T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN İÇİ VE KENARI YOL AĞLARINDA EKOLOJİK SANAT YAPILARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

SERCAN GÜLCİ

DOKTORA TEZİ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2014

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN İÇİ VE KENARI YOL AĞLARINDA EKOLOJİK SANAT YAPILARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

SERCAN GÜLCİ

Bu tez,
Orman Mühendisliği Anabilim Dalında
DOKTORA
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2014

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Sercan GÜLCİ tarafından hazırlanan "Orman İçi ve Kenarı Yol Ağlarında Ekolojik Sanat Yapıları Üzerine Araştırmalar" adlı bu tez, jürimiz tarafından 18/08/2014 tarihinde oy birliği ile Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY (DANIŞMAN) …….

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

Doç. Dr. Fatih SİVRİKAYA (ÜYE) …….

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Hakan OĞUZ (ÜYE) …….

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, KSÜ

Doç. Dr. Habip EROĞLU (ÜYE) …….

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, KTÜ

Doç. Dr. Hasan SERİN (ÜYE) …….

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. M. Hakkı ALMA …….

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sercan GÜLCİ

Bu çalışma KSÜ BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2013/6-28D

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ORMAN İÇİ VE KENARI YOL AĞLARINDA EKOLOJİK SANAT YAPILARI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR (DOKTORA TEZİ)

SERCAN GÜLCİ

ÖZET

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ekoloji konusundaki farkındalık nedeniyle toplum doğayı koruma bilinciyle hareket etmektedir. Günümüzde uluslararası sözleşmelerle ve bağlayıcı yasal tedbirlerle bu algı pekiştirilmektedir. Sonuç olarak, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi, bilimsel araştırmaların seyrini bu yönde değiştirmiş ve ekolojik tabanlı çalışmalara desteği arttırmıştır. Yol ağları, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini güvenceye almak için ormanlık alanların içerisinden ve yakın çevrelerinden geçmektedir. Ancak, orman ekosistemleri arasında bariyer etkisi yaparak yaşam alanlarını parçalayan yolların iyileştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Yol ağlarının orman ekosistemi üzerinde potansiyel ekolojik etkilerinin azaltılması ve önlenmesi için ileri teknolojiler kullanılarak bazı bilimsel yaklaşımlar sergilenmiştir. Ekosistemin önemli parçalarından olan yaban hayvanlarına ait yaşam alanlarının bozulması, değiştirilmesi, dönüştürülmesi ve kaybolması nedeniyle hayatlarını sağlıklı bir şekilde sürdürememektedirler. Yaban hayvanlarının devamlılığını sağlamak için ekolojik geçitler ve ekolojik sanat yapıları ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, ekolojik geçitler için uygun konumların belirlenmesi ve bu geçitlere uygun ekolojik sanat yapılarının uygulanması hedeflenmiştir. Çoklu disiplinler arası çalışma gerektiren bu yaklaşım, karar destek sistemleri ve geçmiş yıllarda elde edilmiş bilimsel sonuçlarla daha etkin çözümlemeleri ortaya koymayı sağlamaktadır. Ülkemiz için oldukça yeni konulardan olan ekolojik geçitlerin ve ekolojik sanat yapılarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Çok Kriterli Değerlendirme (ÇKD) yöntemi kullanılarak modellenebileceği bu araştırma kapsamında değerlendirilmiş ve ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yol Ağları, Ekolojik Sanat Yapıları, CBS tabanlı ÇKD, Yaşam Alanı Uyguluk Modeli, Doğrusal Ağırlıklı Model, Bulanık Mantık, Yaban Hayvanları

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos/2014

Danışman: Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY
Sayfa sayısı: 204

RESEARCHES ON ECOLOGICAL ROAD STRUCTURES OF ROAD NETWORKS WITHIN AND AROUND FORESTS (Ph.D. THESIS)

SERCAN GÜLCİ

ABSTRACT

In developed and developing countries public act according to perception of natural conservation due to awareness about ecology. Nowadays, this perception is emphasized by international agreements and legally binding measures. Thus, sustainable management of natural resources has shifted the course of scientific researches and supports on ecological based studies have increased. Road networks pass through and around forested areas in order to ensure sustainable management of forest resources. However, it is very important to improve roads, which cause habitat fragmentation due to barrier effect. A number of scientific approaches, using advanced technologies, have been presented to decrease the potential ecological effects of road networks on forest ecosystem. The wild animals, one of the important parts of ecosystem, face vital problems due to degradations, alterations, conversions, and losses in their habitats. Ecological passages and road structures are considered to guarantee sustainability of wild animals. In this study, it is aimed to determine appropriate locations for ecological passages and to implement suitable ecological road structures on these passages. This approach, which requires multi-interdiscipliner researches, can provide effective solutions by decision support systems and scientific results from previous studies. In this study; it was evaluated and proved that Geographical Information Systems (GIS) based Multi-criteria Evaluation (MCE) method can be used to model ecological passages and ecological road structures that are both new subjects in Turkey.

Key Words: Road Networks, Ecological Road Structures, GIS-based MCE, Habitat Suitability Model, Weighted Linear Modeling, Fuzzy Logic, Wild Animals

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Engineering, August/2014

Supervisor: Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY
Page number: 204

TEŞEKKÜR

"Orman İçi ve Kenarı Yol Ağlarında Ekolojik Sanat Yapıları Üzerine Araştırmalar" adlı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Doktora tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın her aşamasında, bilgi, destek ve katkılarını esirgemeyen, değerli görüş ve yardımlarından faydalandığım sayın hocam Prof. Dr. Abdullah Emin AKAY'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde bulunan ve tezimle ilgili deneyim ve görüşlerinden yararlandığım Doç. Dr. Fatih SİVRİKAYA'ya, Doç. Dr. Habip EROĞLU'na, Doç. Dr. Hasan SERİN'e ve Yrd. Doç. Dr. Hakan OĞUZ'a teşekkür ederim. Çalışmalarım sırasında çeşitli konularda yardımcı olan Orman Müh. Fatih Güvercin'e, Ziraat Müh. Oktay DENİZ'e ve Mehmet GONCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez çalışmalarım süresince her zaman yanımda olarak desteklerini esirgemeyen değerli meslektaşlarım ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Ayrıca, hayatımın her alanında emeği olan aileme, hoşgörü ve desteğini hiç bir zaman eksik etmeyen sevgili eşim Dr. Neşe GÜLCİ'ye sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2013/6-28D nolu Doktora Tez Projesi olarak desteklenmiştir. Çalışmamın benzer konularda çalışacak herkese ve bilim dünyasına katkı sağlamasını dilerim.

AĞUSTOS 2014 Sercan GÜLCİ

KAHRAMANMARAŞ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i

ABSTRACT ii

TEŞEKKÜR iii

İÇİNDEKİLER iv

ŞEKİLLER DİZİNİ x

ÇİZELGELER DİZİNİ xv

EK ÇİZELGELER DİZİNİ xviii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xix

1. GİRİŞ 1

1.1. Yol Ağları 2

1.1.1. Yol ağlarının ekolojik etkileri 4

1.1.2. Yolların yaban hayvanları üzerine etkileri 8

1.1.3. Yolların yaşam alanları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmalar 10

1.2. Yol Ağlarında Kullanılan Su Akıtıcı Sanat Yapıları 12

1.2.1. Büzler 12

1.2.1.1. Dairesel kesitli büzler 12

1.2.1.2. Yerinde dökme sepet kulplu büzler 12

1.2.1.3. Demirli büzler 13

1.2.2. Menfezler 13

1.2.2.1. Kapaklı menfezler 14

1.2.2.2. Kutu menfezler 14

1.2.2.3. Kemer menfezler 14

1.2.2.4. Tabliyeli menfezler 15

1.3. Ekolojik Sanat Yapıları 15

1.3.1. Yollarda inşa edilen ekolojik sanat yapıları 17

1.3.2. Ekolojik sanat yapılarının sınıflandırılması 18
1.3.2.1. Küçük boy alt geçitler 20
1.3.2.2. Orta boy alt geçitler 20
1.3.2.3. Büyük boy alt geçitler 21
1.3.2.4. Köprü yollar (Viyadükler) 21
1.3.2.5. Yaban hayvanı üst geçitleri 22
1.3.2.6. Özel yapım menfezler 22
1.3.2.7. Bağlantı köprüleri 23
1.4. Yaban Hayvanları ve Ekolojik Sanat Yapıları 24
1.4.1. Karasal memeli yaban hayvanı türleri ve ekolojik sanat yapıları 27
1.4.2. Yol güvenliğini tehdit eden memeli yaban hayvanları 28
1.5. Ekolojide Modelleme Kavramı 29
1.5.1. Yaşam alanı modelleme 31
1.5.1.1. Çok az verinin bulunduğu veya hiç bulunmadığı durumlar 32
1.5.1.2. Alanda varlığı tespit edilmiş araştırma ve inceleme yapılmadan elde edilen veriler 34
1.5.1.3. Varlığı bilinen ve tekrarlı gözlemler yapılmadan elde edilen veriler 35
1.5.2. CBS tabanlı yaşam alanı modelleri 35
1.5.2.1. Boolean mantıksal işleçleri 37
1.5.2.2. Süreç modelleri 38
1.5.2.3. İndeks bindirimi 39
1.5.2.4. Regresyon modelleri 41
1.5.2.5. Bulanık mantık 42
1.6. CBS Tabanlı Çok Kriterli Değerlendirme 43
1.7. Yaban Hayvanı Geçit Koridorları 45
1.7.1. Yaban hayvanı geçit koridorlarının güzergah tahmini 47
1.7.2. Yol ağları ve yaşam alanı ilişkisinde CBS kullanımı 47
1.8. Modelde Kullanılan Türün Temel Ekolojik Bilgileri 48

1.9. Amaç ve Kapsam 50
1.10. Araştırmanın Sınırlandırılması 51
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 54
2.1. Yol Ekolojisi ile İlgili Çalışmalar 54
2.2. CBS Tabanlı YUM ile İlgili Çalışmalar 56
2.3. Yaban Hayvanı Geçit Koridorları ile İlgili Çalışmalar 59
2.4. Ekolojik Sanat Yapıları ile İlgili Çalışmalar 61
3. MATERYAL VE METOD 65
3.1. Materyal 65
3.1.1. Araştırma alanı 65
3.1.2. CBS veri tabanı 66
3.1.2.1. Topoğrafik haritalar 66
3.1.2.2. Sanat yapılarının konumları 67
3.1.2.3. Amenajman haritaları 67
3.1.2.4. Uydu görüntüsü 67
3.1.2.5. Arazi sınıfları haritası 67
3.1.2.6. Memeli türlerin dağılımı 67
3.1.3. Kullanılan ölçüm aletleri ve yazılımlar 68
3.1.4. Kullanılan çizelgeler 70
3.2. Metod 73
3.2.1. Araştırma alanı içerisindeki yaban hayvanlarının belirlenmesi 74
3.2.2. Yaşam alanı uygunluk modeli türü ve türün ekolojik tercihleri 75
3.2.3. CBS verilerinin düzenlenmesi 76
3.2.4. Karar değişkenlerinin belirlenmesi ve amaç fonksiyonları 76
3.2.4.1. Arazi kullanımı 77
3.2.4.2. Bitki örtüsü 78
3.2.4.3. Meşcere çağı ve kapalılığı 78

3.2.4.4. Eğim 80
3.2.4.5. Yol yoğunluğu 80
3.2.4.6. Yola uzaklık 81
3.2.4.7. Su kaynağına uzaklık 82
3.2.4.8. Yükselti 83
3.2.4.9. Topoğrafik durum 84
3.2.4.10. Verilerin sınıflandırılması ve birleştirilmesi 85
3.2.4.11. Karar değişkenlerinin derecelendirmesi 85
3.2.5. Yaşam alanı uygunluk modellerinin tasarlanması 88
3.2.5.1. Doğrusal ağırlıklı model ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması 88
3.2.5.2. Doğrusal bulanık mantığı ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması 90
3.2.5.3. Doğrusal olmayan bulanık mantık ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması 92
3.2.6. Yaban hayvanı geçit koridorlarının belirlenmesi 96
3.2.7. Geçit noktalarının konumlarının belirlenmesi 98
3.2.8. Ekolojik sanat yapılarının boyut ve lokasyonlarının arazide değerlendirilmesi 98
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 99
4.1. Bulgular 99
4.1.1. Araştırma alanındaki yaban hayvanı türleri 99
4.1.2. Model için seçilen tür ve ekolojik istekleri 100
4.1.3. Yaban hayatı geçit koridorlarında tespit edilen türler 102
4.1.4. Karar değişkenlerine ait uygunluk derecelerinin belirlenmesi 102
4.1.4.1. Arazi kullanımı 102
4.1.4.2. Bitki örtüsü 102
4.1.4.3. Meşcere çağı ve kapalılıkları 106
4.1.4.4. Eğim 109
4.1.4.5. Yol yoğunluğu 110
4.1.4.6. Su kaynağına uzaklık 110

4.1.4.7. Yola uzaklık 111
4.1.4.8. Yükselti 112
4.1.4.9. Topoğrafik durum 113
4.1.5. Değişkenlere ait kriterlerin konumsal dağılımı 113
4.1.5.1. Arazi kullanımı 113
4.1.5.2. Bitki örtüsü 113
4.1.5.3. Meşcere çağı ve kapalılık 116
4.1.5.4. Eğim 117
4.1.5.5. Yol yoğunluğu 117
4.1.5.6. Su kaynağına uzaklık 119
4.1.5.7. Yola uzaklık 119
4.1.5.8. Yükselti 120
4.1.5.9. Topoğrafik durum 121
4.1.6. Yaşam alanı uygunluk modelleri 122
4.1.6.1. Doğrusal ağırlıklı model ile tasarlanan yaşam alanı uygunluk modeli 122
4.1.6.2. Doğrusal bulanık mantık ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması .. 126
4.1.6.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması 129
4.1.7. Yaban hayvanı geçit koridorlarının belirlenmesi 139
4.1.7.1. Doğrusal ağırlıklı yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar 139
4.1.7.2. Doğrusal bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar 140
4.1.7.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar 141
4.1.8. Ekolojik sanat yapısı geçit noktalarının belirlenmesi 143
4.1.8.1. Doğrusal ağırlıklı modelle belirlenen konumlar 143
4.1.8.2. Doğrusal bulanık mantıkla belirlenen konumlar 144
4.1.8.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla belirlenen konumlar 146

4.1.9. Ekolojik geçit noktaları 148
4.1.9.1. Mevcut sanat yapılarının tespiti 154
4.2. Tartışma 159
4.2.1. Yaban hayvanı türleri 159
4.2.2. Modelde kullanılan değişkenler ve türün ekolojik istekleri 161
4.2.3. Yaşam alanı uygunluk modelleri 162
4.2.4. Yaban hayvanı koridoru geçit güzergahları 165
4.2.5. Ekolojik geçit noktaları 167
4.2.5.1. Ekolojik geçit noktalarının konumları 167
4.2.5.2. Mevcut sanat yapılarının ekolojik açıdan değerlendirilmesi 176
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 177
KAYNAKLAR 179
EK ÇİZELGELER 194
ÖZGEÇMİŞ 203

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Yolların yaşam alanları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi 5

Şekil 1.2. Yolların ekolojik olarak ortaya çıkardığı doğrudan ve dolaylı etkiler 6

Şekil 1.3. Yol ağının böldüğü örnek yaşam alanları (┃: ana yol, ┠: ara yollar) 7

Şekil 1.4. Yolların ekolojik etkisini azaltmada algısal gelişim 11

Şekil 1.5. Dairesel kesitli büzler 13

Şekil 1.6. Sepet kulplu büz örneği 13

Şekil 1.7. Tek gözlü basit kutu menfez örneği 14

Şekil 1.8. Kemer menfez tipi 15

Şekil 1.9. Tabliyeli menfez tipi 15

Şekil 1.10. Gülek geçidi ekosistem köprüsü, Mersin (URL-2) 16

Şekil 1.11. Alt geçit tipi ekolojik sanat yapıları 17

Şekil 1.12.Üst geçit tipi ekolojik sanat yapıları 18

Şekil 1.13. Yaban hayvanları için kullanılan ekolojik geçit yapılarına ait sınıflandırma ... 19

Şekil 1.14. 60 cm çapında küçük boy alt geçit 20

Şekil 1.15. Küçük boy geçit (a) ve hayvanları geçide yönlendiren çitler (b) (EWT, 2013) 20

Şekil 1.16. Orta boy alt geçitlere örnek gösterim (FHWA, 2014) 21

Şekil 1.17. Büyük boy alt geçit örnekleri (Clevenger, 2005) 21

Şekil 1.18. Köprü yolların yaban hayvanı altgeçitleri olarak değerlendirilmesi (RIMBA, 2014) 22

Şekil 1.19. Macaristan'da karacalar için inşa edilmiş bir üst geçit (Jones, 2010) 22

Şekil 1.20. Nesli tehlike altında bulunan sürüngenler için kullanılan özel yapım geçit tipi (FHWA, 2014) 23

Şekil 1.21. Demir direklerden yapılan asma köprü örneği 23

Şekil 1.22. Yaban hayvanları için inşa edilmiş bazı ekolojik geçitler (ICOET, 2014; PC, 2014) 27

Şekil 1.23. Modellerin sınıflandırılmasında yol gösterici unsurlar (Levis 1966; Guisan ve Zimmerman, 2000) 30

Şekil 1.24. Yaşam Alanı Uygunluk Göstergesinin karar değişkeni ile doğrusal ilişkisini gösteren grafik 33

Şekil 1.25. UD =0, 0 < UD <0,5 ve UD >= 0,5 UD eğrisi 33

Şekil 1.26. Stratejik ve çevresel etki değerlendirmelerinde kullanılan tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması (Gontier, 2008) 36

Şekil 1.27. Boolean mantıksal sınama işleçlerinin gösterimi 38

Şekil 1.28. Süreç tabanlı modelleme yöntemi örnek akış şeması 38

Şekil 1.29. Çeşitli konumsal verilerin bindirilmesiyle oluşturulmuş örnek bir DAM 40

Şekil 1.30. Yaban hayvanı koridorlarının kullanım modelleri 46

Şekil 1.31. Zorkun Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde erkek karaca (Fotoğraf: Osmaniye MP Şubesi, 2012) 49

Şekil 1.32. Karacaya ait yıl içerisindeki ekolojik yaşam döngüsü (Pfannenstiel, 2006) 51

Şekil 3.1. Araştırma alanı konumunu ve O.O.İ.M. sınırları 66

Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan bazı cihazlar (GPS, şerit metre ve fotoğraf makinesi) ... 69

Şekil 3.3. FuzzyCell yazılımı ana ekranı 69

Şekil 3.4. Moultrie D-55IRXT fotokapan 69

Şekil 3.5. Metodolojiye ait temel akış şeması 73

Şekil 3.6. Araziye fotokapan kurulumu 75

Şekil 3.7. Amaç fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan hiyerarşi 77

Şekil 3.8. Yolların belirli bir alana göre yoğunluk hesabı 81

Şekil 3.9. Merkez olarak belirlenen noktanın mesafe hesabı 81

Şekil 3.10. TD göstergesi 84

Şekil 3.11. Amaç fonksiyonlarının belirlemesinde kullanılan grafik ve doğrusal denklem 87

Şekil 3.12. Doğrusal bulanık üyelik fonksiyonlarına ait değişim eğrisi 91

Şekil 3.13. Geçit güzergahlarının belirlenmesinde izlenen mantıksal model 96

Şekil 3.14. Raster tabanlı verilerde Queen'nin komşuluk ilişkileri 97

Şekil 4.1. Araştırma alanında kazaya konu olmuş bazı yaban hayvanları 100

Şekil 4.2. Araştırma alanında kazaya konu olmuş bazı evcil hayvanlar 100

Şekil 4.3. Yaban hayatı geçit koridorlarında fotokapan ile tespit edilen türler 103

Şekil 4.4. Tanımlı sınıflara ayrılmış alan kullanımına ait konumsal dağılım haritası..... 114

Şekil 4.5. Tanımlı sınıflara ayrılmış bitki örtüsüne ait konumsal dağılım haritası 114

Şekil 4.6. Tanımlı sınıflara ayrılmış meşcere çağ ve kapalılıklara ait konumsal dağılım haritası 117

Şekil 4.7. Tanımlı sınıflara ayrılmış eğim kriterine ait konumsal dağılım haritası 118

Şekil 4.8. Tanımlı sınıflara ayrılmış yol yoğunluğu kriterine ait konumsal dağılım haritası 118

Şekil 4.9. Tanımlı sınıflara ayrılmış su kaynağına uzaklık kriterine ait konumsal dağılım haritası 119

Şekil 4.10. Tanımlı sınıflara ayrılmış yola uzaklık kriterine ait konumsal dağılım haritası..... 120

Şekil 4.11. Tanımlı sınıflara ayrılmış yükseklik kriterine ait konumsal dağılım haritası . 121

Şekil 4.12. Topografik duruma ait konumsal dağılım haritası 122

Şekil 4.13. Doğrusal ağırlıklı modelleme ile oluşturulan YUM 124

Şekil 4.14. DAM ile tespit edilen fonksiyonların dağılımı..... 125

Şekil 4.15. Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan amaç fonksiyonlarına ayrılmış YUM 125

Şekil 4.16. Doğrusal bulanık mantık ile oluşturulan YUM..... 127

Şekil 4.17. DBM ile oluşturulan fonksiyonların dağılımı 128

Şekil 4.18. Bulanık mantık modeli ile oluşturulan amaç fonksiyonlarına ayrılmış YUM 128

Şekil 4.19. AK değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu..... 129

Şekil 4.20. BÖ değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu..... 130

Şekil 4.21. MÇK değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu 130

Şekil 4.22. E değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu 131

Şekil 4.23. YY değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu..... 132

Şekil 4.24. SKU değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu..... 132

Şekil 4.25. YU değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu 133

Şekil 4.26. Y değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu 133

Şekil 4.27. TD değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu 134

Şekil 4.28. Amaç fonksiyonlarını belirleyen bulanık üyeliklere ait fonksiyonlar 135

Şekil 4.29. IF/THEN kurallarının tanımlanması 136

Şekil 4.30. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla oluşturulan YUM 137

Şekil 4.31. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla oluşturulmuş YUM amaç fonksiyonlarının dağılımı 138

Şekil 4.32. DOBM ile oluşturulan fonksiyonlarının alan dağılımı 138

Şekil 4.33. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DAM ile belirlenen en uygun güzergahlar 139

Şekil 4.34. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DBM ile belirlenen en uygun güzergahlar 141

Şekil 4.35. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DOBM ile belirlenen en uygun güzergahlar 142

Şekil 4.36. DAM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapları konumları 144

Şekil 4.37. DBM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapıları konumları 146

Şekil 4.38. DOBM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapıları konumları 148

Şekil 4.39. 7 nolu hareket noktası için belirlenen 1 ve 2 nolu karşılaşma noktaları 149

Şekil 4.40. Yarpuz O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 150

Şekil 4.41. Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 150

Şekil 4.42. Osmaniye - Gaziantep devlet yolu üzerinde tespit edilen noktalar 150

Şekil 4.43. Osmaniye - Bahçe arasında tespit edilen karşılaşma noktası 151

Şekil 4.44. Hasanbeyli - Haruniye O.İ.Ş. içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 151

Şekil 4.45. Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 152

Şekil 4.46. Bahçe ve Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 152

Şekil 4.47. Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 153

Şekil 4.48. Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları 153
Şekil 4.49. Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edile karşılaşma noktaları 154
Şekil 4.50. Osmaniye ve Yarpuz O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları 155
Şekil 4.51. Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları 155
Şekil 4.52. Osmaniye O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları 156
Şekil 4.53. Düziçi O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları 156
Şekil 4.54. Hasanbeyli O.İ.Ş sınırlarında bulunan sanat yapıları 157
Şekil 4.55. DAM, DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı 164
Şekil 4.56. Geçit güzergahları arasındaki mesafe farkları 166
Şekil 4.57. Googlemaps'e ait 2012-2013 yılı görüntüsü üzerinde karaca geçit güzergahları 167
Şekil 4.58. DAM, DBM, DOBM 1 ve 2 nolu konumlar 168
Şekil 4.59. DAM 3, 4 ve DOBM 3 nolu konumlar 169
Şekil 4.60. DAM 5, 6, DBM 3, 4 ve DOBM 4 ve 5 nolu konumlar 170
Şekil 4.61. DOBM 6, 7 ve 8 nolu konumlar 170
Şekil 4.62. DAM 8, 10, 11 ve 14 nolu, DBM 5, 7, 8 ve 9 ve DOBM 9, 10, 12, 15 ve 17 nolu konumlar 172
Şekil 4.63. DAM 19, DBM 14 ve DOBM 23 nolu konumlar 172
Şekil 4.64. DAM 12, 13, DBM 10, 11, DOBM 14, 18 nolu konumlar 173
Şekil 4.65. DAM 20, 21, 22, 23, DBM 15-31 ve DOBM 24, 25, 26 nolu konumlar 174
Şekil 4.66. DAM 24, 25, 26, DBM 32 ve DOBM 27, 28 nolu konumlar 175

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Orman içi ve kenarından geçen yol türlerinin oranları 4

Çizelge 1.2. Ülkemizde bulunan bazı yaban hayvanı türlerinin yol ve trafik ilişkisi ile koruma durumu hakkında literatür bilgisi (Fahring ve Rytwinski, 2009)..... 9

Çizelge 1.3. Yaban hayvanları tarafından kullanılan sanat yapılarının sınıflandırılması.... 19

Çizelge 1.4. Karasal yaban hayvanlarına ait vücut büyüklükleri, yırtıcı durumu, araç trafiği ve ekolojik sanat yapılarına gösterdikleri davranışlarına göre ekolojik sanat yapısı tercihleri 25

Çizelge 1.5. Karasal memeli türler için tavsiye edilen en ideal alt geçit boyutları ve açıklık indeksi değerleri 28

Çizelge 1.6. Sözel modellerin sayısal olarak ifadesi (ESM103, 1981) 34

Çizelge 3.1. O.O.İ.M.'deki Şeflik alanlarının dağılımı (ha)..... 65

Çizelge 3.2. Garmin Oregon 650 el tipi GPS'in önemli teknik özellikleri 68

Çizelge 3.3. Moultrie D-55IRXT'ye ait teknik özellikler..... 70

Çizelge 3.4. Karar değişkenleri UD'nin belirlenmesi için kullanılan örnek veri tablosu ... 71

Çizelge 3.5. Potansiyel ekolojik geçit noktası için örnek veri kayıt tablosu (VKT) 72

Çizelge 3.6. Bitki örtüsü sınıfları 78

Çizelge 3.7. Meşcere çağı ve kapalılığı sınıfları 79

Çizelge 3.8. MÇK sınıflarında kullanılan rumuzlar 79

Çizelge 3.9. Eğim sınıfları..... 80

Çizelge 3.10. Yola uzaklık sınıfları..... 82

Çizelge 3.11. Su kaynağına uzaklık sınıfları..... 82

Çizelge 3.12. Yükselti sınıfları..... 83

Çizelge 3.13. Topoğrafik durum sınıfları 84

Çizelge 3.14. Amaç fonksiyonuna ait değişkenlerin derecelendirme tablosu..... 86

Çizelge 3.15. Amaç fonksiyonu karar değişkenlerine ait UD değerlerinin çiftler arası relatif ağırlıkların belirlenmesi (W_i: Bağıl ağırlık değeri)..... 89

Çizelge 3.16. Amaç fonksiyonlarının ağırlıklarını belirlemede kullanılan tablo 94

Çizelge 3.17. Dilsel kısıtlamaların değerlendirilmesinde kullanılan sınıf aralıkları 95

Çizelge 4.1. Araştırma alanında varlığı tespit edilen türler 99

Çizelge 4.2. Literatüre dayalı oluşturulan karaca türüne uyarlanan amaç fonksiyonlarına ait yaşam alanı koşullarını içeren özet tablo 101

Çizelge 4.3. UD'nin belirlenmesinde arazi kullanımı için kullanılan tablo 104

Çizelge 4.4. UD'nin belirlenmesinde bitki örtüsü için kullanılan tablo 105

Çizelge 4.5. YUM'un belirlenmesinde bitki örtüsü için kullanılan tablo 106

Çizelge 4.6. UD'nin belirlenmesinde meşcere çağı ve kapalılığı için kullanılan tablo 107

Çizelge 4.7. YUM'un belirlenmesinde meşcere çağı ve kapalılığı için kullanılan tablo .. 109

Çizelge 4.8. YUM'un belirlenmesinde eğim dereceleri için kullanılan tablo 109

Çizelge 4.9. YUM'un belirlenmesinde yol yoğunluğu için kullanılan tablo 110

Çizelge 4.10. YUM'un belirlenmesinde su kaynağına uzaklığı için kullanılan tablo 111

Çizelge 4.11. YUM'un belirlenmesinde yol mesafesi için kullanılan tablo 111

Çizelge 4.12. YUM'un belirlenmesinde yükselti için kullnılan tablosu 112

Çizelge 4.13. YUM uygunluk değeri belirlemede kullanılan topoğrafik durum derecelendirme tablosu 113

Çizelge 4.14. CORINE arazi sınıflarına göre araştırma alanı arazi kullanımına ait oranlar 115

Çizelge 4.15. O.O.İ.M. bitki örtüsü sınıfları ve alansal dağılımı 115

Çizelge 4.16. O.O.İ.M. orman amenajman planlarına göre belirlenen MÇK alansal dağılımı 116

Çizelge 4.17. O.O.İ.M. sınırları içerisindeki TD dağılımı 121

Çizelge 4.18. Fonksiyonların ağırlıklandırılması 123

Çizelge 4.19. DAM ile tespit edilen fonksiyonların dağılımı 125

Çizelge 4.20. Değişkenlere ait minimum ve maksimum UD 126

Çizelge 4.21. Doğrusal BM ile oluşturulan YUM fonksiyonlarının alan dağılımı 128

Çizelge 4.22. Kısıtların belirlendiği durum tablosu 135

Çizelge 4.23. DOBM ile oluşturulan fonksiyonlarının alan dağılımı 138

Çizelge 4.24. DAM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler 140

Çizelge 4.25. DBM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler 140

Çizelge 4.26. DOBM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler 142

Çizelge 4.27. DAM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler 143

Çizelge 4.28. DBM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler 145

Çizelge 4.29. DOBM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler 147

Çizelge 4.30. Hareket noktalarına ulaşmak için karşılaşılan ekolojik geçit noktaları..... 149

Çizelge 4.31. Yol ve karaca geçit güzergahları karşılaşma noktalarında tespit edilen sanat yapıları ve açıklık indekslerinin karaca için ekolojik uygunluğu 158

Çizelge 4.32. Araştırma alanında varlığı ve kökeni belirlenen türler (IUCN, 2013) 160

Çizelge 4.33. DAM ve DBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı..... 163

Çizelge 4.34. DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı 163

Çizelge 4.35. DAM, DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı..... 164

Çizelge 4.36. Geçit güzergahları arasındaki mesafe farklar 166

Çizelge 4.37. YUM ile belirlenen ekolojik sanat yapıları 175

EK ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Ek Çizelge 1. AK için UD hesaplanmasında kullanılan hesap tablosu 194

Ek Çizelge 2. BÖ için UD hesaplanmasında kullanılan detaylı hesap tablosu 195

Ek Çizelge 3. MÇK için UD hesaplanmasında kullanılan detaylı hesap tablosu..... 196

Ek Çizelge 4. Eğim sınıflarının derecelendirilmesinde kullanılan hesap tablosu 199

Ek Çizelge 5. YY'nin UD hesabında kullanılan detaylı tablo 199

Ek Çizelge 6. SKU içi UD hesaplanmasında kullanılan tablo 200

Ek Çizelge 7. YU için UD hesaplanmasında kullanılan hesap tablosu 200

Ek Çizelge 8. Y için UD hesaplanmasında kullanılan tablo..... 201

Ek Çizelge 9. TD için UD hesaplanmasında kullanılan tablo 202

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AHS	:	Analitik Hiyerarşi Süreci
AK	:	Alan Kullanımı
Ba	:	Barınma alanları
Be	:	Beslenme
BÖ	:	Bitki Örtüsü
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	:	Coordination of Information on the Environment
ÇKD	:	Çok Kriterli Değerlendirme
ÇKKD	:	Çok Kriterli Karar Destek
DABM	:	Doğrusal Ağırlıklandırılmış Bulanık Model
DAM	:	Doğrusal Ağırlıklı Model
DBM	:	Doğrusal Bulanık Model
DKMP	:	Doğa Koruma ve Milli Parklar
DOBM	:	Doğrusal Olmayan Bulanık Model
DY	:	Devlet yolları
E	:	Eğim
GDM	:	Genelleştirilmiş Doğrusal Model
GTM	:	Genelleştirilmiş Toplamsal Model
GIS	:	Geographical Inforamation System
GPS	:	Global Position System
IUCN	:	The International Union for Conservation of Nature
İY	:	İl yolları
KGM	:	Karayolları Genel Müdürlüğü
KY	:	Köy yolları
MAXENT	:	Maximum Entropy

MCD : Çok Kriterli Değerlendirme

MCE : Multi Criteria Evaluation

MÇK : Meşcere Çağ ve Kapalılığı

O.İ.Ş. : Orman İşletme Şefliği

O.O.İ.M. : Osmaniye Orman İşletme Müdürlüğü

OGM : Orman Genel Müdürlüğü

OY : Otoyollar

Ra : Raslantısal alanlar

SKU : Su Kaynağına Uzaklık

ŞY : Şehir içi yollar

So : Sosyalleşme alanları

TD : Topoğrafik Durum

Ua : Uygun alanlar

UD : Uygunluk Derecesi

Ür : Üreme alanları

VKT : Veri Kayıt Tablosu

WWF : World Wildlife Fund

Y : Yükselti

YHGS : Yaban Hayatı Geliştirme Sahası

Yo : Yokluk

YU : Yola Uzaklık

YUD : Yaşam Alanı Uygunluk Değeri

YUG : Yaşam Alanı Uygunluk Göstergesi

YUM : Yaşam Alanı Uygunluk Modeli

YY : Yol Yoğunluğu

1. GİRİŞ

Türkiye gelişen teknolojiye paralel olarak hızlı bir sanayileşme süreci içerisinde bulunmaktadır. Bu süreç döngüsü içinde sanayileşmenin en önemli gereklerinden biri olan ulaşım ağları (kara, hava ve deniz yolu) hızla gelişmektedir. Özellikle kara taşımacılığıyla ulaşım, ülkemizde sadece sınai, sosyal ve savunma boyutu ile değil aynı zamanda doğal kaynakların etkin bir şekilde hizmete açılması açısından da önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Son on yılda kara ulaşım ağlarında görülen hızlı yapılaşmaya paralel olarak, doğal kaynakların başında gelen ormanlarımızın içerisinden ve kenarından geçen yol ağlarında hissedilir ölçüde bir artış meydana gelmiştir. Orman içi ve kenarı yolların planlanmasında, sosyo-ekonomik, ekolojik ve estetik faktörler dikkate alınmalıdır (Erdaş, 1997; Akay, 2004; Akay ve ark., 2007; Eker ve ark., 2010; Akay ve ark., 2014a).

