

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANSAL ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ:
ULAŞTIRMA İÇİN GÜZERGAH SEÇENEKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Doğukan TORAMAN**

Anabilim Dalı : Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Programı : Geomatik Programı

MART 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEKANSAL ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ:
ULAŞTIRMA İÇİN GÜZERGAH SEÇENEKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Doğukan TORAMAN
(501061610)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18 Mart 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 27 Mart 2009**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hande DEMİREL (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Necla ULUĞTEKİN (İTÜ)
Prof. Dr. Haluk GERÇEK (İTÜ)**

MART 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışma Geomatik Mühendisliği bölümünde Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi: Ulaştırma için Güzergah Seçenekleri konusunda hazırlanan Yüksek lisans Tezinden ibarettir. Bu çalışmada tez danışmanlığını üstlenen, tezimin her aşamasında bilgi ve birikimiyle beni yönlendiren ve benden hoşgörüsünü esirgemeyen sayın Doç. Dr. Hande Demirel'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans çalışmam süresince bana yol gösteren ve her yönden destek olan Prof. Dr. Dursun Z. Şeker'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda bana farklı fikirler veren ve benden yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Adil O. Yurtçu ve Cemal Ö. Kıvılcım'a çok teşekkür ederim. Tez çalışmam ve hayatım boyunca yanımda olan ve bana yol gösteren ailem Ayşegül Dinçyılmaz, Erman Toraman ve Kadriye Dombaycı'ya desteklerinden ötürü gönülden teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmam kapsamında bilgi ve birikimiyle beni yönlendiren hocalarım Prof. Dr. Necla Uluğtekin ve Prof. Dr. Haluk Gerçek'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamda kullandığım coğrafi verileri sağlayan İstanbul Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü öğretim görevlileri Yrd. Doç. Dr. Zeki Coşkun ve Prof. Dr. Nebiye Musaoğlu'na ve Arş. Gör. H. Can Ünen'e çok teşekkür ederim. Bunlara ek olarak kullandığım coğrafi verileri sağlayan İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğü müdür yardımcısı Hasan Karacaoğlu'na teşekkür ederim.

Mart, 2009

Doğukan Toraman

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xi
SEMBOL LİSTESİ	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Hedefleri	3
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ve ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ	5
2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi	6
2.2. Çok Ölçütlü Karar Analizi	7
2.3. Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi	9
3. VERİ ve YÖNTEM	13
3.1. Analiz Yöntemi	14
3.2. Veriler	16
3.3. Yöntemin Adımları	18
4. UYGULAMA	19
4.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi	19
4.2. Ulaşım Güzergahlarının Belirlenmesi	21
4.2.1. Güzergah Seçeneklerinin Belirlenmesi	22
4.2.2. Ölçütlerin Belirlenmesi	24
4.2.3. Verilerin Hazırlanması	26
4.3. Ulaşım Güzergahlarının Geçirilmesi	28
4.3.1. Ulaşımın Etkilerinin Belirlenmesi	30
4.3.2. Güzergahların Belirlenmesi	35
4.3.3. Güzergahın Doğrulanması	37
4.4. Ulaşım Koridorundaki Değişmelerin Belirlenmesi	39
4.4.1. Mevcut Güzergahın Çevresindeki Değişmeler	39
4.4.2. Yeni Güzergahın Çevresindeki Değişmeler	42
4.5. Tartışma	44
5. SONUÇLAR	51
5.1. Öneriler	53
KAYNAKLAR	55
EKLER	59
ÖZGEÇMİŞ	79

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BTA	: Basit Toplamsal Ağırlık
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
ÇÖKA	: Çok Ölçütlü Karar Analizi
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
İUAP	: İstanbul Ulaşım Ana Planı
KDS	: Karar Destek Sistemi
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1: Ölçütlerin Gruplandırılması.....	25
Tablo 4.2: Verilerin Özellikleri.....	27
Tablo 4.3: Arazi Örtüsü Ölçütü.....	32
Tablo 4.4: Ölçütlerin Birleştirilmesi	34
Tablo 4.5: Analizin Hassasiyeti	38
Tablo 4.6: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü Değişimi	40
Tablo 4.7: İkinci Çevreyolu Nüfus Değişimi.....	40
Tablo 4.8: Üçüncü Çevreyolu Nüfus Değişimi.....	42

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: ÇÖKA Diyagramı (Malczewski, 1999)	10
Şekil 2.2: Mekansal ÇÖKA'nın Bileşenleri	11
Şekil 3.1: Çalışmanın Akış Şeması (Demirel ve diğ., 2007)	13
Şekil 3.2: Analiz Yönteminin Akış Şeması	17
Şekil 4.1: İstanbul Kenti	20
Şekil 4.2: Çalışma Alanı	22
Şekil 4.3: Güzergah Seçeneklerinin Tasarlanması	23
Şekil 4.4: İş Akış Şeması	29
Şekil 4.5: Arazi Örtüsü Katmanı	30
Şekil 4.6: Arazi Örtüsü Ölçütü	32
Şekil 4.7: Sosyal Etki.....	33
Şekil 4.8: Ulaşımın Etkilerine İlişkin Seyahat Katmanı.....	35
Şekil 4.9: Güzergah Seçenekleri.....	36
Şekil 4.10: Eşit Ağırlıklı Seçenek.....	36
Şekil 4.11: Güzergah Sorgulaması	37
Şekil 4.12: Güzergahların Çevresi.....	39
Şekil 4.13: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü 1987	41
Şekil 4.14: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü 1997	41
Şekil 4.15: Üçüncü Çevreyolu Arazi Örtüsü 2005	43
Şekil 4.16: Üçüncü Çevreyolu Arazi Örtüsü 2015	43
Şekil 4.17: Ormanlar ve Güzergahın Yeni Konumu	45
Şekil 4.18: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu.....	45
Şekil 4.19: Hava Kirliliği Ölçütünün Yeni Hali	46
Şekil 4.20: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu.....	46
Şekil 4.21: Arazi Değeri Ölçütünün Yeni Hali.....	47
Şekil 4.22: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu.....	47
Şekil 4.23: Trafik Akışına Yakınlık Ölçütü.....	48
Şekil 4.24: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu.....	48
Şekil 4.25: Ulaşım Talebine Yakınlık Ölçütü.....	49
Şekil 4.26: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu.....	49

SEMBOL LİSTESİ

%	: Yüzde
Σ	: Toplam
A	: Seçenek
cm	: Santimetre
d	: Katmanın Aldığı Değer
ha	: Hektar
km	: Kilometre
m	: Metre
m²	: Metrekare
n	: Katman Sayısı
SO₂	: Kükürtdioksit
w	: Ağırlık
x	: Puan

MEKANSAL ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ: ULAŞTIRMA İÇİN GÜZERGAH SEÇENEKLERİ

ÖZET

Çalışmada ulaşım ağının planlanmasında karşılaşılan karar verme problemlerine çok ölçütlü karar analizi ile çözümler sunulması amaçlanmıştır. Bu kapsamda ulaşım ağının bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özellikleriyle etkileşimi ele alınmış ve bu etkenlere bağlı olarak ulaşım güzergahının planlanması için mekansal bir yöntem ortaya koyulmuştur. Ulaşım ağına yeni bir güzergah eklenmesi çoğunlukla yöneticilerin bakış açısıyla, ekonomik yönü ağır basan çözümler doğrultusunda gerçekleştirilmektedir. Buna göre çok yönlü bir problem olan ulaşım planlaması tek bir yönüyle değerlendirilmektedir. Çalışmada ulaşım planlanmasının sahip olduğu bileşenlere bağlı olarak gerçekleştirilmesi için konunun farklı yönleriyle değerlendirildiği mekansal çok ölçütlü karar analizi kullanılmıştır. Böylece ulaşım güzergahının geçirilmesinde bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerini ön plana çıkaran seçenekler oluşturulabilir. Çalışmada ortaya koyulan mekansal çok ölçütlü karar analizi coğrafi bilgi sistemi temelinde coğrafi veritabanı ve mekansal analiz özellikleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak ulaşım güzergahının çevresine olası etkileri uzaktan algılama yöntemi ile zamansal ve mekansal olarak incelenmiştir. Çalışmada ortaya koyulan yöntem kullanılarak İstanbul'da yapılması planlanan üçüncü köprü'nün önerildiği gibi kentin kuzeyinden geçmesi halinde Anadolu Yakasında bağlanacağı çevreyolu tasarlanmıştır. Üçüncü çevreyolunun planlanmasında ele alınan etkenler sosyal, çevresel, ekonomik, topografya ve ulaşım yeteneği ölçütleri şeklinde sıralanmıştır. Bu ölçütlerin yardımıyla ulaşım ağıyla uyumlu, yapım maliyeti düşük, çevreye zararı az olan ve üç özelliğede aynı uzaklıkta olan eşit ağırlıklı güzergah belirlenmiştir. Bugüne kadar planlanan çevreyollarında çok yönlü bir yöntem kullanılmadığından, belirlenen güzergahlar arasından eşit ağırlıklı seçenek mevcut yaklaşıma daha uygun görülmüştür. Ardından yeni güzergahın çevresinde ileriye yönelik değerlendirmeler yapılması için, bunun kullanımına benzer mevcut güzergahların çevresindeki değişimler ele alınmıştır. Bunun için yeni güzergaha benzer ikinci çevreyolunun çevresinde, yapıldığı zamanki ve yapıldıktan on yıl sonraki arazi örtüsü ve nüfus sayısı değerleri belirlenmiştir. Buna göre üçüncü çevreyolu koridorunda on yıl sonraki arazi örtüsü ve nüfus sayısı değerleri kestirilmiştir. Kısaca üçüncü çevreyolunun planlanmasında çok yönlü bir yöntem kullanılmış olsada, bunun yapılmasının ardından mevcut örneklerde olduğu gibi bir çekim merkezi haline geleceği ve çevresindeki yerleşimlerin plansız büyüyeceği öngörülmektedir. Buna göre üçüncü çevreyolu yapıldıktan on yıl sonra çevresindeki yerleşimlerin %283 artacağı ve yeşil alanların %26 azalacağı belirlenmiştir. Sonuçta ulaşım ağıyla ilgili verilen kararlarda birbiri ile çelişen farklı sektörler biraraya getirilmiş ve ortaya koyulan çözümler ileriye yönelik değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemi, Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi, Ulaşım Planlaması, Uzaktan Algılama, Arazi Kullanımı

SPATIAL MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS: ALTERNATIVE ROUTES FOR TRANSPORTATION

SUMMARY

The aim of the study is to present solutions to decision makers at transportation network planning process via spatial multi criteria decision analysis. Interaction between the transportation network and social, environmental and economic properties of region were considered and a spatial method was proposed to design a transportation route. A new route at the transportation network generally planned emphasizing the economical aspects. Therefore, transportation planning, which is a many sided problem, was evaluated with only one of its sides. Within this study, to overcome this problem, spatial multi criteria decision analysis was implemented. Meanwhile, various alternatives that took social, environmental and economic characteristics of region to the fore could be constructed on forming transportation route. Multi criteria decision analysis was implemented with help of geographic database and spatial analysis features based on geographic information system. In addition, future impacts around transportation route were examined at temporal and spatial aspects by means of remote sensing. Using the method, a newly planned third bridge was selected at the Anatolian side of Istanbul as the case study. Alternative routes were suggested at the Anatolian side, where in case the planned bridge will pass through the northern side of the city. The effects considered in planning of third highway were listed as social, environmental, economic, topography and network competence criteria. The routes listed as suitable for the current transportation infrastructure, acquire low construction cost, environmental friendly and equal weighted that has same closeness for three characteristics were established with help of these criteria. Equal weighted alternative through determined routes was accepted to be implemented. If the scenario "business-as-usual" is going to be followed, then changes around existing routes similar to use of new route were considered in order to make estimations around new route for the future. The temporal and spatial changes for the first and second bridge was examined and changes at land cover and population was implemented to the third bridge. Shortly, although a multi sided method was used for planning of third highway, it is stipulated that the highway would be an attractive center and settlements around itself would grow in unplanned way after construction as it was observed existing samples. Settlements around planned highway will increase %283 and green areas will decrease %26 after ten years it was constructed. Within the framework constituted, conflicting sectors could discuss the past, current and future impacts of transportation and possible solutions could be evaluated.

Keywords: Geographic Information System, Spatial Multi Criteria Decision Analysis, Transportation Planning, Remote Sensing, Land Use

1. GİRİŞ

Büyük kentlerde gelişmenin kontrol edilebilmesi, yönetimin verdiği kararların çok yönlü olmasına bağlıdır. Kentin yerleşim alanlarının düzenli şekilde büyümesi, altyapı ihtiyaçlarının uygun yerlere yöneltilmesiyle gerçekleşir. Genellikle yerleşim alanlarının değeri merkezi yerlere ulaşımının kolaylığı ölçüsünde artar. Bu nedenle ulaşırma ağının konumu yerleşimlerin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Diğer yandan ulaşırma ağının çevresini birçok yönden etkilediğı görülmüştür. Bu nedenle kentsel alanların ulaşırma güzergahına ihtiyaç duyması halinde, bunun yeni alanlar oluşmasını sağlayacağı göz önünde tutulmalıdır. Buna göre ulaşırma planlamasıyla ilgili alınan kararların belirli kurallar çerçevesinde ve ilişkili kavramlarla etkileşimli şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu kararların alınmasında öncelikli kurallar mevcut ulaşırma ağının sorunlarına bağlı ve gelecekte ortaya çıkacak taleplere uygun çözümler üretilmesidir.

Ulaşırma planları kent planlarının ayrılmaz ve çok önemli bir öğesidir ve kent planları ile birlikte geliştirilmelidir. Gelecekte ulaşırma sistemi üzerinde ortaya çıkması beklenen ulaşım talepleri öncelikle, gelecek için öngörülen arazi kullanım kararlarına göre oluşacak kent yapısına bağlıdır. Arazi kullanım yapısı ile ulaşırma sistemi arasındaki etkileşim iki yönlüdür. Kentin arazi kullanım yapısı ve ulaşırma sistemi bu sistem üzerinde oluşacak ulaşım taleplerini belirlemektedir. Öte yandan yeni bir ulaşırma projesi ile belirli bölgelere ulaşılabilirliğin sağlanması, orta ve uzun dönemde o bölgelerin arazi kullanım yapısını da etkilemektedir. Arazi kullanım planları ile ulaşırma arasındaki ilişkilerin iyi anlaşılması ve kentin gelecekteki arazi kullanım yapısının doğru planlanması ile gelecekteki ulaşım taleplerini azaltmak, diğer bir deyimle birçok ulaşım sorununun ortaya çıkmasını önlemek mümkündür. (Ulaşım Daire Başkanlığı, 2002) Buna bağlı olarak ulaşırma planlamasında yer alan sektörler çok yönlü bir problemin bileşenleri olarak, karar vericiler tarafından ele alınmalıdır. Böylece alınan kararların planlamanın bütün yönlerine hitap etmesi sağlanabilir.

Ulaşım güzergahının planlanması türünde çalışmalar çoğunlukla, işi yürüten kurumun bakış açısına bağlı ve ekonomik yönü ağır basan çözümleri ortaya koymaktadır. Bunlara örnek olarak İstanbul’da D-100 ve E-80 karayolları verilebilir. D-100 karayolu güzergahı incelendiğinde, bunun çevresinde sosyal yönden dengesiz bir yapı olduğu görülmektedir. Bu güzergahın uzun bir bölümü, güneyinde üst düzey yerleşimler ve kuzeyinde alt düzey yerleşimler hatta kaçak yapılaşma ile uzanmaktadır. E-80 karayolu güzergahı incelendiğinde, bunun çevresinde çevresel yönden önemli bir tahribata yol açtığı görülmektedir. Bu güzergah büyük oranda ormanlardan hatta su havzalarından geçmektedir. Bu çalışma yeni bir karayolu planlanırken, bu tür olumsuzluklara yer verilmemesi ve daha duyarlı bir anlayış sergilenmesini sağlayacaktır. Ulaşım güzergahının planlanması birçok bileşene sahip olmasına rağmen, karar vericiler tarafından çoğunlukla tek yönlü ele alınmaktadır. Halbuki yeni bir güzergahın planlanması birçok disipline dayandığı için, bununla ilgili çözümlerin de çok yönlü ele alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada ulaştırma planlamasının mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilmesi için bir yöntem ortaya koyulmaktadır. Buna göre ulaştırma güzergahının tasarlanması ve bunun arazi kullanımını nasıl etkilediğinin belirlenmesi adımları izlenmektedir. Ulaştırma güzergahının tasarlanmasında karayolunun yapısı, bölgenin durumu ve ilişkili konuların değerlendirilmesiyle daha uygun bir hattın geçirilmesi sağlanabilir. Bunun için sürdürülebilir ulaştırmanın göstergeleri olan bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özellikleri ayrıntılı şekilde incelenmelidir. Buna bağlı olarak güzergahın bu göstergelere uygun şekilde geçirilmesi sağlanmalıdır. Diğer taraftan bölgenin bütün özelliklerinin aynı derecede önemli olması mümkün olmamaktadır. Örneğin konuyla ilgili karar vericiler güzergahın ekonomik yönden karşılanabilir olmasını önemsemekte, sivil inisiyatif ise bunun çevresel yönden yeşil alan ve su alanlarına zarar vermemesini istemektedir. Çalışmada bu iki duyarlılığın da geçirilen hatta, gerek birinin öne çıkması gerekse ikisinin eşit oranda tutulması şeklinde yansıtılması amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmada tasarlanan güzergahın çevresindeki yerleşimlerin ileriye yönelik değişimleri izlenerek, güzergahın bölgenin yapısında nelere yol açacağı belirlenebilir. Bunun için güzergahın çevresinde belirlenen koridor üzerinde incelemeler yapılır. Böylece güzergahın tasarlanması esnasında hem mevcut durum incelenir, hemde ileriye yönelik kestirimler ve değerlendirmeler yapılır.

1.1. Çalışmanın Hedefleri

Çalışmada ulaşım planlamasına ilişkin kararlar alınmasına destek olan, mekansal altyapı üzerinde kurulu bir yöntem önerilmektedir. Buna göre ulaşım güzergahının planlanmasında yalnız karayolunun yapısı değil, aynı zamanda bölgenin durumu da değerlendirilmelidir. Bunun için kentin mevcut durumu belirlenmeli ve bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerinin dikkate alındığı bir güzergah geçirilmelidir. Çalışma kapsamında planlanan ulaşım güzergahının bu özelliklere bağlı olarak geçirilmesi için, bunların birarada değerlendirildiği çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemi kullanılmaktadır. Buna göre planlama sürecinde rol alan etkenler bütünlüğü korunarak ele alınır. Bunun sonrasında tasarlanan güzergahın benzeri mevcut güzergahlar ele alınarak, bunların çevresine etkileri incelenir. Bu örneklerde görülen etkilere dayanarak, tasarlanan güzergahın yerleşimleri nasıl etkileyeceği kestirilecektir. Böylece daha planlama aşamasında güzergahın, bölgenin yapısında nasıl değişikliklere yol açacağı hakkında fikir edinilir.

Bu çalışmada yeni bir güzergahın tasarlanmasında, bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerinin birarada değerlendirildiği ÇÖKV yöntemi ortaya koyulmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının planlanmasında verilen kararların belirli bir yaklaşım doğrultusunda ve güvenilir bir şekilde üretilmesi sağlanmaktadır. Ulaşım güzergahının planlanması sahip olduğu bileşenlere bağlı olarak çok yönlü ele alınmaktadır. Bunun yanı sıra güzergahın planlanmasında bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerine göre farklı seçenekler oluşturulmaktadır. Bu kapsamda sürdürülebilir ulaştırma başlığı altında ulaşım planlamasının çok ölçütlü olarak ele alınması için gereken adımlar ortaya koyulmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının tasarlanmasında karar vericiler için mekansal bilgiye dayanan işlem adımları oluşturulmuştur. Bu çerçevede karar verilecek problemin tanımlanması, hedeflenen seçeneklerin belirlenmesi, gereken ölçütlerin değerlendirilmesi, uygun karar verme fonksiyonunun düzenlenmesi ve çıkan sonuçların değerlendirilmesi adımları ortaya koyulmuştur.

Çalışma kapsamında ulaşım planlamasının mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır. Buna bağlı olarak sıralanan hedeflere varılması beklenmektedir:

1. Ulaşım planlaması sahip olduğu bileşenlere bağlı olarak çok yönlü ele alınmaktadır.

2. Ulaşım güzergahının planlanmasında sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerine göre farklı seçenekler oluşturulmaktadır.
3. Yeni bir güzergahın tasarlanmasında bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özelliklerinin belirli bir yaklaşım doğrultusunda değerlendirildiği ÇÖKV yöntemi kullanılmaktadır.

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ ve ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ANALİZİ

Ulaşım sisteminin planlanması, izlenmesi ve yönetilmesi için coğrafi bilgi sistemi (CBS) sıklıkla kullanılmaktadır. Sürdürülebilir ulaştırma kavramıyla birlikte karar vermeye yönelik daha gelişmiş sistemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için CBS temelli çok ölçütlü karar analizi (ÇÖKA) ulaşım planlamasında kullanılmaya başlanmıştır.

Sürdürülebilir ulaştırmada kullanıcılar gelecektekiler de dahil olmak üzere tüm sosyal ve dışsal maliyetleri öderler. Bu dışsal maliyetler kazalar, hava kirliliği, tıkanıklık, gürültü, doğal yaşama olan zarar, karbondioksit miktarındaki artış ve yakıt ithalatını kapsamaktadır. Ödenmesi gereken bu maliyetler ulaştırmayı sürdürülemez yapan etmenlerdir. (Verbas, 2008) Sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi sıralanan özelliklere sahiptir:

1. Bireylerin, şirketlerin ve toplumun temel erişim ve kalkınma ihtiyaçlarını güvenli bir şekilde, insan ve ekosistem sağlığı ile uyumlu olarak ve nesil içi ve nesiller arası eşitliği teşvik ederek karşılar.
2. Ödenebilir, kurallara uygun ve verimli bir şekilde çalışır, tür seçenekleri sunar, rekabetçi bir ekonomiyi ve dengeli bölgesel kalkınmaları destekler.
3. Emisyonları ve atık maddeleri gezegenin soğurabileceği düzeylere kısıtlar, yenilenebilir kaynakları yenilenme hızlarına oranla daha düşük düzeylerde, yenilenemeyen kaynakları yenilenebilir ikamelerinin geliştirilme hızlarına oranla daha düşük düzeylerde kullanır ve bu sırada arazi kullanımına olan etkileri ve gürültüyü en aza indirir.

ÇÖKA yönteminin kullanıldığı Belka (2005) tarafından yapılan sürdürülebilir otoyol koridorunun seçilmesi uygulamasında, otoyol koridoru seçimi ve planlamasının öncül aşamalarına sosyal, çevresel ve ekonomik faktörler entegre edilmektedir. Bu çalışmada tüm olası seçenekleri değerlendirmek için ÇÖKV teknikleri kullanılmıştır. Bu yönetime bağlı olarak Fisseha (2005) tarafından yapılan yol güzergahı planlaması çalışmasında, rota hızası için seçeneklerin geliştirilmesinin elle yapıldığı

organizasyonlara hitap edilmektedir. Bu tür organizasyonlarda yeni bir ana yol için koridorun seçilmesinde sosyal, çevresel, ekonomik, topografik ve tarihsel veriler yeterince düşünülmemektedir. Diğer taraftan Li ve Sinha (2004) tarafından yapılan risk ve belirsizlik kapsayan çok ölçütlü otoyol programlaması çalışmasında, ana yol varlıklarına değer biçmesi için oluşturulan yöntemin karar-verme tipi ne olursa olsun riski veya belirsizliği yüksek bir doğrulukta verdiği gösterilmiştir. Bu yöntemde risk ve belirsizlik toplam varlık yönetimi karar-verme sürecinin bileşenleridir.

2.1. Coğrafi Bilgi Sistemi

CBS dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik ve çevresel sorunların çözümüne yönelik mekana dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulanması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemler bütünüdür. (Alkış, 2005) Diğer deyişle CBS, dünya üzerinde var olan nesneler ve olayları analiz, işleme ve haritalama için kullanılan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. CBS, nesneleri ve olayları tarif etmekte ve stratejik planlamada öne çıkmaktadır.

Yeryüzüyle ilgili konularda çözümler sunan CBS, mekansal uygulamaları oldukça kolay hale getirmiştir. Bunun önemli bir özelliği olan coğrafi veritabanı mekansal nesneleri iyi ifade etme yeteneğine sahiptir. Bunun diğer bir özelliği olan coğrafi analizler mekansal nesnelerin modellenmesinde güçlü araçlar içerir. Birçok uygulama alanına sahip coğrafi analizler mekansal analiz, istatistiksel analiz ve ağ analizi şeklinde sıralanır. Bunlardan mekansal analiz raster veriseti kullanılarak topografya üzerinde işlemler yapılmasını sağlar. Bunların bazıları yüzey fonksiyonu, mesafe fonksiyonu, raster veriyi sınıflandırma, birleştirme ve dönüştürme fonksiyonları şeklindedir. Aynı zamanda uygulamalara analiz sonuçlarının raporlanması eklenebilir. (Alkış, 2005) CBS gerek nesne üzerinde basit sorgulama işlemleriyle, gerekse çok yönlü mekansal analiz araçlarıyla yönetici ve araştırmacılara istenen bilgiyi sunabilir. CBS teknolojisi coğrafi verileri istatistiksel grafikler ve “eğer olur ise...” şeklindeki mantıksal sorgulamalar halinde irdeleme aşamasına gelmiştir.

Genel olarak, CBS’de coğrafi veriler öznitelik ve geometrik veriler olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Öznitelik verilerinde, coğrafi nesnelerin nitelik ve konumsal

özelliklerini gösteren bilgiler depolanır. Geometrik veriler ise, dünya üzerinde yer alan nesnelerin şekil ve konumlarını gösteren bilgileri içerir. Mekansal verilerde vektör veri coğrafi nesneleri nokta, çizgi ve alan olarak temsil eder. Sayısal kartografyada son zamanlarda görülen gelişmelerle üstün bir yapıya kavuşan bu yöntem, öznitelik verilerinin geometrik veriler ile entegre edilmesine imkan veren mekansal veri modeline dayanmaktadır. Raster veri daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi nesnelerin ifadesinde kullanılır. Bu yöntem birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin biraraya gelmesiyle oluşmaktadır. (Yomralıoğlu, 2005) CBS projelerinde verilerin sisteme uyumlu olması için, veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi gerekebilir. Mekansal veriler farklı koordinat sistemlerinde mevcutsa, bunlar birleştirilmeden önce aynı koordinat sistemine dönüştürülmelidir.

