
Özel Ormanlar	Geniş Yapraklı Ormanlar	12	50,38	77,17	65,29 % 2,84
	Sık Ağaçlık	3	0,81	1,25	
	İğne Yapraklı Ormanlar	4	2,91	4,46	
	Seyrek Ağaçlık	5	2,24	3,43	
	Çalılık	10	1,83	2,81	
	Seyrek Vejetasyon	26	5,37	8,23	
	Otsu Vejetasyon	17	1,73	2,65	
Orman - Açık Ocak Alanları	Sık Ağaçlık	2	0,07	1,16	6,02 %0,26
	İğne Yapraklı Ormanlar	1	0,01	0,19	
	Seyrek Ağaçlık	5	3,01	49,99	
	Çalılık	12	1,32	21,96	
	Seyrek Vejetasyon	5	0,96	16,01	
	Otsu Vejetasyon	3	0,65	10,72	
Toplam			2302,10		

4.2 Süreç Modeli

Araştırma alanına ilişkin süreç modeli tez kapsamında peyzaj değişimi ve hidrolojik benzetim modelleri kapsamında ele alınmıştır.

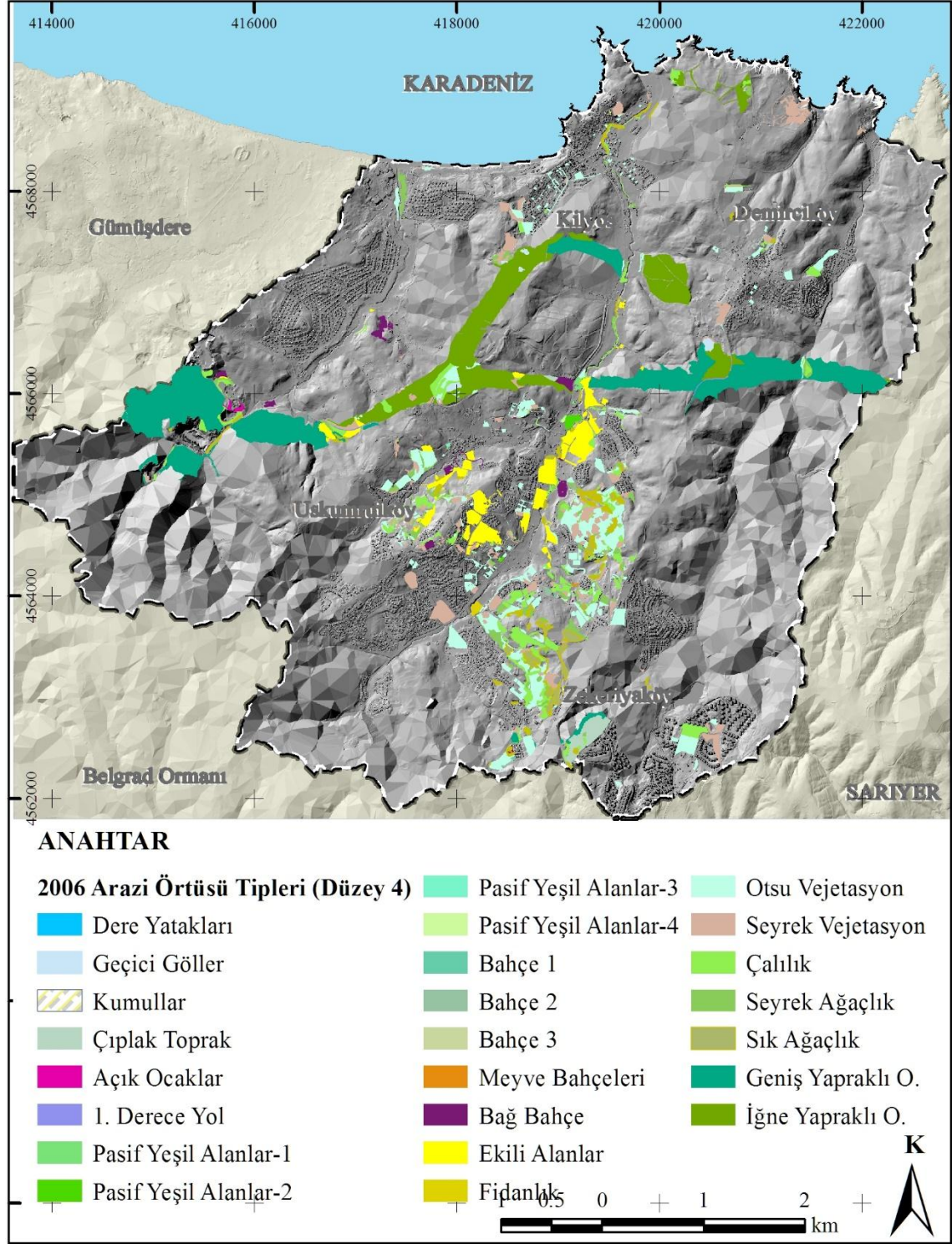
4.2.1 Arazi örtüsü değişimi

Merkezi yönetim ve yerel yönetimlerin yanlış politikaları sonucunda, araştırma alanı hızla kentleşmekte, doğal ve kırsal niteliklerini kaybetmektedir. Alanda 1960'larda başlayan banliyöleşme süreci, 2000'lerin sonunda merkezi yönetimce yürürlüğe konan büyük ölçekli projelerin hayata geçirilmesiyle birlikte hızlanmıştır. Özellikle son beş yıllık süreçte alanda telafisi mümkün olmayan ciddi değişimler yaşanmıştır.

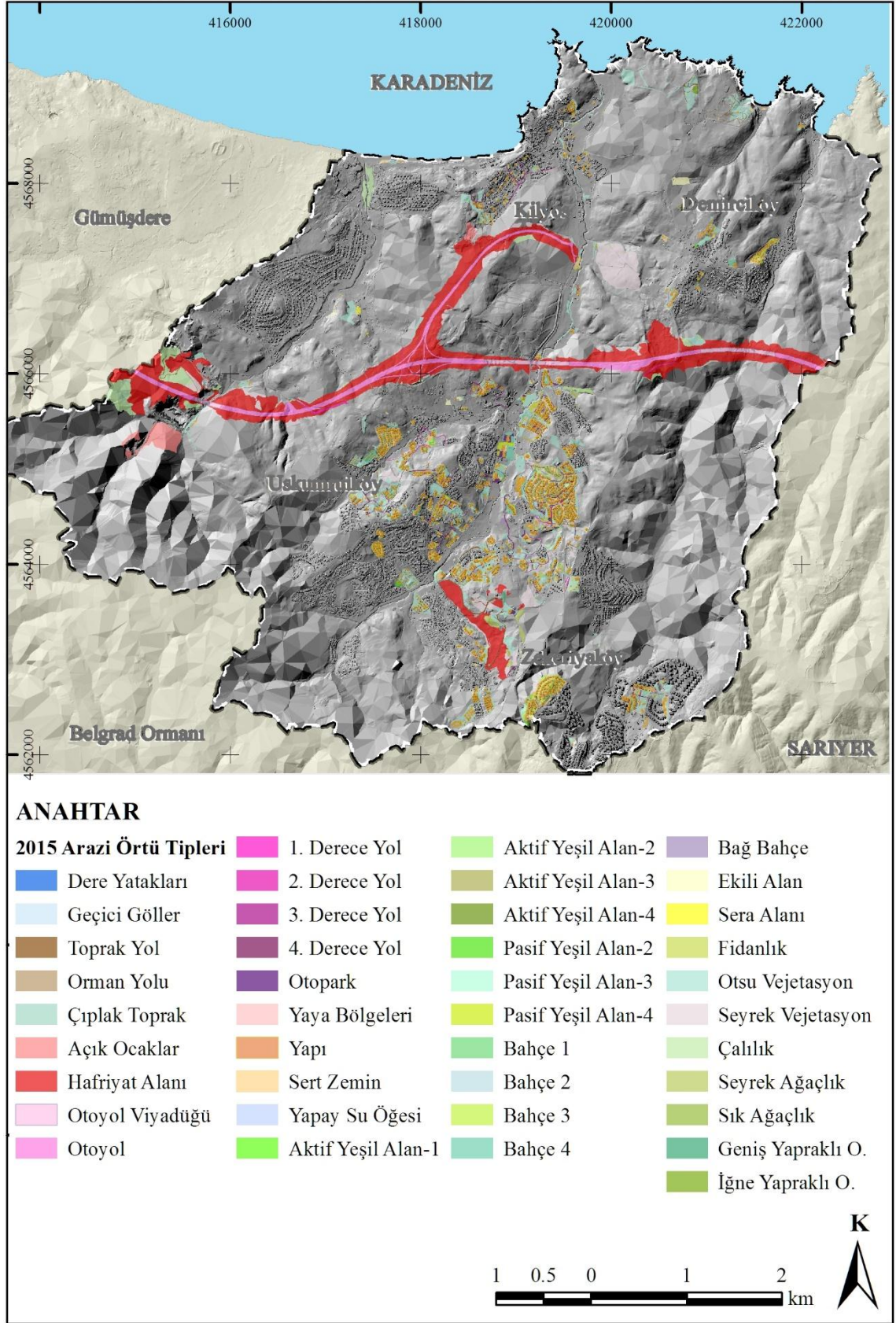
Alanda 2006-2010 yılları arasında yaşanan değişim sürecini tetikleyen en önemli etkenler; Kuzey Marmara Otoyolu, maden ocakları ve toplu konut alanları olarak sıralanabilir. Bu etkenler sonucu toplam 245.14 ha alanda dönüşüm yaşanmıştır. Alanının % 5.73'ünü etkileyen bu dönüşümde en büyük pay kuşkusuz Kuzey Marmara Otoyoluna aittir. Değişimin büyük bir kısmı, doğal ve yarı doğal vejetasyondan kazı alanlarına ve geçirimsiz yüzeylere dönüşme şeklinde meydana gelmiştir. Çizelge 4.5'de görüldüğü üzere toplam 162.14 ha orman alanı, Kuzey Marmara Otoyolunun etkisiyle kazı alanına dönüşmüştür. 38.15 ha alanı kaplayan otoyol boyunca kazı alanları dışında doğal ve yarı doğal vejetasyonda bozulmalara yol açmıştır. 11.7 ha alanda değişime neden olan orman açık ocak alanlarında 9.17 ha geniş yapraklı orman tahrip edilmiştir. 35.52 ha alanda değişime neden olan toplu konut alanlarında doğal ve yarı doğal vejetasyondan oluşan 18.89 ha alan kazı alanına dönüşmüştür. Yaklaşık 15 ha'lık alanda vejetasyon yapısında bozulmalar meydana gelmiştir.

Alan genelinde yaşanan toplam değişim ise 538 ha'dır (EK.2, EK.3). Alanda yaşanan peyzaj değişim tipolojisi incelendiğinde, 230.24 ha'la en fazla doğal vejetasyondan çıplak yüzeylere geçişin yaşandığı gözlemlenmektedir. İkinci derecede görülen değişim, 106.27 ha ile doğal vejetasyondan yapısal yüzeylere geçiş şeklinde meydana gelmiştir. Üçüncü derecede gözlemlenen değişim tipi ise, 92.9 ha ile doğal vejetasyondaki

bozulma şeklinde olmuştur. 2006-2015 yılları arasındaki değişime ilişkin 2006 yılına ait arazi örtüsü Şekil 4.8’de, 2015 yılına ait arazi örtüsü ise şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.8 Değişim alanlarının 2006 yılı arazi örtüsü



Şekil 4.9 Değişim alanlarının 2015 yılı arazi örtüsü

Çizelge 4.5 Araştırma alanındaki Kuzey Marmara Otoyolu, toplu konut ve açık ocak alanlarının neden olduğu peyzaj değişimi

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 11 Tarımsal Üretim Alanları 0,73 ha	Hafriyat Alanı 0,21 ha	Ekili Alanlar	0,11
		Seyrek Ağaçlık	0,09
	Otsu Vejetasyon 0,53 ha	Bağ Bahçe	0,52
		Sık Ağaçlık	0,01
A 12 Orman Alanları 27,43 ha	Çalılık 16,47 ha	Geniş Yapraklı Ormanlar	15,77
		İğne Yapraklı Ormanlar	0,71
	Çıplak Toprak	Geniş Yapraklı Ormanlar	0,73
	Orman Yolu	Geniş Yapraklı Ormanlar	0,35
	Otsu Vejetasyon 2,86 ha	Çalılık	0,07
		Geniş Yapraklı Ormanlar	1,78
		İğne Yapraklı Ormanlar	0,93
		Sık Ağaçlık	0,08
	Seyrek Vejetasyon 6,65 ha	Geniş Yapraklı Ormanlar	3,87
		İğne Yapraklı Ormanlar	2,62
Sık Ağaçlık		0,16	
Toprak Yol	Geniş Yapraklı Ormanlar	0,37	
A 12 Doğal Vejetasyon	Çalılık	Seyrek Ağaçlık	0,05
A 12 Kalıntı Vejetasyon	Otsu Vejetasyon 0,20 ha	İğne Yapraklı Ormanlar	0,02
A 24 Sucul Vejetasyon		Çalılık	0,18
B 15 Ulaşım Altyapısı 38,14 ha	Otoyol 38,15 ha	Çalılık	2,40
		Ekili Alanlar	0,97
		Geniş Yapraklı Ormanlar	19,98
		Otsu Vejetasyon	0,62
		Seyrek Ağaçlık	0,11
		Seyrek Vejetasyon	1,06
		İğne Yapraklı Ormanlar	12,75
		1. Derece Yol	0,09
Geçici Göller	0,17		

Çizelge 4.5 Araştırma alanındaki Kuzey Marmara Otoyolu, toplu konut ve açık ocak alanlarının neden olduğu peyzaj değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)		
B 15 Kazı Alanları 8,40 ha	Çıplak Toprak	Otsu Vejetasyon	0,02		
	Hafriyat Alanı 6,77 ha	1. Derece Yol		0,38	
		Bağ Bahçe		0,69	
		Çalılık		0,69	
		Çıplak Toprak		0,32	
		Ekili Alanlar		2,53	
		İğne Yapraklı Ormanlar		0,65	
		Otsu Vejetasyon		0,23	
		Pasif Yeşil Alanlar-1		0,39	
		Seyrek Ağaçlık		0,33	
		Seyrek Vejetasyon		0,56	
	Otoyol Viyadüğü 1,61 ha	Bağ Bahçe		0,72	
		Çalılık		0,06	
		Çıplak Toprak		0,12	
		Ekili Alanlar		0,35	
		İğne Yapraklı Ormanlar		0,17	
		Pasif Yeşil Alanlar-1		0,20	
	B 15 Orman - Kazı Alanları 162,14 ha	Hafriyat Alanı 155,45 ha	1. Derece Yol		0,33
			Çalılık		2,82
Geçici Göller				2,25	
Geniş Yapraklı Ormanlar				89,40	
İğne Yapraklı Ormanlar				55,98	
Otsu Vejetasyon				2,72	
Seyrek Ağaçlık				0,64	
Seyrek Vejetasyon				1,13	
Sık Ağaçlık				0,17	
Orman Yolu			İğne Yapraklı Ormanlar		0,06
Otoyol Viyadüğü 6,63 ha		Açık Ocaklar		0,06	
		Çalılık		0,56	
		Dere Yatakları		0,01	

Çizelge 4.5 Araştırma alanındaki Kuzey Marmara Otoyolu, toplu konut ve açık ocak alanlarının neden olduğu peyzaj değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 Orman - Kazı Alanları 162,14 ha	Otoyol Viyadüğü 6,63 ha	Geniş Yapraklı Ormanlar	4,76
		İğne Yapraklı Ormanlar	1,02
		Otsu Vejetasyon	0,08
		Seyrek Ağaçlık	0,15
B 15 Orman - Açık Ocak Alanları 8,04 ha	Açık Ocaklar 1,63 ha	Seyrek Vejetasyon	1,59
		Sık Ağaçlık	0,04
	Çalılık 0,50 ha	Açık Ocaklar	0,36
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,14
	Çıplak Toprak	Seyrek Ağaçlık	0,04
	Geçici Göller	Seyrek Vejetasyon	0,08
	Hafriyat Alanı 5,08 ha	Çalılık	1,87
		Ekili Alanlar	0,01
		Geçici Göller	0,16
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,68
		İğne Yapraklı Ormanlar	0,04
		Seyrek Ağaçlık	1,36
		Seyrek Vejetasyon	0,95
	Otsu Vejetasyon	Bağ Bahçe	0,03
	Seyrek Vejetasyon 0,47 ha	Açık Ocaklar	0,24
		Çalılık	0,04
		Sık Ağaçlık	0,19
	Toprak Yol 0,22 ha	Açık Ocaklar	0,20
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,03
	Toplam		

4.2.2 Hidrolojik süreç analizleri

Kentsel su yönetimine ilişkin ekolojik altyapı tasarımı eyleminde, hidrolojik süreçlere ilişkin birikimli yağmur suyu yüzey akışı, akışa geçen birikimli kirlilik ve sediment miktarları gibi parametrelerin hesaplanması gerekmektedir. Mevcut yöntemler, havza veya drenaj alanı bazında veya yalnızca belirlenen noktalarda hidrolojik parametre ve göstergelerin hesaplanmasına dayanmaktadır. Oysa, ekolojik altyapı tasarımına yönelik geliştirilen İlişkisel Model, drenaj hatları boyunca her bir noktadaki hidrolojik parametre ve göstergelerin hesaplanmasına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle, hidrolojik parametrelerin hesaplanmasında mevcut yöntemlere ek analizler yapılmıştır.

Hidrolojik süreç analizleri gerçekleştirilmeden önce 1/1000 detayda üretilen sayısal yükseklik modeli temel alınarak, ArcHydra ortamında drenaj hatları, drenaj alanları ve havzaları belirlemeye yönelik temel analizler yapılmıştır. İlk olarak sayısal yükseklik modeline su yüzeyleri ve yapı katmanlarının yükseklik değerleri eklenmiştir. Sonra, batma noktaları ve alanları tespit edilmiş, sayısal yükseklik üzerindeki yüzey akışını engelleyen alanlar doldurulmuştur. Söz konusu işlemlerden geçirilen düzeltilmiş sayısal yükseklik modeli üzerinden akış yönleri hesaplanmıştır. Üretilen akış yönleri ve sayısal yükseklik verisi üzerinden 1 m çözünürlüklü olarak piksel bazında birikimli akış verisi oluşturulmuştur. Üretilen birikimli akış verisi sınıflandırılarak drenaj hatları belirlenmiştir. Belirlenen drenaj hatları üzerinden drenaj alanları ve noktaları ve havzalar belirlenmiştir.

Temel hidrolojik altlıkların belirlenmesinden sonra hidrolojik parametre ve göstergelerin hesaplanması eylemine geçilmiştir. Daha önceki aşamalarda üretilen modüler hiyerarşik temsil modeli bu değerlerin hesaplanmasına temel altlık oluşturmuştur. Temsil modeli ve hidrolojik altlıklar kullanılarak, öncelikle yüzey akışına geçen yağmur suyu hesaplanmıştır. Bu parametrenin hesaplanmasında ABD Ulusal Kaynaklar Koruma Servisi tarafından geliştirilen eğri numarası (SCS-CN Curve Number) parametresine dayalı yağmur suyu yüzey akışı hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle hesaplamaya temel oluşturan eğri numarası değerleri, toprak ve arazi örtüsü kombinasyonu değerlerine göre tanımlanmıştır.

Bu aşamadan sonra ArcGIS Map Algebra aracı kullanılarak üretilen raster veriler üzerinden formüller uygulanarak bir dizi hesaplama işlemi gerçekleştirilecektir

% 5 eğim temel alınarak belirlenen standart eğri numarası değerleri ve eğim verisi üzerinden aşağıdaki formül uygulanarak düzeltilmiş eğri numarası değerleri hesaplanmıştır (Şekil 4.10).

CN_{α} : düzeltilmiş eğri numarası

CN : eğri numarası

α : eğim (%)

CN_{α} : $CN*(322,79+15,63*\alpha/\alpha+323,52)$ (Ebrahimian vd. 2012)

Q : yüzey akışına geçen yağış miktarı

P : yağış miktarı (20 yıllık 24 saatte m²'ye düşen en yüksek yağış – 179,4 mm)

S : yüzey akışı başladıktan sonra potansiyel en fazla toprak nem tutma değeri

I_{α} : yüzey akışı başlamadan önce başlangıç sızdırma değeri

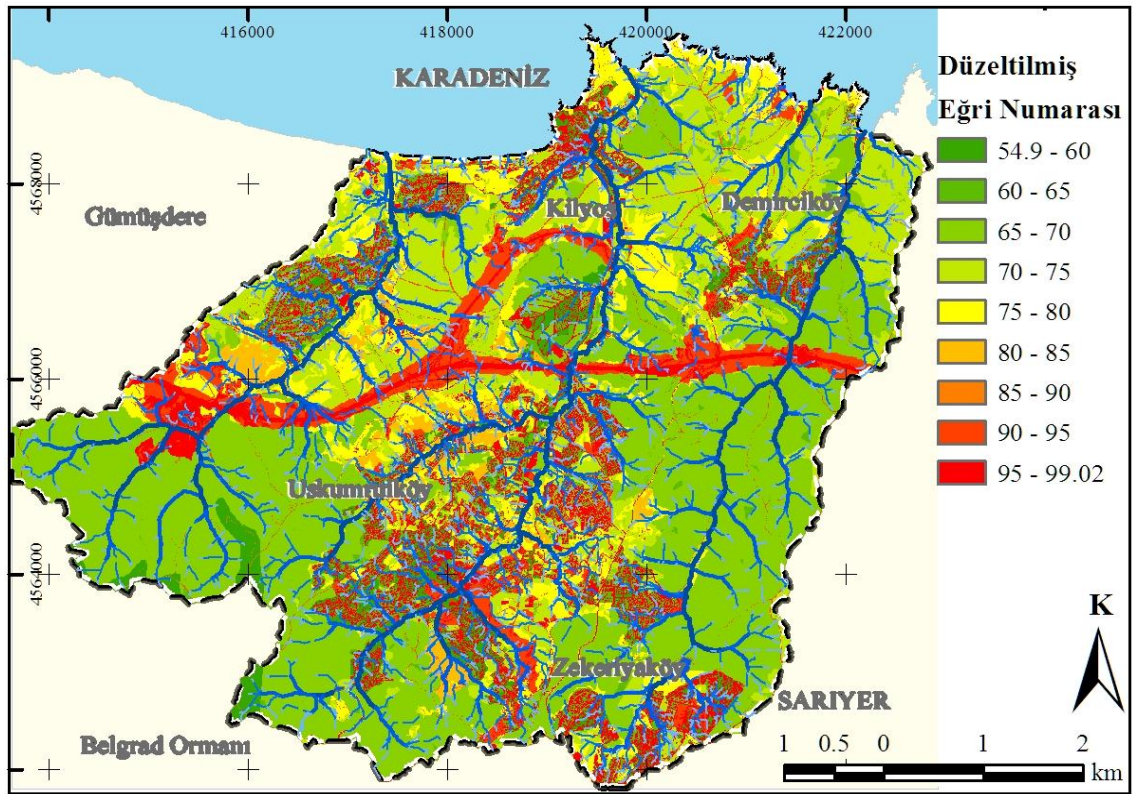
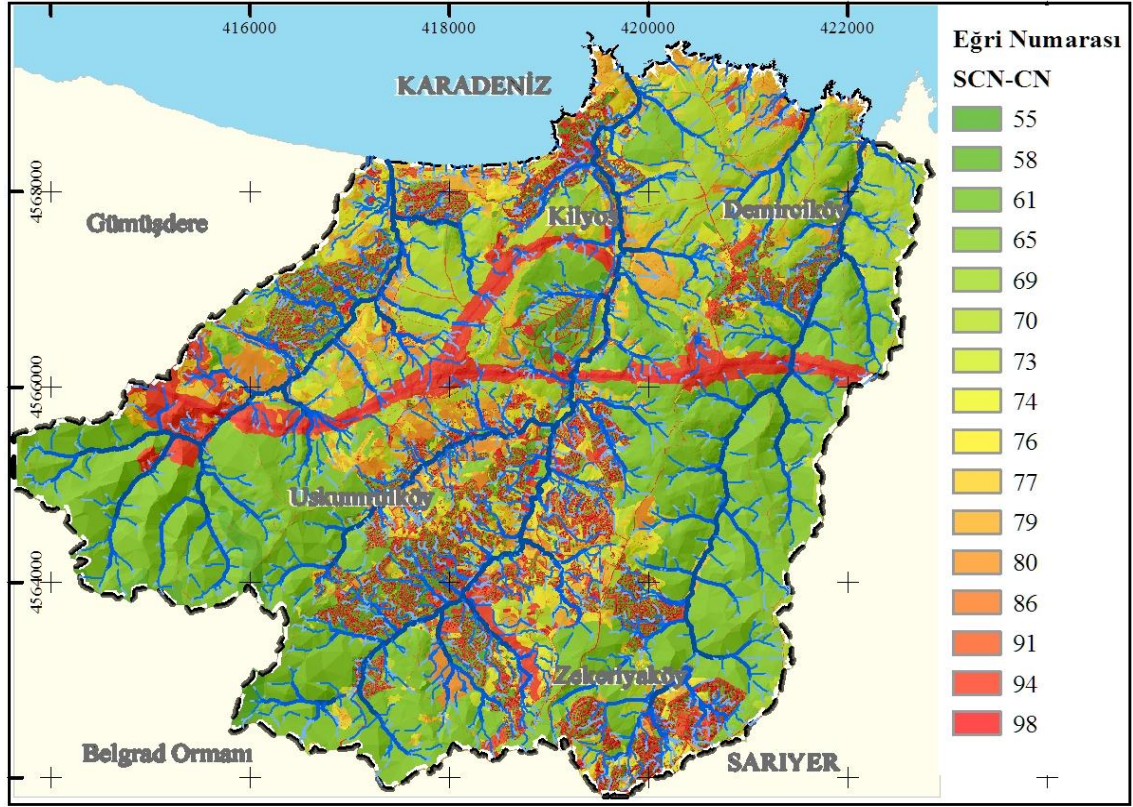
S : $1000/CN-10$

I_{α} : $0,05*S$

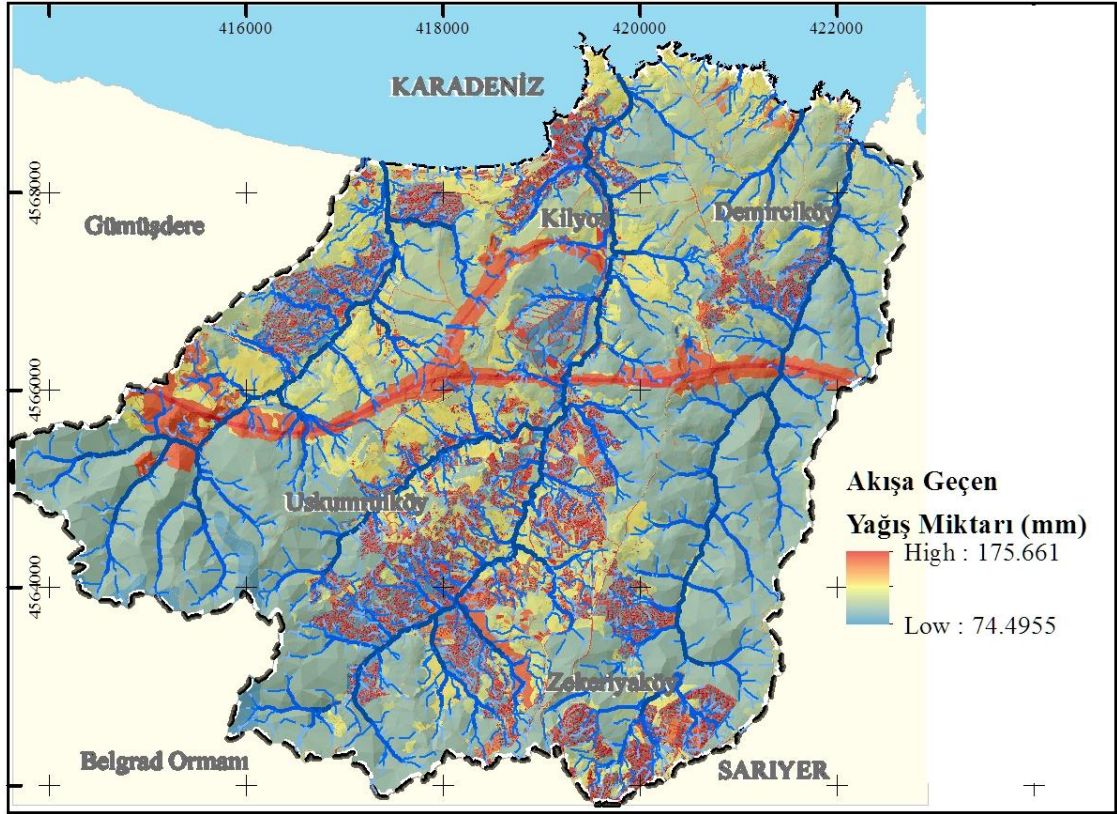
$P \leq I_{\alpha}$ için $Q = 0$

$P > I_{\alpha}$ için $Q = (P-I_{\alpha})^2 / (P-I_{\alpha}+S)$ (Cahill 2012)

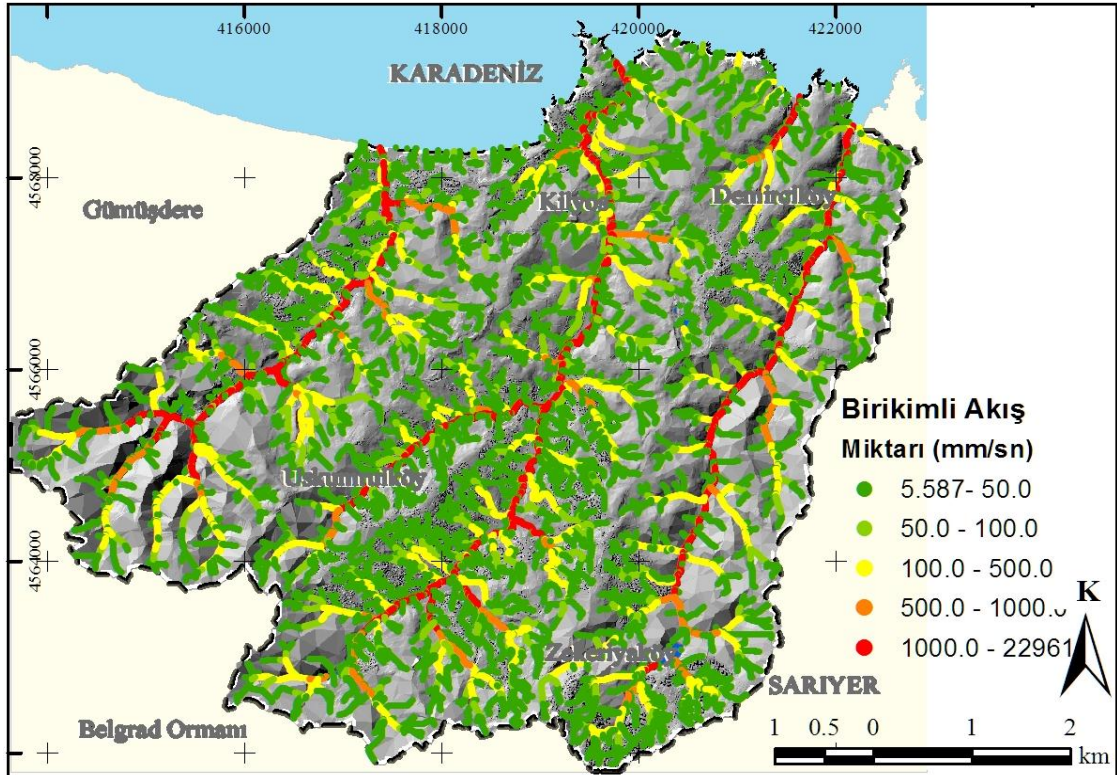
Düzeltilmiş eğri numarası değerleri üzerinden yukarıdaki formül uygulanarak potansiyel en fazla toprak nem tutma değeri (S) hesaplanır. Bulunan değer 0,05 ile çarpılarak başlangıç sızdırma değeri (I) hesaplanmıştır. Sonra, 24 saatlik yağış değeri (179,4 mm) ile toprak nem tutma değeri ve başlangıç sızdırma değerleri yukarıdaki formül uygulanarak her 1 m²'lik alan için yüzey akışına geçen yağış miktarı hesaplanmıştır. (Şekil 4.11). Elde edilen yüzey akış verisi drenaj hatları boyunca birikimli akış değerlerini ifade etmemektedir. Bu nedenle, ArcGIS mekânsal analiz araçlarından akış birikimi aracı, yüzey akışına geçen yağmur suyu verisi ağırlık değeri olarak tanımlanıp çalıştırılmış; böylece yüzey akışına geçen birikimli yağış değerleri drenaj hatları boyunca belirlenmiştir (Şekil 4.12). Elde edilen birikimli akış değeri, etki analizleri için veri oluşturacaktır.