Yol ağları, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi bakımından ormanlık alanların içerisinden ve yakın çevrelerinden geçmektedir. Orman içi ve kenarı yollar geçtikleri alanlarda bariyer etkisi göstererek flora ve faunayı kesin bir sınırla ayırmakta, yaşam alanlarını parçalamakta, değiştirmekte ve dönüştürmektedir (Theobald ve ark., 1997; Forman, 1998; Seiler, 2001). Özellikle yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişleri sağlayan geçit koridorları üzerinde inşa edilen yollar, türlerin devamlılığı için gerekli olan yaşamsal ihtiyaçlarını ve sosyal davranışlarını (beslenme, barınma, üreme, göç, vb.) olumsuz yönde etkilemektedir (Forman ve Deblinger, 1999; Jones, 2010; Shanley ve Praye, 2011). Yaban hayvanlarının üzerindeki bu etkiler, zaman içerisinde tür çeşitliliğini sınırlamakta, türlerin neslini tehlikeye atmakta ve uzun vadede bazı türlerin ortamdan yok olmasına neden olabilmektedir (Shanly ve Pyare, 2011; Van der Ree ve ark., 2011).

Yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerine imkan sağlamak ve trafik kazaları riskini azaltmak amacıyla yol ekolojisi yaklaşımı kapsamında ekolojik sanat yapıları gündeme gelmiştir. Kuzey Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde ekolojik sanat yapıları etkin bir şekilde kullanılırken, ülkemizde henüz ekolojik amaçlı inşa edilen sanat yapıları bulunmamaktadır. Ekolojik sanat yapılarının lokasyonlarının ve boyutlarının belirlenmesinde öncelikle sahada yayılış gösteren yaban hayvanları belirlenmektedir. Daha sonra, yaşam alanı uygunluk modelleri kullanılarak yaban hayvanlarının yaşam alanları arasında geçişlerini sağlayan yaban hayvanı geçit koridorları ve bu koridorlar ile kesişen

yol geçkilerinin karşılaşma noktaları tespit edilmektedir (Beier ve ark., 2008; Huck ve ark. 2010; Poor ve ark., 2012).

Son yıllarda, çok sayıda değişken ve değişkenler arası karmaşık ilişkiler içeren ekosistem tabanlı problemlerin çözümünde CBS ile entegre edilmiş Çok Kriterli Karar Destek (ÇKKD) sistemleri başarılı sonuçlar sunmaktadır (Craver, 1991; Eastman ve ark., 1995; Malczewski, 2006; Hayati ve ark., 2013; Çalışkan, 2013). Yaban hayvanlarının yaşam alanı uygunluk modellerinin belirlenmesinde de ÇKKD sistemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Donovan ve ark., 1987; Hirzel ve ark., 2001; Store ve Kangas, 2001; Carvalho ve ark., 2012). Uygunluk modellerinde sınıflandırmalardan kaynaklanan veri kayıpları bulanık mantık yaklaşımı sayesinde hassasiyeti arttırmakta ve meydana gelen belirsizlikleri ortadan kaldırarak daha etkin sonuçlar ortaya koymaktadır (Burgman ve ark., 2001; Yanar, 2003). Modelin geliştirilmesinde karar değişkenleri olarak yaban hayvanlarının ekolojik tercihleri değerlendirilerek (arazi kullanım tipi, meşcere tipi, topografya, vb.) dikkate alınmaktadır (Doswald ve ark., 2007).

Yaban hayvanlarının yayılış gösterebileceği alanlara ulaşmakta en etkin geçit koridorları, yaşam alanı uygunluk modeli temel alınarak belirlenmektedir. Bu kapsamda, ulaşım problemlerinin çözümünde de sıklıkla kullanılan ve en uygun kümülatif maliyetli güzergahın belirlenmesini hedefleyen bilgisayar destekli güzergah analizi (en düşük maliyet, ağ analizi, sezgisel yöntemler vb.) yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Yu ve ark., 2003; Huck ve ark., 2011; Gazel ve Ak, 2012; Cushman ve ark., 2013).

Yaban hayatı geçit koridorları ile yol ağları arasındaki kesişme noktalarına inşa edilecek ekolojik sanat yapılarının tipi ve boyutu sahadaki mevcut yaban hayvanlarının boyutlarına ve isteklerine göre değerlendirilmektedir (Brudin, 2004). Ayrıca, ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesinde kesişme noktasındaki yolun tipi, boyutu ve şevin durumu dikkate alınmaktadır. Ekolojik sanat yapıları yol güzergahının altından geçen alt geçitler olarak inşa edilebileceği gibi yol platformunun üstünden hayvanların geçişini sağlayabilecek üst geçitler olarak da inşa edilebilmektedir (Clevenger ve ark., 2001; Clevenger ve Waltho, 2005; Glista ve ark., 2009).

1.1. Yol Ağları

Ülkemizde yol ağları ağırlıklı olarak 1950'li yıllardan bugüne Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) tarafından bakımı, onarımı, inşası gerçekleştirilmektedir. Ulaşım teknolojilerinin gelişmesi trafik yoğunluğunun artması sonucunda günümüz şartlarına

uygun teknikler ile çevreci ve sürüş güvenliğini ön planda tutan yaklaşımlar gün geçtikçe daha çok benimsenmektedir (KGM, 2007; 2011).

Ülkemizde otoyollar (OY), devlet yolları (DY) ve il yolları (İY); planı, projesi, yapımı, bakımı ve işletilmesi 5539 sayılı yasa kapsamında KGM tarafından gerçekleştirilmektedir. Farklı kapsamda değerlendirilen turistik yolların yapım ve bakımı, Turizm Bakanlığınca sağlanan finansmanla yine KGM tarafından yapılmaktadır. Diğer taraftan, köy yolları (KY) İl Özel İdare Müdürlüklerinin; orman yolları, Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın ve şehir içi yollar (ŞY) ise Belediyelerin sorumluluğunda düzenlenmektedir. Tüm yol ağları kamu yararına gerçekleştirilmekte olup her türlü taşımacılık ve ulaşım için insanların hizmetine sunulmaktadır.

Ülkemizde ormanlık alanlarda ve kenarında yer alan yol ağları; her türlü taşımacılık, ulaşım ve ormancılık faaliyetlerinin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlamanın yanında, rekreasyon aktivitelerinde ve ülke savunmasında hareket kabiliyeti sağlaması yönüyle de büyük önem taşımaktadır (Erdaş, 1997). İnsanlar sınırsız boyuttaki ihtiyaçlarını ve değişken isteklerini karşılamak amacıyla doğal kaynaklara yüz yıllardır ulaşım yollarını kullanarak erişmektedir (Erdaş, 1997; Hasdemir ve Demir, 2004). Türkiye sınırları içerisinde mevcut karayolu yol ağlarının kullanımı diğer bütün ulaşım türleri de (Demiryolu, Denizyolu, Havayolu) dikkate alındığında yaklaşık %92 oranında olup, yolcu taşımacılığında ise birinci sırada yer almaktadır. Yük taşımacılığında ise karayolları %88,8 oranında diğer taşımacılık türlerine (Demiryolu, Denizyolu) göre en çok tercih edilen ulaşım türüdür (KGM, 2011).

Ulaşım teknolojisinde yaşanan gelişmelere paralel olarak 1970'li yılların başından itibaren yoğun yol ağı planlanması ve çok şeritli transit yolların inşaatının gerekliliği anlaşılmıştır (Çetin ve ark., 2011; KGM, 2011). Hızlı gelişen yol ağları yeryüzündeki kıtaları birbirine bağlayan, yaşam alanları üzerinde en çok yer kaplayan yapılar haline gelmiştir (Forman, 2004). Bu gelişmelerin doğal kaynaklar ve insan hayatı üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerini azaltmak için imzalanan uluslararası antlaşmaların gereği olarak, KGM ve diğer kurumlar stratejik planlarında sürdürülebilir çevreci yaklaşımlar sergilemektedir (BERN, 1984; KGM, 2007; 2011; Van der Ree ve ark., 2011).

2012 yılı KGM verilerine göre, KGM'nin sorumluluğunda bulunan OY 2236 km, İY 31558 km, DY 31372 km, Belediyelerin sorumluluğunda bulunan yollar 9729 km, İl Özel İdaresinin sorumluluğunda bulunan köy yolları ise 43726 km uzunluğa sahiptir. Bu

yolların bir kısmı orman içi ve kenarından geçerken bir kısmı ise tarım ve iskan alanları içi ve kenarından geçmektedir. 2012 yılı itibariyle Türkiye'de mevcut yol ağlarının yaklaşık % 38,6'sı orman içi ve kenarından geçmektedir. Yol türlerine göre ayrıldığında, orman içi ve kenarından en çok geçen yollar İY, en az geçen yollar ise şehir içi yollardır (Sokak, Bulvar, Cadde) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Orman içi ve kenarından geçen yol türlerinin oranları

Yol Tipi	Yol Türü	Oran (%)
ŞY	Bulvar	0,38
OT	Otoyol	2,61
ŞY	Cadde	7,36
DY	Devlet Yolu	9,15
ŞY	Sokak	0,74
KY	Köyyolu	12,07
İY	İl Yolu	67,69

1.1.1. Yol ağlarının ekolojik etkileri

Küresel ölçekte doğal yaşam ortamlarının korunması amacıyla farkındalık çalışmaları son yıllarda oldukça artmıştır. Bu gelişmeler karşısında sivil toplum örgütleri, kamu kurum ve kuruluşları bu kapsamda ekolojik yapıların önemini benimsemiştir. Çevresel ekolojik sorunların artması; doğal kaynakları gelecek nesillere bırakma yaklaşımı sürdürülebilir kaynakların yönetimindeki planlanmaları korumacı ve çevreci politikalara mecbur bırakmıştır (Uğurlu, 2006; Jones, 2010; KGM, 2011). Ülkemizde son yıllarda yaygın olarak kabul gören ekolojik tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımlarına paralel olarak, özellikle doğal yaşam alanlarında ekolojik ölçütleri göz önünde bulunduran ve çevreye duyarlı orman yol ağı planlamaları da gün geçtikçe benimsenmektedir (Acar, 1994; Winkler, 1997; Akay ve ark., 2008; Sivrikaya ve ark., 2008; Eker ve ark., 2010; Eker ve Çoban, 2010).

Yaban hayvanlarının yaşam alanlarında inşa edilen yollar, canlıların üreme, beslenme, gezinme gibi sosyal davranışlarında olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu bağlamda yol ağlarının çevreye olan potansiyel etkilerinin tespit edilmesi daha etkin bir yönetim ve yaklaşım politikalarını beraberinde getirmiştir (Torumbulak ve Frissell, 1999;

Lugo ve Gucinski, 2000; KGM, 2011). Yolların çevreye olan etkileri ekolojik tabanlı yaklaşımlarla değerlendirilerek, olumlu veya olumsuz etkileri çok boyutlu (ekonomik, sosyolojik, ekolojik, vb.) olarak ortaya konulmalıdır (Winkler, 1997) (Şekil 1.1).

Yaşam alanlarında her türlü bilinçsiz yapılaşma ve doğal kaynakların bilinçsizce kullanımı, yaşam alanlarında parçalanmaları, değişimleri, bozulmaları ve yok olmaları beraberinde getirmiştir (Çepel, 2002). Ekosistemde meydana gelen olumsuzluklar ile doğal yaşam ortamları daralan bitki ve hayvan toplulukları, bulundukları ortamı terk etmektedir. Bunun sonucu olarak, dinamik bir yapıya sahip ekosistemdeki bitki ve hayvan varlığı birlikteliklerinde ortamın tür zenginliği azalmakta ve istilacı türlerin alanda görülmesiyle doğal yaşam alanlarında parçalanmalar, bozulmalar, değişmeler ve yok olmalar ortaya çıkmaktadır (Hobbs ve Huenneke, 1992; Eker ve Çoban, 2010).



Şekil 1.1. Yolların yaşam alanları üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi

Yolların geçtiği güzergahlarda, yaşam alanları üzerinde parçalanma, bozulma, değişme ve yok olma gibi ekolojik etkiler altı farklı şekilde gözlenmektedir (Seiler, 2001; Forman, 2006) (Şekil 1.2):

a) Yol yapım aşamasında oluşan yaşam alanı kayıpları,

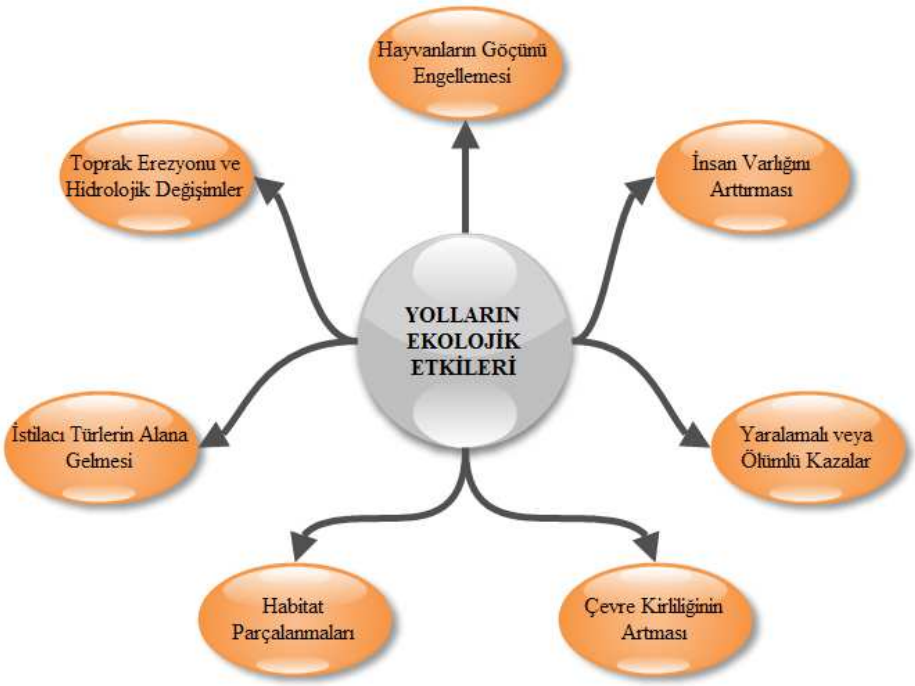
b) Akarsu yollarının değişimi ve buna bağlı olarak yüzeysel akış rejiminde meydana gelen değişimler,

c) Toprak erozyonu ve akarsular üzerindeki sedimantasyon etkisi ile sucul flora ve fauna elemanlarının kaybolması,

d) Tür desenindeki değişimler,

e) Uzak alanlara (orman içine) insanların ulaşımı ve buna bağlı tahribatlar (kaçakçılık, av, otlatma, açmacılık vb.)

f) Yaşam alanları arasında bariyer etkisi göstermesi (yaban hayvanlarının dağılımlarını engellemesi) şeklinde özetlenmektedir (Torumbulak ve Frissell, 1999; Forman ve ark., 2003; Reed ve ark., 2006; Eker ve ark., 2010; Eker ve Çoban, 2010).



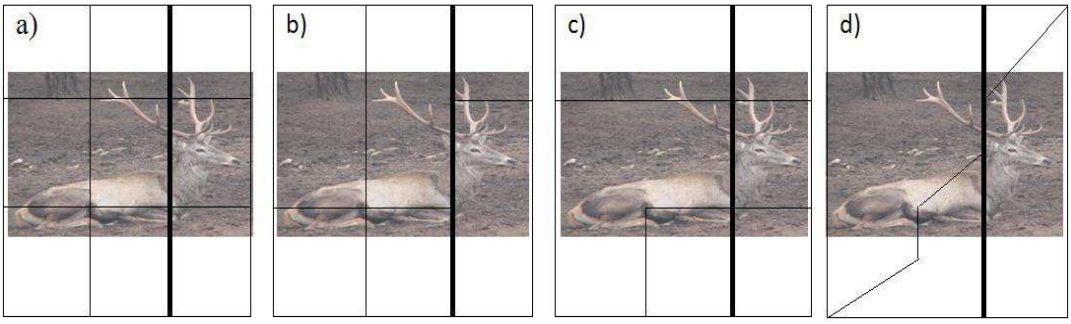
Şekil 1.2. Yolların ekolojik olarak ortaya çıkardığı doğrudan ve dolaylı etkiler

Yolların potansiyel olumsuz etkileri karşısında yaban hayvanları doğal yaşam alanlarını insanlarla ortak kullanmakta ve bu durum zaman zaman insan-yaban hayvanı çatışmalarına sebep olmaktadır. Bu etkileşim sırasında yolların gösterdiği bariyer etkisini aşmak isteyen yaban hayvanları ölümlü, yaralamalı veya maddi hasarlı kazalara neden olmaktadır (Theobald ve ark., 1997; Tuğ, 2005; Başkaya ve ark., 2008; Morelle ve ark., 2013).

1980 - 1990'lı yıllarda karaca ve geyik nedeniyle Almanya'da yaklaşık 25 ölümlü ve 2500 yaralamalı kaza, Norveç'te 4600 kaza, Amerika'da 538000 kaza kayıt altına alınmış ve bu kazaların maliyeti ise yaklaşık her kaza yapan araç başına 1200 ABD Doları olarak hesaplanmıştır (Putman, 1997; Seiler, 2001). Bu kazalar ortaya çıkardıkları maddi kayıpların yanı sıra, ekosistemin önemli parçalarından olan yaban hayvanlarının beslenme, barınma, üreme ve sosyalleşme gibi yetilerinde olumsuzlukları beraberinde getirmektedir.

Yaşam alanlarındaki parçalanmalar türleri ortamdan uzaklaştırarak biyoçeşitliliği de azaltmaktadır (Trombulak ve Frissell, 1999; Coffin, 2007).

Yaban hayvanlarının doğal yaşam ortamlarına yapılan her türlü yapılaşmanın ekolojik etkisinin olduğu düşünüldüğünde, yol ağlarını planlama aşamasında bu etkiler göz ardı edilmemelidir. Mevcut uygulamalarda, arazi şartları, jeolojik ve hidrolojik çevresel faktörler yol ağlarının planlanmasında ana etkenler arasında yer almaktadır (Erdaş, 1997). Yol ağları, arazide yol şebekelerinin planlanması sırasında karşılaşılan karmaşık ve zor aşamaların ardından doğala en yakın özellikte düşünülerek uygulamaya geçirilmektedir (Erdaş, 1997; Daigel, 2010). Diğer taraftan, her ne kadar doğala yakın yol planlamaları hedeflenmiş olsa da, yol ağları uygulandıkları alanda kenar etkisi oluşturarak bazı ekolojik değişimlere neden olabilmektedirler (Spelleberg, 1998; Forman, 1998; Trombulak ve Frisell, 2000). Yolların yaban hayvanları yayılış alanları üzerinde gösterdiği parçalama ve bariyer etkisi yol ve trafik yoğunluğuna bağlı olarak yaşam alanı kalitesini azaltarak birçok olumsuzluğu beraberinde getirmektedir (Forman et al., 1997; Spelleberg, 1998; Oğurlu, 2004; Coffin, 2007; Akay ve ark., 2011) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Yol ağının böldüğü örnek yaşam alanları (: ana yol, : ara yollar)

Dere tabanları sahip oldukları topoğrafik ve jeolojik yapı nedeniyle ekonomik ve ergonomik yol yapımına uygun olduğundan, uygulayıcılar tarafından çokça tercih edilmektedir. Ormanlık alanlarda veya yakın çevrelerinde planlanan orman yolları, karasal ekosistemler ile su kenarı ormanı ekosistemleri gibi önemli yaşam alanları arasında bir çeşit bariyer etkisi oluşturarak farklı etki mesafelerinde (yol kenarı etki zonları) yaşam alanlarında parçalanmalara, kayıplara, dönüşmelere veya yok olmalara neden olmaktadır (Forman ve Alexander, 1998; Forman ve Deblinger, 1999; Forman, 2000; Akay, 2010; Eker ve ark., 2010; Akay ve ark, 2012; Akay ve ark., 2014b). Bu durum, doğal yaşam alanları içerisindeki bitki ve hayvan topluluklarını bölerek ortamın genetik çeşitliliği azaltmaktadır (Trombulak ve Frisell 2000; Van der Ree ve ark., 2011).

Yaban hayvanları açısından yollar; yaban hayvanlarının barınma, beslenme, üreme ve sosyalleşme davranışlarında gösterdiği ekolojik etkileri bakımından büyük öneme sahiptir (Spelleberg, 1998; Oğurlu, 2004). Yolların yaban hayvanlarının doğal yaşam alanları üzerindeki müdahalesinin en aza indirilmesi için hali hazırda yapılan planlamalardan farklı olarak ekosistem tabanlı çok amaçlı yönetimlerin benimsenmesi ve çevreye duyarlı orman yol ağı planlarının geliştirilmesi gerekmektedir (Hobbs ve Huenneke, 1992; Sivrikaya ve ark., 2008).

1.1.2. Yolların yaban hayvanları üzerine etkileri

Araç trafiği olmayan yol güzergahlarında yaban hayvanı kazaları gözlenmese de, olumsuz ekolojik etkiler yol yapım aşamasında ortaya çıkmaktadır. Araç trafiğine açık yollarda ise kuş, sürüngen ve memeli türlere ait birçok yaban hayvanı olumsuz yönde etkilenmektedir. Yaban hayvanı kazaları daha çok sürüş hızı ile alakalı olup, 72,4 km/saat ve 88,5 km/saat arası hızlarda gerçekleşen kaza vakaları dikkatleri çekecek şekilde kendisini göstermektedir (Forman, 2004). Araç trafiğine açık yollarda yaban hayvanlarının davranışları genel olarak üç grupta toplanmaktadır. Bunlar; yol yüzeyinden korkan türler, araç trafiğinden (gürültü, ışık) rahatsız olan türler ve yoldan geçiş yaptığı esnada üzerine gelen araç karşısında hareketsiz kalan türler olarak sıralanmaktadır (Jaeger ve ark., 2005; Fahrig ve ark., 2009). Türlerin yollarla olan ilişkilerini ortaya koymak için türe özel ekolojik araştırmalar her geçen gün artmaktadır (Spellerberg, 1998; Coffin, 2007). Çizelge 1.2'de ülkemizde de doğal yaşam alanı bulunan bazı yaban hayvanları açısından yol-yaban hayvanı ilişkileri hakkında değerlendirmeler verilmiştir.

Çizelge 1.2. Ülkemizde bulunan bazı yaban hayvanı türlerinin yol ve trafik ilişkisi ile koruma durumu hakkında literatür bilgisi (Fahring ve Rytwinski, 2009)

	Tür	Trafiğe Açık Yolların Etkisi	Literatür	Koruma Durumu	
				IUCN*	BERN**
Ortaboy Memeliler	Yaban tavşanı (*Lepus europaeus*)	Var	Roedenbeck ve Voser (2008)	(LC)	EK-III
	Porsuk (*Meles meles*)	Var	Van der Zee ve ark. (1992)	(LC)	EK-III
			Roedenbeck ve Köhler (2006)		
			Van Langevelde ve ark. (2009)		
	Tilki (*Vulpes vulpes*)	Var	Roedenbeck ve Köhler (2006)	(LC)	-
Büyük Memeliler	Kurt (*Canis lupus*)	Var	Fuller (1989)	(LC)	EK-II
			Mech ve ark. (1988)		
			Thiel (1985)		
			Jedrzejewski ve ark. (2004)		
			Karlsson ve ark. (2007)		
	Karaca (*Capreolus capreolus*)	Var	Roedenbeck ve Köhler (2006)	(LC)	EK-III
	Vaşak (*Lynx lynx*)	Var	Niedzialkowska ve ark. (2006)	(LC)	EK-III
	Yaban domuzu (*Sus scrofa*)	Var	Roedenbeck ve Köhler (2006)	(LC)	EK-III
	Ayı (*Ursus arctos*)	Var	Suring ve ark. (2006)	(LC)	EK-II

IUCN* : Uluslararası Doğa Koruma Birliği'ne Göre Küresel Ölçekte Tehlike Durumları (URL-1, 2013).

BERN** : Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi

LC : En Düşük Riske Sahip Tür

Araç trafiği, yol kenarı ve yakın çevresinde neden olduğu olumsuz etkilerle türleri yaşam alanlarından uzaklaştırmaktayken, bazı türler için yollar beslenme alanları olabilmektedir. Bu nedenle, araç trafiğine açık yollardan olumsuz yönde etkilenen yaban hayvanları davranışları yanı sıra, olumlu yönde etkilenen (fayda sağlayan) yaban hayvanları davranışlarıda görülmektedir. Olumsuz yönde etkilenen türler dört grupta değerlendirilmektedir (Fahrig ve ark., 2009):

1- Yolu merak edip ilgi duyan ve araçtan kaçamayan türler,

2- Gezinme mesafesi fazla olup, üreme kabiliyeti az olan büyük yabani hayvan türleri,

3-Araç trafiğinin yaşam alanına verdiği rahatsızlıklardan dolayı yollara yaklaşmayan küçük yaban hayvanı türleri,

4- Araç trafiğinden rahatsız olmayan, üzerlerine gelen araçtan kaçamayan küçük yaban hayvanı türleri.

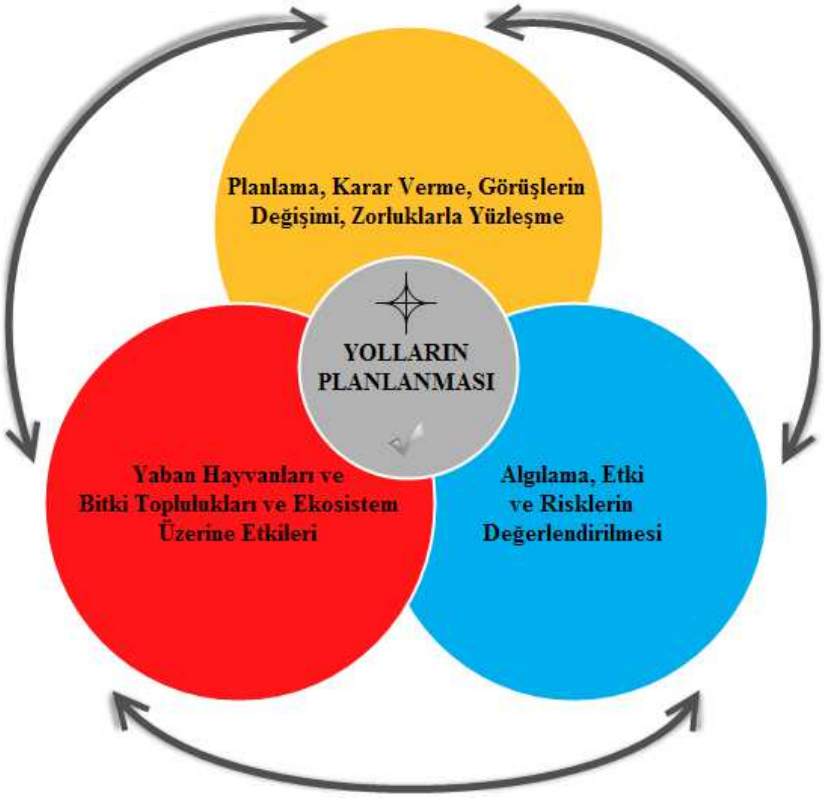
Araç trafiğine açık yollardan fayda sağlayan türler ise iki grupta değerlendirilmektedir (Fahrig ve ark., 2009):

1- Yol üzerinde bulunan besin maddeleri sayesinde yollara giden ve üzerlerine gelen araçlardan kaçabilen türler,

2- Araç trafiğinden korkmayan, yollardan kaçabilen ve yırtıcısının popülasyonu azalan türler

1.1.3. Yolların yaşam alanları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmalar

Toplumsal hayatımıza önemli hizmetler sunan yolların yaşam alanları üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı çalışmalar, karar vericilerin yanı sıra toplumun katılımı sağlanarak alınması gereken bazı kararları içermektedir. Yolların ekolojik etkilerini azaltmada özellikle toplumun algısının etkili bilgilendirmeler yapılarak geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Van der Ree ve ark., 2011) (Şekil 1.4). Uygulamaya dönük çalışmaların başında ise hali hazırda yapılan planlamalardan farklı olarak ekosistem tabanlı çok amaçlı sürdürülebilir yönetimin benimsenmesi ve yol yapım çalışmalarının en aza indirilmesi gelmektedir (Hobbs ve Huenneke, 1992; Sivrikaya ve ark., 2008).



Şekil 1.4. Yolların ekolojik etkisini azaltmada algısal gelişim

Yolların günlük hayatımıza olan faydalı işlevsel durumları göz önünde bulundurulursa yol ağlarının azaltılamayacağı kolayca anlaşılmaktadır. Bu nedenle yaban hayvanlarının hayatlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmeleri ve habitatlar arasındaki biyolojik akışın sağlanması için yollarda bazı koruyucu alternatif önlemler alarak yolların bariyer etkisi ve diğer ekolojik yönden oluşabilecek potansiyel olumsuz etkileri de azaltılabilmektedir (Mata ve ark, 2008; Daigel, 2010). Bu koruyucu önlemler (Putman, 1997; Oğurlu, 2004; Kautz ve ark., 2010);

- En düşük yol yoğunluğu ve en az yol genişliğini sağlayabilmek ve bu yolları hayvanın yayılış alanı üzerine uygun biçimde yerleştirmek,
- Yaban hayvanlarının kullandığı geçit ve koridorlara zarar vermemek ve yol inşa edildikten sonra da özellikle tepeleri ve sırtları birbirine bağlayan geçitleri korumak,
- Yaban hayvanlarının doğal yaşam alanlarına en az zarar verecek ve hayvanları tedirgin etmeyecek geçitleri belirlemek,
- Trafiğin işlek olduğu ve hızlı seyrettiği yerlerde yaban hayvanlarını emniyetli geçiş noktalarına yönlendirecek çit ve tel örgüler çekmek,
- Araç sürücülerini uyaracak ikaz levhaları kullanmak,

- Yaban hayvanlarını yollardan uzak tutmak için kimyasal ve uyarıcı ses sistemleri kullanmak,
- Arazi ve imkanlar elveriyorsa yaban hayvanlarının kritik geçiş noktalarında yolu viyadük üzerinden geçirmek ve yaban hayvanlarını çitler vasıtasıyla buranın altından geçmeye yönlendirmek,
- Yol üzerinde basit ekolojik köprüler ve alt geçitler oluşturmak amacıyla sanat yapılarının inşa edilmesi olarak değerlendirilmektedir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalardan bir veya birden fazlasını uygulamak diğer bir alternatif yöntem olarak değerlendirilmektedir. Uygulamalardan önce planlamacıların çeşitli alternatifleri çok yönlü değerlendirerek ortaya koyması gerekmektedir (Putman, 1997). Yolların olumsuz etkilerini azaltıcı en uygun alternatif seçeneği için yaban hayvanı davranışlarını ve yaşam alanı ihtiyaçlarını iyi analiz etmek, bir veya daha fazla türü göz önünde tutarak ortamda bulunan tüm türleri kapsayacak şekilde planlamaları gerçekleştirmek oldukça önemlidir (Ruediger, 2001; Beier ve ark., 2008).

1.2. Yol Ağlarında Kullanılan Su Akıtıcı Sanat Yapıları

1.2.1. Büzler

Büzler, hemen her tip yol ağı üzerinde su tahliyesi gerçekleştirebilmek amacıyla kullanılan yapılardır. Konumlandırılacak yerin özelliklerine ve önemine göre ahşap, beton veya demirli beton malzemelerden üretilen büzler, farklı standartlarda kullanılmaktadır (Erdaş, 1997).

1.2.1.1. Dairesel kesitli büzler

Dairesel kesitli büzler, su ve taşkınların yolun gövdesine zarar vermesini engelleyen ve beton malzemeden imal edilmiş dairesel kesitli küçük yer altı su kanallarıdır. Arazinin sahip olduğu hidrolojik potansiyele göre, 50 m ve 200 m aralıklarla kullanılmaktadır (Erdaş, 1997) (Şekil 1.5).

1.2.1.2. Yerinde dökme sepet kulplu büzler

Yol güzergahlarında yüksek dolgu çalışması bulunan yerlerde basınçtaki artış nedeniyle dairesel kesitli büzler kullanılmaz. Bu tür durumlarda yerinde dökme sepet kulplu büzler kullanılmaktadır. Bu tür büzler genel olarak 0,60 m ve 0,80 m çaplarında inşa edilmektedir (Şekil 1.6).



Şekil 1.5. Dairesel kesitli büzler



Şekil 1.6. Sepet kulplu büz örneği

1.2.1.3. Demirli büzler

Beton büzler için kullanılan aynı boyuttaki demir kalıplar demir büzler için de kullanılmaktadır. Enine kesiti elips olan betonarme kafes demirlerini tespit etmek için tulani demirler (her iki demir iki yerden olmak üzere) kalıp cidarlarına açılmış deliklerden geçirilen tellerle tespit edilir. Kalıp alınırken hariçten teller kesilir. Mukavemetleri fazla olmakla beraber özel işçilik gerektirdiğinden orman yollarında tercih edilmemektedir (Erdaş, 1997).

1.2.2. Menfezler

Büzlerin yetersiz kaldığı durumlarda, su ve taşkınların yola zarar vermemesi amacıyla tercih edilen sanat yapılarıdır. Devlet yollarında mesnet açıklığı (L) 10 m, orman yollarında ise 6 m olarak kabul edilmektedir. İnşası yapılacak yol yapısı ile akım çizgileri kesilen mecra, dere ve akarsulardaki akışı uygun şekilde devam ettirmeyi sağlamaktadır.