2.2. Çok Ölçütlü Karar Analizi

Karar destek sistemi (KDS) bir kullanıcı veya kullanıcılar grubunun bir mekansal karar problemini çözerken, karar vermesinde daha yüksek bir etkinliği başarmasını desteklemek için tasarlanan, etkileşimli ve bilgisayar-tabanlı bir sistem olarak tanımlanabilir. Bir KDS uygulamasının karar-verme problemini çözmesinde, veri ve bilgi işleme üzerine işlemlerin verimliliğini arttırmasına rağmen, sistemin asıl hedefi bu değildir. Daha önemlisi, bir KDS karar-verme sürecinde, karar-vericilerin kararlarını ve bilgisayar-tabanlı programların işlemlerini birleştirerek, verilen kararın etkinliğini geliştirmeyi hedefler. Sistem özel bir problem-çözümü sürecinde mevcut olan çeşitli karar-verme tarzlarını desteklemelidir. (Malczewski, 1999) KDS'nin diğer anahtar özelliği, herhangi bir şekilde karar vericinin kararlarına müdahale etmemesidir. Bu sistemin asıl maksadı, bir karar vericinin kararlarını 'daha iyi' başarmasını desteklemektir.

ÇÖKA sonlu sayıda seçeneğin seçilme, sıralanma, sınıflandırma, önceliklendirme veya elenme amacıyla ağırlıklandırılmış, birbirleri ile çelişen ve aynı ölçü birimini kullanmayan hatta bazıları nitel değerler alan çok sayıda ölçüt kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir. (Malczewski, 1999) ÇÖKV problemi birçok seçenek içinden seçim yapmayı gerektiren bir işlemdir ve karar vericiye göre değişen öneme sahip ölçütleri kapsamaktadır. Ölçüt ağırlıklarının belirlenmesinin amacı, her bir ölçütün diğerlerine göre önemini belirlemektir. Bir karar probleminde belirlenen

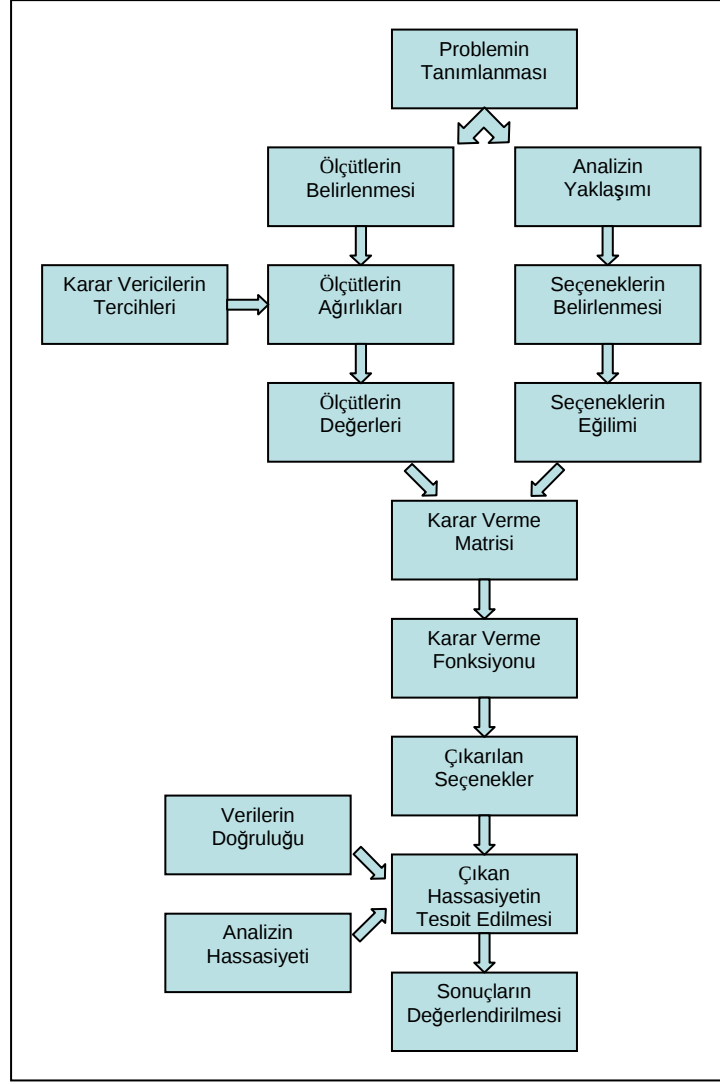
ölçütlere verilecek ağırlıklar, sonuçlar üzerinde çok etkilidir. Ölçütler karar vericiler için farklı ağırlıklarda olabilir. Bu nedenle ölçütlerin bağıl önemi hakkında bilgilerin elde edilmesi gerekmektedir. Ölçüt ağırlıkları karar vericilerin tercihlerine bağlı olarak oluşturulur. Ağırlık verme işlemi genelde, her bir ölçüte diğer ölçütlere göre bağıl önemini gösteren bir ağırlığın atanmasıyla gerçekleştirilir. Puanlama yönteminde karar vericilerin, daha önce tanımlanmış bir sayısal aralık temelinde ağırlıkları kestirmesi gerekir. En basit puanlama yöntemlerinden biri puan tahsisi yaklaşımıdır. Bu yöntemde karar vericinin ilgilenilen ölçütler için 100 puanı tahsis etmesi gerekir. Diğerlerine göre daha yüksek puanlı bir ölçüt, daha büyük bağıl önem anlamındadır.

ÇÖKA'da problemin tanımlanmasıyla başlayıp, sonuçların değerlendirilmesiyle tamamlanan uzun bir değerlendirme süreci bulunur. (Malczewski, 1999) Değerlendirme sürecinin başında hedeflerin oluşturulması, ölçütler ve seçeneklerle ilgili adımlar olarak ikiye ayrılır. Hedeflerin oluşturulmasında ilk adımda ölçütlerin belirlenmesi ele alınır. Değerlendirme ölçütü amaçlar ve özniteliklerin düşüncelerini içerir. Amaçlar dikkate alınan sistemin arzulanan durumuyla ilgili bir ifadedir. Bunlar pratik şekilde özniteliklerden türemiştir. Bir amacın başarıldığı derecenin tam bir değerlendirmesini sağlamak için, birkaç farklı öznitelik gerekli olabilir. Böylece bir öznitelik, değeriyle özel bir amaç için başarının derecesini yansıtan ölçülebilir bir niceliktir. Hedeflerin oluşturulmasında ikinci adımda analizin yaklaşımı ele alınır. Buna göre verilecek karar için seçeneklerin belirlenmesi gerçekleştirilir. Seçenekler bir karar problemi için belirtilen değer yapısının en iyi durumuna göre geliştirilmelidir. Her seçeneğe, performansını ölçen karar değişkenleri tayin edilir. Buna bağlı olarak seçeneklerin ölçütlerle beraber değerlendirilmesi için bunların eğilimi ortaya koyulur. Ölçütlerin belirlenmesinin ardından karar vericilerin tercihleri yönünde ölçütlerin ağırlıkları belirlenir. Buna göre ölçütlerin ağırlıklandırılması için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Mekansal karar analizinde bir ağırlık değerlendirme prosedürü uygulandığında, karar vericinin konuyu anlamasının derecesi, yöntemin temelini oluşturan teorik kuruluş, bilgisayar yazılımının uygunluğu ve yöntemin CBS-tabanlı ÇÖKA'yla birleştirildiği yol gibi birkaç faktör düşünülmelidir. Ağırlıkların yanlış tanımlanmasının, ÇÖKA yönteminin mekansal karar problemlerine uygulamasında ortak bir hata olduğu vurgulanmalıdır. Bu ortak hata dikkate alınan öznitelik değerlerinin aralığı bilinmeden, bir ölçütün ağırlıklandırılmasıdır. Bu aralık

özniteliğin minimum ve maksimum değerleri ile temsil edilir. Buna bağlı olarak ölçütlerin seçeneklerle beraber değerlendirilmesi için bunların değerleri ortaya koyulur. Ölçütlerin değerleri ile seçeneklerin eğilimi biraraya getirilerek karar verme matrisi oluşturulur. Buna göre her bir seçenek için ölçütlere değer atanarak, bunlar karar verme fonksiyonu aracılığıyla değerlendirilir. Karar kuralları seçeneklerin ne kadar iyi olduğunun sıralanması veya hangi seçeneğin başka bir tanesine tercih edileceğinin kararlaştırılmasını sağlar. Bunlar mekansal verileri, karar seçeneklerini ve karar vericilerin tercihlerini seçeneklerin toplam bir değerlendirmesinde bütünleştirir. Büyük ölçüde kabul edilen sınıflandırmaya göre, karar kuralları çok öznitelikli ve çok amaçlı yaklaşımlara ayrılır. Çok öznitelikli karar verme yönteminde öznitelikler karar değişkeni ve karar ölçütleri olarak hizmet eder. Çok amaçlı karar verme yaklaşımında ayırım, karar değişkenleri ve karar ölçütleri arasında yapılır. Bununla beraber analizin sonucunda çıkarılan seçenekler kullanılan karar kuralına bağlıdır. Ardından sonuçlarda çıkan hassasiyetin tespit edilmesi ile seçeneklerin güvenilirliği ortaya koyulur. Bunun için verilerin doğruluğu ve analizin hassasiyeti ile ilgili işlemler yapılır. Hassasiyet analizinin hedefi tavsiye edilen seçeneğin, girişlerdeki değişikliklerden nasıl etkilendiğini kararlaştırmaktır. Analiz tavsiye edilen çözümün doğruluğunu anlamayı sağlar. Bu adım, karar vermede kullanılan veriler büyük kesinlikle bilinmediği zaman özel öneme sahiptir. Bununla beraber sonuçta seçilen seçeneğin hassasiyeti ortaya koyulur. (Şekil 2.1)

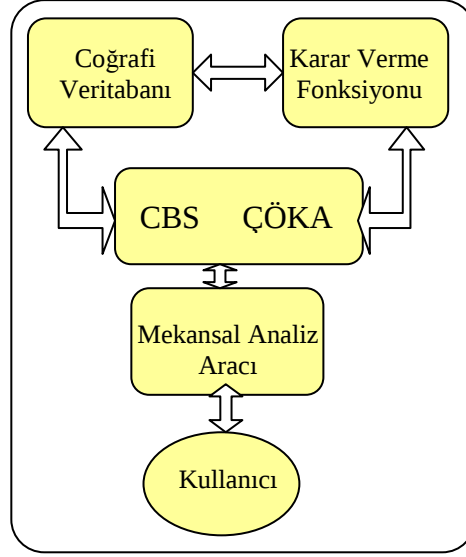
2.3. Mekansal Çok Ölçütlü Karar Analizi

Mekansal karar problemleri tipik olarak, uygun çözüm seçenekleri grubu ve çok yönlü ve oransız değerlendirme ölçütleri içerir. Seçenekler kişiler tarafından değerlendirilir. Kişiler tipik olarak, değerlendirilen seçeneklerin tabanındaki ölçütlerin göreceli önemi yönünden ayrılırlar. Buna göre pek çok mekansal kararda CBS temelli ÇÖKA'ya ihtiyaç duyulur. Bu iki ayrı araştırma alanı, CBS ve ÇÖKA birbirlerinden faydalanabilir. Diğer taraftan, CBS tekniklerinin karar verme problemlerini analiz etmede önemli bir rolü vardır. Aslında, CBS problem çözme çevresinde mekansal bilgileri içeren KDS olarak bilinir.



Şekil 2.1: ÇÖKA Diyagramı (Malczewski, 1999)

Bir diğer taraftan, ÇÖKA ise karar verme problemlerini yapılandırma, tasarlama, değerlendirme ve karar seçeneklerini ayırtırmada zengin teknikler sağlar. CBS-ÇÖKA karar vermede bilgi toplamak için coğrafi veriler ve değer ölçütlerini bir araya getiren süreç olarak görülebilir. (Malczewski, 2006) Mekansal ÇÖKA'nın yapısı büyük bileşenleri tanıyarak tanımlanabilir. Mekansal ÇÖKA tipik olarak üç cins bileşeni içerir, bunlar CBS, ÇÖKA ve analiz aracı arayüzü şeklindedir. Bu bileşenler Şekil 2.2'de gösterilmiştir.

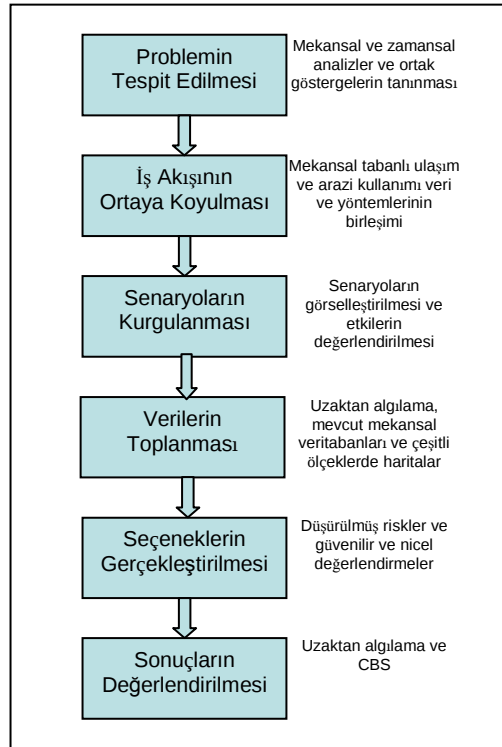


Şekil 2.2: Mekansal ÇÖKA'nın Bileşenleri

Ulaşım planlamasında mekansal ÇÖKA'nın kullanılması birçok olumlu katkı sağlamaktadır. Ulaşım güzergahının tasarlanması sürecinde, bunun kentsel alanlarda sebep olacağı etkilerin belirlenebilmesi sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik yönden değişmesi bütünüyle ele alınarak, konuya daha geniş yaklaşım sağlanmalıdır. Sözü edilen etkilerin sahip olduğu önemi oranında değerlendirilmesi gerekir. Bundan dolayı etkilerin 'ölçüt' olarak alındığı çok ölçütlü karar verme yönteminden yararlanılır. Buna göre öngörülen ölçütler özelliklerine uygun şekilde yönetime eklenerek, farklı yaklaşımları içeren sonuçlar alınır. Ayrıca yeni güzergahın kullanımına yakın mevcut güzergahların yerleşimlere etkileri sabit olarak kabul edilir. Bunların yeni güzergahın çevresinde geçerli olduğu düşünülerek, yerleşimlerin ileriye yönelik değişmesi belirlenir. Böylece birçok düşüncenin ortaya koyulduğu planlama sürecinde daha verimli çözümler elde edilir.

3. VERİ ve YÖNTEM

Çalışma kapsamında ortaya koyulan yöntemin işlem adımları sıralandığı şekilde anlatılmaktadır. İşlem adımlarının başında mekansal ve zamansal analizler ve ortak göstergelerin tanınması yardımıyla problemin tespit edilmesi bulunur. Bu adımı mekansal tabanlı ulaşım ve arazi kullanımı veri ve yöntemlerinin birleşimi olan iş akışının ortaya koyulması izler. Ardından senaryoların görselleştirilmesi ve etkilerin değerlendirilmesi amacıyla senaryoların kurgulanması adımına geçilir. Buna bağlı olarak uzaktan algılama, mevcut mekansal veritabanları ve çeşitli ölçeklerde haritalar yardımıyla verilerin toplanması sağlanır. Ardından düşürülmüş riskler ve güvenilir ve nicel değerlendirmeler amacıyla seçeneklerin gerçekleştirilmesi sağlanır. Bu adımların sonunda uzaktan algılama ve CBS yardımıyla sonuçların değerlendirilmesi bulunur. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1: Çalışmanın Akış Şeması (Demirel ve diğ., 2007)

3.1. Analiz Yöntemi

Çalışma sürecinde analiz yönteminin oluşturulması için ÇÖKV teknikleri arasından uygun olanı seçilir. Buna göre karar verme tekniklerinden daha çok kullanılan çok öznitelikli karar verme yöntemi ele alınmıştır. (Malczewski, 1999) Bu yöntemin en çok bilinen tipleri basit toplamsal ağırlık (BTA) yöntemi ve analitik hiyerarşi süreci şeklindedir. BTA yöntemi birden çok ölçüt içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılır. Analitik hiyerarşi süreci belirlilik ya da belirsizlik altında çok sayıda seçenek arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok ölçütlü ve çok amaçlı karar problemlerinde kullanılır. Diğer yöntemler ise değer/fayda fonksiyonu, ideal nokta yöntemi, uygunluk yöntemi ve bulanık birleştirme operatörü şeklinde sıralanır.

Bu çalışmada mekansal ÇÖKA yöntemlerinden sıkça kullanılan BTA yöntemi tercih edilmiştir. Ağırlıklı doğrusal birleşme yöntemi olarak da adlandırılan bu yöntem ağırlıklı ortalama düşüncesine dayanır. Buna göre karar verici doğrudan, her özniteliğe ‘görelî önemi’nin ağırlıklarını tayin eder. Her özniteliğe tayin edilen önem ağırlığı ile özniteliğe seçenek için verilen değer çarpılır ve bütün özniteliklerden çıkan değerler toplanarak, her seçenek için bir toplam puan elde edilir. Bütün seçenekler için toplam puanlar hesaplandığı zaman, en yüksek toplam puana sahip seçenek seçilir. Karar kuralında her A_i toplam puanı, 3.1 formülü ile değerlendirilir:

$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad (3.1)$$

x_i , j. özniteliğe göre i. seçeneğin puanı ve w ağırlığı, normalleştirmiş ağırlıktır, bundan dolayı $\sum w=1$ olur. Ağırlıklar özniteliklerin görelî önemini temsil eder. En çok tercih edilen seçenek, A’nın maksimum değerine sahip olandır. CBS-tabanlı BTA yöntemi sıralanan adımlara sahiptir:

1. Değerlendirme ölçütlerinin ve uygun seçeneklerin tanımlanması,
2. Her ölçüt haritasının standartlaştırılması,
3. Her ölçüt haritasına doğrudan tayin edilen ölçüt ağırlıklarının tanımlanması,
4. Standartlaştırılmış ölçüt haritaları ile uygun görülen ağırlıklar çarpılarak, ağırlıklı standartlaştırılmış harita katmanlarının oluşturulması,
5. Ağırlıklı standartlaştırılmış harita katmanları üzerinde çakıştırma işlemi kullanılarak, her seçenek için toplam puanın oluşturulması,

6. Toplam puanına göre seçeneklerin sıralanması; en yüksek puanlı seçenek, en iyi seçenektir.

BTA yöntemi çakıştırma yeteneğine sahip herhangi bir CBS programı kullanılarak uygulanabilir. Çakıştırma işlemi, değerlendirme ölçüt haritaları kullanılarak birleşik harita katmanlarının belirlenmesine olanak sağlar. (Malczewski, 1999) Buna bağlı olarak uygulama bölümünde bu yöntem yer verilmiş ve bunun adımları izlenmiştir. Ancak yöntemin adımlarından sonuncusu her seçenek için puan oluşturulması ve seçeneklerin bunlara göre sıralanmasına yer verilmemiştir. Bunun sebebi oluşturulan seçeneklerden en iyisinin değil belirlenen yaklaşıma uygun olanın seçilmesidir.

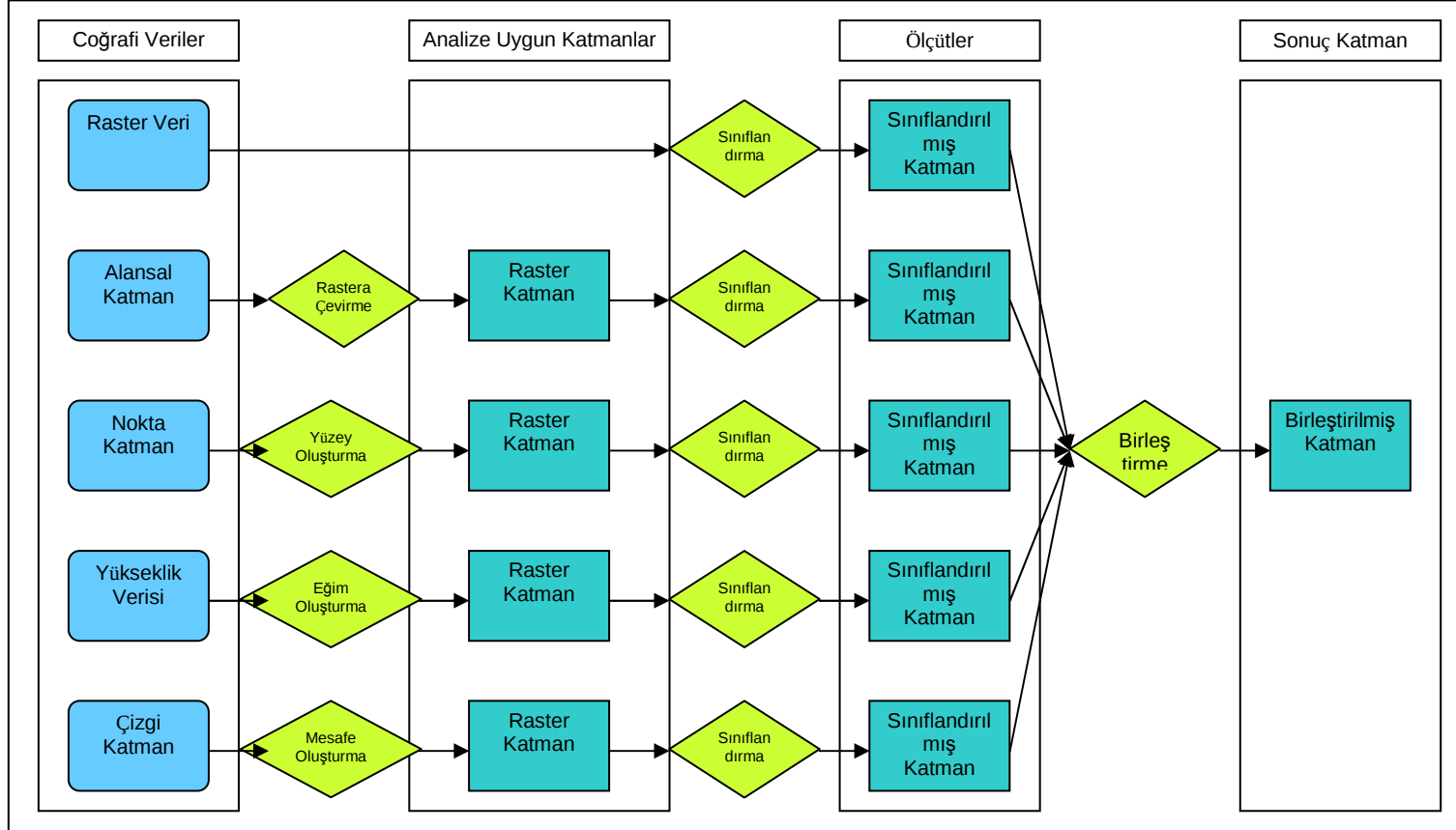
Çalışma kapsamında seçilen mekansal ÇÖKA yönteminin işlem adımları ayrıntılı şekilde anlatılmaktadır. Bu süreçte analizin ölçütlerini gösteren coğrafi veriler edinilir. Farklı formlarda olan veriler analizde kullanılan raster katmana çevirilir. Buna göre vektör veriler özelliğine bağlı olarak raster katmana dönüştürülür. Alansal katmanlar analizde kullanılan özniteliğine göre raster katmana çevirilir. Nokta katmanlardan analizde kullanılan özniteliğine göre uygun enterpolasyon yöntemiyle yüzey oluşturulur. Çizgi katmanlardan analizde kullanılan özniteliğine göre mesafe oluşturulur. Yükseklik verilerinden analizde gereken özelliğine göre eğim oluşturulur. Bu arada oluşturulan raster katmanların aynı çözünürlükte olmasına dikkat edilir. Ardından herbir ölçütü gösteren katmanın özniteliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenir. Buna göre katmanlar sınıflandırılarak özniteliği yerine uygunluk değeri atanır. Böylece katmanlar standartlaştırılarak ölçüt haritaları oluşturulur. Bu noktada uygunluk değerlerinin 1 ile 9 gibi sabit aralıkta olmasına dikkat edilir. Bundan sonra uygulamanın yaklaşımına bağlı olarak, ölçütlerin önemine göre ağırlığı belirlenir. Buna göre ölçütler ağırlıkları oranında birleştirilir. Bu esnada herbir ölçüt için atanan uygunluk değeri ile yaklaşıma göre belirlenen ağırlık çarpılarak, sonuçlar üstüste çakıştırılıp ağırlıklı ölçüt haritası çıkarılır. Böylece belirlenen yaklaşıma uygun alanları gösteren sonuç katman oluşturulur. Bu arada ölçütlerin önemine göre belirlenen ağırlıkların 100 puan üzerinden paylaştırılmasına dikkat edilir. Coğrafi veriler ve ölçütler arasında kurulan ilişki Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Bütün vektör ve raster veriler ölçütler ile ilişkilendirilir ve sonuç katman oluşturulur. Uygulama bölümünde ÇÖKA, üzerinde güzergah seçeneklerinin değerlendirileceği seyahat katmanının oluşturulması için kullanılmıştır.

3.2. Veriler

Yeni bir ana yol planlaması, çeşitli verilerin analizini kapsayan karışık bir planlama süreci oluşturur. Bu süreç, planlanan ulaşım bağlantısı için koridor seçeneklerinin geliştirilmesini ve farklı seçeneklerin sosyo-ekonomik ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesini kapsar. (Fisseha, 2005) Çalışma kapsamında ÇÖKA'nın gerçekleştirilmesi için, analizin ölçütlerini ifade eden coğrafi verilere ihtiyaç duyulur. Buna göre bölgenin yerleşim ve arazi modeli gibi çeşitli katmanları edinilir.