Şekil 4.10 Eğri numarası ve düzeltilmiş eğri numarası değerleri

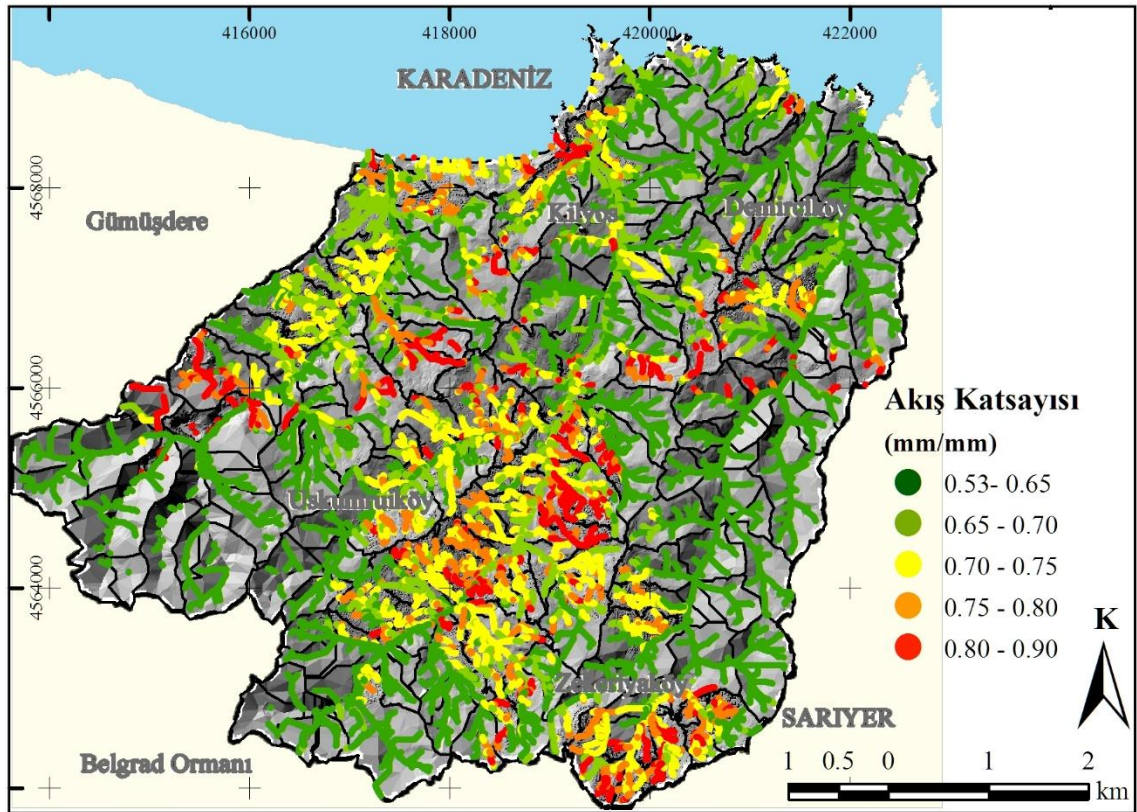


Şekil 4.11 Akışa geçen yağış miktarı



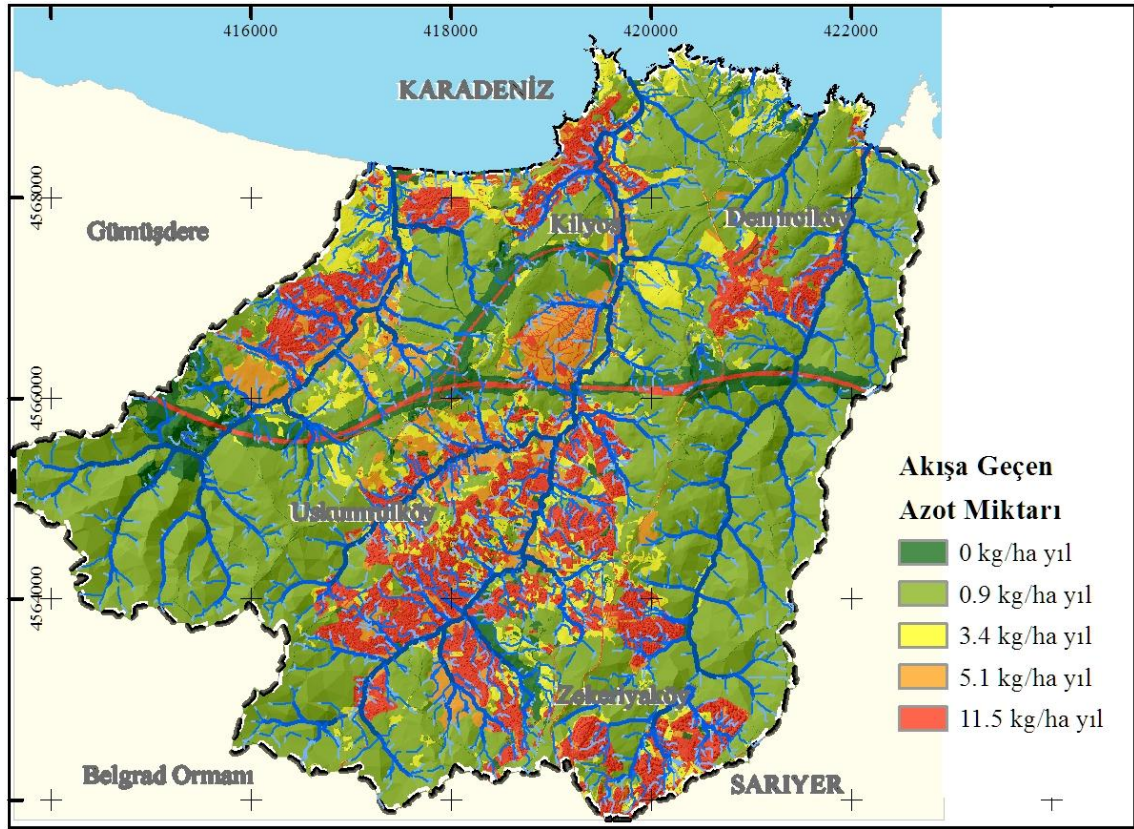
Şekil 4.12 Akışa geçen birikimli yağış miktarı

Ancak, drenaj hatlarının hidrolojik karakteristiğini yansıtan ekolojik göstergelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, yüzey akışına yönelik en anlamlı ekolojik göstergelerden biri olan akış katsayısı, akışa geçen yağış miktarı toplam yağışa bölünerek hesaplanır. Şekil 4.13’de görüldüğü üzere 0,5 ile 1 arasında değişen akış katsayısı değeri arttıkça drenaj hattının hitap ettiği alandaki geçirimsizliğin azaldığını ifade etmektedir. Yüzey akışına geçen yağış miktarları, Kilyos Deresi havzası çıkışında 229,61 mm/sn, Tatlısu Deresi havzası çıkışında 1407,4 mm/sn, Uzunya Deresi havzası çıkışında 10,690 mm/sn olarak ölçülmüştür. Akış katsayısı değerleri ise Kilyos Deresi havzası geneli için 0,66 mm/mm, Tatlısu havzası Deresi genelinde 0,64 mm/mm, Uzunya Deresi havzasında 0,59 mm/mm olarak ölçülmüştür. Uzunya Deresi havzasında en düşük değerlerin ölçülmesinin nedeni, havzada geçirimsiz yüzeylerin diğer havzalara oranla daha az olmasından kaynaklanmaktadır.

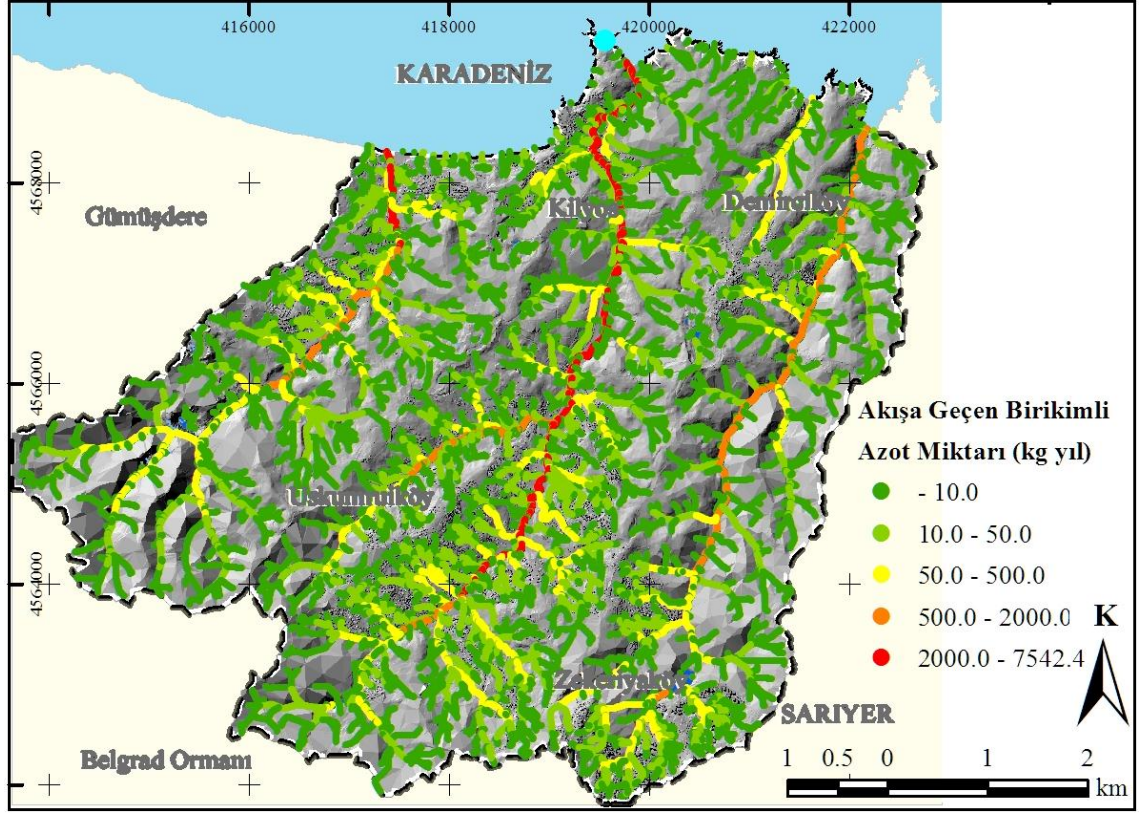


Şekil 4.13 Yüzey akışına geçen yağmur suyu akış katsayısı değerleri

Kentsel yağmur suyu yönetimine yönelik ekolojik altyapı tasarımı, yayılı kirliliğe dair parametrelerin bilinmesini gerektirir. Yüzey akışına geçen yayılı kirlilikle ilgili en yaygın kullanılan parametreler azot, fosfor ve askıda katı madde miktar ve oranlarıdır. Söz konusu üç kirletici arasında yayılı kirlilik açısından en tahmin edilebilir olanı azot değerleri olduğundan araştırma kapsamında kirlilik göstergesi olarak azot oranı (mg/lt-ppm) parametreleri kullanılmıştır. Akışa geçen azot miktarının hesaplanmasında TÜBİTAK Ekosistem Hizmetleri Hesaplama Uygulamasından (Serengil vd., 2014) yararlanılmıştır. Bu uygulamada verilen standart değerler; orman alanları için 0,9 kg/ha yıl, otsu vejetasyon için 3,4 kg/ha yıl, tarım alanlarında 5,1 kg/ha yıl, yerleşim alanlarında 11,5 kg/ha yıl olarak haritaya işlenmiştir (Şekil 4.14). Elde edilen haritada akışa geçen azot değerleri her 1 m² lik alan için hesaplanmış, hazırlanan raster veriler ağırlık değeri olarak kullanılarak ArcGIS mekânsal analiz araçlarından birikimli akış işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylece drenaj hatları boyunca her bir nokta için yüzey akışına geçen birikimli azot miktarları elde edilmiştir (Şekil 4.15).

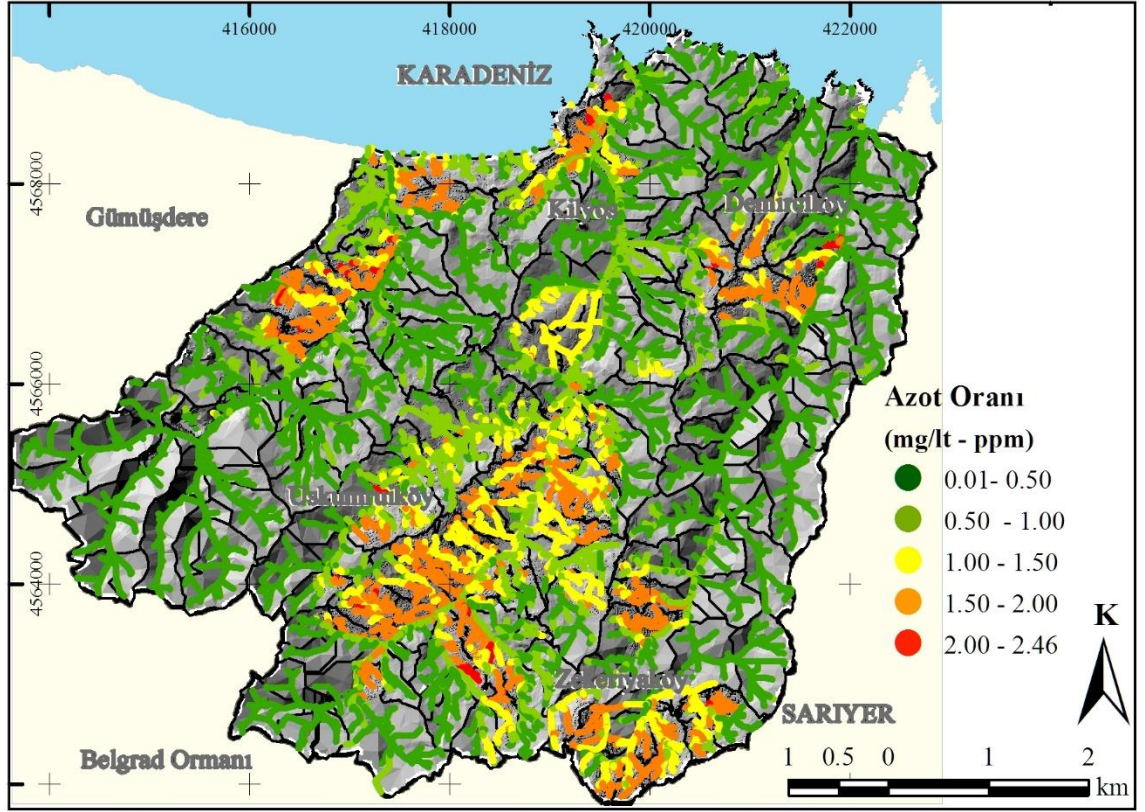


Şekil 4.14 Yüzey akışına geçen azot değerleri



Şekil 4.15 Yüzeş akışına geçen birikimli azot değerleri

Hesaplanan azot değerleri (kg-yıl), mg/sn birimine dönüştürülmüş, akışa geçen yağış (lt/sn) değerleri ile bölünerek, akışa geçen azot oranları (mg/lt-ppm) elde edilmiştir (Şekil 4.16). Hesaplanan değer ışığında yüzeş akışına geçen azot miktarları; Kilyos Deresi havzası için 7542 kg-yıl, Tatlısu Deresi havzası için 2652 kg-yıl, Uzunya Deresi havzası için 1764 kg-yıl olarak ölçülmüştür. Su kirliliğine ilişkin ekolojik gösterge olarak yüzeş akışındaki azot oranları Kilyos Deresi havzası genelinde 0,82 ppm, Tatlısu Deresi havzası genelinde 0,47 ppm, Uzunya Deresi havzası genelinde 0,41 ppm olarak bulunmuştur. Azot kaynaklı kirliliğe dair ekosistem göstergelerine göre, Kilyos Deresi havzasında kirlilik değerinin yüksek çıkmasının nedeni, yerleşim ve tarım alanlarının diğer havzalara oranla daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.



şekil 4.16 Yüzey akışına geöen birikimli azot oranları

Kentsel yağmur suyu yönetimine yönelik ekolojik altyapı tasarımında, hesaplanması gereken bir diğer parametre ise yüzey akışına geöen sediment miktarlarıdır. Sediment miktarı, Düzeltişmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) uygulanarak hesaplanmıştır. Uygulanan formül aşağıda verilmektedir.

A: Potansiyel yıllık toprak kaybı (ton/ha)

R: Yağmur suyu akışı aşındırma etkeni

K: Toprak aşınma etkeni

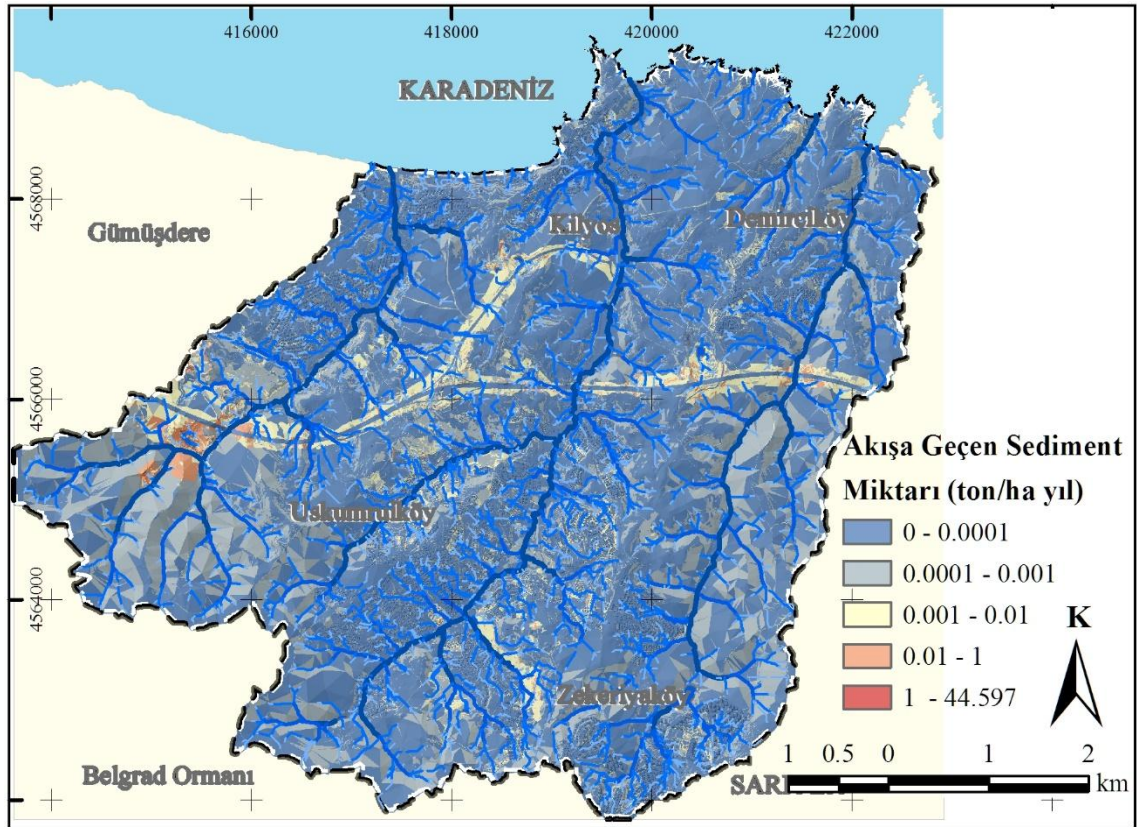
LS: Eğim uzunluğu değişim etkeni

C: Tarımsal üretim yönetim etkeni

P: Destek uygulama etkeni

$A=R*K*LS*C*P$ (<http://gis4geomorphology.com>, 2016)

Araştırma alanında R değeri için TÜBİTAK Ekosistem Hizmetleri Hesaplama Uygulamasındaki (Serengil vd. 2014) Kumköy istasyonu için verilen standart R değeri (50,68) temel alınmıştır. K etkeni, kumullar için 0,04 (ton/ha), kumlu killi balçık topraklar için 0,45 (ton/ha) olarak tanımlanarak raster veri üretilmiştir. LS etkeni ArcGIS Map Algebra aracı kullanılarak eğim verisi üzerinden $LS=[0.065+0.0456*(eğim)+0.006541*(eğim)^2]*[eğim \text{ uzunluğu}/22.1]^{NN}$ denklemi yardımıyla hesaplanmıştır. C etkeni için, doğal vejetasyonda 0.02, meyve bahçelerinde 0.1, ekili tarım alanlarında (0.4-0.5), çıplak toprak ve kazı alanlarında (1.0) olarak kabul edilmiştir. P etkeni havza bazında 1.0 olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.17).

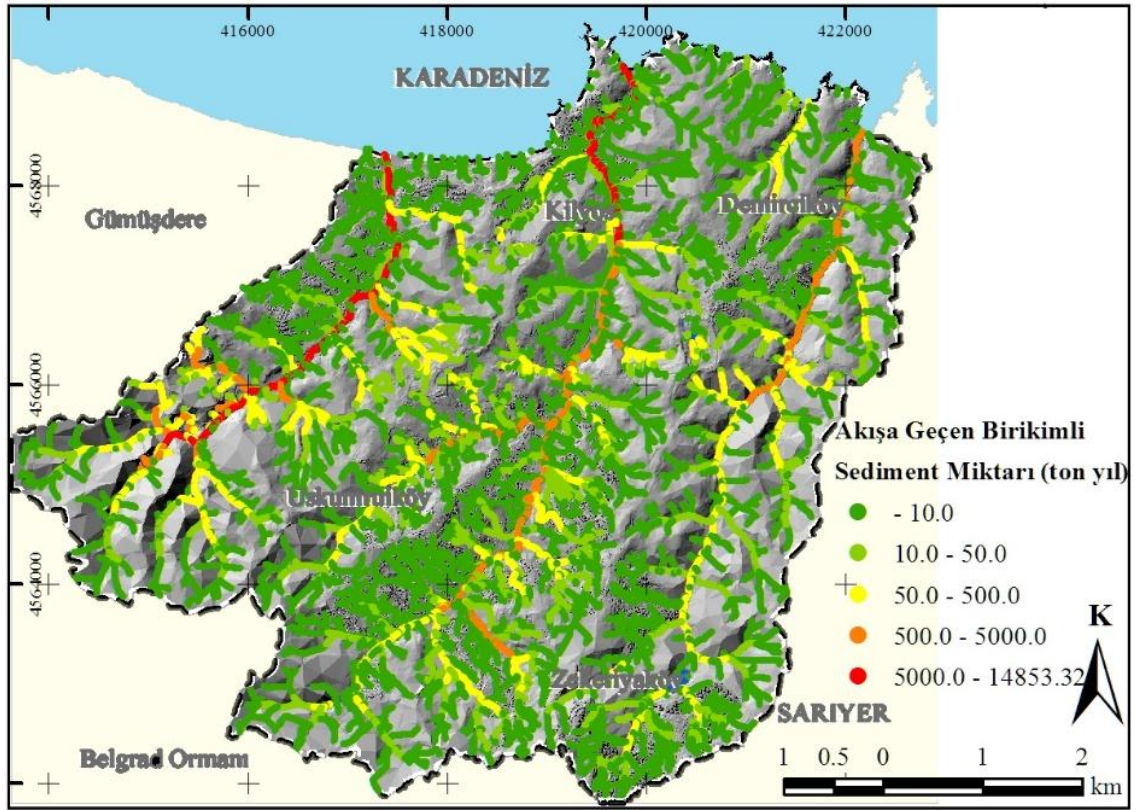


Şekil 4.17 Yüzeysel akışa geçen sediment miktarları

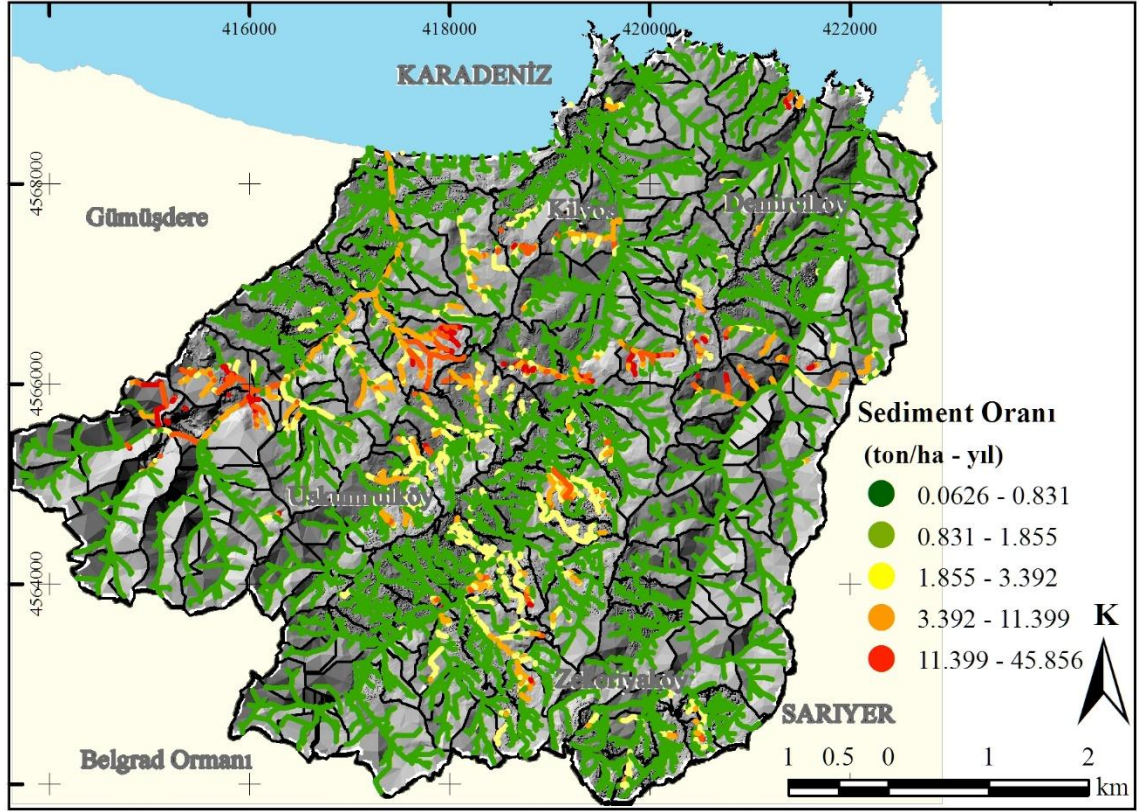
Yukarıdaki değerler ve hesaplamalar temel alınarak üretilen raster veriler üzerinden ArcGIS Map Algebra aracı kullanılarak A değeri hesaplanmıştır (Şekil 4.17). Bulunan yıllık potansiyel toprak kaybı değerleri 1 m²lik pikseller için hesaplanmış; elde edilen raster veri ağırlık değeri olarak tanımlanmış; ArcGIS mekânsal analiz araçlarından birikimli akış işlemi çalıştırılmıştır. Böylece, drenaj hatları boyunca her bir nokta için

yüzey akışına geçen birikimli sediment miktarları (ton-yıl) hesaplanmıştır (Şekil 4.18). Bu değerler, drenaj hatları boyunca her bir noktanın hitap ettiği alana bölünmüş; toprak kaybına ilişkin ekosistem göstergesi olarak kullanılan ortalama sediment miktarları (ton/hektar-yıl) bulunmuştur (Şekil 4.19).

Hesaplanan parametreler ışığında Kilyos Deresi havzası için 5663 ton-yıl, Tatlısu Deresi havzası için 14853 ton-yıl, Uzunya Deresi havzası için 2469 ton-yıl olarak ölçülmüştür. Ortalama sediment miktarları ise, Kilyos Deresi havzası için 3.4 ton/ha-yıl, Tatlısu Deresi havzasında 14.07 ton/ha-yıl, Uzunya Deresi havzasında 2.84 ton/ha-yıl olarak ölçülmüştür. Tatlısu Deresi havzasında sediment göstergesinin diğer havzalara oranla fazla ölçülmüş olmasının nedeni, havzada orman kazı alanları, maden ocakları ve tarımsal üretim alanlarının yoğun olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.18 Yüzey akışına geçen birikimli sediment miktarları



Şekil 4.19 Yüzey akışına geçen sediment oranları

4.3 Değerlendirme Modeli

Ekolojik altyapı alternatiflerinin geliştirilmesine yönelik koruma önceliklerinin belirlenmesinde peyzajdaki ekolojik süreçlerle bağlantılı olmayan mevcut koruma statülerinden yararlanılması yanıltıcı olacaktır. Koruma stratejilerinin geliştirilmesi için peyzajdaki ekosistemlerin bütünlüğünü yansıtan ve yaban hayatı hareketlerine odaklanan bir veriye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, alandaki koruma gereksinimleri, fonksiyonel peyzaj bağlantılılığı analizleri sonucunda üretilen peyzaj lekelerinin habitat kalitesi ve potansiyel yaban yaşamı koridorları verileri üzerinden değerlendirilmiştir.

4.3.1 Fonksiyonel peyzaj bağlantılılığı

Doğal ve yarıdoğal peyzajlar ile kentsel peyzajların iç içe geçtiği araştırma alanında ekolojik altyapı oluşturmaya yönelik koruma stratejilerinin geliştirilebilmesi için

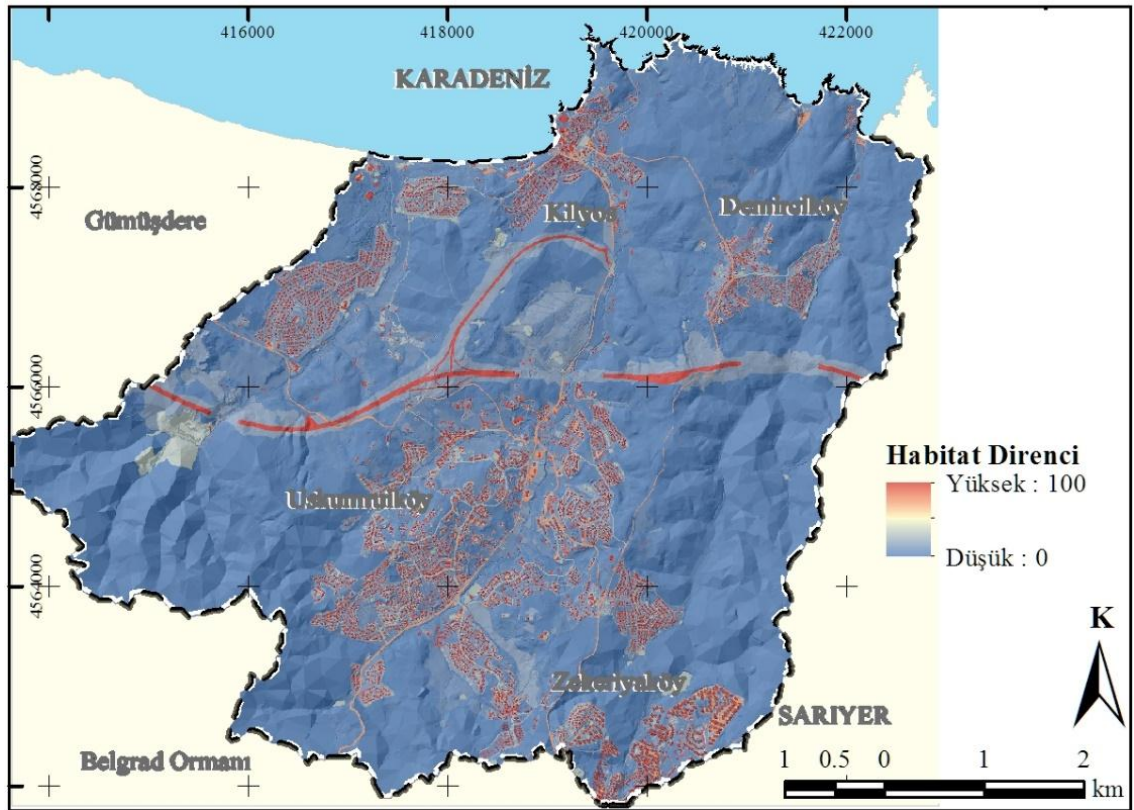
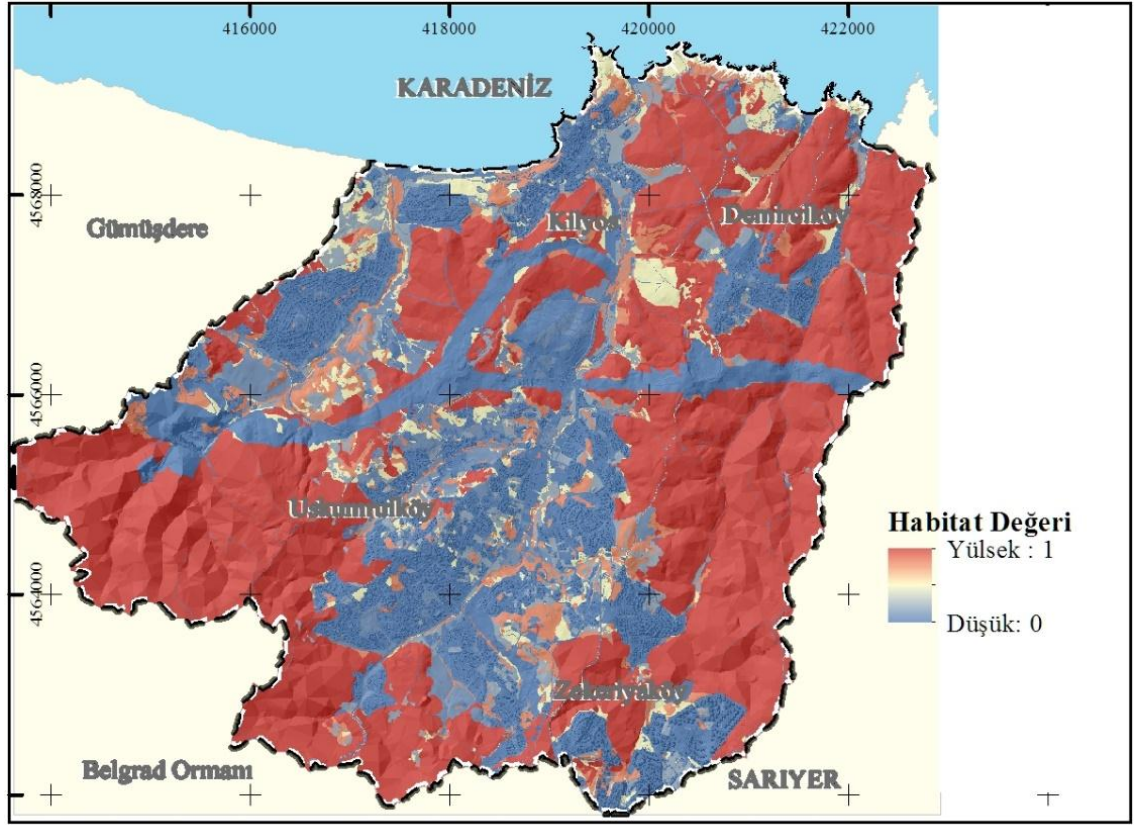
“habitat bağlantılılığı” öncelikle üzerinde durulması gereken bir konudur. Kuzey Marmara Otoyolu, kentsel gelişim alanları ve açık ocak alanları başta olmak üzere, doğal ve yarıdoğal vejetasyonu tahrip etme odaklı yeşil alan planlaması araştırma alanındaki peyzajların fiziksel bütünlüğünü önemli ölçüde etkilemiştir. Bu nedenle, araştırma alanındaki koruma önceliklerinin doğal sit alanı sınırları gibi yasal sınırlar üzerinden değil; peyzajdaki ekolojik süreçleri (tozlaşma, tohum dağılımı, gen akışı, yaban hayatı hareketi, üreme vb.) kolaylaştıran bağlantılar üzerinden belirlenmiştir. “Habitat bağlantılılığı” (Kool vd. 2012), peyzajı oluşturan “leke koridor ve matris” (Forman 1995) bileşenlerinin yapısal karakteristiğini yansıtan “yapısal bağlantılılık” (Saura ve Pascual-Hortal 2007, Saura vd. 2011) ve peyzajdaki belirli ekolojik süreçleri anlamaya çalışan “fonksiyonel bağlantılılık” (Vogt vd. 2009) olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmektedir.