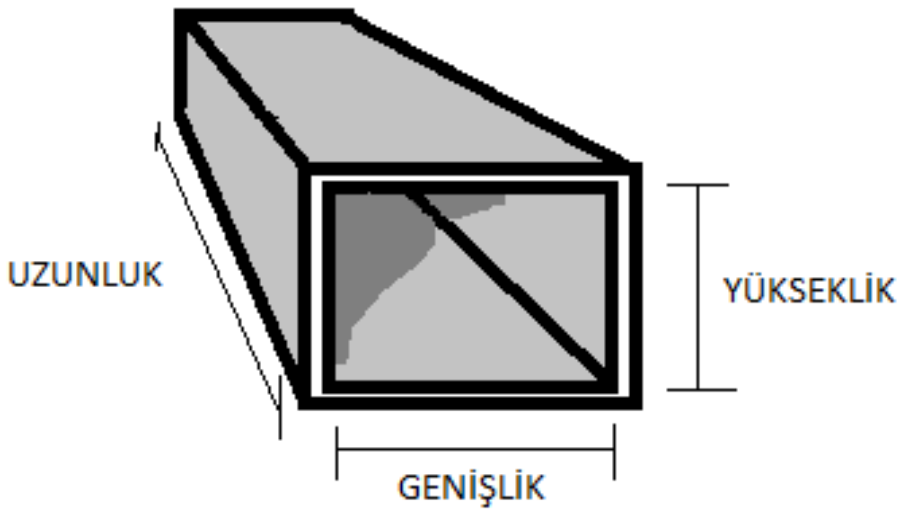
Mücavir alanlardan yola gelecek her türlü suyu, yolun işletme süresi boyunca yerine getireceği fonksiyonu kaybettirmeyecek şekilde yoldan geçirerek uzaklaştırmak ve yerel trafik ile yaya ve hayvan geçişlerini sağlamak için yol gövdesi altında inşa edilirler. Görevleri bakımından menfezler dört tipe ayrılmaktadır.

1.2.2.1. Kapaklı menfezler

Serbest açıklıkları 0,40- 0,60- 0,80 m olan, üzeri müsait yerlerde seri halinde hazırlanan 0,50 m genişliğe ve 0,80-1,0-1,20 m uzunluğa sahip betonarme plakalarla örtülen menfezlerdir.

1.2.2.2. Kutu menfezler

İki ucu açık ve tamamen betonarme olan kutu şeklinde tesislerdir. Genellikle dolgu altlarında tek, çift ve üç gözlü olarak yapılırlar. Yapısı itibariyle küçük açıklıklardaki köprülere benzer (Şekil 1.7). Bazı menfezlerde kanat duvarı bulunurken bazı menfezlerde kanat duvarı bulunmamaktadır.



Şekil 1.7. Tek gözlü basit kutu menfez örneği

1.2.2.3. Kemer menfezler

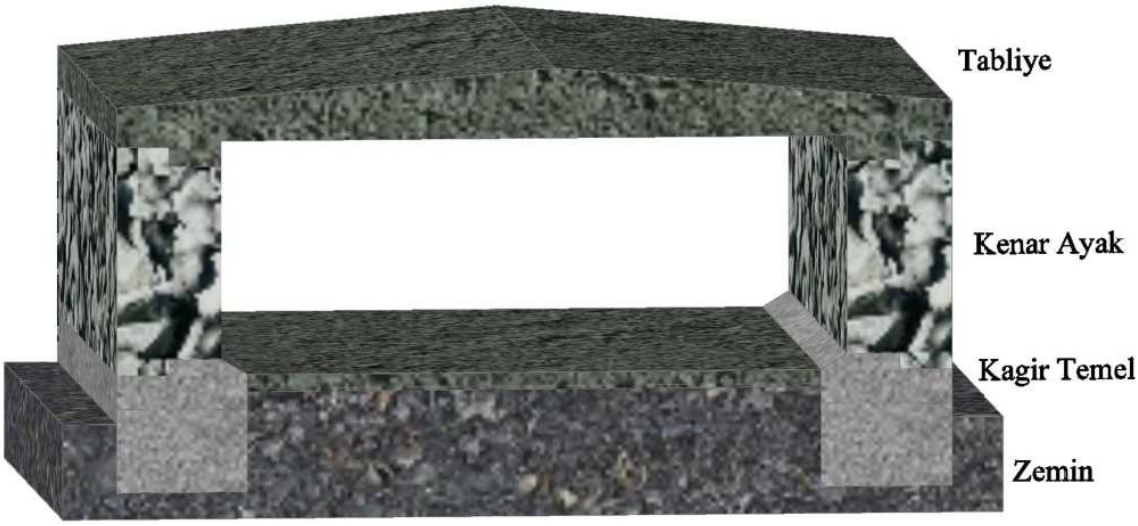
Dolgu altlarına yapılabilen ve bilhassa orman yollarında derin dereler üzerine yapılabilecek ve çok ucuza mal olacak bu yapı çeşidinin Karayollarınca hazırlanmış standart tipleri çokça kullanılmaktadır. Tek ve çok gözlü olarak yapılabilirler (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Kemer menfez tipi

1.2.2.4. Tabliyeli menfezler

a) Tabliyesi betonarme menfezler: Karayolları standartlarına göre açıklıkları 1,20-1,75-2,30-2,80-3,30-4,35-5,40-6,00 m olan, beton veya kargir kenar ayaklar ve ricat duvarları ile üst tabliyeden oluşan sanat yapılarıdır. Tabliyeli menfezler dolgu altında yapılmamaktadır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Tabliyeli menfez tipi

b) Tabliyesi ahşap menfezler: Afet veya acil kurtarma gibi sebeplerden ötürü hemen betonarme tabliye yapılmasına imkan bulunmadığı hallerde ve o yerden bir sezon içinde sürekli bir nakliyat gerekli ise geçici olarak tabliye ve ahşap malzemeler kullanılarak tasarlanan yapılardır.

1.3. Ekolojik Sanat Yapıları

Ülkemizde orman içi ve kenarında bulunan yollarda sanat yapıları her türlü kara taşımacılığının sürekli ve düzenli olarak gerçekleştirilmesi, yol boyunca toprak kaymasını

önlemek amacıyla istinat duvarı, sel ve akarsuların aşılması için her tipte büz, menfez, kasis ve köprü gibi tesisler kullanılmaktadır (Erdaş, 1997). Yollara inşa edilen sanat yapıları hidrolojik ve jeolojik fonksiyona sahip olarak tasarlanmaktadır. Bu nedenle bazı alt ve üst sanat yapılarının yaban hayvanları tarafından kullanılmasına rağmen ekolojik fonksiyonları bakımından ele alınmamaktadır (Clevenger ve ark., 2001). Son yıllarda yol ekolojisi kavramı içerisinde değerlendirilen ekolojik sanat yapıları ve yaban hayvanı üst geçitlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar ve uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu araştırmalarda yaban hayvanları tarafından kullanılan başarılı birçok ekolojik geçit uygulaması bulunmakta ve bu konu hakkında araştırmalar günden güne artmaktadır (Lesbarréres ve Fahrig, 2012).

Mersin sınırlarında bulunan Gülek Geçidinde otoyol üzerine toprak kaymasını önlemek amaçlı planlanmış olan sanat yapısının, zamanla kendiliğinden toprak ve doğal bitki örtüsüyle kaplanması sonucu üzerinden yaban hayvanlarının geçiş yaptığı tespit edilmiştir. Bu nedenle ekosistem köprüsü olarak da nitelendirilen bu yapı örnek bir yaban hayvanı üst geçidi sınıfında sanat yapısıdır (Şekil 1.10). Bu tesadüfi olay neticesinde köprünün ekolojik geçit fonksiyonuna sahip ekolojik sanat yapısına dönüştüğü anlaşılmaktadır. Ekolojik sanat yapıları sadece kara yollarında uygulanan tesis türleri olmayıp, demiryolları güzergahları ve akarsular üzerinden geçişleri sağlamak amacıyla da kullanılabilmektedir.

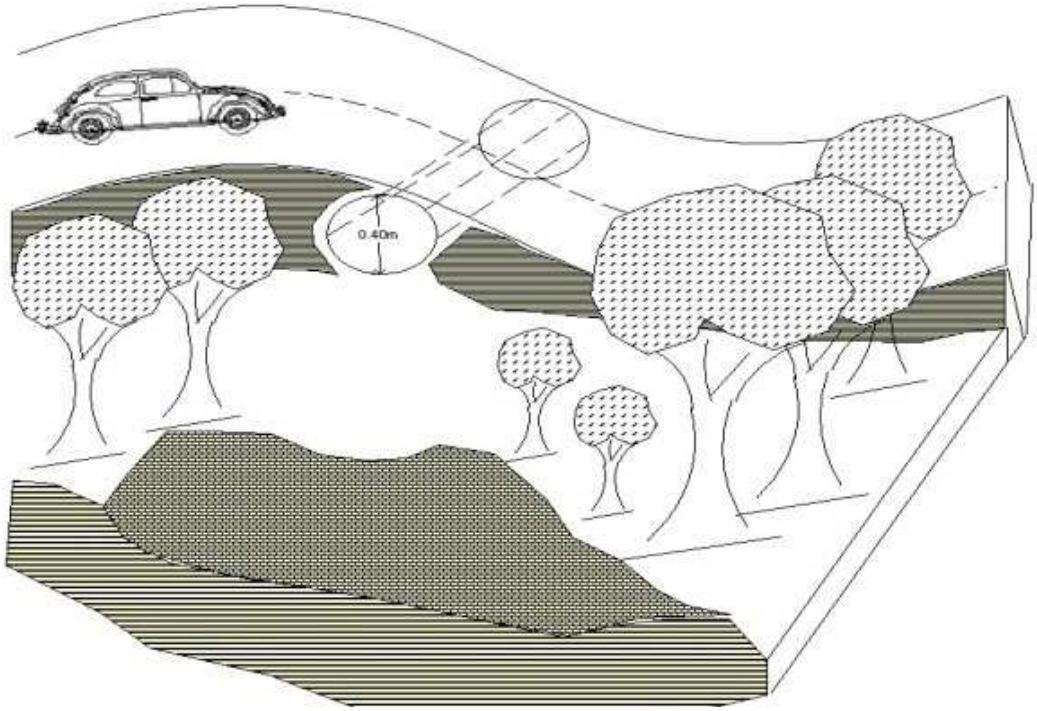


Şekil 1.10. Mersin-Gülek geçidi ekosistem köprüsü (URL-2)

1.3.1. Yollarda inşa edilen ekolojik sanat yapıları

Yaban hayvanları karşılaştıkları yol engelini aşmak için ihtiyacı olan kaynağa optimum ulaşımı gerçekleştirebileceği bağlantı noktalarını tercih etmektedirler. Orman içi ve kenarından geçen yolların oluşturduğu kenar/bariyer etkisini azaltmak için türlere ait yaşam alanlarını birbirlerine bağlayan geçit güzergahlarına uygulanacak yol çalışmalarında çeşitli ekolojik sanat yapısı tipleri kullanılmaktadır (Brudin, 2004; Mata ve ark, 2005; 2008).

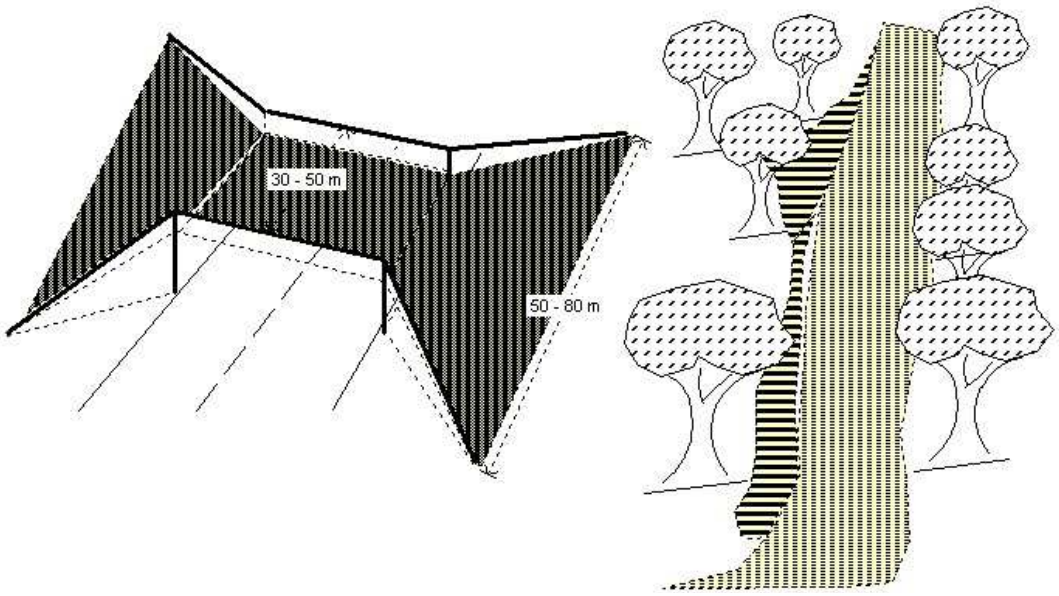
Genel olarak, amfibiler için boyutları 30-100 cm çapında olan sanat yapıları, üreme için kullanılan yolların izole ettiği sulak alanları birbirine bağlamak için kullanılmaktadır (Jackson, 1996). Orta boy memeliler (tilki, tavşan) için ise ekolojik sanat yapıları 40-120 cm çapında talus tipi yapılar olup, akıntı hızı az veya durgun sulara ulaşımı sağlamak için kullanılmaktadır (Şekil 1.11). Menfez tipi alt geçitler, büyük memeliler (ayı, kurt, geyik, yaban domuzu) için yaklaşık 3,5 m genişliğinde ve en az 2,5 m yüksekliğinde yapılmalıdır. Bu tip sanat yapılarının Amerika, Kanada ve Fransa gibi ülkelerde birçok örnekleri bulunmaktadır (Beier ve ark., 2008; Sawyer ve LeBeleau, 2011). Geyik gibi görüş mesafesinin açık olması gereken türlerin boyutlarına göre değerlendirilmesi yapılarak vücut büyüklüklerine göre karar verilir ve en az 2,5 m veya üzeri boyutlarda alt geçitler belirlenmektedir.



Şekil 1.11. Alt geçit tipi ekolojik sanat yapıları

Yaban hayvanı üst geçitleri ise genelde büyük memeliler (geyik, ceylan, yaban keçisi) için inşa edilen ve uzunlukları 200 m'ye kadar olabilen ekolojik sanat yapılarıdır. Üst geçitler için yol üstü tabla genişliği 30-50 m, tablaya giriş-çıkış rampalarının aralık mesafeleri 50-80 m uzunluğunda tavsiye edilmektedir (Clevenger ve Waltho, 2005) (Şekil 1.12).

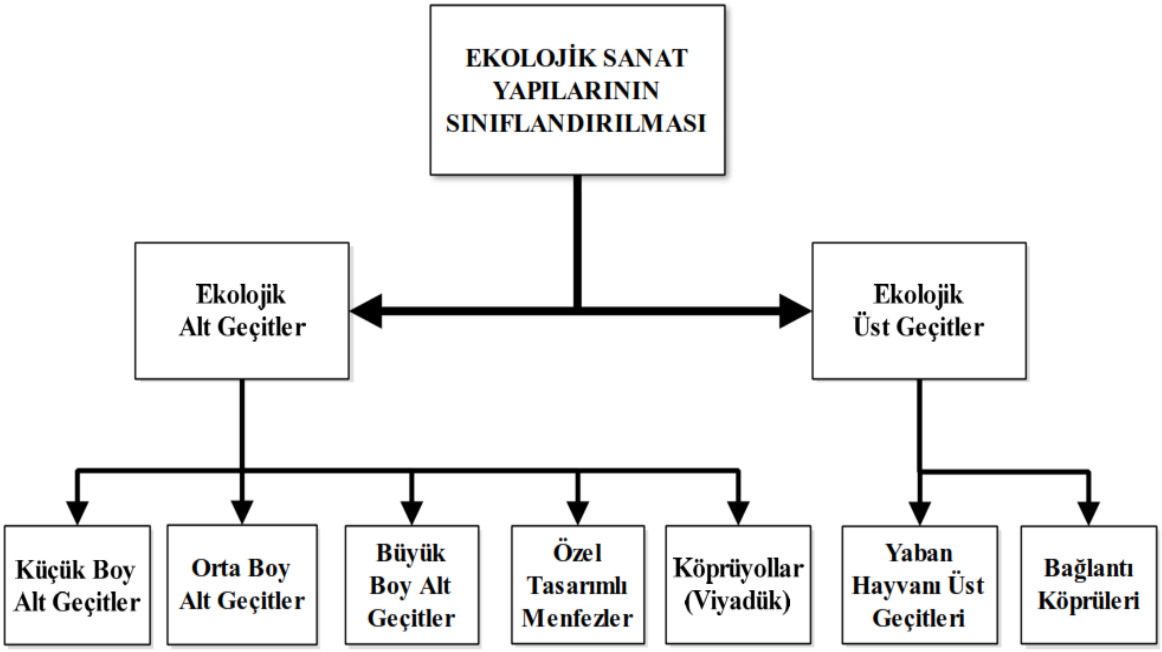
Farklı ülkelerde farklı sınıflarda değerlendirilen ekolojik sanat yapısı tipleri bulunmaktadır (Kintsch ve Cramer, 2011). Dünya genelinde yaklaşık 50 ekosistem köprüsü (yaban hayvanı geçidi) olup, bunların bir kısmı Kuzey Amerika'da, bir kısmı ise Avrupa'da bulunmaktadır (Forman ve Alexander, 1998; Clevenger ve Huijser, 2011).



Şekil 1.12. Üst geçit tipi ekolojik sanat yapıları

1.3.2. Ekolojik sanat yapılarının sınıflandırılması

Sanat yapılarının sınıflandırılması söz konusu araştırma ve uygulama alanında bulunan yaban hayvanı türlerinin boyutlarına ve özel isteklerine (görüş açısı, görüş mesafesi, vb.) bağlı olarak gerçekleştirilmektedir (Kintsch ve Cramer, 2011) (Şekil 1.13). Farklı yaban hayvanı türlerinin kullandığı farklı alt ve üst geçit tipi sanat yapıları Çizelge 1.3'de gösterilmiştir (Kintsch ve Cramer, 2011).



Şekil 1.13. Yaban hayvanları için kullanılan ekolojik geçit yapılarına ait sınıflandırma

Çizelge 1.3. Yaban hayvanları tarafından kullanılan sanat yapılarının sınıflandırılması

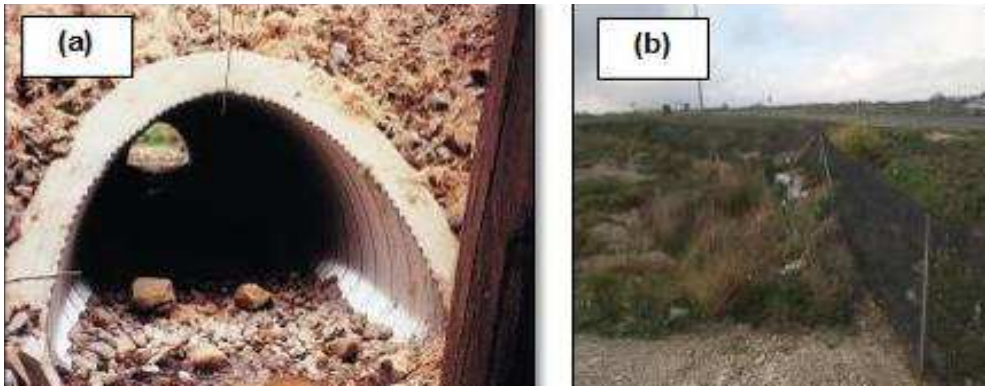
Sınıf No	Sanat Yapısı Sınıfı	Tipi	Boyut	
			Genişlik (w)	Yükseklik (h)
1	Küçük boy alt geçitler	Dairesel kesitli büz ve kutu menfez (tek veya çok kanallı)	$\leq$1,5 m	$\leq$1,5 m
2	Orta boy alt geçitler	Dairesel kesitli, dökme sepet kulplu, eliptik kesitli ve kutu menfezler (tek veya çok kanallı)	1,5 m > w $\leq$2,4 m	$\leq$2,4 m
3	Büyük boy alt geçitler	Yay kesitli	3,1 m$\geq$ w $\leq$6,1 m	2,4 m$\geq$ h $\leq$3,1 m
4	Köprü yollar (Viyadük)	Betonarme köprü	Yerden yüksekliği en az 4,6 m olan yapılar	
5	Yaban hayvanı üst geçitleri	Köprü (betonarme veya metal malzemelerden inşa edilmektedir)	Alanda bulunan tür çeşitliliği ve popülasyon durumlarına göre belirlen boyutlar (6,7-50,0 m)	
6	Özel yapım menfezler	Ahşap, plastik ve metal malzemeden üretilen her türlü tasarımda menfez	Türün ekolojik isteklerine (ısı, nemi, ışık) göre belirlenen boyutlar ($\leq$0,5 m)	
7	Bağlantı köprüleri	Metal malzemeden yapılan bağlantılar	Yolu kullanan araç türüne bağlı olarak belirlenen boyutlar	

1.3.2.1. Küçük boy alt geçitler

Küçük boy alt geçitler 1,5 m ve daha az açıklığa sahip metal, beton, PVC ve ahşap malzemelerden üretilen menfez tipi sanat yapıları olup, küçük memeliler (tilki, porsuk), amfibiler, sürüngenler ve bazı orta boy memeliler tarafından kullanılmaktadır (Şekil 1.14, Şekil 1.15).



Şekil 1.14. 60 cm çapında küçük boy alt geçit



Şekil 1.15. Küçük boy geçit (a) ve hayvanları geçide yönlendiren çitler (b) (EWT, 2013)

1.3.2.2. Orta boy alt geçitler

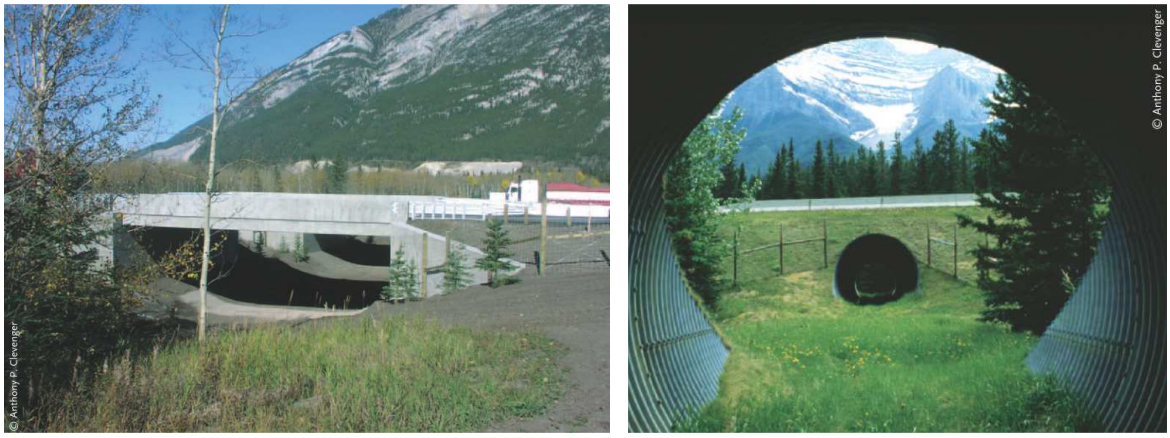
Orta boy alt geçitlerin ayırt edilmesinde kullanılan tanımlamalarda yükseklik ölçütü dikkate alınarak değerlendirme yapılmaktadır. Bu tür sanat yapılarının açıklıkları 1,5 m ile 2,4 m arasında olup, en fazla 2,4 m yüksekliğe sahiptir. Çakal ve vaşak gibi orta büyüklükteki yaban hayvanları, küçük boylu ve gezinimi az olan türler, gezinme mesafesi kısmen az olan hayvan türleri (yılan, kaplumbağa, su samuru) ve bazı yer kuşları tarafından tercih edilmektedir (Crooks ve ark., 2008) (Şekil 1.16).



Şekil 1.16. Orta boy alt geçitlere örnek gösterim (FHWA, 2014)

1.3.2.3. Büyük boy alt geçitler

Büyük boy alt geçitler genel olarak geyik türlerinin geçişi için uygun olup gezinme mesafeleri uzun veya kısa olan her tür yaban hayvanının geçiş için kullandığı etkili sanat yapılarıdır. Köprü yollara ait standartları sağlamayan büyük boy alt geçitler için en uygun ölçüt aralığı 2,4-3,1 m yüksekliğinde, 3,1-6,1 m genişliğindeki yapılardır. (Reed ve ark., 1975; Foster ve Humphrey 1995) (Şekil 1.17).



Şekil 1.17. Büyük boy alt geçit örnekleri (Clevenger, 2005)

1.3.2.4. Köprü yollar (Viyadükler)

Viyadükler (köprüyollar) yerden oldukça yüksek (yerden en az 4,6 m yükseklikte tasarlanan) inşa edilen yolları birbirine bağlayan otomobil, kamyon, tren gibi taşıtları üzerinden geçiren yapılar olup, yaban hayvanlarının ve ekosistemin bulunduğu alanların üzerinden geçerek iki ayrı noktayı birbirlerine bağlayan sanat yapılarıdır (Şekil 1.18).



Şekil 1.18. Köprü yolların yaban hayvanı altgeçitleri olarak değerlendirilmesi (RIMBA, 2014)

1.3.2.5. Yaban hayvanı üst geçitleri

Yaban hayvanı üst geçitleri, yaban hayatı köprüsü, yeşil köprü, yaban hayatı üst geçidi, ekoloji köprüsü ya da ekosistem köprüsü olarak da bilinen hemen her tipteki yaban hayvanı türü tarafından kullanılan yapılar olup, tren yolu ve kara yolu gibi yaşam alanları üzerinde bariyer etkisi yaratan doğrusal güzergahlar üzerine uygulanan, üzerleri yaban hayvanlarının ihtiyacına göre genellikle uygun doğal vejetasyon örtüsüyle kaplanmış sanat yapılarıdır. Bu yapılar aynı zamanda peyzaj çalışmalarında kullanılan, çok amaçlı inşa edilen sanat yapılarıdır (Şekil 1.19)



Şekil 1.19. Macaristan'da karacalar için inşa edilmiş bir üst geçit (Jones, 2010)

1.3.2.6. Özel yapım menfezler

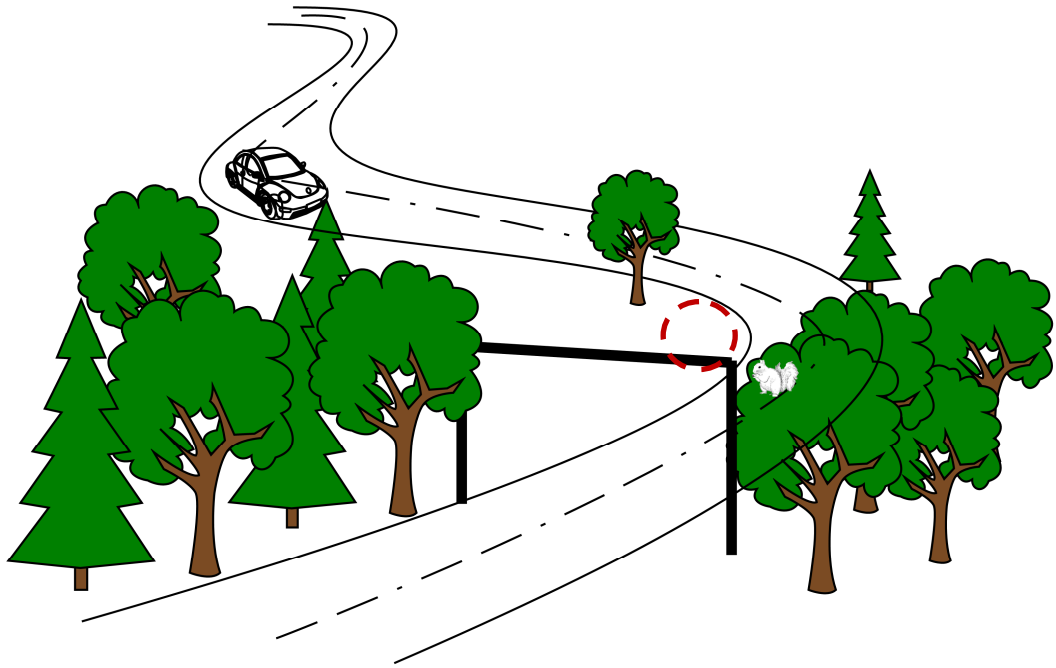
Bu sınıfta değerlendirilen menfez tipleri genel olarak küçük karasal memeli türler, sürüngenler, bazı yer kuşları için olup türlerin ihtiyaç duyduğu su, nem, sıcaklık, ışık, kuru zemin gibi faktörlerin ayarlanabileceği sanat yapılarıdır. Özellikle koruma statüsü bulunan türler için tasarlanmaktadır (Şekil 1.20).



Şekil 1.20. Nesli tehlike altında bulunan sürüngenler için kullanılan özel yapım geçit tipi (FHWA, 2014)

1.3.2.7. Bağlantı köprüleri

Asma köprüler ağaçların üzerinde gezinebilen ve mecbur kalmadıkça zeminde bulunmayan sürüngenler, memeli türler ve kuşlar için tasarlanmaktadır. Bu yapılar, küçük ölçekli asma köprüler olup, halat benzeri veya demir direk malzemelerden kolayca uygulanan köprülerdir. Yolun kenarında bulunan ağaçların tepeleri arasında bağlantı sağlayacak şekilde tasarlanırlar (Şekil 1.21).



Şekil 1.21. Demir direklerden yapılan asma köprü örneği

1.4. Yaban Hayvanları ve Ekolojik Sanat Yapıları

Yaban hayatı; doğal yetişme koşullarında serbestçe dolaşabilen, üreyen, beslenen, gelişen ve evcil olmayan tüm memeli hayvanlar, kuşlar, sürüngenler ile diğer yabani olan veya olmayan hayvanların yaşam ortamlarını toplu olarak ifade etmektedir. Yaban hayatı tanımı içerisinde geçen evcil olmayan hayvan türlerinin tamamı yaban hayvanları olarak tanımlanmaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996).

Yaban hayvanları için inşa edilen ekolojik sanat yapılarının kullanım amacının belirlenmesi ve izlenmesi bu geçitlerin etkinliğinin arttırılmasında hayati önem taşımaktadır (Lesbarréres ve Fahrig, 2012). Bu nedenle ekolojik geçitlerin uygulanması için alanda yayılış gösteren hayvanlara ait biyolojik özellikler (boyutları, beslenme tercihleri vb.) iyi bilinmelidir. Yaban hayvanı türlerine ait biyolojik özelliklerin yanı sıra gezinme, beslenme ve barınma davranışları gibi ekolojik isteklerin de göz önünde bulundurularak sanat yapıları tasarlanmaktadır (Clevenger ve Waltho, 2005).

Karasal ekosistemlerde yaşayan yaban hayvanı türleri gezinme mesafeleri büyüklüğüne göre sekiz grupta toplanmaktadır (Çizelge 1.4). Bu grupların kullandığı ekolojik sanat yapılarının sınıfları, türü ve çeşidi bazı farklılıklar göstermektedir (Kintsch ve Cramer, 2011). Bu gruplandırmada ekolojik sanat yapısını kullanacak türün vücut büyüklüğü, yırtıcısının varlığı, sanat yapısına olan çekingenliği, araç trafiğine ve sanat yapısına olan davranış biçimleri göz önüne alınarak uygulanmaktadır (Fahring ve Rytwinski, 2009; Kintsch ve Cramer, 2011) (Şekil 1.22).