Bu katmanlar çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Binalar mevcut yollar boyunca yayılan kişi ikametini gösterir. Yollar yerleşimlerin yoğun olduğu alanlarda sıklaşarak merkezi yerleri gösterir. Elektrik altyapısı kamu hizmeti olarak önemli bir kaynaktır. Jeolojiye bağlı olarak kaçınılması gereken özel önemde alanlar bulunabilir. Hava kirliliği duman, SO₂ ve ozon gibi zararlı gazların havadaki oranlarının, bunlar için belirlenen sınır değerleri aşması halinde oluşur. (Limerick County Council, 2001) Hava kirliliğinin mekansal dağılımını gösterebilmek, gerçekçi emisyon paternini oluşturabilmek amacıyla kirlilik konsantrasyon haritaları mekansal enterpolasyon yöntemleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Hava kirliliği konsantrasyon haritalarının üretilmesi için, jeostatistiksel bir yöntem olan kriging mekansal enterpolasyon yöntemi kullanılmaktadır.

Çeşitli dönemlerde elde edilen uydu görüntüleri kullanılarak, ulaşım altyapıları ve bunların çevreye etkilerinin gelişmesi kolayca izlenebilir. Kullanılan uydu görüntülerinin özellikleri; algılayıcı - Landsat TM, mekansal çözünürlük - 30,120, bant sayısı - 7 şeklindedir. Zamana bağlı değişikliklerin bulunmasında, mekansal analizler yoluyla farklı-zamana ait uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Diğer taraftan sayısal yükseklik modeli (SYM) mekansal nesneler üzerinde seçilmiş yüzey noktalarının x,y,z koordinatlarına dayalı olarak, matematiksel yolla bir yüzey yaratmayı ve yatay konumları verilen noktalar için, bu yüzeye ait yükseklik bilgileri üretmeyi sağlayan işlemler dizisidir. Diğer katmanlar da kullanım alanlarına ve içeriklerine bağlı olarak değerlendirilir.



Şekil 3.2: Analiz Yönteminin Akış Şeması

3.3. Yöntemin Adımları

Analiz yöntemi uygulama bölümünde sıralanan işlem adımları doğrultusunda ele alınmaktadır. Öncelikle analiz yönteminin ölçütlerine göre edinilen coğrafi veriler, bulunduğu formdan analize uygun katman şekline çevirilir. Bu ölçütlerin özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenerek, ilgili katmanlar sabit değerler arasında sınıflandırılır. Uygulamanın yaklaşımına göre ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Bütün ölçütlerden bir parça içeren seyahat katmanı, öngörülen yaklaşıma uygun alanları gösterir. Buna göre çalışma alanının seyahate ilişkin mesafe ve istikamet katmanları çıkarılır. Ardından ulaşım güzergahının başladığı ve bittiği yerler seçilerek, oluşturulan katmanlar yardımıyla uygun hat geçirilir. Yeni güzergahın bu hat üzerinde olduğu düşünülerek, ulaşım ağına uygun forma çevirilir. Sonuçta güzergahın ulaşım ağına yararlı olduğunun doğrulanması için güzergah sorgulaması yapılır.

Ulaşım ağının gelişmesinin kentsel alanlarda yol açtığı etkilerin kestirilmesi, uzaktan algılama ve CBS yardımıyla gerçekleştirilebilir. (Demirel ve diğ., 2007) Buna göre uygulamada planlanan yeni güzergahın arazi örtüsünü nasıl etkilediğinin belirlenmesine geçilir. Ulaşım güzergahının kentsel alanlara etkileri ikiye ayrılır. Bunlar arazi örtüsü ve nüfus sayısı şeklindedir. Yeni güzergahın bu etkenleri ne kadar taşıdığının belirlenmesi için, bunun benzeri mevcut güzergahların çevresi incelenir. Bu güzergahların yapıldığı zamandan itibaren çevresine etkileri saklanarak, bunların belirli dönemlerde değişimleri tespit edilir. Buna göre incelenen değişimlerin aynı zaman aralığında birbirine yakın değerler aldığı görülür. Bunun sonrasında yeni güzergahın çevresindeki değişimlerin benzer eğilime sahip olduğu düşünülerek, bunların aynı zaman aralığında alacağı değerler kestirilir. Böylece yerleşimlerin ulaşım güzergahına bağlı olarak ileride nasıl değişeceği belirlenir.

4. UYGULAMA

Çalışma kapsamında ulaşım güzergahının planlanması amacıyla, konunun birçok yönüyle ele alındığı ve güzergah seçeneklerinin oluşturulduğu bir yöntem ortaya koyulmuştur. Bu yöntem çok boyutlu ve güncel bir problem olan çevreyollarının planlanması kapsamında değerlendirilmiştir. Buna bağlı olarak İstanbul’da yeni bir çevreyolunun geçirileceği güzergah belirlenmiş, bunun çevresinde arazi kullanımının nasıl değişeceği incelenmiş ve çıkan sonuçlar tartışılmıştır.

4.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

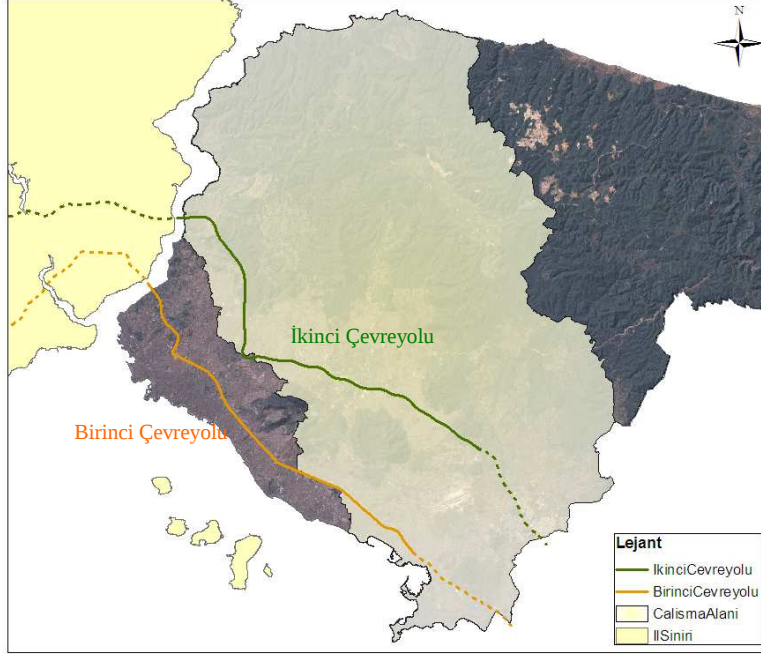
İstanbul kentinin ulaşım ağının büyük kısmını karayolu ulaşımı oluşturur. Kentin iki yana genişlemesiyle hem Avrupa yakası hemde Anadolu yakasında sınırlara varılmıştır. Ayrıca iki yaka arasında karayolu ulaşımı büyük oranda boğaz köprülerine dayalıdır. Her ne kadar birinci köprü kentiçi ulaşımına, ikinci köprü ulusal ulaşım ağına ayrılmış olsada, kentin yoğun trafiği bunların kapasitesini aşmış durumdadır. Buna karşı karar vericiler tarafından önerilen çözümlerden biri büyük tartışmalara yol açan üçüncü köprünün yapılmasıdır. Bu yüzden planlanan üçüncü köprünün ulusal ulaşımın yükünü kentin trafiğinden alması beklenmektedir. Buna göre karar vericiler tarafından üçüncü köprünün kentsel alanların uzağında kentin kuzeyinde yapılması öngörülmektedir. Ayrıca öngörülen köprünün bağlanacağı üçüncü çevreyolunun yerleşimlerin yoğun olduğu alanlara uğramaması istenmektedir. Diğer taraftan çevreyolunun ormanlardan geçmesi de, sivil insiyatif tarafından doğal çevreyi tahrip etmesi açısından kabul görmemektedir. Bunun için çevreyolunun izlediği hattın ayrıntılı şekilde hesaplanması, söz konusu öngörülerin hatta yansıtılması gerekmektedir. Bu önlemlere rağmen üçüncü çevreyolunun çevresinde zamanla yerleşim alanlarının oluşması kaçınılmaz görünmektedir. Buda çevreyolunun kentin trafiğine katılmasını ve kentiçi ulaşımının eski haline dönmesini sağlayacaktır. Bunlar gözönüne alındığında çevreyolunun geçirilmesinde bütün tespitlerin değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu tür otoyolların planlanmasında yoğunlukla küçük ölçekli planlara uyulmayıp inşaat maliyetlerinin önemsenmesi de, söz konusu sıkıntıların artmasına sebep olmaktadır. Üçüncü

Çalışma sürecinde önemli rol oynayan çalışma alanını kentsel alanların yanında kırsal alanlar içeren İstanbul kentinin Anadolu Yakası oluşturur. Bu bölgede çeşitli arazi örtüsü ve nüfus sayısı değerlerine sahip alanlar bulunur. Çalışmada üzerinde durulan Anadolu Yakası kentin yaklaşık %35'ini kaplamaktadır. İstanbul'un toplam yüzölçümü 538.981 ha olmaktadır. Kentin nüfusu ise 2005 yılındaki sayıma göre 11.332.000 olarak belirlenmiştir. Aynı dönemde kentteki araç sayısı ise 2.261.356 olarak belirlenmiştir. Bu sayının %75'ini otomobiller oluşturmaktadır. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2008) Dolayısıyla özel araç sahipliği %16 olmaktadır.

Bu kapsamda belirlenen çalışma alanı, Anadolu Yakasının güneyinde yeralan kentsel alanlar ve kuzeyinde yeralan orman alanları çıkarılarak elde edilen bölgedir. Çalışma alanı sekiz ilçe sınırına girmekte ve pekçok mahalle ve köy sınırını içermektedir. Buna göre bölgenin arazi kullanımı yapısı yer yer değişik özelliklere sahiptir. Bunlara örnek olarak yerleşim, yeşil alan ve su gibi arazi örtüsü sınıfları ve nüfus sayısının düşük ve yüksek olduğu alanlar gösterilebilir. Bu bölge Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Ayrıca çalışma alanında bölgenin iki büyük karayolu olan D-100 adlı birinci çevreyolu ve E-80 adlı ikinci çevreyolu yer almaktadır. Buna göre birinci çevreyolu Boğaziçi Köprüsünden başlayıp Pendik Kavşağına kadar uzanmakta ve kentiçi trafiğe hizmet etmektedir. İkinci çevreyolu ise Fatih Sultan Mehmet Köprüsünden başlayıp Kurtköy Kavşağına kadar uzanmakta ve ağırlıklı olarak şehirlerarası trafiğe hizmet etmektedir. Bunun yanısıra çalışma alanının yüzölçümü 93.770 ha'dır. Anadolu Yakası boyunca uzanan alanın batısında İstanbul Boğazı, doğusunda ise Kocaeli kenti yer almaktadır. Dolayısıyla bölgede planlanan üçüncü çevreyolu boğaz geçişinden başlayıp kent sınırına kadar uzanmaktadır.

4.2. Ulaşım Güzergahlarının Belirlenmesi

Çalışma sürecinde ortaya koyulan yöntem uygulamada izlenen adımları yönlendirmektedir. Buna göre güzergah seçeneklerinin belirlenmesi için öngörülen yaklaşımlar, ilgili seçeneğin bu yönde oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu noktada her bir kriter aynı amaca sahip ölçütlerle birlikte gruplanarak, benzer özellikleri bulunan katmanların birbirinden ayrılması sağlanır.

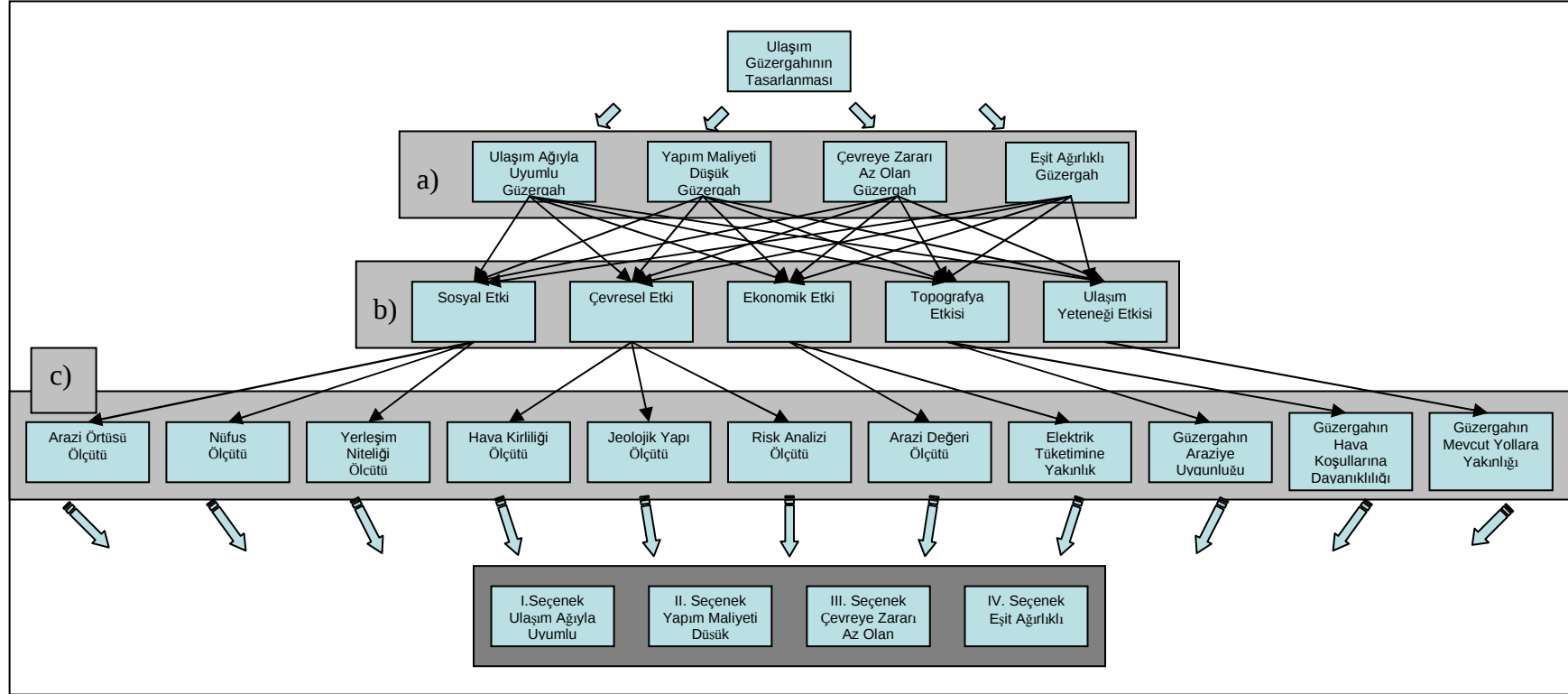


Şekil 4.2: Çalışma Alanı

Örneğin arazi örtüsü ölçütü ile yerleşim niteliği ölçütü birlikte değerlendirilmektedir. Ancak arazi örtüsü katmanında bulunan yerleşim sınıfı ile yerleşim niteliği katmanında bulunan konut alanı ve çalışma alanı tipleri birbiriyle örtüşmektedir. Buna karşı yerleşim alanları arazi örtüsü katmanında başka, yerleşim niteliği katmanında başka türlü değerlendirilir. Dolayısıyla arazi örtüsü ölçütü ile yerleşim niteliği ölçütü arasındaki bağlantı, bunların özelliklerine uygun şekilde kurulur. Uygulamada güzergah seçeneklerinin belirlenmesi için izlenen adımlar Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 4.3’de sunulan a), b) ve c) maddeleri Bölüm 4.2.1 ve Bölüm 4.2.2’de açıklanmıştır.

4.2.1. Güzergah Seçeneklerinin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında planlanan üçüncü çevreyolu için çeşitli güzergah seçenekleri belirlenmektedir. Buna göre belirlenen seçenekler ulaşım ağıyla uyumlu, yapım maliyeti düşük, çevreye zararı az olan ve eşit ağırlıklı güzergahlar olarak sıralanmıştır.



Şekil 4.3: Güzergah Seçeneklerinin Tasarlanması

Birinci seçenek ulaşım ağıyla uyumlu güzergah olarak, yerleşim alanlarına erişebilen ve mevcut ulaşım ağının yetersiz kaldığı yerlere yaklaşan bir hattır. İkinci seçenek yapım maliyeti düşük güzergah olarak, arazi koşullarına ve gayrimenkul kamulaştırma değerlerine göre inşaat maliyeti en az olan hattır. Üçüncü seçenek çevreye zararı az olan güzergah olarak, kentsel alanlarda çevreye zararı en az olan güzergahtır. Dördüncü seçenek eşit ağırlıklı güzergah olarak, üç yaklaşıma da aynı derecede yakın olan bir hattır. Görüldüğü gibi belirlenen seçenekler üçüncü çevreyolu güzergahının ulaşım yeteneği, ekonomik ve çevreyi koruyan özelliklere sahip olmasını sağlamaktadır. Bu özelliklere aynı uzaklıkta olan eşit ağırlıklı seçenek bütün ölçütleri de aynı oranda içermektedir.

4.2.2. Ölçütlerin Belirlenmesi

Bu çalışmada ulaşım güzergahının planlanması esnasında bununla ilişkili konular da ele alınmaktadır. Buna göre ulaşım güzergahının çevresine etkileri beş başlıkta incelenir. Bunlar ulaşımın sosyal etkisi, çevresel etkisi, ekonomik etkisi, topografya etkisi ve ulaşım yeteneği etkisi şeklinde sıralanır. Ulaşımın sosyal etkisi güzergahın yerleşimlerin yoğun olduğu yerler arasında ilerlemesini ve kişilerin bu yerlere seyahat etmesini amaçlamaktadır. Bu etki kentsel alanların niteliğine yönelik etkenlerden oluşur, bunların bazıları arazi örtüsü, nüfus ve yerleşim niteliği şeklindedir. Ulaşımın çevresel etkisi güzergahın bölgenin doğal yapısını tahrip etmeyecek şekilde ilerlemesini amaçlamaktadır. Bu etki çevrenin doğal yapısına yönelik etkenlerden oluşur, bunların bazıları hava kirliliği, jeolojik yapı ve risk analizi şeklindedir. Ulaşımın ekonomik etkisi yapım maliyetine yönelik etkenlerden oluşur, bunların bazıları arazi değeri ve elektrik tüketimine yakınlık şeklindedir. Ulaşımın topografya etkisi inşaat işlerine yönelik etkenlerden oluşur, bunların bazıları güzergahın araziye uygunluğu ve güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı şeklindedir. Ulaşım yeteneği etkisi güzergahın bölgenin ulaşım ağına ve mevcut ulaştırma altyapısına en uyumlu şekilde ilerlemesini amaçlamaktadır. Bu etki ulaşım ağına yönelik etkenlerden oluşur, bunların biri güzergahın mevcut yollara yakınlığı şeklindedir. Bu etkenler analiz yönteminin ölçütleri olarak kabul edilir. Bu ölçütler Tablo 4.1’de gösterilmiştir.

Bu çalışmada ulaşım güzergahının çevresine etkileri ölçüt gruplarını oluşturur. Her grupta konuyla ilgili etkenleri temsil eden ölçütler bulunur. Bunların gruplanmasının sebebi karar vericilerin ölçütleri gruplar halinde daha kolay ağırlıklandırabilmesidir.

Aksi halde fazla sayıda ölçütün bir defada değerlendirilmesi, bazı detayların gözden kaçmasına sebep olmaktadır. Belka (2005) tarafından yapılan sürdürülebilir otoyol koridorunun seçilmesi uygulamasında kullanılan değerlendirme ölçütleri konusuna göre gruplara ayrılmıştır. Buna göre oluşturulan sosyal, çevresel ve ekonomik ölçüt grupları yapılan çalışmada temel alınmıştır. Ayrıca Fisseha (2005) tarafından yapılan yol güzergahı planlaması çalışmasında yeni bir yol koridorunun seçilmesinde kullanılan veriler kullanım alanına göre gruplara ayrılmıştır. Buna göre oluşturulan topografya ve ulaşım yeteneği veri grupları yapılan çalışmada ölçüt grupları olarak temel alınmıştır.

Tablo 4.1: Ölçütlerin Gruplandırılması

Ölçütlerin Gruplandırılması		
Ölçüt Grupları		Ölçütler
Ulaşımın etkileri	Sosyal etki	Arazi örtüsü
		Nüfus
		Yerleşim niteliği
	Çevresel etki	Hava kirliliği
		Jeolojik yapı
		Risk analizi
	Ekonomik etki	Arazi değeri
		Elektrik tüketimine yakınlık
	Topografya etkisi	Güzergahın araziye uygunluğu
		Güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı
	Ulaşım yeteneği etkisi	Güzergahın mevcut yollara yakınlığı

Çalışmada kullanılan etkilerin analizde değerlendirilmesi ölçütler yardımıyla yapılmaktadır. Arazi örtüsü ölçütüyle kentsel alanlarda arazi kullanımına göre yerleşimlerin yoğun olduğu yerlerin temsil edilmesi amaçlanır. Nüfus ölçütüyle kentin nüfusunun yüksek olduğu dolayısıyla yerleşimlerin yoğun olduğu yerlerin temsil edilmesi amaçlanır. Yerleşim niteliği ölçütüyle kentsel alanlarda planlama kararlarının temsil edilmesi amaçlanır. Hava kirliliği ölçütüyle kentin hava kirliliği değerlerinin temsil edilmesi amaçlanır. Jeolojik yapı ölçütüyle kentin zemin durumunun temsil edilmesi amaçlanır. Risk analizi ölçütüyle kentin deprem riskinin temsil edilmesi amaçlanır. Arazi değeri ölçütüyle kentsel alanlarda gayrimenkul değerlerinin temsil edilmesi amaçlanır. Elektrik tüketimine yakınlık ölçütüyle kentin elektrik tüketimi değerlerinin temsil edilmesi amaçlanır. Buna göre elektrik tüketiminin fazla olduğu sanayi alanları ortaya çıkarılmaktadır. Güzergahın araziye uygunluğu ölçütüyle arazinin eğim durumunun temsil edilmesi amaçlanır.

Güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı ölçütüyle arazinin bakı durumunun temsil edilmesi amaçlanır. Buna göre hava koşullarının görece iyi olduğu güney yamaçları ortaya çıkarılmaktadır. Güzergahın mevcut yollara yakınlığı ölçütüyle kentin yapılaşması ve mevcut yollara olan mesafenin temsil edilmesi amaçlanır. Buna göre trafik yoğunluğunun yüksek olduğu yerler ortaya çıkarılmaktadır.

4.2.3. Verilerin Hazırlanması

Coğrafi verilerin çalışmanın yöntemine uygun şekilde saklanması gerekir. Çalışmada kullanılan coğrafi verilerin özelliklerine bağlı olarak veritabanı oluşturulmuştur. Buna göre düzenlenen veritabanında yerleşim, kentsel kullanım, planlama, coğrafya ve yer bilimlerine ait veriler, bağımsız katmanlar ve yardımcı tablolar bulunur. Çalışma kapsamında gerek duyulan coğrafi veriler 2005 yılına aittir ve Anadolu Yakasını göstermektedir. Bunların ortak bir yapıya sahip olması için tamamı veritabanına aktarılır. Bu veriler konularına göre ayrı verisetlerinde tutulur. Buna göre yerleşim verisetinde bulunan il sınırı, ilçe sınırı, mahalle sınırı, köy sınırı, yapı adası ve yapı katmanları İBB Harita Müdürlüğü tarafından yapılan halihazır haritadan alınmıştır. Kentsel kullanım verisetinde bulunan elektrik hattı, karayolu ve demiryolu katmanları da kentin halihazır haritasından alınmıştır. Planlama verisetinde bulunan yerleşim niteliği katmanı İBB Şehir Planlama Müdürlüğü tarafından 2005 yılında yapılan çevre düzeni planından alınmıştır. Planlama verisetinde bulunan ulaşım koridoru katmanıysa çalışma kapsamında oluşturulmuştur. Coğrafya verisetinde bulunan eşyüksele eğrisi ve durgunsu katmanları da kentin halihazır haritasından alınmıştır. Yer bilimleri verisetinde bulunan toprak yapısı ve jeolojik yapı katmanları İBB Zemin ve Deprem Müdürlüğü tarafından yapılan zemin haritasından alınmıştır. Yer bilimleri verisetinde bulunan hava kirliliği katmanıysa İTÜ Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü tarafından Vestreng ve diğ. (2006) hazırladığı çalışmadan sağlanmıştır. Bağımsız katmanlardan arazi örtüsü ve risk analizi katmanları da Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü tarafından oluşturulmuştur. Bunlardan arazi örtüsü katmanı Demirel ve diğ. (2007) hazırladığı çalışmadan sağlanmış, risk analizi katmanı İstanbul Deprem Hasar Analizi Programı Geliştirme Projesi kapsamında hazırlanmıştır. Bağımsız katmanlardan uydu görüntüsü, yükseklik modeli ve rölyef modeli katmanları da Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü tarafından sağlanmıştır. Yardımcı tablolardan yapı özelliği ve yol özelliği tabloları da kentin halihazır haritasından alınmıştır. Yardımcı tablolardan

nüfus bilgisi tablosuysa Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü tarafından sağlanmıştır. Bunlar Türkiye Afet Bilgi Sistemi Çalışmaları kapsamında hazırlanmıştır.