Yapısal ve fonksiyonel peyzaj bağlantılılığını analiz etmeye yönelik çok sayıda araç ve yöntem geliştirilmiştir. Günümüzde peyzaj metriklerine dayalı yapısal peyzaj bağlantılılığı en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak, ekosistemlerin sağlığı ve devamlılığı bakımından fonksiyonel bağlantılılık daha açıklayıcı ve gerçekçi çözümler sunmaktadır. Singleton ve McRea (2013), iklim değişikliği ve ekolojik koşullardaki değişikliğe karşılık olarak organizmaların uyum sağlamama stratejileri geliştirmesi bakımından fonksiyonel habitat bağlantılılığının önemine vurgu yapmaktadır. Fonksiyonel bağlantılılığı analiz etmeye yönelik gözleme dayalı verilerle desteklenen analiz çalışmaları (Baguette ve Dyck 2007) daha sağlıklı sonuçlar verse de, gözleme dayalı geniş kapsamlı verilerin üretilmesi uzun süren ve yoğun bir çalışmayı gerektirmektedir. Bu nedenle fonksiyonel bağlantılılığı tahmin etmeye yönelik “*çizge kuramına*” (Bohman 2009) dayalı “*en düşük maliyet uzaklığı*” (Bunn vd. 2000, Garcia-feced vd. 2011, Baranyi vd. 2011), “*devre kuramı*” (McRea vd., 2015), “*etmen tabanlı modelleme*” (Tracey vd. 2014) gibi yöntemler yapısal peyzaj bağlantılılığına göre ekolojik akışları anlamaya yönelik daha açıklayıcı bilgiler vermektedir. Fonksiyonel bağlantılılığa ilişkin geçerli yaklaşımlardan etmen tabanlı modelleme diğer yöntemlere göre daha çok sayıda açıklayıcı bilgi verse de, modelin çalıştırılması ve doğrulanmasına yönelik çok sayıda bilgi ve varsayım gereksinim duyulmaktadır. Bu nedenle araştırmada çizge kuramına dayalı en düşük maliyet uzaklığı yöntemi temel alınmıştır.

“Nokta ve noktalar arası bağlantıların temsiline dayalı ilişkileri tanımlayan matematiksel kavramlar bütünü” (Singleton ve McRea 2013) olarak tanımlanan çizge kuramı; parçacık fiziğinden bilgisayar bilimlerine, sosyolojiden ekolojiye kadar geniş bir alanda uygulanma olanağı bulmuştur. Galpern vd. (2011)’e göre çizge kuramı peyzaj bağlantılılığına ilişkin şu soruların yanıtlanmasına izin vermektedir: Hangi peyzaj lekeleri fonksiyonel olarak bağlantılıdır? Hangi alanlar yüksek dereceden bağlantılıdır? Peyzajın bütünlüğünü engelleyen önemli eşikler nelerdir? Bağlantılılığın sürdürülmesi için ağ tipolojisi nasıl değerlendirilmelidir? Hangi lekeler bağlantılılık için önemlidir? Hangi lekeler kaynak olarak önemlidir? Hangi koridorlar bağlantılılık bakımından önceliklidir?

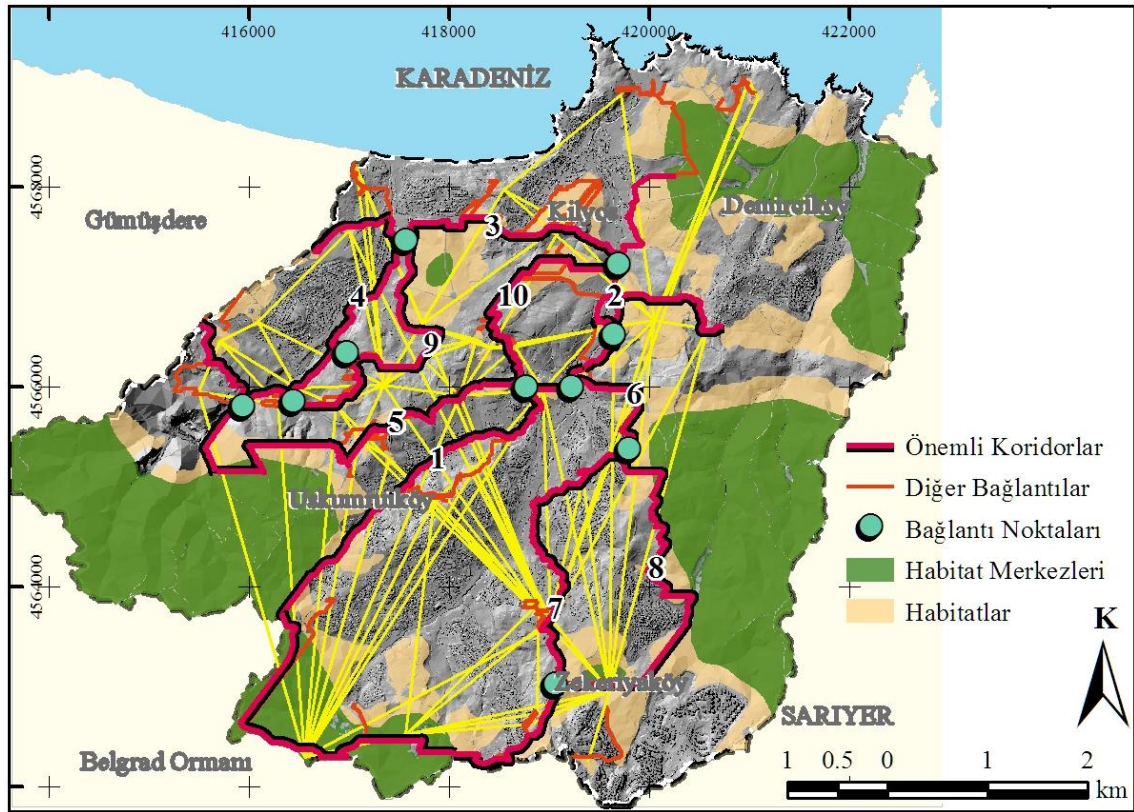
Araştırma alanında fonksiyonel bağlantılılık analizine yönelik ArcGIS 10.x araç kutusuna yüklenen Linkage Mapper (McRae vd. 2012, Shirk ve McRea 2013) komut dizisi kullanılmıştır. Bu araç; habitat koruma ve restorasyonunu kolaylaştırmak için önemli engelleri saptama, habitat çekirdeklerini belirleme, koridorlardaki zayıf boğumları belirleme ve yaban hayatı koridorlarını önceliklendirme yeteneğine sahiptir. Fonksiyonel bağlantılılık analizinin yapılabilmesi için, öncelikle hedef türlere yönelik arazi örtüsünün habitat değeri ve habitat direnci açısından sınıflandırılması gereklidir. Habitat değeri ve habitat direncini tanımlayan raster haritalar fonksiyonel bağlantılılık analizine altlık oluşturacaktır. Bu haritaların elde edilmesi için ArcGIS 10.x araç kutusuna yüklenen Gnarly Landscape Utilities (McRea vd. 2013) aracı kullanılmıştır.

Habitat değeri, arazi örtüsü verisi üzerinden 0 ile 1 arasında değişen eşik değerlere göre veri tabanına girilmiştir (Şekil 4.20). Hedef gösterge türler olarak belirlenen küçük memeli yaban yaşamına peyzajın üreme ve beslenme ortamı sağlamasına yönelik habitat değeri sınıflandırılmıştır. Buna göre geniş ve iğne yapraklı ormanlar, sık ağaçlık ve çalılık alanlara 1; seyrek ağaçlık alanlara 0,8; seyrek ve otsu vejetasyona 0,5; kumul vejetasyonuna 0,2; ekili ve dikili alanlar ile kent içi 1. ve 2. tip yeşil alanlara 0,1 habitat değerleri verilmiştir. Peyzajın yaban yaşamı için sağladığı habitat değeri ile birlikte, yaban yaşamı hareketi için oluşturduğu habitat direncinin bilinmesi gereklidir. Habitat direnci her bir arazi örtüsü tipini için 0-100 arasında değişen değerler üzerinden sınıflandırılmıştır (Şekil 4.20). Bu sınıflandırmaya göre geniş iğne yapraklı ormanlar, sık ağaçlık ve çalılık vejetasyon 0 değeri ile yaban yaşamı için habitat direnci oluşturmazken; otoyollar 100 değeri ile en fazla direnç oluşturan alanlardır.



Şekil 4.20 Habitat değeri ve habitat direnci

Habitat değeri ve direnci belirlendikten sonra habitat uygunluk değerine göre habitat çekirdeklerinin belirlenmesi gereklidir. Habitat çekirdeklerinin belirlenmesine yönelik en düşük habitat değeri 0.8, en küçük habitat büyüklüğü 10 ha olarak belirlenmiştir. Her bir habitat çekirdeği arasında habitat uygunluğu ve direnç verisine göre en düşük maliyet uzaklıkları belirlenmiştir. Elde edilen koridorlar hedef türlerin hareket ihtiyacına göre önceliklendirilmiştir (Şekil 4.21). Gerçekleştirilen fonksiyonel bağlantılılık analizine göre araştırma alanında 5 ayrı habitat çekirdeği arasında 9 önemli koridor ve 9 önemli bağlantı noktası tespit edilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere Kuzey Marmara Otoyolu yaban yaşamı hareketini büyük ölçüde sınırlamaktadır. Yaban yaşamı koridorları otoyol viyadükleri altındaki 3 adet geçiş noktası ile birbirine bağlanmaktadır. Araştırma alanındaki yaban yaşamı koridorları arasında geçişler, Uskumruköy ve Kilyos yerleşimleri arasında ve Tatlısu Deresi boyunca yoğunlaşmaktadır.



Şekil 4.21 Habitat değeri, habitat direnci ve fonksiyonel habitat bağlantılığı

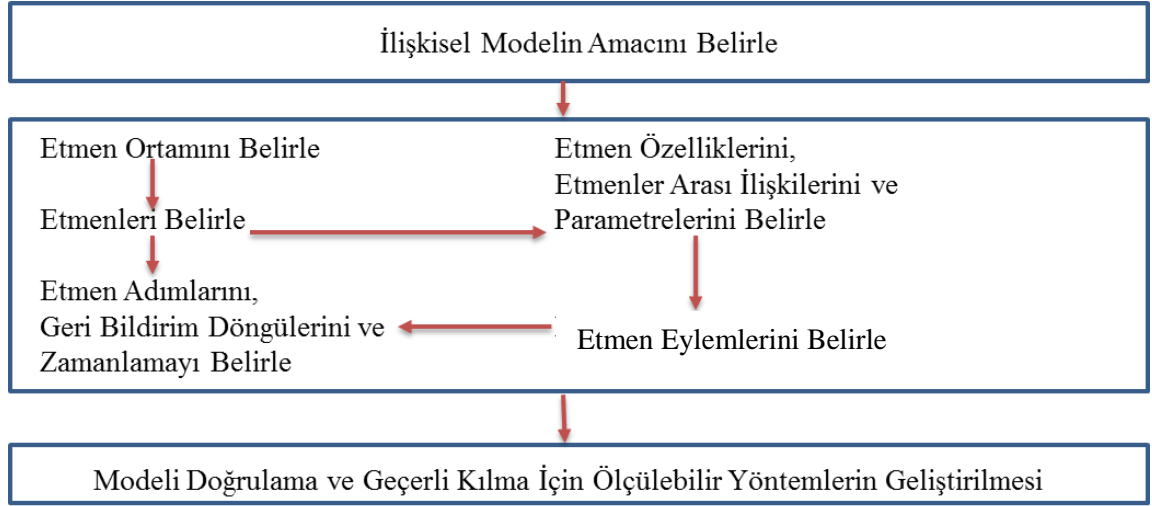
4.4 İlişkisel Peyzaj Analizi

Geotasarım sürecinin ön aşamalarındaki peyzajı anlatmaya yönelik geliştirilen temsil, süreç ve değerlendirme modelleri, ilişkisel peyzaj analizine altlık oluşturmak için hazırlanmıştır. İlişkisel peyzaj analizi, önceki aşamalarda üretilen veriler değerlendirilerek ekosistem hizmetlerinin belirlendiği, uygunluk analizlerinin yapıldığı, ekolojik altyapı alternatiflerinin üretildiği, etki analizleri ile geri bildirim döngülerinin sağlandığı ve karar destek mekanizmalarının işletildiği bir süreçtir. Bir anlamda, yöntem ilişkisel geotasarım genel çerçevesinin çekirdeğini oluşturur.

Etmen tabanlı modelleme paradigmasını peyzaj analiz yöntemi olarak kentsel ekolojik altyapı tasarımı ile buluşturan yöntem, planlamadan tasarıma her türlü geotasarım eylemine uyarlanabilir esnekliğe sahiptir. Yöntem, bitkisel tasarımdan peyzaj tasarımına, kentsel tasarımdan bölge planlamaya kadar değişik düzeylerde peyzaj analizi, alternatiflerin üretilmesi ve katılımcı süreçlerin işletildiği karar destek mekanizmalarının oluşturulması için bir prototip niteliği taşımaktadır.

Her çeşit etmen tabanlı modelleme eyleminde olduğu gibi ilişkisel peyzaj analiz yöntemi de; oldukça karmaşık, emek yoğun ve uzmanlık gerektiren bir eylemdir. Etmen tabanlı modellemenin yoğun olarak kullanıldığı değişik bilim alanlarında belirli bir amaca yönelik hazırlanmış kullanıcı dostu ara yüzler bulunmaktadır. Ancak mekânsal içerikli CBS destekli etmen tabanlı modelleme, diğer kullanım alanlarına görece daha yeni ve geliştirilmeye ihtiyaç duyan bir alandır. Bu amaca hizmet etmek için tasarlanmış olan Agent Analyst ara yüzü (Johnston 2013) ArcGIS 10.x ortamında modelleme olanağı sunmaktadır. Ara yüz; Repast ETM yazılım kütüphanesi, NQPy (Not Quite Python) kodlama ortamı, Java nesnelere, ArcMap görsel ortamı ile veri tabanına erişimi kolaylaştırmaktadır. Agent Analyst Modelleme ortamını kullanmak için etmen tabanlı modellemenin temel gereksinimlerine, modelin kullanıldığı bilimsel alana; Java, Python ve NQPy gibi kodlama dillerine hakim olmak gerekmektedir. Etmen ortamı ve etmenler arasındaki algoritmik ilişkilerin kodlama yolu ile çalışabilir duruma gelmesi, yoğun bir çalışma ve deneyim gerektirmektedir.

İlişkisel peyzaj analiz yönteminin uygulamaya yönelik geliştirilen Etmen Tabanlı İlişkisel Model oluşturulmadan önce, her ETM’de olduğu gibi bir dizi ön işlemin yapılması ve modelin kavramsal çerçevesinin kurgulanması gereklidir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 ETM Ön hazırlık süreci

ETM’nin geliştirilebilmesi için ilk olarak modelin amacının bilinmesi gereklidir. Zira, amacı olmayan bir modelin geliştirilmesi düşünülemez. Bu çalışmada peyzaj bileşenleri, ekosistem hizmetleri ve ekolojik altyapı öğeleri arasındaki ilişkilere dayalı ilişkisel peyzaj analizi aracılığıyla ekolojik altyapı tasarımı geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kurgulanan İlişkisel Model ekosistem hizmetlerine yönelik göstergeleri hesaplamalı, gereksinim duyulan ekosistem hizmetlerini ve uygunlukları mekânsal olarak belirleyebilmelidir. Ayrıca, ekolojik altyapı öğeleri için uygun alanlar arasında olasılıkları değerlendirerek ekosistem hizmetleri açısından en uygun noktaları belirleyebilmeli, belirlenen ekolojik altyapı öğelerinin sağladığı ekosistem hizmetlerini ölçebilmeli, etki analizleri yoluyla geribildirimler sağlayabilmeli, sınırsız sayıda alternatif üretebilmelidir.

Modelin amacı belirlendikten sonra etmen ortamı belirlenmelidir. Etmen ortamı, etmenlerin karar alma ve davranış biçimlerini etkiler, aynı zamanda etmenler tarafından değiştirilebilirler. Böylece etmenlerin geçmiş eylemlerini veri tabanında depolayarak sonraki karar alma süreçlerinde geçmiş eylemleri hatırlamaları için bellek oluşturur. Etmen ortamı vektör veya raster verilerden oluşabileceği gibi tablo verilerden de

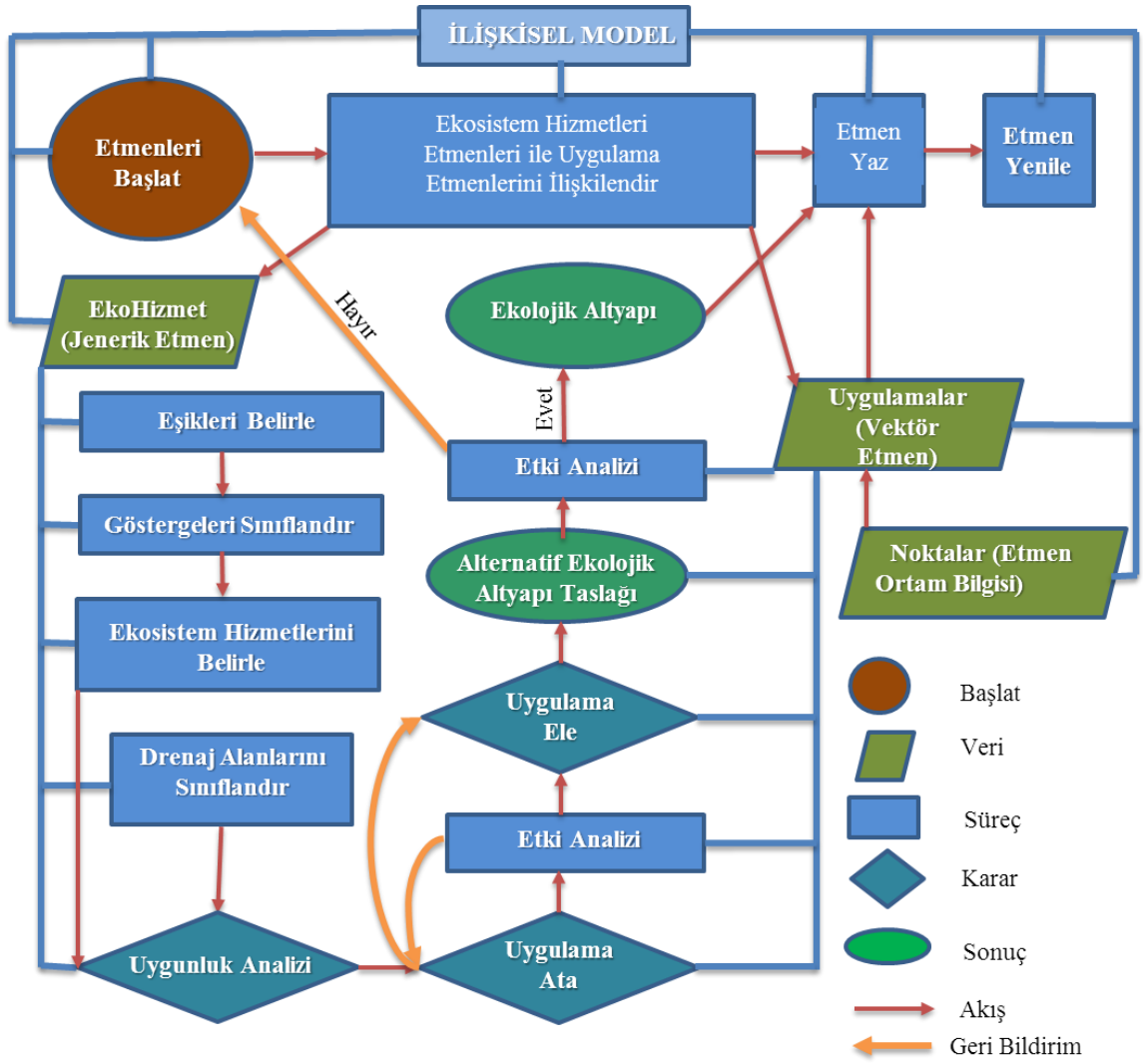
(ArrayList, HashMap vb.) oluşabilir. Bu çalışmada eğim, arazi örtüsü, vejetasyon, habitat değeri, planlanmış alanlar, yeşil alan sistemi, yüzey geçirimsizliği, akarsu yatakları, drenaj hatları, yola yakınlık, yapılara yakınlık gibi ortam bilgilerinin yanı sıra; akış katsayısı (mm/mm), azot oranı (ppm), sediment oranı (ton/ha/yıl), yüzey akış hacmi (mm/sn), akışa geçen azot miktarı (kg/yıl), akışa geçen sediment miktarı (ton/yıl) gibi hidrolojik göstergeler ve parametreler kullanılmıştır. Çok sayıda ortam bilgisine ihtiyaç duyulduğundan her bir ortam verisinin bireysel olarak model ortamına çağırılması verilerin kontrolünü zorlaştıracak gibi modelin yavaşlamasına neden olacaktır. Bu nedenle ortam verisinin sağlanması ve geometrik ağ yapısının oluşturulmasında özgün bir yöntem izlenmiştir. Yağmur suyu yönetimine yönelik ekolojik altyapı tasarımı hedeflendiğinden, ortam verisinin drenaj hatları üzerinden okunması gereklidir. Hidrolojik benzetim modelleri sonucu üretilen drenaj hatlarına ait raster verinin (1 m çözünürlüklü) her bir pikseli (336705 adet) nokta veriye dönüştürülmüştür. Veri yükünü azaltmak için drenaj hatlarını tanımlayan nokta verileri arasındaki mesafe 5 m olacak şekilde seyreltme yoluna gidilmiştir. Üretilen (80073 adet) nokta verisi üzerinden her bir ortam bilgisi öznitelik tablosuna aktarılmıştır. Böylece tek bir ortam verisi üzerinden çok sayıda öznitelik bilgisi içeren etmen ortamı tesis edilmiştir. Yağmur suyu drenaj hatları akış yönünde birikimli olarak birbirini etkilediğinden, oluşturulacak geometrik ağ üzerindeki her bir noktanın akış yönünde kendinden sonra gelen noktaları, drenaj alanlarını ve havzaları algılaması için ETM ortamında, kod yazılarak öz nitelik tablosuna aktarılması sağlanmıştır. ArcGIS ortamında üretilen geometrik ağ, Repast yazılımı tarafından çalıştırılmadığı için böyle bir işleme ihtiyaç duyulmuştur.

Etmen ortamı belirlendikten sonra, model amacına uygun olarak etmenlerin belirlenmesi gereklidir. Etmen, diğer etmenler ve etmen ortamı ile çoklu düzeylerde etkileşime girebilen, öğrenebilen, uyum sağlayabilir, davranış stratejileri geliştirilebilen karar verici olarak değerlendirilebilir. Mekânsal (raster, vektör), mekânsal olmayan (Jenerik) etmenler, etmen ortamına ve amaca yönelik tercih edilebilirler. Bu çalışma, ekolojik altyapı öğelerinin noktasal olarak yer seçimine odaklanmaktadır. Bu nedenle, ekolojik altyapı öğesi olarak yağmur suyu iyi yönetim uygulamaların temsilen “Uygulama” adında nokta (vektör) etmen oluşturulmuştur. Uygulama etmeni için yer

seçim kararlarının verilmesi ve konumlarının belirlenebilmesi için mekânsal olmayan (Jenerik) etmene ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, ekosistem hizmetlerini temsilen “EkoHizmet” adında jenerik etmen oluşturulmuştur. Uygulama etmeni, “Uygulamalar”, EkoHizmet etmeni ise “EkoHizmetler“ grupları altında toplanmışlardır.

Etmenler belirlendikten sonra üçüncü aşamada; etmenlerin ortam bilgilerini derleyebilmeleri, uyum sağlayabilir stratejiler geliştirebilmeleri için özelliklerinin bilinmesi gereklidir. Etmen özellikleri doğrudan ortam öznitelik bilgileri ile ilişkilendirilebileceği gibi, etmene özgü öznitelik bilgileri ve parametrelerden de oluşabilir. Ayrıca, bu öznitelik bilgileri kalıcı ve geçici değişkenler olarak tanımlanabilirler. Bu çalışmada, etmen öznitelik bilgileri önceki aşamada oluşturulan “nokta” ortam verisi ile ilişkilendirilmiştir. Böylece, peyzaj bileşenleri ve ekosistem göstergelerini temsil eden ortam bilgilerine erişim sağlanmıştır. Diğer yandan, ekolojik altyapı öğelerinin etkilerinin değerlendirilebilmesi için uygulamaların yağmur suyu yüzey akışı kontrolü, kirlilik önleme ve sediment tutma oranları gibi parametreler tanımlanmıştır. Ayrıca, gösterge ve parametreler aracılığıyla, her bir uygulamanın birikimli olarak yağmur suyu, azot ve sediment tutma miktarlarının hesaplanabilmesi için vektör etmen dosyasında öznitelik bilgileri tanımlanmıştır.

Yukarıda değinilen işlemler gerçekleştirildikten sonra etmen eylemlerinin belirlenmesi eylemlerin hangi aralıklarla ve hangi adımlarda gerçekleştirileceğinin veya tekrarlanacağına belirlenmesi gereklidir. Ayrıca etmenlerin uyum sağlama yeteneklerinin artırılması ve etmenlere zekâ katabilmek için geri bildirim döngülerinin tanımlanması gereklidir. Ayrıca, modeli doğrulama ve geçerli kılma için ölçülebilir yöntemlerin geliştirilmesi gereklidir. Bu çalışmada, yöntemin ölçülebilir değerler üzerinden geliştirilmiş olması ve etki analizleri aracılığı ile alternatifler arasında istatistiksel bağıntılar kurulabilir olmasından dolayı, model etki analizleri üzerinden doğrulanmıştır. Diğer yandan, araştırmanın ölçeği, üretilen ekolojik alt yapı alternatiflerinin mekânsal olarak doğrulanmasına izin vermektedir. Bu bağlamda, geliştirilen etmen tabanlı İlişkisel Modele ait eylem akışları ve döngüler Şekil 4.23’de ifade edilmektedir.



Şekil 4.23 İlişkisel Model eylem akışı ve döngüleri

Şekil 4.23'de görüldüğü üzere İlişkisel Model, sınırsız sayıda uygunluk olasılıkları arasından alternatif ekolojik altyapı taslakları üretebilme, etki analizleri yoluyla geri bildirimler sağlama, karar modeline ulaşana kadar model adımlarını yinelemeli olarak çalıştırabilme yeteneğine sahiptir. Her ETM' de olduğu gibi "etmenleri başlat" eylemi ile "etmenleri ilişkilendir" eylemini harekete geçirir. Bu adımda, EkoHizmet etmenleri oluşturulur ve Uygulama etmenleri ile ilişkilendirilir. Bir sonraki adımda EkoHizmet etmenine ait "eşikleri belirle" eylemine geçilir. Bu adımda Orman Alanları, kumullar, habitat değeri yüksek alanlar, taşlık kayalık alanlar, kıyı alanları gibi eşikler belirlenir. Etmenler belirlenen eşikler içinde pasif kalacaklardır. Bir sonraki adımda 'göstergeleri sınıflandır' eylemine geçilir. Bu aşamada ekosistem hizmetlerini belirlemeye yönelik akış katsayısı, azot oranı ve sediment miktarı gibi hidrolojik süreçlerle ilgili göstergeler

eşik değerler üzerinden sınıflandırılır. Akış katsayısı 0.5 - 0.65 - 0.75- mm/mm, azot oranı 0.5 - 1.0 - 2.0 ppm, sediment oranı 11.2 - 22.4- 33.6 ton/ha - yıl eşik değerleri üzerinden sınıflandırılmıştır.

Bir sonraki adımda, sınıflandırılan gösterge değerleri üzerinden olasılıklı kombinasyonlar değerlendirilerek her bir nokta için yağmur suyu kontrolü, kirlilik önleme, erozyon önleme, kullanma suyu temini gibi ekosistem hizmetleri belirlenir. Her bir nokta için ekolojik alt yapı öğeleri standartları doğrultusunda hitap ettikleri drenaj alanları sınıflandırılır(0.4- 0.8, 0.8-2.2, 2.2- 4.5, 4.5- 9.0, 9.0- 22.2, 22.2- 100 ha). Eşik değerleri, hidrolojik göstergeler, ekosistem hizmetleri, drenaj alanları, eğim, arazi örtüsü, mülkiyet, habitat değeri, geçirimsizlik, yeşil alan sistemi, plan durumu, geçirimsiz yüzeylere yakınlık gibi ölçütler dikkate alınarak her bir nokta için ekolojik alt yapı öğeleri arasında olasılıklar değerlendirilerek uygunluk analizi gerçekleştirilir. Bu adımda, Uygulama etmenleri uygun olan her bir noktada konumlandırılmış olduğundan, bir sonraki adıma Uygulama etmeni üzerinden devam edilecektir.