Çizelge 1.4. Karasal yaban hayvanlarına ait vücut büyüklükleri, yırtıcı durumu, araç trafiği ve ekolojik sanat yapılarına gösterdikleri davranışlarına göre ekolojik sanat yapısı tercihleri

Türlerin Gezinme Mesafesine Göre Grupları	Örnek Tür İsimleri	Türün Niteliği	Geçit türü tercihi	Sanat yapısı tercihi
Gezinme Mesafesi Dar Küçük Hayvan Türleri	Omurgasızlar; Kurbağa, Semender, toprak üzerinde yaşayan böcekler	Hayatta kalabilmek için gereksinim duydukları özel koşulları (nem, ışık) isteyen küçük ve yavaş hareket eden türlerdir. Tamamen kapalı yapılar atmosferik olayları takip edebilen türleri için uygun olmamakla birlikte geçitleri kullanmaları bir kaç nesil sonra gözlenmektedir.	Geçitler, türün yaşam biçimine özgü doğal zeminli, ışık, sıcaklık ve nem dahil olmak üzere yapının tamamının dış çevre koşullarıyla uyumlu olması gerekir. Bu kategorideki türler sucul ortamları tercih ettiklerinden menfez içinde akarsu olan veya nemli geçitleri tercih ederler.	Viyadükler, yaban hayvanı üst geçitleri ve ızgaralı su kanalları
Gezinme Mesafesi Orta Seviye Hareket Kabiliyeti Gösteren Küçük Hayvan Türleri	Yer Sincapları, Fareler, Tavşan, Çizgili Sincap, Tarla Faresi, Fare, Kokarca, Rakun, Semender, Kertenkele, Kaplumbağa, Yılan, Porsuk, Dağ Sıçanı, Gelincik, Pika, Tilki, Sansar, Balıkçı, Su Samuru, Kunduz, Vizon, Misk Faresi, Bazı yer kuşları	Değişik tip ve boyutlardaki yapılara oldukça çabuk uyabilen küçük hayvanlardır. Bu türlerin bazıları daha büyük türler için avdır ve avcısından korunması için gizlemesi gerekir. Hayatta kalmaları için doğal bir zemine veya neme gereksinim duyarlar.	Fonksiyonel olarak kullanabilecekleri geçit türleri ve çeşitli boyutları kullanmaktadırlar. Üzeri kapalı geçitleri genellikle tercih eden türlerdir. Geçitlere uygulanan yapay zemin veya rampaları kullanabilirler. Büyük ve küçük boru tipi geçitlerde kayalar, bitki örtüsüyle doğallaştırılan yapılar kullanılır.	Küçük, orta veya büyük ebatta alt geçitler (menfez ve köprü), Viyadükler, yaban hayvanı üst geçitleri
Gezinme Mesafesi Fazla Yaban Hayvanı Türleri	Siyah Ayı, Çakal, Vaşak	Orta büyüklükte memeliler olup yaşam ortamları doğal kapalı mekanlardır ve kısmen kapalı alt geçitlerin içinde kapalı kalabilirler. Türlerin vücut büyüklüğüyle orantılı minimum sanat yapılarını kullanırlar.	Görüş açısı iyi kısa mesafeli sanat yapıları ve üzeri açık sanat yapıları kullanılabilir. Bu grupta bulunan hayvanlar doğal yaşam ortamları itibariyle açıklıkları geçiş için tercih ederler ancak kısmi kapalı sanat yapılarını da kullanırlar.	Viyadükler, altgeçitler, yaban hayvanı üst geçitleri

Çizelge 1.4'ün devamı

Geniş Açık Alanlarda Gezinme Mesafesi Fazla Olan Etobur Türleri	Bozayı, Kurt, Dağ aslanı	Yüksek hareket kabiliyetli geniş görüş mesafesi isteyen türlerdir. Gezinme mesafesi oldukça geniş bu türler otobanlardan geçebilirler.	Türlerin görüş açılarını kısıtlamayan 30,48 m'den az uzunluğa sahip yapılar uygundur. Bu grubun içinde bulunan bazı türler kapalı sanat yapılarını da tercih etmektedir.	Viyadükler, altgeçitler, yaban hayvanı geçitleri
Uyumlu Toynaklı Türler	Katır geyiği, Beyaz kuyruklu geyik, Geyik, Dağ keçisi	Büyük ve orta boy toynaklı yaban hayvanları yatay düzlemde iyi bir görüş açısı için uygun kapalılık ister. Bu hayvanlar doğal bir alt tabaka ve aşırı kapalılığı tercih etmemektedir. Suni yapı malzemelerinden üretilen türün vücut ölçülerine orantılı menfez türleri kullanılabilir.	Tercih edilen geçitlerin yapısı bir ucundan bakıldığında diğer ucundan rahatça görünmeli ve çevresinde de iyi bir görüş açısı sağlaması gereklidir. Sanat yapısı uzunluğu 30,48 m'den uzundur. Katır geyikleri, Beyaz kuyruklu geyiklere göre daha açık bir sanat yapısı tercih eder.	Orta ve Büyük alt geçitler (menfez ve köprüler), Viyadükler, yaban hayvanı üst geçitleri
Çok geniş Açıklıklarda Yaşayan Yaban Hayvanı Türleri	Antilop ve Koyunlar	Bu gruptaki toynaklıların çok sayıda yırtıcısı bulunduğundan görüş hatlarının açık olması ve saklanacakları kadar uygun kapalılığa ihtiyaç duyarlar. Yapı boyutu yırtıcıdan kaçarlarken uygun manevra ve kaçış güzergahı sağlamalıdır.	Giriş ve çıkışı net bir şekilde görünen, çevresini iyi görebilecek geniş görüş açıklıkları 30,48 m'den kısa uzunlukta, en az 4,6 m genişliğinde aralıklar bulunan sanat yapısı uygundur. Köprü türü altgeçit yapılar beton veya metal malzemeden olup alt tarafı ve yamaçları toprak zeminli olanları tercih ederler. Türlerin geçişini doğal bir alt tabaka (gürültü ve ışığı azaltacağından) türleri bu tür sanat yapılarından geçmeye teşvik edebilir.	Geniş menfezler veya köprü altgeçitleri, Viyadükler, yaban hayvanı üst geçitleri
Ağaçlarda Tüneyen, GezinenTırmanma yeteneği bulunan Yaban Hayvanı Türleri	Uçan sincap, Bazı yarasalar, Ağaç faresi	Yer yüzeyinden çok ağaçtan ağaca geçmeyi tercih ederler.	Yol üzerindeki ağaçları bir birine bağlayan yapılar uygundur.	Ağaçların tepelerini bağlayan halat, köprü, kule, dokuma tel veya metal yapılar
Uçarak Hareket Edebilen Böcek ve Yaban Hayvanı Türleri	Ötücü kuşlar, Yırtıcı kuşlar, Yarasalar, Uçan böcek türleri	Öncelikli hareketleri uçarak gerçekleşir.	Uçabilen türlerin araç trafiğinden geçebilmelerini sağlayan yapılardır.	Yönlendirme direkleri, yaban hayvanı üst geçitleri



Şekil 1.22. Yaban hayvanları için inşa edilmiş bazı ekolojik geçitler (ICOET, 2014; PC, 2014)

1.4.1. Karasal memeli yaban hayvanı türleri ve ekolojik sanat yapıları

Türkiye doğal yaşam alanlarında barındırdığı yaban hayvanları çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Ülkemizde alt türleri de dahil olmak üzere karada 150, havada 26 ve suda yaşayan 21 tür olmak üzere yaklaşık 171 memeli türü barınmakta ve gelişen araştırma faaliyetleri kapsamında her geçen gün yeni türler kayıt altına alınmaktadır (Eken ve ark., 2006).

Yolların meydana getirdiği yaşam alanı parçalanmaları çoğunlukla büyük ve orta boy memeli yaban hayvanlarını etkileyen, yaşam alanlarını daraltan ve aynı zamanda yol güzergahlarında kazalara sebep olan ana unsurdur. Küçük boy yaban hayvanları ise yolları geçebilecek mevcut hidrolojik fonksiyonlu sanat yapılarını kullanabildiklerinden oldukça düşük miktarda etkilenmektedir (Hlaváč ve Anděl, 2002). Memeli yaban hayvanları için tercih edilen sanat yapılarına ait standartlar karada yaşayan büyük, orta ve küçük boy memeli hayvan türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu standartlar yaban hayvanı vücut büyüklükleri, hidrolojik ve topoğrafik faktörler dikkate alınarak belirlenmektedir (Clevenger ve Waltho, 2005) (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.5. Karasal memeli türler için tavsiye edilen en ideal alt geçit boyutları ve açıklık indeksi değerleri

Tür Boyutları	En Uygun Açıklık (m)	En Uygun Açıklık İndeksi	Sanat Yapıları Arası En Uygun Uzaklık (m)	Not
Büyük Boy Karasal Memeli	2,4 x 6 veya 3,1 x 3,1	1,5	Türün davranışı ve ihtiyaca göre belirlenmelidir	2 ile 4 m yüksekliğinde yönlendirici tel çit kullanılabilir
Orta Boy Karasal Memeli	1,5 x 1,5	0,4	150-300	1-1,8 m yüksekliğinde yönlendirici tel çit kullanılabilir
Küçük Boy Karasal Memeli	0,3 x 0,3	≤0,4	50-100	
Amfibi Türleri	0,2 x 0,6 çaplı üstü ızgaralı, 1,2 x 2,0 çaplı 0,3-0,9 üstü ızgarasız	0,16	50	Sanat yapısı içi nemli olmalıdır. Yönlendirici engel beton yapıda 0,3-0,9 m yüksekliğinde olabilir

Büyük boy karasal memelilerden olan karaca türü için yaşam alanı önem düzeyi dört farklı kategoride değerlendirilmekte ve sanat yapıları arası mesafeler buna göre tavsiye edilmektedir. Düşük öneme sahip alanlar için tavsiye edilen aralıklar 5 km, orta öneme sahip alanlarda 3 ile 5 km arası, artan öneme sahip alanlarda 2 ile 4 km arası ve yüksek öneme sahip alanlarda ise 1,5 ile 2,5 km arası aralıklar tavsiye edilmektedir (Hlaváč ve Anděl, 2002).

1.4.2. Yol güvenliğini tehdit eden memeli yaban hayvanları

Avrupa ve Kuzey Amerika'da yol güvenliğini en fazla tehdit eden türlerin başında büyük memeli yaban hayvanlarından olan geyik türleri, özellikle kızıl geyik (*Cervus elaphus*) ve karaca (*Capreolus capreolus*) ile yaban domuzu (*Sus scrofa*) ve tilki (*Vulpes vulpes*) gelmektedir. Avrupa'da yaban domuzu başta olmak üzere kızıl geyik, karaca ve tilki türleri yollarda sosyal, ekonomik ve ekolojik kayıplara neden olmaktadır. Bu türlerin kaza istatistikleri, türün ava konu olmasına ve popülasyon yoğunluklarına paralel olarak değişkenlik göstermektedir (Morelle ve ark., 2013). Yollardaki sürüş güvenliğini tehdit eden yaban hayvanları üzerine araştırmalar son yıllarda artış göstermekte ve ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesiyle bu soruna çözüm yolları aranmaktadır (Iuell, 2003; Ford ve Fahrig, 2011).

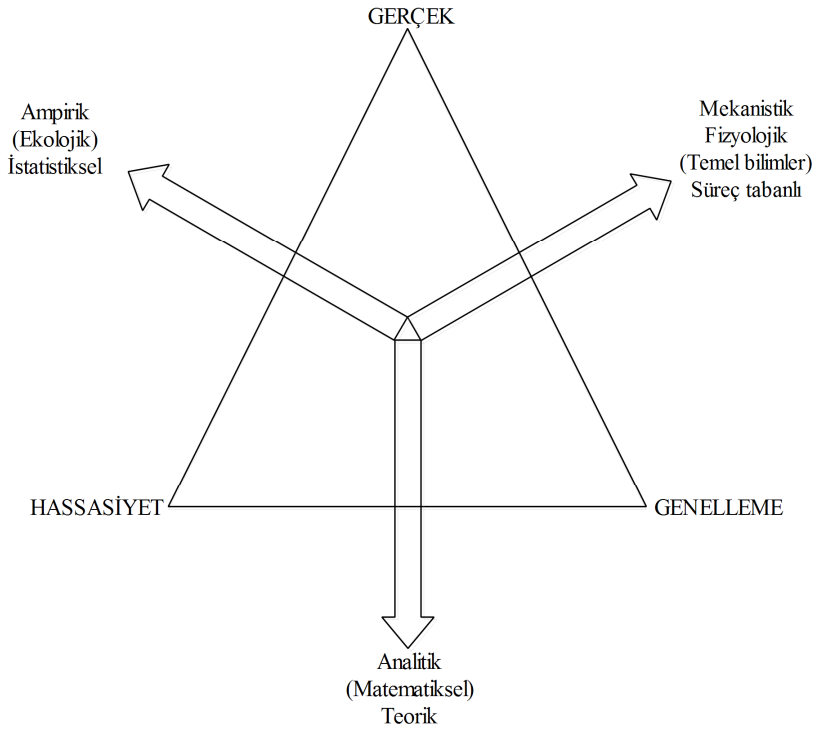
1.5. Ekolojide Modelleme Kavramı

Bilimsel araştırma çalışmalarının hemen hemen her alanında ihtiyaç duyulan modeller, çözülmesi amaçlanan problemlere yönelik açıklayıcı ve tahmin edici sonuçları ortaya koymaktadırlar. Açıklayıcı sonuçlara ulaşmak için modeli oluşturan bağımlı etken üzerinde doğrudan etkili olan değişken veya değişkenlerin örnekler üzerinde ölçülmesi, tahmin edici sonuçların elde edilmesi için ise birçok karar değişkenin bir araya getirilmesiyle ortaya koyulan modellerin değerlendirilmesi gerekmektedir (Guisan ve ark., 2002).

Doğa bilimleri ile ilgili yapılan modelleme çalışmaları üç temel unsur (gerçeklik, hassasiyet ve genellemeler) üzerinden gerçekleştirilmektedir (Guisan ve Zimmermann, 2000). Modelleri oluşturmada dikkat edilmesi gereken temel nokta ise karar değişkenlerinin ilişkilerinin doğrudan veya dolaylı olarak etkilerine göre değerlendirilmesidir (Levins, 1966). Gerçekliği ortaya çıkarmak için birebir yüksek hassasiyette ölçümler yaparak, araştırma konusu kapsamında belirlenen amaç veya amaçlar doğrultusunda tüm değişkenlerin ölçülmesi gerekmektedir. Bu yöntem oldukça karmaşık, zahmetli ve zaman alıcı olduğu kadar oldukça da zordur (Guisan ve Zimmermann, 2000).

Günümüzde çoğunlukla tercih edilen hassasiyet ve genelleme kavramları ile oluşturulan modeller daha basit ve anlaşılır şekilde etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar ile karar değişkenleri (görsel, işitsel vb. konulardaki sözel ifadeler) matematiksel değerlere dönüştürülüp basite indirgenerek anlaşılır bir duruma getirilmektedir (Zimmermann, 2004). Mantıksal büyüme eşitliği bu kavrama bir örnek olarak gösterilebilir. Bunun yanında genelleme ve gerçeklik kavramlarıyla modeller oluşturulur ki bunlar; mekanistik, fizyolojik veya süreç modelleridir. Bu tür tahmin modellerinin açıklayıcı nitelikte gerçek etki veya sonuç ilişkilerini tam olarak ortaya koyması beklenmez (Guisan ve Zimmermann, 2000) (Şekil 1.23).

Ekolojik modellerin oluşturulmasında topoğrafik ve biyoklimatik faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkenler olup olmadığı tartışılan bir konudur. Yaşam alanı dağılımı oluşturulacak türe ait modellerde fizyolojik etkenler (su, güneş ışığı, mineraller, besin) belirlenmelidir. Modelleme çalışmalarında bitkiler ve hayvanlar açısından madde ve enerji tüketimi konularının detaylı olarak araştırılarak ortaya konulması gerekmektedir (Guisan ve Zimmermann, 2000).



Şekil 1.23. Modellerin sınıflandırılmasında yol gösterici unsurlar (Levis, 1966; Guisan ve Zimmerman, 2000)

Dolaylı olarak topoğrafik etkenlerin (eğim, bakı, yükselti, yaşam alanı türü, topoğrafik durum, yola uzaklık, yol yoğunluğu, jeoloji gibi ekocoğrafik veriler) türün yaşam alanlarında doğrudan bir etkisinin olmadığı, ancak kolay ölçülmeleri ve yüksek korelasyon göstermeleri nedeniyle günümüz yaşam alanı modellemelerinde doğrudan bir etken faktör olarak kullanılmaktadır (Guisan ve Zimmermann, 2000; Doswald ve ark., 2007). Yaşam alanı tahmin modellerinin dolaylı ilişkilerinin bulunduğu değişkenler sayesinde oluşturulması genel olarak ampirik ve mekanistik (çeşitli araç ve gereçlerle takip ve ölçüm) yaklaşımlar içerisinde değerlendirilmektedir (Store ve Jokimäki, 2003).

Yaşam alanı belirlenecek türün araştırma yapılacak alan içerisinde bulunup bulunmadığı kesinlikle bilinmelidir. Bilinen türün popülasyon büyüklüğü gözlenmiş veya gözlenmemiş olabilir. Bu durumda modelin algoritmasının oluşturulmasında uygulanacak olan metotlar doğru tercih edilmelidir. Günümüzde açıklayıcı ve tahmin edici birçok algoritma modeli kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları paket programlar üzerinden veya ticari olan yazılımlara uyarlanarak çalışmaktadır. Örneğin, BIOMAPPER, Ekolojik Niş Faktörü Analiz Yöntemi (Hirzel ve ark., 2002), MAXENT, Maksimum Entropi Yöntemi (Philips ve ark., 2006), SPECIES, Yapay Sinir Ağı Yöntemi (Pearson ve ark., 2002) kullanırken, birçok istatistik programı ve CBS tabanlı programlara uyarlanabilir çeşitli regresyon yöntemleri de tercih edilebilmektedir (Pearson, 2007).

Ekolojinin birçok alanında kullanılan regresyon modeli modernize edilerek türlerin konumsal dağılımlarını ortaya koymada kullanılmaktadır. Örneğin derecelendirmeye dayalı ağırlık değerleri belirlenen bindirme çalışmaları tahmin modellemelerinde çokça tercih edilmektedir (Johnson ve Omland, 2004). Son yıllarda özellikle bitki ve hayvan topluluklarına ait konumsal dağılımların tahmin edilmesinde esneklik ve kolaylık sağlayan Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GDM) ve Genelleştirilmiş Toplamsal Model (GTM) kullanılmaktadır (Guisan ve ark., 2002). Son yıllarda yine sıkça kullanılan ve uzman görüşlerine dayalı çalışmaların birleştirilerek değerlendirildiği ÇKD yöntemleri kullanılmaktadır. (Malczewski, 2000; Store ve Jokimäki, 2003). Modellemede tercihler arasında bulunan uzman görüşüne dayalı modeller, amprik ve mekanistik yöntemler kadar gerçekçi olmadığı tartışılsa dahi uygulanmada ekonomik, hızlı ve sonuç odaklı olması bakımından önemlidirler (Doswald ve ark., 2007).

1.5.1. Yaşam alanı modelleme

Yaşam alanı modelleri günümüzde doğa koruma içerikli planlamaların yapıldığı birçok çalışmada kullanılan önemli yöntemlerdendir. Tür-yaşam alanı ilişkilerinin elimizdeki bilgilerle modellenmesi sayesinde aktüel durumu ortaya koyacak sonuçlara ulaşabildiğimiz gibi geçmişteki ve gelecekteki durumları tahmin etmemizde mümkün olmaktadır (Wintle ve ark., 2005; Lütof ve ark., 2006; Pearson, 2007). Yaşam alanı modelleri, türün varlığının tespiti için gerekli tahminleri ve yaşam alanı tercihlerinin ortaya konulması olarak tanımlanabilir.

Yaşam alanı modelleri; türlerin varlığının, popülasyonların yoğunluğunun, alanın taşıma kapasitesinin ve istilacı türlerin dağılımının belirlenmesi gibi araştırmalarda kullanılan bir yaklaşımdır. Günümüzde bitkiler ve yaban hayvanlarına ait uygun veya uygun olmayan konumsal dağılımların çevresel değişkenleri temel alarak belirlenmesinde yaşam alanı modellerinden yararlanılmaktadır (Wintle ve ark., 2005). Ülkemizde son yıllarda giderek daha fazla ilgi gören yaşam alanı modelleme çalışmaları, hızla artarak farklı araştırmalarda etkili bir şekilde kullanılmaktadır (Şentürk, 2012; Özkan ve Şentürk, 2012; Mert ve ark., 2013; Özkan, 2013).

Modelleme aşamasında değerlendirilmesi gereken ilk unsur yaşam alanı modeline ait tür veya türler için kullanılacak ekolojik verilerin durumlarıdır. Modeli oluşturulacak tür veya türlere ait veriler;

- Çok az verinin bulunduğu veya hiç bulunmadığı,

- Alanda varlığı tespit edilmiş ve inceleme yapılmadan elde edilen,
- Varlığı bilinen ve tekrarlı gözlemler yapılmadan elde edilen,
- Tekrarlı sayımları yapılarak elde edilen,
- Aktüel sayımları yapılmış ve yaşam alanları sistemli olarak araştırılmış veriler olarak değerlendirilir.

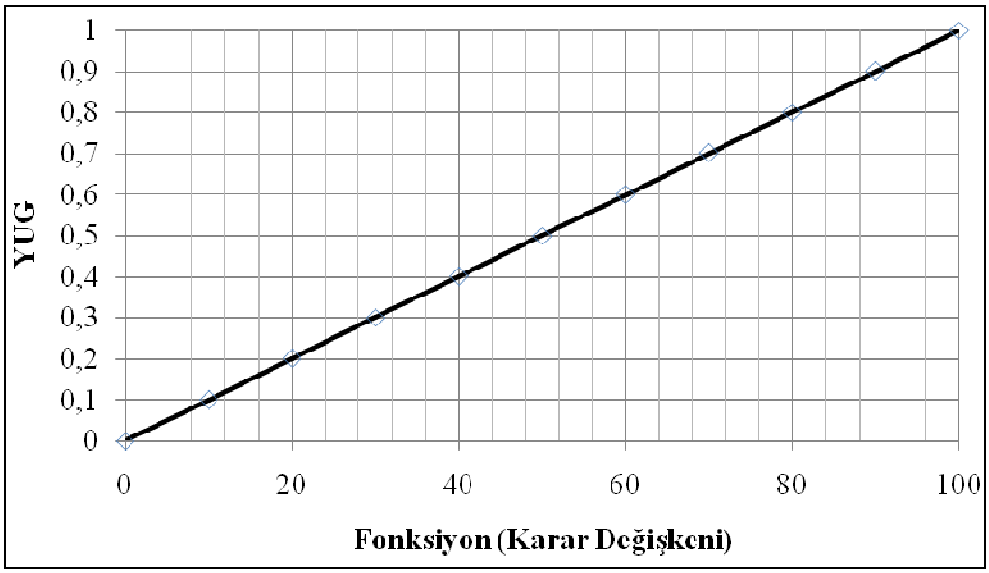
Modelin karar değişkenlerine ait yukarıda bahsedilen 5 farklı ölçütteki veri durumları tek tek modellemede kullanılacağı gibi farklı kombinasyonlar oluşturularak da kullanılmaktadır (Garcia-Marmolejo ve ark., 2013). Diğer taraftan her hangi bir verinin elde edilmemesi yaşam alanı uygunluk modelleri çalışmalarında önemli bir engel değildir. Zira, literatür ve uzman görüşlerine dayalı yapılan çalışmalar ile bu olumsuz durum kolaylıkla ortadan kaldırılmaktadır (Clevenger ve ark., 2002; Store ve Jokimäki, 2003).

Yukarıda verilen beş durumdan son ikisi nadir olarak yaşam alanı modellerinde kullanılmaktadır. Bunun nedeni, genel olarak çalışma konusu türlere ait detaylı tüm bilgilerin araştırılmasının oldukça zahmetli olması, zaman ve maliyet açısından ise ekonomik bulunmamasıdır (Levins, 1966, Wintle ve ark., 2005). Bu nedenle bu bölümde sadece ilk üç durum hakkında bilgiler sunulacaktır.

1.5.1.1. Çok az verinin bulunduğu veya hiç bulunmadığı durumlar

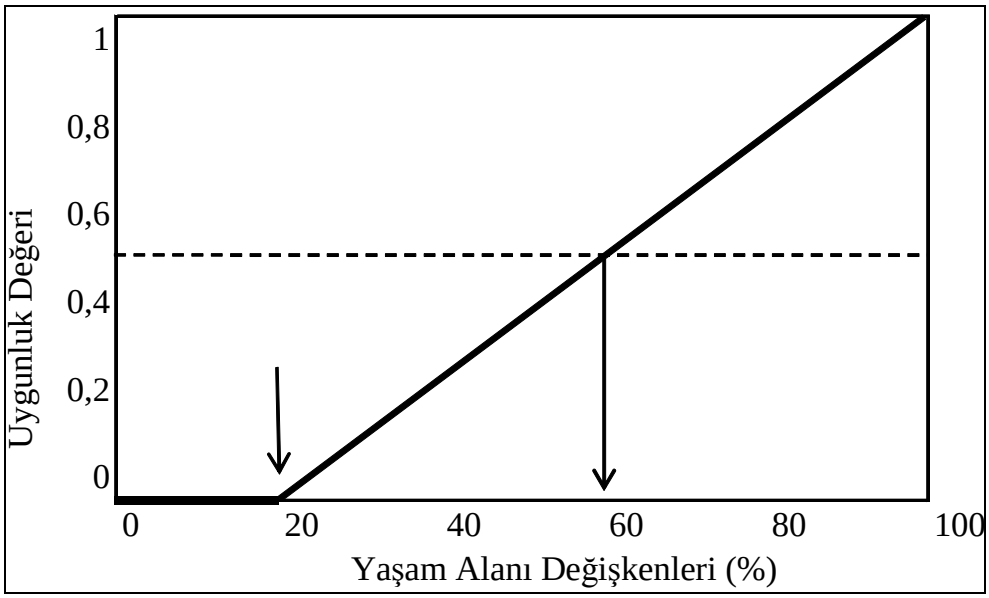
Çok az yada hiçbir verinin bulunmadığı durumlarla karşılaşılacağı gibi farklı ölçü birimleriyle elde edilmiş değerler yaşam alanı modellerinin geliştirilmesine engel değildir. Böyle durumlarda, Yaşam Alanı Uygunluk Göstergesi (YUG) veya Yaşam Alanı Uygunluk Derecesi (YUD) kullanılarak, korumaya veya stratejik planlamalara yönelik değerlendirmeler CBS tabanlı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (ESM103, 1981). YUG veya YUD değeri alandaki mevcut yaşam alanı durumunun optimum yaşam alanı durumuna oranı ile belirlenmektedir.

YUG (YUD)'nin kullanım amacı araştırmaya konu olan karasal veya sucul canlılara model oluşturmak, var olan modellere de uyarlanarak güvenilirliği arttırmak üzere geliştirilmesini sağlamaktır. Araştırmaya konu olan türün yaşam alanı ile ilişkilendirilecek bilgilerin sayısal hale dönüştürülerek değerlendirilmesi 0 ile 1 veya farklı değerler arasında verilecek puanlandırma yöntemiyle gerçekleştirilir. 0 değeri tamamen uygun olmayan yaşam alanını ifade ederken 1 en uygun alanları ifade etmektedir (ESM102, 1980; ESM103, 1981; Wakely, 1988) (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Yaşam Alanı Uygunluk Göstergesinin karar değişkeni ile doğrusal ilişkisini gösteren grafik

Birçok yaşam alanı uygunluk modeli ölçümleri yüzde olarak elde edildiğinden karar değişkenlerini tek bir formatta değerlendirmek hatalı sonuçları ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle uygunluk dereceleri veya değeri (UD) kullanılarak karmaşık halde farklı birimlerde ölçü değerlerine sahip karar değişkenleri tek tip yapıyla ifade edilir ki bu her bir karar değişkenine 0 (uygun olmayan) ile 1 (en uygun) arasında değişen değerler verilerek sayısal biçimde ifade edilir. Genelleştirilen değerler üç ana kategoride (UD = 0, 0 < UD <0,5 ve UD >= 0,5) sınıflandırılarak ifade edilmektedir (Wakely, 1988; Larson ve ark., 2003) (Şekil 1.25).



Şekil 1.25. UD =0, 0 < UD <0,5 ve UD >= 0,5 UD eğrisi

Doğrudan veya dolaylı ilişkilerin olduğu karar değişkenleri var olan bir modele uyarlanmak isteniyorsa ve bu modellerin ifadesi literatürde belirtilmiş ise 0 ile 1 arasında değerlendirme yapılabilmektedir. Model içerisinde açıkça çok iyi, iyi, uygun, uygun olmayan, vasat gibi kelimelerle ifade edilmiş kavramlar ise Çizelge 1.6'da belirtildiği şekilde değerlendirilmekte yada uzman görüşlerinden elde edilen bilgilerden yararlanılarak ortaya konulmaktadır (ESM103, 1981; Wakely, 1988; Clevenger ve ark., 2002; Doswald ve ark., 2007).

Çizelge 1.6. Sözel modellerin sayısal olarak ifadesi (ESM103, 1981)

Çıktı	Sayısal Değer	YUG*
Çok uygun	4	1
Uygun	3	0,75
Orta	2	0,50
Vasat	1	0,25

*YUG = İlgili karar değişkenine verilen puan / 4

1.5.1.2. Alanda varlığı tespit edilmiş araştırma ve inceleme yapılmadan elde edilen veriler

Literatüre ve gözleme dayalı olarak araştırmaya konu olan türün yayılış gösterdiği coğrafyalar genellenerek belirlenmektedir (IUCN, 2012). Güvenilirliği tam olmayan bu bilgiler plansız gözlemlerle belirlenen, yanlı bir yaklaşım eğilimi göstermeye açık, konumsal olarak doğruluğu farklı coğrafyalarda araştırılmadan modellenerek kullanılan verilerdir. Günümüzde çok sık kullanılan bu yaşam alanı modelleri zaman ve ekonomi bakımından oldukça caziptir.

MAXENT, GARP ve BIOCLIM, DOMAIN gibi modelleme sistemleri bu tür verilerin işlenmesi sonucunda araştırma ve uygulamalarda kullanılmaktadır (Singh ve Kushwaha, 2011). Bu tür verilerin güvenilirliği önceki yıllarda kullanılan ölçüm ve araştırmaların çokluğu sayesinde arttırılmakta ve regresyon modellerinin yardımıyla yaşam alanı uygunluk modeli tahminlerinde kullanılır hale gelmektedir (Guisanan ve Zimmermann, 2000).

Bu yöntemde üç ana kategori bulunmaktadır: a) yalnızca referans gösterilen türlerin bilgileri b) türlerin alandaki varlığını, tür ve çevre ilişkilerini referans gösteren bilgileri c)

türlerin alandaki varlığını, tür ve çevre ilişkileriyle araştırma alanına göre zemin hazırlayarak türlerin varlığının bu zemine göre modellenmesiyle gerçekleştirilir. Bu verilerle hazırlanmış modellerin güvenilirliği, Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GDM) ve Genelleştirilmiş Toplamsal Model (GTM) kullanımıyla arttırılarak ekolojik gerçekçiliği daha çok yansıtan yaşam alanı modelleri ortaya çıkmaktadır (Guisan ve ark., 2002; Zimmermann, 2004; Wintle ve ark., 2005; Hirzel, 2008).

1.5.1.3. Varlığı bilinen ve tekrarlı gözlemler yapılmadan elde edilen veriler

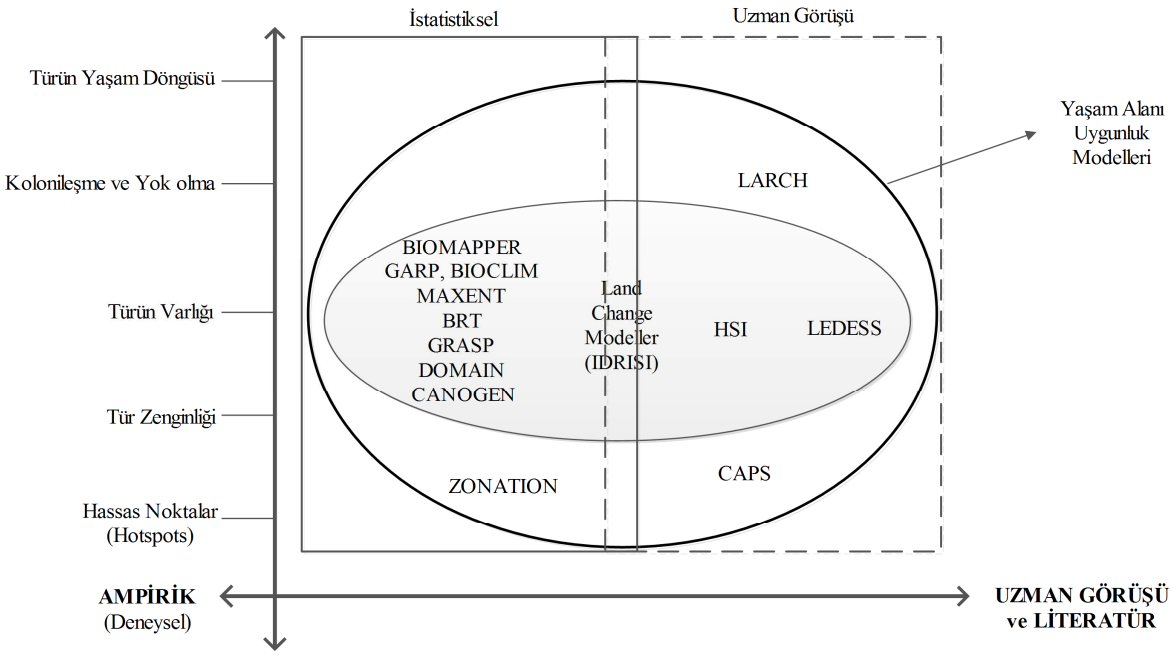
Bu tür verilerin modellerdeki kullanımı önceki başlıkta belirtilen ilk iki verinin kullanımına göre daha güvenilir ve kabul edilebilirliği daha yüksektir. Sistematik tekrarlı gözlemlerin olması çevresel farklılıkların takip edilmesi gibi ayrıntıları içermektedir.

Birçok modelleme metodu bu verilerden yararlanarak tahminsel analizlerde kullanmaktadır. Yapay sinir ağları, genetik algoritma, sınıflandırmaya dayalı çalışmalar, regresyon ve bulanık mantık uygulamaları ile oldukça başarılı sonuçlar ortaya koyan çalışmalar yapılabilmektedir (McNoleg 1995; Robinson, 2007).

1.5.2. CBS tabanlı yaşam alanı modelleri

Birçok farklı bilim dalına ait çalışmalarda etkin olarak kullanılan CBS teknikleri yardımıyla yaşam alanı tahmini ve dağılımı için simülasyon modelleri geliştirilebilmektedir. Biyoloji, peyzaj, ormancılık, ziraat, yaban hayatı gibi farklı uygulama ve araştırma alanlarında CBS ile yaşam alanı modelleme çalışmaları bulunması bazı terminolojik problemleri ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, farklı araştırma alanlarının hedefleri doğrultusunda geliştirilen modeller için standart bir terim kullanılmayıp farklı terimler kullanılabilmektedir (Storch, 2002; Gontier, 2008). Literatürde sıklıkla kullanılan bazı modellerin kavramsal farklılıklarının sınıflandırılarak değerlendirilmesi CBS ile kullanılacak modelin yöntemine ait seçiminde ve değerlendirilmesinde anlaşılır bir yol olarak araştırmacıyı yönlendirmektedir (Guisan ve Zimmermann, 2000; Gontier ve ark., 2010) (Şekil 1.26).

Günümüzde korumaya yönelik çalışmaların artması ve artan yapılaşmalar nedeniyle biyoçeşitliliğin azalması doğada yapılacak her türlü faaliyette canlıların (hayvan ve bitki toplulukları) varlığını göz önünde bulundurma mecburiyeti getirmiştir. Bir bütün olarak değerlendirilen karmaşık faktörlerin basitleştirilerek algılanabilir bir yapıya kavuşturulmasına yani modellenmesine bu nedenle ihtiyaç duyulmaktadır (Chang, 2004).



Şekil 1.26. Stratejik ve çevresel etki değerlendirmelerinde kullanılan tahmin yöntemlerinin sınıflandırılması (Gontier, 2008)

Uluslararası çalışmalarda kayda değer şekilde yaşam alanı dağılımı veya yaşam alanı uygunluk tahmin modellerinin kullanımı, ekonomik olması ve yetişmiş eleman ihtiyacına olan gereksinimin az olması nedeniyle tercih edilmektedir (Store ve Kangas, 2001; Storch, 2002; Singh ve Kushwaha, 2011). Canlıların yayılışları gözlemlendiğinde elde edilen bulgular genellikle nokta olarak belirtilmekte ve tam olarak türün veya türlerin yayılış alanlarını ifade edememektedir. Ayrıca, kapsam olarak oldukça fazla bilginin değerlendirilerek büyük alanlarda uygulandığı güç ve zaman alıcı Yaşam Alanı Uygunluk Modelleri (YUM), başarılı bir araçtır (Donovan, 1987). YUM, ortamda varlığı bilinen tür veya türlerin bulunduğu noktayı veya civarını literatüre, uzman görüşlerine bağlı ve arazi çalışmalarından elde edilen bilgi ve sonuçları kullanarak uygun yaşam alanlarının tespitinde kullanılan bir çeşit tahmin yöntemidir (Store ve Kangas, 2001; Guisan ve Zimmermann, 2002; Austin, 2007; Doswald, 2007).