Çalışmada kullanılan verilerin edinildiği haritalar farklı koordinat sistemlerine sahiptir. Sözü edilen veriler aynı koordinat sistemine dönüştürülmüş, İstanbul kentine ait ED50 UTM Zone 35 koordinat sisteminde 1:25.000'den küçük ölçekli haritalar 6°'lik dilimde, 1:25.000'den büyük ölçekli haritalar 3°'lik dilimde toplanmıştır. Buna göre Halihazır harita kentin yerleşim, kentsel kullanım ve coğrafya konularına ait verileri içeren 1:1000 ölçeğinde haritasıdır. Çevre düzeni planı kentin planlama konusuna ait verileri içeren 1:25000 ölçeğinde haritasıdır. Zemin haritası kentin yer bilimleri konusuna ait verileri içeren 1:5000 ölçeğinde haritasıdır. Haritaların yanı sıra projelerden sağlanan veriler de aynı koordinat sistemine çevirilir. Bu verilerin özellikleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Verilerin Özellikleri

Verilerin Özellikleri			
Adı	Tipi	Öznitelikleri	Ölçeği
Mahalle sınırı	Alan	Adı	1:1000
Köy sınırı	Alan	Adı	1:1000
Yapı adası	Alan	Adı, tipi	1:1000
Yapı	Alan	Adı, numarası, tipi, kullanımı	1:1000
Elektrik hattı	Çizgi	Numarası, kullanımı	1:1000
Karayolu	Çizgi	Adı, tipi	1:1000
Yerleşim niteliği	Alan	Tipi	1:5000
Yükseklik modeli	Raster	Değeri	1:5000
Jeolojik yapı	Alan	Adı, tipi, açıklaması, yaşı	1:5000
Hava kirliliği	Nokta	Açıklaması, değeri	1:25000
Arazi örtüsü	Raster	Sınıfı	1:100000
Risk analizi	Raster	Değeri	1:100000
Nüfus bilgisi	Tablo	Açıklaması, nüfusu	

Çalışmada kullanılan verilerin bazılarında analizi olumsuz etkileyecek hatalar görülmüştür. Buna göre yapı adası katmanının tipi özniteliği birbirine yakın birçok değer içermektedir. Bunun için özniteliğe belirli değerler atanarak, bütün kayıtların bu değerlere getirilmesi sağlanmıştır. Yapı katmanının geometrik yapısında üstüste gelen detaylar bulunmaktaydı. Bunun için katman topolojik kurallara göre incelenerek, üstüste gelen detaylar düzeltilmiştir. Karayolu katmanının geometrik yapısında artık detaylar bulunmaktaydı. Bunun için katman topolojik kurallara göre incelenerek, artık detaylar temizlenmiştir. Jeolojik yapı katmanının koordinat sistemi

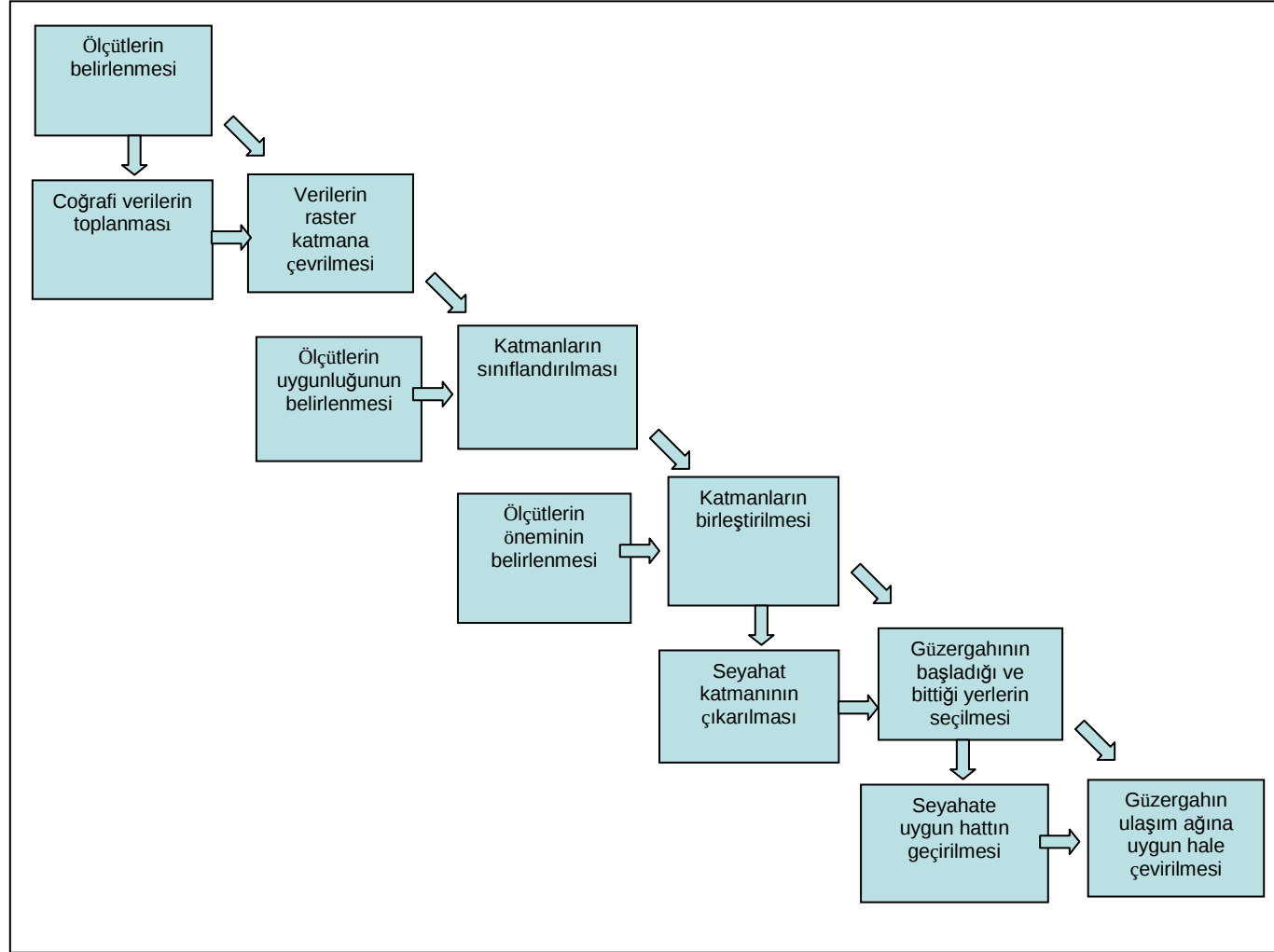
diğer verilerden farklıydı. Bunun için katmana uygun dönüşüm yöntemi belirlenerek, koordinat dönüşümü yapılmıştır. Risk analizi katmanının çözünürlüğü detayların sınırlarının görülmeyeceği kadar düşük tutulmaktaydı. Bunun için katmana uygun çözünürlük belirlenerek, çözünürlüğü arttırılmıştır.

4.3. Ulaşım Güzergahlarının Geçirilmesi

Uygulamada öncelikle analiz yönteminin ölçütlerine göre edinilen coğrafi veriler, bulunduğu biçimden analize uygun katman şekline çevirilir. Bu ölçütlerin özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenerek, ilgili katmanlar sabit değerler arasında sınıflandırılır. Çalışmanın yaklaşımına göre ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Bütün ölçütlerden bir parça içeren seyahat katmanı, öngörülen yaklaşıma uygun alanları gösterir. Buna göre çalışma alanının seyahate ilişkin mesafe ve istikamet katmanları çıkarılır. Ardından ulaşım güzergahının başladığı ve bittiği yerler seçilerek, oluşturulan katmanlar yardımıyla uygun hat geçirilir. Yeni güzergahın bu hat üzerinde olduğu düşünülerek, ulaşım ağına uygun forma çevirilir. Sonuçta güzergahın ulaşım ağına yararlı olduğunun doğrulanması için güzergah sorgulaması yapılır. Çalışmanın adımlarında ortaya koyulan iş akışı maddeler halinde düzenlenerek Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

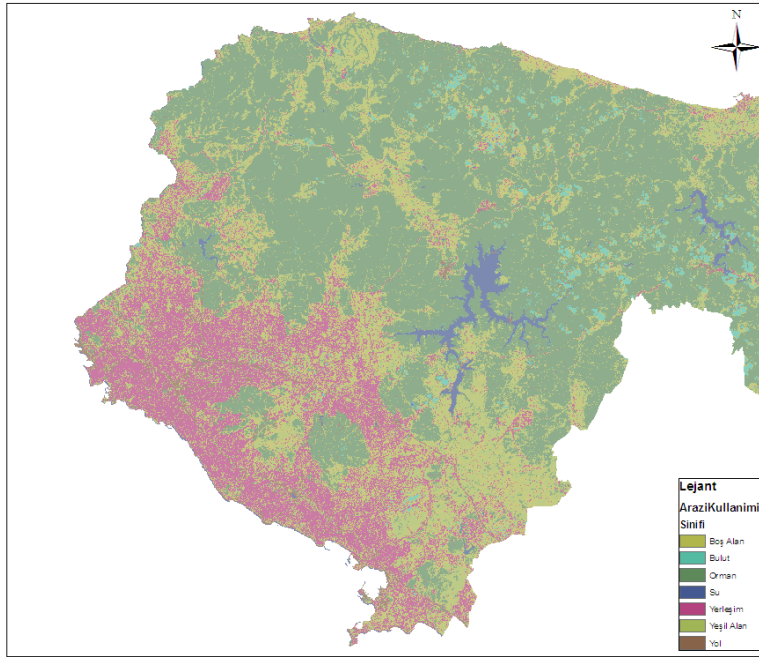
Bu çalışmada ArcGIS’deki farklı analiz araçları kullanılarak, mekansal planlama problemiyle ilgili bilgiler üretilmektedir. Bunun gibi analizler yapılırken, coğrafi veritabanına erişilmesi ve çeşitli haritaların oluşturulması gerekir. (Demsar ve Ahmed, 2003) Çalışma kapsamında kullanılan ArcGIS Desktop, içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog ve ArcToolbox arayüzleri ile haritalama, mekansal analizler, veri güncelleme, veri yönetimi ve görselleştirme işlemlerinin gerçekleştirildiği entegre bir CBS yazılımıdır. (ESRI Türkiye, 2008)

Uygulamayı gerçekleştiren analiz yönteminin aracının gösterildiği model şeması Ek 1’de sunulmuştur. Analiz yönteminin aracı çalışmanın koşulları sağlandığı takdirde uygulamanın adımlarını gösterildiği şekilde gerçekleştirmektedir. Buna ek olarak uygulamada kullanılan parametreler değiştirilebilmektedir.



Şekil 4.4: İş Akış Şeması

Çalışma sürecinde belirlenen ölçütleri gösteren coğrafi veriler analize uygun katman olan raster şekline çevirilir. Arazi örtüsü ölçütünü gösteren arazi örtüsü katmanı düzenlenmiştir. Buna göre raster şeklindeki katman olduğu gibi saklanmıştır. Bu katmanın içeriği arazi örtüsü sınıflarından oluşmakta ve Şekil 4.5’de gösterilmektedir. Yerleşim niteliği ölçütünü gösteren yerleşim niteliği katmanı düzenlenmiştir. Buna göre katman raster veriye çevirilmiştir. Bu katmanın içeriği yerleşim niteliği tiplerinden oluşmaktadır. Güzergahın araziye uygunluğu ölçütünü gösteren yükseklik modeli katmanı düzenlenmiş ve buna göre katmanın eğim modeli oluşturulmuştur. Bu katmanın içeriği ilgili alana göre eğim değerlerinden oluşmaktadır. Diğer ölçütleri gösteren katmanlar da benzer şekilde düzenlenmiş ve Ek 2’de gösterilmiştir. Bütün katmanlar raster veri olarak 30m çözünürlüğünde saklanır.



Şekil 4.5: Arazi Örtüsü Katmanı

4.3.1. Ulaşımın Etkilerinin Belirlenmesi

Çalışma sürecinde yöntem bölümünde anlatıldığı şekilde, öncelikle kullanılan katmanların özelliğine bağlı olarak uygunluğu belirlenir. Bunlar sabit değerler arasında sınıflandırılarak çalışma alanına göre kesilir. Arazi örtüsü katmanı sınıflandırılarak, arazi örtüsü sınıfları yerine uygunluk değerleri atanır. Buna göre arazi örtüsü sınıflarının seyrek olanları yüksek değerler, sık olanları düşük değerler alır. Bu katmana atanan uygunluk değerleri Tablo 4.3’de, katmanın yeni hali Şekil

4.6'da gösterilmiştir. Yerleşim niteliği katmanı sınıflandırılarak, yerleşim niteliği tipleri yerine uygunluk değerleri atanır. Buna göre yerleşim niteliği tiplerinin gelişmesi devam edenleri yüksek değerler, gelişmesi bitenleri düşük değerler alır. Araziye uygunluk katmanı sınıflandırılarak, eğim değerleri yerine uygunluk değerleri atanır. Buna göre eğim değerlerinin az olanları yüksek değerler, fazla olanları düşük değerler alır. Diğer katmanlar da sınıflandırılarak, içeriğindeki değerler yerine uygunluk değerleri atanır. Bu katmanlara atanan uygunluk değerleri ve bunların yeni halleri Ek 3'de gösterilmiştir. Bütün katmanlar benzer şekilde 1 ile 9 arasında sınıflandırılır. Diğer deyişle katmanın özelliklerinde 9 gibi yüksek değer alanlar güzergahın geçmesi için elverişli yerleri, 1 gibi düşük değer alanlar ise elverişsiz yerleri ifade etmektedir.

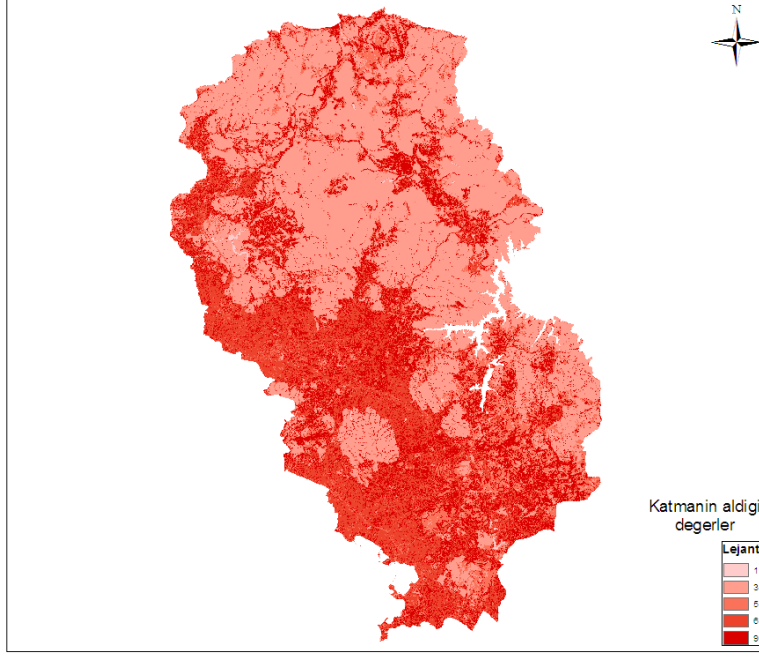
Çalışmada kullanılan ölçütlere bağlı olarak analize katılması uygun görülmeyen alanlar bulunmaktadır. Bunlar ilgili ölçütlerde kısıtlanarak uygunluk değeri almaması sağlanır. Bunların ilki güzergahın tasarlanmasına elverişli olmayan su alanıdır. Bu alan arazi örtüsü ölçütünde ayrılarak kısıtlanmıştır. Bunların ikincisi güzergahın tasarlanmasına elverişli olmayan koruma alanıdır. Bu alan yerleşim niteliği ölçütünde ayrılarak kısıtlanmıştır.

Bu katmanların sınıflandırılmasında herbir katman özniteliğine göre, mensup olduğu ölçüt grubuna bağlı olarak değerlendirilir. Birbirinden ayrılması gereken alanları temsil eden öznitelik değerleri, mümkün olduğunca farklı değerler alır. Belka (2005) tarafından yapılan sürdürülebilir otoyol koridorunun seçilmesi uygulamasında değerlendirme ölçütlerine uygunluk puanları verilirken, ölçütlerin özelliklerine mümkün olduğunca farklı değerler atanması öngörülmüştür. Buna göre ölçütlerin uygunluk puanları için öngörülen düşünce yapılan çalışmada temel alınmıştır.

Uygulamanın devamında kullanılan ölçütlerin önemi belirlenerek, ilgili katmanlar ağırlıkları oranında birleştirilir. Bu işlemler Tablo 4.4'de gösterilmiştir. Sosyal etkinin içerdiği ölçütler aynı ağırlığa sahip olarak arazi örtüsü katmanı 0,34, nüfus katmanı 0,33 ve yerleşim niteliği katmanı 0,33 oranında birleştirilir. Bu katman Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Arazi Örtüsü Ölçütü

Katmanın aldığı değerler	
Sınıflar	Değerler
Su	1
Orman	3
Yol	6
Boş Alan	9
Yeşil Alan	5
Yerleşim	6

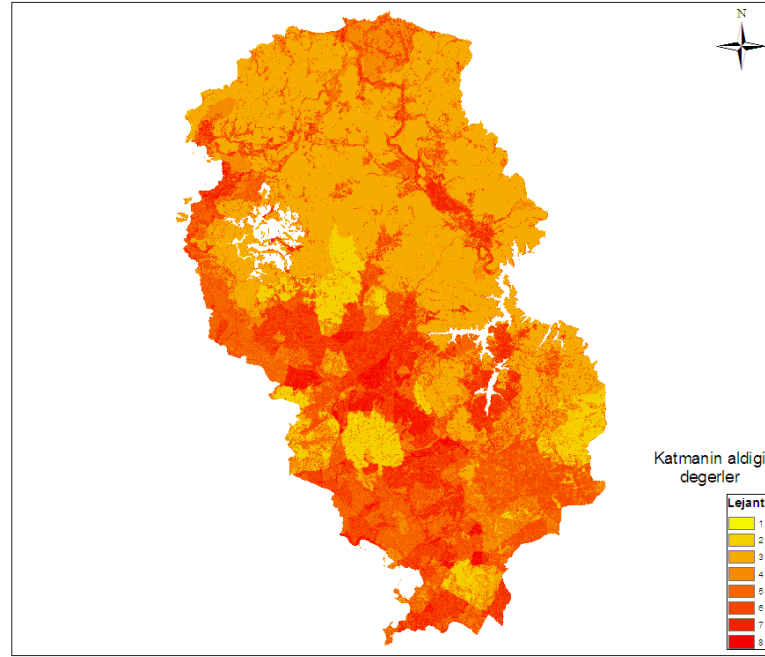


Şekil 4.6: Arazi Örtüsü Ölçütü

Topografya etkisinin içerdiği ölçütler aynı ağırlığa sahip olarak arazi uygunluğu katmanı 0,50 ve havaya dayanıklılık katmanı 0,50 oranında birleştirilir. Diğer etkilerin içerdiği ölçütler de aynı ağırlığa sahip olarak birleştirilmiş ve Ek 4’de gösterilmiştir. Bu değerler ilgili tablonun ölçütlerin ağırlıkları kısmında gösterilmiştir. Söz konusu etkileri gösteren katmanlar yeniden ağırlıkları oranında birleştirilir. Daha önce belirtilen farklı yaklaşımların ortaya koyulması için ulaşımın etkileri her bir seçeneğe göre ayrı hazırlanmaktadır. Eşit ağırlıklı seçeneğin oluşturulması için ulaşımın etkileri aynı ağırlığa sahip olarak sosyal etki 0,27, çevresel etki 0,27, ekonomik etki 0,18, topografya etkisi 0,18 ve ulaşım yeteneği etkisi 0,10 oranında birleştirilir. Bu katman Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Ulaşımın etkilerinin ulaşım ağıyla uyumlu, yapım maliyeti düşük ve çevreye zararı az olan seçeneklere göre hazırlanması Tablo 4.4’de gösterilmiştir. Bu değerler ilgili tablonun etkilerin ağırlıkları kısmında gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi ölçütler

ağırlığına bağlı olarak, önce ölçüt grubu içinde sonra gruplar arasında birleştirilir. Bunlar ölçüt grubu içinde aynı ağırlığa sahiptir. Ancak ölçüt gruplarının ağırlığı seçeneklere göre değişir. Dolayısıyla ölçütlerin tekil ağırlığı, kendi ağırlığı ve bulunduğu grubun ağırlığına bağlıdır. Bu değerler ilgili tablonun ölçütlerin tekil ağırlıkları kısmında gösterilmiştir.

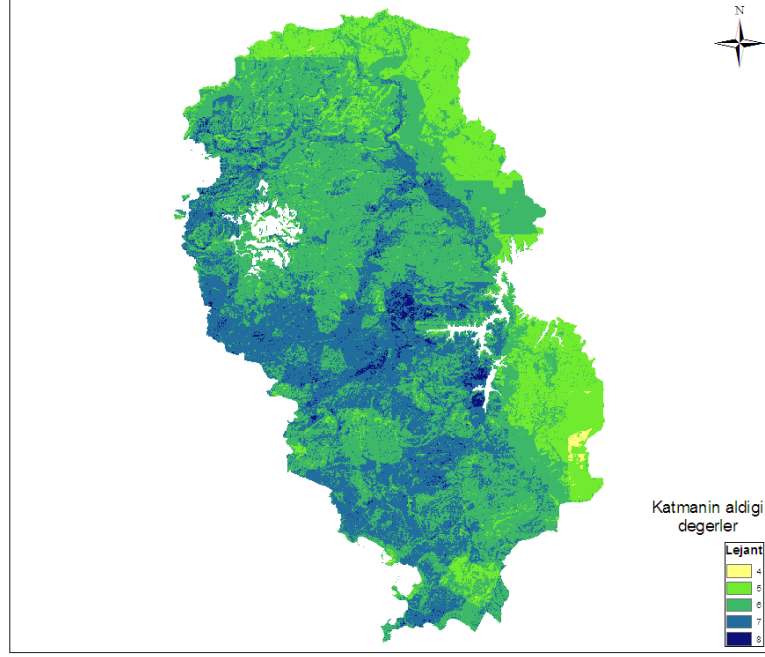
Diğer yandan oluşturulan katmanlar önceden belirlenen özelliklere sahiptir. Li ve Sinha (2004) tarafından yapılan risk ve belirsizlik kapsayan çok ölçütlü otoyol programlaması çalışmasında ölçüt ağırlıklarının atanmasında önce bütün ölçütlere aynı ağırlıklar verilmiş, sonra önemlerine göre bazı ölçütlerin ağırlıkları oranlı olarak artırılmıştır. Buna göre ölçüt ağırlıkları için ortaya koyulan düşünce yapılan çalışmada temel alınmıştır.



Şekil 4.7: Sosyal Etki

Tablo 4.4: Ölçütlerin Birleştirilmesi

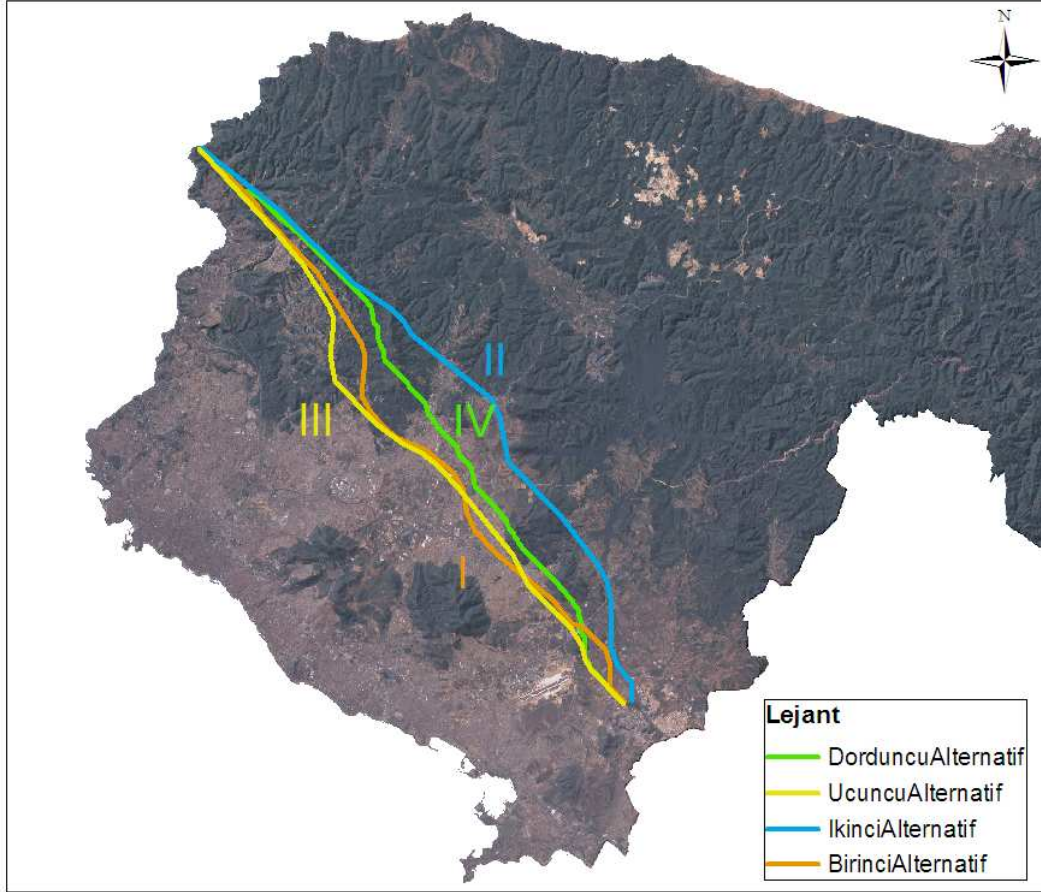
Ölçütlerin Birleştirilmesi										
Etkiler	Ağırlıklar (Seçeneklere göre)				Ölçütler	Ağırlıklar	Tekil Ağırlıklar (Seçeneklere göre)			
	I	II	III	IV			I	II	III	IV
Sosyal etki	0,18	0,18	0,18	0,27	Arazi örtüsü ölçütü	0,34	0,06	0,06	0,06	0,09
					Nüfus ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,06	0,09
					Yerleşim niteliği ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,06	0,09
Çevresel etki	0,18	0,18	0,51	0,27	Hava kirliliği ölçütü	0,34	0,06	0,06	0,17	0,09
					Jeolojik yapı ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,17	0,09
					Risk analizi ölçütü	0,33	0,06	0,06	0,17	0,09
Ekonomik etki	0,12	0,45	0,12	0,18	Arazi değeri ölçütü	0,50	0,06	0,23	0,06	0,09
					Elektrik tüketimine yakınlık ölçütü	0,50	0,06	0,22	0,06	0,09
Topografya etkisi	0,12	0,12	0,12	0,18	Güzergahın araziye uygunluğu ölçütü	0,50	0,06	0,06	0,06	0,09
					Güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı ölçütü	0,50	0,06	0,06	0,06	0,09
Ulaşım yeteneği etkisi	0,40	0,07	0,07	0,10	Güzergahın mevcut yollara yakınlığı ölçütü	1,00	0,40	0,07	0,07	0,10
Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00		Toplam	1,00	1,00	1,00	1,00