Uygulama etmeninin harekete geçirilmesiyle birlikte, ‘uygulamaları ata’ eylemi çalıştırılır. Uygunluk analizi sonucu konumları belirlenen Uygulama etmenleri, geometrik ağ içindeki drenaj hattı yönündeki konumları, yağmur suyu yüzey akışı, akışa geçen azot ve sediment miktarları, noktaların buldukları konumlardaki habitat değeri ve drenaj alanları kıyaslanarak en uygun noktalara atanırlar. Bu aşamada etmenler için en uygun yer seçimi yapılmasına karşın, drenaj hattı üzerindeki birikimli etkileri hesaplanmadan, alternatif ekolojik alt yapı taslağının oluşturulması söz konusu değildir. Çünkü aynı drenaj hattı üzerinde birbiri ardı sıra yer seçmiş Uygulama etmeninin etkilerinin de kıyaslanması gereklidir. Etki analizi gerçekleştirmek için uygulanan formül yağmur suyu kontrolü örneğinde aşağıda verilmiştir:

A_1, A_2, A_3 : İlk, ikinci ve üçüncü etmen konumlarındaki yağmur suyu akış miktarları

$eY_{s1}, eY_{s2}, eY_{s3}$: İlk, ikinci, üçüncü etmenlerinin yağmur suyu tutma yüzdeleri

a_2, a_3 : İkinci ve üçüncü etmenlerin etkisi sonucu kalan akış miktarları

E_1, E_2, E_3 : İlk, ikinci, üçüncü etmenlerin etkisi

$E_1 = A_1 * eY_{s1}$

$$a_2 = A_2 - E_1$$

$$E_2 = a_2 * eY_{S_2}$$

$$a_3 = A_3 - E_2$$

$$E_3 = a_3 * eY_{S_3}$$

Geometrik ağ boyunca her etmen için yukarıdaki formülün uygulanması sonucu hesaplanan birikimli etki değerleri ile ağ üzerindeki komşu etmenler karşılaştırılır. Böylece geri bildirim sağlanarak, etmenler için en uygun noktalar yeniden gözden geçirilmesi yoluyla ‘uygulamaları ele’ eylemi çalıştırılır. Bu işlem sonucu elde edilen alternatif ekolojik altyapı taslağı üzerinde tekrar etki analizleri gerçekleştirilir. Böylece, karar modeline ulaşmak için alternatifler kıyaslanabilecek, ya da en uygun alternatif üretilene kadar model yinelenecektir.

4.4.1 Değişim modeli

İlişkisel model tutarlılığı test edilmek üzere yüzlerce kere çalıştırılmış, her defasında farklı, ama mekânsal konumlar ve etki analizleri açısından tutarlı alternatif ekolojik ağ taslakları elde edildiği gözlemlenmiştir. Yağmur bahçeleri, sızdırma hendekleri, biyo-filtreler, kum filtreleri, geniş çim hendekler, geciktirme havzaları, yapay sulak alanlar, göletler, sarnıçlar gibi toplam dokuz farklı ekolojik alt yapı ögesinden oluşan alternatif değişim modelleri elde edilmiştir. Elde edilen değişim modellerinden üç adet alternatif ekolojik altyapı taslağı havza bazında aşağıda verilmiştir.

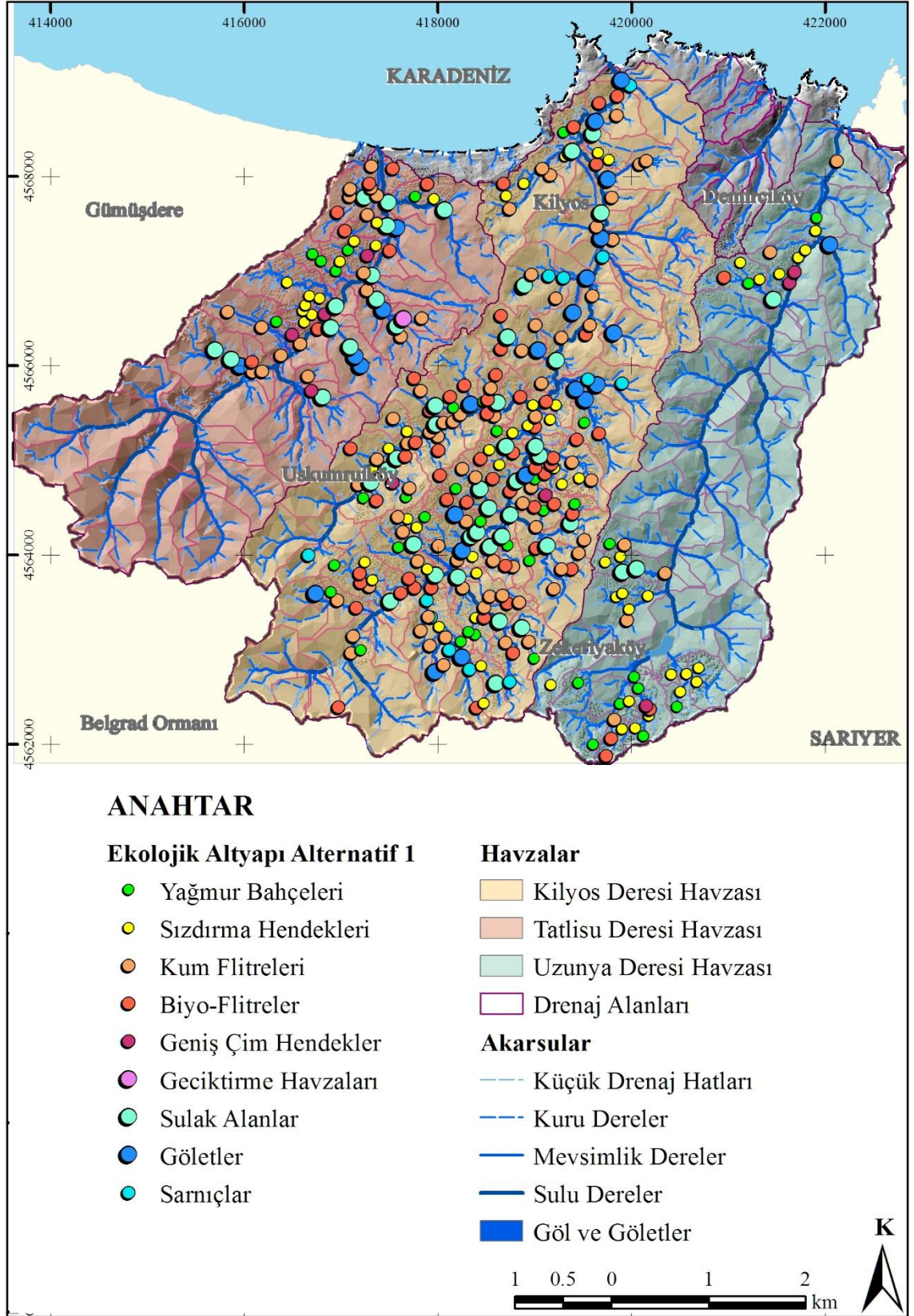
İlk alternatif taslakta, Kilyos Deresi havzasında 237 adet, Tatlısu Deresi havzasında 66 adet, Uzunya Deresi havzasında 49 adet ekolojik altyapı ögesi konumlandırılmıştır. Kilyos havzasında; 23 adet yağmur bahçesi, 29 adet sızdırma hendeği, 54 adet biyo-filtre, 67 adet kum filtresi, 2 adet geniş çim hendek, 32 adet yapay sulak alan, 18 adet gölet, 12 adet sarnıç ögesi belirlenmiştir. Tatlısu Deresi havzasında; 6 adet yağmur bahçesi, 12 adet sızdırma hendeği, 8 adet biyo - filtre, 17 adet kum filtresi, 4 adet geniş çim hendek, 1 adet geciktirme havzası, 13 adet yapay sulak alan, 5 adet gölet ögesi belirlenmiştir. Uzunya Deresi havzasında ise; 10 adet yağmur bahçesi, 22 adet sızdırma

hendeği, 4 adet biyo - filtre, 6 adet kum filtresi, 3 adet geniş çim hendek, 3 adet yapay sulak alan ve bir adet gölet ögesi belirlenmiştir (Şekil 4.24).

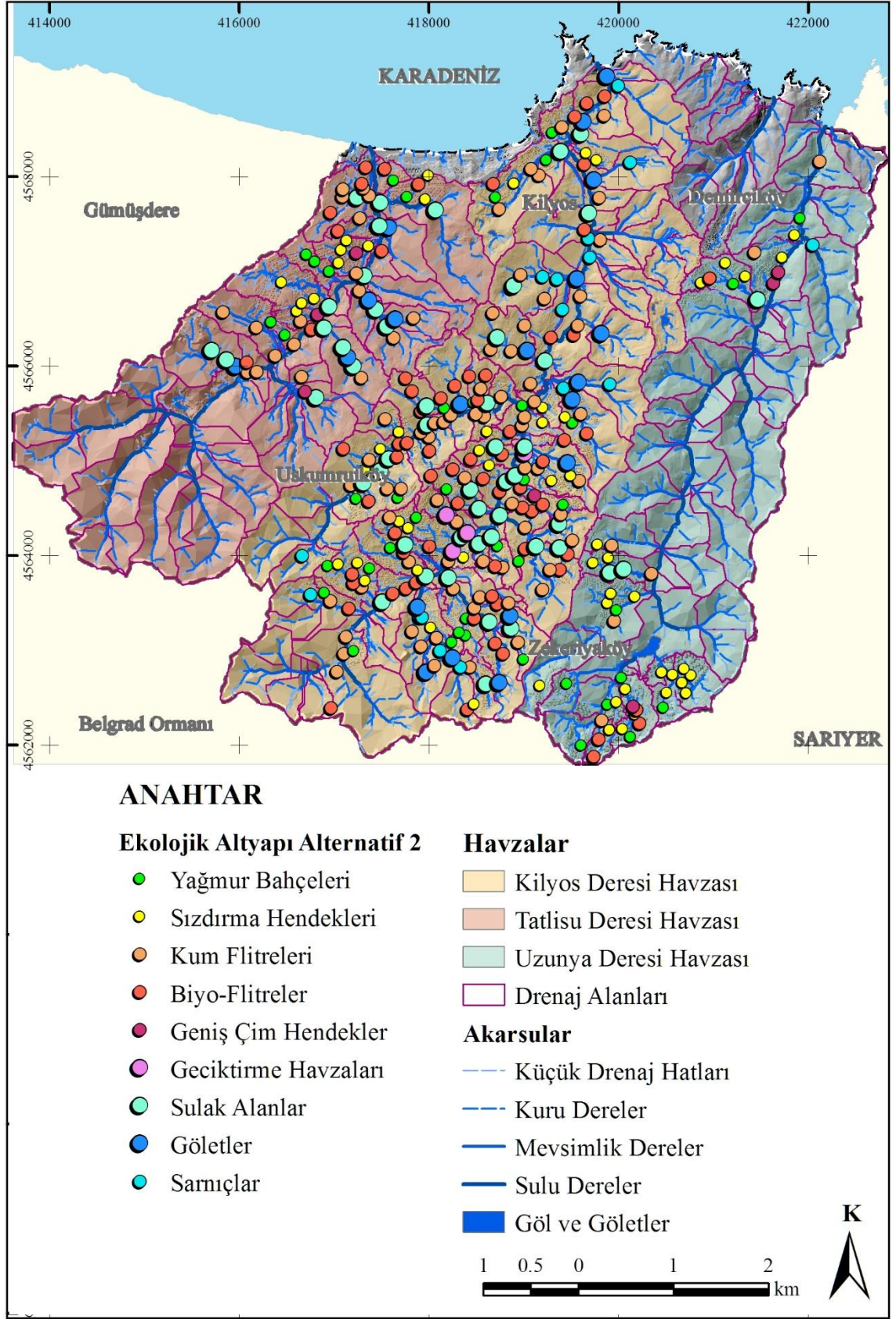
İkinci alternatif taslakta, Kilyos Deresi havzasında 239 adet, Tatlısu Deresi havzasında 66 adet, Uzunya Deresi havzasında 51 adet ekolojik altyapı ögesi konumlandırılmıştır. Kilyos Deresi havzasında; 25 adet yağmur bahçesi, 23 adet sızdırma hendeği, 57 adet biyo- filtre, 68 adet kum filtresi, 1 adet geniş çim hendek, 4 adet geciktirme havzası, 32 adet yapay sulak alan, 15 adet gölet, 14 adet sarnıç ögesi belirlenmiştir. Tatlısu Deresi havzasında 7 adet yağmur bahçesi, 10 adet sızdırma hendeği, 9 adet biyo-filtre, 18 adet kum filtresi, 3 adet geniş çim hendek, 14 adet yapay sulak alan, 5 adet gölet ögesi belirlenmiştir. Uzunya Deresi havzasında ise; 9 adet yağmur bahçesi, 24 adet sızdırma hendeği, 5 adet biyo - filtre, 6 adet kum filtresi, 3 adet geniş çim hendek, 3 adet yapay sulak alan belirlenmiştir(Şekil 4.25).

Üçüncü alternatifte; Kilyos Deresi havzasında 241 adet, Tatlısu Deresi havzasında 66 adet, Uzunya Deresi havzasında 52 adet ekolojik altyapı ögesi konumlandırılmıştır. Kilyos Deresi havzasında 23 adet yağmur bahçesi, 27 adet sızdırma hendeği, 54 adet biyo- filtre, 72 adet kum filtresi, 2 adet geniş çim hendek, 3 adet geciktirme havzası, 33 adet yapay sulak alan, 15 adet gölet, 12 adet sarnıç belirlenmiştir. Tatlısu Deresi havzasında 5 adet yağmur bahçesi, 11 adet sızdırma hendeği, 10 adet biyo - filtre, 17 adet kum filtresi, 6 adet geniş çim hendek, 3 adet geciktirme havzası, 10 adet yapay sulak alan, 4 adet gölet belirlenmiştir. Uzunya Deresi havzasında 11 adet yağmur bahçesi, 23 adet sızdırma hendeği, 2 adet biyo - filtre, 8 adet kum filtresi, 3 adet geniş çim hendek, 1 adet yapay sulak alan ve 1 adet sarnıç tesisi belirlenmiştir (Şekil 4.26).

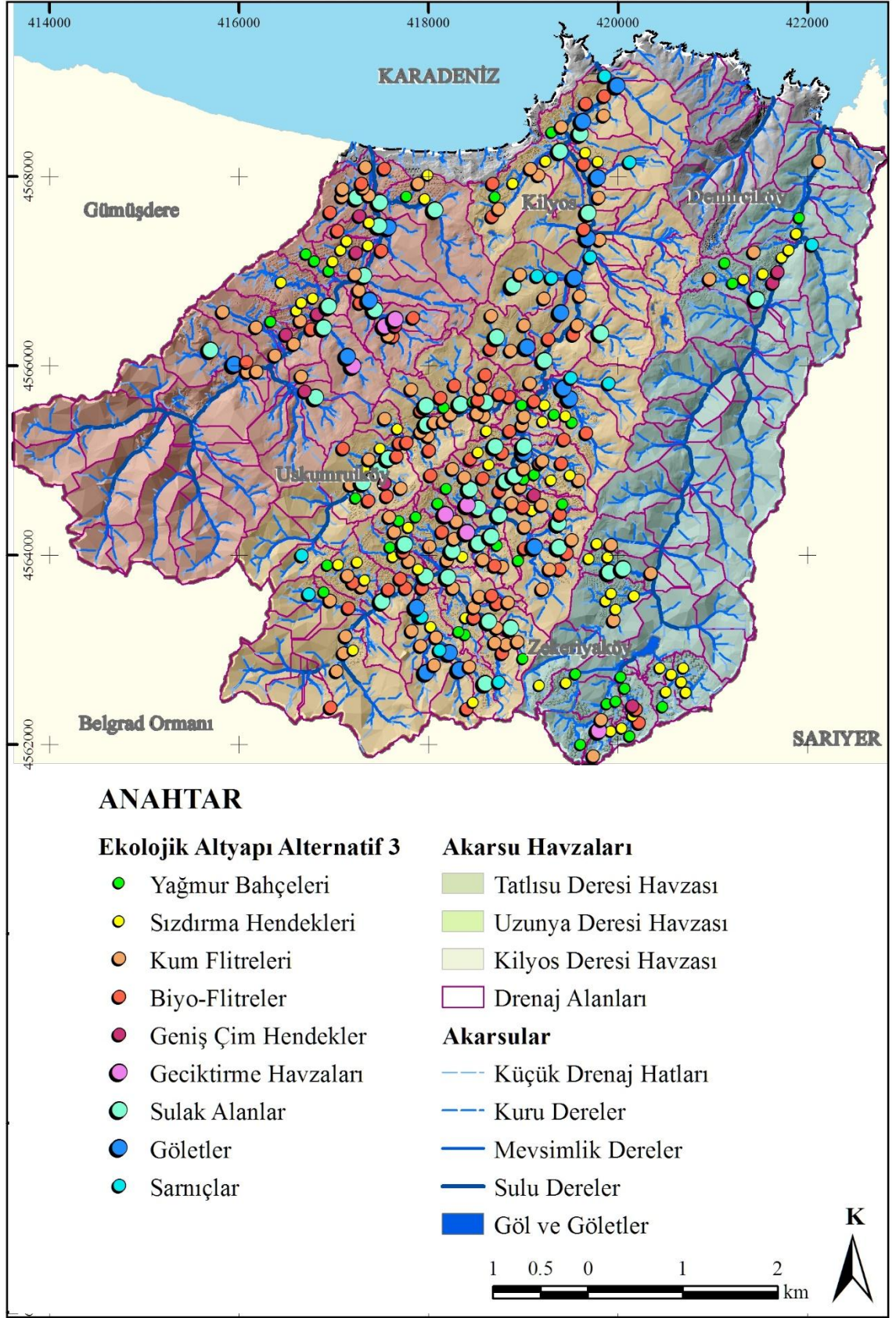
Her üç alternatif içinde, tesis edilen ekolojik altyapı özelliğinin havzaların tipik özelliklerine göre değişim gösterdiği görülmektedir. Örneğin, Tatlısu Deresi havzasında orman içi kazı alanları ve maden ocaklarının yoğunluğu nedeniyle, sediment tutmaya yönelik ekolojik altyapı öğelerinin diğer havzalara oranla daha fazla olduğu söylenebilir.



Şekil 4.24 Birinci ekolojik altyapı alternatifi



Şekil 4.25 İkinci ekolojik altyapı alternatifi



Şekil 4.26 Üçüncü ekolojik altyapı alternatifi

4.4.2 Etki analizi

Etki analizi, etmen tabanlı İlişkisel Model süreç akışı içinde geri bildirim döngülerini besleyen önemli bir bileşendir. Aynı zamanda ekolojik altyapı taslakları arasından en uygun alternatifin seçilmesine yönelik karar desteği sağlamaktadır. Diğer yandan, etki analizleri İlişkisel Modeli doğrulama ve geçerli kılmak için bir araç olarak kullanılmıştır. Alternatifler arasında ekolojik altyapı öğelerinin dağılımındaki farklılıklara rağmen; etki değerlerinin birbirine yakın olması, modelin istikrarlı çalıştığını kanıtlamaktadır.

1661 ha alana sahip olan Kilyos Deresi havzasında, ekolojik altyapı öğelerinin hitap ettiği alan birinci alternatif alan için 1746 ha, ikinci alternatif için 1710 ha, üçüncü alternatif için ise 1695 ha'dır. Alternatiflerin hitap ettiği drenaj alanı ekolojik altyapı öğelerinin toplam drenaj alanları üzerinden hesaplanmıştır. Bu veri, alternatif ekolojik altyapı öğelerinin toplam performanslarının karşılaştırılması için kullanılmıştır. Havza genelinde alternatiflerin karşılaştırılmasında ise havza toplamı değerleri esas alınmıştır.

Kilyos Deresi havzası genelinde yağmur suyu yüzey akışını tutma etkisi bakımından kıyaslama yapıldığında ilk alternatif % 76.9, ikinci alternatif % 77.0, üçüncü alternatif % 77.1 oranında etkiye sahiptir. Hitap ettiği toplam drenaj alanı en küçük olmasına karşın, üçüncü alternatifin en fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etki üçüncü alternatifte kum filtrelerinin diğerlerine oranla daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Havza genelinde yüzey akışına geçen azot miktarlarını tutma bakımından kıyaslama yapıldığında üçüncü alternatifin % 56.6 ile en fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etki yapay sulak alanların diğer alternatiflere oranla daha fazla olmasıyla açıklanabilir. Havza genelinde sediment oranları kıyaslandığında, üçüncü alternatifin % 96.7 oranla en fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etki yapay sulak alanların diğer alternatiflere kıyasla daha fazla drenaj alanına hitap etmesiyle açıklanabilmektedir. Kilyos havzası için alternatiflerin etkileri çizelge 4.6'de verilmiştir.

1055.21 ha alana sahip Tatlısu Deresi havzasında, alternatif ekolojik altyapı öğelerinin toplam drenaj alanları, birinci ve ikinci alternatif için 681 ha, üçüncü alternatif için 630 ha'dır.

Tatlısu Deresi havzası genelinde yağmur suyu yüzey akışını tutma etkileri karşılaştırıldığında, üçüncü alternatifin % 46.22 ile en fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etki geciktirme havzalarının diğer alternatiflere oranla daha fazla orana sahip olmasıyla açıklanabilir. Havza genelinde, yüzey akışına geçen azot tutma etkisi bakımından kıyaslandığında her üç uygulama arasında kayda değer bir farklılık gözlemlenmemektedir. Havza genelinde yüzey akışına geçen sediment miktarları kıyaslandığında üçüncü alternatif % 28.91 ile en fazla etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tatlısu Dersi havzası için alternatiflerin etki analizleri çizelge 4.7'de ifade edilmektedir.

869.63 ha alana sahip Uzunya Deresi havzası, alternatif ekolojik altyapı öğelerinin hitap ettiği drenaj alanları bakımından karşılaştırıldığında; birinci alternatif 174.51 ha, ikinci alternatif 177.12 ha, üçüncü alternatif 180.10 ha drenaj alanına hitap etmektedir.

Uzunya Deresi havzası genelinde alternatifler yüzey akışına geçen yağmur suyu ve azot tutma etkisi bakımından karşılaştırıldığında; her üç alternatif arasında kayda değer bir farklılık gözlemlenmemektedir. Ancak, yüzey akışına geçen sediment miktarı bakımından kıyaslandığında ilk alternatifin % 9.03 ile diğerlerine oranla etkisinin kayda değer biçimde fazla olduğu gözlemlenmektedir. Bu etki gölet uygulamasının diğer havzalarda bulunmamasıyla açıklanabilir. Uzunya Deresi havzasına ilişkin alternatiflerin etki değerlendirmeleri çizelge 4.8'de ifade edilmektedir.

Çizelge 4.6 Kilyos havzası için alternatiflerin etkileri

Kilyos Deresi Havzası (1661,67 ha)				Mevcut Göstergeler			Etki Değerlendirmesi			Etki Oranları		
Alternatifler	İyi Yönetim Uygulamaları	Adet	Drenaj Alanı (ha)	Akış Miktarı mm/sn	Azot Miktarı (ppm)	Sediment Miktarı ton/ha/yıl	Akış Miktarı mm/sn	Azot Miktarı (ppm)	Sediment Miktarı ton/ha/yıl	Akış (%)	Azot (%)	Sediment (%)
Sızdırma Hendekleri	29	35.8	555.0	332.6	161.0	249.7	196.3	143.3	1.8	4.1	3.1	
Biyo Filtreler	54	94.5	1456.2	672.4	542.8	1156.9	249.6	451.3	8.2	5.3	9.7	
Kum Filtreler	67	202.9	2869.5	1004.4	935.1	2352.0	702.4	692.0	16.6	14.8	14.8	
Geniş Çim Hendekler	2	12.5	207.6	104.9	115.2	74.8	45.9	88.2	0.5	1.0	1.9	
Sulak Alanlar	32	611.6	8955.1	3303.4	3729.2	6855.8	2364.9	2725.9	48.4	49.9	58.4	
Göletler	18	410.2	5490.3	1555.9	1548.1	3487.2	443.1	1140.7	24.6	9.4	24.5	
Sarnıçlar	12	362.4	4593.4	1134.9	768.6	3410.5	0.0	0.0	24.1	0.0	0.0	
Toplam	237	1746.1	24377.1	8248.9	7859.7	17662.0	4065.7	5292.0	72.5	49.3	67.3	
Havza Toplamı	237	1661.7	22961.4	7542.4	5663.9	17662.0	4065.7	5292.0	76.9	53.9	93.4	
Alternatif 2	Yağmur Bahçeleri	25	18.4	280.1	161.6	57.7	84.0	73.2	49.0	0.6	1.5	1.0
	Sızdırma Hendekleri	23	29.6	461.3	265.5	124.0	205.2	155.6	107.2	1.4	3.2	2.2
	Biyo Filtreler	57	99.7	1524.7	676.6	464.9	1202.1	255.4	371.2	8.4	5.3	7.6
	Kum Filtreler	68	203.7	2882.9	1058.6	1008.0	2364.8	738.3	764.6	16.4	15.3	15.7
	Geniş Çim Hendekler	1	7.9	135.0	70.9	61.0	47.0	28.5	45.4	0.3	0.6	0.9
	Geciktirme Havzaları	4	30.3	482.9	265.3	158.0	342.1	69.4	58.3	2.4	1.4	1.2
	Sulak Alanlar	32	611.2	8964.6	3315.1	3725.4	6901.7	2377.6	2747.7	48.0	49.3	56.3
	Göletler	15	397.3	5291.1	1484.0	1631.7	3876.4	446.2	1266.0	27.0	9.2	25.9
	Sarnıçlar	14	312.1	3983.4	1026.3	604.9	2658.9	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0
	Toplam	239	1710.2	24006.1	8323.9	7835.6	17682.1	4144.1	5409.5	73.7	49.8	69.0
Havza Toplamı	239	1661.7	22961.4	7542.4	5663.9	17682.1	4144.1	5409.5	77.0	54.9	95.5	
Alternatif 3	Yağmur Bahçeleri	23	16.4	251.8	132.7	75.5	75.5	59.9	64.2	0.5	1.3	1.3
	Sızdırma Hendekleri	27	35.5	550.4	321.3	130.9	240.3	190.1	111.4	1.7	4.0	2.3
	Biyo Filtreler	54	94.3	1452.2	646.3	533.1	1174.4	246.4	454.7	8.3	5.1	9.4
	Kum Filtreler	72	210.2	2990.8	1122.6	994.7	2444.9	778.6	731.1	17.3	16.3	15.1
	Geniş Çim Hendekler	2	12.5	207.4	104.8	115.2	69.7	46.2	71.8	0.5	1.0	1.5
	Geciktirme Havzaları	3	21.4	337.2	172.2	115.2	230.9	44.5	46.6	1.6	0.9	1.0
	Sulak Alanlar	33	620.2	9199.1	3318.5	4458.8	7128.4	2406.6	3356.6	50.5	50.2	69.4
	Göletler	15	447.6	5816.9	1712.0	948.7	4153.4	493.5	638.4	29.4	10.3	13.2
	Sarnıçlar	12	237.6	2991.0	713.5	435.3	2195.6	0.0	0.0	15.6	0.0	0.0
	Toplam	241	1695.7	23796.8	8243.7	7807.5	17713.2	4265.8	5474.8	74.4	51.7	70.1
Havza Toplamı	241	1661.7	22961.4	7542.4	5663.9	17713.2	4265.8	5474.8	77.1	56.6	96.7	

Çizelge 4.7 Tatlısu Deresi havzası için alternatiflerin etkileri

Tatlısu Deresi Havzası (1055,21 ha)				Mevcut Göstergeler			Etki Değerlendirmesi			Etki Oranları		
Alternatifler	İyi Yönetim Uygulamaları	Adet	Drenaj Alanı (ha)	Akış	Azot	Sediment	Akış	Azot	Sediment	Akış	Azot	Sedi
				Miktarı mm/sn	Miktarı (ppm)	Miktarı ton/ha/yıl	Miktarı mm/sn	Miktarı (ppm)	Miktarı ton/ha/yıl	(%)	(%)	ment (%)
Alternatif 1	Yağmur Bahçeleri	6	4.8	70.9	38.1	5.5	19.3	15.3	3.9	0.2	0.7	0.0
	Sızdırma Hendekleri	12	16.5	244.8	164.2	36.0	104.1	90.6	21.8	1.0	4.2	0.3
	Biyo Filtreler	8	13.0	187.0	70.5	18.5	158.9	28.2	16.7	1.6	1.3	0.2
	Kum Filtreler	17	63.4	928.9	260.0	331.4	765.1	173.2	272.6	7.5	7.9	3.5
	Geniş Çim Hendekler	4	24.6	364.3	173.1	109.1	97.1	68.4	49.1	0.9	3.1	0.6
	Geciktirme Havzaları	1	13.6	218.4	31.2	212.1	131.8	7.7	65.0	1.3	0.4	0.8
	Sulak Alanlar	13	410.6	6100.1	1151.8	4655.9	3958.3	836.5	2344.6	38.7	38.4	29.9
	Göletler	5	134.3	2110.2	291.4	2469.6	1095.6	79.2	996.6	10.7	3.6	12.7
	Toplam	66	680.9	10224.6	2180.3	7838.1	6330.2	1299.0	3770.1	61.9	59.6	48.1
	Havza Toplamı		1055.2	14074.1	26052.3	14853.3	6330.2	1299.0	3770.1	45.0	5.0	25.4
Alternatif 2	Yağmur Bahçeleri	7	4.9	74.7	51.6	4.9	20.4	21.5	3.2	0.2	1.0	0.0
	Sızdırma Hendekleri	10	14.0	208.9	129.4	21.9	94.0	77.7	19.7	0.9	3.6	0.3
	Biyo Filtreler	9	14.8	215.6	81.1	19.6	178.5	30.3	17.5	1.7	1.4	0.2
	Kum Filtreler	18	67.8	993.4	283.6	364.1	829.1	193.3	300.7	8.1	9.0	3.8
	Geniş Çim Hendekler	3	21.3	311.9	137.4	105.0	72.4	50.7	47.3	0.7	2.4	0.6
	Sulak Alanlar	14	418.7	6231.9	1164.6	4800.7	4475.4	872.7	2769.0	43.8	40.5	35.3
	Göletler	5	139.6	2192.8	308.4	2536.3	660.4	44.4	592.7	6.5	2.1	7.5
	Toplam	66	681.1	10229.2	2156.2	7852.5	6330.3	1290.7	3750.1	61.9	59.9	47.8
	Havza Toplamı		1055.2	14074.1	26052.3	14853.3	6330.3	1290.7	3750.1	45.0	5.0	25.2
Alternatif 3	Yağmur Bahçeleri	5	2.9	41.9	29.7	4.1	10.6	11.4	2.6	0.1	0.5	0.0
	Sızdırma Hendekleri	11	15.1	225.3	135.5	22.0	101.4	81.3	19.8	1.1	3.9	0.3
	Biyo Filtreler	10	21.8	339.0	82.6	224.7	288.2	33.0	202.2	3.1	1.6	3.1
	Kum Filtreler	17	58.2	831.2	275.0	159.5	657.7	179.0	119.2	7.0	8.6	1.8
	Geniş Çim Hendekler	6	37.6	583.3	203.9	348.3	176.1	82.0	240.7	1.9	3.9	3.7
	Geciktirme Havzaları	3	33.1	551.2	76.0	602.5	363.8	19.6	163.8	3.9	0.9	2.5
	Sulak Alanlar	10	335.8	4905.5	1011.4	2886.7	3971.3	784.8	2216.9	42.1	37.6	33.7
	Göletler	4	125.4	1965.0	274.1	2320.8	935.3	50.3	1328.4	9.9	2.4	20.2
	Toplam	66	629.8	9442.5	2088.1	6568.7	6504.4	1241.4	4293.6	68.9	59.5	65.4
	Havza Toplamı		1055.2	14074.1	26052.3	14853.3	6504.4	1241.4	4293.6	46.2	4.8	28.9

Çizelge 4.8 Uzunya Deresi havzası için alternatiflerin etkileri

Uzunya Deresi Havzası (869,63 ha)				Mevcut Göstergeler			Etki Değerlendirmesi			Etki Oranları		
Alternatifler	İyi Yönetim Uygulamaları	Adet	Drenaj Alanı (ha)	Akış Miktarı mm/sn	Azot Miktarı (ppm)	Sediment Miktarı ton/ha/yıl	Akış Miktarı mm/sn	Azot Miktarı (ppm)	Sediment Miktarı ton/ha/yıl	Akış (%)	Azot (%)	Sediment (%)
Sızdırma Hendekleri	22	30.71	469.56	311.92	36.64	207.71	182.85	32.55	8.49	16.41	11.90	
Biyo Filtreler	4	8.86	138.53	78.18	52.41	107.83	29.86	44.57	4.41	2.68	16.30	
Kum Filtreler	6	18.30	243.28	80.44	14.15	204.22	49.34	10.54	8.35	4.43	3.86	
Geniş Çim Hendekler	3	14.62	231.88	165.17	14.00	76.74	65.19	8.05	3.14	5.85	2.95	
Sulak Alanlar	3	36.85	536.90	322.57	45.81	410.14	233.22	35.92	16.77	20.93	13.14	
Göletler	1	54.87	663.10	56.23	82.87	563.63	18.56	66.30	23.04	1.67	24.25	
Toplam	49	174.51	2445.86	1114.09	275.42	1619.05	624.82	223.05	66.20	56.08	80.98	
Havza Toplamı	49	869.63	10689.70	1763.88	2469.32	1619.05	624.82	223.05	15.15	35.42	9.03	
Alternatif 2	Yağmur Bahçeleri	9	9.08	141.80	89.32	25.94	42.54	41.09	22.05	1.71	3.62	7.84
	Sızdırma Hendekleri	24	33.62	519.59	336.09	45.54	227.18	194.81	40.08	9.13	17.17	14.26
	Biyo Filtreler	5	9.79	152.50	84.98	52.85	119.70	32.58	44.97	4.81	2.87	15.99
	Kum Filtreler	6	18.30	243.28	80.44	14.15	202.57	48.85	10.54	8.14	4.30	3.75
	Geniş Çim Hendekler	3	14.62	231.88	165.17	14.00	79.15	66.98	7.62	3.18	5.90	2.71
	Sulak Alanlar	3	36.85	536.90	322.57	45.81	410.14	233.22	35.92	16.48	20.55	12.78
	Sarnıçlar	1	54.87	663.10	56.23	82.87	530.48	0.00	0.00	21.31	0.00	0.00
	Toplam	51	177.12	2489.04	1134.81	281.16	1611.75	617.53	161.17	64.75	54.42	57.33
	Havza Toplamı	51	869.63	10689.77	1763.88	2469.32	1611.75	617.53	161.17	15.08	35.01	6.53
Alternatif 3	Yağmur Bahçeleri	11	11.14	179.16	112.69	18.09	53.75	51.84	15.38	2.12	4.45	5.38
	Sızdırma Hendekleri	23	32.25	492.59	322.92	49.62	213.18	184.71	43.44	8.41	15.85	15.20
	Biyo Filtreler	2	2.25	32.99	13.63	1.02	28.04	5.45	0.92	1.11	0.47	0.32
	Kum Filtreler	8	22.15	304.79	121.15	27.67	261.26	82.11	22.31	10.31	7.05	7.81
	Geniş Çim Hendekler	3	14.62	231.88	165.17	14.00	76.74	65.19	8.05	3.03	5.59	2.82
	Geciktirme Havzaları	1	5.96	92.88	50.89	46.77	68.44	13.72	22.02	2.70	1.18	7.70
	Sulak Alanlar	3	36.85	536.90	322.57	45.81	412.19	240.28	36.30	16.26	20.62	12.70
	Sarnıçlar	1	54.87	663.10	56.23	82.87	530.48	0.00	0.00	20.93	0.00	0.00
	Toplam	52	180.09	2534.29	1165.24	285.85	1644.09	643.30	148.42	64.87	55.21	51.92
	Havza Toplamı	52	869.63	10689.77	1763.88	2469.32	1644.09	643.30	148.42	15.38	36.47	6.01