YUM'lar araştırma alanına ait tür bazında dağılım ve varlığı konusundaki analizlerde yayılış alanlarının tahminlerinde kullanıldığı gibi alanın taşıma kapasitesini de ortaya koymada yardımcı olmaktadır (ESM103, 1981; Guisan ve ark., 2002; Guisan ve Thuiller, 2005; Hirzel, 2008). Bu modellerin oluşturulmasında esnek ve uyarlanabilir yapısı sayesinde Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GDM) ve Genelleştirilmiş Toplamsal Model (GTM) yöntemleri tercih edilmektedir (Guisan ve ark., 2002; Wintle ve ark., 2005; Hirzel, 2008).

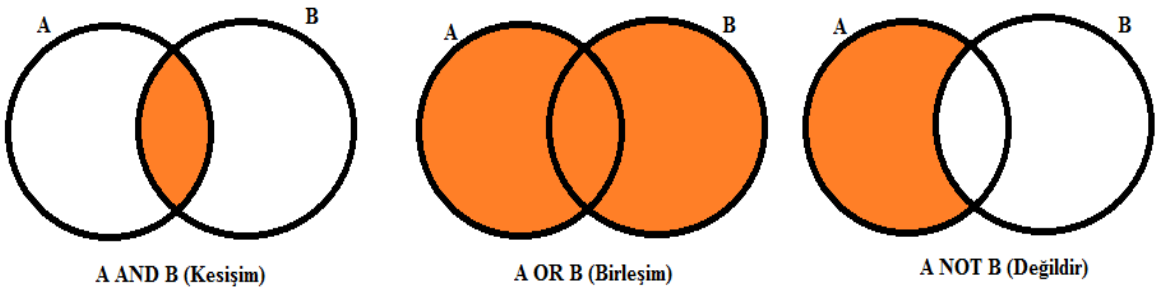
Birçok karar değişkenin bir arada değerlendirilmesi ve hasas konumsal verilerin analizleri paket yazılımlar sayesinde rahatça gerçekleştirilmektedir. Bunlar, CBS tabanlı çalışan araştırmacılara yönelik tasarlanan MapCalc, IDRISI, ERDAS, ENVI, ArcGIS gibi bütünleşik paket programlardır (Pearson ve ark., 2002). Konumsal analizlerin yapılmasında IDRISI (Land Change Modeller) gibi kimi programlarda eklentiler standart olarak bulunmaktadır (Eastman ve ark., 1995). Aynı zamanda birçok CBS yazılımı araştırmacının özel olarak geliştirebileceği modellerin tasarlanmasına imkan sağlamaktadır. Temelde aynı mantıksal düzen içerisinde çalışan bu paket programlar vektör yada raster tabanlı olarak uygunluk modellerinin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

Genelde aynı mantık üzerinden gerçekleştirilen konumsal analizlerin yapılmasında kestirme (intersection), komşuluk ilişkileri (neighborhood) gibi yöntemler sayesinde basit analizler yapılarak maliyet ve zaman bakımından ekonomik modellemeler ortaya konulmaktadır (Kainz ve ark., 1993). Konumsal olarak elde edilen verilerin kullanılması için farklı ölçüt ve değerlere sahip karar değişkenleri veya fonksiyonlar matematiksel ifadelerle ilişkilendirilmektedir.

Gerçeğe en yakın sonuçların elde edilmesinde son yıllarda CBS tabanlı Çok Kriterli Değerlendirmeler (ÇKD) tercih edilmektedir. CBS tabanlı ÇKD'ler yoğunluk analizlerinde stratejik karar verme/alma için kullanışlı ve popüler bir yöntem haline gelerek karar destek sistemlerinin de önemini arttırmıştır (Malczewski, 2006). İleri seviye uygunluk modellerinin oluşturulmasında ise Boolean Operatörleri (Mantıksal İşleçler), Süreç modelleri, İndeks Bindirimi (CBS Tabanlı ÇKD) ve ileri seviye matematiksel yöntemlerin (Regresyon Modelleri, Bulanık Mantık, vb.) kullanımı tercih edilmektedir (Saaty, 1987; Malczewski, 2000; Pearson ve ark., 2002; Chang, 2004; Mert ve ark., 2013).

1.5.2.1. Boolean mantıksal işleçleri

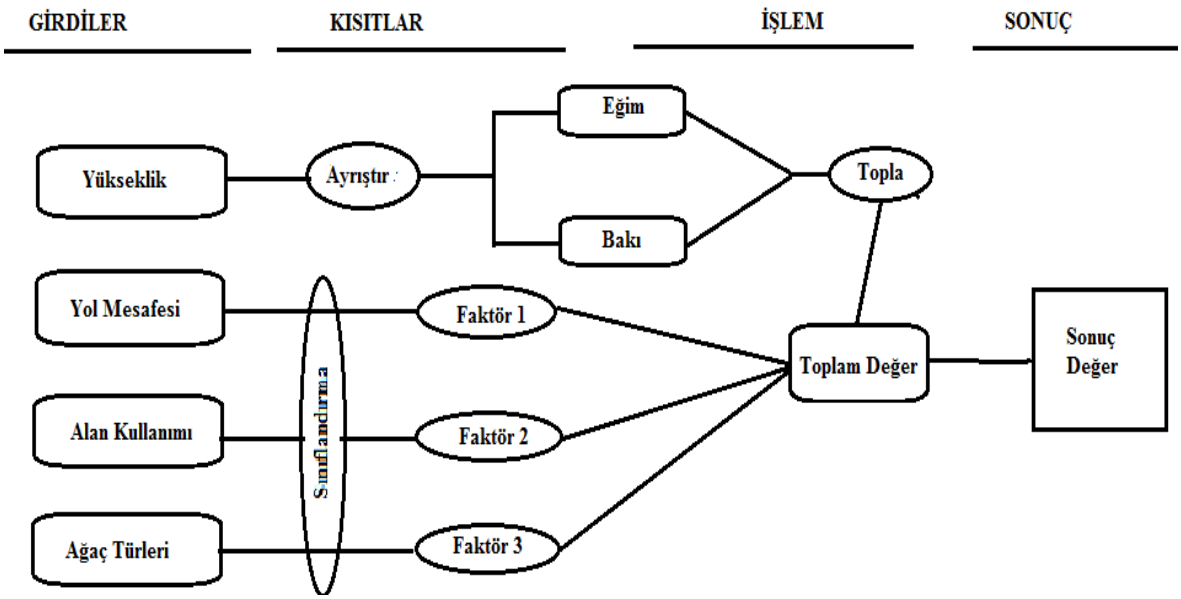
Mantıksal olarak aranan sonuçlara ulaşmakta ve (and), veya (or), değil (not) işleçlerinin kullanımını içermektedir (Şekil 1.27). Bu basit sınama yöntemi ikili sayı değerleri (binary) olarak sonuç ifadesi (evet - hayır, 0 - 1) elde etmeye yaramaktadır. Birçok uygunluk analizinde tercih edilen bu yöntemde kısıtlar ikili değer olarak ifade edildiğinden, bu durum belirsizlikleri arttırmakta ve doğruluk derecesini azaltmaktadır (Chang, 2004).



Şekil 1.27. Boolean mantıksal sınama işleçlerinin gösterimi

1.5.2.2. Süreç modelleri

Süreç modelleri, çevresel durum değerlendirmelerinde gerçek dünyaya ait ilişkilerin ve denklemlerin kurularak ölçülmesi için bilgilerin bütünleştirildiği model türleridir. Farklı bileşenlere cevap verebilmek için alt modellere ihtiyaç duymaktadır. Modelde deneysel verilerden elde edilen matematiksel eşitliklerin kullanılacağı gibi fiziksel değişkenlere dayalı eşitliklerde kullanılmaktadır. İklim, topografya, bitki örtüsü ve toprak tipi gibi fiziksel değişkenler ile birlikte alan kullanımı ve yönetimi gibi kültürel değişkenler de modelde yer almaktadır. Bu nedenle süreç modelleri yoğun ve çok çeşitli verilerin kullanıldığı karmaşık modellerdir. Diğer taraftan, bu yaklaşım daha önceden belirlenmiş yöntemin, metodun veya formüllerin modele eklenerek kullanılmasına imkan sağlamaktadır. Süreçlere eklenecek formülün fonksiyonlar üzerindeki değerleri hesaplanır ve tek bir sonuç olarak kullanıcılara sunulur (Chang, 2004) (Şekil 1.28).



Şekil 1.28. Süreç tabanlı modelleme yöntemi örnek akış şeması

1.5.2.3. İndeks bindirimi

Çoklu analizlerin belirli bir hedefe ulaştırması için birden fazla verinin analizinde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerindendir. Yöntemde, araştırmaya konu olan değişkenlerin öznel ya da nicel değerleri belirlendikten sonra bunların birbirleri üzerine bindirilmesi ile ortaya çıkan sonuçlar değerlendirilmektedir. Uygunluk analizlerinde kullanılan bu yöntem çoklu değerlendirmelere ait kriterleri tek bir çıktıyla ortaya koyabilmektedir. Boolean (Binary) mantıksal işleçleri de aynı işlevi gerçekleştirmektedir. Ancak indeks bindirimleri her bir kritere ait dizin değerleri üretmesi bakımından daha etkili sonuçlar vermektedir.

İndeks bindirimi modellerinin geliştirilmesinde "Doğrusal Ağırlıklı Bindirme Modeli (DAM)" temel olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşım vektör yada raster verilerin hesaplanmasında kullanılan yaygın bir yöntemdir. Çok kriterli değerlendirme yöntemlerinin kullanımına olanak sağlayan bu yöntem üç aşamada gerçekleştirilmektedir (Malczewski, 2000).

İlk aşama olarak kriterler veya fonksiyonlar arasındaki önem düzeylerini belirlemek için çiftler arası bağıl ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Ağırlık değerlerinin ifadeleri yüzdelik veya 0 ile 1 arasında değerlendirilmektedir.

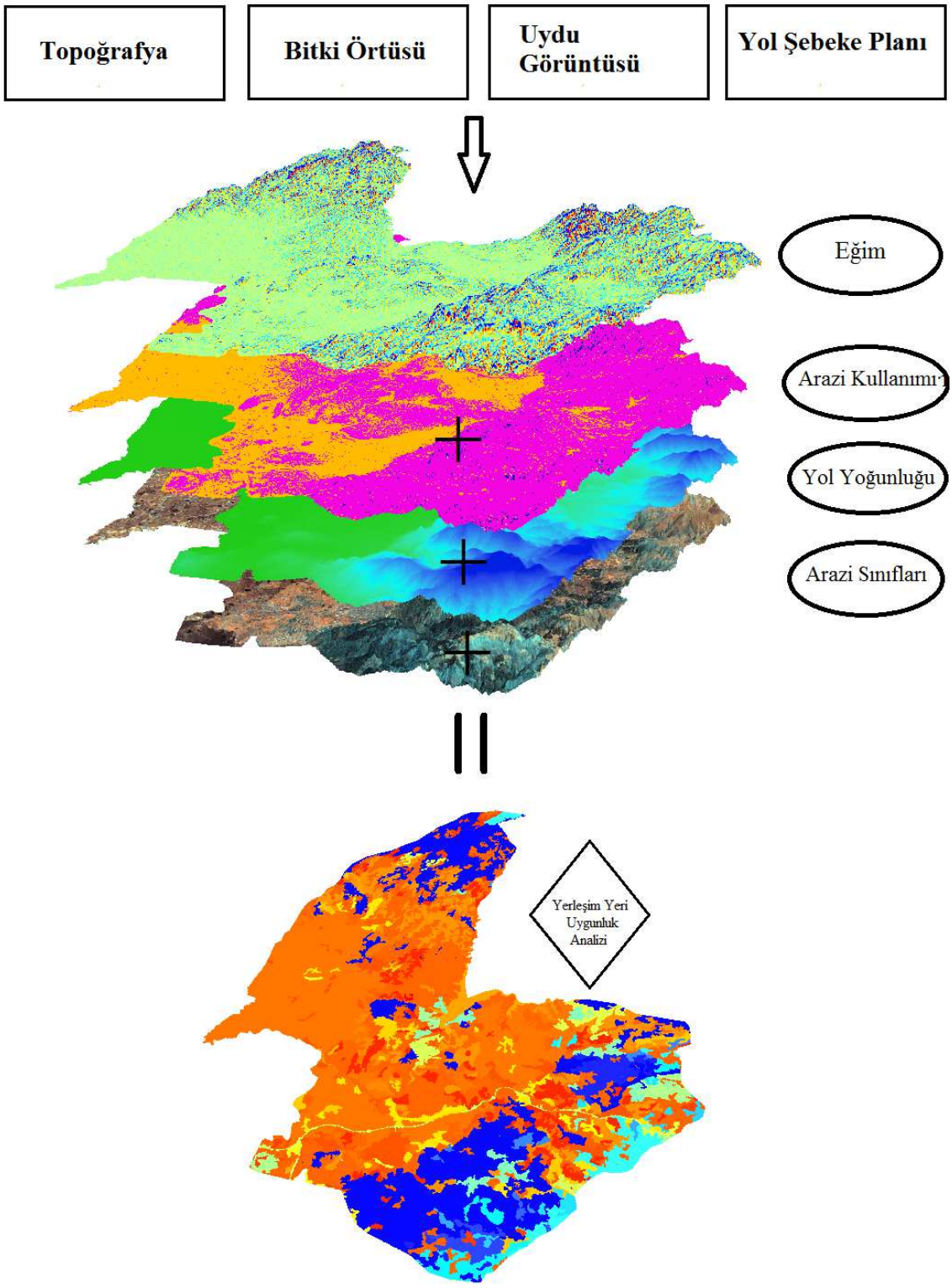
İkinci aşamada ağırlıkları belirlenen kriter veya faktörlerin normalleştirilmesi Denklem 1.1 kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Eastman, 1999):

$$X_i = \frac{\left(R_i - R_{\min} \right)}{\left(R_{maks} - R_{\min} \right)} \tag{1.1}$$

Bu denklemde; X_i normalleştirme ile elde edilen değeri, R_i orijinal değeri, $R_{\min}$ en küçük sayı değerini, $R_{\max}$ ise en büyük sayı değerini ifade etmektedir. Daha sonra, indeks değeri (Z); her bir hücre değerinin (x_i) ağırlık değeri (w_i) ile çarpımlarının toplamının, ağırlık değerinin toplamlarına oranı ile hesaplanmaktadır (Jiang ve Eastman, 1999):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} wi \times xi}{\sum_{i=1}^{n} wi} \tag{1.2}$$

Bu yöntemle çeşitli konumsal veriler bir araya getirilerek istenilen amaca yönelik değerlendirmeler yapmak ve çıktılar elde etmek mümkündür (Eastman ve ark., 1995) (Şekil 1.29).



Şekil 1.29. Çeşitli konumsal verilerin bindirilmesiyle oluşturulmuş örnek bir DAM

1.5.2.4. Regresyon modelleri

Regresyon modelleri, bir bağımlı değişkenin ilişkilendirildiği bir dizi bağımsız (açıklayıcı) değişkenlerle oluşturulan eşitlikleriyle açıklanması ya da tahmin edilmesine yarayan yöntemlerdir (Chang, 2004). İndeks modellerinde olduğu gibi modelde bulunan konumsal kriterlerin veya fonksiyonların bindirilmesi esasına dayanmaktadır. İki tip temel regresyon modeli kullanımı bulunmaktadır; Doğrusal Regresyon ve Mantıksal Regresyon Modelleri. Doğrusal Regresyon Modelleri, konumsal bir dizi bağımsız değişkenin (x_i), bağımlı değişkeni (y) açıklayıcı veya tahmin edici olarak kullanıldığı çoklu doğrusal eşitlik modelleridir (Denklem 1.3). Bu yöntem, ekoloji alanında kullanılan en yaygın modelleme yöntemlerindendir (Chang, 2004).

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_n x_n \qquad (1.3)$$

Alternatif bir yöntem olarak kullanılan ve katılımcıların görüşlerinin değerlendirildiği rekabet analizi diğer adıyla ödünleştirme analizi (trade-off) yapılarak da ağırlıklar belirlenebilmektedir (ESM103, 1981). Ancak bu yöntemin uygulanması doğrudan ağırlıklandırma yöntemine göre anlaşılması daha zordur. Doğrusal ağırlıklı modelle alternatif olarak sıralı ortalamaları ağırlıklandırılmış indeksleme ve bulanık mantık yöntemleri yardımıyla daha gerçekçi hesaplamalar yapılmaktadır (Jiang ve Eastman, 1999; Malcewzki, 1999; Chang, 2004; Brooks ve ark., 2010).

Mantıksal Regresyon Modelleri (Lojistik Regresyon), bağımlı değişken nitelik olarak belirtilmiş (varlık, yokluk) ve bağımsız değişken ya da değişkenlerle (β) arasındaki ilişkiyi açıklayan veya tahmin eden yöntemdir. Mantıksal regresyon modellerinde doğrusal regresyon modellerindeki varsayımların hiçbirisinin aranmaması doğrusal regresyon modelinin kullanımına oranla daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur. Bağımlı değişkeni (y) hesaplamak için kullanılan eşitlik Denklem 1.4'te ki gibi ifade edilmektedir (Chang, 2004):

$$\text{logit}(y) = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ... + \beta_n x_n \qquad (1.4)$$

Bu denklemde $\text{logit}(y)$, e tabanına göre başarı yada görülme olasılığının başarısızlık ya da görülmeme olasılığına oranı $(\ln)$ olarak ifade edilmektedir. Başarı ya da görülme olasılığının (p), başarısızlık ya da görülmeme olasılığına oranı $(1-p)$ ise

"Odds" olarak ifade edilmektedir. Bu durum da $\text{logit}(y)$ doğal logaritması olarak ifade edilen "Odds" un birbirlerine oranları ise "Odd Ratio" hesaplanır (Chang, 2004):

$$\text{logit}(y) = \ln(p/1-p) \quad (1.5)$$

$\ln(p/1-p)$'nin e tabanına göre ifadesi ise Denklem 1.6'daki gibidir (Chang, 2004):

$$\ln(p/1-p) = e^{(a+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_n x_n)} \quad (1.6)$$

Sadeleştirilmiş olarak başarı ya da görülme olasılığı (p), eşitlikten yararlanıldığında Denklem 1.7'deki gibi hesaplanmaktadır (Chang, 2004):

$$p = 1/[1+e^{(a+\beta_1 x_1+\beta_2 x_2+\ldots+\beta_n x_n)}] \quad (1.7)$$

1.5.2.5. Bulanık mantık

CBS kullanımında son yıllarda oldukça kullanılan Bulanık Mantık yöntemi doğa bilimlerinde kullanılan karmaşık verilerin maksimum ve minimum noktaları arasındaki belirsizliklerin ortadan kaldırılmasında doğruya en yakın tahminleri ortaya koymaktadır (McNoleg, 1996; Brooks ve ark., 2010). Bulanık mantık üyeliklerinin oluşturulması sayesinde, tanımlı sınıflandırmalara ait verilerin kesin olarak ayırdığı eşik değerlerin öncesinde ve sonrasında gösterdiği hassasiyeti arttırarak etkin modeller oluşturulmaktadır (Sasilka ve ark., 2004; Robinson, 2007).

Üyelikleri 0 ile 1 arasındaki sayı çiftleri değerlendiren bu yöntem evet, hayır, var, yok, doğru, yanlış gibi kesin kümeleme mantığını ortadan kaldırarak, en doğru, en doğruya yakın, doğru, doğruya yakın, yanlışa yakın, yanlış gibi sürekli bir fonksiyonun serilerini ifade edebilmektedir (Brooks ve ark., 2010). CBS tabanlı sınıflandırmalarda doğa bilimlerinde etkin ve yaygın kullanım alanları bulan bulanık mantık halen yaygın olarak kullanılmakta ve geliştirilmektedir (Robinson, 2007; Aydın ve Eker, 2011).

CBS tabanlı ÇKKD çalışmalarında bulanık mantık yaklaşımı iki tip bilinmezlik kaynağını ortadan kaldırmak amacıyla kullanılmaktadır (Yanar, 2003);

a) Verilerdeki Belirsizlikler: Araştırma alanından toplanan ham verilerin uygunluk analizlerinin konumsal dağılım haritalarının oluşturulmasında, o yerin uygun olan veya olmayan sınırlarının harita üzerinde gösterilmesinde, bulanık mantık yaklaşımı sayesinde

alandan elde edilen verilerin konumsal olarak kıyaslanması ve en uygun alanların bulunması mümkündür.

b) Modellerdeki Belirsizlikler: Veriler arasında bulunan ilişkilerin eşik değerleri söz konusu araştırma konusunda ayırt edici bir sınıflandırma unsuru olarak ele alınır. Modelde *e* sayısı sınır değeri için yapılan sınıflandırmada *e*'den küçük ve büyük değerlerin ifadesi 0 veya 1 olarak tayin edilir. Matematiksel ifadesi Denklem 1.8'deki gibidir (Yanar, 2003):

$$A_{(x)} \begin{cases} 1 \rightarrow \text{ eğer } e_{\text{alt sınır}} \leq x < e_{\text{üst sınır}} \\ 0 \rightarrow \text{degilse} \end{cases} \tag{1.8}$$

Modelin amaç fonksiyonlarını belirleyen karar değişkenlerine ait eşik değerlerine göre kati şekilde belirlenen sınıflandırmada $e_{alt\ sınır}$ sayısı yola olan uzaklık değeri 10 km ile ifade edildiği varsayılırsa, 9,999... km uzaklık sayısı formüle göre 0 değerini alacaktır. Bu durum uygunluk analizlerinde yeterli karar alma olanağını sağlamadığından bulanık mantık yöntemi 0 ile 1 arasında sayı çiftleri sayesinde daha uygun karar vermeye yardımcı olmaktadır.

Karar değişkenlerinin CBS ortamında 0 ile 1 arasında bulanık mantık içerisinde üyeliklerinin değerlendirilmesinde, ArcGIS, IDRISI, ILWIS gibi yazılımların eklentileri kullanıldığı gibi araştırmacılar tarafından geliştirilen algoritmalar veya modeller sayesinde de uygunluk modellemelerin kullanımı büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Eastman ve ark., 1995; Yanar, 2003; ESRI, 2006; Eastman, 2012, ILWIS, 2013). Yaşam alanı uygunluk modellerinde kullanılan sınıflarda hesaplamalardan kaynaklanan belirsizlikler bulanık mantık kullanılarak ortadan kaldırılmaktadır (Burgman ve ark., 2001).

1.6. CBS Tabanlı Çok Kriterli Değerlendirme

Çok kriterli değerlendirme, CBS tabanlı çalışmalarda karar almada oldukça yararlı temel yöntemlerdendir (Craver, 1991; Jiang ve Eastman, 1999). Özellikle yaşam alanı uygunluk tahminlerini içeren çalışmalarda mekansal analizlere ait alternatiflerin çokluğu, birden fazla karar değişkeninin varlığı söz konusudur. Değişik oranlarda ve tiplerde değerlendirme kriterlerini içeren ve farklı veri türlerini barındıran modellerin çözümü CBS tabanlı ÇKD sayesinde gerçekleştirilebilmektedir (Craver, 1991; Hirzel ve ark., 2001; Zimmermann, 2004).

Bu yöntemde alternatiflerin belirlenmesi araştırmacılar ve paydaşlar (karar vericiler, yöneticiler, çıkar grupları vb.) tarafından değerlendirilmektedir. Değerlendirmelerde göz önünde bulundurulacak alternatiflerin önem veya görecelilik durumuyla ilgili fonksiyonları benzersiz tercihlerle karakterize etmek temel hedeftir (Malzcewski, 2006). Bu mantıksal yaklaşım içerisinde konumsal verilerde benzersiz karar analizlerinin gerçekleştirilmesi için CBS Tabanlı ÇKD veya Konumsal Tabanlı ÇKD'yi ortaya çıkartmıştır (Craver, 1991; Malzcewski, 2006).

CBS karar verme sürecinde ÇKKD sistemleri ile entegre olduğunda daha zengin bir içerikle ortaya farklı bakış açıları sunarak, karar değişenleri arasındaki ifadeleri güçlendirmekte ve böylece daha etkin olarak kullanılmaktadır (Eastman ve ark. 1995; Malzcewski, 2006; Çalışkan, 2013). Konumsal analizlerin yapılabilmesi için değişkenler tek tipte yapılar haline getirilmek suretiyle CBS ortamında derecelendirilerek değerlendirilmektedir. En sık kullanılan derecelendirme yönteminde, kısıtların alt ve üst sınırları belirlenerek (0 ile 1, 0 ile 100, 0 ile 255 arasında) karar değişkenlerine ait değerler tek tip haline getirilerek standartlaştırılmaktadır. Verilerin standartlaştırılmasında birçok eşitlik formülü bulunmakta ve en çok tercih edilen doğrusal eşitlik Denklem 1.9'da olduğu gibi değerlendirilebilmektedir (ESM103, 1981; Eastman ve ark., 1995; Hirzel, 2008; Öztürk ve Batuk, 2011):

$$X_i = \frac{\left(R_i - R_{\min} \right)}{\left(R_{maks} - R_{\min} \right)} \times m \qquad (1.9)$$

Bu denklemde *R* ham değer ve *m* keyfi çarpan olarak kullanılıp, değişkenlerin her birine ait ağırlıklı değerleri belirlemeden önce değişkenler standartlaştırılarak hesaplanmaktadır. Daha sonraki aşamada, değişkenlere ait ağırlık değerlerinin hesaplanmasında uygulanacak metoda karar verilmektedir. CBS tabanlı ÇKD çalışmalarında değişkenlere ait etkili ağırlık değerlerini belirlemede farklı yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın olanları; 1) Oranlama 2) Sıralama ve 3) İkili karşılaştırmalardır (Malcewzki, 1999; Öztürk ve Batuk, 2011).

1) Oranlama yöntemi, bulgulardan elde edilmiş değişkenin ağırlığının 0 ile 100 arasında belirlenebilen sayıların toplamına oranıyla ağırlık hesaplama yöntemidir:

$$N_i = N_{it} / \sum N_{it} \quad (1.10)$$

2) Sıralama yöntemi, en çok kullanılan ağırlık belirleme yöntemi olup toplamları arasındaki oransal ilişkiyle (Denklem 1.11), karşılıklı sayı çiftleri arası oransal ilişkilerle (Denklem 1.12) veya üstsel ilişki kurularak (Denklem 1.13) belirlenmektedir (ESM103, 1981; Malczewski, 1999).

$$N_i = \frac{(n - r_i + 1)}{\sum(n - r_i + 1)} \quad (1.11)$$

$$N_i = \frac{(1 / r_i)}{\sum(1 / r_i)} \quad (1.12)$$

$p = 2$

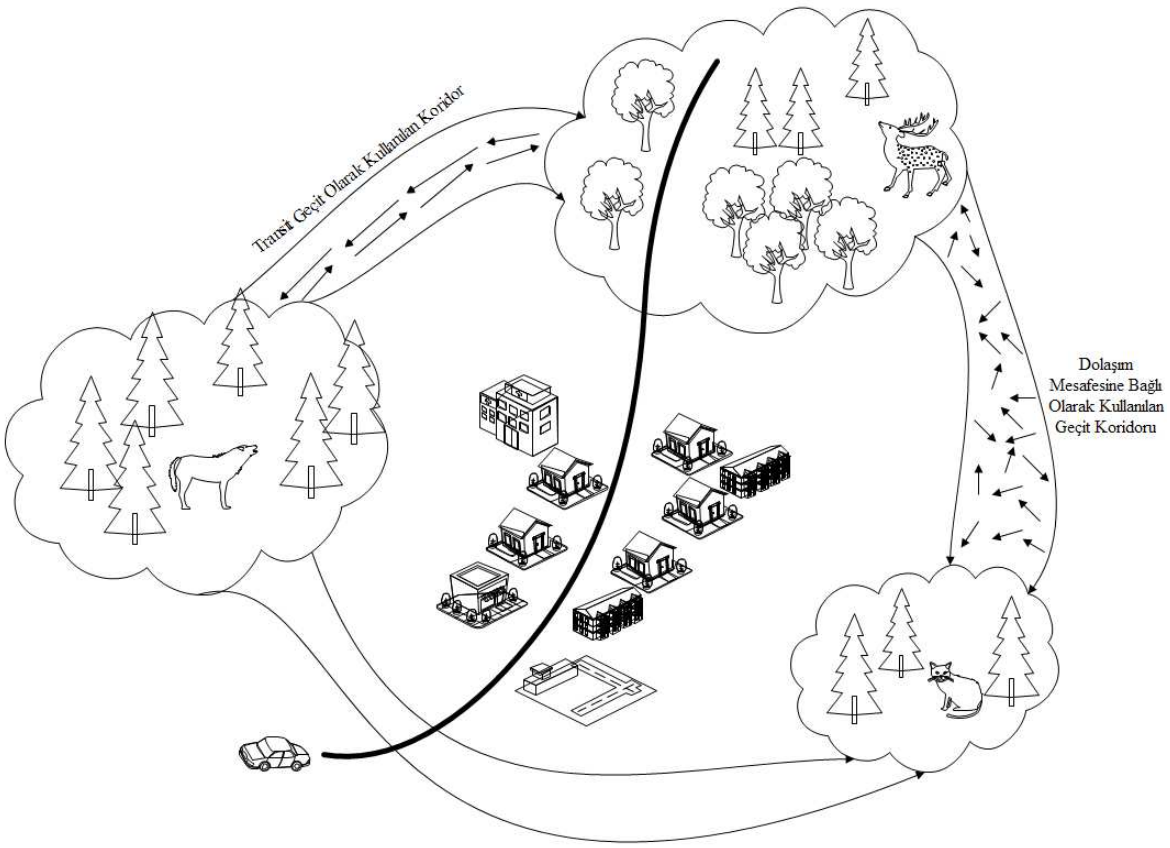
$$N_i = \frac{(n - r_i + 1)^p}{\sum(n - r_i + 1)^p} \quad (1.13)$$

3) İkili karşılaştırmalar, ÇKD işlemlerinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) gibi geliştirilmiş farklı yöntemlerden yararlanılarak değişkenler arasındaki ağırlıklarını veya görece önem düzeyini belirleme yöntemidir (Saaty, 1987).

1.7. Yaban Hayvanı Geçit Koridorları

Yaban hayvanı geçit koridorları, ilk olarak Preston (1962) tarafından bitki ve hayvan topluluklarının ekolojik öneme sahip alanlarla bağlantısını sağlayan koridorlarla birleştirilme ilkesine dayanarak ortaya atılmış bir teoridir. Günümüzde yaban hayatı koridoru olarak adlandırılmakta olan bu kavram, izole olmuş ya da nesli tehlike altında olan yaban hayvanı türlerini koruma amaçlı olarak doğa koruma çalışmalarında etkin olarak kullanılmaktadır (McEuen, 1993).

Yaban hayvanı koridorları, yaban hayvanları açısından iki yaklaşım ile değerlendirilmektedir. Birinci yaklaşımda, koridorlar yaban hayvanı tarafından yalnızca göç güzergahı olarak ele alınmaktadırlar. Diğer yaklaşımda ise koridorlar, yaşam alanının sahip olduğu ekolojik koşullar dikkate alınarak, türlerin gezinme mesafelerine bağlı kalarak kullanabilecekleri alanlar olarak ele alınmakta ve tasarlanmaktadır (Beier ve Loe, 1992; McEuen, 1993) (Şekil 1.30).



Şekil 1.30. Yaban hayvanı koridorlarının kullanım modelleri

Ekosistemde sürekliliğini devam ettirme hedefinde olan ikinci yaklaşımda, söz konusu koridorlar türün ekolojik ihtiyaçlarını karşılayan yapılar olup bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Ekolojik koridor olarak korunan ve habitat zenginliği sayesinde yaşanabilir güzergahlar haline getirilen bu ortamın, yırtıcı türlerin avlanmak için kullandıkları bir tür tuzak veya kapan görevi gördüğü tartışılmaktadır (Little ve ark., 2002).

Yaban hayatı geçit koridorlarının, ekonomik faktörlerin yanı sıra koruyucu ve stratejik kısıtlar dikkate alınarak çok sayıda alternatifin değerlendirilmesi sonucunda gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Simberloff ve ark., 1992). Oldukça maliyetli bir yöntem olan koridorların tasarlanmasında koridoru kullanacak yaban hayvanı türü için hem gezinim mesafesi hem de geçit güzergahında bulunan arazi kullanım durumlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Beier ve ark., 2008).

Koridorlar ekolojik sürekliliğin devamı biyoçeşitliliğin korunması kapsamında ele alınan bir model olması yanı sıra aynı zamanda yaşam alanlarını birbirinden ayırarak parçalayan ulaşım yolları gibi tesisler ile kesiştiği karşılaşma noktalarının belirlenmesinde de oldukça önemlidir (Beier ve Loe, 1992; Cushman ve ark., 2013).

1.7.1. Yaban hayvanı geçit koridorlarının güzergah tahmini

Yaşam alanlarında yapılaşmalar sonucunda meydana gelen ekolojik olumsuzluklar yaban hayvanları ile insanlar arasında çatışmalara neden olmakta veya artan popülasyon miktarına bağlı olarak mevcut yaşam alanlarının taşıma kapasitesi yetersiz kalabilmektedir. Bu tür olumsuzluklar karşısında tüm canlılar gibi yaban hayvanı türleri de kendi hayatlarını idame ettirebilmek amacıyla üreyebileceği, beslenebileceği ve barınabileceği yaşam alanlarına doğru göç etme eğilimi göstermektedirler. Göç davranışı gerçekleştiren tüm canlılar aynı zamanda çeşitli tehlikelerle yüzleşerek, büyük risk altında yollarına devam etmektedir. Bu tehlikelerden yaşam alanları arasında yolların meydana getirdiği olumsuz ekolojik etkiler, günümüzde yoğun bir şekilde tartışılmaktadır. Bu nedenle, yaban hayvanları mevcut koşullara bağlı olarak, hayatta kalabilmek için ekolojik olanakları en iyi olan ortamları göç güzergahı olarak tercih etmektedirler. Türün varlığını sürdürebileceği uygun geçit güzergahlarının oluşturulmasında "en uygun güzergah" tahmin modelleri kullanılmaktadır (Singelton ve ark., 2002; Zimmermann, 2004; Cushman ve ark., 2013).