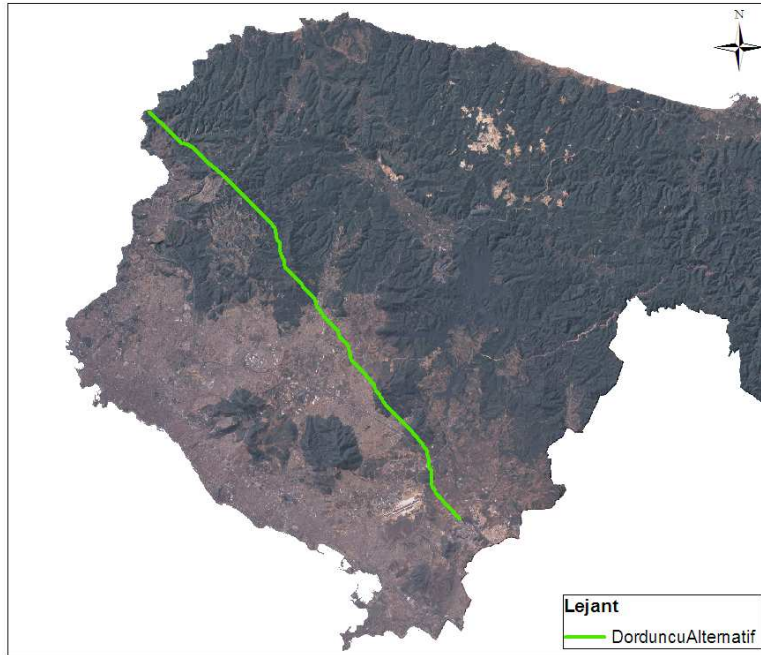
Şekil 4.8: Ulaşımın Etkilerine İlişkin Seyahat Katmanı

4.3.2. Güzergahların Belirlenmesi

Uygulamada bütün ölçütleri belirli oranda içeren seyahat katmanı, herbir seçenek için ayrı hazırlanmıştır. Buna bağlı olarak güzergahın belirlenmesi için uygun alanları gösteren seyahat katmanı üzerinde güzergahın başladığı ve bittiği yerler seçilir. Ulaşım güzergahının başladığı yer çalışma alanının üst kısmında Anadolu Kavağı çevresi ve bittiği yer alt kısmında Kurtköy bağlantı yolu olarak seçilir. Bunun yanında oluşturulan katmanlar yardımıyla bütün yaklaşımlar için uygun hatlar geçirilir. Uygulamada ele alınan seçeneklerin oluşturulması kullanılan ölçütlerin ağırlıklandırılmasına bağlıdır. Buna göre ulaşım yeteneği etkisine mensup ölçütlerin ağırlığı artırılarak ulaşım ağıyla uyumlu güzergah, ekonomik etkiye mensup ölçütlerin ağırlığı artırılarak yapım maliyeti düşük güzergah, çevresel etkiye mensup ölçütlerin ağırlığı artırılarak çevreye zararı az olan güzergah ve ölçüt gruplarının ağırlığı aynı tutularak eşit ağırlıklı güzergah oluşturulur. Bunlar birinci seçenek ulaşım ağıyla uyumlu güzergah, ikinci seçenek yapım maliyeti düşük güzergah, üçüncü seçenek çevreye zararı az olan güzergah ve dördüncü seçenek eşit ağırlıklı güzergah olmak üzere sunulmuştur. Bu seçenekler Şekil 4.9'da gösterilmiştir. Bunlar arasında karar vericiler bütün ölçütleri aynı oranda ağırlıklandığı için gerçek hayatta karşılaşma ihtimali yüksek olan dördüncü seçenek üzerinde durulmuştur. Bu seçenek de Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.9: Güzergah Seçenekleri



Şekil 4.10: Eşit Ağırlıklı Seçenek

Diğer taraftan analizin hassasiyetini gösteren tablo hazırlanarak, katmanların sınıflandırılmasıyla ilgili bilgiler ortaya koyulur. Buna göre katmanların aldığı değerler, bunların aralıkları ve ortalamaları hazırlanmış ve Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Analizin Hassasiyeti

Analizin Hassasiyeti			
Adı	Değerleri	$d \pm \Delta d$	$\Sigma d/n$
Arazi örtüsü	1-9	5 ± 4	5
Nüfus	1-7	4 ± 3	4,33
Yerleşim niteliği	1-9	5 ± 4	4,38
Hava kirliliği	1-7	4 ± 3	4,78
Jeolojik yapı	1-9	5 ± 4	5,50
Risk analizi	1-9	5 ± 4	5
Arazi değeri	3-9	6 ± 3	5,29
Elektrik tüketimine yakınlık	1-9	5 ± 4	5
Güzergahın araziye uygunluğu	1-9	5 ± 4	5
Güzergahın hava koşullarına dayanıklılığı	1-9	5 ± 4	4,60
Güzergahın mevcut yollara yakınlığı	3-9	6 ± 3	6

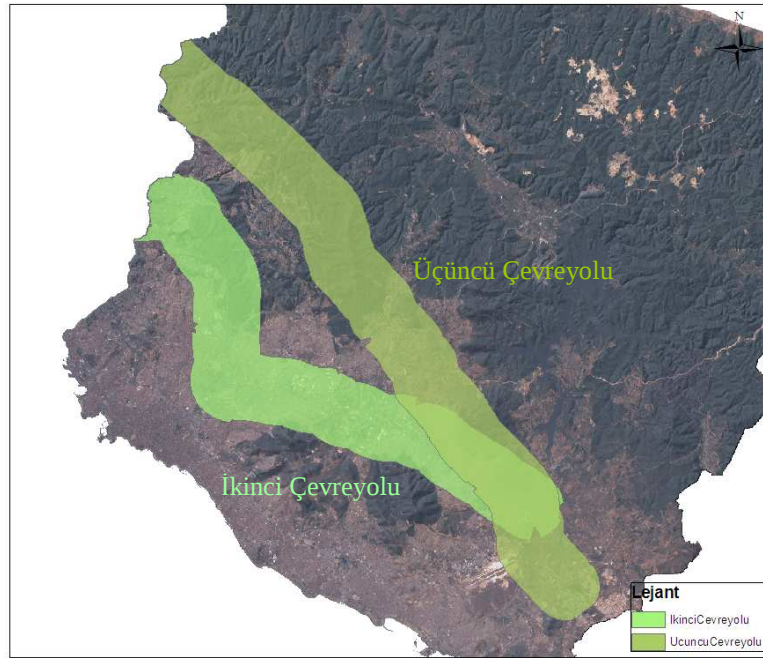
Hassasiyet analizinde diğer bir yaklaşım, sonuçların duyarlılığının tespit edilmesine yöneliktir. Özellikle verilerin doğruluğu konusunda yeterince bilgi edinilemeyen durumlarda, yapılan analizin duyarlılığı önem kazanır. (Malczewski, 1999) Buna göre analizde çıkan sonuçların, ölçütlerin ağırlıklandırılmasında girilen değerlerden nasıl etkilendiği belirlenir. Bunun için ele alınan seçeneğin oluşturulmasında kullanılan ölçütlerden biri seçilerek, buna verilen ağırlık belirli oranda artırılır, diğer ölçütlere verilen ağırlıklarsa aynı oranda azaltılır. Bu ağırlıkların değiştirilmesi işlemi birkaç kez yapılarak, analizin sonuçları saklanır. Ağırlığı arttırılan ölçüte bağlı olarak, oluşturulan seçeneklerin belirli yönde değiştiği gözlemlenir. Buna göre seçeneklerin belirli yönde değişme miktarları, sonuçların birbirinden ayırılması açısından önemlidir. Böylece seçeneklerin değişme miktarlarından yola çıkarak sonuçların duyarlılığıyla ilgili fikir edinilebilir. Bu çalışmada analizin duyarlılığı belirlenmemiş, ancak tartışma bölümünde bazı veriler değiştirildiğinde sonuçların da uygun şekilde değiştiği görülmüştür.

Mekansal ÇÖKA’da duyarlılık analizi, önemli ölçütlere öncelik verilmesine dayanan farklı sonuçları göstererek karar verme sürecinde önemini kanıtlamıştır. Duyarlılık analizi karar verme sürecinde, sadece geleceğe yönelik planlama parametreleri belirsizlik içerdiğinden değil, aynı zamanda ulaşım ağı seçeneklerinin tahmini maliyetleri değişebildiğinden çok önemlidir. Duyarlılık analizi koşulların

değişmesiyle, örneğin ölçütlerin öncelikleri farklı olduğunda veya aynı kaldığında, tercih edilen sonucun nasıl değiştiğini ve ne kadar farklı olduğunu göstermek için kullanılmaktadır. (Gerçek ve diğ., 2004) Buna bağlı olarak karar vericilerin sonucu tercih etmelerinde yardımcı olmaktadır.

4.4. Ulaşım Koridorundaki Değişmelerin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında planlanan güzergahın arazi kullanımını zaman içerisinde nasıl etkileyeceği mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla belirlenebilir. Bu süreçte güzergahın kullanımına yakın mevcut güzergahların yerleşimlere etkilerinin, bunun çevresinde geçerli olduğu düşünülür. Güzergahın bulunduğu bölgeye bağlı olarak bunun kullanımına yakın mevcut güzergahlar belirlenir. Bölgede koşullara uygun görülen ikinci çevreyolu ele alınır. Bu noktada Demirel ve diğ. (2007) tarafından yapılan çalışmada ortaya koyulan yöntem temel alınmıştır. Buna göre geçmişte ikinci çevreyolunun çevresinde oluşan değişikliklerin gelecekte üçüncü çevreyolunun çevresinde oluşacağı öngörülmüştür. Bu çevreyolları Şekil 4.12’de gösterilmiştir.



Şekil 4.12: Güzergahların Çevresi

4.4.1. Mevcut Güzergahın Çevresindeki Değişmeler

Bu çalışmada bölgenin değişik zamanlardaki hallerini gösteren coğrafi veriler kullanılır. Bunların ilki olan arazi örtüsü katmanı çevreyolunun yapıldığı zamanı ve yapıldıktan on yıl sonrasını gösterir. Bunların ikincisi olan nüfus katmanı

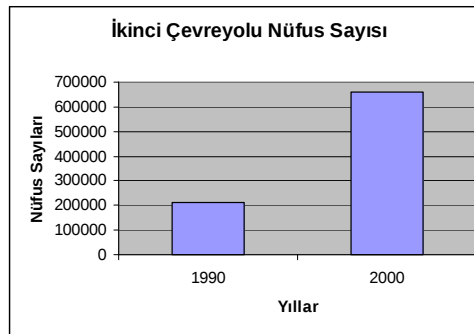
çevreyolunun yapıldığı zamanı ve yapıldıktan on yıl sonrasını gösterir. Güzergahın yerleşimlere etkileri belirlenen etkenler yardımıyla gösterilir. Bunlar kullanılan katmanların içeriğine bağlı olarak düzenlenir. Arazi örtüsü etkeni ikinci çevreyolu koridorunun 1987 ve 1997 yıllarındaki arazi örtüsü sınıflarını içerir. Bu etken Şekil 4.13 ve Şekil 4.14’de gösterilmiştir. Nüfus etkeni ikinci çevreyolu koridorunun 1990 ve 2000 yıllarındaki nüfus sayılarını gösterir. Bu etken Tablo 4.7’de gösterilmiştir. İkinci çevreyolu koridorunda arazi örtüsü değişimine bakıldığında yol ve yerleşim sınıflarının arttığı, yeşil alan sınıfının azaldığı görülmektedir. Bu değişimler Tablo 4.6’da gösterilmiştir. Buna göre çevreyolu yapıldıktan sonra bağlantı yolları hızla yapıldığı için, en büyük artış yol sınıfında olmuştur. İkinci çevreyolu koridorunda nüfus sayısı 2,11 kat artmıştır. Buna göre kentin ortalama nüfus artışı %35 civarındayken bu alanda çevreyolunun etkisiyle %211 olmuştur.

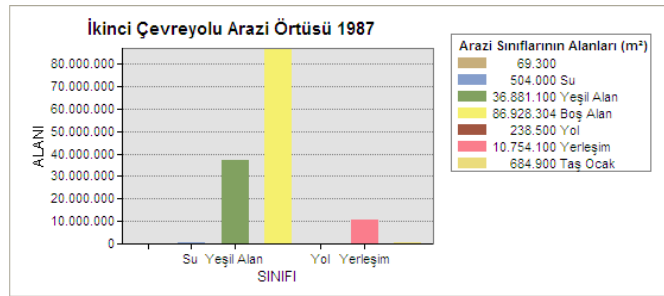
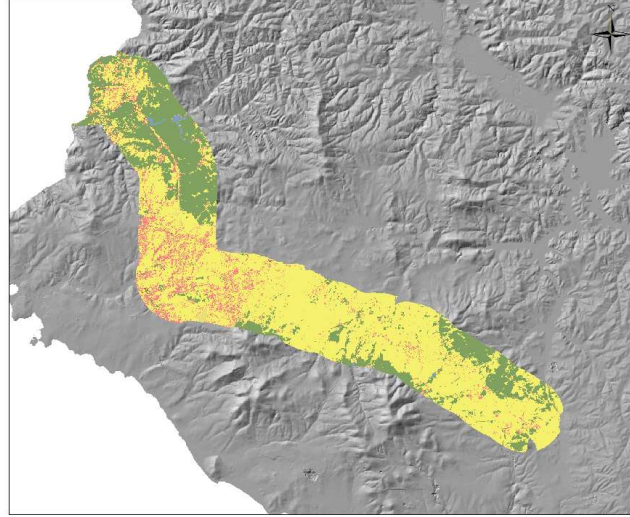
Tablo 4.6: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü Değişimi

İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü			
Sınıflar	Alanlar (ha)		Değişim (Katsayı)
	1987	1997	
Su	50	90	0,79
Yeşil Alan	3.688	2.728	-0,26
Boş Alan	8.693	6.130	-0,29
Yol	24	474	18,88
Yerleşim	1.075	4.119	2,83
Taş Ocağı	68	64	-0,07
Toplam	13.599	13.606	

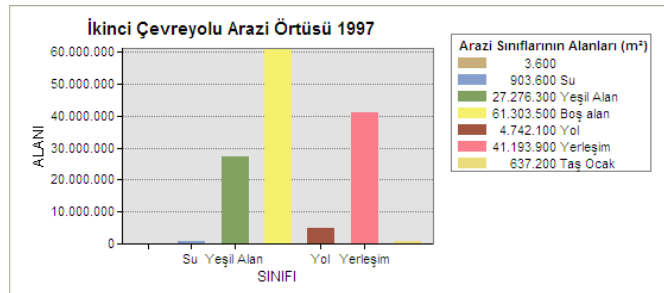
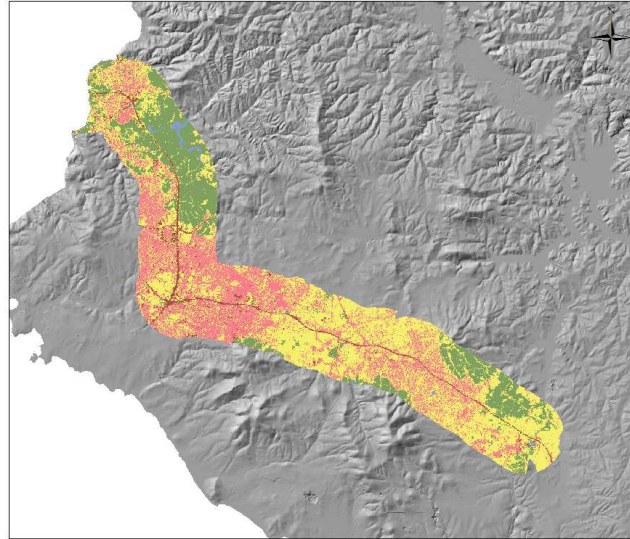
Tablo 4.7: İkinci Çevreyolu Nüfus Değişimi

Nüfus sayıları	
Yıllar	Sayılar
1990	212492
2000	661695





Şekil 4.13: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü 1987



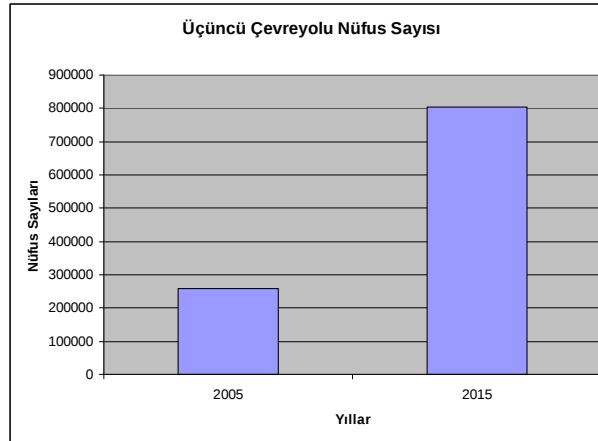
Şekil 4.14: İkinci Çevreyolu Arazi Örtüsü 1997

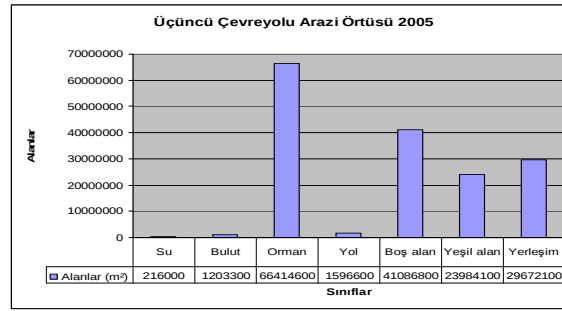
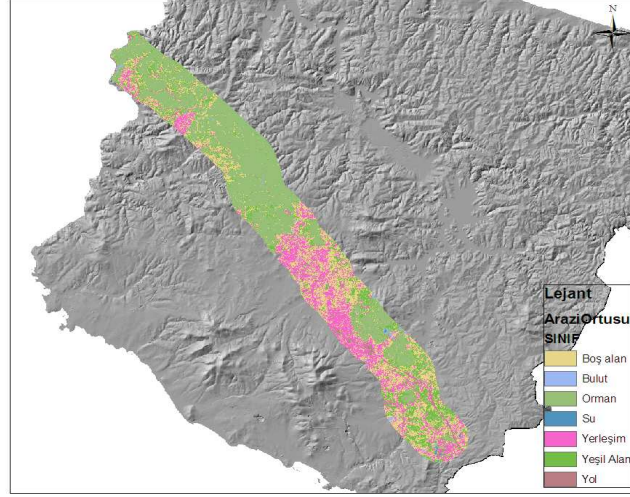
4.4.2. Yeni Güzergahın Çevresindeki Değişmeler

Yeni güzergahın benzeri mevcut güzergahların çevresi incelenerek, bunların yapıldığı zamandan itibaren çevresine etkileri saklanır. Buna göre üçüncü çevreyolu güzergahının benzeri ikinci çevreyolu ele alınmaktadır. İkinci çevreyolunun çevresine etkilerinin ilk on yılda değişimleri incelenir. Yeni güzergahın çevresindeki değişmelerin benzer eğilime sahip olduğu düşüncesi kabul edilir. Bunların aynı zaman aralığında alacağı değerler yaklaşık olarak kestirilir. Üçüncü çevreyolunun çevresindeki değişmelerin alacağı değerler, kullanılan etkenlere bağlı olarak düzenlenir. Arazi örtüsü etkeninde üçüncü çevreyolu koridorunun 2005 yılındaki arazi örtüsü sınıflarına göre 2015 yılındaki değerleri hesaplanır. Bu etken Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da gösterilmiştir. Bu arada ikinci çevreyolu koridorunda orman yeşil alan sınıfına dahil olduğu için, üçüncü çevreyolu koridorunda da yeşil alan sınıfına eklenir. Nüfus etkeninde üçüncü çevreyolu koridorunun 2005 yılındaki nüfus sayılarına göre 2015 yılındaki değerleri hesaplanır. Bu etken Tablo 4.8’de gösterilmiştir. Üçüncü çevreyolu koridorunda arazi örtüsünün yerleşim sınıfı lehinde değişeceği görülmektedir. Ayrıca bu koridorda nüfus sayısı benzer şekilde artacaktır.

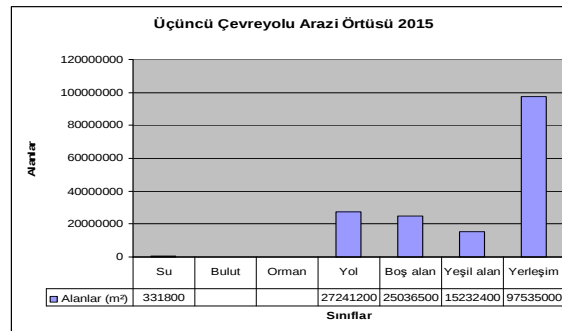
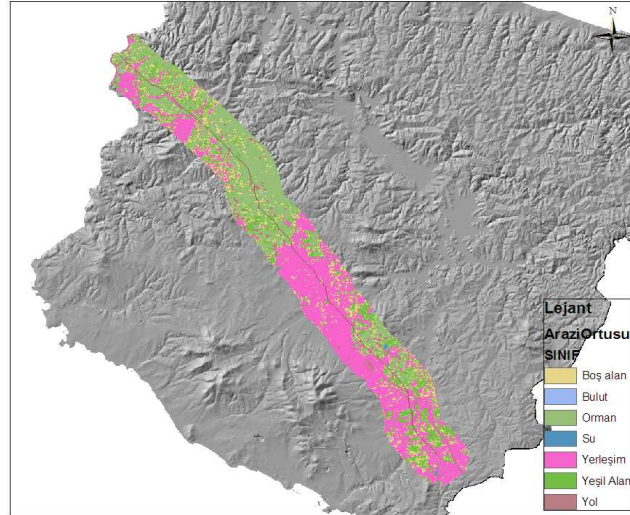
Tablo 4.8: Üçüncü Çevreyolu Nüfus Değişimi

Nüfus sayıları	
Yıllar	Sayılar
2005	258820
2015	804930





Şekil 4.15: Üçüncü Çevreyolu Arazi Örtüsü 2005



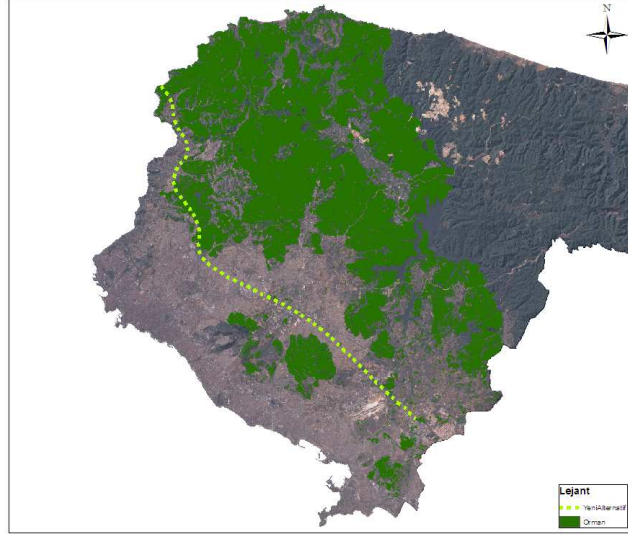
Şekil 4.16: Üçüncü Çevreyolu Arazi Örtüsü 2015

Ulaşım güzergahının tasarlanmasında kentsel alanların nasıl değişeceğinin önceden belirlenmesi önemli yararlar sağlar. Çalışma kapsamında güzergahın çevresine etkilerine bağlı olarak tasarlanması ve bunun yerleşimleri nasıl etkilediğinin belirlenmesi adımları gerçekleştirilmektedir. Buna göre birbirini izleyen adımlar yardımıyla yapılan işlemlerin kontrol edilmesi sağlanır. Diğer deyişle yerleşimler üzerindeki etkileri belirli bir düzeyin üstünde olan güzergahın özellikleri gözden geçirilebilir.

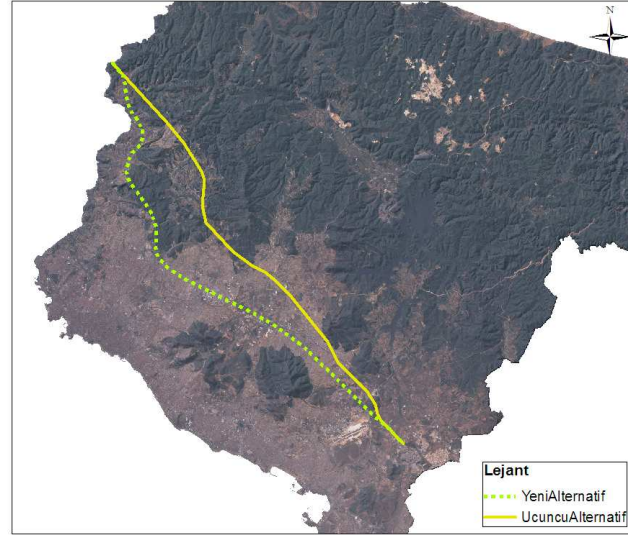
4.5. Tartışma

Çalışma kapsamında ulaşım planlamasının çok yönlü ele alınması ve bununla ilgili alınan kararlara destek verilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmada problemin her yönü bunları gösteren verilerle ifade edildiğinden, kullanılan verilerin doğruluğu ne durumdaysa alınan kararın doğruluğu da o durumda olmuştur. Uygulama kapsamında alınan sonuçların beklendiği gibi çıkmadığı, belirlenen seçeneklerin yer yer birbirine yakın ve benzer hatlarda geçtiği görülmüştür. Tabiki bu sonuçlar başta yapılan öngörülere uymamaktadır. Daha önce elde edilen deneyimlerle kullanılan verilerden kaynaklanan hatalar olabileceği öngörülmüş, kurgulanan sistemin denenmesi amacıyla yapay veriler ile çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için uygulamada kullanılan verilerin bazıları değiştirilerek, bunların sonuçlara nasıl yansıdığı gözlemlenmiştir. Burada kullanılan veriler uygulamada kullanılanların yerine hazırlanan yapay verilerdir.

Uygulama kapsamında oluşturulan seçenekler arasında ulaşım ağıyla uyumlu, yapım maliyeti düşük ve çevreye zararı az olan güzergahlar yeniden ele alınarak, verilerde yapılan değişikliklerin analiz sonuçlarında nasıl karşılık bulduğu incelenmiştir. Buna göre ilk olarak çevreye zararı az olan seçenek ele alınmıştır. Bu güzergahın çevreyi koruyan olarak tanımlanmasına rağmen ormanlardan geçtiği görülmektedir. Bunun için analizde ormanların kısıtlaması ve güzergahın bunlara uğramaması sağlanabilir. Buna göre çalışma alanındaki ormanlar ve bunlar kısıtlanarak geçirilen güzergah Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Güzergahın yeni konumunun üst kısımda ormanlara uğradığı düşünülebilir, fakat bunların arasındaki küçük boşluklardan geçmektedir. Ayrıca güzergahın eski ve yeni konumu birarada Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Güzergahın yeni konumu eskisine göre çevreyi daha çok koruyan bir hatta yer almaktadır.