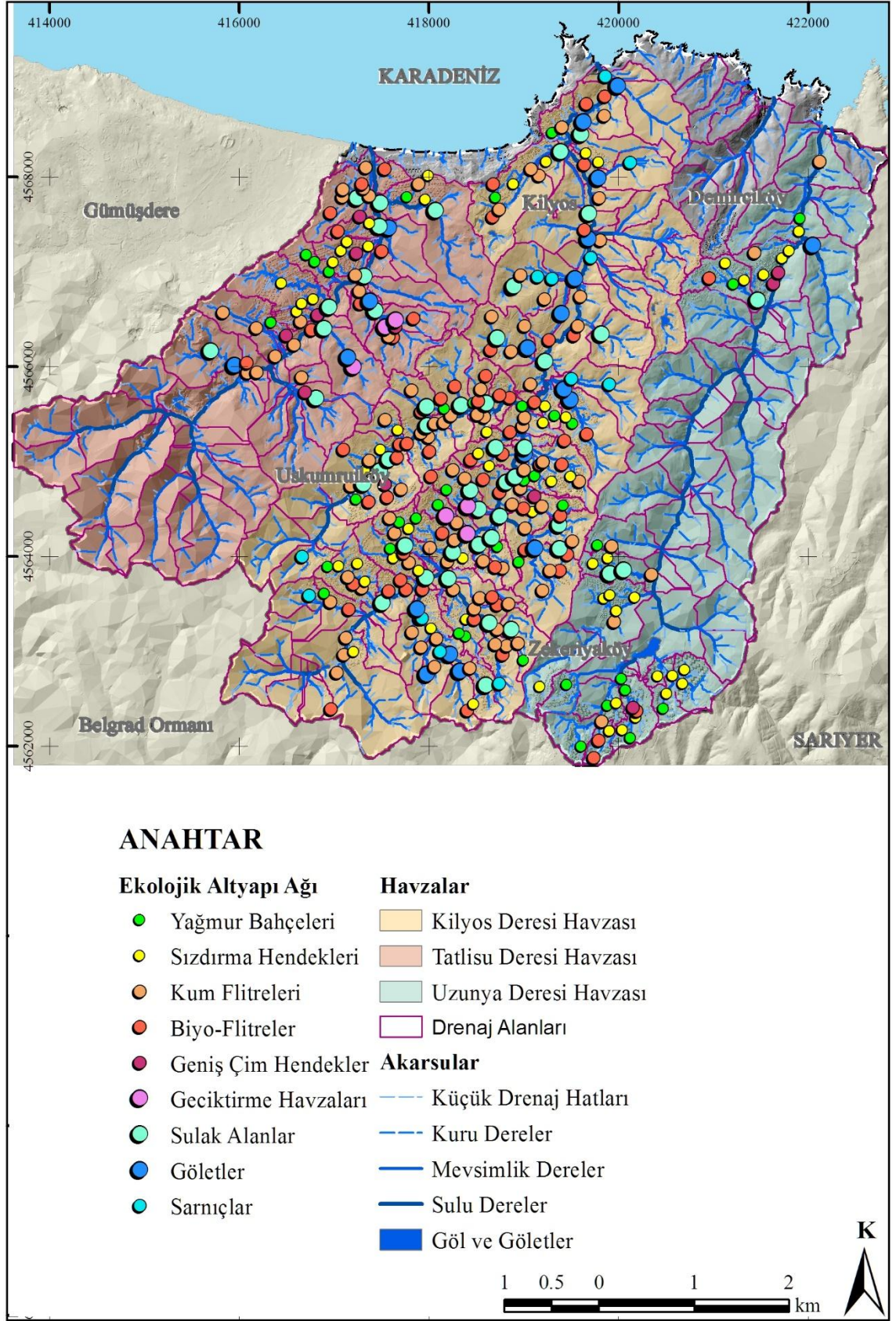
4.5 Karar modeli

Geotasarım sürecinin vazgeçilmez bir bileşeni olan karar modeli, etki analizleri değerlendirilerek alternatifler arasından en uygun olanının katılımcı süreçler işletilerek belirlendiği aşamadır. İlişkisel Model karar desteği sağlamada katılımcı süreçleri kolaylaştırmak için tasarlanmıştır. Sınırsız sayıda alternatif üretebilme yeteneği, çalışma alanında söz sahibi olan bütün paydaşların uzlaşabileceği bir karar modelinin ortaya konması bakımından önem taşımaktadır. Ancak, araştırmanın geniş kapsamı içinde halk katılımının mümkün olmaması nedeniyle; karar modeli, üretilen üç alternatif ve etkileri üzerinden değerlendirilmiştir. Üretilen verilerin ve etki analizlerinin detayı dikkate alındığında, alternatiflerin seçimi drenaj alanı ölçeğinde dahi gerçekleştirilebilir olmasına rağmen, havza bazında seçimlerin yapılması yeterli bulunmuştur.

Etki analizleri sonucunda Kilyos Deresi havzasına ait üç alternatif arasından, yüzey akışına geçen azot miktarı bakımından diğer alternatiflere görece daha üstün olan, üçüncü alternatif tercih edilmiştir. Üçüncü alternatifin tercih edilmesinin diğer bir nedeni ise, ekolojik altyapı öğelerinin diğer alternatiflere görece havza içindeki dağılımlarının ve konumlarının daha dengeli olmasıdır.

Tatlısu Deresi havzasına ait üç alternatif arasından, yüzey akışına geçen yağmur suyu ve sediment tutma bakımından diğer alternatiflere görece daha üstün olan üçüncü alternatif tercih edilmiştir. Üçüncü alternatifin tercih edilmesinin en önemli nedeni ise sediment tutumu bakımından daha üstün olmasıdır. Orman kazı alanları ve maden ocaklarının yoğun olduğu bu havzada sediment tutma diğer göstergelere oranla daha öncelikli olduğu kabul edilmiştir.

Uzunya Deresi havzasında ekolojik altyapı öğelerinin daha dengeli dağılım gösterdiği ve yüzey akışına geçen sediment tutma bakımından daha üstün olan birinci alternatif tercih edilmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen ekolojik altyapı ağı Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.27 Ekolojik altyapı ağı

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kentleri karmaşık beliren ekolojiler olarak kabul eden çağdaş şehircilik anlayışında, peyzaj bilimsel bilgiyi tasarıma aktarmada “*sentez için araç ve yöntem olarak*” (Nassauer, 2012) değerlendirilmektedir. Geline nokta, tasarım gelişen teknolojinin bir parçası olarak aşağıdan yukarı bir eylem haline dönüşmüştür. Evrimleşen tasarım kavramı olarak geotasarım, alternatif geleceklere ve etkilerine odaklanan beş boyutlu bir tasarım yaklaşımı sunmaktadır. Ancak, çoklu gelecekleri anlamak için, peyzajı ekosistem üstü alansal birim olarak değerlendiren geleneksel bakış açısından ziyade, mekân - zaman boyutunda peyzajı ilişkiler bütünü olarak gören bir bakış açısına ihtiyaç duymaktayız. Yapıdan ziyade ilişkilere odaklanan peyzaj yaklaşımı, geleceğin ilişkisel peyzajlarını anlamak için elverişli zemin oluşturmaktadır.

Eğer tasarladığımız değişimleri yalnızca öngörmek yerine, aynı zamanda onları yönetmek istiyorsak; mevcut ilişkileri anlamalı, yeniden ilişkilendirmeli ve gelecekteki ilişkileri öngörmeliyiz. Bu kapsamda, geliştirilen ilişkisel peyzaj analiz yöntemi ilişkisel geotasarım sürecinin çekirdeği olarak, geçmiş ve bugünü gelecekle ilişkilendiren katalizör olarak düşünülebilir. Tez çalışmasında, mevcut girişimlere ek olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ve etmen tabanlı modellemeyi tasarım ile bütünleştiren kuramsal, yöntembilimsel, uygulamalı ve uyarlanabilir bir prototip ortaya konulmuştur.

Yöntem, peyzaj şehirciliğinin belirme ve bağlamsal ilişkiselliğe dair soyut kuramsal söylemlerini elle tutulur hale getirmesi bakımından önem taşımaktadır. Yöntemin geotasarım sürecine yaptığı katkı ile birlikte peyzaj şehirciliği yaklaşımının temel araştırma konularına katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, kentsel tasarım alanında biçim arayışına odaklanan parametrik şehircilik (Schumacher, 2009) ve ilişkisel şehircilik (Rico ve Liabres, 2012) yaklaşımlarının parametrik derin ilişkisellik söylemi ile bütünleştirilerek; kentsel tasarım alanında enerji etkin, fonksiyonel ve ekolojik biçimlerin üretilmesine olanak sağlayacaktır. Yöntemin ve üretilen İlişkisel Modelin en yoğun kullanılabileceği konu kuşkusuz ekolojik altyapı tasarımıdır. Kentsel yağmur suyu iyi yönetim uygulamaları örneğinde somutlaştırılan yöntem, kolaylıkla ekolojik altyapı tasarımının peyzaj bağlantılığını temel alan habitat geçişleri gibi peyzaj ekolojisi

temelli çalışmalara uyarlanabilir. Daha genel bir ifadeyle; kentsel, kırsal, doğal ve yarı doğal alanlarda peyzaj ekolojisi ve kent ekolojisini temel alan bilimsel bilgiyi tasarıma aktarmada araç olarak kullanılabilir. Yöntem, bahçelerden, parklara, yaya bölgelerine; toplu konut alanlarından kent bütününe kadar çeşitli düzeylerde çalışmaya izin vermektedir.

Yöntemin temelini oluşturan ilişkisel düşünce mekânsal karmaşıklık ve belirme kavramları temelinde ortaya konmuştur. Fakat birbirinden bağımsız çeşitli alanlarda da ilişkisel bakış açıları mevcuttur. Felsefe, fizik, bilgisayar bilimleri, jeomekansal ve sosyal bilimlere, sanata etki eden ilişkilicilik “hiçbir şeyin bileşenlerinin ilişkisel bütünlüğü olmaksızın var olamayacağını” (Kalpayıl, 2009) savunur. Özellikle, kent coğrafyası alanında kentleri “asemblaj” olarak kavramsallaştıran yaklaşım (bkz. Jacobs, 2011; Mcfarlane, 2011; Farias ve Bender, 2009; Anderson vd., 2012; Anderson, 2008; Brenner vd., 2011; De Landa, 2006); “mekânsal biçimler ve süreçlerin bir arada nasıl var oldukları” ve “sıklıkla benzeşmeyen eylemlerin içi içe nasıl geçtikleri” (Anderson vd., 2012) gibi sorulara yanıt aramaktadır. Geotasarım alanına yenilik getiren ilişkisel peyzaj analiz yöntemi, kent coğrafyası gibi diğer jeomekansal bilimlere mekânsal ilişkilerin ve etkileşimler sonucu oluşan mekânın kapasitesinin anlaşılmasına yönelik katkılar sağlayabilir. Geliştirilen yöntem felsefî bir söylemden ziyade, ilişkilicî üslubu somut, uygulanabilir ve uyarlanabilir teknolojik araçlarla tasarım ve jeomekansal alana taşınması bakımından önem taşımaktadır.

“Bir materyalin özellikleri göreceli olarak sınırlıyken kapasiteleri sınırsızdır, çünkü diğer bileşenlerin sonsuz kümesi ile etkileşimlerinin sonucudurlar” (Dittmer 2013).

Tasarım yaklaşımlarımızı bütünüyle karmaşık aşağıdan-yukarı bir olgu olarak gerçekleştirebilmek için, tasarımcılar mekânın yalnızca özelliklerine değil, aynı zamanda etkileşimler sonucu oluşan kapasitesine odaklanmalıdırlar. Mekânın kapasitesinin nasıl temsil edileceği sorusu bundan sonra tasarım ve diğer mekânsal disiplinlerin ortak konusu olarak özellikle üzerinde durulmalıdır.

5.1 İlişkisel Modelin Güçlü Yönleri

Geliştirilen model ETM yaklaşımının teknolojik ve bilimsel gücünü tasarım alanına taşıması bakımından önem taşımaktadır. Bu çalışmada ETM, mevcut kullanım alanlarının aksine yalnızca karar destek aracı olarak değil; ayrıca, peyzaj analizi ve tasarım aracı olarak kullanılmıştır.

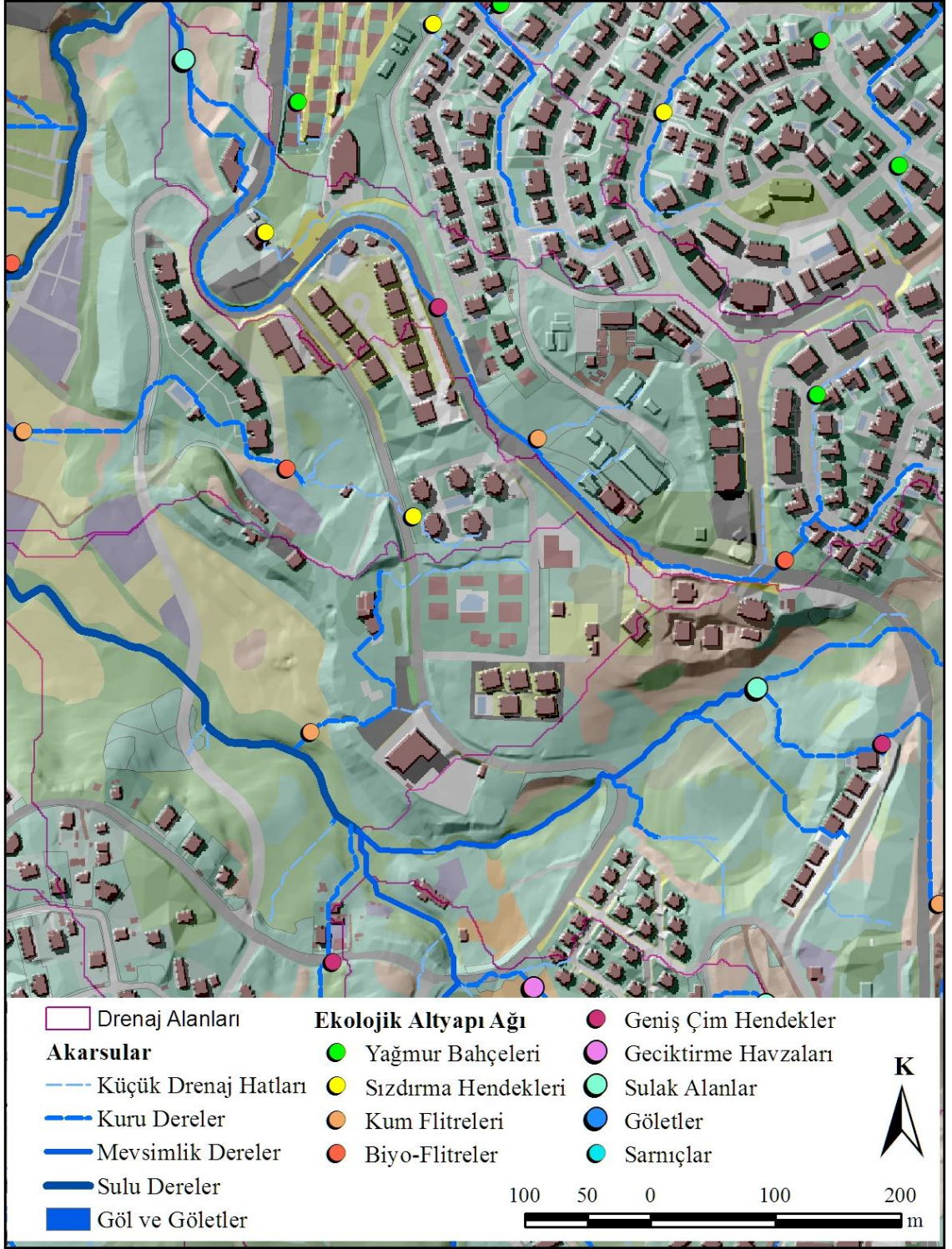
Peyzaj analiz sürecini doğrudan tasarım ile bütünleştiren model, McHarg (1969)'ın öncülüğünü yaptığı geleneksel peyzaj analiz biçimine yeni bir soluk katma iddiasını taşımaktadır. Uygunluk değerlendirmesine yönelik geleneksel peyzaj analizleri her bir kullanım için ayrı analiz yapmayı gerektirmektedir. Uygunluğu değerlendirilen kullanıma ilişkin ölçütler ve ağırlık değerleri kullanılarak, peyzaj katmanlarının karşılaştırılması sonucu her bir kullanım için en uygun alan veya alanlar elde edilmektedir. Uygunluk değerleri çakışan kullanımların seçimi, ayrıca başka karar destek araçlarının kullanımını gerektirmektedir. Uygunluk analizleri sonucu elde edilen alansal veriler, her ne kadar peyzaj planlama için elverişli ve doyurucu altlık oluştursa da; tasarım sürecinde işlevsiz kalmaktadır. İlişkisel Modelin geleneksel peyzaj analiz yöntemlerine göre üstünlüğü bu noktada ortaya çıkmaktadır. Modelde peyzaj bileşenlerine ait öznitelik bilgilerini taşıyan ortam verisi üzerinden bilgilendirilen vektörel etmenler ve bu etmenlerle ilişkili mekânsal olmayan etmenler, birbirleri ile etkileşime geçerek, çok sayıda kullanım veya tasarım ögesi arasında olası kombinasyonları değerlendirebilmektedirler. Ortaya çıkan ürün planlama ve tasarıma yönelik çoklu düzeylerde elverişli ve doyurucu sonuçlar ortaya koymaktadır.

Modelin çoklu düzeylerde çalışabilir olması etmenlere ortam bilgisi sağlayan verinin yapısı ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, ortam verisinin üretiminde temel altlık olarak modüler hiyerarşik temsil modelinin üretilmesi önem taşımaktadır. Araştırma, kapsamında üretilen temsil modeli, 1/100.000 ölçekten 1/1000 ölçeğe kadar çoklu düzeylerde arazi örtüsü ve ilişkili veriler ortaya koyması bakımından örnek teşkil etmektedir. Bu detayda üretilen veriler, hidrolojik süreç analizleri ve dolayısıyla ekosistem göstergelerinin İlişkisel Modelin gerektirdiği detay ve doğrulukta üretilebilmesini sağlamıştır. Böylece, hidrolojik süreçlerle ilgili ekosistem

göstergelerinin üretiminde, havza genelinde drenaj hatları boyunca bir metre çözünürlükte yüzey akışına geçen yağmur suyu, azot ve sediment değerleri birikimli olarak hesaplanmıştır. Akışa geçen yağmur suyunun hesaplanmasında kullanılan yağış, arazi örtüsü ve toprak özelliklerine bağlı eğri numarası değerleri, eğim verisi de dâhil edilerek hesaplanmıştır. Elde edilen düzeltilmiş eğri numarası değerleri kullanılarak birikimli yağmur suyu yüzey akışı benzetim modeli yapılmıştır. Havza genelinde 1/1000 detayında sayısal yükseklik modeli kullanılarak gerçekleştirilen hidrolojik benzetim modeli, ekosistem göstergelerinin tasarım ölçeğinde değerlendirilmesine ve ekosistem hizmetleri yaklaşımının tasarım ile bütünleştirilmesine katkı sunmuştur.

Peyzaj analizine ilişkin veri üretimi ve uygunluk değerlendirmelerindeki özgün yaklaşımın yanı sıra; İlişkisel Model, alternatiflerin üretilmesinde mevcut geotasarım uygulamalarına kıyasla üstün yönleri vardır. Eş zamanlı olarak sınırsız sayıda en uygun kombinasyona sahip ekolojik altyapı alternatifleri üretebilmesi, modelin katılımcı süreçleri temel alan geotasarım eylemlerini kolaylaştıracaktır. Aynı zamanda, alternatiflerin etki analizlerinin eşzamanlı olarak yapılabilmesi, geotasarım eylemlerinde alternatiflerin etkilerinin işbirlikçi gruplar tarafından daha iyi anlaşılmasını kolaylaştıracak, böylece uzlaşma süreci hızlandırılabilir. Uzlaşma sonucu üretilen karar modeli, son tasarım ürünü elde etmeye yönelik doğrudan tasarıma aktarılabilir niteliğe sahiptir (Şekil 5.1).

Bu bağlamda, Kuzey İstanbul için önerilen ekolojik altyapı ağı yerel yönetimce doğrudan alana uygulanabilir niteliktedir. Uygulama sonrası ortaya çıkan olağandışı durumlarda ekolojik altyapı öğelerinin performansların değerlendirilmesi yoluyla uyum sağlama stratejileri geliştirilebilir. Böylece; son ürünlü olmayan, sürekli yeni durumlara uyum sağlama yeteneğine sahip bir tasarım süreci işletilebilecektir.



Şekil 5.1 Ekolojik altyapı öğelerinin mekansal doğrulaması

5.2 İlişkisel Modelin Geliştirilebilmesi için Yapılması Gerekenler

Geliştirilen etmen tabanlı İlişkisel Model her türlü geotasarım eylemi için elverişli olmasına karşın, modelin teknolojik altyapısını oluşturan ETM eylemi uzman deneyimi gerektiren yoğun bir süreçtir. Bu nedenle, modelin kullanımına ilişkin verilerin ve parametre değerlerinin girişine olanak sağlayan kontrol panellerine sahip kullanıcı dostu arayüzlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Mevcut durumda CBS destekli ETM araçları, iki ayrı yazılım platformunun eşzamanlı olarak çalışması ile veri paylaşımına dayanmaktadır. Modelin doğrudan CBS yazılımı ile bütünleştirilmesi, CBS'nin sunduğu jeoişlem ortamının bütün özellikleri ile bir arada çalışabilmesini sağlayacaktır. Bu kapsamda İlişkisel Model ETM eyleminin CBS destekli kullanım alanlarının genişletilmesi için teşvik edici özelliktedir.

İlişkisel Modelin kullanımını güçleştiren bir diğer konu ise, modelin gereksinim duyduğu detayda ortam bilgisinin üretilmesindeki zorluklardır. 4269 ha büyüklüğe sahip araştırma alanında 1/1000 ölçekte modüler hiyerarşik bir temsil modeli oluşturulması emek yoğun ve uzun bir süreçtir. Yerel yönetimlerin ihale yoluyla kolayca üretebilecekleri bu verilerin her tasarım eylemi için ayrıca yapılması uygulanabilir değildir. Diğer yandan, temsil modelinin ve süreç modelinin üretilmesinde ihtiyaç duyulan 1/1000 halihazır altlıklardaki veri yapısındaki bozukluklar, üretilen verilerde hatalara neden olmaktadır. Şekil 5.1'de görüldüğü üzere üretilen altlıklar her ne kadar detaylı olsa da sayısal halihazır haritalardaki veri hataları tam anlamıyla düzeltilmemiştir. Geotasarımın amacına uygun halihazır altlıkları düzeltmek tasarımcının görevi olmamalıdır. Bu nedenle, yerel yönetimler tarafından doğru verilerin üretilmesi ve herkesin erişimine açık olması önem taşımaktadır. Ayrıca, ülkemizde yerel yönetimlerin kentsel yağmur suyu iyi yönetim uygulamalarının kullanımına ilişkin talep ve eylemleri olmadığından, araştırma kapsamında maliyete yönelik etki değerlendirmesi yapılamamıştır. İdeal koşullarda bu tür bir çalışmanın, mevcut kentsel altyapıyı da kapsayan maliyet etkilerinin değerlendirildiği bir karar destek süreci ile desteklenmesi gereklidir.

5.3 İlişkisel Peyzaj Analizinin Geleceğine Yönelik Tahminler

Geliştirilen yöntem ve üretilen prototipin farklı geotasarım eylemlerine uyarlanması için, mevcut araçların yeterli olmadığı alanlara yönelmek gereklidir. Zira üretilen model mevcut geotasarım araçlarının yetersiz olduğu konulardaki boşluğu doldurmaya yönelik geliştirilmiştir. Model, herhangi bir geotasarım eyleminde başlı başına bir araç ve yöntem olarak kullanılabilmesi gibi, farklı yöntem ve araçlarla birlikte de bütünleştirilebilir. Genetik algoritmalar, mekân sentaksı, kural tabanlı parametrik araçlar gibi teknolojik araçlarla bütünleşme, modelin kullanım alanını genişletmek için gereklidir. City Engine gibi üç boyutlu parametrik geotasarım araçları ile bütünleştirilmesi; modeli bütünüyle tasarım alanına taşıyacaktır. Ayrıca web destekli ilişkisel model araçlarının geliştirilmesi, modelin uzmanlar dışında kullanımını artıracaktır.

Geliştirilen ilişkisel model, kent ekolojisi temelli bilimsel çalışmaları ve ekosistem hizmetleri yaklaşımını doğrudan kent planlama ve kentsel tasarım alanına taşımaktadır. Kent ekolojisi temelinde bilimsel altyapısının güçlendirilmesi ile model, ekolojik tasarım için başvuru kaynağı olacaktır. Böylece, ilişkisel model tasarım yaklaşımlarını dirençli peyzajlar tesis etmeye yönelik daha uyum sağlayabilir ve esnek hale getirebilecektir.

KAYNAKLAR

- Ahern, J., Cilliers, S. and Niemelä, J. 2014. Landscape and Urban Planning The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design : A framework for supporting innovation. *Landscape and Urban Planning*, 125, 254–259. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.020>
- Ahern, J. 2013. Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28(6), 1203–1212. <http://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>
- Alatlı L. E., Erol, S., Özdemir, E., Vardar, E.B. ve Çelikkol, L. 2013. Şehir Dışı Yerleşim Yerleri İçin Merkezi ve Paket Atıksu Arıtma Tesislerinin Çevre Açısından Değerlendirilmesi From The Environmental Point of View, The Assessment of A Central Waste Water Treatment Plant With Package Type Waste Water Treatment Plants TTMD Mart Nisan 2013
- Alberti, M. and Marzluff, J. M. 2004. Ecological resilience in urban ecosystems: Linking urban patterns to human and ecological functions. *Urban Ecosystems*, 7(3), 241–265. <http://doi.org/10.1023/B:UECO.0000044038.90173.c6>
- Alberti, M., Redman, C., Marzluff, J., Wu, J., Handcock, M., Anderies, M., Waddell, P., Kautz, H. and Fox, D. 2009. BiocomplexityII: Urban Landscape Patterns - Complex Dynamics and Emregent Properties National Science Foundation, Biocomplexity II, \$1,399,644, September 2005 - August 2009.
- Alexander, C. 1964. Notes on the Synthesis of Form. Ideas on generative methods in architecture.
- Allen, S. 1999. Infrastructural Urbanism. In *On Landscape Urbanism*, Austin TX: Center for American Architecture and Design University of Texas at Austin School of Architecture, 174-181.
- An, L. 2012. Modeling human decisions in coupled human and natural systems: Review of agent-based models. *Ecological Modelling*, 229, 25–36. <http://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.07.010>
- Anderson, B. 2008. *For Space (2005): Doreen Massey*. Human Geography, London: Sage Publications, 28-230.
- Anderson, B., Kearnes, M., McFarlane, C. and Swanton, D. 2012. On assemblages and geography. *Dialogues in Human Geography*, 2(2), 171–189. [doi:10.1177/2043820612449261](http://doi.org/10.1177/2043820612449261)
- Anonim 1996. AİGM Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.
- Anonim 2003. ÖBA Önemli Bitki Alanları, <http://obanettr.org/>, erişim tarihi: 13/08/2016.

- Anonim, 2003a. 1/5000 ölçekli İBB, Sarıyer Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgeleri Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim, 2003b. 1/5000 ölçekli İBB, Zekeriyaköy-Uskumruköy Bölgesi Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim, 2005. 1/5000 ölçekli İBB, Kilyos Demirciköy Yerleşim Alanları ve Çevresi Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim, 2006a. 1/5000 ölçekli İBB, Kasapçayırı Mevkii Geri Görünüm ve Etkilenme Bölgesi Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim, 2009. 1/100.000 ölçekli İBB, İstanbul İl Bütünü Çevre Düzeni Planı Paporu, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi, İstanbul
- Anonim, 2009a. 1/5000 ölçekli İBB, Sarıyer, Gümüşdere, Kısırkaya Bölgesi Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Şehir Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim, 2011. DMİGM Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 1970-2011 yılları arası Kumköy Meteoroloji İstasyonu iklim verileri.
- Anonim 2011a. İBB İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Kent Jeolojisi Projesi kapsamında hazırlanan İstanbul ili jeoloji haritası.
- Anonim 2012. İstanbul Çevre Durum Raporu, İstanbul Valiliği, İstanbul.
- Anonim, 2013. 1/1000 Ölçekli İBB, Zekeriyaköy Toplu Konut Alanı Koruma Amaçlı Uygulama İmar Planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, Ankara
- Anonim, 2014. İstanbul'un Doğal Mirası Anıt Ağaçlar, Avrupa Yakası. İBB., Park Bahçe Yeşil Alanlar Daire Başkanlığı, Avrupa Yakası Park Bahçeler Müdürlüğü, İhlas gazetecilik AŞ., İstanbul.
- Anonim, 2014a. 1/5000 ölçekli İBB, Kuzey Marmara Otoyolu İstanbul İli, Sarıyer İlçesi, Uskumruköy-Demirciköy Geçişi Koruma Amaçlı Nazım İmar Planı, İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Ulaşım Planlama Müdürlüğü, İstanbul
- Anonim 2015. İKA, İstanbul'un Korunan Alanları, 2015. Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Yönetim Planları, Tabiat Parkı Gelişme Planları Belgrad Ormanı, Bir Doğa ve Kültür Mirası Kitabı Belgrad Ormanı'nın Av Yaban Hayatı Açısından Önemi Yayını www.istanbultabiatparklari.gov.tr, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 1. Bölge Müdürlüğü, İstanbul.

- Anonim, 2015a. SBB, Sarıyer Belediye Başkanlığı 2015 - 2019 Dönemi Stratejik Planı, Sarıyer, <http://sariyer.bel.tr/>, erişim tarihi: 11/05/2016.
- Anonim 2016. DSİ Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2012-2014 yılları arası akım değerleri.
- Anonymous, 2005. MA, Ecosystems and human well-being: Scenarios, Carpenter, S.R., Pingali, P., Bennet, E.M., Zurek, M.B. (eds.), Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington D.C., 2.
- Anonymous, 2005a. The Millennium Ecosystem Assessment, <http://www.millenniumassessment.org>, erişim tarihi: 23/07/2016.
- Anonymous 2010. BMP Design Manual. 2013. <http://charlottenc.gov/StormWater/Regulations/Documents/CMSWSBMPTableofContentsJuly12013.pdf>,
- Anonymous, 2011. TEEB, The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2011. Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. UNEP and the European Commission.
- Anonymous 2012a. “<http://tr.wikipedia.org/wiki/Belirme>”, Erişim Tarihi: 30/3/2012.
- Anonymous 2013. ESRI, 2013. Geodesign in Practice: Designing a Better World, August.
- Anonymous 2013a. MAES, Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. Discussion paper – Final, April 2013
- Anonymous 2015. Arc India News, GIS for Smart Cities Cover Story. ESRI, January - March, 2015 Vol. 9 Issue.
- Anonymous 2015a. CICES, Common International Classification of Ecosystem Services (CICES v4.3); <http://cices.eu/>
- Anonymous 2016. The IUCN Red List of Threatened Species™, <http://www.iucnredlist.org/search>, erişim tarihi: 13/08/2016.
- Anonymous, 2016a. Geomorphometry of Mountain Landscapes & Upland Watersheds, <http://gis4geomorphology.com/ls-factor-in-rusle/>, Erişim Tarihi: 30/3/2012.
- Anonymous, 2016b., Tools for Stormwater Management, Lake Superiors Duluts, www.lakesuperiorstreams.org/stormwater/toolkit/bioretention.html, erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016c. Minnesota Stormwater Manual, http://stormwater.pca.state.mn.us/index.php/calculating_credits_for_bioretention. erişim tarihi: 22/08/2016.