Yaban hayvanları için uygun yol güzergahlarının hesaplanmasında türün en uygun dağılım gösterebileceği geçitler yaşam alanı tahmin modelleri üzerinden belirlenebilmektedir (Cushman ve ark., 2013). CBS ile entegre edilen ÇKKD sistemleriyle konumsal değerlerin birbirleri arasındaki ilişkiler göz önünde bulundurularak, iki hedef nokta arasındaki en kolay geçit güzergahı en kısa yollarla birleştirilerek en uygun güzergah hesaplanabilmektedir (Cushman ve ark., 2013). Geniş bir uygulama alanına sahip bu yöntem, parçalanmış yaşam alanları arasında bağlantıları bulmaya katkı sağladığı gibi, yaban hayvanı türlerinin göç davranışları göstereceği etkin geçit güzergahlarını ve mesafelerini ortaya koyan önemli bir konumsal analiz işlemidir (Adriaensen ve ark., 2003).

1.7.2. Yol ağları ve yaşam alanı ilişkisinde CBS kullanımı

Birçok bilim dallında etkin olarak kullanılan CBS, uygulayıcılar için bütünleşik ve karmaşık verilerin analiz edilmesi, yorumlanması, alternatiflerin belirlenerek en uygun değerlerin görselleştirilmesinde başarılı bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Orman içi ve kenarından geçen yol ağlarında yaban hayvanları geçişine uygun yaşam alanı bağlantı koridorlarının (yaban hayvanı geçit koridoru) belirlenerek, yolların meydana getirebileceği olumsuz ekolojik etkilerin azaltılmasında CBS önemli katkılar sunmaktadır (Clevenger ve ark., 2002; Beir ve ark., 2011). Bu nedenle, CBS'nin optimum yol güzergahının belirlenmesi ve yol yoğunluğunun hesaplanması gibi çalışmalarda sağladığı avantajların

(Akay ve Sessions, 2005; Aruga ve ark., 2005; Bruce ve ark., 2011), yaban hayvanları yaşam alanlarına yönelik çalışmalarda (Osborne ve ark., 2001; Hirzel ve ark., 2001; Alexander ve ark., 2004) sunduğu imkanlarla entegre edilmesi gerekmektedir.

CBS çalışmalarında kullanılmak üzere yaban hayvanlarına ait bilgilerin toplanması için üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu kapsamda, gözleme (radyo vericiler gibi profesyonel takipler), literatüre (Uluslararası Doğa Koruma Birliği-IUCN gibi uluslararası ve ulusal çalışmalar) ve uzman görüşlerine (uzun süre araştırmaya konu yaban hayvanı hakkında bilgili kişiler gibi) dayalı olarak elde edilen veriler CBS veri tabanlarına işlenerek ekolojik modellerde kullanılmaktadır (Clevenger ve ark., 2002). Bazı veriler hali hazırda yapılmış çalışmalardan elde edilebileceği gibi (IUCN, 2013), yaban hayvanı türleri ile ilgili bazı ekolojik bilgiler (özel davranışları, hareketleri, alan kullanımı) ise biyologlar, veterinerler, yaban hayatı uzmanları, ziraatçılar, CBS uzmanları ve yol ekologları ile birlikte değerlendirilmelidir.

Yaşam alanlarına ait mevcut sayısal veriler, uzaktan algılama verileri (uydu görüntüler vb.) ve diğer bilgiler kullanılarak, ekolojik ve ekonomik açıdan optimum yol güzergahları belirlenebilmektedir (Clevenger ve ark., 2002; Pearson ve ark., 2002). Bu tür veriler yol ağlarının planlanması aşamasında faydalı olduğu gibi, yapımı tamamlanmış yollara uygulanacak ekolojik sanat yapılarının konumlarının değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Beier ve ark., 2008; WWF, 2012; Chusmanve ark., 2013).

1.8. Modelde Kullanılan Türün Temel Ekolojik Bilgileri

Karaca (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) Cervidae familyasının bir üyesidir. Morfolojik olarak yaklaşık 95-140 cm boylarında, 60-90 cm yerden yüksekliğe ve 22-32 kg ağırlığa sahiptir (Sempere ve ark., 1996; Çanakçıoğlu ve Mol, 1996). Karaca türünün erkeğine teke, dişisine keçi veya inek, yavrusuna ise oğlak denmektedir. Erkek bireylerde boynuz bulunurken, dişilerde boynuz bulunmamaktadır (Şekil 1.31).



Şekil 1.31. Zorkun Yaban Hayatı Geliştirme Sahası içerisinde erkek karaca (Fotoğraf: Osmaniye MP Şubesi, 2012)

Karacaların beslenme davranışları, yazın orman bitkilerini, üzümsü bitkilerin yapraklarını, taze tahılları kapsarken, sonbaharda üzümsü bitkilerin meyvelerini, şalgam, havuç ve pancar gibi depo kök sistemine sahip yenilebilen türleri, yulaf saplarını tercih ederler. Kış aylarında mantar, ökse otu, patates, ağaç tomurcukları, ağaç kabukları, iğne yapraklıların uç sürgünlerini, meşe ve kavak gibi yapraklı türlerin kurumuş yapraklarını besin listesinde bulundurmaktadırlar. Karacanın en çok sevdiği ağaç türleri Meşe, Kayın, Akçaağaç, Dişbudak, Karaağaç, Gürgen, Titrek kavak, Söğüt ve Göknardır. Çam türlerini ve Ladini sevmezler, Huş ve Kızılağacı ise ara sıra tercih ederler (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996).

Karacaların çiftleşme dönemleri haziran ayından başlayarak ağustos ayı sonlarına kadar devam eder. Bu dönemlerde ortamın kalitesi ve grup büyüklüklerine bağlı olarak 2 veya 3 yaşından büyük tekeler 2 ha'dan 200 ha kadar yaşam alanı belirlerler ve bu alanı sahiplenirler. Bu yaşam alanları bir sonraki çiftleşme sezonuna kadar o alanı sahiplenen Tekelerin kontrolünde kalmaktadır.

Bahar aylarında gezinim alanları artarken, kış aylarında azalmaktadır. Karacalar aile olarak yaşarlar ancak doğuma yakın dişi birey sürüyü terk etmektedir (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996). Kışın bu aileler birleşerek 30 bireyden fazla grupları oluşturabilirler. Yaşamlarını normal şartlar altında ortalama 15-16 yıl sürdürebilmektedirler.

Gece ve gündüz vakitlerinde dinlenme için tercih ettikleri alanlar %10'un üzerinde örtü kapalılığına sahip ormanlık alanlar ya da sık kapalılıkta çalılık alanlardır. 100 m^2 içerisinde 1 ile 30 tane fidanın bulunduğu, su kaynağına en uzak 700 m mesafede, tarım

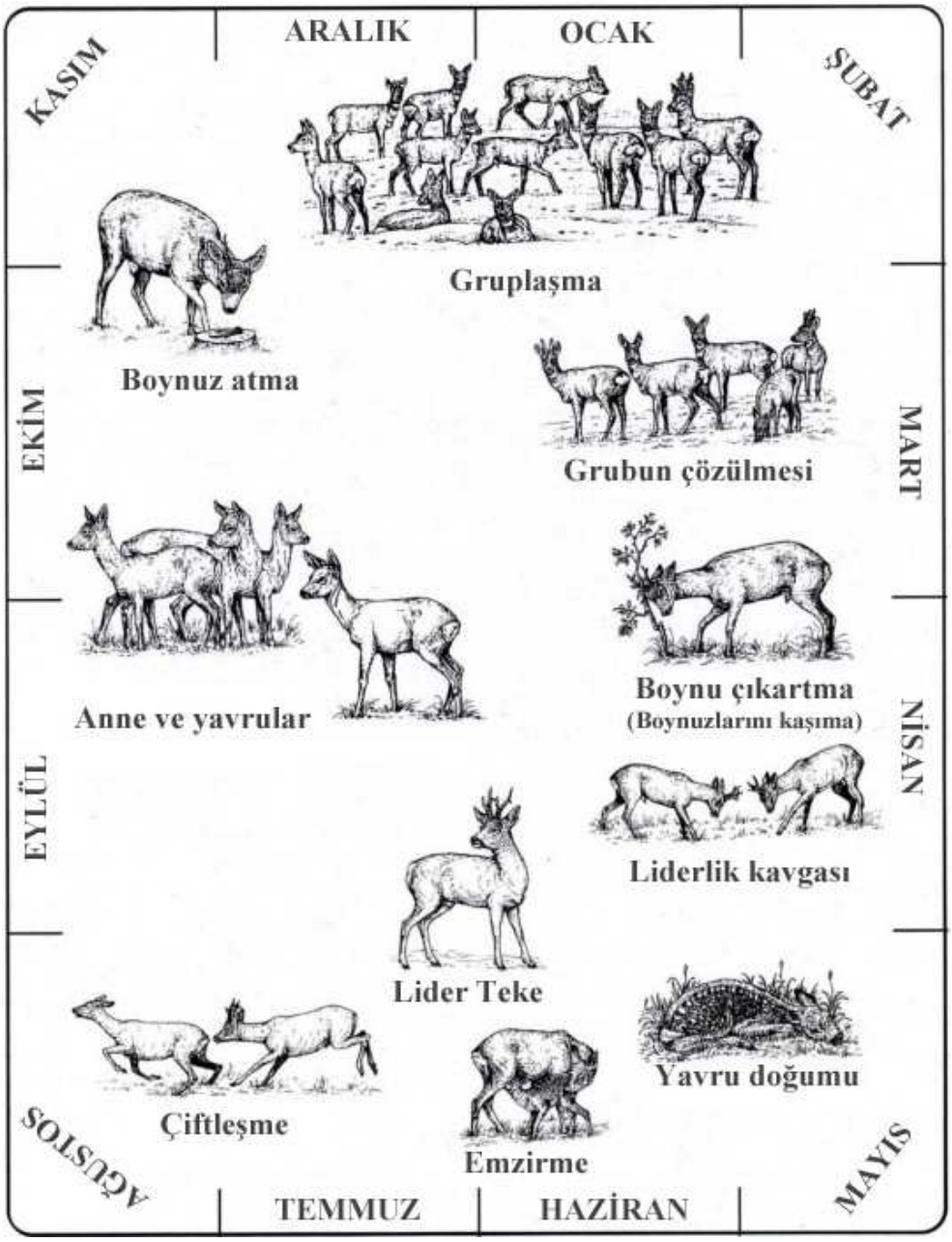
arazilerine ise en az 500 m ile 1000 m aralığındaki mesafede bulunduğu, insanlardan en az 1000 m uzak durduğu belirlenmiştir (Li-wei ve ark., 2006). Mevsimsel göçleri yaklaşık 2 ile 5 km arasında değişmektedir (Sempere ve ark., 1996).

Yırtıcılarına karşı geliştirdiği alan kullanım stratejileri bulunmaktadır. Bu durum yavrusu bulunmayan bireylerde alan kullanımı ile ilgili çok fazla değişiklik göstermemektedir (Bongi ve ark., 2008) (Şekil 1.32). Yolların varlığı karaca türünü çok fazla etkilememekte ve istedikleri noktalara ulaşmak için gece ve gündüz saatlerinde yol geçkileri üzerinden geçebilmektedirler (Bonnot ve ark., 2013)

1.9. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmada, orman içi ve kenarı yol ağlarında yaban hayvanlarının yaşam alanları arasındaki geçişi sağlayan ekolojik sanat yapılarının konumlarının, boyutlarının ve tiplerinin belirlenmesine yönelik bir model geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Osmaniye Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yayılış gösteren karaca (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) hedef tür seçilerek, ilk olarak CBS Tabanlı Çok Kriterli Değerlendirme yöntemi kullanılarak geliştirilen Yaşam Alanı Uygunluk Modeli (YUM) yardımıyla karaca türünün varlığını sürdürebileceği uygun yaşam alanları belirlenmiştir. Karaca türünün ekolojik tercihleriyle yüksek korelasyon gösteren karar değişkenleri (Arazi Kullanımı, Bitki örtüsü, Meşcere Çağı ve Kapalılığı, Eğim, Yol Yoğunluğu, Yola uzaklık, Su Kaynağına Uzaklık, Yükselti ve Topoğrafik Durum) tercih edilmiştir. YUM'nin geliştirilmesinde her bir karar değişkenine ait Uygunluk Derecesi (UD), Doğrusal Ağırlıklı Model (DAM) ve Bulanık Mantık Yöntemleri (DBM ve DOBM) kullanılarak belirlenmiştir.

İkinici aşamada, türün yaşamını sürdürmek için çalışma alanı sınırlarında göç davranışı gösterebileceği hassas alanlara ulaşmasını sağlayacak en uygun geçit koridorlarının güzergahı tespit edilmiştir. Bu amaçla, ArcGIS 9.3'de konumsal veri analizi (Spatial Analyst) eklentisi içerisinde yer alan En Uygun Maliyetli Güzergah Analizi (least-cost) yöntemi kullanılmıştır. Üçüncü aşamada, ArcGIS 9.3 ortamında yaban hayvanı geçit koridorları ile sahada bulunan mevcut yol ağının çakıştığı muhtemel geçit noktaları tespit edilmiştir. Son aşamada, tespit edilen geçit noktaları arazide ziyaret edilerek sahada mevcut sanat yapılarının ekolojik sanat yapısı olma nitelikleri değerlendirilmiştir. Geçit noktalarına yakın mesafede ($\leq$500 m) sanat yapısı olmaması durumunda, bu noktalar için uygun ekolojik sanat yapısı tipi, boyutu ve konumu önerilmiştir.



Şekil 1.32. Karacaya ait yıl içerisindeki ekolojik yaşam döngüsü (Pfannenstiel, 2006)

1.10. Araştırmanın Sınırlandırılması

Araştırma alanı olarak Akdeniz Bölgesi iklim kuşağı içerisinde kalan, Afrika kıtası ile ülke sınırlarını bağlayan, Anadolu diyagonalı içerisinde bulunan, Doğu Akdeniz bölgesindeki ekolojik geçiş kuşağında yer alan Osmaniye Orman İşletme Müdürlüğü seçilmiştir. Alan içerisinde koruma statüsüne sahip Osmaniye Zorkun Yaylası Yaban Hayatı Geliştirme Sahası bulunmakta olup, araştırmaya konu olan karaca sahada hedef tür özelliği taşımaktadır.

Çalışmada ekolojik sanat yapısı olarak değerlendirilen tesisler alt ve üst yapılar olmak üzere iki kısımda ele alınmıştır. Hayvanların içerisinden geçebileceği her tip ve tasarımdaki, büzler ve menfezler ekolojk sanat yapısı olarak değerlendirilirken, diğer sanat yapısı türleri (istinat duvarı, drenaj hendeği, kanal, kasis vb.) ekolojik sanat yapıları yardımcı elemanı olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada yolların ekolojik olarak canlı çevreye verdiği doğrudan ve dolaylı etkilerinin değerlendirilmesinde hedef tür olarak karaca seçilmiştir. Popülasyonlarının yoğun olduğu alanlarda karacalar, dünya genelinde kazalara sıkılıkla sebebiyet veren türler arasında yer almaktadır. Türün gezinme ve göç davranışları dış etkilere göre değişmektedir. Karacalar yaşam alanları arasında göç güzergahları ile kesişen yollardan geçme eğilimindedirler. Araştırma alanında av türü olan karaca koruma altındadır. Türün korunması sonucu gelecek yıllarda popülasyonunda geometrik bir atış görüleceğinden, ekolojik sanat yapılarının bu alanda değerlendirilecek olması, karaca kaynaklı sorunların çözümüne katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Karaca türüne ait ekolojik isteklerin belirlenmesinde güncel yerli ve yabancı kaynaklardan yararlanarak, barınma, beslenme, sosyalleşme ve üreme alanları tayin edilmiştir. Uygun yaşam alanları belirlenmesinde karaca türünün ekolojik tercihleriyle yüksek korelasyon gösteren karar değişkenleri kullanılmıştır. Bu karar değişkenlerinin başka türler için de ortak etkenler olması nedeniyle modelin karar değişkenleri genellenerek kısıtlanmıştır. Karar değişkenine ait uygunluk derecelerinin belirlenmesinde FuzzyCell 2.0 yazılımı içinde çalışan Bulanık Mantık Yöntemi kullanılmıştır. FuzzyCell 2.0 yazılımının sadece ArcGIS 9.1 ve 9.3 yazılımları ile uyumlu çalışabilmesi nedeniyle, araştırmada gerçekleştirilen konumsal analizlerde ArcGIS 9.3 yazılımı tercih edilmiştir.

CBS tabanlı çalışan Çok Kriterli Değerlendirme (ÇKD) yaşam alanı uygunluk modelleri, önceki çalışmalardan da anlaşılacağı gibi doğruya en yakın sonuçları verebilmekte ve araştırmacıya esneklik sağlayarak doğal yaşam alanlarının içerdiği karmaşık ilişkileri genelleyerek anlaşılır hale getirebilmektedir. Ayrıca, ÇKD modellerinin CBS ile kolayca entegre olabilmesi bir diğer önemli avantajını oluşturmaktadır. Modelde oluşabilecek kayıpları azaltmak amacıyla CBS tabanlı ÇKD analizlerinde ve raster verilerin değerlendirilmesinde Boolean mantıksal işleçleri yerine bulanık üyelik derecelendirme yöntemi seçilmiştir. Yaşam alanı uygunluk değerlendirmelerinde daha hassas sonuçlar vermesi ve yaygın kullanımı bu yöntemin seçilmesinde etkin olmuştur.

Ülkemizde henüz ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesine yönelik bilimsel bir ölçüt bulunmadığından, çalışmada ekolojik sanat yapıları Kintsch ve Cramer (2011)'e ait sınıflandırmadan yaralanılarak değerlendirilmiştir. Bu tez kapsam olarak popüler bilim yaklaşımını sergilemek sosyal, siyasal gelişmelerin yanında sürdürülebilir kalkınmada farkındalık oluşturmada katkı sağlamak, yenilikçi bir yaklaşımı ortaya koymak, ilgili çevrelerde uygulamaya yönelik alternatifler sunmak için hazırlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Yol Ekolojisi ile İlgili Çalışmalar

Erdaş (1997), Orman yollarını Cilt I ve Cilt II şeklinde yayınlanan kitabında; orman yollarının tanımı, türleri, standartları, yapım bakım maliyetleri, projelendirme esasları, orman yollarına uygulanacak sanat yapıları tiplerinden ve hesaplamalarından bahsetmektedir. Orman yolları yapım esasları hakkında detaylı bilgiler verilmekte olup, yol yoğunluğunun ve standartlarının alanlara göre değişiklikler gösterdiğini açıklamaktadır.

Forman ve ark. (1998), yolların ekolojik olarak geçtikleri güzergahlarda ve çevresinde bulunan yaşam alanlarına verdiği zararları irdelemişlerdir. Çalışmada, yolların bariyer etkisi yaparak planlandığı yaşam alanlarında olumsuzluklara neden olduğu, bu olumsuzlukları azaltmada tüneller ve üst geçitler kullanımı sayesinde ekolojik akışın sağlanabileceğini önermişlerdir.

Spellerberg (1998), trafik ve yolların ekolojik etkilerini değerlendirdiği çalışmada yol ekolojisi kavramı kapsamına giren çalışmaları sınıflandırmıştır. Geçmişte yapılan çalışmalar değerlendirilerek, yolların inşaat aşamasında, inşaattan hemen sonra ve uzun vadede meydana gelen ekolojik etkiler ana başlıklar altında detaylı olarak ele almıştır. Bununla birlikte yolların yaban hayvanları ve çevreye etkileri üzerine gerçekleştirilmiş araştırmalar liste halinde ortaya koymuştur.

Lugo ve Gucinski (2000), orman yollarının fonksiyonu, etkileri ve yönetimi üzerine yaptıkları çalışmada, orman yollarını ekosistemin bir parçası olarak değerlendirmişlerdir. Yolların ekosistem yaklaşımıyla değerlendirilmesinin gerektiği, bulunduğu coğrafi ve topoğrafik konumlarına göre orman ve çevresiyle olumlu ve olumsuz ilişkilerinin bulunduğu, bu konu üzerine yapılması gereken çok fazla araştırma ve geliştirme çalışmalarına ihtiyaç duyulduğunu tespit etmişlerdir.

Seiler (2001), yolların ekolojik etkileri konusunda yapılan çalışmalar hakkında bir derleme yaparak, yolların yaban hayvanları üzerine nasıl etkiler sergilediğini ve bu konuda yapılması gereken çalışmaların neler olduğu hakkında bilgiler sunmuştur. Ayrıca, ekolojik geçitlerin yolların ekolojik etkisini azaltmada ve çift toynaklı türlerden kaynaklanan kaza oranlarındaki düşüşlerde etkisinin önemli olduğunu ortaya koymuştur.

Nelleman ve ark. (2003), Norveç'te bulunan Setesdal-Ryflke dağı ve civarında yaşayan geyik türlerine ait habitatların değişmesi üzerine araştırmalar yapmışlardır.

Çalışma sonucunda, bu bölgede inşa edilmiş hidroelektrik santraline bağlı elektrik hattı ve yolların alanda bulunan türlerin risk altına girmesine neden olduklarını tespit etmişlerdir. Bu olumsuz etkilerin minimize edilebilmesi için kontrollü ve planlı yapılaşmanın gerekliliğini vurgulamışlardır.

Jaeger ve ark (2005), yolların ortamdaki hayvan popülasyonlarını küçük gruplu popülasyonlara ayırması, kaynaklara ulaşımı sınırlandırması ve yaban hayvanı kazalarını arttırması nedeniyle habitat kalitesi ve kantititesini olumsuz etkileme potansiyelini araştırmışlardır. Çalışmayı, yolların çeşitli etkilerinin doğrudan puanlandırılmasıyla gerçekleştirmişlerdir. Bu etkilerin kapsamında 1) yolun ürkütücü etkisini (ses, yol yüzeyi) 2) popülasyon hassasiyetini, 3) yol büyüklüğü ve 4) trafik yoğunluğunu araştırmışlardır. Bu fonksiyonlardan yararlanılarak benzer habitatlara model oluşturma imkanlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, hayvanların yollardan etkilendiklerini ve özellikle yaşam alanları arasındaki geçişlerinde bariyer etkisi oluşturduklarını ortaya koymuşlardır.

Coffin (2007), yaban hayvanı araştırmacıları tarafından trafiğin yaban hayvanı üzerindeki etkisinin yolların ekolojik etkisi olarak değerlendirildiği, ancak yolların biyotik ve abiyotik etkilerinin de bulunduğu için bu etkilerin tek yönlü değil, çok yönlü ele alınması gerektiğini aktarmıştır. Dünden bugüne taşımacılık sektörünün gelişimiyle meydana gelen alan kullanımındaki değişiklikler sonucu, su, ışık ve mineraller üzerindeki değişimlerin bitki ve hayvan popülasyonları üzerine etkisini içeren ekolojik çalışmaların da yol ekolojisini kapsadığı vurgusu yapılmıştır.

Eker ve Çoban (2010) yürüttükleri çalışmada, yolların genel olarak potansiyel ekolojik zararları üzerinde durmuşlar ve yolların çevreye verdiği zararı sınıflandırılarak ekosistem üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Ekosistemi etkileyen nesne ve faktörlere bağlı olarak, orman yollarının orman içerisindeki yoğunluğu, araç sayısı vb. faktörlere bağlı olarak zaman içerisinde potansiyel ekolojik etkilerinin ortaya çıkacağını belirtmişlerdir.

Eker ve ark. (2010), orman yollarının sürdürülebilirlik için önemli olduğunu ve orman yollarının ekolojik özelliklerinin azaltılması için standartlarının bulunduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada yolların, kenar etkisi ve yol yoğunluğu değerlendirilerek planlanması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Morelle ve ark. (2013), 2003-2013 yılları arasında yol yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde meydana gelen evcil ve yaban hayvanı kazalarını irdelemişlerdir.

Çalışmaya konu olan yaban domuzu ve kızıl geyiklerin avlanma sayısı popülasyonun tahmininde kullanmışlardır. Zamansal olarak yapılan çalışmalarda, kazaların en yoğun olduğu dönemlerin hava karardıktan sonra, özellikle sisli ve dumanlı havalarda gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Kaza riski yüksek alanların konumsal olarak değerlendirilmesinde ise olayların olduğu yerlerde kapsamlı araştırmaların gerektiğini önermişlerdir.

2.2. CBS Tabanlı YUM ile İlgili Çalışmalar

Donovan ve ark. (1987), CBS ile yaban hayatı yaşam alanlarında modelleme üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, yabani hindiler için yaşam alanı uygunluk modeli oluşturmada türün yaşam alanı isteklerini ortaya koyan habitat uygunluk indeksi (HSI) yönteminden faydalanmışlardır. Modelde sekiz farklı faktörü üç gruba ayırarak (yaşam alanı karışımı, konumsal yaşam alanı dağılımı ve alan kullanımı), her bir faktör için 0 ile 1 arasında uygunluk değeri (UD) belirlemişlerdir. Her gruba ait değişken kendi grubu içerisinde ağırlıklandırılarak oranlanmış ve tesadüfü deneme alanlarından topladıkları verileri kıyaslayarak doğruluğunu test etmişlerdir. Genelleştirilmiş yaşam alanı gereksinimleri kullanılarak oluşturulan yaşam alanı modellerinde, CBS'nin etkin ve verimli bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Debeljak ve ark. (2001), sınıflandırma yöntemine dayalı yaşam alanı uygunluk tespiti üzerine yaptıkları çalışmada, geyik türünün habitat tercihleri göz önünde bulundurularak; yükselti, bakı, eğim, ibreli ormanlık alan oranı, yerleşim yerine uzaklık, ağaç gövde hacmi ve arazi örtüsü gibi karar değişkenlerini değerlendirmişlerdir. Radyo alıcılarla takip edilen üç geyik üzeriden genelleme yaparak türün yaşam alanı uygunluk analizlerinin sonuçlarını ortaya koymuşlardır. Aynı zamanda, bu tür genelleme modellerinin uygunluk analizi çalışmalarıyla karşılaştırıldığında, diğer geyik türlerinin yaşam alanlarını belirlemede etkin bir yöntem olacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Hirzel ve ark. (2001), CBS tabanlı yaşam alanı uygunluk modellerinin sanal türler üzerine oluşturmuşlardır. Birçok modelde yalnızca türün varlığı ile ilgili bilgi gerekirken bazı modellerde hem varlığı hem de yokluğu (absence) ile ilgili bilgilerden faydalanıldığını açıklamışlardır. Bu nedenle, her yöntemin kullanılan veri türlerine bağlı olarak avantajı ve dezavantajı olduğunu vurgulamışlardır. Yöntemde kullanılacak bilgilerin neler olduğunun iyi bilinmesi gerektiği, sanal tür üzerinden gerçek çevresel verilerin kullanıldığı CBS tabanlı yöntemlerin YUM oluşturmada en iyi yöntemlerden olduğunu savunmuşlardır.

Store ve Kangas (2001), CBS tabanlı YUM tasarlanmasında ÇKD'nin ve uzman görüşlerinin nasıl birleştirileceği konusuna açıklık getirmişlerdir. Çalışmada, verilerin CBS içerisine aktarılmasında sınıflandırmaların veri kayıplarına yol açtığını belirtmişlerdir. ÇKD yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)'nin CBS'ye aktarılmasında sınırlı sayıda sınıf bulunmasından dolayı yöntemin hassasiyetini kaybettiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında, sezgisel (heuristics) yaklaşımların daha etkili olduğu ve değerlerin toplu olarak bir araya getirilip değerlendirilmesinin daha sağlıklı sonuçlar ortaya koyabildiği sonucuna varmışlardır.

Store ve Jokimäki (2003) çalışmalarında, geniş ölçekli yaşam alanı uygunluk değeri (YUD) geliştirilmesinde kullanılan yöntemleri irdelemişlerdir. Birçok YUD'nin tek tür için hesaplandığı, aynı ekolojik koşullara sahip farklı türler için değerlerin bir araya getirilmesinde modellemenin kullanılması üzerinde çalışmışlardır. Yaşam alanından toplanan verilerin önemlilik düzeyi bu yöntemin uygunluğunu tartışılır hale getirmiştir. Bu nedenle birden fazla türün değerlendirildiği YUD'ler için önem düzeyi belirlemenin oldukça zor ve karmaşık bir çalışma olduğu ortaya konulmuştur.

Doswald ve ark. (2007), İsveç Alplerine yerleştirilen vaşak (*Lynx lynx*) türü için uzman grupların görüşlerine dayalı olarak türün yaşam alanı dağılım modelini oluşturmuşlardır. Araştırmada vaşak türüne ait bağımsız uzman görüşüne dayalı bir model oluşturulduktan sonra, radyo alıcılı takip sistemiyle tür için geliştirilen modelleme test edilmiştir. CBS tabanlı kullanım için hazırlanan veriler AHS kapsamında değerlendirilmiştir. Türün tercih ettiği topoğrafya, arazi örtüsü, besin ve ulaşım yollarına olan uzaklık gibi karar değişkenleri, yerel avcılar, avlak sahipleri gibi yerel bilirkişiler ile Almanya, İsviçre, Avusturya, İtalya ve Slovenya'dan bilim adamlarına sorularak değerlendirmeleri alındıktan sonra model geliştirilmiştir. Çalışmada, yerel uzman olarak seçilen kişilerin dışarıdan görüş bildiren bilim adamlarına kıyasla daha iyi uygunluk değerleri tahmini gerçekleştirdikleri sonucuna varılmıştır.

La Morgia ve ark. (2008), yapmış oldukları çalışmada, Bayesian modelleme yaklaşımıyla İtalya sınırları içerisinde kalan Alp Dağlarında yayılış gösteren karaca türü için yaşam alanı değişimlerinin alan kullanımına bağlı olarak modellenmesini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada daha güvenilir sonuçlara ulaşmak için yerel yönetimdeki karar vericiler ile uzman görüşlerinin katkıları sağlanarak yaban hayatı ve çevre ilişkisi değerlendirilmiştir. Arazi ölçümlerinde radyo frekanslı takip alıcıların türlerin konumsal bilgilerini sağlamada tek başına yetersiz kalacağı düşünülerek, dışkı sayımı ve

gözlemden de faydalanılmıştır. Çalışmada, tür habitat etkileşimlerini ve optimum koşulları ortaya koymak için Amerika Balıkçılık ve Yaban Hayatı Hizmetleri tarafından hazırlanan teknik bülten temel alınmıştır.

Belongie (2008), kurt sürülerinin yaşam alanlarının dağılımının tahminini yapmak üzere önceki yıllarda tür hakkında toplanmış bilgileri ve literatüre dayalı bilgileri CBS ortamında analiz etmiştir. Kurt sürülerinin dağılımlarında uygun alanların belirlenmesinde genel olarak kullanılan dört farklı karar değişkeni (yol yoğunluğu, alan kullanımı ve av yoğunluğu, birey sayısı) dikkate alınarak, 50 m çözünürlükte raster veri katmanları geliştirilmiştir. Çalışma alanı araştırmaya konu türün isteklerini karşılama derecesine göre sınıflandırılarak (1 uygun olmayan, 2 uygun, 3 en uygun), yaşam alanı dağılım alanlarının tespiti gerçekleştirilmiştir.

Gontier ve ark. (2010), CBS tabanlı yaşam alanı modellemelerinde kullanılan uygulamaları stratejik ve çevresel faklılıkları açısından değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, yaşam alanı modellemelerinde kullanılan dört farklı yöntem karşılaştırılmıştır. İsveç'in Stockholm bölgesinde iğne yapraklı ormanlık alanlarda bulunan Tepeli baştankara isimli kuş türü için uygulamalı olarak GARP, MAXENT, IDRISI Land Change Modeller ve HSI (Habitat Suitability Index) yaşam alanı tahmin yöntemleri test edilmiştir. Yaşam alanı modellerinin hemen hemen aynı oranlarda tahminler gerçekleştirerek olumlu sonuçlar verebildiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, bu modeller sayesinde yaşam alanlarında meydana gelen yok olmalarla ilgili senaryoların geliştirilebileceği ifade edilmiştir.

Carvalho ve ark. (2012), koruma ve kollamaya dayalı planlama çalışmalarında kullanılmak üzere kızıl geyik türüne ait yaşam alanlarını tespiti için çalışmalar gerçekleştirmiştir. Çalışmada, AHS ile CBS tabanlı ağırlıklı bindirme işlemi kullanılmıştır. Yaşam alanı dağılımlarının belirlenmesinde yerleşim yerine uzaklık, asfalt yollara olan uzaklık, su kaynağına uzaklık, bakı, tarım alanları ve ormanlık alanlar karar değişkeni olarak belirlenmiş, geniş alanlar için kızıl geyik yaşam alanı tahmin modeli ortaya konulmuştur.

WWF (2012), 2009 ve 2012 yılları arasında devam eden proje ile Kaplan türleri için ArcGIS ortamında çalışan uzman görüşüne dayalı yaşam alanlarında yapısal planlamalara ait uygunluk analizi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, "The Smart Infrastructure Planner" adlı deneme eklentisi genel amaçlı kullanıma sunulmuştur. Bu eklenti, YUM ve

yaban hayvanı koridorlarını hesaplamak ve bu alanlarda gerçekleştirilecek tesislerin konumlarını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır.

Aydın ve Eker (2012), çalışmalarında CBS tabanlı bulanık mantık yaklaşımının başarısını çığ ve sel kontrolü modellemesinde değerlendirmişlerdir. Bu çalışma kapsamında, FuzzyCell yazılımından yararlanılarak, Trabzon-Uzungöl'de çığ olaylarının meydana geldiği alanlar "çok düşük", "düşük", "orta", "yüksek" ve "çok yüksek" risk sınıflarına göre haritalandırılmıştır. Eğim parametrelerinin değerlendirildiği çalışmada bulanık haritalandırma işlemlerinin klasik yönteme göre daha akılcı sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir.

2.3. Yaban Hayvanı Geçit Koridorları ile İlgili Çalışmalar

Beier ve Noss (1998), Yaşam alanı koridorlarının kullanışlı olup olmadığı hakkında çalışmalar yapmışlardır. Çalışma kapsamında, yaşam alanlarının birleştirilmesi ve biyoçeşitlilik konusunda yapılmış altı kuş türü ve kangurular için oluşturulmuş bağlantı koridorları değerlendirilmiştir. "Koridor" terimi, yabani türlerin yaşamını sürdürebilmeleri için iki veya daha fazla önemli yaşam alanını birbirine bağlayan doğrusal yaşam alanları olarak ifade edilmiştir. Yaban hayvanlarının yaşam alanlarının birbirine bağlayan koridorlardaki geçişlerini temsil etmek için ise "geçit" terimini kullanmışlardır. Yaban hayvanı geçit koridorlarının değerlendirilmesinin bölgesel yapılması gerektiği ve o yörede bulunan tehdit fonksiyonlarının ele alınması gerektiği belirtilmiştir. Biyoçeşitliliği koruma çalışmalarında geçit koridorlarının önemli fonksiyonlarının olduğunu ve ayrıca türlerin geçit güzergahı olarak ekolojik koridorların kullanımlarında yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

Ruediger (2001), karasal memeli yaban hayvanları için inşa edilen ekolojik geçitler konusunda araştırma yapmıştır. Çalışmada son yıllarda artan yol yoğunluğunun ekolojik etkilerini azaltmada kullanılacak geçitlerde, boyutların, malzeme tipinin, ışıklandırma ve havalandırma durumlarının yaban hayvanı kullanımında göz önünde bulundurulması gerektiğini savunmuştur.