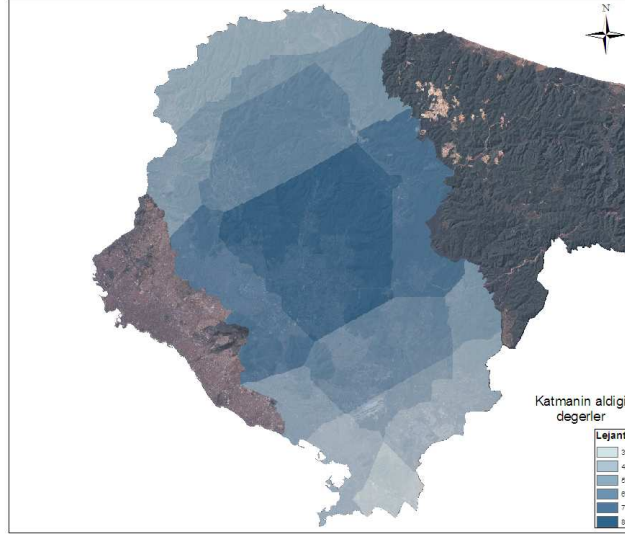


Şekil 4.17: Ormanlar ve Güzergahın Yeni Konumu

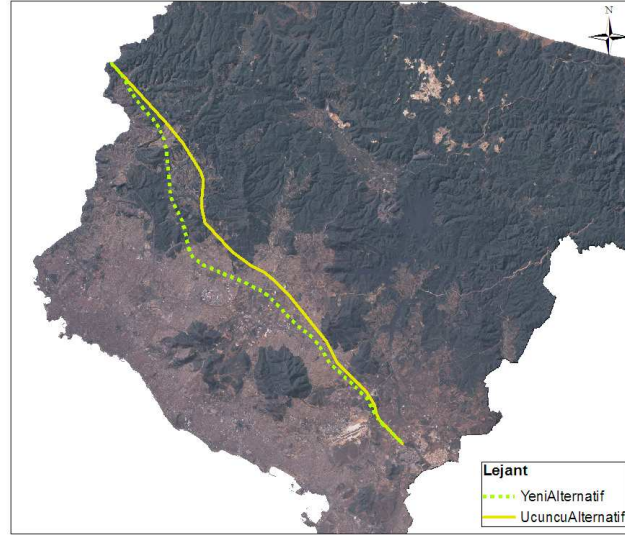


Şekil 4.18: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu

Çevreye zararı az olan güzergahla ilgili bir diğer değişiklik, bu seçeneğin oluşturulmasında büyük öneme sahip olan hava kirliliği ölçütünde gerçekleştirilmiştir. Buna göre hava kirliliği ölçütünü gösteren katman çalışmada gereken hassasiyete uygun olmadığı için, yeniden düzenlenerek içeriğindeki ölçüm değerleri artırılmıştır. Böylece hava kirliliği ölçütünün değişmesine bağlı olarak geçirilen güzergah da değişmiştir. Buna göre daha fazla ölçüm değeriyle bölgeyi daha detaylı tanımlayan hava kirliliği ölçütü Şekil 4.19’da gösterilmiştir. Ayrıca güzergahın eski ve ormanlardan biraz uzaklaşan yeni konumu birarada Şekil 4.20’de gösterilmiştir.

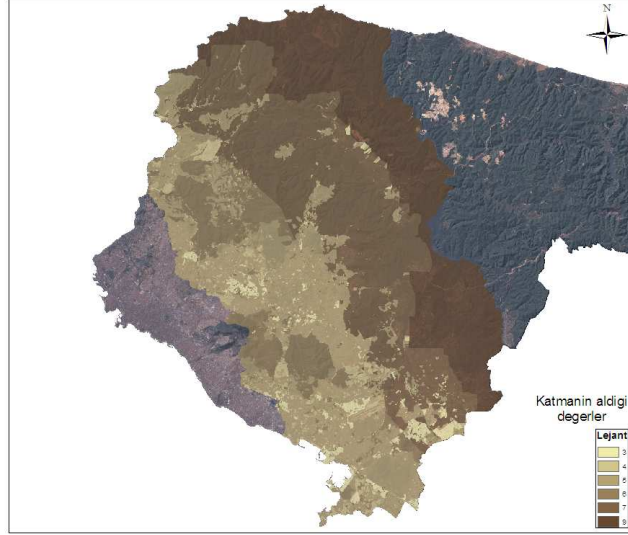


Şekil 4.19: Hava Kirliliği Ölçütünün Yeni Hali

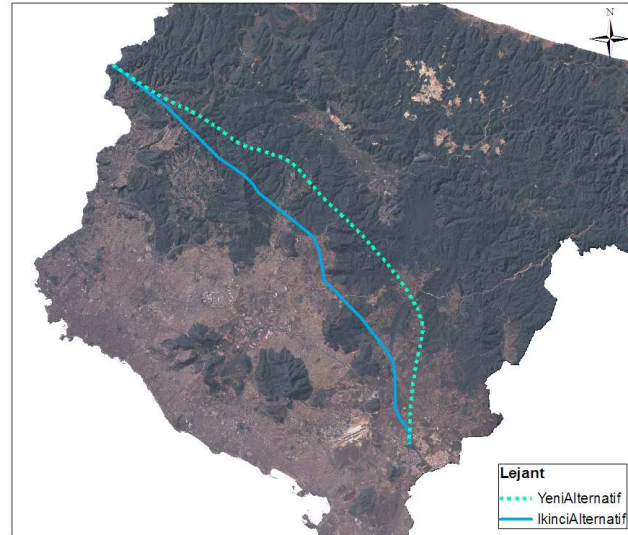


Şekil 4.20: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu

Yapım maliyeti düşük güzergahla ilgili değişiklik, bunun oluşturulmasında büyük öneme sahip olan arazi değeri ölçütünde gerçekleştirilmiştir. Buna göre arazi değeri ölçütünü gösteren katman bölgenin sosyal yapısını gösterecek kadar detaylı olmadığı için, yeniden düzenlenerek içeriğindeki yapı adası tipleri arttırılmıştır. Böylece arazi değeri ölçütünün değişmesine bağlı olarak geçirilen güzergah da değişmiştir. Buna göre daha fazla yapı adası tipiyle bölgeyi daha detaylı tanımlayan arazi değeri ölçütü Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Ayrıca güzergahın eski ve kentsel alanlardan biraz uzaklaşan yeni konumu birarada Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



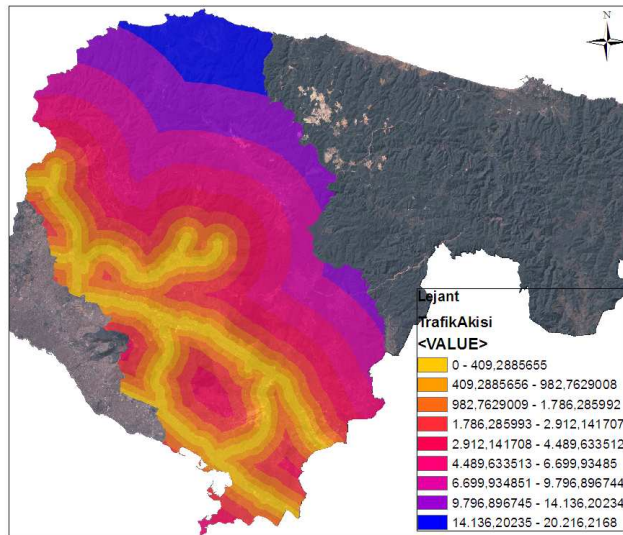
Şekil 4.21: Arazi Değeri Ölçütünün Yeni Hali



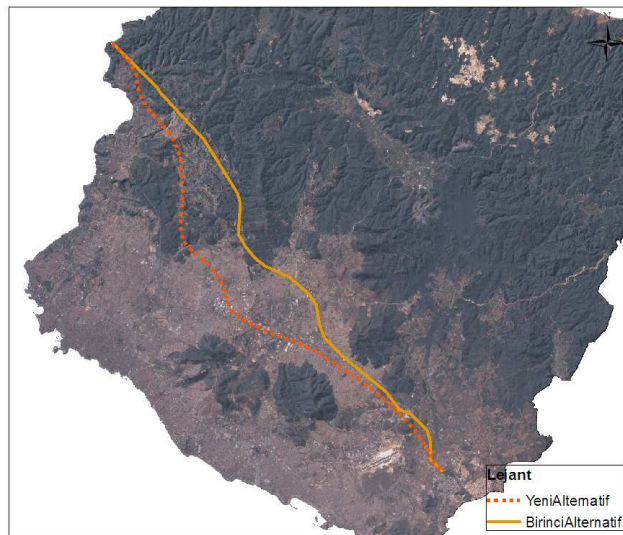
Şekil 4.22: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu

Ulaşım ağıyla uyumlu güzergahla ilgili değişiklik, bunun oluşturulmasında yeni bir ölçüt kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Buna göre güzergahın geçirilmesinde tek bir ölçüt kullanılması uygun olmadığı için, trafik yoğunluğunu tanımlayan yeni bir ölçüt hazırlanmıştır. Bunun için İBB Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü tarafından hazırlanan trafik yoğunluğu haritasında gösterilen hatlar yüksek ve orta düzey olarak ayrılmıştır. Bu hatlardan yoğunluk düzeyine göre yüzey oluşturularak, trafik akışına yakınlık ölçütünü gösteren katman hazırlanmıştır. Bu ölçüt geçirilen güzergahı yüksek yoğunluktaki yerlere yaklaşması yönünde etkilemiştir. Böylece trafik akışına yakınlık ölçütünün analize eklenmesine bağlı olarak geçirilen güzergah da

değiştirilmiştir. Buna göre güzergahın ulaşım ağında yetersiz kalan yerlere yaklaşmasını sağlayan trafik akışına yakınlık ölçütü Şekil 4.23’de gösterilmiştir. Ayrıca güzergahın eski ve kentsel alanlara biraz yaklaşan yeni konumu Şekil 4.24’de gösterilmiştir.



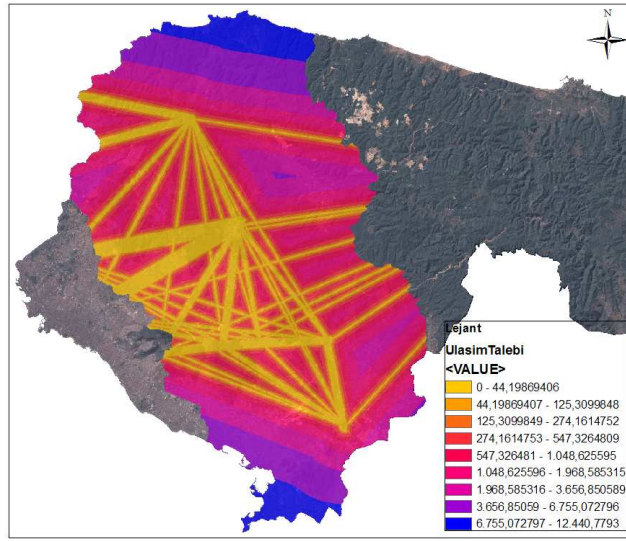
Şekil 4.23: Trafik Akışına Yakınlık Ölçütü



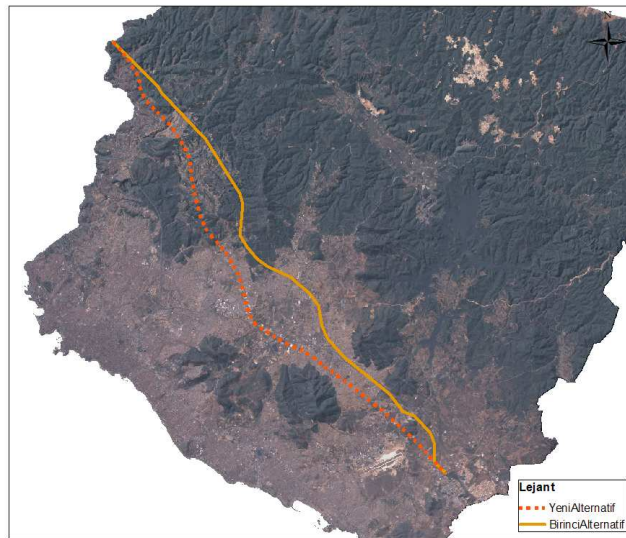
Şekil 4.24: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu

Ulaşım ağıyla uyumlu güzergahla ilgili bir diğer değişiklik, bunun oluşturulmasında yeni başka bir ölçüt kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Buna göre güzergahın geçirilmesinde trafik akışına yakınlık ölçütü yerine, yolculuk taleplerini tanımlayan yeni bir ölçüt hazırlanmıştır. Bunun için İTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümünde Gerçek (2008) tarafından yapılan çalışmada hazırlanan yolculuk talepleri matrisine göre istek

hatları oluşturulmuştur. Bu hatlardan yolculuk sayılarına göre yüzey oluşturularak, ulaşım talebine yakınlık ölçütünü gösteren katman hazırlanmıştır. Bu ölçüt geçirilen güzergahı yolculuğun fazla olduğu yerlere yaklaşması yönünde etkilemiştir. Böylece ulaşım talebine yakınlık ölçütünün analize eklenmesine bağlı olarak geçirilen güzergah da değişmiştir. Buna göre güzergahın yolculuk isteğinin karşılanmadığı yerlere yaklaşmasını sağlayan ulaşım talebine yakınlık ölçütü Şekil 4.25’de gösterilmiştir. Ayrıca güzergahın eski ve yerleşim alanlarına biraz yaklaşan yeni konumu Şekil 4.26’da gösterilmiştir.



Şekil 4.25: Ulaşım Talebine Yakınlık Ölçütü



Şekil 4.26: Güzergahın Eski ve Yeni Konumu

Uygulamanın sonucunda oluşturulan seçeneklerin analiz sürecinde yapılan değişikliklere verdiği karşılık incelendiğinde, yöntemle ilgili bir eksik olmadığı görülmüştür. Uygulamada belirlenen çalışma alanının güzergahların benzer hatlardan geçmesinde pay sahibi olduğu anlaşılmıştır. Buna göre çalışma alanının şekli ve içerisinde yeralan kısıtlamalar bütün seçeneklerin aynı tarafa dönmesinde etkili olmuştur. Diğer taraftan bazı ölçütleri gösteren katmanların çalışmaya uygun olmadığı görülmüştür. Uygulamada kullanılan verilerin bazıları gerekli hassasiyete sahip olmadığı için güzergahların benzer hatlardan geçtiği anlaşılmıştır. Buna bağlı olarak herbir seçenek için önemli görülen veriler arasında uygun olmayanlar değiştirilerek yeniden oluşturulmuştur. Böylece uygulamada daha kapsamlı veriler kullanıldığı takdirde, seçeneklerin beklendiği gibi geçebildiği görülmüştür.

5. SONUÇLAR

Kentlerin gelişmesinde önemli rol oynayan ulaşım ağının planlanması çok yönlü bir sürece sahiptir. Bundan dolayı çalışmada ulaşım güzergahının tasarlanmasına yönelik çok ölçütlü karar analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında ulaşım planlamasının sahip olduğu disiplinleri ifade eden bilgiler değerlendirilmiştir. Buna göre uygulamada kullanılan ölçütler, bu disiplinlere ait bilgileri temsil etmektedir. Bunun yanısıra söz konusu ölçütleri gösteren veriler farklı kaynaklardan elde edilmesine rağmen, mekansal özellikleri sayesinde bütünleştirilmiş ve analize uygun hale getirilmiştir. Çalışmada ortaya koyulan ulaşım planlamasına yönelik analiz yöntemi, İstanbul'un Anadolu Yakasında üçüncü çevreyolunun tasarlanması amacıyla kullanılmıştır. Bu kapsamda karar vericiler tarafından önerildiği gibi üçüncü çevreyolunun kentin kuzeyinden geçeceği varsayılmaktadır. Çalışmada üçüncü çevreyolu güzergahı için ulaşım planlamasının bileşenlerine uygun seçeneklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada ulaşım planlaması konusuna mekansal bilgi teknolojileri yardımıyla çözümler sunulmuştur. Buna göre çok yönlü ulaşım kararları için konunun her yönüyle değerlendirildiği ÇÖKA ortaya konulmuştur. Bu yöntem sayesinde karar vericiler ulaşım güzergahının tasarlanmasında konunun sosyal, çevresel ve ekonomik boyutlarını kararlarına yansıtabilmektedir. Bu kapsamda ortaya koyulan analizde ulaşım planlamasının boyutları ölçütler tarafından, analizin ölçütleri ise bunları gösteren coğrafi veriler tarafından ifade edilmektedir. Buna göre ulaşım planlamasının boyutlarının biraraya getirilmesi ile analizin ölçütleri birleştirilmekte ve ilgili coğrafi veriler ortak yapıda buluşturulmaktadır. Bunun yanısıra analiz çerçevesinde güzergahın tasarlanması takip edilebilir şekilde adımlardan oluşmaktadır. Buna bağlı olarak güzergahın tasarlanması analizde ilgili adımlar değiştirilerek yönlendirilebilir. Diğer taraftan yöntemde güzergahın tasarlanması çalışma alanı değişse bile değişmeyecek belirli bir iş akışına sahiptir. Buna göre dinamik bir problem olan güzergahın tasarlanması statik bir problem haline gelmiştir. Bunun yanısıra analizde ulaşım planlamasının boyutlarının biraraya getirilmesi, karar

vericilerin ölçütlerin birleştirilmesiyle ilgili görüşlerine bağlıdır. Bu yüzden analizde bazı ölçütlerin karar vericilere göre öne çıkabilmesi çözümü öznel hale getirmiştir. Buna karşı analizin sonucunda yapılan duyarlılık analiziyle, karar vericilerin bazı ölçütleri öne çıkarmasının nelere yol açacağı gösterilebilir.

Çalışma kapsamında ortaya koyulan yöntemin kullanılmasıyla, ulaşım güzergahının tasarlanması ve bunun çevresindeki değişmelerin belirlenmesi sağlanmaktadır. Çalışmada kullanılan analiz yöntemi sayesinde konuya tek yönlü yaklaşılması önlenmektedir. Buna göre planlama kararlarında sıkça rastlanan yetersiz veya taraflı bakış açılarının önüne geçilebilir. Aynı zamanda ulaşım kararlarının belirli kesimlerin kazancına yönelik olması önlenebilir. Diğer taraftan çalışmada geliştirilen analiz aracı sayesinde karar vericilerin yöntemi kolayca kullanabilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak analiz aracı üzerinde belirlenen parametrelerin değiştirilmesi yoluyla yöntemin farklı koşullara uygunluğu sağlanabilir. Bunun yanı sıra ulaşım kararlarının alınmasında, farklı yaklaşımların ortaya koyulmasını destekleyen bir yöntem oluşturulmuştur. Uygulama kapsamında çevreyi koruyan bir yaklaşım ortaya koyularak çevresel gelişime katkı sağlanması da amaçlanmıştır.

Uygulamada elde edilen sonuçlar incelendiğinde, güzergah seçenekleri arasından üç yaklaşıma da aynı uzaklıkta olan eşit ağırlıklı güzergahın mekansal olarak da diğer seçeneklerin ortasında yer aldığı görülmüştür. Bunun çevresinde belirlenen koridora çalışma alanının %18'ini kaplamıştır. Çalışma kapsamında ulaşım güzergahının tasarlanmasında bölgenin sosyal, çevresel ve ekonomik özellikleri dikkate alınmış olsa da, güzergahın çevresinde bazı olumsuz etkilerin görülmesi kaçınılmazdır. Güzergah yapıldıktan on yıl sonra çevresinde arazi örtüsü ve nüfus sayısı değerlerine bakıldığında, bundan kaynaklanan değişimin boyutları ortaya çıkmaktadır. Daha önce anlatıldığı gibi üçüncü çevreyolunun, ulusal ulaşım ağının yükünü kentiçi ulaşımından alması beklenmektedir. Ancak çevreyolu üzerinde tarihsel değerlendirmelere göre, bunun çevresinde yerleşim sınıfı artarken yeşil alan sınıfının azalacağı ve dolayısıyla nüfusun artacağı görülmektedir. Buna bağlı olarak çevreyolunun çevresinde oluşan kentsel alanlar için bağlantı yolları yapılması gündeme gelecektir. Böylece bir çekim merkezi haline gelen çevreyolu, kentiçi ulaşımına dahil olup araç sahipliğini de arttıracaktır. Diğer yandan çevreyolu yapıldıktan on yıl sonra çevresindeki yapılaşmanın yeşil alanlar üzerinde %26'ya varan bir kayba yol açacağı görülmektedir. Sonuçta kentin trafiğini azaltması

beklenen çevreyolunun, trafiğe olumlu katkısının olmayacağı hatta çevreyolu yapıldıktan on yıl sonra çevresindeki yerleşimlerin %283 büyümesiyle bazı yerlerde olumsuz etkilerinin görüleceği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu olumsuz etkiler kentin yaşam kalitesinin aynı oranda düşmesine sebep olacaktır.

5.1. Öneriler

Çalışma kapsamında ulaşım güzergahının tasarlanmasında eksik görülen adımların düzenlenmesi ve yenilerinin eklenmesi için, yöntemin çeşitli çalışmalarda kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada üçüncü çevreyolunun tasarlanmasında, bunun Anadolu Yakasında yeralan kısmı ele alınmıştır. Ancak güzergahın bir kısmının üzerinde durulması, bütün çerçevenin görülmesini engellemiştir. Bunun yanı sıra çalışmada alınan sonuçların güvenilirliği, kullanılan verilerin doğruluğuna bağlıdır. Buna göre bazı verilerin doğruluğunun düşük olması, sonuçta çıkarılan güzergahların beklendiği gibi olmamasına yol açmıştır. Diğer taraftan çalışmada kullanılan ölçütlerin önemi, konuyla ilgili disiplinden kişiler tarafından belirlenmelidir. Daha çok yöntem üzerinde durulan bu çalışmada, ölçütlerin öneminin belirlenmesinde karar vericilerin tercihleri kullanılmamıştır. Bunun yanı sıra ulaşım güzergahının çevresindeki değişmelerin daha belirgin şekilde sunulması için, yerleşimlerin bugünkü ve ilerideki hallerini gösteren animasyon hazırlanmalıdır. Ancak çalışmada ulaşım güzergahının çevresindeki değişmeler ele alınan etkenler üzerinde gösterilmiştir.

Çalışmada kullanılan yöntemin geliştirilmesi için, uygulamanın sonuçlarından yola çıkarak bazı öneriler sunulmaktadır. Bu çalışmada kullanılan verilerin bazılarının doğruluğu düşük olduğundan, alınan sonuçların güvenilirliği de düşmektedir. Bunun için ilerideki çalışmalarda verilerin toplanması süreci daha ayrıntılı ele alınmalıdır. Çalışma sürecinde ölçütlerin öneminin belirlenmesinde karar vericilerin tercihlerine yer verilmemiştir. Buna karşın konuyla ilgili karar vericilerin katıldığı anket veya çalıştay yapılarak, ölçütlerin önemiyle ilgili daha güvenilir bilgiler edinilmelidir. Bunun yanı sıra ulaşım güzergahının çevresinde ileriye yönelik değişmeler ele alınan etkenler üzerinde gösterilmiştir. Ancak güzergahın çevresindeki yerleşimlerin bugünkü ve ilerideki hallerini gösteren animasyon hazırlanarak, arasındaki farklar daha belirgin şekilde sunulmalıdır. Diğer taraftan ulaşım güzergahının çevresindeki değişmelerin belirlenmesinde, tek benzer güzergahın çevresine dayanılmıştır. Ancak

ulaşım güzergahına benzer birden fazla güzergahın çevresine dayanılarak, daha doğru tespitler yapılması sağlanmalıdır.

Çalışmada ulaşım güzergahının tasarlanmasına   KA ile çözüm getiren bir yöntem ortaya koyulmuştur. Bu yöntemin geliştirilmesi için sıralanan önerilerin uygulanması gerekmektedir:

1. Çalışmada kullanılan verilerin doğruluğunun düşük olması çıkarılan güzergahların beklendiği gibi olmamasına yol a tığından, verilerin toplanması süreci daha ayrıntılı ele alınmalıdır.
2. Çalışmada ölçütlerin öneminin belirlenmesinde karar vericilerin tercihlerine yer verilmesi gerektiğinden, konuyla ilgili anket veya  alıştay yapılarak daha güvenilir bilgiler edinilmelidir.
3. Ulaşım güzergahının çevresinde ileriye yönelik değişmelerin daha belirgin şekilde sunulması gerektiğinden, yerleşimlerin bugünkü ve ilerideki hallerini gösteren animasyon hazırlanmalıdır.