- Anonymous, 2016d. Penn State Natural Resources Water Quality Watershed Education Stormwater Management, <http://extension.psu.edu/natural-resources/water/watershed-education/stormwater>, erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016e. <http://alert5.udfcd.org/fhn/fhn97/sand97.htm>. erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016f. New Jersey Stormwater Best Management Practices Manual February 2004. erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016g. Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox, <http://www.sswm.info/>, erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016h. Virginia Stormwater BMP Clearinghouse, <http://www.vwrrc.vt.edu/swc/StandardsSpecs.html>., erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016i. <http://www.murfreesborotn.gov/DocumentCenter/View/2741>. erişim tarihi: 22/08/2016.
- Anonymous, 2016j. Center for Storm Water Protection, <http://www.stormwatercenter.net/>, erişim tarihi: 22/08/2016.
- Baguette, M. and Van Dyck, H. 2007. Landscape connectivity and animal behavior: Functional grain as a key determinant for dispersal. *Landscape Ecology*, 22(8), 1117–1129. doi:10.1007/s10980-007-9108-4
- Baranyi, G., Saura, S., Podani, J. and Jordán, F. 2011. Contribution of habitat patches to network connectivity: Redundancy and uniqueness of topological indices. *Ecological Indicators*, 11(5), 1301–1310. doi:10.1016/j.ecolind.2011.02.003
- Batty, M. 2008. Cities as Complex Systems Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. Working Papers Series, Paper 131 - Feb 08, Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies. ISSN 1467-1298.
- Baguette, M., and Van Dyck, H. (2007). Landscape connectivity and animal behavior: Functional grain as a key determinant for dispersal. *Landscape Ecology*, 22(8), 1117–1129. doi:10.1007/s10980-007-9108-4
- Baynes, T. M. 2009. Complexity in Urban Development and Management. *Journal of Industrial Ecology*, DOI 10.1111/j.1530-9290.2009.00123.x. vol 13, Number 2, 214-227.
- Belanger, P. 2009. Landscape as infrastructure. *Landscape Journal*, 28(1), 79–95.
- Benedict, M. and Mc Mahon, E.T. 2006. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Island Press, <http://site.ebrary.com/id/10161043?ppg=2>. USA.
- Bohman, T. 2009. Emergence of Connectivity in Networks, 323(March), 2008–2009.
- Brenner, N., Madden, D.J. and Wachsmuth, D. 2011. Assemblage urbanism and the challenges of critical urban theory. *City*, 15(2), 225–240.

- Brown, D. G., Aspinall, R. and Bennett, D. A. 2006. Landscape Models and Explanation in Landscape Ecology— A Space for Generative Landscape Science?, 58(April), 369–382.
- Brown, T., Berg, J. and Underwood, K. 2010. Replacing Incised headwater Channels and Failing Stormwater Infrastructure with Regenerative Stormwater Conveyance.
- Brunckhorst ve Morley, 2008. Alternative Landscape Futures : (n.d.).Understanding Alternate Landscape Design Options for Planning more Sustainable Regions. Land and water Australia, Project: UNE 54 Institute for rural futures.
- Bryan, B. A., Crossman, N. D., King, D. and Meyer, W. S. 2011. Environmental Modelling & Software Landscape futures analysis : Assessing the impacts of environmental targets under alternative spatial policy options and future scenarios. *Environmental Modelling and Software*, 26(1), 83–91. doi:10.1016/j.envsoft.2010.03.034
- Bunn, A.G., Urban, D.L. and Keitt, T.H. 2000. Landscape connectivity: A conservation application of graph theory. *Journal of Environmental Management* (2000) 59, 265–278 doi:10.1006/jema.2000.0373, available online at <http://www.idealibrary.com> on
- Canfield, T. and Steinitz C. 2014. 4th Geodesign Summit, Redlands, California, 27-30 January.
- Cahill, T.H. 2012. *Low Impact Development and Sustainable Stormwater Management*. ISBN: 978-0-470-09675-8, 312 pages, July 2012
- Caillault, S., Mialhe, F., Vannier C., Delmotte S., Kêdowidée, C., Amblardf, F., Etienne, M., Bécu, N. 2012. Influence of incentive networks on landscape changes: A simple agent-based simulation approach. *Environmental Modelling & Software xxx* (2012) 1-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2012.11.003>
- Chang, Q., Li, X., Huang, X. and Wu, J. 2012. A GIS-based Green Infrastructure Planning for Sustainable Urban Land Use and Spatial Development. 2011 International Conference on Environmental Science and Engineering, *Procedia Environmental Sciences* 12 (2012) 491 – 498.
- Chen, L. 2012. Agent-based modeling in urban and architectural research: A brief literature review. *Frontiers of Architectural Research* (2012) 1, 166–177.
- Connolly, J. J., Svendsen, E. S., Fisher, D. R. and Campbell, L. K. 2013. Landscape and Urban Planning Organizing urban ecosystem services through environmental stewardship governance in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 76–84. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.07.001>
- Corner, J. 2003. “Landscape Urbanism: a manual for the machinic landscape”, Architectural Association, p 58, London, 2003.

- Crooks, A. T. and Heppenstall, A. J. 2012. Introduction to Agent-Based Modelling. Chapter 5. Heppenstall, A., J., Crooks, A., T., See, L., M., Batty, M., (Editors). Agent-Based Models of Geographical Systems. ISBN 978-90-481-8926-7 e-ISBN 978-90-481-8927-4, DOI 10.1007/978-90-481-8927-4, Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Crooks, A., T. 2010. Using Geo-spatial Agent-Based Models for Studying Cities. Working Papers Series, ISSN 1467-1298.
- Cygan, M. 2014 Sustainable |Resilient | Smart Cities, Geodesign Summit Europe, Delft, Netherlands September 11-12, ESRI
- Dangermond, J. 2010. GeoDesign and GIS – Designing our Future. Proceedings of Digital Landscape Architecture, (July 2015), 502–514. doi:10.1080/19475681003700831
- De Landa. M. 2006. A New Philosophy of Society: Assemblage Theory and Social Complexity. London: Continuum.
- Dinçer, İ., Enlil Z. ve Evren, Y., 2009. İstanbul'un Koruma Alanlarının Değerlendirilmesi. Megaron, YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi, Cilt 3, Sayı 3.
- Dittmer, J. 2013. Geopolitical assemblages and complexity. Progress in Human Geography, 38(3), 385–401. doi:10.1177/0309132513501405
- Dobbs, C., Escobedo, F. J. and Zipperer, W. C. 2011. Landscape and Urban Planning A framework for developing urban forest ecosystem services and goods indicators. Landscape and Urban Planning, 99(3–4), 196–206. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.004>
- Dorning, M. A., Koch, J., Shoemaker, D. A. and Meentemeyer, R. K. 2015. Landscape and Urban Planning Simulating urbanization scenarios reveals tradeoffs between conservation planning strategies. Landscape and Urban Planning, 136, 28–39. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.11.011
- Douglas, I. and James, P. 2015. Urban Ecology: An introduction. (1 ed.) London: Routledge..
- Ducker, P.F. 2002. The New Reality. ISBN: 978-0-7658-0533-1, Pages: 274. <http://www.transactionpub.com/title/The-New-Realities-978-0-7658-0533-1.html>
- Ebrahimian, M., Auniddin, A., Nuriddin, B., Mohd Amin, B., Mohd, S., Alias-Mohd, S. and Neng J.L. 2012. Runoff Estimation in Steep Slope Watershed with Standard and Slope-Adjusted Curve Number Methods. Pol.J.Enviro.Stud.Vol.21.No.5.1191-1202.pdf
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y., 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları, Cilt II. Doğa Derneği, ISBN:978-975-98901-3-1, Ankara, Türkiye.

- EPA, 1999. Storm Water Technology Fact Sheet Bioretention. Ep,8.doi:832-F-99-006
- Ernstson, H. 2013. Landscape and Urban Planning The social production of ecosystem services : A framework for studying environmental justice and ecological complexity in urbanized landscapes, 109, 7–17. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.005>
- Ervin, S. 2012. Geodesign Futures – Nearly 50 Predictions. DLA 2012: Digital Landscape Architecture Conference, Anhalt, 31 May.
- Fariás, I. and Bender, T. 2009. Urban Assemblages: How Actor-Network Theory Changes Urban Research. New York: Routledge.
- Farrelly, M. and Brown, R. 2011. Rethinking Urban Water Management: Experimentation as A Way Forward? *Global Environmental Change* 21 721–732. www.elsevier.com/locate/gloenvcha.
- Flaxman, M. 2010. GeoDesign: Fundamental Principles. 1st GeoDesign Summit, Redlands, California, 06-08 January.
- Fontaine, C. M., Mark D. A. and Rounsevell, M. D. A. 2009. An agent-based approach to model future residential pressure on a regional landscape. *Landscape Ecol* 24:1237–1254 DOI 10.1007/s10980-009-9378-0.
- Forman, R.T.T. 2014. *Urban Ecology. Science of Cities*. ISBN-13: 978-1107007000, ISBN-10: 1107007003
- Forman, R.T.T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology *Landscape Ecology*. 10, pp. 133–142.
- Fulton, G. 2012. “The Landscape Urbanism Reader”, Charles Waldheim (ed), New York, Princeton Architectural Press. 2006. 295 pages, paperback. ISBN: 978-1-568-98439-1, *Landscape review* 12(2) pages 50-57.
- Galpern, P., Manseau, M. and Fall, A. 2011. Patch-based graphs of landscape connectivity : A guide to construction , analysis and application for conservation. *Biological Conservation*, 144(1), 44–55. doi:10.1016/j.biocon.2010.09.002
- Gaucherel, C., Boudon, F., Houet, T., Castets, M., & Godin, C. (2012). Understanding Patchy Landscape Dynamics : Towards a Landscape Language, 7(9). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0046064>
- García-feced, C., Saura, S. and Elena-rosselló, R. 2011. Forest Ecology and Management Improving landscape connectivity in forest districts : A two-stage process for prioritizing agricultural patches for reforestation, 261, 154–161. doi:10.1016/j.foreco.2010.09.047
- Gil-quijano, J., Louail, T. and Hutzler, G. 2012. From biological to urban cells : lessons from three multilevel agent-based models.

- Gómez-baggethun, E. and Barton, D. N. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>
- Graaf, R. and Van Der Brugge, R. 2010. Transforming Water Infrastructure by Linking Water Management and Urban Renewal in Rotterdam. *Technological Forecasting & Social Change* 77 1282–1291.
- Gray, C. 2006. “From emergence to divergence: modes of Landscape Urbanism”, Masters of Architecture Degree, University of Edinburg 2005-2006.
- Green, D. G. and Sadedin, S. (2005) Interactions matter: Complexity in landscapes and ecosystems, *Ecological Complexity*, 2, pp. 117–130.
- Grêt-regamey, A., Celio, E., Klein, T. M. and Hayek, U. W. 2013. Landscape and Urban Planning Understanding ecosystem services trade-offs with interactive procedural modeling for sustainable urban planning. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 107–116. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.10.011>
- Gregorio, Di A. 2016. Land Cover Classification System. Classification concepts and User Manual. FAO of the United Nations. Rome. ISBN 978-92-5-109017-6
- Gregorio Di A. and Jansen L.J.M. 2000. Land Cover Classification System (LCCS). Classification concepts. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome. Italy. 80p – 90p appendices.
- Haase, D., Haase, A., Kabisch, N., Kabisch, S. and Rink, D. 2012. Actors and factors in land-use simulation: The challenge of urban shrinkage. *Environmental Modelling & Software* 35 (2012) 92-103.
- Haken, 2006. Information and Selforganization. 3 rd edition, Springer, Berlin.
- Heppenstall, A. J., Crooks, A. T., See, L. M., and Batty, M., Eds. 2012. Agent-Based Models of Geographical Systems. Dordrecht: Springer Netherlands. <http://doi.org/10.1007/978-90-481-8927-4>
- Holland, J. H. 1995. Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Holland, J. H. 1998. Emergence: From Chaos to Order. Reading, MA: Perseus.
- Jacobs, J.M. 2011. Urban geographies I: Still thinking cities relationally. *Progress in Human Geography*, 36(3).
- Jacobs, J. 1961. The Death and Life of Great American Cities. New York, Random House: 1961:431-432.
- Johnson, S. 2002. Emergent systems are based on local information and the amount of feedback over a particular period of time. ch 2. Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software. <http://www.book.xlibx.info/bo-other/3502011-5-essay-emergence-the-connected-lives-ants-brains-cities-and-soft.php>

- Johnston, K. M. 2013. *Agent Analyst. Agent Based Modeling in Arc GIS*. ESRI Press, California.
- Kaipayil, J. 2009. *Relationalism: A Theory of Being*. Bangalore: JIP Publications,
- Katoshevski-Cavari, R., Arentze, T., Timmermans, H. 2010. A Multi-Agent Planning Support-System for Assessing Externalities of Urban Form Scenarios: Results of Case Studies. *Sustainability* 2010, 2, 2253-2278; doi:10.3390/su2072253
- Kool, J. T., Moilanen, A. and Treml, E. A. 2012. Population connectivity: recent advances and new perspectives. *Landscape Ecology*, 28(2), 165–185. doi:10.1007/s10980-012-9819-z
- Larondelle, N. and Haase, D. 2013. Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecological Indicators*, 29, 179–190. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.022>
- Lauf, S., Haase, D. and Kleinschmit, B. 2014. Linkages between ecosystem services provisioning, urban growth and shrinkage – A modeling approach assessing ecosystem service. *Ecological Indicators*, 42, 73–94. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.01.028>
- Law, N.L. 2014. PhD. Center for Watershed Protection Inc. Chesapeake Bay Program Sediment Reduction and Stream Restoration Analysis Coordinator June 9.
- Lee, J. G., Selvakumar, A., Alvi, K., Riverson, J., Zhen, J. X., Shoemaker, L. and Lai, F. 2012. A Watershed-Scale Design Optimization Model for Stormwater Best Management Practices. *Environmental Modelling & Software* 37 (2012) 6-18.
- Lehmann, I., Mathey, J., Rößler, S., Bräuer, A. and Goldberg, V. 2014. Urban vegetation structure types as a methodological approach for identifying ecosystem services – Application to the analysis of micro-climatic effects. *Ecological Indicators*, 42, 58–72. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.02.036>
- Lepczyk, C.A., Lortie, C.J. and Anderson, L.J. 2008. An ontology for landscapes. *Ecological Complexity*, 5 (3), 272–279.
- Liquete C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B., and Zulian, G. 2015. Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study. *Environmental Science & Policy*, 54, 268–280. <http://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.009>
- Manson, S.M. 2001. Simplifying complexity: a review of complexity theory. *Geoforum* 32, 405–14.
- Manson, S. M., Sun, S. and Bonsal, D. 2012. *Agent-Based Modeling and Complexity*. Chapter 7. Heppenstall, A., J., Crooks, A., T., See, L., M., Batty, M., (Editors). *Agent-Based Models of Geographical Systems*. ISBN 978-90-481-8926-7 e-ISBN 978-90-481-8927-4, DOI 10.1007/978-90-481-8927-4, Springer Dordrecht Heidelberg London New York.

- Matlock, M. D. and Morgan, R.A. 2011. "Ecological Engineering Design", Restoring and Conserving Ecosystem Services, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- McElvaney, S. 2013. City Engine, Procedural Modeling and Geodesign , ESRI, Redlands, California, USA.
- McElvaney, S. 2012. Geodesign, Case Studies in Regional and Urban Planning, ESRI, Redlands, California, USA.
- Mc Farlane, C., 2011. 'Assemblage and critical urbanism', City 15(2), 204–224.
- McHarg, I. 1969. Design with Nature. Turtleback Books, 1 Şub 1995 - 197 sayfa, https://books.google.com.tr/books/about/Design_With_Nature.html?id=4ACdPwAACAAJ&redir_esc=y
- McRae, BH., Hall, SA., Beier, P., Theobald, DM. 2012. Where to Restore Ecological Connectivity? Detecting Barriers and Quantifying Restoration Benefits. PLoS ONE 7(12): e52604. doi:10.1371/journal.pone.0052604
- Meentemeyer, R. K., Tang, W., Dorning, M. A., Vogler, J. B., Nik, J. and Cunniffe, N. J. 2013. FUTURES : Multilevel Simulations of Emerging Urban – Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, (August 2013), 37–41. doi:10.1080/00045608.2012.707591
- Morse, W. C., McLaughlin, W. J., Wulfhorst, J. D. and Harvey, C. 2011. Social ecological complex adaptive systems: a framework for research on payments for ecosystem services. Urban Ecosystems, 16(1), 53–77. <http://doi.org/10.1007/s11252-011-0178-3>
- Muir, L. 2010. "Mapping Landscape Urbanism", Master of Landscape Architecture, the Faculty of Graduate of the University of Manitoba.
- Nassauer, J.I. 2012. Landscape as medium and method for synthesis in urban ecological design. Perspective Essay, Landscape and Urban Planning 106 (2012) 221– 229.
- Nassauer, J., I. and Opdam, C. P. 2008. "Design in science: extending the landscape ecology paradigm", Landscape Ecol (2008), 23:633–644.
- Newell, J.P., Seymour, M., Yee, T., Renteria, J., Longcore, T., Wolch, J.R. and Shishkovsky A. 2013. Green Alley Programs: Planning for a sustainable urban infrastructure, Cities 31 144–155.
- Nijhuis, S., Jauslin, D. and Vries, C. 2012. Flowscapes, Infrastructure as landscape, Landscape as infrastructure, Graduatın lab. Landscape architecture, Delf University of Thecnology Faculty of Architecture, Department of Urbanism, and Semester guide MSC 3&4.

- Niemelä, J., Jürgen H., Breuste, T., Elmqvist, G. G., Philip J. and Nancy E. McIntyre 2011. *Urban Ecology, Pattern, Processes, and Applications*. Oxford University Press. New York.
- Novotny, V., Ahern, J. and Brown, P. 2010. *Water Centric Sustainable Communities: Planning, Retrofitting and Building the Next Urban Environment*. Wiley, <http://site.ebrary.com/id/10419116?ppg=3>, New Jersey, USA.
- Pahl-Wostl, C., Kabat, P. and Möltgen, J. 2008. *Adaptive and Integrated Water Management: Coping with Complexity and Uncertainty*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, USA.
- Papadimitriou, F. 2012. Landscapes The Algorithmic Complexity of Landscapes, (May 2013), 37–41.
- Papadimitriou, F. 2013. Mathematical modelling of land use and landscape complexity with ultrametric topology, *Journal of Land Use Science*, <http://dx.doi.org/10.1080/1747423X.2011.637136>
- Parker, D.C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffmann, M. J. and Deadman, P. 2003. Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 2003, pp. 314–337.
- Parrott, L. and Meyer, W. S. 2012. Future landscapes: managing within complexity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(7), 382–389. doi:10.1890/110082
- Pickett, S., Cadenasso, M. and McGrath, B. 2013. Resilience in Ecology and Urban Design. *Springer*, 3, 269–287. <http://doi.org/10.1007/978-94-007-5341-9>
- Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L. and Grove, J. M. 2004. Resilient cities: Meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 369–384. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035>
- Popov, N. 2010. Generative urban design with Cellular Automata and Agent Based Modelling. 44th Annual Conference of the Architectural Science Association, ANZAScA 2010, Unitec Institute of Technology.
- Portugali, J. 2001. 2000. *Self-organization and the city*. Berlin: Springer.
- Radford, K. G. and James, P. 2013. Landscape and Urban Planning Changes in the value of ecosystem services along a rural – urban gradient : A case study of Greater Manchester , UK. *Landscape and Urban Planning*, 109(1), 117–127. doi:10.1016/j.landurbplan.2012.10.007
- Reggiani, A. and Nijkamp, P. 2009. *Complexity and Spatial Networks: In Search of Simplicity*; Springer-Verlag: Heidelberg, DE, pp 33?49.
- Rico, E. and Liabres, E. 2012. Territorialism: Releational urban strategies for the design of the cities. www.berlage-institutue.gl. Erişim Tarihi: 30/3/2012.

- Ryan, J. G., Ludwig, J. A. and Mcalpine, C. A. 2007. Complex adaptive landscapes (CAL): A conceptual framework of multi-functional, non-linear ecohydrological feedback systems. *Review. Ecological complexity* 4 113 – 127.
- Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C. and Rodríguez-freire, M. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends : Application to European forests (1990 – 2000). *Ecological Indicators*, 11(2), 407–416. doi:10.1016/j.ecolind.2010.06.011
- Saura S, Pascual-Hortal L (2007) A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape Urban Plan* 83:91–103
- Schäffler, A. and Swilling, M. 2012. Valuing Green Infrastructure in an Urban Environment under Pressure — the Johannesburg Case. *Ecological Economics* www.elsevier.com/locate/ecocon.
- Schumacher, P. 2009. Parametricism—A New Global Style for Architecture and Urban Design, In Leach, N. and Castle, H. (eds.), *AD Architectural Design: Digital Cities*, Vol. 79(4).
- Shirk, A.J., and B.H. McRae. 2013. *Gnarly Landscape Utilities: Core Mapper User Guide*. The Nature Conservancy, Fort Collins, CO. Available at: <http://www.circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities>.
- Serengil, Y., Uzun, A., Sengönül, K., Erdem, N., İnan, M., Kindap, T., Randhir, T. 2014. Sürdürülebilir arazi planlama çalışmalarını destekleyecek bir iklim değişikliği-ekosistem hizmetleri yazılımının geliştirilmesi. TUBİTAK- ÇAYDAG 2012, Proje No: 112Y096. <http://ekosistem.sinerjisoft.com.tr/ekosistempanel/toprakkoruma>
- Shirk, A.J. and McRae, B.H. 2013. *Gnarly Landscape Utilities: Core Mapper User Guide*. The Nature Conservancy, Fort Collins, CO. Available at: <http://www.circuitscape.org/gnarly-landscape-utilities>.
- Singleton, P. H. and McRae, B. H. 2013. Assessing habitat connectivity. *Conservation Planning: Shaping the Future*, (January 2013), 245–270. doi:10.13140/2.1.3905.7607
- Soille, P. and Vogt, P. 2009. Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern Recognition Letters*, 30(4), 456–459. doi:10.1016/j.patrec.2008.10.015
- Spatari, S., Yu, Z. and Montalto, F. A. 2011. Life Cycle Implications of Urban Green Infrastructure. *Environmental Pollution* 159 2174-2179. www.elsevier.com/locate/envpol.
- Steiner, F. 2014. Frontiers in urban ecological design and planning research. *Landscape & Urban Planning*, 125, 304–311.
- Steiner, F. 2011. “Landscape ecological urbanism: Origins and trajectories”, *Landscape and Urban Planning*, Volume 100, Issue 4, 30 April 2011, pp. 333–337.

- Steiner, F. 2004. Urban human ecology. *Urban Ecosystems*, 7, 179–197. <http://doi.org/10.1023/B:UECO.0000044035.22316.d1>
- Steinitz, C. 2012. *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Esri Press, Redlands.
- Steinitz, H.M.A., Rojo, S., Bassett, M., Flaxman, T., Goode, T., Maddock III, D., Mouat, R., Peiser, A. and Shearer, 2003. *Alternative Futures for Changing Landscapes: The Upper San Pedro River Basin in Arizona and Sonora* Island Press, Washington, DC
- Sudeikat, J., Steghöfer, J.-P., Seebach, H., Reif, W., Renz, W., Preisler, T. and Salchow, P., 2012. On the combination of top-down and bottom-up methodologies for the design of coordination mechanisms in self-organising systems. *Information and Software Technology* 54 (2012) 593–607.
- Tiana, G., Ouyangc, Y., Quana, Q. and Wub, J. 2011. Simulating spatiotemporal dynamics of urbanization with multi-agent systems—A case study of the Phoenix metropolitan region, USA *Ecological Modelling* 222 1129–1138.
- Tomaselli, V., Dimopoulos, P., Marangi, C., Kallimanis, A. S., Adamo, M., Tarantino, C. and Blonda, P. 2013. Translating land cover/land use classifications to habitat taxonomies for landscape monitoring: A Mediterranean assessment. *Landscape Ecology*, 28(5), 905–930. doi:10.1007/s10980-013-9863-3
- Tracey, J. A., Bevins, S. N., VandeWoude, S., and Crooks, K. R. 2014. An agent-based movement model to assess the impact of landscape fragmentation on disease transmission. *Ecosphere*, 5(September), 1–24. <http://doi.org/10.1890/ES13-00376.1>
- Tuna, Z. 2013. Sarıyer-Fener yolu yaban hayatı geliştirme sahası'nın küçük memeli türleri adlı yüksek lisans tezi. İstanbul Üni. Orman Fak. Fen Bilimleri Ens., Bahçeköy, İstanbul.
- Van Ginkel, H. 2008. Urban future. The cities of the developing world are spectacularly ill-prepared for the explosion in urban living. *Nature*, 456, 32–33.
- Vogt, P., Ferrari, J. R., Lookingbill, T. R., Gardner, R. H., Riitters, K. H. and Ostapowicz, K. 2009. Mapping functional connectivity, 9, 64–71. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.01.011>
- Vymazal, J. 2007. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. *Science of the Total Environment, Contaminants in Natural and Constructed Wetlands: Pollutant Dynamics and Control Wetland Pollution Control Special Issue, Volume 380, Issues 1-3, 15 July 2007. Pages 48-65.*
- Wainwright, J. and Millington, J. D. A. 2010. Mind, the gap in landscape-evolution modelling. *Earth Surface Processes and Landforms* 35, 842–855, Wiley InterScience, (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/esp.2008.

- Waldheim C. 2006. *The Landscape Urbanism Reader*, Princeton Architectural Press, New York
- Wang, L., Wang, W. D., Gong, Z. G., Liu, Y. L. and Zhang, J. J. 2006. Integrated Management of Water and Ecology in The Urban Area of Laoshan District, Qingdao, China. *Ecological engineering* 27 79–83. www.sciencedirect.com.
- Wolfram, S. 2002. *A New Kind of Science*. Wolfram Media, Inc., ISBN 1-57955-008-8.
- Wolfram, S. 1983. Statistical Mechanics of Cellular Automata. *Rev. Mod. Phys.* 55, 601-644.
- Wu, J. 2014. Landscape and Urban Planning Urban ecology and sustainability : The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209–221. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>
- Wu, N., & Silva, E. A. (2010). *Urban Land Dynamics : A Review*. Sage Journals, <http://doi.org/10.1177/0885412210361571>
- Yılmaz, Ö. 2015. 1980 sonrası İstanbul’da kent merkezi dışında oluşan konut alanlarının gelişim sürecinin incelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Xie, Y., Batty, M., and Zhao, K. 2007. Simulating Emergent Urban Form Using Agent-Based Modelling: Desakota in the Suzhou-Wuxian Region in China. *Annals of the Association of American Geographers*, Volume 97, Issue 3 September 2007, Pages 477–495, DOI: 10.1111/j.1467-8306.2007.00559.x
- Yang, L., Zhang, L., Li, Y. and Wu, S. 2015. Landscape and Urban Planning Water-related ecosystem services provided by urban green space : A case study in Yixing City (China). *Landscape and Urban Planning*, 136, 40–51. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.11.016>
- Yuan, G. and Ru, Y. H. 2011. Study on Planning of Urban Infrastructure Based on Ecologized Landscape Design. *International Conference on Power Electronics and Engineering Application*, *Procedia Engineering* 23 498 – 503.