Beier ve ark. (2008), birbirlerinden ayrılmış yaban hayatı yaşam alanları arasında yapılacak olan bağlantı noktalarına ait matrisleri 16 farklı yol planına uygulamışlardır. Çalışmada, yaşam alanlarıyla ilişkileri kesilmiş yaban hayvanlarına ait alanları belirleyerek, bu alanlarda yaban hayatı geçit koridorlarının maliyetini alternatif

yöntemlerle minimuma indirmek ve en uygun ekolojik geçitleri ortaya koymak amaçlanmıştır.

LaRue ve Nielsen (2008), tarafından Kuzey Amerika'da Pumaların neslinin devamı için gerçekleştirilen çalışmada, türün yayılım göstereceği koridorlar belirlenerek, en uygun geçit güzergahları hesaplanmıştır. Bu araştırmada, uzman görüşlerine dayalı olarak AHS yöntemi kullanılarak yaşam alanı uygunluk değerlerine ait ağırlık değerleri belirlenmiştir. Geçit güzergahları, yaşam alanı uygunluk haritası (raster) üzerinden ArcGIS eklentileri kullanılarak hesaplanmış ve yaşam alanlarında hayatta kalabilecekleri alanlara ulaşmak için geçit güzergahları belirlenmiştir.

McCollister ve Manen (2010), tarafından yürütülen çalışmada, Amerika'da yeni yapılan üç ana yol güzergahında bulunan yaban hayvanı geçitleri kamera ve iz tuzaklarıyla izlenmiştir. Yollara inşa edilmiş yaban hayvanı geçitleri ve bariyerler kontrol edilmiştir. Yaklaşık 13 ay boyunca süren çalışmalarda 20'nin üzerinde tür tarafından 3614 hayvan geçişi gözlenmiş, alt geçitler ve yollardan kontrolsüz geçişi sınırlayan bariyerlerin yollarda meydana gelen kazaları %58 oranında azaltıcı etkisinin olduğu ortaya konulmuştur.

Hepcan ve ark. (2009), İzmir'de gerçekleştirdikleri çalışmalarında CBS yardımıyla ekolojik ağları belirleyerek alanda bulunan sırtlan, karakulak, vaşak gibi türler açısından değerlendirmişlerdir. Ayrıca, türler için önemli ekolojik koridorları ve bağlantı noktalarını ortaya koymuşlardır. Ancak, özel olarak yol ağları ve güzergahlarına uygulanacak sanat yapılarına yönelik çalışma yapmamışlardır.

Huck ve ark. (2011), Polonya'daki kurtların yaşam alanı içerisindeki geçirgenliğin belirlenmesi için en uygun maliyetli güzergah analiziyle (least-cost) ekolojik koridorların analizi birebir CORINE arazi sınıflarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, parçalanmış yaşam alanları arasında en uygun bağlantı koridorları üzerine araştırma yapılmıştır. Eldeki mevcut veriler dikkate alındığında, en uygun maliyetli güzergah analizinin yaban hayvanlarının geçit olarak kullandıkları güzergahların hesaplanmasında en iyi tahmin yaklaşımı olduğunu vurgulamışlardır.

Poor ve ark. (2012), göç davranışı gösteren Çatalboynuzlu antilop türünün korunması amacıyla yaşam alanı uygunlukları ve göç güzergahlarını modelleme yöntemleri üzerine Kuzey Amerika'da araştırma gerçekleştirmişlerdir. Çatalboynuzlu antilop göç güzergahlarının belirlenmesinde altlık olarak MAXENT ve uzman görüşüne dayalı AHS yöntemi ile belirledikleri yaşam alanı modellerini kullanmışlardır. Karar

değişkenleri olarak; su kaynağına olan uzaklık, bitki örtüsü, alan kullanımı, yola uzaklık, topoğrafik durum ve karşılaşabileceği muhtemel engeller ele alınmıştır. Yaban hayvanına ait göç güzergahlarının belirlenmesinde en uygun güzergah hesabı kullanılmıştır. Ayrıca, ortaya çıkardıkları göç güzergahlarında korunması gereken öncelikli güzergahlarda göçü engelleyen etkenlerin ortadan kaldırılması ve gerekli iyileştirme çalışmalarının yapılması için önerilerde bulunulmuştur.

Cushman ve ark. (2013), otoyol ağlarının yaban hayvanı geçit koridorları ile olan karşılaşma yerlerini araştırmışlardır. Yaban hayvanları için en uygun güzergah analizi tasarlayarak yollar ve yaban hayvanı geçitlerinin karşılaşma noktalarının tespitini gerçekleştirmişlerdir. Ortaya çıkan karşılaşma noktaları puanlandırılarak bu noktalarda önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Ayıların kullanılabileceği bir adet yaban hayvanı üst geçidi tespit etmişlerdir.

2.4. Ekolojik Sanat Yapıları ile İlgili Çalışmalar

Reed ve ark. (1975), yollarda meydana gelen yaban hayvanı kazalarına dikkat çekerek öküz geyiği türünün alt geçitleri kullanımlarını takip ederek uygun ekolojik alt geçit kullanımlarını incelemişlerdir. Çalışmada, öküz geyiklerinin bahar aylarından yaza doğru yükseklere göç ettikleri süreçte ekolojik geçitleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ekolojik geçit olarak kullanılacak sanat yapısının boyutlarının önemli olduğu (en az 4,27 m genişlikte ve yükseklikte, en kısa uzunlukta) ve alt geçitlerin tabanlarının doğal çamur tabakasıyla desteklenmesinin uygun olacağı belirtilmiştir. Ayrıca, sanat yapılarında gün ışığı ve aydınlatma lambalarına ihtiyaç olmadığı ortaya konulmuştur.

Foster ve Humprey (1995), yılında nesli tehlikede olan Florida panteri ve diğer memelilerin alt geçitleri kullanımı hakkında yaptığı çalışmada, dört adet alt geçit fotokapanlar ile gözlemlenmiştir. Çalışmada, Panter, Siyah ayı ve çoğunlukla toynaklı hayvanların alt geçitleri etkin olarak kullandıkları, aksi halde yol güzergahı üzerinden geçmeleri durumunda mutlak bir kazaya sebep olabilecekleri ifade edilmiştir. Alt geçitlerin kullanımında türün ekolojilerine bağlı olarak farklı zaman dilimlerinde (gece-gündüz) yaşam alanı içerisindeki dolaşım mesafelerinin etkin olduğu belirtilmiştir. Yollarda meydana gelecek kazaların azaltılmasında yolun bariyerlerle kapatılarak yaban hayvanı geçişini engellemenin daha düşük maliyetli bir yöntem olduğu, ancak bunun yaşam alanlarını birbirinden tamamen ayıracağı vurgulanmıştır. En uygun ekolojik alt geçidin

yerinin konumlandırılmasında, yaban hayvanlarının doğal yaşam alanları içerisindeki geçiş yerlerinin dikkate alınması gerektiği ortaya konulmuştur.

Putman (1997), geyiklerin neden olduğu trafik kazalarının azaltılması üzerine yaptığı çalışmada, Avrupa ve Amerika'da yaşanan kazaların türleri ve maliyeti hakkında bilgiler vererek Avrupa'da yaşanan yaban hayvanı kazalarında görülen artışa dikkat çekmiştir. Çalışmada, geyiklerle yaşanan trafik kazalarının azaltılması amacıyla yol kenarlarında alınması gereken önlemler irdelenmiştir. Bu önlemler kapsamında yapılması gereken ekolojik alt ve üst geçitlerin yanı sıra, uzaklaştırıcı tarzda sesli uyarı sistemleri ve kimyasallar, uyarıcı reflektörler, kenar bariyerler, yol kenarı bitki örtüsünün düzenlenmesi gibi yöntemlerin de kullanımı değerlendirilmiştir.

Clevenger ve ark. (2001), yaptığı çalışmada su tahliyesi için dizayn edilmiş menfezlerin yaşam alanı bağlayıcılığı ve memelilerin geçişini etkileyen faktörler üzerine araştırmalar gerçekleştirmiştir. Kanada'da bulunan Banff Milli Parkı'na ulaşımı sağlayan yol güzergahında önemli yaşam alanı ve menfez ebatlarına göre belirledikleri 36 menfezin yaban hayvanları tarafından kullanılıp kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Gözlemler sonucunda en az altı türün 618 geçişi belirlenmiş ve menfezleri geçiş için en çok kullanan türler tespit edilmiştir. Sanat yapılarının boyutlarının ve değerlendirilmesi gereken birçok etkenin yaban hayvanlarının menfezleri geçit olarak kullanılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Brudin (2004), Pensilvanya'nın en büyük anayol ağına sahip bölgesinde artan yaban hayvanı kazaları nedeniyle yaban hayatı popülasyonlarına verdiği zararı azaltmaya yönelik çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, güvenli geçitleri ve koridorları kullanarak 1) habitat bağlantılarını arttırmayı, 2) yaban hayvanı kazalarını azaltmayı ve 3) güvenli yol sürüşünü sağlamayı amaçlamışlardır.

Clevenger ve Waltho (2005), büyük boy memeli yaban hayvanlarının yollarda bulunan sanat yapılarını kullanımını araştırmışlardır. İnsan müdahalelerinin yoğun olduğu alanlarda büyük yırtıcı memeli ve av hayvanlarının (ayı, puma, geyik) boyut olarak büyük ve kısa mesafeli geçitleri kullandıklarını ortaya koymuşlardır. Kimi yırtıcılar için geçitlerin bitki örtüsüne uzaklığı negatif korelasyon gösterirken, boz ayı ve geyik türleri için pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda ekolojik geçitleri değerlendirmede iki yaklaşımın ön plana çıktığı ifade edilmiştir. Bunlar; 1) yaban hayvanlarının geçit olarak kullandığı sanat yapılarının zamansal ve konumsal olarak

gösterdiği kullanım farklılıkları ve 2) türlerin geçit olarak kullandığı sanat yapılarının tipi ve özelliği bakımından farklılıklardır. Büyük memeli türler için yollar arasındaki bağlantıların maksimize edilmesi, çok farklı boyut ve tipte sanat yapısının inşa edilmesi ve uzun vadeli planlar yaparak araştırmalara devam edilmesi gerektiği aktarılmıştır.

Mata ve ark. (2005), yolların parçaladığı karasal habitatlarda bulunan omurgalı yaban hayvanlarının geçit olarak kullandığı yer altı ve yer üstü geçitler ile özel olarak yaban hayvanları için hazırlanmış sanat yapıları araştırılmıştır. Geçitleri kullanan yaban hayvanları kameralar ve iz tuzakları gibi yöntemlerle gözlemlenmiş ve ardından istatistiksel olarak kullanım oranları ortaya konulmuştur.

Mata ve ark. (2008), yaban hayvanı geçitlerinin omurgalı hayvanlar tarafından kullanılıp kullanılmadığı konusunda çalışmalar yapmıştır. Araştırmada, dokuz adet yaban hayvanı geçidi, yedi adet kutu menfez, çok amaçlı kullanılan altı üst geçit, yedi alt geçit ve 14 menfez gözlemlenmiştir. Sanat yapılarına giriş çıkış yapan türlerin izlerini mermer tozu ile takip ettikleri çalışmalarında, sanat yapılarının boyutları ile kullanım oranları arasında yüksek bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Clevenger ve ark. (2008), Kanada'da yaşayan Siyah ayılar ile ana yollar arasındaki ilişkileri üç farklı yöntemle değerlendirmiştir. Araştırmacılar deneysel verilere, uzman görüşüne ve literatüre dayalı bilgilerden toplanan veriler sayesinde Siyah ayılar için uygun yaşam alanı modeli ortaya koymuşlardır. Bu modelleri, Siyah ayıların kazaya karıştığı alanları belirlemede kullanmışlardır. Ayrıca, bu çalışmada sunulan metodun yol planlamalarında güzergahların belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Glista ve ark. (2009), ekolojik sanat yapılarının yaban hayvanı kazalarını azaltıcı etkisi üzerine araştırma gerçekleştirmişlerdir. Yollara inşa edilen ekolojik sanat yapılarının tipleri ve durumlarının yanı sıra geçmişte konu ile ilgili olarak gerçekleştirilmiş çalışmaları değerlendirmişlerdir. Son yıllarda yaban hayvanı kazalarının önlenmesi amacıyla tasarlanan ekolojik sanat yapılarına ilginin arttığı tespit edilmiştir. Ekolojik tesislerin planlanmasının mühendisler ve yaban hayvanı biyologları tarafından birlikte gerçekleştirilmesi gerektiği ifade edilerek, bu konudaki önerilerini dört ana başlık altında toplamışlardır. Bu öneriler; 1) planlamaların öncesinde çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması, 2) yaşam alanı bağlantılarının ve yol ağı geçirgenliğinin önemli bir faktör olarak değerlendirilmesi, 3) yaban hayvanı kazalarını azaltmak için pahalı da olsa kazaları azaltıcı

tesislerin inşa edilmesi ve 4) yollarda meydana gelen kazaların belli programlar dahilinde izlenerek etkinliklerinin ortaya konulmasıdır.

Lesbarréres ve Fahrig (2012), yolların meydana getirdiği popülasyon parçalanmalarının azaltılmasında ölçütlerin neler olduğu ve nasıl gerçekleştiği konusundaki çalışmalarında ekolojik geçitleri konu alarak örnekler ile tartışmışlardır. Çalışmada, yolların yaban hayvanları göç güzergahlarını bölerek habitatlardaki gen akışını engellediği vurgulanmıştır. Bu olumsuzluğun ekolojik geçitler sayesinde önlenebileceği, ancak henüz yeterli çalışmaların yapılmadığına dikkat çekilmiştir. Ekolojik geçitlerin etkinliğini arttırıcı yöntemler belirleyen araştırmacılar, yolların projelendirilmeden önce bu geçitlerin değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. Bu çalışmada, projelendirme öncesi ve sonrası kontrolü ve etkisinin araştırılmasıyla elde edilecek verilerin kullanımıyla, ekolojik geçitlerdeki etkinliğin arttırılacağı model ortaya konulmuştur.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma alanı

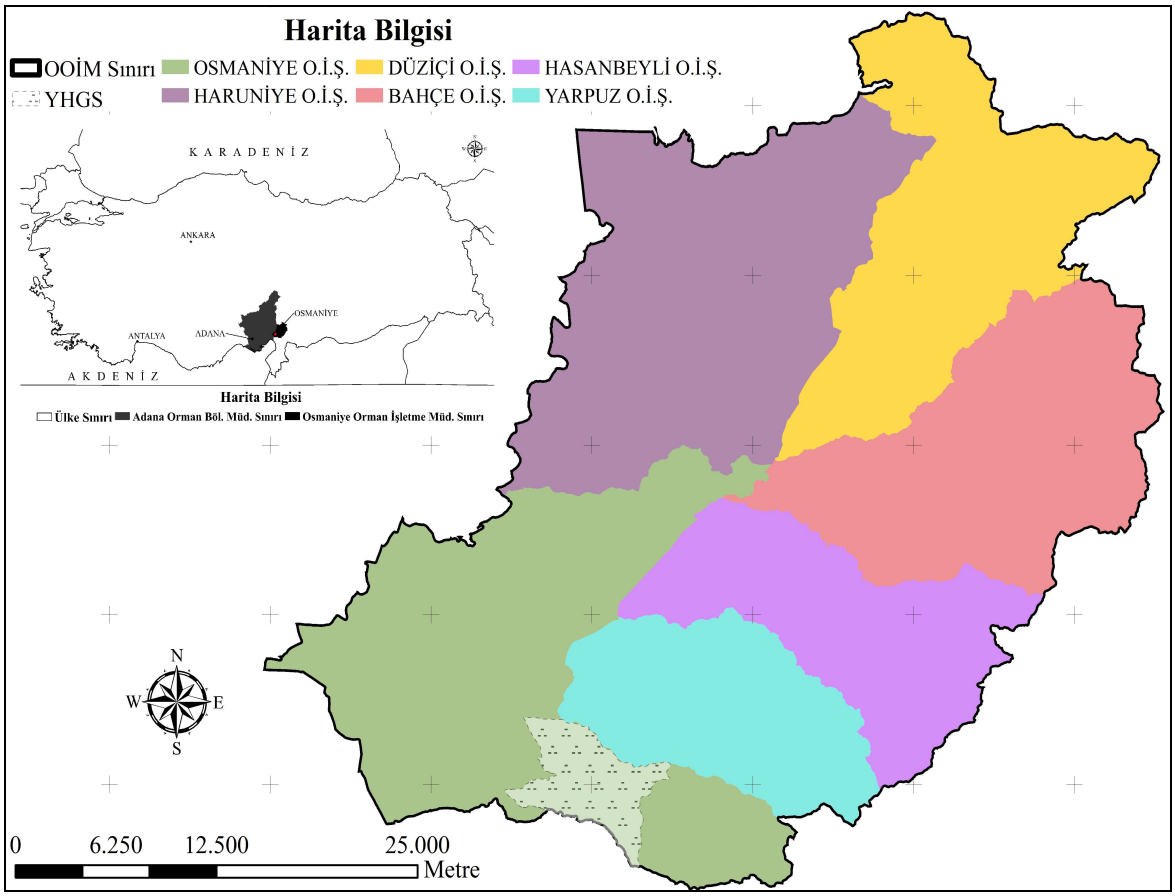
Türkiye'nin güneyinde, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Adana Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı olarak faaliyet gösteren yaklaşık 160.790 ha büyüklüğündeki Osmaniye Orman İşletme Müdürlüğü (O.O.İ.M.) araştırma alanı olarak seçilmiştir. O.O.İ.M. sınırları içerisinde 91.563 ha ormanlık alan bulunmakta olup, toplamda altı Orman İşletme Şefliği (O.İ.Ş.) tarafından yönetilmektedir. O.İ.Ş.'lerin sahip olduğu toplam yönetim alanları dağılımı Çizelge 3.1'de özetlenmiştir (Anonim, 2011) (Şekil 3.1).

Çizelge 3.1. O.O.İ.M.'deki O.İ.Ş. alanlarının dağılımı (ha)

İşletme Şefliği	Normal Orman	Bozuk Orman	Toplam Orman	Ormansız Alan	Toplam Alan
Bahçe	6.005,00	9.515,50	15.520,50	11.168,50	26.689 ,00
Düziçi	10.593,00	9.467,00	20.060,00	5.771,00	25.831,00
Hasanbeyli	9.374,00	4.693,00	14.067,00	4.718,50	18.785,50
Osmaniye	13.717,00	1.734,50	15.451,50	22.082,50	37.534,00
Yarpuz	9.678,00	4.133,50	13.811,50	1.901,00	15.712,50
Haruniye	6.804,00	5.691,00	12.495,00	23.743,50	36.238,50
TOPLAM	56.171,00	35.234,50	91.405,50	69.385,00	160.790,50

Alan içerisinde Osmaniye Zorkun Yaylası Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Çiftmazı Tabiat Parkı ve Kent Ormanı bulunmaktadır. Saha içerisinde ayrıca çok sayıda tarihi miras bulunmakta ve yoğun olarak rekreasyon amaçlı aktiviteler gerçekleştirilmektedir. Araştırma alanı içerisinde ulaşım karayolu (Otoyol, Karayolu, Köyyolu, İl yolu ve Orman Yolları) ve demiryolu üzerinde gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2006).

Ekolojik bakımdan zengin ve yapısal gelişimi hızla desteklenen politikalara sahip, gelecek yıllarda sanayi şehirleri içerisinde değerlendirilen kalkınma öncelikli illerden Osmaniye ili, Kafkasları, Amanoslara ve Afrika kıtasına bağlayan Anadolu diyagonalı içerisinde yer almakta olup, coğrafi konumu itibariyle zengin biyolojik çeşitliliğe sahip bakir alanlara sahiptir.



Şekil 3.1. Araştırma alanı konumunu ve O.O.İ.M. sınırları

Araştırma alanının coğrafi konumu itibariyle, Batı Akdeniz'i Güneydoğu Anadolu'ya bağlayan orman içi ve kenarı işlek yol ağlarına sahip olması, geçit görevi görmesi, yaygın yayla turizmi, tarım, besicilik, ormancılık, madencilik ve sanayileşme faaliyetleriyle yeni ulaşım ağı planlamalarının gerçekleştirilmesi alan seçiminde diğer önemli etkenler olmuştur (Anonim, 2011; Aytaç ve Semenderoğlu, 2012).

3.1.2. CBS veri tabanı

3.1.2.1. Topoğrafik haritalar

Araştırma alanının yol ve sanat yapılarının durumları ve konumlarının tespiti ile geometrik referans işleminin gerçekleştirilmesinde 1/25000 ölçekli 19 adet topoğrafik harita (N36b2, N37a1, N36b4, N36b3, N37a4, N37a3, N36d2, N36c1, N36c2, O36a2, O36b1, O36b2, N37d1, N37d2, N36d4, N36d3, N36c4, N36c3, N37d4) kullanılmıştır. Aynı zamanda, alandaki yol ağları veri katmanı topoğrafik haritaların kontrolünde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2.2. Sanat yapılarının konumları

Araştırma alanındaki sanat yapılarına ait konum ve boyut bilgileri KGM tarafından sayısal ortamda üretilmiş haritalardan elde edilmiştir (KGM, 2013). Bu sayısal haritalardaki veriler, tespiti yapılan yollar ve potansiyel yaban hayvanı geçitlerinin çakışma noktalarında ve civarında mevcut sanat yapılarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır.

3.1.2.3. Amenajman haritaları

Çalışma kapsamında O.O.İ.M.'nün 2002 yılına ait sayısal amenajman haritaları kullanılmıştır. Bu haritalar yardımıyla alandaki mevcut bitki örtüsü, meşcere tipleri, kapalılık ve çağ sınıflarının konumsal dağılımları belirlenerek, CBS veri tabanına modelin değişkeleri olarak eklenmiştir (OGM, 2013).

3.1.2.4. Uydu görüntüsü

Landsat uydu görüntüleri, ASTER GDEM V2 (≅30 m) sayısal yükselti modeli (SYM) (N38-N39: E035 - E036, E036 - E037, E037 - E038 / N37 - N38: E035 - E036, E036 - E037, E037 - E038 / N36 - N37: E036 - E037, E037 - E038) alanın eğim, yükselti ve topoğrafik yapısını ortaya koymak için kullanılmıştır (URL-3; Tachikawa ve ark., 2011).

3.1.2.5. Arazi sınıfları haritası

Araştırma alanının sahip olduğu alan kullanım durumlarının belirlenmesinde CORINE (Corine Land Cover - Versiyon 12/2009) arazi sınıfları ve sınıflara ait tanımlamalarının bulunduğu sayısal vektör veriler kullanılmıştır (Bütner ve ark., 2010; EEA-2013).

3.1.2.6. Memeli türlerin dağılımı

Araştırma alanında mevcut yaban hayvanı türlerinin belirlenmesi ve alansal dağılımlarının tespitinde IUCN tarafından güncellenmiş memeli türlere ait sayısal ortamdaki konumsal dağılım haritaları kullanılmıştır (IUCN, 2012). O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan YHGS sınırları ve koruma öncelikli türlerin belirlenmesinde Milli Av Komitesi Kararları (MAKK) dikkate alınmıştır (MAKK, 2013). Karaca türüne ait ekolojik bilgiler ise KSÜ Kütüphanesi ve uluslararası yayınlara erişim sağlayan kataloglardan ulaşılan literatürlerden faydalanılmıştır. Bunun yanı sıra DKMP Osmaniye Şube müdürlüğüne ait envanter çalışmalarıyla kurumda ilgili mühendisler ve yerel avcılar ile mülakatlar yapılmıştır.

3.1.3. Kullanılan ölçüm aletleri ve yazılımlar

Arazi çalışmalarında yersel konumların ve mevcut yol ağlarının konumlarının belirlenmesi ile potansiyel ekolojik sanat yapılarının konumlarının tespit edilmesinde Garmin Oregon 650 marka küresel konum belirleme cihazı (GPS) kullanılmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Garmin Oregon 650 el tipi GPS'in önemli teknik özellikleri

Boyutlar	Değerler
Ekran Boyutları	3,8 x 6,3 cm; 7,6 cm çapraz
Ekran Çözünürlüğü	240 x 400 piksel
Ekran Özellikleri	Işık yansıtmayan renkli TFT dokunmatik
Ağırlık	209,8 gram (piller ile)
Batarya	Şarj edilen NiMH 2 adet AA pil
Batarya çalışma süresi	16 saat
Yüksek hassasiyetli GPS alıcısı	Var
Harita ekleyebilme özelliği	Var
Rota kaydı	200
Alan hesaplama	Var
Birimler arası transfer (benzer cihazlar kablosuz olarak, bilgi paylaşabilme)	Var (resim ve özel haritalar dahil)
Dokunmatik Ekran	Var
Kamera	Var (8 megapiksel otofokuslu ve dijital zoom)
Nokta Kaydı	10,000 nokta kaydı, 200 iz kaydı
Yol Kaydı/Favoriler/Yerler	4000
Özel Haritalara Uyumlu	Var
Fotoğraf Navigasyon	Var
Özel POIs (ilgi alanınız olan noktaları ekleyebilme özelliği)	Var
Fotoğraf İzleme Özelliği	Var
Elektronik Pusula	Var (eğim dengeleyen 3 eksenli pusula)
Otomatik Navigasyon Özelliği	Var

Sanat yapılarının ölçülmesinde ve diğer ölçüm işlemlerinde WEISS marka çelik şerit metre kullanılmıştır. Alanın güncel durumunu belirlemek, sanat yapılarının durumlarını kaydetmek ve sanat yapısı giriş-çıkışlarındaki izleri görüntülemek amacıyla dijital fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Sanat yapılarının iç kısımlarının kontrol edilmesinde el projektörü kullanılmıştır (Şekil 3.2)

Verilerin analizinde ArcGIS 9.3, ERDAS 9.0, AutoCAD Civil 3D, Microsoft EXCEL ve FuzzyCell yazılımları kullanılmıştır (Şekil 3.3). Belirlenen potansiyel ekolojik sanat yapılarını geçit olarak kullanan yaban hayvanları geçişlerini gözleyebilmek ve karaca türünün alandaki varlığını tespit etmek için Moultrie marka D-55IRXT serisi fotokapan kullanılmıştır (Çizelge 3.3, Şekil 3.4).



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan bazı cihazlar (GPS, şerit metre ve fotoğraf makinesi)



Şekil 3.3. FuzzyCell yazılımı ana ekranı



Şekil 3.4. Moultrie D-55IRXT fotokapan

Çizelge 3.3. Moultrie D-55IRXT'ye ait teknik özellikler

Fotoğraf Kalitesi	Değerler
Düşük	1280 x 960 (1,3 MP)
Orta	2048 x 1536 (3,2 MP)
Yüksek	2560 x 1920 (5,0 MP)
Fotoğraf Çekim Modu	
Hibrid	Hareket algılama ve zaman ayarlı çekim
Trail	Hareket Algılama
Plot	Zaman ayarlı çekim
Video Kalitesi	
Yüksek	640 x 480 @ 24fps (AVI)
Düşük	320 x 240 @ 24fps (AVI)
1GB SD card için	
Düşük	900 tane
Orta	1250 tane
Yüksek	3500 tane
1GB SD card için	
Yüksek	30 Dak
Düşük	60 Dak
Maksimum Eklenebilir Hafıza	32 GB
Alan tarama açısı	55 Derece
Batteries Alkaline C-cells	6 Adet C tipi Orta boy pil
Tarama mesafesi	13,7 +/-1,5 m
Hareket Algılayıcı Sensör	Var
Boyut	15,24 x 12,7 x 8,9 cm
Fotoğraf Baskı Bilgisi	Sıcaklık - Tarih - Saat - Rumuz
Ayar Ekranı	LCD

3.1.4. Kullanılan çizelgeler

YUM oluşturulması aşamasında amaç fonksiyonlarında kullanılmak üzere toplam dokuz karar değişkeni değerlendirilmiştir. Karar değişkenlerinin her biri için ayrı ayrı tablolar oluşturulmuştur. MS EXCEL ortamında oluşturulan tablolarda, değişkenlere ait kriterlerin kodlarını, uygunluk derecelendirmelerini (UD), bunların maksimum ve minimum değerlerini ve UD'nin yüzde olarak değerlerini içeren sütunlar kullanılmıştır. Aynı zamanda değişkenlerin modele olan etki ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan ortalama (Ort.) değerler içinde tabloda yer ayrılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Karar değişkenleri UD'nin belirlenmesi için kullanılan örnek veri tablosu

Kod	Kriter Adı	Uygunluk Derecesi (UD)		UD	UD (%)
		Maksimum	Minimum		
Ortalama (Ort.)					

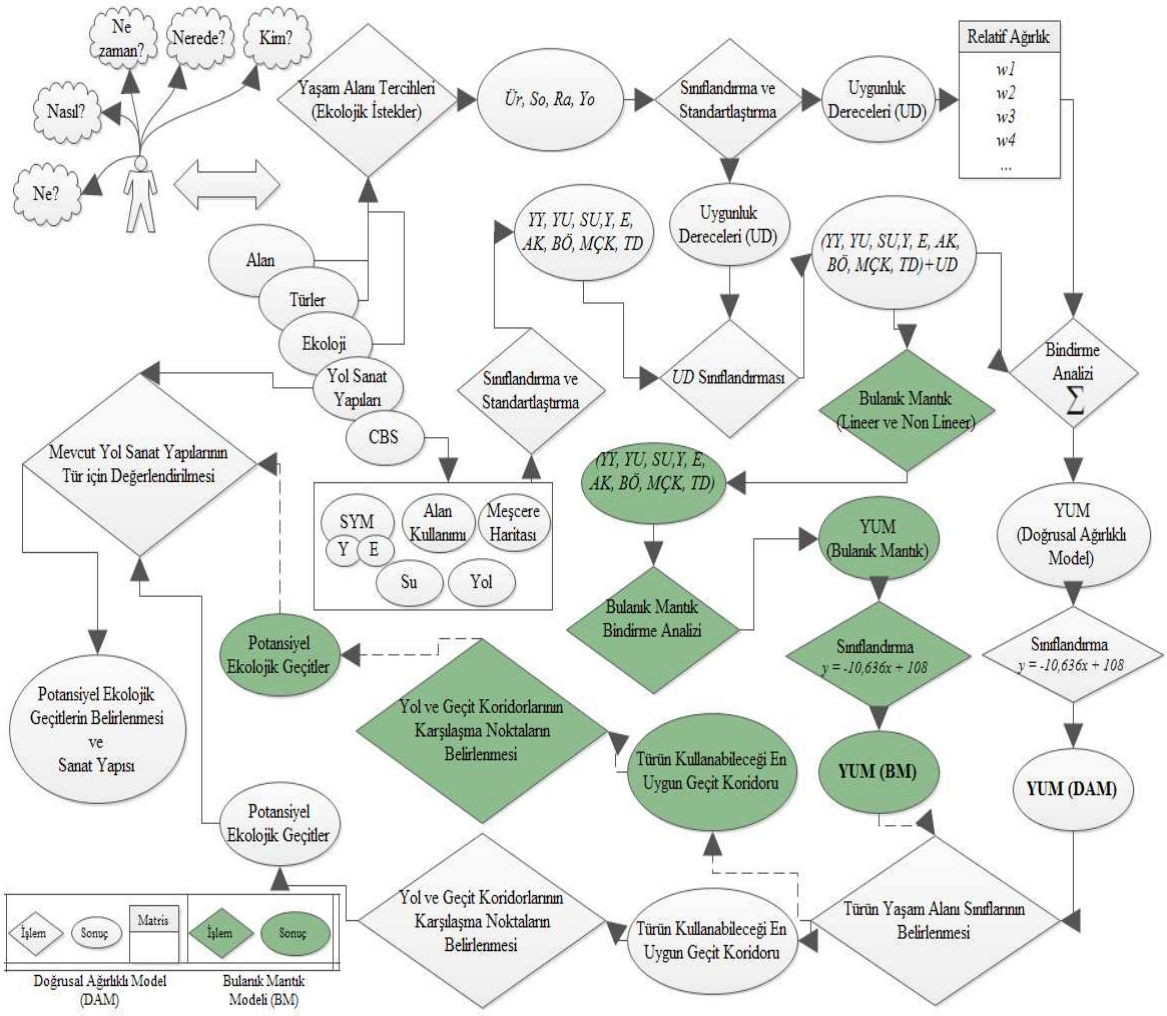
Karaca türünün potansiyel ekolojik geçit koridoru olarak kullanacağı güzergahların yollar ile kesiştiği kesişme noktaları için mevcut sanat yapıları ve yeni planlanacak ekolojik sanat yapısına ait konum, tür, tip ve boyut bilgilerinin değerlendirilmesi amacıyla Veri Kayıt Tablosu (VKT) oluşturulmuştur (Çizelge 3.5)

Çizelge 3.5. Potansiyel ekolojik geçit noktası için örnek veri kayıt tablosu (VKT)

No	Yol Özellikleri			Geçit Noktasına ≤500 m mesafede Sanat Yapısı Var Mı?					Evet	Hayır		Not
	Tipi	Kaplama Malzemesi	Genişliği (m)	UTM Koordinat		Tipi	Malzeme Türü	Geometrik Şekil	Boyut (m)			
				X	Y				Uzunluk	Genişlik	Boy	

3.2. Metod

Çalışmanın metodolojisine ait temel akış şeması Şekil 3.5'de sunulmuştur. Çalışmada tercih edilen araştırma alanının seçimi coğrafi ve ekolojik durumu ile ilgili olarak sahip olduğu koruma statüleri değerlendirilerek yapılmıştır. Ekosistem içerikli CBS tabanlı ÇKD yaklaşımıyla araştırma alanında ekolojik, ekonomik ve sosyal yönden önem düzeyi yüksek, yaşam alanı daralmış, yaşam alanları içerisinde bulunan orman içi ve kenarı yolları geçit olarak kullanan karaca türü ve türün ekolojik bilgileri literatürden tespit edilmiştir. Daha sonra, alana ait YUM, karaca türünün ekolojik tercihleriyle yüksek korelasyon gösteren karar değişkenine ait Uygunluk Derecesi (UD), Doğrusal Ağırlıklı Model (DAM) ve Bulanık Mantık Yöntemleri (DBM ve DOBM) kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5. Metodolojiye ait temel akış şeması

Türün göç davranışı gösterebileceği hassas alanlara ulaşmasını sağlayacak en uygun geçit koridorları, En Uygun Maliyetli Güzergah Analizi (least-cost) yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Yol güzergahları ile türün kullanabileceği geçit koridorlarının kesiştiği muhtemel geçit noktaları belirlenerek, bu noktalar arazide kontrol edilmiştir. Kesişme noktası merkezi başlangıç alınarak türün yayılış gösterdiği alanın ortalaması kadar yarıçaplı (500 m) dairesel alanlar oluşturularak, belirlenen noktalarda ve zonlarda mevcut sanat yapılarının ekolojik sanat yapısı olma nitelikleri değerlendirilmiştir. Sanat yapısı olmaması durumunda ise bu noktalar için uygun ekolojik sanat yapıları önerilmiştir.