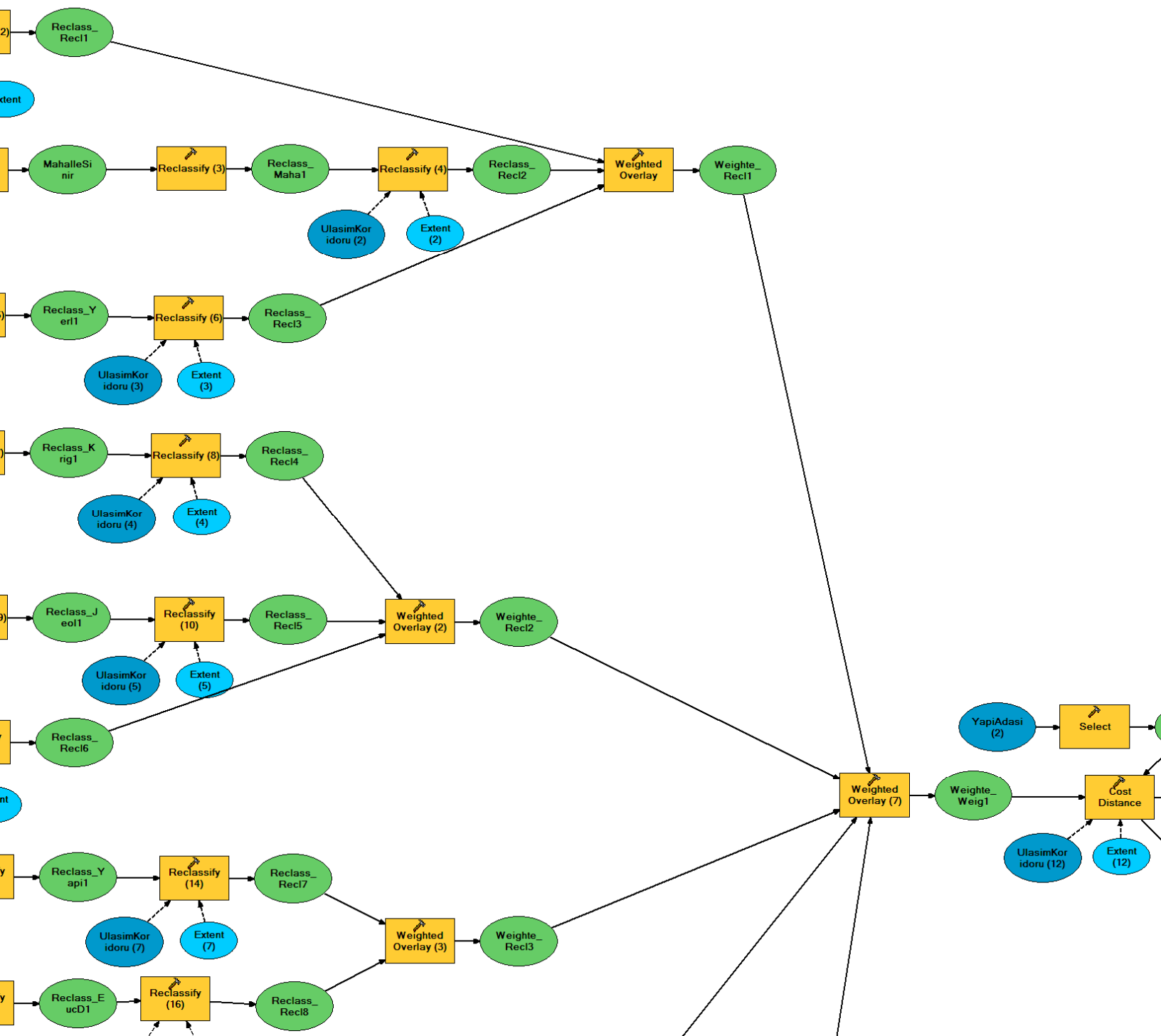
KAYNAKLAR

- Alkış, Z.**, 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri, *Ders Notu*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Belka, K.M.**, 2005. Multicriteria Analysis and GIS Application in the Selection of Sustainable Motorway Corridor, *Master's Thesis*, Linkopings Universitet, Institutionen for Datavetenskap, Linkoping, Sweden.
- Demirel, H., Çetin. M. and Musaoğlu, N.**, 2007. Impacts Assessment of Newly Constructed Highways via Spatial Information Sciences, *International Conference on Environment: Survival & Sustainability*, Nicosia, Northern Cyprus, February 2007.
- Demirel, H., Saroğlu, E., Kaya, Ş. and Şeker, D.Z.**, 2006. Exploring Impacts of Road Transportation on Environment: A Spatial Approach, *International Specialized Conference on Diffuse Pollution and Sustainable Basin Management*, **226**, 279-288.
- Demsar, U. and Ahmed, K.I.**, 2003. Spatial Planning with GIS, *Lecture Note*, KTH Royal Institute of Technology, Department of Urban Planning and Environment, Stockholm, Sweden.
- ESRI** **Türkiye**, 2008. ArcGIS ArcInfo, www.esriturkey.com.tr/urunler/esri/masaustucbs/anaurunler/arccgisarcinfo.
- Fisseha, Y.**, 2005. Institutional Considerations and Evaluation of GIS as a Decision Support Tool for Route Alingment Planning, *Master's Thesis*, KTH Institute of Technology, Land and Water Resources Engineering, Stockholm, Sweden.
- Geerlings, H. and Stead, D.**, 2003. The Integration of Land Use Planning, Transport and Environment in European Policy and Research, *Transport Policy*, **10**, 187-196.
- Gerçek, H., Demir, O.**, 2008. Urban Mobility in İstanbul, French Development Agency, İstanbul.
- Gerçek, H., Karpak, B., Kılınçaslan, T.**, 2004. A Multiple Criteria Approach for the Evaluation of the Rail Transit Networks in İstanbul, *Journal of Transportation*, **31**, 203-228.
- Herold, M., Goldstein, N.C. and Clarke K.C.**, 2003. The Spatiotemporal Form of Urban Growth: Measurement, Analysis and Modeling, *Remote Sensing of Environment*, **86**, 286-302.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi**, 2008. Ulaşım İstatistikleri, www.ibb.gov.tr/tr/bilgi hizmetleri/istatistikler/pages/ulasimanasayfa.

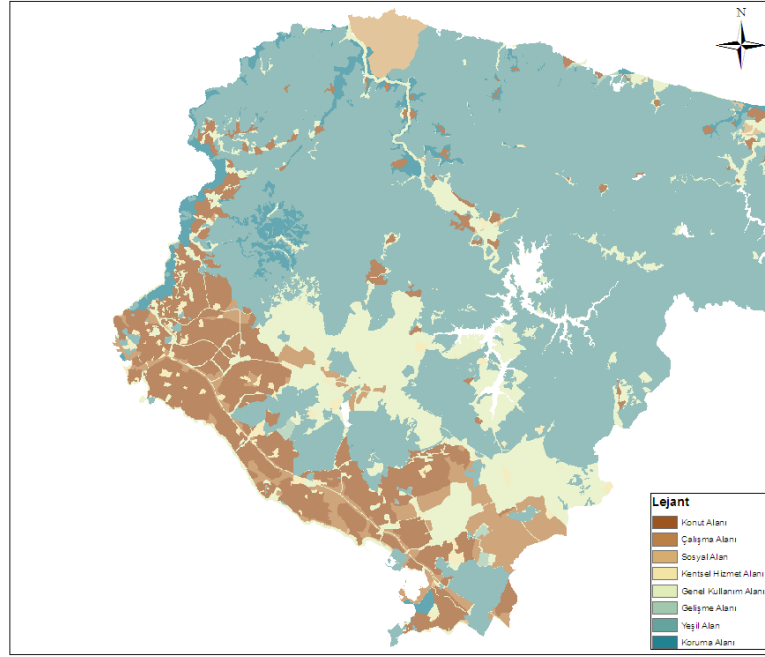
- Joerin, F., Theriault, M. and Musy, A.,** 2001. Using GIS and Outranking Multicriteria Analysis for Land Use Suitability Assessment, *International Journal of Geographical Information Science*, **15**, 153-174.
- Kemper, G., Altan, O. and Çelikoyan, M.,** 2002. Monitoring Land Use Dynamics for the City of İstanbul, Joint Research Centre, European Commission.
- Li, Z. and Sinha, K.C.,** 2004. Multicriteria Highway Programming Incorporating Risk and Uncertainty: A Methodology for Highway Asset Management System, Purdue University, School of Civil Engineering, West Lafayette, Indiana, USA.
- Limerick County Council,** 2001. N7 Nenagh to Limerick High Quality Dual Carriageway, National Roads Authority, Limerick, Ireland.
- Malczewski, J.,** 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Malczewski, J.,** 2006. GIS Based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of the Literature, *International Journal of Geographical Information Science*, **20**, 703-726.
- Office of Environment and Planning,** 1998. NCDOT: Use of GIS to Support Environmental Analysis During System Planning, Federal Highway Administration, Washington, USA.
- Öztürk, D. ve Batuk, F.,** 2007. Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları, *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, **25**, 86-98.
- Rajaram, B., Nagarajan, R. and Khire, M.V.,** 2001. Synergistic Use of Orbital Satellite Image and Ground Based Information in Environmental Monitoring of Railway Alignment Construction: A Case Study, *International Journal of Remote Sensing*, **22**, 3187-3201.
- Sharifi, M.A., Boerboom, L., Shamsudin, K.B. and Veeramuthu, L.,** 2006. Spatial Multiple Criteria Decision Analysis in Integrated Planning for Public Transport and Land Use Development, *ISPRS Technical Commission Symposium*, Vienna, Austria, July 2006.
- Shaw, S.L. and Xin, X.,** 2003. Integrated Land Use and Transportation Interaction: A Temporal GIS Exploratory Data Analysis Approach, *Journal of Transport Geography*, **11**, 103-115.
- Ulaşım Daire Başkanlığı,** 2002. İstanbul 1.Kentiçi Ulaşım Şurası, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul.
- Ulaştırma ve Ulaşım Araçları Merkezi,** 2005. Ulaştırma Ana Planı Stratejisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Verbas, İ.Ö.,** 2008. İstanbul'da Ulaştırma Sisteminin Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesi, *Yüksekisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vestreng, V., Rigler, E., Adams, M. and Kingbom, K.,** 2006. Emission Data Reported to LRTAP Convention and NEC Directive, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, New York, USA.

- Wang, X.**, 2004. Integrating GIS, Simulation Models and Visualization in Traffic Impact Analysis, *Computers, Environment and Urban Systems*, **29**, 471-496.
- Yomralıoğlu, T.**, 2005. Coğrafi Bilgi Sistemleri/Temel Kavramlar ve Uygulamalar, Güven Kitap Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Zhao, L. and Garner, B.J.**, 2001. Developing GIS Tools to Integrate MCDM Models for the Analysis of Bank Branch Closures, *International Conference on GeoComputation*, Brisbane, Australia, September 2001.

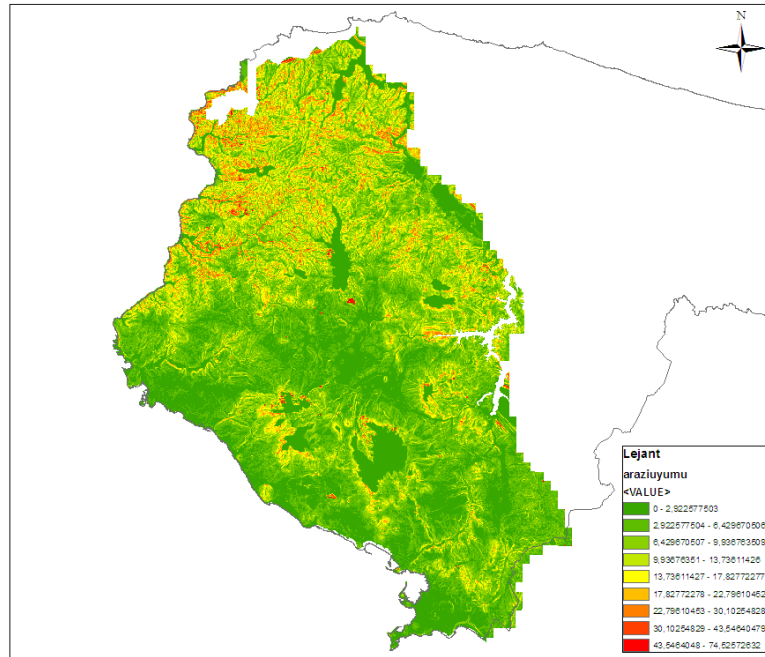
Ek 1: Analiz Yönteminin Aracı Model Şeması



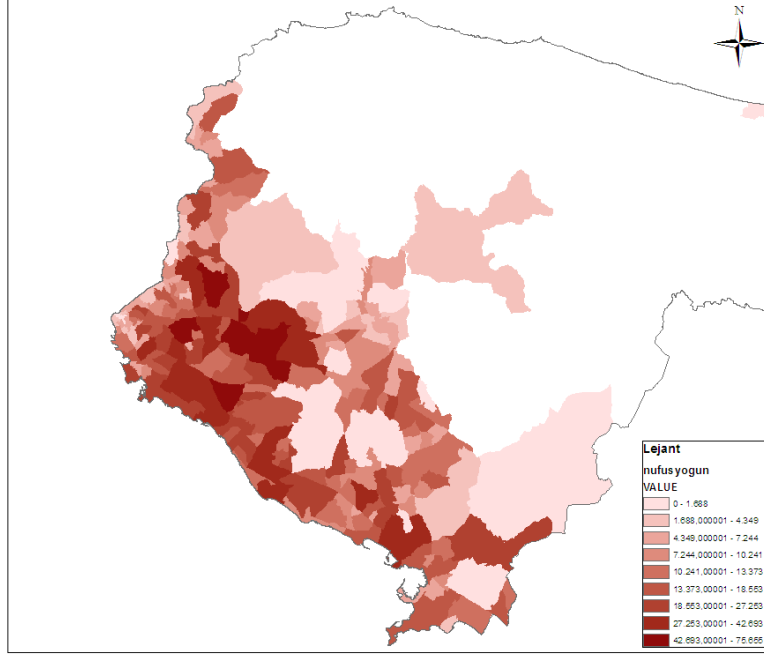
Ek 2: Verilerin Analize Uygun Katman Şekline Çevirilmesi



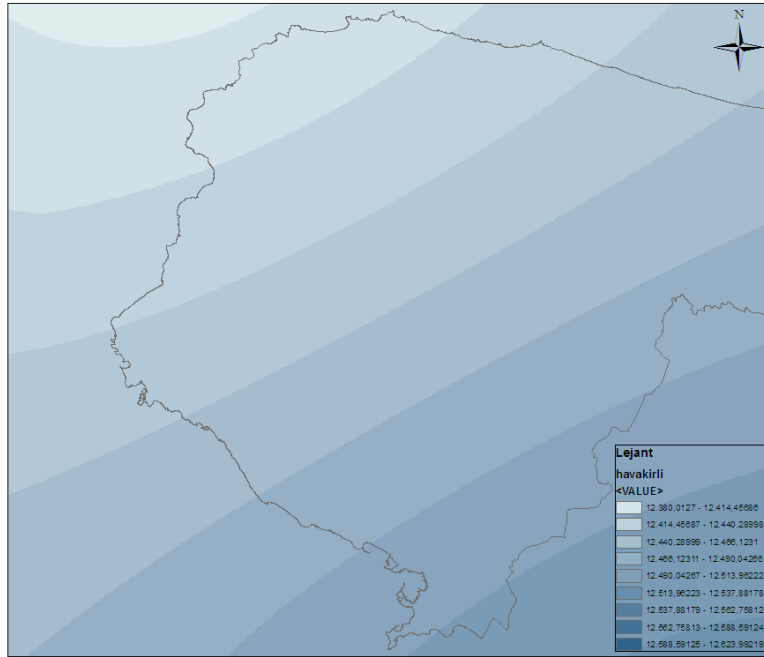
Şekil B.1: Yerleşim Niteliği Katmanı



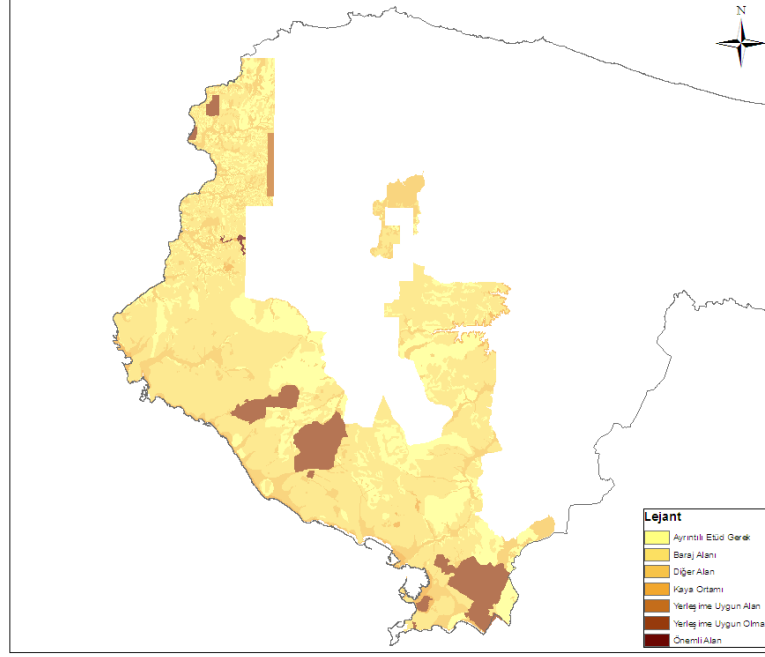
Şekil B.2: Arazi Uyumu Katmanı



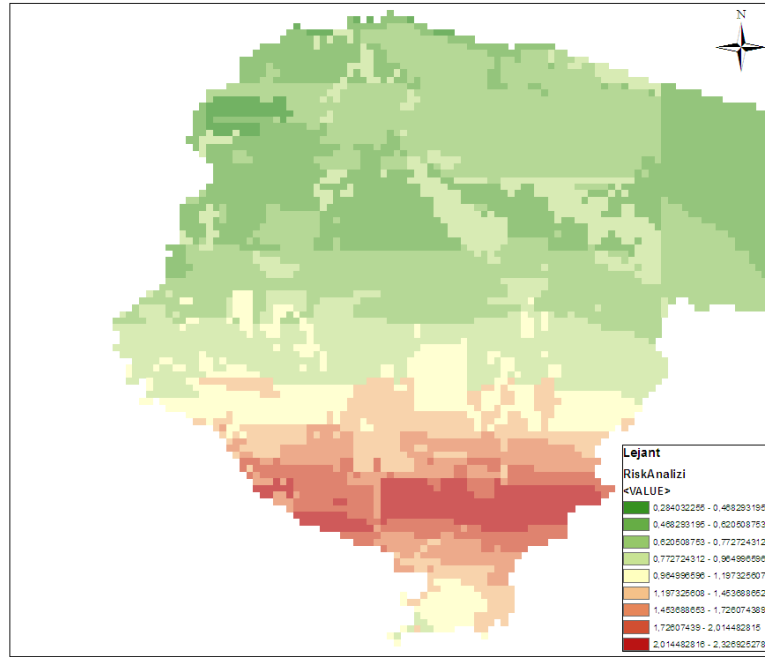
Şekil B.3: Nüfus Sayısı Katmanı



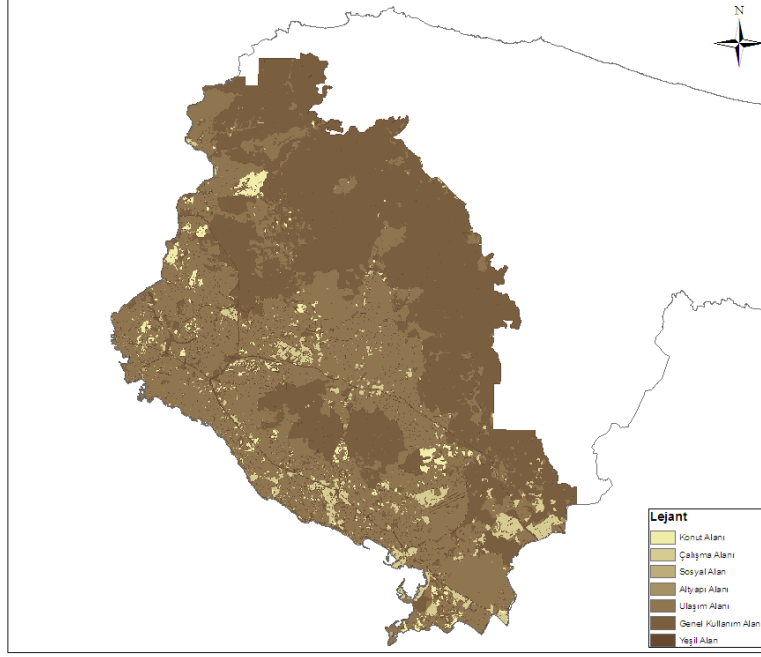
Şekil B.4: Hava Kirliliği Katmanı



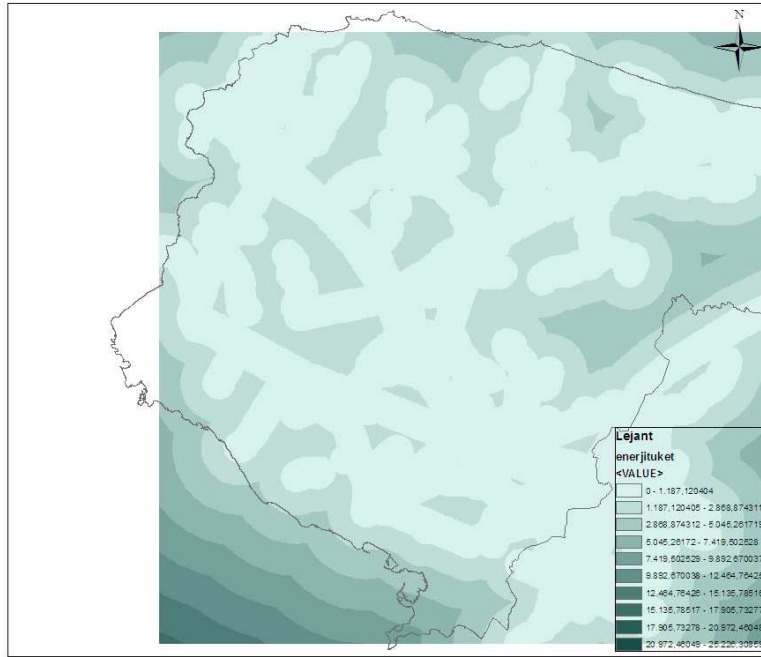
Şekil B.5: Jeolojik Yapı Katmanı



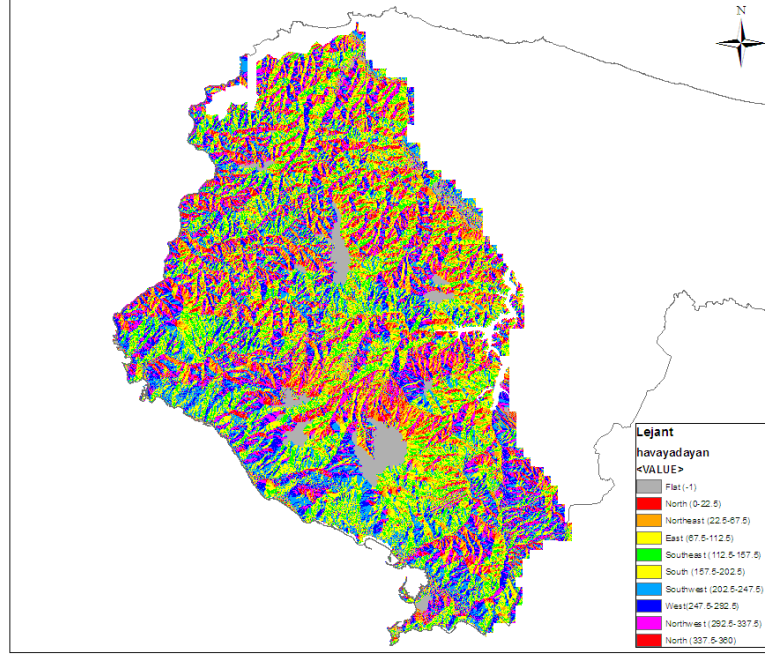
Şekil B.6: Risk Analizi Katmanı



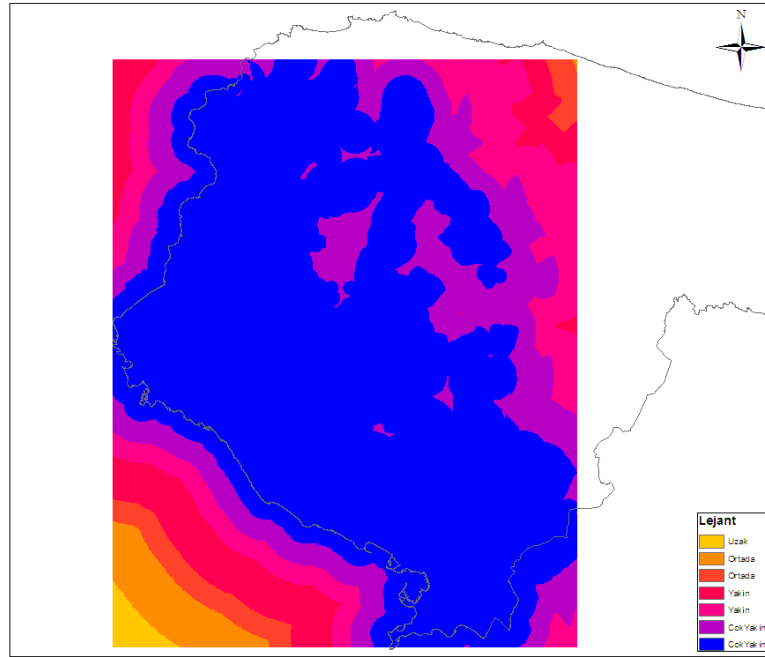
Şekil B.7: Arazi Değeri Katmanı



Şekil B.8: Elektrik Tüketimine Yakınlık Katmanı



Şekil B.9: Havaya Dayanım Katmanı

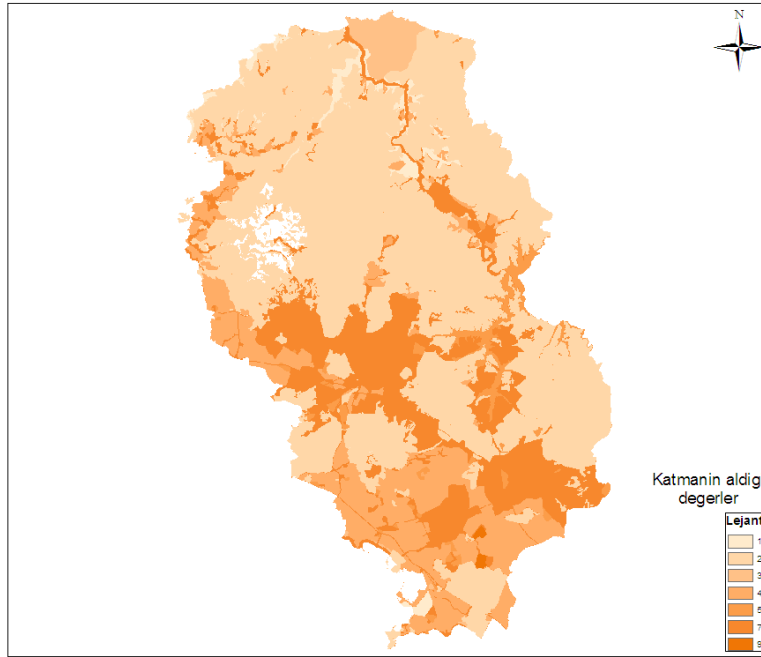


Şekil B.10: Yapıya ve Yola Erişim Katmanı

Ek 3: Katmanların Sabit Değerler Arasında Sınıflandırılması

Tablo C.1: Yerleşim Niteliği Ölçütü

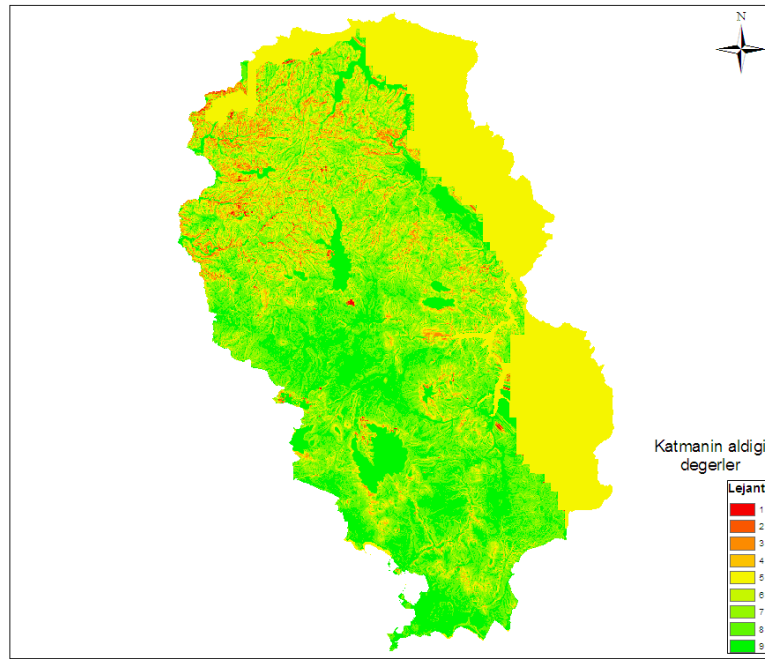
Katmanın aldığı değerler	
Tipler	Değerler
Konut Alanı	4
Çalışma Alanı	4
Sosyal Alan	3
Kentsel Hizmet Alanı	5
Genel Kullanım Alanı	7
Gelişme Alanı	9
Yeşil Alan	2
Koruma Alanı	1