EKLER

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler

Düzey 1	Düzey 2	Düzey 3	Arazi örtüsü tipleri	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%		
A 1 Karasal Başlıca Vegetasyon Alanları	A 11 Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar	Aktif Alanlar	Yeşil	Bitki Örtüsü	Aktif Yeşil Alan-1	33	1,31	0,03	
					Aktif Yeşil Alan-2	83	8,52	0,20	
					Aktif Yeşil Alan-3	174	10,06	0,24	
					Aktif Yeşil Alan-4	51	3,17	0,07	
					Çalılık	1	0,10	0,00	
					Otsu Vegetasyon	2	0,39	0,01	
					Sık Ağaçlık	1	0,09	0,00	
			Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	12	0,21	0,00		
			Geçirimsiz Yüzeyler	4. Derece Yol	5	0,11	0,00		
				Otopark	11	0,37	0,01		
				Sert Zemin	252	4,06	0,10		
				Yapay Su Ögeleri	36	1,01	0,02		
				Yapılar	89	0,20	0,00		
		Yaya Bölgeleri		67	2,48	0,06			
		Pasif Alanlar	Yeşil	Bitki Örtüsü	Çalılık	2	0,10	0,00	
					Otsu Vegetasyon	8	0,85	0,02	
					Pasif Yeşil Alan-1	69	9,52	0,22	
					Pasif Yeşil Alan-2	101	13,26	0,31	
					Pasif Yeşil Alan-3	98	9,28	0,22	
					Pasif Yeşil Alan-4	73	4,54	0,11	
					Seyrek Ağaçlık	10	1,94	0,05	
					Seyrek Vegetasyon	4	0,51	0,01	
					Sık Ağaçlık	12	2,60	0,06	
					Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	1	0,03	0,00
							Toprak Yol	3	0,22
					Geçirimsiz Yüzeyler	4. Derece Yol	4	0,06	0,00
						Sert Zemin	68	0,40	0,01
						Yapay Su Ögeleri	15	0,12	0,00
						Yapılar	105	0,33	0,01
						Yaya Bölgeleri	12	0,34	0,01
					Rekreasyon Alanları	Bitki Örtüsü	Bahçe 2	1	0,03
		Çalılık	1	0,13			0,00		
		Otsu Vegetasyon	1	1,60			0,04		
		Pasif Yeşil Alan-2	1	0,37			0,01		
		Pasif Yeşil Alan-3	7	0,59			0,01		
		Pasif Yeşil Alan-4	4	0,26			0,01		
		Seyrek Ağaçlık	3	0,15			0,00		
		Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	2	0,34	0,01			

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler (devam)

Düzey 1	Düzey 2	Düzey 3	Arazi örtüsü tipleri	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	
A 1 Karasal Başlıca Vejetasyon Alanları	A 11 Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar	Rekreasyon Alanları	Geçirimsiz Yüzeyler	4. Derece Yol	1	0,11	0,00	
				Sert Zemin	16	0,54	0,01	
				Yapay Su Ögeleri	3	0,01	0,00	
				Yapılar	50	0,21	0,00	
		Tarımsal Üretim Alanları	Bitki Örtüsü	Bağ Bahçe	90	12,28	0,29	
				Bahçe 1	6	0,21	0,00	
				Bahçe 2	12	0,75	0,02	
				Bahçe 3	8	1,62	0,04	
				Bahçe 4	2	0,15	0,00	
				Çalılık	29	2,53	0,06	
				Ekili Alanlar	190	107,61	2,52	
				Fidanlık	34	4,22	0,10	
				Meyve Bahçeleri	25	7,94	0,19	
				Otsu Vejetasyon	150	43,87	1,03	
				Sera Alanları	79	1,99	0,05	
				Seyrek Ağaçlık	15	1,17	0,03	
				Seyrek Vejetasyon	72	12,81	0,30	
				Sık Ağaçlık	5	0,13	0,00	
				Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	15	0,56	0,01
					Geçici Göller	4	0,05	0,00
					Hafriyat Alanı	2	0,21	0,00
					Orman Yolu	1	0,26	0,01
		Toprak Yol	76		3,11	0,07		
		Geçirimsiz Yüzeyler	4. Derece Yol	5	0,30	0,01		
			Sert Zemin	44	0,24	0,01		
			Yapay Su Ögeleri	20	0,05	0,00		
			Yapılar	364	1,85	0,04		
		Mezarlıklar	Bitki Örtüsü	Çalılık	2	1,04	0,02	
				Pasif Yeşil Alan-1	80	11,48	0,27	
				Pasif Yeşil Alan-2	94	5,81	0,14	
				Pasif Yeşil Alan-3	102	5,60	0,13	
			Pasif Yeşil Alan-4	207	15,89	0,37		
			Geçirimsiz Yüzeyler	4. Derece Yol	2	6,39	0,15	
				Otopark	1	0,02	0,00	
				Sert Zemin	184	1,62	0,04	
				Yapılar	18	0,06	0,00	
				Yaya Bölgeleri	51	6,00	0,14	

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler (devam)

Düzey 1	Düzey 2	Düzey 3	Arazi örtüsü tipleri	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%
A 1 Karasal Başlıca Vejetasyon Alanları	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Bitki Örtüsü	Bağ Bahçe	4	0,71	0,02
				Bahçe 1	4	0,26	0,01
				Bahçe 2	3	0,09	0,00
				Bahçe 3	3	0,25	0,01
				Bahçe 4	1	0,08	0,00
				Çalılık	145	53,46	1,25
				Geniş Yapraklı Ormanlar	299	1549,83	36,30
				İğne Yapraklı Ormanlar	273	526,99	12,34
				Otsu Vejetasyon	136	14,27	0,33
				Pasif Yeşil Alan-1	4	0,13	0,00
				Pasif Yeşil Alan-2	1	0,02	0,00
				Pasif Yeşil Alan-3	2	0,33	0,01
				Pasif Yeşil Alan-4	1	0,14	0,00
				Seyrek Ağaçlık	38	10,54	0,25
			Seyrek Vejetasyon	204	41,34	0,97	
			Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	66	7,82	0,18
				Dere Yatakları	1	0,02	0,00
				Geçici Göller	9	1,04	0,02
				Göller	1	0,24	0,01
				Orman Yolu	261	25,03	0,59
				Toprak Yol	17	0,87	0,02
			Geçirimsiz Yüzeyler	1. Derece Yol	7	0,01	0,00
				4. Derece Yol	3	0,13	0,00
				Sert Zemin	28	0,14	0,00
		Yapay Su Öğeleri		12	0,08	0,00	
		Yapılar		83	0,34	0,01	
		Orman Toprağı	Bitki Örtüsü	Bağ Bahçe	1	0,22	0,01
				Bahçe 2	1	0,06	0,00
				Bahçe 3	2	0,05	0,00
				Bahçe 4	6	0,14	0,00
				Çalılık	55	18,89	0,44
				Ekili Alanlar	2	0,08	0,00
Geniş Yapraklı Ormanlar	5			0,45	0,01		
İğne Yapraklı Ormanlar	9			2,09	0,05		
Otsu Vejetasyon	56			16,79	0,39		
Pasif Yeşil Alan-1	1			0,02	0,00		
Pasif Yeşil Alan-2	4	0,29	0,01				

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler (devam)

Düzey 1	Düzey 2	Düzey 3	Arazi örtüsü tipleri	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	
A 1 Karasal Başlıca Vejetasyon Alanları	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Toprağı	Bitki Örtüsü	Pasif Yeşil Alan-4	7	0,50	0,01	
				Seyrek Ağaçlık	27	11,84	0,28	
				Seyrek Vejetasyon	73	46,99	1,10	
				Sık Ağaçlık	9	0,32	0,01	
			Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	25	3,58	0,08	
				Geçici Göller	2	0,03	0,00	
				Orman Yolu	27	3,50	0,08	
				Taşlık - Kayalık	1	0,10	0,00	
			Geçirimsiz Yüzeyler	Toprak Yol	13	1,10	0,03	
				4. Derece Yol	2	0,05	0,00	
				Otopark	2	0,86	0,02	
				Sert Zemin	37	0,30	0,01	
				Yapay Su Ögeleri	5	0,45	0,01	
			Özel Ormanlar	Bitki Örtüsü	Yapılar	78	0,42	0,01
					Bahçe 1	3	0,09	0,00
		Bahçe 2			11	0,46	0,01	
		Bahçe 3			6	0,26	0,01	
		Bahçe 4			1	0,06	0,00	
		Çalılık			11	1,83	0,04	
		Geniş Yapraklı			12	50,38	1,18	
		İğne Yapraklı			4	2,91	0,07	
		Otsu Vejetasyon			18	1,73	0,04	
		Pasif Yeşil Alan-1			2	0,27	0,01	
		Pasif Yeşil Alan-2			3	0,25	0,01	
		Pasif Yeşil Alan-3			1	0,09	0,00	
		Pasif Yeşil Alan-4			1	0,01	0,00	
		Seyrek Ağaçlık			5	2,24	0,05	
		Seyrek Vejetasyon			26	5,37	0,13	
		Sık Ağaçlık			3	0,81	0,02	
		Çıplak Yüzeyler			Çıplak Toprak	2	0,14	0,00
			Orman Yolu	5	0,64	0,02		
			Toprak Yol	3	0,07	0,00		
		Geçirimsiz Yüzeyler	3. Derece Yol	1	0,01	0,00		
			4. Derece Yol	3	1,26	0,03		
			Otopark	9	0,27	0,01		
			Sert Zemin	40	0,28	0,01		
			Yapay Su Ögeleri	1	0,04	0,00		
			Yapılar	48	1,13	0,03		
			Yaya Bölgeleri	15	0,33	0,01		

EK 1 Düzey 1-2-3-4 Arazi Örtüsüne İlişkin Sayısal Değerler (devam)

Düzey 1	Düzey 2	Düzey 3	Arazi örtüsü tipleri	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%
A 1 Karasal Başlıca Vejetasyon Alanları	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Doğal Vejetasyon	Bitki Örtüsü	Bahçe 4	7	0,20	0,00
				Çalılık	174	25,89	0,61
				Geniş Yapraklı	1	0,32	0,01
				Otsu Vejetasyon	152	26,56	0,62
				Seyrek Ağaçlık	100	25,52	0,60
				Seyrek Vejetasyon	204	43,35	1,02
				Sık Ağaçlık	151	41,10	0,96
			Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	4	0,12	0,00
				Geçici Göller	2	0,02	0,00
				Toprak Yol	35	2,03	0,05
			Geçirimsiz Yüzeyler	3. Derece Yol	1	0,07	0,00
				4. Derece Yol	4	0,13	0,00
				Otopark	1	0,01	0,00
				Sert Zemin	28	0,16	0,00
				Yapay Su Ögeleri	4	0,01	0,00
		Yapılar	70	0,28	0,01		
		Kalıntı Vejetasyon	Bitki Örtüsü	Çalılık	173	21,06	0,49
				İğne Yapraklı	1	0,04	0,00
				Otsu Vejetasyon	491	97,25	2,28
				Sera Alanları	1	0,01	0,00
				Seyrek Ağaçlık	113	11,77	0,28
				Seyrek Vejetasyon	257	33,37	0,78
			Sık Ağaçlık	67	14,88	0,35	
			Çıplak Yüzeyler	Çıplak Toprak	11	0,06	0,00
				Geçici Göller	1	0,04	0,00
				Toprak Yol	54	1,58	0,04
			Geçirimsiz Yüzeyler	Sert Zemin	58	0,29	0,01
				Yapay Su Ögeleri	6	0,07	0,00
				Yapılar	247	0,78	0,02
			Yaya Bölgeleri	2	0,01	0,00	
			Kumul Vejetasyonu	Bitki Örtüsü	Kumul Vejetasyonu	4	1,56
		Otsu Vejetasyon			1	0,02	0,00
		Geçirimsiz Yüzeyler		Sert Zemin	3	0,02	0,00
				Yapılar	1	0,01	0,00
		Doğal Vejetasyon (Üniversite Alanı)	Bitki Örtüsü	Çalılık	7	2,76	0,06
				Kumul Vejetasyonu	2	0,02	0,00
				Otsu Vejetasyon	18	19,03	0,45
				Seyrek Ağaçlık	1	0,01	0,00
				Seyrek Vejetasyon	17	9,82	0,23
				Sık Ağaçlık	1	0,10	0,00
			Çıplak	Toprak Yol	8	0,01	0,00
				4. Derece Yol	12	0,15	0,00
Geçirimsiz Yüzeyler	Sert Zemin		4	0,13	0,00		
	Yapay Su Ögeleri		1	0,04	0,00		
Yapılar	5	0,02	0,00				

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 11 Aktif Yeşil Alanlar 5,97 ha	4. Derece Yol 0,03 ha	Çalılık	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,02
	Aktif Yeşil Alanlar-1	Seyrek Ağaçlık	0,05
	Aktif Yeşil Alanlar-2 1 ha	Otsu Vejetasyon	0,68
		Seyrek Ağaçlık	0,02
		Sık Ağaçlık	0,31
	Aktif Yeşil Alanlar-3 2,51 ha	Çalılık	0,90
		Çıplak Toprak	0,17
		Otsu Vejetasyon	0,38
		Seyrek Ağaçlık	0,32
		Seyrek Vejetasyon	0,31
		Sık Ağaçlık	0,43
	Aktif Yeşil Alanlar-4 0,75 ha	Bağ Bahçe	0,03
		Çalılık	0,03
		Ekili Alanlar	0,10
		Otsu Vejetasyon	0,14
		Seyrek Ağaçlık	0,04
		Seyrek Vejetasyon	0,05
		Sık Ağaçlık	0,35
	Çıplak Toprak 0,06 ha	Çalılık	0,02
		Otsu Vejetasyon	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,00
		Sık Ağaçlık	0,03
	Otopark	Çalılık	0,07
	Sert Zemin ha 0,89	Bağ Bahçe	0,00
		Çalılık	0,19
		Çıplak Toprak	0,07
		Ekili Alanlar	0,13
		Otsu Vejetasyon	0,12
		Seyrek Ağaçlık	0,04
		Seyrek Vejetasyon	0,05
		Sık Ağaçlık	0,29
Yapay Su Öğeleri 0,03 ha	Ekili Alanlar	0,02	
	Seyrek Ağaçlık	0,00	
Yapılar ha 0,03	Bağ Bahçe	0,00	
	Çıplak Toprak	0,00	
	Otsu Vejetasyon	0,00	
	Seyrek Ağaçlık	0,01	
	Sık Ağaçlık	0,01	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 11 Aktif Yeşil Alanlar 5,97 ha	Yaya Bölgeleri 0,55 ha	Çalılık	0,05
		Ekili Alanlar	0,10
		Otsu Vejetasyon	0,05
		Seyrek Ağaçlık	0,07
		Seyrek Vejetasyon	0,14
		Sık Ağaçlık	0,14
A 11 Pasif Yeşil Alanlar 3,95 ha	4. Derece Yol 0,01 ha	Ekili Alanlar	0,00
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,01
	Çalılık	0,08	
	Otsu Vejetasyon	0,04	
	Pasif Yeşil Alanlar-2 0,46 ha	Çalılık	0,09
		Çıplak Toprak	0,06
		Ekili Alanlar	0,03
		Otsu Vejetasyon	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,28
	Pasif Yeşil Alanlar-3 1,95 ha	Çalılık	0,12
		Ekili Alanlar	0,14
		Fidanlık	0,37
		Otsu Vejetasyon	0,98
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,06
		Seyrek Ağaçlık	0,13
		Seyrek Vejetasyon	0,15
	Pasif Yeşil Alanlar-4 1,25 ha	Çalılık	0,03
		Ekili Alanlar	1,05
		Otsu Vejetasyon	0,10
		Seyrek Ağaçlık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,04
		Sık Ağaçlık	0,02
	Sert Zemin ha 0,04	Otsu Vejetasyon	0,04
		Seyrek Vejetasyon	0,00
	Seyrek Vejetasyon 0,05 ha	Pasif Yeşil Alanlar-1	0,03
		Sık Ağaçlık	0,02
	Yapılar ha 0,07	Çıplak Toprak	0,00
		Ekili Alanlar	0,01
Otsu Vejetasyon		0,00	
Seyrek Vejetasyon		0,06	
A 11 Rekreasyon Alanları 1,06 ha	4. Derece Yol	Ekili Alanlar	0,11
	Bahçe 2	Çalılık	0,03

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)	
A 11 Rekreasyon Alanları 1,06 ha	Çıplak Toprak 0,34 ha	Ekili Alanlar	0,19	
		Seyrek Ağaçlık	0,15	
	Pasif Yeşil Alanlar-4	Çalılık 0,39 ha		0,06
				0,33
	Sert Zemin 0,33 ha	Ekili Alanlar	0,00	
	Seyrek Ağaçlık	Çalılık ha 0,14		0,12
	Yapay Su Öğeleri			0,00
	Yapılar 0,07 ha			0,02
		Ekili Alanlar	0,06	
A 11 Tarımsal Üretim Alanları 7,24 ha	Bağ Bahçe 0,81 ha	Çalılık	0,17	
		Ekili Alanlar	0,54	
		Seyrek Vejetasyon	0,09	
		Sık Ağaçlık	0,01	
	Çıplak Toprak 0,39 ha	Çalılık	0,04	
		Otsu Vejetasyon	0,35	
	Ekili Alanlar 2,26 ha	Çalılık	0,45	
		Otsu Vejetasyon	1,13	
		Seyrek Ağaçlık	0,03	
		Seyrek Vejetasyon	0,65	
	Fidanlık	Ekili Alanlar	0,25	
	Otsu Vejetasyon ha 2,63	Bağ Bahçe	2,32	
		Meyve Bahçeleri	0,05	
		Seyrek Ağaçlık	0,20	
		Seyrek Vejetasyon	0,07	
	Sera Alanları	Bağ Bahçe	0,37	
	Sert Zemin	Ekili Alanlar	0,03	
	Seyrek Ağaçlık	Sık Ağaçlık	0,07	
	Seyrek Vejetasyon 0,15 ha	Çalılık	0,05	
		Sık Ağaçlık	0,10	
	Toprak Yol 0,04 ha	Çalılık	0,03	
		Seyrek Vejetasyon	0,01	
	Yapılar 0,23 ha	Bağ Bahçe	0,02	
Çalılık		0,01		
Ekili Alanlar		0,15		
Otsu Vejetasyon		0,06		
Seyrek Vejetasyon		0,00		
Sık Ağaçlık		0,00		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 12 Orman Alanları 24,73 ha	Çalılık 0,23 ha	İğne Yapraklı Ormanlar	0,17
		Sık Ağaçlık	0,06
	Çıplak Toprak 3,73 ha	Çalılık	0,33
		İğne Yapraklı Ormanlar	2,80
		Otsu Vejetasyon	0,04
		Seyrek Ağaçlık	0,02
		Seyrek Vejetasyon	0,52
		Sık Ağaçlık	0,01
	İğne Yapraklı Ormanlar	Seyrek Ağaçlık	0,39
	Orman Yolu	İğne Yapraklı Ormanlar	0,03
	Otsu Vejetasyon ha 2,65	Çalılık	0,19
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,20
		İğne Yapraklı Ormanlar	1,72
		Seyrek Ağaçlık	0,30
		Seyrek Vejetasyon	0,17
		Sık Ağaçlık	0,07
	Pasif Yeşil Alanlar-3	Çalılık	0,00
	Sert Zemin	İğne Yapraklı Ormanlar	0,01
	Seyrek Ağaçlık	Sık Ağaçlık	0,10
	Seyrek Vejetasyon 17,19 ha	Geniş Yapraklı Ormanlar	0,02
İğne Yapraklı Ormanlar		16,88	
Seyrek Ağaçlık		0,25	
Sık Ağaçlık		0,04	
Toprak Yol 0,41 ha	İğne Yapraklı Ormanlar	0,36	
	Seyrek Ağaçlık	0,00	
	Seyrek Vejetasyon	0,05	
Yapılar	İğne Yapraklı Ormanlar	0,00	
A 12 Orman Toprağı 8,04 ha	4. Derece Yol	Otsu Vejetasyon	0,00
	Bahçe 3	Çalılık 0,20 ha	0,03
	Bahçe 4		0,07
	Çıplak Toprak 3,02 ha		0,10
	Orman Yolu 0,31 ha	Seyrek Vejetasyon	2,92
		Otsu Vejetasyon	0,02
	Otsu Vejetasyon 3,47 ha	Seyrek Vejetasyon	0,29
		Çalılık	0,78
		İğne Yapraklı Ormanlar	0,14
	Pasif Yeşil Alanlar-2	Seyrek Vejetasyon 2,60 ha	2,55
		0,05	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 12 Orman Toprağı 8,04 ha	Sert Zemin 0,11 ha	Çalılık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,10
	Seyrek Vejetasyon	Seyrek Ağaçlık	0,15
	Toprak Yol	Seyrek Vejetasyon	0,78
	Yapılar 0,05 ha	Çalılık	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,00
Seyrek Vejetasyon		0,03	
A 12 Özel Ormanlar 0,87 ha	Otsu Vejetasyon 0,09 ha	Çalılık	0,05
		Ekili Alanlar	0,01
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,04
		Sık Ağaçlık	0,00
	Pasif Yeşil Alanlar-4	Otsu Vejetasyon	0,01
	Seyrek Vejetasyon 0,77 ha	Çalılık	0,03
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,74
Yapılar	Otsu Vejetasyon 0,08 ha	0,00	
3. Derece Yol		0,07	
4. Derece Yol 0,13 ha		0,00	
Bahçe 4 ha 0,20	Sık Ağaçlık	0,12	
	Otsu Vejetasyon	0,02	
Çalılık 2,92 ha	Sık Ağaçlık	0,18	
	İğne Yapraklı Ormanlar	0,03	
	Otsu Vejetasyon	0,93	
Çıplak Toprak 0,10 ha	Seyrek Ağaçlık	1,95	
	Seyrek Vejetasyon	0,06	
Otsu Vejetasyon 1,59 ha	Sık Ağaçlık	0,04	
	Çalılık	0,29	
	Seyrek Ağaçlık	0,11	
	Seyrek Vejetasyon	1,10	
Pasif Yeşil Alanlar-3	Sık Ağaçlık 0,09 ha	0,08	
		0,00	
Sert Zemin 0,09 ha	Otsu Vejetasyon	0,01	
	Seyrek Vejetasyon	0,00	
Seyrek Ağaçlık	Sık Ağaçlık 0,13 ha	0,07	
		0,06	
Seyrek Vejetasyon 0,14 ha	Bağ Bahçe	0,04	
	Çalılık	0,03	
	Sık Ağaçlık	0,06	
Yapay Su Öğeleri	Sık Ağaçlık 0,07 ha	0,00	
		0,00	
Yapılar 0,13 ha	Otsu Vejetasyon	0,01	
	Seyrek Vejetasyon	0,02	
	Sık Ağaçlık	0,10	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 12 Kalıntı Vejetasyon 23,89 ha	3. Derece Yol	Otsu Vejetasyon	0,00
		Seyrek Ağaçlık 0,66 ha	0,00
	Çalılık ha 1,06	Sık Ağaçlık	0,66
		Sık Ağaçlık	0,40
	Çıplak Toprak 0,01 ha	Seyrek Ağaçlık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,01
	Otsu Vejetasyon 16,36 ha	Bağ Bahçe	1,32
		Çalılık	3,20
		Ekili Alanlar	4,85
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,02
		Pasif Yeşil Alanlar-2	1,18
		Seyrek Ağaçlık	1,42
		Seyrek Vejetasyon	3,76
		Sık Ağaçlık	0,60
	Sert Zemin 0,04 ha	Çalılık	0,01
		Ekili Alanlar	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,02
		Seyrek Vejetasyon	0,00
	Seyrek Ağaçlık	Sık Ağaçlık	1,08
	Seyrek Vejetasyon ha 4,82	Bağ Bahçe	0,01
		Çalılık	3,00
		Otsu Vejetasyon	0,47
		Seyrek Ağaçlık	1,09
		Sık Ağaçlık	0,26
	Toprak Yol 0,41 ha	Çalılık	0,05
		Otsu Vejetasyon	0,27
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,00
		Seyrek Ağaçlık	0,03
		Seyrek Vejetasyon	0,06
	Yapılar 0,11 ha	Bağ Bahçe	0,01
Çalılık		0,02	
Ekili Alanlar		0,00	
Otsu Vejetasyon		0,01	
Seyrek Ağaçlık		0,03	
Seyrek Vejetasyon		0,04	
Sık Ağaçlık		0,00	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
A 24 Sucul Vejetasyon 3,25 ha	Çalılık ha 0,04	Seyrek Ağaçlık	0,02
		Sık Ağaçlık	0,02
	Çıplak Toprak	Ekili Alanlar	0,00
	Otsu Vejetasyon 1,73 ha	Çalılık	1,33
		Seyrek Vejetasyon	0,12
		Sık Ağaçlık	0,29
	Seyrek Vejetasyon ha 1,48	Çalılık	0,78
		Seyrek Ağaçlık	0,26
		Sık Ağaçlık	0,44
	Sık Ağaçlık	Seyrek Vejetasyon 0,08 ha	0,00
B 15 DY Kapalı Konut Alanları 98,95 ha	1. Derece Yol		0,08
	3. Derece Yol	Otsu Vejetasyon	0,89
	4. Derece Yol 10,51 ha	Bağ Bahçe	0,11
		Çalılık	0,85
		Çıplak Toprak	1,17
		Ekili Alanlar	1,75
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,04
		Otsu Vejetasyon	4,42
		Seyrek Ağaçlık	0,27
		Seyrek Vejetasyon	1,55
	Sık Ağaçlık	0,36	
	Aktif Yeşil Alanlar-3 0,44 ha	Çalılık	0,02
		Çıplak Toprak	0,42
	Bağ Bahçe 0,09 ha	Çalılık	0,03
		Otsu Vejetasyon	0,00
		Seyrek Ağaçlık	0,06
	Bahçe 1 0,07 ha	Bağ Bahçe	0,06
		Otsu Vejetasyon	0,01
	Bahçe 2 0,21 ha	Bağ Bahçe	0,06
		Çalılık	0,01
		Ekili Alanlar	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,12
	Bahçe 3 9,57 ha	Bağ Bahçe	0,07
Çalılık		0,83	
Çıplak Toprak		2,71	
Ekili Alanlar		1,18	
Geniş Yapraklı Ormanlar		0,57	
Otsu Vejetasyon		2,69	
Seyrek Ağaçlık	0,38		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 DY Kapalı Konut Alanları 98,95 ha	Bahçe 3 9,57 ha	Seyrek Vejetasyon	0,85
		Sık Ağaçlık	0,29
	Bahçe 4 22,21 ha	Bağ Bahçe	0,21
		Çalılık	1,92
		Çıplak Toprak	0,16
		Ekili Alanlar	5,36
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,05
		Otsu Vejetasyon	8,28
		Seyrek Ağaçlık	1,50
		Seyrek Vejetasyon	3,54
		Sık Ağaçlık	1,17
		Çıplak Toprak 15,11 ha	Bağ Bahçe
	Bahçe 1		0,12
	Bahçe 2		0,05
	Çalılık		0,60
	Ekili Alanlar		0,73
	Otsu Vejetasyon		6,96
	Seyrek Ağaçlık		0,10
	Seyrek Vejetasyon		5,82
	Otopark 1,68 ha	Sık Ağaçlık	0,53
		Çalılık	0,09
		Çıplak Toprak	0,23
		Ekili Alanlar	0,91
		Otsu Vejetasyon	0,23
		Seyrek Ağaçlık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,14
	Pasif Yeşil Alanlar-2 0,14 ha	Sık Ağaçlık	0,07
		Otsu Vejetasyon	0,02
		Seyrek Ağaçlık	0,00
	Pasif Yeşil Alanlar-3 0,39 ha	Sık Ağaçlık	0,11
Çalılık		0,02	
Çıplak Toprak		0,12	
Ekili Alanlar		0,04	
Otsu Vejetasyon		0,10	
Seyrek Ağaçlık		0,01	
Seyrek Vejetasyon		0,02	
Pasif Yeşil Alanlar-4 0,68 ha	Sık Ağaçlık	0,07	
	Çalılık	0,08	
	Çıplak Toprak	0,00	
		Ekili Alanlar	0,17

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 DY Kapalı Konut Alanları 98,95 ha	Pasif Yeşil Alanlar-4 0,68 ha	Otsu Vejetasyon	0,40
		Seyrek Ağaçlık	0,00
		Seyrek Vejetasyon	0,01
		Sık Ağaçlık	0,01
	Sert Zemin 11,34 ha	Bağ Bahçe	0,17
		Çalılık	0,76
		Çıplak Toprak	1,40
		Ekili Alanlar	1,98
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,27
		Otsu Vejetasyon	3,81
		Seyrek Ağaçlık	0,51
		Seyrek Vejetasyon	2,10
		Sık Ağaçlık	0,34
		Seyrek Ağaçlık 0,46 ha	Geniş Yapraklı Ormanlar
	Sık Ağaçlık		0,01
	Seyrek Vejetasyon	Seyrek Ağaçlık	0,08
	Sık Ağaçlık	Otsu Vejetasyon	0,01
	Toprak Yol 0,44 ha	Çalılık	0,03
		Otsu Vejetasyon	0,32
		Seyrek Vejetasyon	0,10
	Yapay Su Öğeleri 1,63 ha	Bağ Bahçe	0,02
		Çalılık	0,09
		Çıplak Toprak	0,30
		Ekili Alanlar	0,23
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,08
		Otsu Vejetasyon	0,51
		Seyrek Ağaçlık	0,05
		Seyrek Vejetasyon	0,27
	Sık Ağaçlık	0,08	
	Yapılar 21,82 ha	Bağ Bahçe	0,42
		Çalılık	1,40
Çıplak Toprak		1,44	
Ekili Alanlar		4,07	
Geniş Yapraklı Ormanlar		0,40	
Otsu Vejetasyon		8,20	
Seyrek Ağaçlık		0,96	
Seyrek Vejetasyon		4,05	
Sık Ağaçlık	0,88		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
	Yaya Bölgeleri 1,10 ha	Çalılık	0,28
		Çıplak Toprak	0,12
		Ekili Alanlar	0,24
		Otsu Vejetasyon	0,22
		Seyrek Ağaçlık	0,11
		Seyrek Vejetasyon	0,12
B 15 OY Kapalı Konut Alanları 5,06 ha	4. Derece Yol	Çalılık	0,30
	Bahçe 3	Otsu Vejetasyon	0,06
	Bahçe 4 0,21 ha	Çalılık	0,43
		Otsu Vejetasyon	0,78
	Çıplak Toprak 1,44 ha	Çalılık	0,06
		Seyrek Vejetasyon 1,42 ha	1,39
	Otopark		0,03
	Pasif Yeşil Alanlar-3	Otsu Vejetasyon	0,02
	Sert Zemin ha 0,46	Çalılık	0,05
		Otsu Vejetasyon	0,21
		Seyrek Vejetasyon	0,21
	Yapay Su Öğeleri 0,02 ha	Çalılık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,02
	Yapılar 1,46 ha	Çalılık	0,36
Otsu Vejetasyon		0,73	
Seyrek Vejetasyon		0,36	
Yaya Bölgeleri	Çalılık	0,04	
B 15 DY Ayrık Düzen Konut Alanları 9,54 ha	2. Derece Yol	Ekili Alanlar	0,01
	Bağ Bahçe	0,05 ha	0,04
	Bahçe 1	Çalılık	0,01
	Bahçe 2 0,06 ha	Bahçe 1	0,02
		Otsu Vejetasyon	0,05
	Bahçe 3 1,53 ha	Çalılık	0,34
		Ekili Alanlar	0,05
		Otsu Vejetasyon	1,02
		Seyrek Ağaçlık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,09
		Sık Ağaçlık	0,01
	Bahçe 4 2,40 ha	Bahçe 2	0,17
		Çalılık	0,25
		Ekili Alanlar	0,35
Otsu Vejetasyon		1,18	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)	
B 15 DY Ayrık Düzen Konut Alanları 9,54 ha		Seyrek Ağaçlık	0,06	
		Seyrek Vejetasyon	0,36	
		Sık Ağaçlık	0,02	
	Çıplak Toprak 1,69 ha	Bahçe 2	0,12	
		Çalılık	0,45	
		Ekili Alanlar	0,02	
		Otsu Vejetasyon	0,66	
		Seyrek Ağaçlık	0,03	
		Seyrek Vejetasyon	0,33	
		Sık Ağaçlık	0,07	
		Sert Zemin 0,84 ha	Bahçe 1	0,01
			Bahçe 2	0,02
	Bahçe 3		0,00	
	Çalılık		0,10	
	Çıplak Toprak		0,02	
	Ekili Alanlar		0,04	
	Otsu Vejetasyon		0,51	
	Seyrek Ağaçlık		0,00	
	Seyrek Vejetasyon		0,09	
	Seyrek Ağaçlık	Sık Ağaçlık	0,04	
		Otsu Vejetasyon	0,01	
	Yapay Su Öğeleri 0,07 ha	Çalılık	0,02	
		Çıplak Toprak	0,00	
		Ekili Alanlar	0,00	
		Otsu Vejetasyon	0,03	
		Seyrek Vejetasyon	0,00	
		Sık Ağaçlık	0,01	
	Yapılar 2,88 ha	Bağ Bahçe	0,01	
		Bahçe 1	0,01	
		Bahçe 2	0,14	
		Bahçe 3	0,02	
		Çalılık	0,42	
		Çıplak Toprak	0,07	
Ekili Alanlar		0,25		
Otsu Vejetasyon		1,50		
Seyrek Ağaçlık		0,07		
Seyrek Vejetasyon		0,36		
Sık Ağaçlık		0,04		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 ÇDY Ayrık Düzen Konut Alanları 0,38 ha	Bahçe 3	Çalılık	0,06
	Bahçe 4 0,15 ha	0,10 ha	0,04
	Sert Zemin ha 0,08	Otsu Vejetasyon	0,11
		Çalılık	0,04
	Yapay Su Öğeleri 0,01 ha	Otsu Vejetasyon	0,03
		Çalılık	0,00
	Yapılar 0,09 ha	Otsu Vejetasyon	0,01
		Çalılık	0,04
	Otsu Vejetasyon	0,04	
B 15 Düzensiz Konut Alanları 0,34 ha	Bağ Bahçe	Çalılık	0,02
	Bahçe 3	Otsu Vejetasyon	0,01
	Bahçe 4 ha 0,02	Çalılık	0,00
		Otsu Vejetasyon	0,02
	Çıplak Toprak	Çalılık	0,08
		0,14 ha	0,06
	Otsu Vejetasyon ha 0,11	Seyrek Vejetasyon	0,05
	Sert Zemin 0,01 ha	Çalılık	0,00
		Otsu Vejetasyon	0,01
	Seyrek Vejetasyon	Seyrek Ağaçlık	0,03
	Yapılar 0,05 ha	Çalılık	0,03
Otsu Vejetasyon		0,01	
Seyrek Ağaçlık		0,01	
B 15 Kırsal Yerleşimler 0,37 ha	4. Derece Yol	Otsu Vejetasyon	0,00
	Bahçe 2 0,08 ha	Ekili Alanlar	0,00
		Seyrek Ağaçlık	0,08
	Bahçe 3 0,09 ha	Otsu Vejetasyon	0,06
		Seyrek Ağaçlık	0,03
		Sık Ağaçlık	0,01
	Bahçe 4	Seyrek Vejetasyon	0,05
	Otsu Vejetasyon	Ekili Alanlar	0,07
	Sert Zemin 0,03 ha	Bağ Bahçe	0,01
		Bahçe 3	0,01
		Ekili Alanlar	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,00
		Seyrek Vejetasyon	0,00
	Yapılar 0,06 ha	Bağ Bahçe	0,02
Bahçe 3		0,01	
Ekili Alanlar		0,01	
Otsu Vejetasyon		0,02	
Seyrek Vejetasyon		0,01	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)	
B 15 Ticaret Alanları 7,50 ha	4. Derece Yol	Otsu Vejetasyon 0,02 ha	0,01	
	Bahçe 2		0,01	
	Bahçe 3 ha 0,26	Ekili Alanlar		0,05
		Otsu Vejetasyon		0,02
		Pasif Yeşil Alanlar-2		0,08
		Pasif Yeşil Alanlar-4		0,00
		Sık Ağaçlık		0,10
	Bahçe 4 ha 2,63	Çalılık		0,12
		Ekili Alanlar		1,80
		Otsu Vejetasyon		0,15
		Pasif Yeşil Alanlar-2		0,08
		Pasif Yeşil Alanlar-4		0,10
		Seyrek Ağaçlık		0,03
		Seyrek Vejetasyon		0,12
	Çıplak Toprak ha 0,20	Ekili Alanlar		0,11
		Otsu Vejetasyon		0,09
		Pasif Yeşil Alanlar-2		0,01
	Otopark 1,44 ha	Ekili Alanlar		1,14
		Otsu Vejetasyon		0,05
		Pasif Yeşil Alanlar-2		0,09
		Pasif Yeşil Alanlar-4		0,05
	Sert Zemin 1,61 ha	Seyrek Vejetasyon		0,11
		Çalılık		0,01
		Ekili Alanlar		0,36
		Otsu Vejetasyon		0,73
		Pasif Yeşil Alanlar-2		0,03
		Pasif Yeşil Alanlar-4		0,00
	Yapay Su Öğeleri 0,02 ha	Seyrek Ağaçlık		0,09
		Seyrek Vejetasyon		0,39
		Otsu Vejetasyon		0,02
Yapılar 1,32 ha	Pasif Yeşil Alanlar-2		0,00	
	Seyrek Vejetasyon		0,00	
	Ekili Alanlar		0,51	
	Otsu Vejetasyon		0,45	
	Pasif Yeşil Alanlar-2		0,04	
Pasif Yeşil Alanlar-4		0,02		
Seyrek Vejetasyon 0,78 ha		0,30		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 Turizm Tesis Alanları 0,35 ha	Bahçe 2	Seyrek Vejetasyon 0,78 ha	0,08
	Bahçe 3		0,01
	Bahçe 4		0,06
	Otsu Vejetasyon		0,15
	Sert Zemin		0,00
	Yapay Su Ögeleri		0,00
	Yapılar		0,05
B 15 Günöbirlik Turizm Tesis Alanları 1,97 ha	Bahçe 3 0,19 ha	Pasif Yeşil Alanlar-2	0,13
	Bahçe 4	Ekili Alanlar 0,32 ha	0,06
	Otopark	0,28	0,05
	Pasif Yeşil Alanlar-3 0,45 ha	Çalılık	0,39
	Pasif Yeşil Alanlar-4 0,49 ha	Pasif Yeşil Alanlar-1	0,06
		Ekili Alanlar	0,38
		Seyrek Vejetasyon	0,07
	Sert Zemin 0,24 ha	Sık Ağaçlık	0,03
		Ekili Alanlar	0,15
		Kumullar	0,01
	Yapay Su Ögeleri	Pasif Yeşil Alanlar-1	0,03
		Seyrek Vejetasyon	0,05
	Yapılar 0,07 ha	Ekili Alanlar 0,11 ha	0,04
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,06
		Pasif Yeşil Alanlar-2	0,01
Yaya Bölgeleri 0,15 ha	Pasif Yeşil Alanlar-2	0,00	
	Ekili Alanlar	0,12	
	Seyrek Vejetasyon	0,02	
B 15 İdari Tesis Alanları 0,66 ha	Sık Ağaçlık	0,01	
	Bahçe 4	Fidanlık 0,21 ha	0,02
	Çıplak Toprak	0,18	
	Otopark	Bağ Bahçe	0,01
	Sert Zemin	Fidanlık 0,44 ha	0,37
B 15 Eğitim Tesis Alanları 1,42 ha	Yapılar	0,07	
	4. Derece Yol	Otsu Vejetasyon 0,49 ha	0,03
	Bahçe 2		0,04
	Bahçe 3		0,02
	Bahçe 4		0,40
	Otsu Vejetasyon	Çalılık	0,16
	Sert Zemin	Otsu Vejetasyon 0,77 ha	0,56
Yapılar	0,22		