Şekil C.1: Yerleşim Niteliği Ölçütü

Tablo C.2: Güzergahın Araziye Uygunluğu Ölçütü

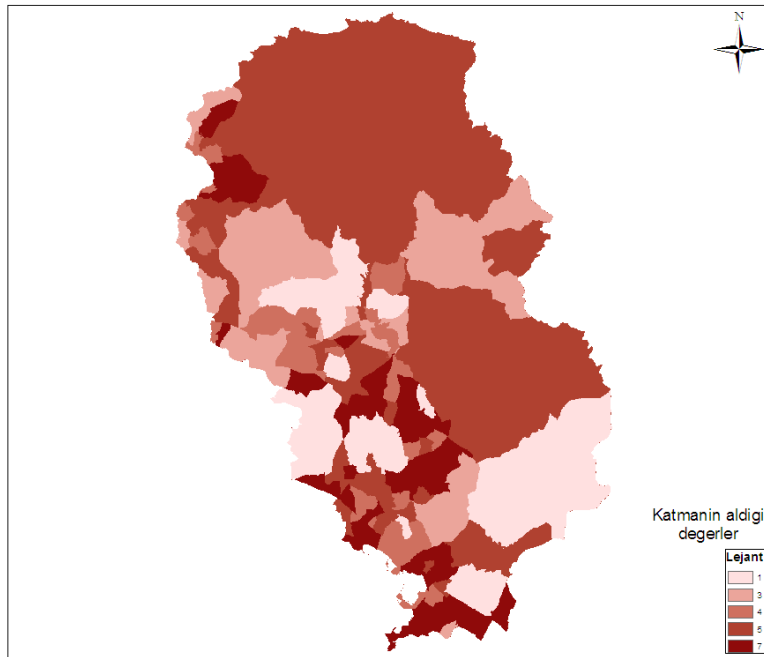
Katmanın aldığı değerler	
Değerler	Değerler
0 - 2,923	9
2,923 - 6,430	8
6,430 - 9,937	7
9,937 - 13,736	6
13,736 - 17,828	5
17,828 - 22,796	4
22,796 - 30,103	3
30,103 - 43,546	2
43,546 - 74,526	1



Şekil C.2: Güzergahın Araziye Uygunluğu Ölçütü

Tablo C.3: Nüfus Sayısı Ölçütü

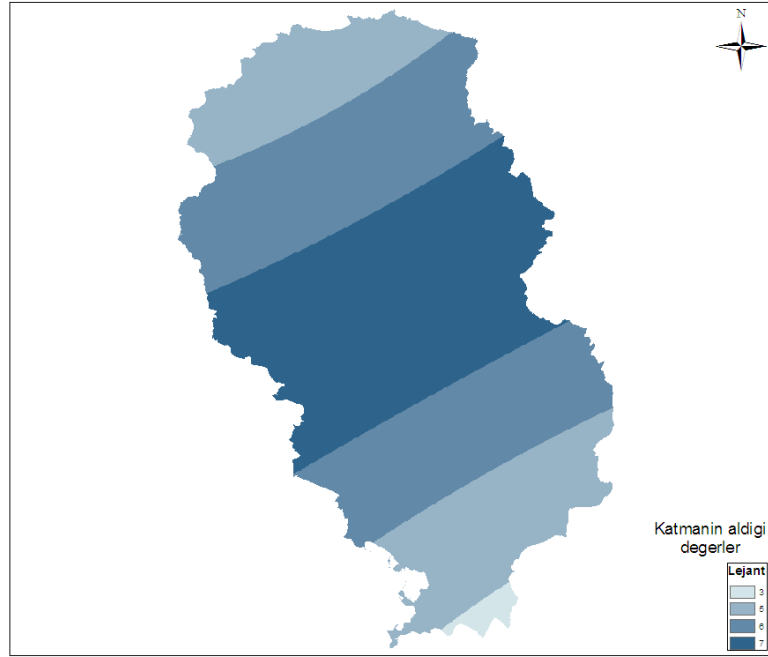
Katmanın aldığı değerler	
Sayılar	Değerler
0 - 1688	1
1688 - 4349	3
4349 - 7244	4
7244 - 10241	5
10241 - 13373	7
13373 - 18553	7
18553 - 27253	5
27253 - 42693	4
42693 - 75655	3



Şekil C.3: Nüfus Sayısı Ölçütü

Tablo C.4: Hava Kirliliği Ölçütü

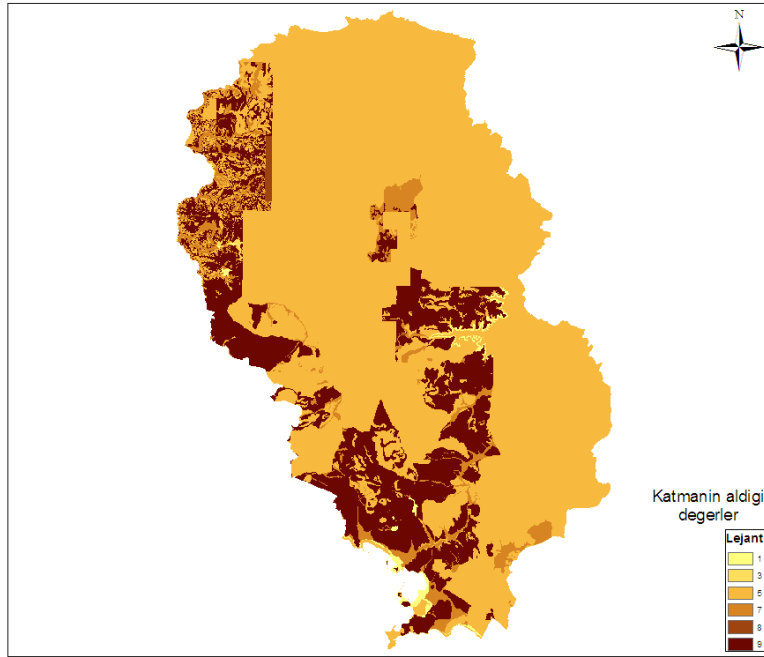
Katmanın aldığı değerler	
Değerler	Değerler
12380,013 - 12414,457	3
12414,457 - 12440,290	5
12440,290 - 12466,123	6
12466,123 - 12490,043	7
12490,043 - 12513,962	7
12513,962 - 12537,882	6
12537,882 - 12562,758	5
12562,758 - 12588,591	3
12588,591 - 12623,992	1



Şekil C.4: Hava Kirliliği Ölçütü

Tablo C.5: Jeolojik Yapı Ölçütü

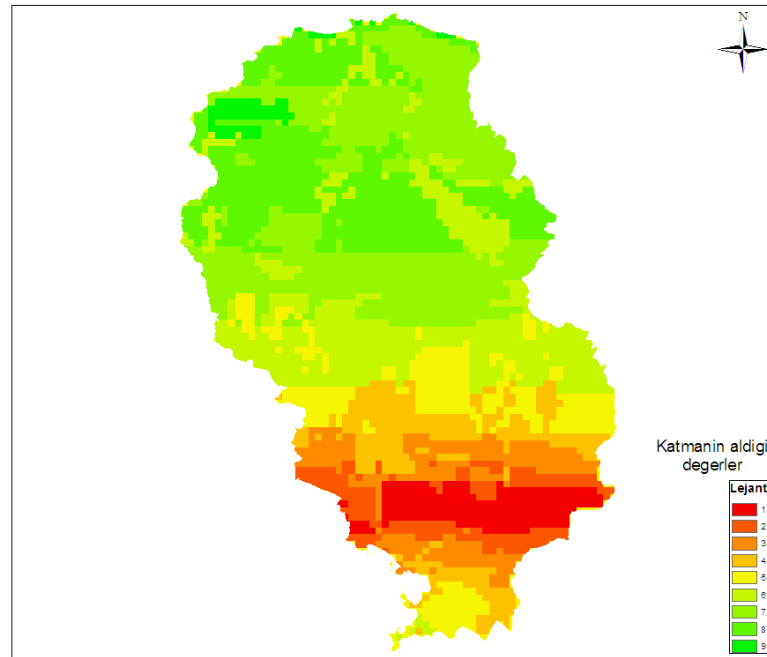
Katmanın aldığı değerler	
Tanımlar	Değerler
Önemli Alan	5
Yerleşime Uygun Alan	9
Ayrıntılı Etüd Gerek	7
Yerleşime Uygun Olma	1
Kaya Ortamı	8
Baraj Alanı	3



Şekil C.5: Jeolojik Yapı Ölçütü

Tablo C.6: Risk Analizi Ölçütü

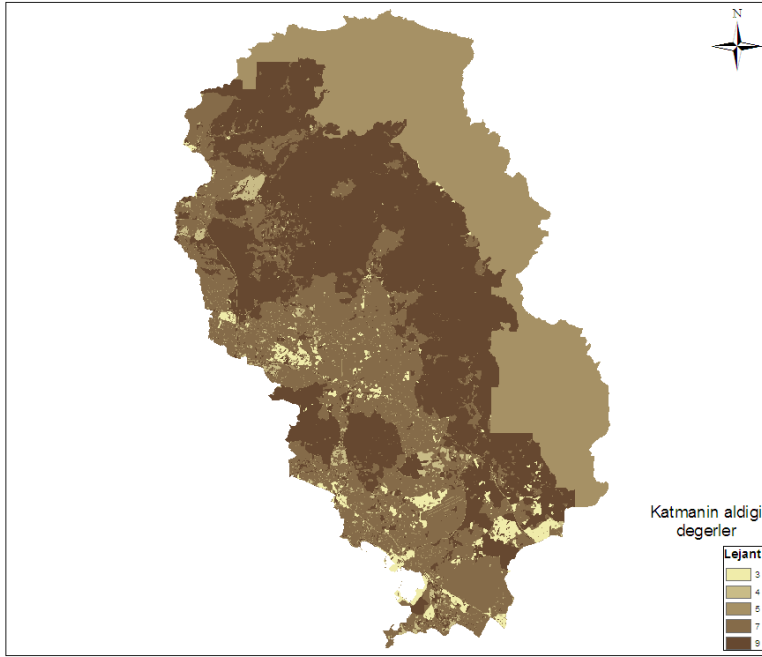
Katmanın aldığı değerler	
Değerler	Değerler
0,284 - 0,468	9
0,468 - 0,621	8
0,621 - 0,773	7
0,773 - 0,965	6
0,965 - 1,197	5
1,197 - 1,454	4
1,454 - 1,726	3
1,726 - 2,014	2
2,014 - 2,327	1



Şekil C.6: Risk Analizi Ölçütü

Tablo C.7: Arazi Değeri lut

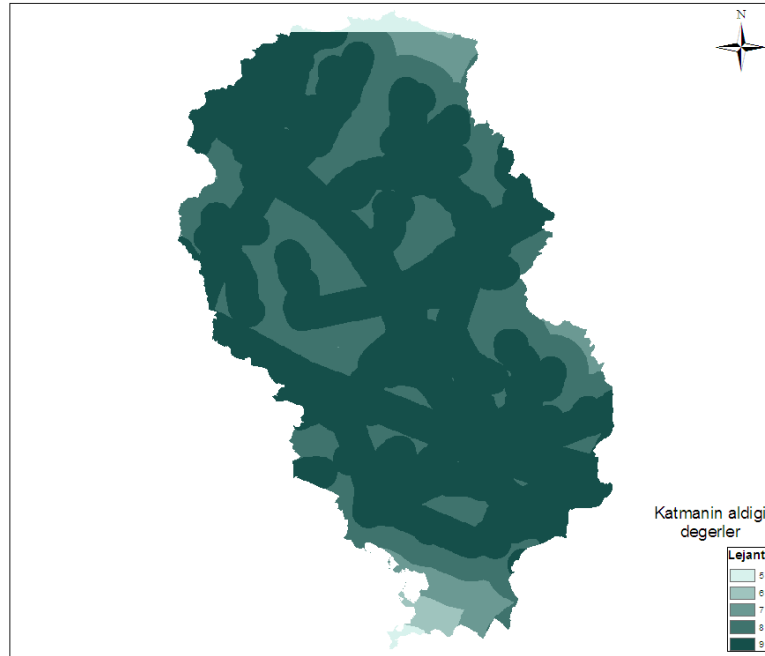
Katmanın aldığı değerler	
Tipler	Değerler
Konut Alanı	4
alışma Alanı	3
Sosyal Alan	4
Altyapı Alanı	5
Ulaşım Alanı	5
Genel Kullanım Alanı	7
Yeşil Alan	9



şekil C.7: Arazi Değeri lut

Tablo C.8: Elektrik Tüketimine Yakınlık Ölçütü

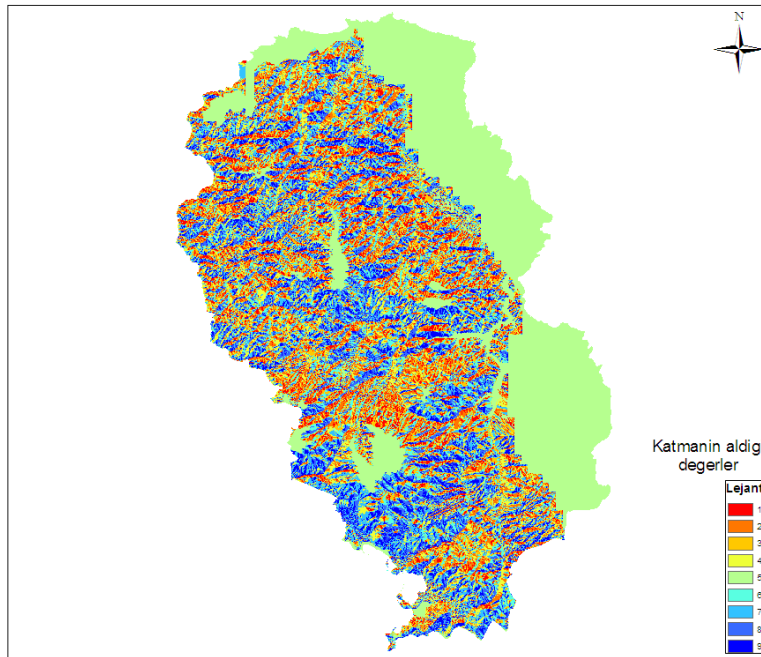
Katmanın aldığı değerler	
Mesafeler	Değerler
0 - 1187,120	9
1187,120 - 2868,874	8
2868,874 - 5045,262	7
5045,262 - 7419,503	6
7419,503 - 9892,670	5
9892,670 - 12464,764	5
12464,764 - 15135,785	4
15135,785 - 17905,733	3
17905,733 - 20972,460	2
20972,460 - 25226,309	1



Şekil C.8: Elektrik Tüketimine Yakınlık Ölçütü

Tablo C.9: Güzergahın Hava Koşullarına Dayanıklılığı Ölçütü

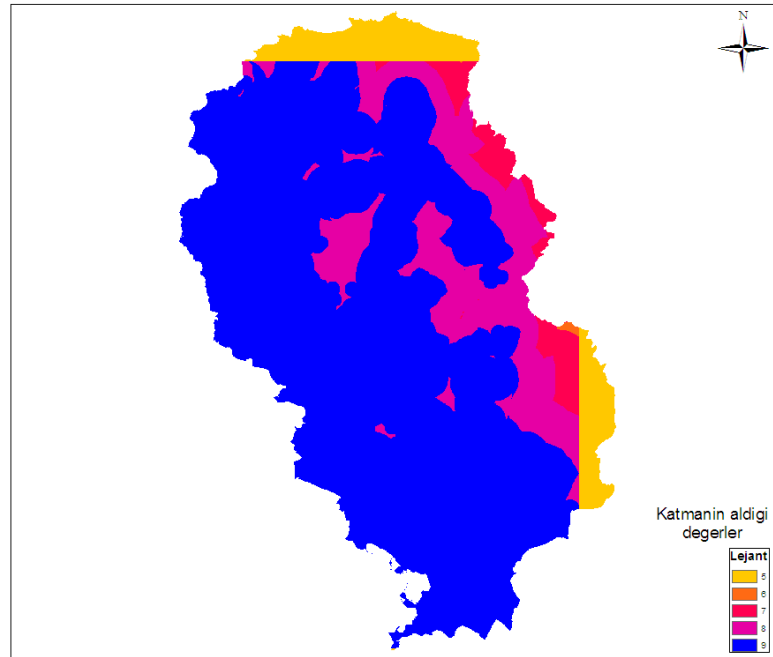
Katmanın aldığı değerler	
Değerler	Değerler
-1	5
0 - 22,5	1
22,5 - 67,5	3
67,5 - 112,5	6
112,5 - 157,5	8
157,5 - 202,5	9
202,5 - 247,5	7
247,5 - 292,5	4
292,5 - 337,5	2
337,5 - 360	1



Şekil C.9: Güzergahın Hava Koşullarına Dayanıklılığı Ölçütü

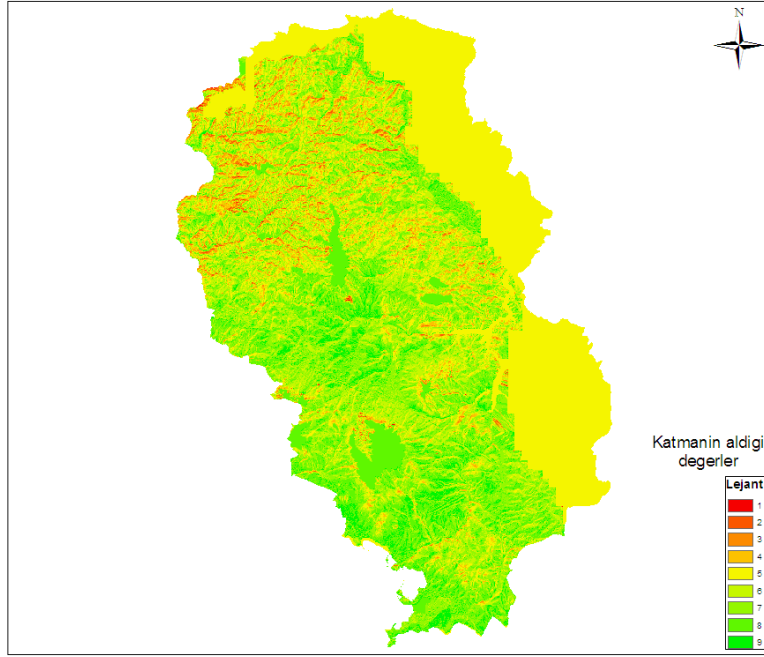
Tablo C.10: Güzergahın Yerleşim ve Yol Alanına Yakınlığı Ölçütü

Katmanın aldığı değerler	
Değerler	Değerler
3 (Uzak)	3
4 (Uzak)	4
5 (Ortada)	5
6 (Ortada)	6
7 (Yakın)	7
8 (Yakın)	8
9 (Çok Yakın)	9

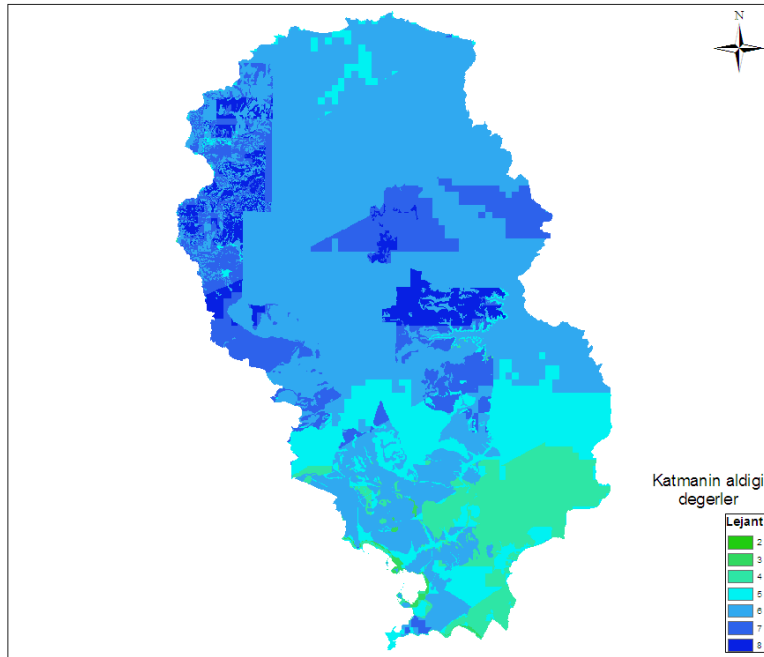


Şekil C.10: Güzergahın Yerleşim ve Yol Alanına Yakınlığı Ölçütü

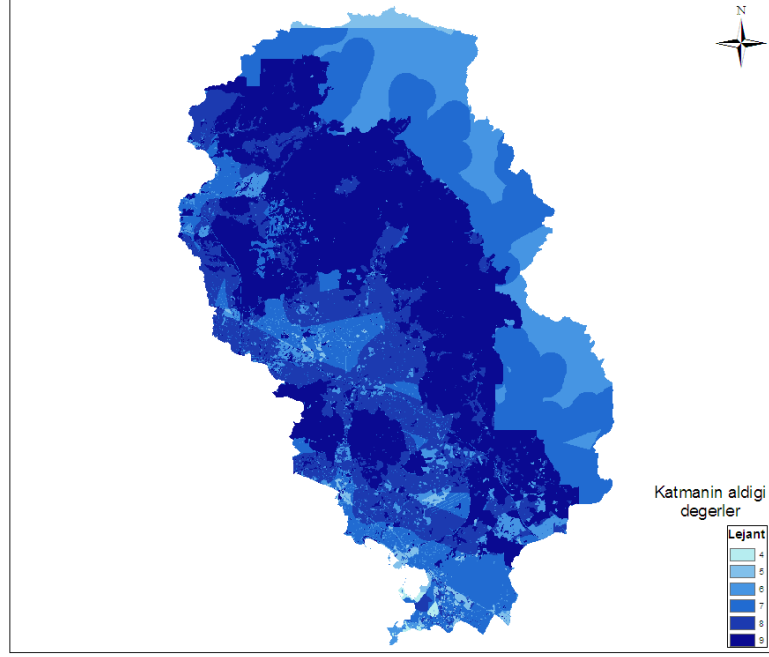
Ek 4: Katmanların Ağırlıkları Oranında Birleştirilmesi



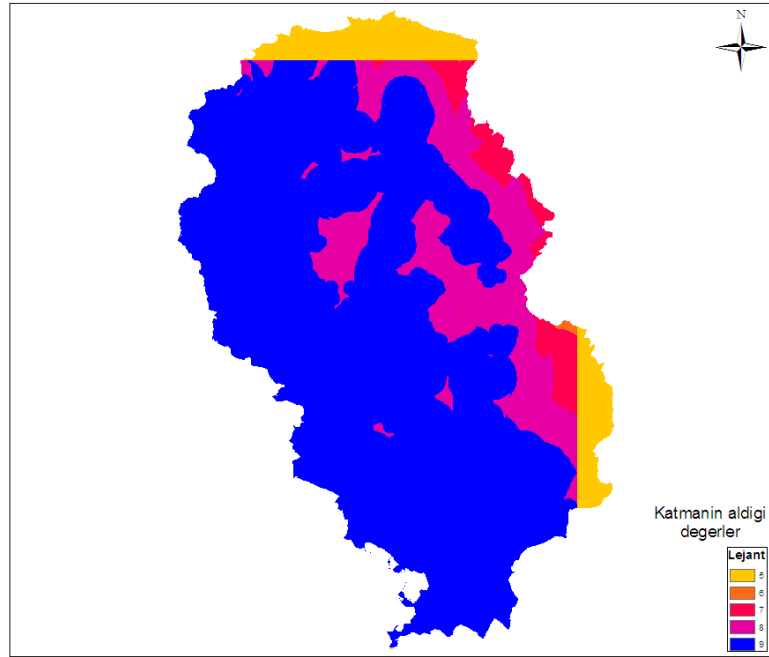
Şekil D.1: Topografya Etkisi



Şekil D.2: Çevresel Etki



Şekil D.3: Ekonomik Etki



Şekil D.4: Ulaşım Yeteneği Etkisi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Doğukan Toraman

Doğum Yeri ve Tarihi: Zonguldak, 1982

Lisans Öğrenimi: Yıldız Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü

Telefonu: (212)2627526

Adresi: Poligon Mah. Gül Sok. No:8/1 Sarıyer

Yayınları: Toraman, D., Demirel, H., Musaoğlu, N., 2008. Spatial Information Sciences For Transportation Decisions, *Earsel Symposium and Workshops*, İstanbul, June 2008.