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 Spor Tesis Alanı 0,79 ha	Otopark	Ekili Alanlar 0,79 ha	0,04
	Pasif Yeşil Alanlar-2		0,29
	Pasif Yeşil Alanlar-3		0,08
	Sert Zemin		0,35
	Yapılar		0,01
B 15 Sağlık Tesis Alanları	Otsu Vejetasyon	Seyrek Ağaçlık	0,03
B 15 Kültürel Tesis Alanları 1,82 ha	Pasif Yeşil Alanlar-3	Otsu Vejetasyon 2,02 ha	1,27
	Sert Zemin		0,42
	Yapılar		0,13
B 15 Ulaşım Altyapısı 13,05 ha	1. Derece Yol 0,43 ha	Seyrek Ağaçlık	0,07
		Seyrek Vejetasyon	0,09
		Sık Ağaçlık	0,06
	2. Derece Yol 1,04 ha	Bağ Bahçe	0,39
		Çalılık	0,06
		Ekili Alanlar	0,38
		Meyve Bahçeleri	0,04
		Otsu Vejetasyon	0,14
		Seyrek Ağaçlık	0,01
	Seyrek Vejetasyon	0,02	
	3. Derece Yol 1,88 ha	Çalılık	0,13
		Ekili Alanlar	0,14
		Otsu Vejetasyon	1,19
		Seyrek Ağaçlık	0,19
		Seyrek Vejetasyon	0,19
	4. Derece Yol 5,87 ha	Sık Ağaçlık	0,04
		Çalılık	0,78
		Çıplak Toprak	0,05
		Ekili Alanlar	1,46
		Otsu Vejetasyon	2,40
Seyrek Ağaçlık		0,23	
Seyrek Vejetasyon		0,83	
Çıplak Toprak 1,31 ha	Sık Ağaçlık	0,13	
	Çalılık	0,10	
	Ekili Alanlar	0,11	
	Meyve Bahçeleri	0,01	
		Otsu Vejetasyon	0,65

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)	
B 15 Ulaşım Altyapısı 13,05 ha	Çıplak Toprak 1,31 ha	Seyrek Ağaçlık	0,10	
		Seyrek Vejetasyon	0,31	
		Sık Ağaçlık	0,02	
	Otopark	Ekili Alanlar	0,05	
	Otsu Vejetasyon 0,04 ha	Çalılık	0,00	
		Seyrek Ağaçlık	0,02	
		Seyrek Vejetasyon	0,01	
	Pasif Yeşil Alanlar-2	Çalılık	0,00	
	Pasif Yeşil Alanlar-4	Ekili Alanlar	0,00	
		Seyrek Vejetasyon	0,00	
	Sert Zemin	Otsu Vejetasyon	0,00	
	Toprak Yol 1,24 ha	Çalılık	0,04	
		Ekili Alanlar	0,13	
		Otsu Vejetasyon	0,82	
		Seyrek Ağaçlık	0,02	
		Seyrek Vejetasyon	0,06	
		Sık Ağaçlık	0,18	
	Yapılar 0,01 ha	Ekili Alanlar	0,00	
		Otsu Vejetasyon	0,01	
		Seyrek Vejetasyon	0,00	
	Yaya Bölgeleri 1,18 ha	Çalılık	0,09	
Çıplak Toprak		0,00		
Ekili Alanlar		0,26		
Otsu Vejetasyon		0,56		
Seyrek Ağaçlık		0,05		
Seyrek Vejetasyon		0,17		
Sık Ağaçlık		0,03		
B 15 Diğer Alanlar 5,59 ha	4. Derece Yol 0,12 ha	Ekili Alanlar	0,05	
		Otsu Vejetasyon	0,05	
		Seyrek Vejetasyon	0,03	
	Bahçe 4 ha	1,08	Ekili Alanlar	0,04
		Otsu Vejetasyon	1,04	
	Çıplak Toprak 1,92 ha	Bağ Bahçe	0,02	
		Çalılık	0,19	
		Ekili Alanlar	0,22	
		Otsu Vejetasyon	1,22	
		Pasif Yeşil Alanlar-2	0,03	
		Seyrek Ağaçlık	0,02	
		Seyrek Vejetasyon	0,22	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 15 Diğer Alanlar 5,59 ha	Otopark 0,13 ha	Çalılık	0,00
		Çıplak Toprak	0,12
		Otsu Vejetasyon	0,00
	Otsu Vejetasyon 0,54 ha	Bağ Bahçe	0,01
		Bahçe 1	0,06
		Çalılık	0,20
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,01
		Pasif Yeşil Alanlar-3	0,03
		Seyrek Vejetasyon	0,22
		Sık Ağaçlık	0,02
		Otsu Vejetasyon	0,13
	Pasif Yeşil Alanlar-3	Otsu Vejetasyon	0,13
	Sert Zemin 0,26 ha	Çalılık	0,01
		Çıplak Toprak	0,00
		Ekili Alanlar	0,01
		Otsu Vejetasyon	0,17
		Seyrek Ağaçlık	0,01
		Seyrek Vejetasyon	0,05
	Seyrek Ağaçlık	Otsu Vejetasyon	0,01
	Seyrek Vejetasyon 0,40 ha	Bağ Bahçe	0,02
		Çalılık	0,18
		Seyrek Ağaçlık	0,13
		Sık Ağaçlık	0,07
	Toprak Yol 0,09 ha	Otsu Vejetasyon	0,08
		Pasif Yeşil Alanlar-1	0,00
	Yapılar 0,90 ha	Bağ Bahçe	0,01
		Çalılık	0,04
Ekili Alanlar		0,07	
Otsu Vejetasyon		0,58	
Pasif Yeşil Alanlar-1		0,01	
Pasif Yeşil Alanlar-3		0,07	
Seyrek Ağaçlık		0,06	
Seyrek Vejetasyon		0,04	
Sık Ağaçlık	0,01		
Yaya Bölgeleri	Ekili Alanlar	0,01	

EK 2 2006 – 2015 Yılları Arası Peyzaj Değişimi (devam)

Değişim Alanı	2015 Arazi Örtüsü	2006 Arazi Örtüsü	Alan (ha)
B 16 Çıplak Arazi 14,85 ha	3. Derece Yol	Otsu Vejetasyon	0,00
	4. Derece Yol	Ekili Alanlar	0,00
		Otsu Vejetasyon	0,00
	Bahçe 4	Seyrek Vejetasyon	0,00
	Çıplak Toprak 14,25 ha	Bağ Bahçe	0,07
		Bahçe 2	0,07
		Çalılık	1,61
		Ekili Alanlar	3,09
		Geniş Yapraklı Ormanlar	0,06
		Meyve Bahçeleri	0,10
		Otsu Vejetasyon	6,04
		Seyrek Ağaçlık	1,21
		Seyrek Vejetasyon	1,60
		Sık Ağaçlık	0,40
	Sert Zemin 0,02 ha	Çalılık	0,00
		Otsu Vejetasyon	0,01
		Seyrek Ağaçlık	0,00
		Seyrek Vejetasyon	0,00
	Toprak Yol 0,38 ha	Çalılık	0,04
		Ekili Alanlar	0,10
		Otsu Vejetasyon	0,10
	Yapılar 0,20 ha	Seyrek Vejetasyon	0,14
		Çalılık	0,02
Çıplak Toprak		0,00	
Ekili Alanlar		0,01	
Otsu Vejetasyon		0,17	
Seyrek Ağaçlık		0,00	
Seyrek Vejetasyon	0,00		
B 16 Kumullar 0,03 ha	Sert Zemin	Kumullar 0,03 ha	0,02
	Yapılar		0,00
B 28 Akarsu Yüzeyleri	Seyrek Vejetasyon	Çalılık	0,00

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Konut ve Kentsel Donatı Alanları	A 11 Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar	Aktif Yeşil Alanlar	Aktif Yeşil Alanlar-3	4	0,10	84,81	0,12 % 0,13	87,09 % 16,07
			Sert Zemin	2	0,00	1,66		
			Yaya Bölgeleri	2	0,01	10,02		
		Pasif Yeşil Alanlar	Pasif Yeşil Alanlar-1	1	0,04	23,94	0,17 % 0,20	
			Pasif Yeşil Alanlar-2	1	0,07	41,00		
			Pasif Yeşil Alanlar-3	2	0,06	34,06		
			Sert Zemin	1	0,01	3,72		
		Tarımsal Üretim Alanları	4. Derece Yol	2	0,08	0,09	86,80 % 99,66	
			Bağ Bahçe	28	4,25	4,89		
			Bahçe 1	4	0,14	0,16		
			Bahçe 2	5	0,62	0,71		
			Bahçe 3	2	0,03	0,04		
			Çalılık	4	0,76	0,87		
			Çıplak Toprak	6	0,09	0,10		
			Ekili Alanlar	66	60,87	70,13		
			Fidanlık	5	0,51	0,59		
			Geçici Göller	2	0,01	0,01		
			Meyve Bahçeleri	10	2,57	2,96		
			Otsu Vejetasyon	42	11,08	12,77		
			Sera Alanları	47	1,21	1,39		
	Sert Zemin		16	0,09	0,11			
	Seyrek Ağaçlık		6	0,73	0,84			
	Seyrek Vejetasyon		29	2,03	2,34			
	Sık Ağaçlık		1	0,01	0,01			
	Toprak Yol	24	1,12	1,29				
	Yapay Su Ögeleri	12	0,01	0,01				
	Yapılar	130	0,59	0,68				
	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Bağ Bahçe	1	0,20	1,53	12,96 % 5,93	218,69 % 40,35
			Çalılık	7	1,37	10,59		
Çıplak Toprak			3	0,04	0,33			
Geniş Yapraklı Ormanlar			18	7,10	54,76			
İğne Yapraklı Ormanlar			5	0,59	4,53			
Orman Yolu			1	0,00	0,03			
Otsu Vejetasyon			5	0,13	0,98			
Seyrek Ağaçlık			7	3,09	23,86			
Seyrek Vejetasyon			4	0,44	3,42			

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 (ha, %)
Konut ve Kentsel Donatı Alanları	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	4. Derece Yol	1	0,05	0,46	11,90 % 5,44	
			Bahçe 2	1	0,06	0,49		
			Bahçe 3	1	0,02	0,15		
			Bahçe 4	1	0,02	0,18		
			Çıplak Toprak	1	0,06	0,52		
			Orman Yolu	2	0,04	0,31		
			Otsu Vejetasyon	10	1,88	15,80		
			Pasif Yeşil Alanlar-2	1	0,05	0,44		
			Sert Zemin	9	0,02	0,13		
			Seyrek Ağaçlık	1	4,15	34,86		
			Seyrek Vejetasyon	6	5,40	45,36		
			Sık Ağaçlık	2	0,02	0,15		
			Toprak Yol	1	0,01	0,11		
			Yapay Su Ögeleri	3	0,02	0,14		
			Yapılar	14	0,11	0,95		
		Doğal Vejetasyon	Çalılık	60	10,68	14,95	71,44 % 32,67	
			Otsu Vejetasyon	42	12,12	16,97		
			Sert Zemin	3	0,00	0,00		
			Seyrek Ağaçlık	44	12,29	17,20		
			Seyrek Vejetasyon	70	17,30	24,21		
			Sık Ağaçlık	63	17,87	25,02		
			Toprak Yol	18	1,09	1,53		
			Yapay Su Ögeleri	1	0,00	0,00		
		Yapılar	21	0,08	0,11			
		Kalıntı Vejetasyon	4. Derece Yol	2	0,04	0,03	122,38 % 55,96	
			Çalılık	100	11,25	9,19		
			Çıplak Toprak	5	0,05	0,04		
			İğne Yapraklı Ormanlar	1	0,04	0,04		
			Otsu Vejetasyon	306	71,30	58,26		
			Pasif Yeşil Alanlar-2	1	0,00	0,00		
			Sert Zemin	44	0,16	0,13		
			Seyrek Ağaçlık	59	6,84	5,59		
			Seyrek Vejetasyon	158	25,69	20,99		
			Sık Ağaçlık	34	5,42	4,43		
			Toprak Yol	32	0,85	0,69		
			Yapay Su Ögeleri	4	0,06	0,05		
			Yapılar	195	0,67	0,55		
			Yaya Bölgeleri	2	0,01	0,01		

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)						
Konut ve Kentsel Donatı Alanları		Kalıntı Vejetasyon	Otsu Vejetasyon	2	0,06	3,04								
			Seyrek Ağaçlık	3	0,30	15,22								
			Seyrek Vejetasyon	11	0,51	25,56								
			Sık Ağaçlık	5	0,42	21,18								
	B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar		Düzensiz Konut Alanları	Bağ Bahçe	2	0,07	12,74	0,56 % 1,42						
				Bahçe 1	2	0,04	6,48							
				Bahçe 2	1	0,06	11,33							
				Bahçe 3	4	0,14	25,02							
				Bahçe 4	1	0,02	4,37							
				Çalılık	1	0,03	5,37							
				Çıplak Toprak	2	0,01	1,30							
				Otsu Vejetasyon	1	0,05	8,62							
				Sert Zemin	6	0,05	8,07							
				Seyrek Vejetasyon	1	0,01	0,94							
				Yapılar	17	0,08	15,06							
				Kırsal Yerleşimler			Bağ Bahçe			4	0,05	4,93	1,09 % 2,79	39,13 % 7,22
							Bahçe 1			2	0,01	0,48		
	Bahçe 2	3	0,11				10,11							
	Bahçe 3	4	0,10				8,95							
	Bahçe 4	4	0,23				21,14							
	Çalılık	1	0,12				11,18							
	Çıplak Toprak	3	0,04				3,34							
	Ekili Alanlar	1	0,05				4,18							
	Sera Alanları	3	0,02				1,60							
	Sert Zemin	4	0,03				2,85							
	Seyrek Ağaçlık	1	0,06				5,96							
	Toprak Yol	2	0,04				3,30							
	Yapılar	53	0,24				22,03							
	Günübürlük Turizm Tesis Alanları			Bahçe 3	2	0,03	30,84	0,11 % 0,29						
				Otopark	1	0,05	41,95							
				Sert Zemin	2	0,01	7,02							
				Yapılar	2	0,02	22,65							
	Askeri Alanlar			Çalılık	1	0,10	38,13	0,26 % 0,68						
				Sert Zemin	1	0,00	0,44							
Seyrek Vejetasyon				1	0,15	58,58								
Toprak Yol				1	0,01	3,40								
Yapılar				1	0,00	1,21								

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Konut ve Kentsel Donatı Alanları	B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar	Ulaşım Altyapısı	4. Derece Yol	8	0,20	33,49	0,59 % 1,50	
			Otoyol	2	0,17	28,31		
			Otsu Vegetasyon	4	0,01	2,17		
			Sert Zemin	3	0,00	0,30		
			Seyrek Vegetasyon	2	0,19	32,21		
			Toprak Yol	2	0,02	3,27		
		Diğer Alanlar	4. Derece Yol	4	0,25	1,51	16,59 % 42,41	
			Bağ Bahçe	3	0,23	1,38		
			Bahçe 1	12	0,54	3,24		
			Bahçe 2	9	0,32	1,94		
			Bahçe 3	11	0,36	2,15		
			Bahçe 4	13	1,37	8,29		
			Çalılık	6	0,92	5,57		
			Çıplak Toprak	57	2,57	15,50		
			Ekili Alanlar	1	0,32	1,90		
			Fidanlık	1	0,17	1,00		
			Geniş Yapraklı Ormanlar	1	0,01	0,05		
			Meyve Bahçeleri	1	0,05	0,32		
			Orman Yolu	1	0,00	0,03		
			Otopark	7	0,39	2,35		
			Otsu Vegetasyon	66	4,64	27,94		
			Pasif Yeşil Alanlar-1	1	0,06	0,35		
			Pasif Yeşil Alanlar-2	1	0,02	0,12		
			Pasif Yeşil Alanlar-3	1	0,13	0,81		
			Sert Zemin	61	1,09	6,56		
			Seyrek Ağaçlık	2	0,04	0,26		
			Seyrek Vegetasyon	17	1,14	6,87		
			Toprak Yol	5	0,11	0,68		
			Yapay Su Ögeleri	1	0,00	0,02		
			Yapılar	254	1,85	11,15		
		Yaya Bölgeleri	1	0,01	0,03			
		Kazı Alanları	Hafriyat Alanı	58	18,42	93,77	19,64 % 50,20	
			Otsu Vegetasyon	1	0,07	0,35		
Toprak Yol	13		1,16	5,90				

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Konut ve Kentsel Donatı Alanları	B 15	Orman - Kazı Alanları	Hafriyat Alanı	3	0,26	100,00	0,26 % 0,66	
		Orman - Açık Ocağ Alanları	Seyrek Ağaçlık	1	0,03	100,00	0,03 % 0,08	
	B 16 Çıplak Alanlar	Çıplak Arazi	Çıplak Toprak	146	14,01	97,36	14,39	14,39
			Sert Zemin	8	0,04	0,27		
			Toprak Yol	7	0,25	1,72		
Yapılar			31	0,09	0,66			
B 28	Akarsu Yüzeyleri	Dere Yatakları	1	0,09	100,00	0,09	0,09	
Yeşil Alanlar	A 11 Kültüre Alınmış ve Yönetilen Alanlar	Tarımsal Üretim Alanları	4. Derece Yol	2	0,09	0,31	29,80	29,80
			Bağ Bahçe	24	2,77	9,31		
			Bahçe 1	2	0,06	0,22		
			Bahçe 2	5	0,10	0,35		
			Bahçe 3	2	0,13	0,44		
			Çalılık	1	0,00	0,01		
			Çıplak Toprak	2	0,01	0,03		
			Ekili Alanlar	56	18,00	60,40		
			Fidanlık	10	0,96	3,22		
			Meyve Bahçeleri	9	2,95	9,89		
			Otsu Vejetasyon	26	3,37	11,30		
			Sera Alanları	7	0,13	0,44		
			Sert Zemin	2	0,01	0,03		
			Seyrek Ağaçlık	3	0,21	0,71		
			Seyrek Vejetasyon	7	0,31	1,05		
			Sık Ağaçlık	1	0,01	0,02		
			Toprak Yol	16	0,29	0,98		
			Yapay Su Öğeleri	2	0,04	0,12		
			Yapılar	57	0,35	1,17		
	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Bağ Bahçe	2	0,20	1,72	11,61 % 9,69	119,81 % 22,11
Çalılık	6		0,34	2,93				
Geniş Yapraklı Ormanlar	32		6,80	58,57				
İğne Yapraklı Ormanlar	9		3,08	26,52				
Orman Yolu	3		0,02	0,21				
Otsu Vejetasyon	6		0,18	1,58				
Sert Zemin	1		0,00	0,02				
Seyrek Ağaçlık	4	0,51	4,43					

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Yeşil Alanlar	A 12 Doğal ve Yarıdoğal Karasal Vejetasyon	Orman Alanları	Seyrek Vejetasyon	9	0,41	3,56		
			Sık Ağaçlık	1	0,00	0,02		
			Toprak Yol	2	0,04	0,38		
			Yapılar	2	0,00	0,03		
		Orman Toprağı	Çalılık	1	0,08	3,35	2,44 % 2,04	
			Çıplak Toprak	2	0,11	4,41		
			Orman Yolu	1	0,01	0,32		
			Otsu Vejetasyon	4	0,73	29,93		
			Sert Zemin	1	0,00	0,12		
			Seyrek Ağaçlık	2	0,26	10,83		
			Seyrek Vejetasyon	9	1,22	49,81		
			Sık Ağaçlık	3	0,03	1,25		
			Yapılar	2	0,00	0,15		
		Doğal Vejetasyon	Çalılık	54	7,52	15,94	47,16 % 39,36	
			Geniş Yapraklı Ormanlar	1	0,32	0,69		
			Otsu Vejetasyon	64	6,80	14,41		
			Sert Zemin	5	0,06	0,13		
			Seyrek Ağaçlık	23	7,92	16,79		
			Seyrek Vejetasyon	51	7,98	16,93		
			Sık Ağaçlık	42	15,77	33,44		
			Toprak Yol	10	0,75	1,58		
			Yapılar	20	0,04	0,09		
		Kalıntı Vejetasyon	4. Derece Yol	1	0,02	0,03	58,61 % 48,95	
			Çalılık	69	9,74	16,62		
			Çıplak Toprak	5	0,01	0,01		
			Geçici Göller	1	0,04	0,07		
			Otsu Vejetasyon	184	25,90	44,19		
			Sera Alanları	1	0,01	0,01		
			Sert Zemin	13	0,07	0,13		
			Seyrek Ağaçlık	54	4,92	8,40		
			Seyrek Vejetasyon	95	7,61	12,99		
			Sık Ağaçlık	32	9,47	16,15		
			Toprak Yol	21	0,70	1,20		
			Yapay Su Öğeleri	2	0,01	0,01		
			Yapılar	43	0,10	0,18		

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Yeşil Alanlar	A 24	Sucul Vegetasyon	Çalılık	7	0,53	14,49	3,63	3,63
			Çıplak Toprak	1	0,00	0,03		
			Otsu Vegetasyon	4	0,35	9,72		
			Seyrek Ağaçlık	8	1,28	35,34		
			Seyrek Vegetasyon	10	0,67	18,47		
			Sık Ağaçlık	7	0,79	21,80		
			Yapılar	1	0,00	0,11		
	B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar	DY Kapalı Konut Alanları	1. Derece Yol	1	0,01	1,19	1,10 % 6,03	18,28 % 3,37
			Bahçe 1	4	0,22	20,03		
			Bahçe 2	3	0,31	28,47		
			Çıplak Toprak	4	0,34	31,27		
			Sert Zemin	6	0,11	9,58		
			Seyrek Ağaçlık	1	0,06	5,04		
			Sık Ağaçlık	1	0,01	1,18		
			Yapay Su Öğeleri	1	0,02	1,39		
			Yapılar	5	0,02	1,81		
			Yaya Bölgeleri	1	0,00	0,27		
		OY Kapalı Konut Alanları	Otsu Vegetasyon	1	0,00	0,00	0,00 % 0,01	
		DY Ayrık Düzen Konut Alanları	Bahçe 1	2	0,04	20,99	0,21 % 1,15	
			Bahçe 2	2	0,06	28,03		
			Bahçe 3	4	0,03	14,77		
			Sert Zemin	2	0,04	17,55		
			Yapay Su Öğeleri	1	0,01	2,44		
			Yapılar	9	0,03	16,52		
		ÇDY Ayrık Düzen Konut Alanları	4. Derece Yol	3	0,04	5,52	0,73 % 3,97	
			Bahçe 1	3	0,14	18,64		
			Bahçe 3	4	0,35	48,00		
Bahçe 4			2	0,12	16,88			
Sert Zemin			3	0,04	5,37			
Yapılar			7	0,04	5,10			
Düzensiz Konut Alanları		4. Derece Yol	1	0,01	0,53	1,60 % 8,77		
		Bahçe 1	5	0,42	26,42			
		Bahçe 2	7	0,10	5,96			
		Bahçe 3	16	0,48	30,05			
	Bahçe 4	3	0,12	7,64				
	Çıplak Toprak	2	0,02	1,12				

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha) (%)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Yeşil Alanlar	B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar	Düzensiz Konut Alanları	Sert Zemin	17	0,14	8,55		
			Yapılar	63	0,32	19,87		
		Kırsal Yerleşimler	Bağ Bahçe	6	0,46	29,18	1,57 % 8,59	
			Bahçe 1	4	0,12	7,93		
			Bahçe 2	10	0,31	19,72		
			Bahçe 3	10	0,17	10,79		
			Bahçe 4	5	0,12	7,52		
			Çıplak Toprak	1	0,00	0,06		
			Otopark	1	0,01	0,59		
			Otsu Vegetasyon	2	0,13	8,53		
			Pasif Yeşil Alanlar-2	2	0,01	0,74		
			Sert Zemin	13	0,05	3,19		
			Yapay Su Öğeleri	2	0,01	0,77		
			Yapılar	36	0,17	11,00		
		Ticaret Alanları	Bahçe 1	3	0,10	9,58	1,03 % 5,61	
			Bahçe 2	4	0,06	5,52		
			Bahçe 3	1	0,02	2,11		
			Bahçe 4	2	0,01	0,53		
			Çıplak Toprak	5	0,29	27,95		
			Fidanlık	1	0,08	8,02		
			Otopark	1	0,06	5,70		
			Sert Zemin	12	0,08	8,00		
			Toprak Yol	2	0,10	9,42		
			Yapılar	27	0,23	22,71		
		Turizm Tesis Alanları	Otopark	1	0,02	0,00	0,02 % 0,11	
		Günübirlük Turizm Tesis Alanları	Bahçe 1	2	0,02	1,22	1,42 % 7,76	
			Bahçe 2	4	0,33	23,06		
			Bahçe 3	4	0,14	9,81		
			Bahçe 4	2	0,10	7,09		
			Otopark	2	0,07	4,59		
			Otsu Vegetasyon	1	0,07	4,63		
			Pasif Yeşil Alanlar-1	3	0,27	19,04		
			Pasif Yeşil Alanlar-3	1	0,04	3,13		
			Sert Zemin	6	0,10	7,06		
			Yapılar	61	0,29	20,23		

EK 3 Kentsel Gelişme Alanlarının Düzey 2 - 3 - 4 Arazi Örtüsü Özellikleri (devam)

	Düzey 2	Düzey 3	Düzey 4	Adet	Alan (ha)	%	Düzey 3 Alan (ha, %)	Düzey 2 Alan (ha, %)
Yeşil Alanlar	B 15 Yapay Yüzeyler ve İlişkili Alanlar	Ulaşım Altyapısı	1. Derece Yol	2	0,02	2,75	0,82 % 4,51	
			2. Derece Yol	2	0,19	22,57		
			3. Derece Yol	1	0,03	3,22		
			4. Derece Yol	4	0,31	38,37		
			Çıplak Toprak	3	0,05	5,56		
			Otsu Vegetasyon	3	0,02	1,94		
			Seyrek Vegetasyon	3	0,02	2,97		
			Toprak Yol	2	0,10	12,02		
			Yaya Bölgeleri	10	0,09	11,10		
		Diğer Alanlar	4. Derece Yol	6	0,08	3,55	2,26 % 12,36	
			Bahçe 1	1	0,06	2,68		
			Bahçe 2	1	0,04	1,89		
			Bahçe 3	1	0,15	6,53		
			Çıplak Toprak	18	0,68	29,88		
	Otopark		3	0,37	16,48			
	Otsu Vegetasyon		3	0,01	0,59			
	Sert Zemin		18	0,34	15,05			
	Seyrek Ağaçlık		2	0,05	2,10			
	Seyrek Vegetasyon		2	0,01	0,36			
	Toprak Yol	1	0,08	3,66				
	Yapılar	47	0,39	17,21				
	Kazı Alanları	Hafriyat Alanı	39	5,21	96,37	5,41 %		
		Otoyol Viyadüğü	1	0,20	3,65	29,60		
	Orman - Kazı Alanları	Hafriyat Alanı	5	2,11	0,39	2,11 % 11,54		
	B 16 Çıplak Alanlar	Çıplak Arazi	4. Derece Yol	4	0,01	0,17	8,49 % 100	8,49 % 1,57
			Çıplak Toprak	79	8,02	94,46		
			Sert Zemin	8	0,08	0,98		
Toprak Yol			6	0,12	1,43			
Yapılar			32	0,19	2,30			
Yaya Bölgeleri			1	0,06	0,67			
B 28	Akarsu Yüzeyleri	Dere Yatakları	5	0,31	100,00	0,31 % 56,36	0,55 % 0,10	
	Göl ve Göletler	Göller	1	0,24	100,00	0,24 % 43,64		

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Veli İLKE

Doğum Yeri : Çorum, İskilip

Doğum Tarihi : 23/07/1982

Yabancı Dil : İngilizce (İyi)

Eğitim Durumu:

Lise: Tınaztepe Lisesi, Ankara, 1995-1998

Lisans: Gazi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 1999-2005

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2007-2010,

Doktora Tez Başlığı: "Ekolojik Altyapı Tasarımına Yönelik İlişkisel Peyzaj Analiz Yöntemi: Kuzey İstanbul Örneği". **Danışmanı:** Prof.Dr. Yalçın Memlük

Çalıştığı Kurum: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Teknikleri Ana Bilim Dalı, 2011 Eylül - Devam

YAYINLAR

Ulusal ya da Uluslararası Dergilerde Yayımlanan Makale (Hakemli)

1. İlke V., İlke E.F., "Peyzaj Mimarlığı, Şehircilik ve Parametrik Üslup Etkileşiminin Kentsel Tasarıma Yansımaları ", Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi (ISSN: 2148-4880), pp.1-17, 2016; Doi. 10.17365/TMD.20160921731).

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler :

1. İlke V. (Sundu), İlke E.F. , Topatan H. , "The Green Infrastructure Model As A Bottom-Up Planning Tool For Liveable Cities: A Case Study In Kilyos Basin", 25th International Building & Life Congress 'Liveable Cities', Türkiye, 28-30 Mart 2013, pp.385-400 (Özet)(Abstract)

2. İlke V. (Sundu), İlke E.F., "Parametric Urban Landscapes", BENA 2012 Istanbul Conference, Türkiye, 21-24 Haziran 2012, pp.233-240(Abstract)

Uluslararası Poster bildiriler:

1.. İlke E., **İlke V.**, Candan Z., Avcı E., Gönültaş O., "The Facilities of Using Recycled Wood Composite Materials In Urban Landscape Design For Livable Cities", 25th International Building & Life Congress 'Liveable Cities', Türkiye, 28-30 Mart 2013, pp.626-627 (Özet)(Abstract)

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:

1. İlke E.F., **İlke V.**, "Akıllı Kent Peyzajlarında Geotasarım Uygulamalarının Yeri ve Önemi", "Dünya Cbs Günü Zirvesi '2015: Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile Akıllı Kentlere Doğru...", Ankara, Türkiye, 18-19 Kasım 2015, ss.210-213

Ödüller:

1. **İlke V.**, "Urla – Çeşme – Karaburun Yarımadası Ulusal Fikir Yarışması mansiyon ödülü, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Aralık 2008.

Kendi bilim alanında yazılan Türkçe kitap bölümleri

1.**İlke V.**, "Mansiyon Ödülü: Urla - Çeşme - Karaburun Yarımadasının Yaşam Örgüsüne Yolculuk", Urla-Çeşme-Karaburun Yarımadası Ulusal Fikir Yarışması, II. Kitap: Mansiyonlar, Ulviye Kurtalan, , Ed., İzmir Büyükşehir Belediyesi, İzmir, ss.200-250-, 2008.

Ulusal kongre özet

İlke, E. F., **İlke, V.**, Gül, A., 2013. Yeşil Atıktan Kazanca Dönüşüm. V. Süs Bitkileri Kongresi, Bildiri Özetleri Kitabı, syf:68, 6-9 Mayıs 2013, Yalova.

Bilimsel Yayınlarla İlişkin Diğer Etkinlikler

Journal of Geosciences & Geomatic Science and Education, An Open Access and Academic Publisher (Uluslararası Hakemli dergi); **Yayın Kurulu Üyesi** (Editorial Member Board).