3.2.1. Araştırma alanı içerisindeki yaban hayvanlarının belirlenmesi

Araştırma alanı içerisinde doğal yayılış gösteren türler, IUCN'in 2012 yılında memeli yaban hayvanlarıyla alakalı gerçekleştirdiği çalışmadan faydalanılarak tespit edilmiştir (IUCN, 2012). Türlerin, Türkçe-Latince isimlendirmeleri ve sistematikteki yerleri TÜBİTAK tür veri tabanından kontrol edilmiştir. Çalışma alanında belirlenen tür dağılım haritaları ile ekolojik istekleri yine IUCN, MAKK ve Doğa Koruma ve Milli Parklar yetkilileri ile ulusal ve uluslararası literatürlerden araştırılarak ortaya konmuştur. Alan içerisinde bulunan YHGS içerisindeki öncelikli tür olan karacanın popülasyon durumları hakkında bilgi, ilgili kurumdan temin edilmiştir. Çalışma kapsamında karaca türüne ait Zorkun Yaylası YHGS planları göz önünde bulundurulmuştur (DKMP, 2013). Türün varlığının kanıtlanması ve güzergahların değerlendirilmesi için sahaya fotokapan yerleştirilmiştir. Bunun yanı sıra yörede bulunan yerel halk ve avcıların alanda bulunan türler hakkındaki bilgileri değerlendirilmiştir.

Fotokapan çalışmaları

Araştırma alanı içerisinde bulunan karaca türünün hem alandaki varlığının tespit edilmesi hem de türün muhtemel geçit olarak kullandığı noktaların tespiti amacıyla fotokapan yerleştirilmiştir. Fotokapan yol güzergahlarına yakın noktalara kurulmuştur ve kurulum bittikten sonra hızla alandan çıkılmıştır. Fotokapan ile takip en az 2 gün en fazla 20 gün aralıklarla 8 aylık süre içerisinde tespit edilen özellikli alanlarda arazinin farklı noktalarında kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Araziye fotokapan kurulumu

3.2.2. Yaşam alanı uygunluk modeli türü ve türün ekolojik tercihleri

YUM'de yaban hayvanı olarak; ekonomik fayda sağlayan, av hayvanı olarak korunan ve alanda hedef tür olarak bulunan karaca türü değerlendirilmiştir. Karaca türünün alandaki varlığının ulusal ve uluslararası kaynaklarda kesin olarak tespit edilmiş türlerden olması ve literatürde türün ekolojik isteklerine yönelik çok sayıda çalışmanın bulunması modelde kullanılacak fonksiyonların belirlenmesinde önemli katkılar sağlamıştır (Sempere ve ark., 1996; Rossi ve ark., 2001; Oğurlu, 2004; Li-wei ve ark., 2006; Pagon, 2010; Beşkardeş ve ark., 2008).

Son yıllarda aşırı avlanma sonucu nesli neredeyse tehlike altında bulunan, yaşam alanı değişimlerine karşı duyarlı ve hassas türler olarak bilinen karacaların aynı zamanda yollarda kazalara sebebiyet veren türler arasında bulunması hedef tür olarak seçiminde etkili olmuştur (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996; Sempere ve ark., 1996; Madsen ve ark., 2002; Beşkardeş ve ark., 2008; IUCN, 2012). Yaban hayvanı türlerinin ekolojik ihtiyaçlarının yöresellikten kaynaklanan ayrıntılarının elde edilmesi amacıyla karaca türü için oluşturulan modele ait fonksiyonlar ve karar değişkenlerine ait görüşler Osmaniye DKMP mühendislerine ait uzman görüşleri de alınarak modelde kullanılan fonksiyonların uygunluğu değerlendirilmiştir.

3.2.3. CBS verilerinin düzenlenmesi

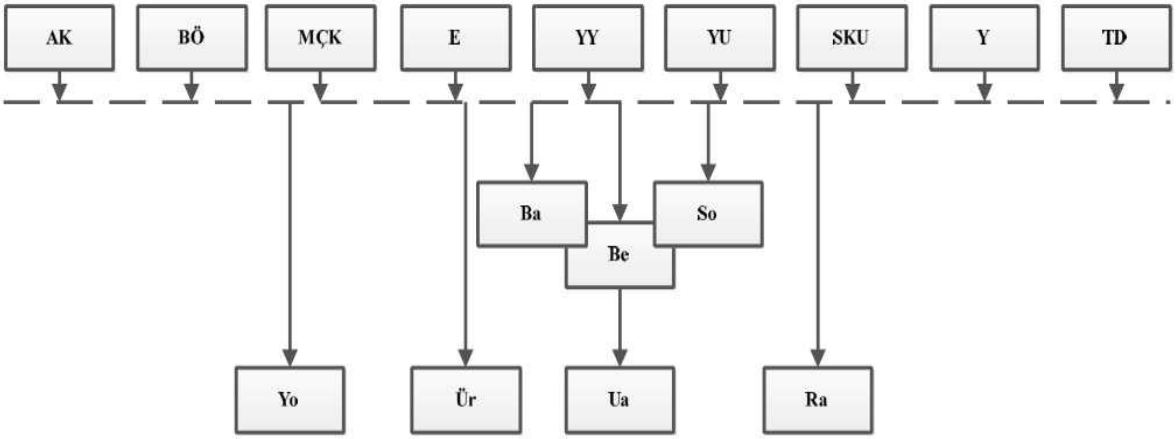
Topoğrafik haritalar ve uydu görüntülerinin kalibrasyonları araştırma alanından küresel konum belirleme cihazı (GPS) sayesinde toplanan noktalara göre ERDAS yazılımı aracılığıyla European DATUM 37N UTM koordinat sistemine göre gerçekleştirilmiştir. Sayısal ortamda elde edilen vektör tabanlı veriler kontrol edilerek çizimlerdeki hatalar düzeltilmiştir. Koordinat sistemleri raster tabanlı verilerle aynı olacak şekilde standartlaştırılarak eş hale getirilmiştir.

Alanın topoğrafik bilgilerini ortaya çıkarmak için ASTER SYM verisi (30 m x 30 m) kullanılarak ArcGIS 9.3 konumsal analiz (Spatial Analyst) eklentisi içerisinde bulunan özellikler (Raster surface) yardımıyla; bakı, yükseltisi (m) ve eğim hesabı (derece) yapılmıştır. Vektör tabanlı veri katmanları, 30 m x 30 m çözünürlüğünde raster verilere dönüşümleri gerçekleştirilerek hazırlanmıştır.

3.2.4. Karar değişkenlerinin belirlenmesi ve amaç fonksiyonları

Karacalar bulundukları ortama çabuk adapte olabilen geyik türlerindendir. Besinleri konusunda seçici olan karacalar, yaz ve kış aylarında kendilerine uygun sıcaklık arayışında olup, kısmi göçler gerçekleştirmektedirler (Mysterud, 1999; Carvalho ve ark., 2008). Bu kapsamda ele alınan modele uygulanacak amaç fonksiyonları türün temel ekolojik yaşamını içeren davranışlar dikkate alınarak geliştirilmiştir. Bu davranışlar arasında çiftleşme (Ür), uygun alanlar (Ua), barınma (Ba), beslenme (Be), sosyalleşme (So), rastlantısal olarak görüldüğü ve yaşamını kısmen sürdürebileceği alanlar (Ra), kesinlikle türün yaşamayacağı alanlar (Yo) olarak değerlendirilmiştir.

Amaç fonksiyonlarında kullanılacak karar değişkenlerinin, literatürde yer bularak açıklanabilir olması ve türlerin ekolojik tercihleriyle yüksek korelasyon göstermesi öncelikli tercih nedenleridir (Doswald ve ark., 2007). Bu çalışmada uygun yaşam alanlarının belirlenmesinde karaca türünün ekolojik tercihleriyle yüksek korelasyon gösteren karar değişkenleri kullanılmıştır. Bu karar değişkenlerinin başka türler için de ortak etkenler olması nedeniyle modelin karar değişkenleri genellenerek kısıtlanmıştır. Çalışmada dikkate alınan karar değişkenleri; Arazi kullanımı (AK), Bitki örtüsü (BÖ), Meşcere çağı ve kapalılığı (MÇK), Eğim (E), Yol yoğunluğu (YY), Yola Uzaklık (YU), Su kaynağına uzaklık (SKU), Yükselti (Y), Topoğrafik durum (TD) olmak üzere toplamda dokuz ekocoğrafik veriyi içermektedir (Zimmermann, 2004) (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Amaç fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan hiyerarşi

Modelin tasarlanmasında deneysel verilerin kullanılmasının yanı sıra, uzman kişilerin katılım gösterebilmesi ve literatüre dayalı bilgilerin kullanımının sağlanması amacıyla genelleştirilmiş bir yaklaşım sergilenmiştir. Bu nedenle, Amerikan Balıkçılık ve Yaban Hayatı Servisi tarafından kullanılan Yaşam Alanı Değerlendirme Prosedürü (Habitat Evaluation Procedure-HEP) araştırmaya konu karaca türünün ekolojik ihtiyaçlarına göre YUM'nin tasarlanmasında yöntem olarak tercih edilmiştir (ESM102, 1980; ESM103, 1981; Gontier ve ark., 2010). Amaç fonksiyonlarının belirlenmesinde kullanılan karar değişkenlerinin derecelendirme usulüne dayanan bu yöntemde, türe ait önceki literatür çalışmaları ve eldeki konumsal verilerin hassasiyeti dikkate alınmıştır (Guisan ve Zimmermann, 2002).

Çalışma kapsamında, arazi kullanımı CORINE arazi sınıflarına göre 44 sınıf, bitki örtüsü 9 sınıf, O.O.İ.M. Orman Amenajman Haritalarına göre meşcere çağı ve kapalılığı 41 sınıf, eğim 10 derece aralıkla 9 sınıf, yol yoğunluğu 0,5 m/ha aralıkla 10 sınıf, yola uzaklık 125 m aralıkla 12 sınıf, su kaynağına uzaklık 250 m aralıkla 8 sınıf, yükselti 100 m aralıkla 30 sınıf ve topoğrafik durum tercihleri 6 sınıfta alt kriterlere ayrılarak değerlendirilmiştir (Weiss, 2001; Zimmermann, 2004; Ratikainen, 2005; Ratikainen ve ark., 2007).

3.2.4.1. Arazi kullanımı

CORINE ait vektör tabanlı veri tabanı sınıflara ayrılarak araştırma alanı içerisinde bulunan alanların arazi kullanım durumları belirlenmiştir. Vektör olan bu veri modelin içerisine her bir sınıfa ait alan kullanım durumu farklı sayılarla atanarak kodlanmıştır. Daha sonra, Ek Çizelge 1 yardımıyla UD ve UD'ye ait yüzdelik (%) değerlere çevrimleri yapılmıştır.

3.2.4.2. Bitki örtüsü

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan işletme şefliklerine ait orman amenajman haritaları öznitelik tablolarından yararlanılarak, toplamda dokuz farklı sınıfa ayrılmış ve sınıfların her biri farklı sayılar atanarak kodlanmıştır (Çizelge 3.6). Bu sınıflamalara giren verilerin alt sınıfları orman amenajman planları öznitelik tablolarında bulunan türler değerlendirilerek, UD ve UD'ye ait yüzdelik (%) değerlere çevrimleri yapılmıştır (Ek Çizelge 2).

Çizelge 3.6. Bitki örtüsü sınıfları

Kod	Sınıflar
1	İğne Yapraklı Ormanlar
2	Geniş Yapraklı Ormanlar
3	Karışık Ormanlar
4	Otlak (Çayır, mera)
5	Orman Toprağı
6	Çorak Arazi Tipleri (Kum, Taş, Kaya, Ocak gibi)
8	Yerleşim ve Tarım Alanları (Ziraat, İskan)
9	Sulak Alanlar

3.2.4.3. Meşcere çağı ve kapalılığı

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan işletme şefliklerine ait orman amenajman haritaları, öznitelik tablolarından yararlanılarak toplamda meşcere tiplerine ait çağlar ve kapalılıklar 22 sınıfa, diğer rumuzları (otlak, su vb.) ise yalnızca kapalılık ve çağ durumları bakımından değerlendirmek üzere 19 farklı sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 3.7). Toplamda 41 sınıfa ayrılan bu fonksiyon, çağ ve kapalılık değerlendirmeleri açısından ele alınarak uygunluk derecelendirmeleri yapılmıştır (Ek Çizelge 3).

O.O.İ.M.'ye ait orman amenajman planlarında kullanılan rumuzlar literatürde türün ihtiyacını karşılayacak sınıflara göre belirlenmiştir. Çizelge 3.7'de kullanılan sınıflandırmalardaki rumuzlara ait ifadelerin değerlendirilmesi ve anlaşılır olabilmesi için Çizelge 3.8'de belirtilen tanımlar göz önünde bulundurulmuştur.

Çizelge 3.7. Meşcere çağı ve kapalılığı sınıfları

Kod	Sınıflar	Kod	Sınıflar
1	a0	23	OT
2	a1	24	Su
3	a2	25	Bataklık
4	a3	26	İskan
5	ab1	27	Kumlu, Çakıllı alan
6	ab2	28	Gençlik
7	ab3	29	Alüvyal
8	b1	30	Erozyon
9	b2	31	Taşlık, Kayalık
10	b3	32	Kumul
11	bc1	33	Kum, Kaya
12	bc2	34	İskan ve Ziraat
13	bc3	35	Sulu Tarım
14	c1	36	Sezonluk Tarım Alanı
15	c2	37	Susuz Tarım
16	c3	38	Maden Sahası
17	cd1	39	Çalılık-Tek yıllık Bitkiler
18	cd2	40	Yol
19	cd3	41	Meyve Ağaçları
20	d1		
21	d2		
22	d3		

Çizelge 3.8. MÇK sınıflarında kullanılan rumuzlar

%11 - 40 kapalılıktaki meşcereler (1) kapalı %41 - 70 kapalılıktaki meşcereler (2) kapalı %71'den fazla kapalılıktaki meşcereler (3) kapalı B = % 0 - 10 arasında kapalılık 1 = %11 - 40 arasında kapalılık 2 = %41 - 70 arasında kapalılık 3 = %71 ve üzerinde kapalılık
a: Gençlik (0-7,9 cm) b: Sırıklık Direklik (8-19,9 cm) c: İnce ağaçlık (20-35,9 cm) d: Orta ağaçlık (36-51,9cm) e: Kalın ağaçlık (>51,9cm)

3.2.4.4. Eğim

Aster SYM modeli kullanılarak araştırma alanı içerisindeki eğimler 10'ar derece (º) farkla 10 eğim grubuna ayrılmıştır (Frair ve ark., 2005) (Çizelge 3.9). Karaca türünün ekolojik olarak tercih ettiği eğim sınıflarına ait UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) değerlere çevrimleri için Ek Çizelge 4'ten yararlanılmıştır.

Çizelge 3.9. Eğim sınıfları

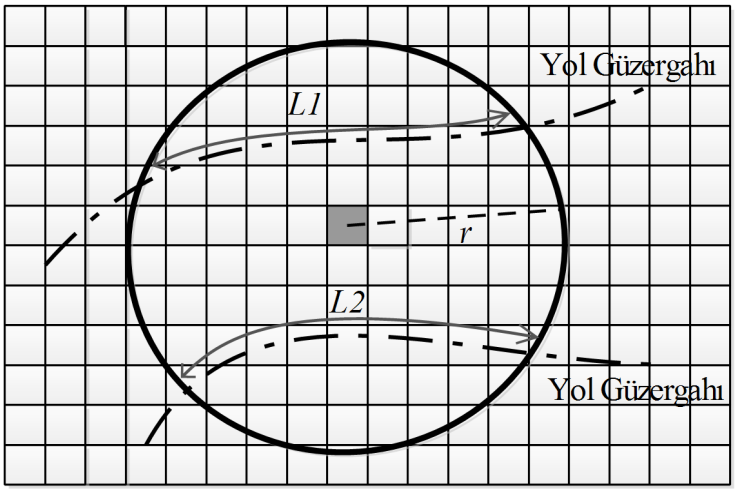
Eğim Sınıfları	Aralıklar (Derece)		
1	0	-	10
2	10	-	20
3	20	-	30
4	30	-	40
5	40	-	50
6	50	-	60
7	60	-	70
8	70	-	80
9	80	-	90

3.2.4.5. Yol yoğunluğu

Araştırma alanı içerisindeki yol yoğunluğu (YY) hesabı, ArcGIS konumsal analiz (Spatial Analyst) eklentisinde bulunan yoğunluk analizi (Density) fonksiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Denklem 3.1) (Şekil 3.8). Her bir raster hücresinin komşuluk ilişkileri, karaca türü için ortalama 500 m yarıçapındaki (r) daire içerisinde kalan yoğunluk değerleri (*V*) belirtilmeden, yol yoğunluğu araştırma alanının tamamı için kilometre (m) ve hektar (ha) cinsinden karaca türünün ve diğer yaban hayvanlarının etkilendiği yol yoğunlukları ortaya konulmuştur (ESRI, 1996; Forman ve Hersperger, 1996).

$$YY = \frac{(L1*V1)+(L2*V2)}{\pi * r^2}(km/ha) \qquad (3.1)$$

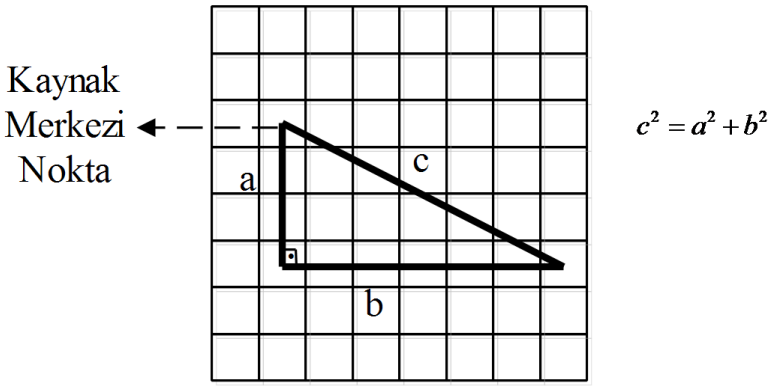
YY'ler 0,5 km/ha aralıklarla toplamda 10 sınıfa ayrılmıştır (Sawyer ve ark., 1997). Karaca türüne ait yol yoğunluğu UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) çevrimleri için Ek Çizelge 5'ten yararlanılmıştır.



Şekil 3.8. Yolların belirli bir alana göre yoğunluk hesabı

3.2.4.6. Yola uzaklık

Yola uzaklıklar (YU) için Öklid geometrisi (Euclidean Distance) sayesinde araştırma alanı sınırları içerindeki yakınlık-uzaklık ilişkilerine ait 30 m x 30 m piksel boyutlu raster verisi oluşturulmuştur. YU'nun hesaplanmasında kullanılan bu yöntemde her bir hücrenin belirtilen yol güzergahları merkezlerinden başlayarak orta noktasına göre a ve b kenar doğrularından hipotenüsün hesaplanmasıyla belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Merkez olarak belirlenen noktanın mesafe hesabı

YU'ya ait UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) çevrimleri için Ek Çizelge 6 kullanılmıştır. YU sınıfları 0 ile 3000 m uzaklıklar arasında 125'er m aralıklarla toplamda 12 sınıfa ayrılmıştır (Witmer ve De Calesta, 1985) (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Yola uzaklık sınıfları

Yola Uzaklık Sınıfları	Aralıklar (m)		
1	0	-	125
2	125	-	250
3	250	-	375
4	375	-	500
5	500	-	625
6	625	-	750
7	750	-	875
8	875	-	1000
9	1000	-	1125
10	1125	-	1250
11	1250	-	1500
12	1500	-	3000

3.2.4.7. Su kaynağına uzaklık

Su kaynağına uzaklık (SKU) hesaplamalarında, YU hesaplamalırındaki gibi Öklid geometrisi sayesinde 30 m x 30 m piksel boyutlu raster verileri oluşturulmuştur. SKU'ya ait UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) çevrimleri için Ek Çizelge 7 kullanılmıştır. SKU sınıfları 0 ile 3500 m uzaklıklar arasında 250'şer m mesafelerde toplamda 8 sınıfa ayrılmıştır (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Su kaynağına uzaklık sınıfları

Su Kaynağına Uzaklık Sınıfları	Aralıklar (m)		
1	0	-	250
2	250	-	500
3	500	-	1000
4	1000	-	1500
5	1500	-	2000
6	2000	-	2500
7	2500	-	3000
8	3000	-	3500

3.2.4.8. Yükselti

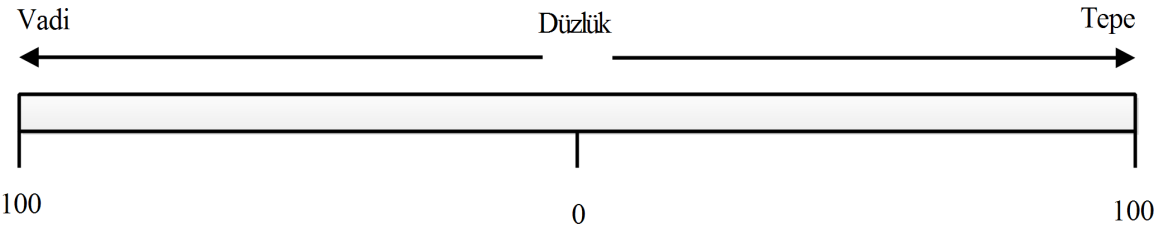
Araştırma alanını kapsayan Aster SYM verisi karaca türünün ekolojik olarak tercih ettiği yükseltilerin tespitinde kullanılmak üzere 0 ve 3000 m arasında 100'er m'lik yükselti farklarına ayrılmıştır (Çizelge 3.12). Toplamda 30 farklı yükselti sınıfı tanımlanmıştır. Yükselti sınıflarına ait UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) değerlere çevrimleri için Ek Çizelge 8'den yararlanılmıştır.

Çizelge 3.12. Yükselti sınıfları

Yükselti Sınıfları	Aralıklar (m)		
1	0	-	100
2	100	-	200
3	200	-	300
4	300	-	400
5	400	-	500
6	500	-	600
7	600	-	700
8	700	-	800
9	800	-	900
10	900	-	1000
11	1000	-	1100
12	1100	-	1200
13	1200	-	1300
14	1300	-	1400
15	1400	-	1500
16	1500	-	1600
17	1600	-	1700
18	1700	-	1800
19	1800	-	1900
20	1900	-	2000
21	2000	-	2100
22	2100	-	2200
23	2200	-	2300
24	2300	-	2400
25	2400	-	2500
26	2500	-	2600
27	2600	-	2700
28	2700	-	2800
29	2800	-	2900
30	2900	-	3000

3.2.4.9. Topoğrafik durum

TD'ler, SYM kullanılarak eğim ortalamalarının yükselti ile arasındaki ilişkiler sayesinde tespit edilmiştir. Örneğin komşu hücrelerin arasındaki fark 0 değerine yakınsa alan düzleşmekte, 0'dan pozitif değere doğru artış gösteriyorsa sırt ve tepeleri, 0'dan negatife doğru giderken vadi ve kanyon gibi topoğrafik durumları ifade etmektedir. Komşuluk ilişkileri için merkez noktadan itibaren karaca türünün üreme fonksiyonu gerçekleştirebileceği 500 m yarıçaplı alan içerisinde kalan birim yüzeyler değerlendirilmiştir (Jenness, 2006; Weiss 2001) (Şekil 3.10)



Şekil 3.10. TD göstergesi

Vektör tabanlı poligonların daha önce UD değerleri için sınıflandırılan karar değişkenlerine verilen kodları sayesinde öz nitelik tablolarına aktarılarak (Join ve polygon to raster) yine 30 m x 30 m piksel değerinde raster veriye dönüştürülmüştür. Böylece, topoğrafik durum (vadi, orta yamaç, düzlük, yukarı yamaç, aşağı yamaç, tepe) oluşturulmuştur. Topoğrafik durumu (TD) ortaya koymak için Weiss (2001)'in çalışmasından yararlanılarak, TD 6 farklı sınıfta değerlendirilmiştir (Çizelge 3.13) . TD'ye ait UD ve UD'ye ait değerler yüzdelik (%) değerlere çevrimleri için Ek Çizelge 9'dan yararlanılmıştır.

Çizelge 3.13. Topoğrafik durum sınıfları

Sınıflar	Topoğrafik Durum
1	Tepe, Sırt, Kanyon Kenarı
2	Yukarı Yamaç
3	Orta Yamaç
4	Düzlük
5	Aşağı Yamaç
6	Vadi, Kanyon

3.2.4.10. Verilerin sınıflandırılması ve birleştirilmesi

YUM fonksiyonlarını belirleyici karar değişkenlerine ait oluşturulan raster gridlerin her birine daha önceden atanmış kodlar yardımıyla benzerlik karşılaştırmaları yapılarak, (Join) MS EXCEL ortamında hesaplanan UD'lere ait yüzdelik değerleri, ".txt" metin formatlı metaveriler sınıflandırma yöntemiyle raster verilere tanımlanmıştır. Bu işlem ArcGIS 9.3 yazılımı konumsal eklentisi altında bulunan önceden tanımlı sınıflandırma (Reclass by ASCII File) yöntemi kullanılarak her bir karar değişkenine ait kriter için gerçekleştirilerek veriler hazırlanmıştır.

3.2.4.11. Karar değişkenlerinin derecelendirmesi

Karar değişkenlerine ait her bir sınıfa araştırmacının kısıtlanmayacağı şekilde esneklik sağlamak ve literatürde türe ait çalışmaların birleştirilmesi amacıyla maksimum ve minimum derecelendirme hakkı tanınmıştır. Maksimum ve minimum UD'lerin aritmetik ortalaması alınarak uygunluk derecelerine ait ortalama UD değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda '0', yani mutlak yokluk derecesinin kullanılması durumunda uygunluk derecesi için aritmetik ortalama hesaplanmamıştır. Fonksiyonların kriterlerine ait derecelerinin ortalamaları ise hesaplanan karar değişkenlerinin fonksiyonlarının geliştirilmesi amacıyla şiddet derecesi genelleştirilmiş ve standartlaştırılmıştır (ESM102, 1980).

Tanımlı sınıflara ayrılan karar değişkenlerine ait kriterler için derecelendirme tablosu oluşturulmuştur (Çizelge 3.14). Bu derecelendirmede; 0 mutlak yokluğu ve 1 ise en iyi değeri ifade ederken, 10 en kötü değeri ifade etmektedir. Matematiksel olarak ifade edilemeyen ancak belirgin sınıflarda sözlü olarak (en iyi, iyi, uygun, kötü, en kötü) belirlenmiş değerlerin de tespit edilmesi ve CBS tabanlı modele katılımının sağlanması amacıyla derecelendirme yöntemi kullanılmıştır (ESM102, 1980).

YUM'nin içerdiği modele ait sınıfların belirlenmesi amacıyla tür ve türe yakın çalışmaların ortaya çıkardığı ekolojik bilgilerinden yararlanılmıştır. Yokluk (*Yo*), Çiftleşme (*Ür*), Uygun Alanlar (*Ua*; barınma: *Ba*, beslenme: *Be* ve diğer sosyalleşme davranışı gösterilen alanlar: *So*) ve Rastlantısal Alanlar (*Ra*) olarak konumsal durumlarının belirlenmesi amacıyla 4 temel ekolojik yaşamsal fonksiyona ulaşmak için oluşturulmuştur (Denklem 3.2).

$$YUM = Yo + Ür + Ua(Ba + Be + So) + Ra \qquad (3.2)$$

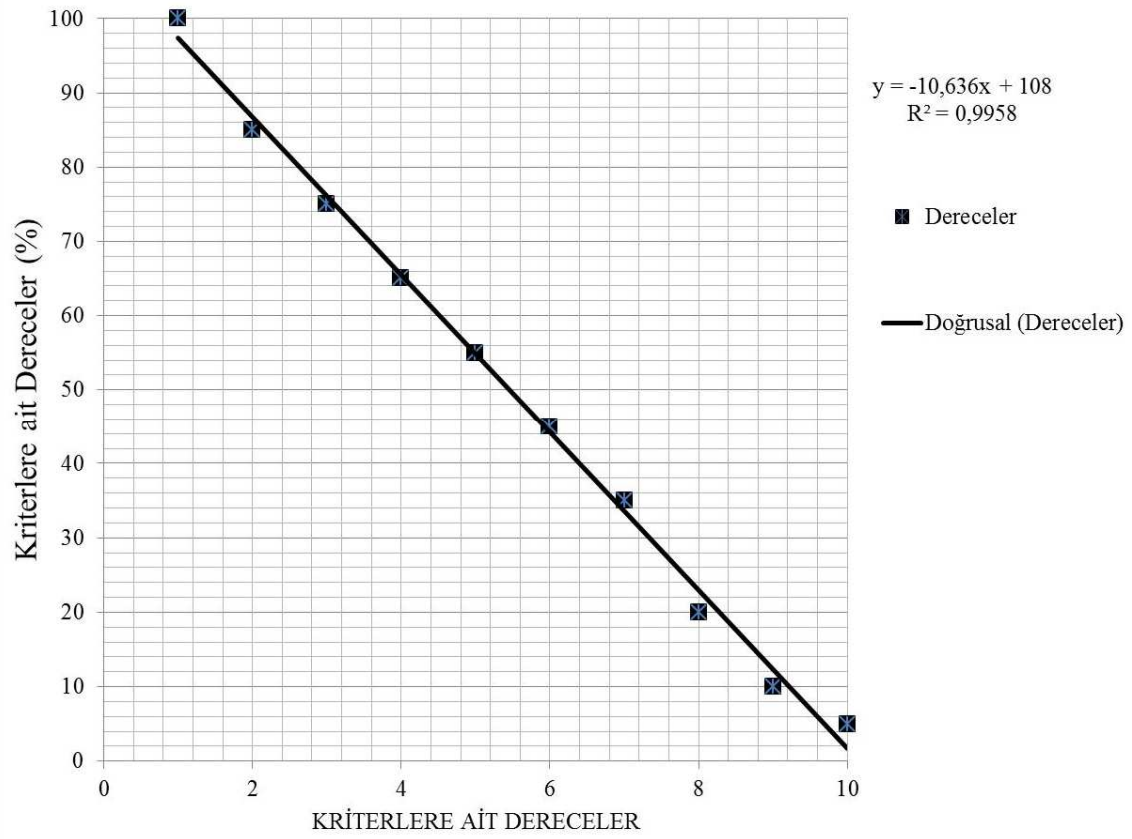
Çizelge 3.14. Amaç fonksiyonuna ait değişkenlerin derecelendirme tablosu

Puan	Amaç Fonksiyonu	Yaşam Alanı Uygunluk Sınıfları	Açıklama
0	Kesinlikle ortamda bulunamayacağı alan	Yokluk	Şehir merkezi, Sanayi, Göl, Deniz, Yol gibi alanlar.
1-3	Üreme için Çok Uygun alan	Çok Uygun	Çiftleşme döneminde grupların hayatlarını idame ettirdiği yaşam alanı olup yavru bireylerin yetiştirilmesi ve yabanıl ortamlara alıştırıldığı korunaklı yerlerdir.
4-6	Uygun alan (Gezinme, Göç, Barınma gibi Sosyal yaşam alanı)	Uygun	Bireysel veya Sürüler halinde yayılım gösterdikleri ortak paylaşım beslenme ortamları olup günlük kullanımda tercih ettikleri yaşam alanlarıdır.
7-9	Hayatını kısmen sürdürebileceği ölçekte uygun alan	Kötü	Normal şartlar altında insanlar ile paylaşabileceği yalnızca bireysel yaşam faaliyetlerini sürdürebileceği yaşam alanlarıdır.
10	Yaşamını sürdürmek için uygun olmayan tesadüfi olarak bulunabileceği yerler	Çok Kötü	Barınma, Beslenme, Güvenlik ve Üremeyi gerçekleştirmedikleri tehlikelerle dolu yaşam alanlarıdır.

Amaç fonksiyonları, Arazi Kullanımı (*AK*), Bitki örtüsü (*BÖ*), Meşcere Çağı ve Kapalılığı (*MÇK*), Eğim (*E*), Yol Yoğunluğu (*YY*), Yola uzaklık (*YU*), Su Kaynağına Uzaklık (*SKU*), Yükselti (*Y*) ve Topoğrafik Durum (*TD*) karar değişkenlerine ait alt kritelerin her birine ait dereceler (p) için arasındaki önem düzeyleri 0 etkisi olmayan mutlak yokluk, 1 en yüksek ve 10 en düşük değerleri (r) arasında puanlandırılarak her bir karar değişkenine ait uygunluk derecesi (*UD*) hesabı için hazırlanmıştır (Denklem 3.3). Karaca türünün ekolojik ihtiyaçları literatürden elde edilen bilgiler göz önünde bulundurularak derecelendirmiştir.

$$\left.\begin{array}{l} r \in [x,\{0\},Z^{+}] \Rightarrow 0 \le x \le 10 \\ p \in [x,Z^{+}] \Rightarrow x \ge 1 \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{cases} AK = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ BÖ = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ MKÇ = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ E = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ YY = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ SKU = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ YU = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ Y = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \\ TD = p_1 r + p_2 r + \ldots + p_n r \end{cases} \quad (3.3)$$

UD'ye ait değerlerin yüzdelik (%) çevrimlerinde kullanılan karar değişkenine ait alt kriterler, doğrusal regresyon eşitliği tahmin modeli ile MS EXCEL ortamında hesaplanmıştır. R^2 değeri en yüksek çıkan eşitlik, amaç fonksiyonlarını ortaya koymak amacıyla kullanılmıştır (Eastman ve ark., 1995) (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Amaç fonksiyonlarının belirlemesinde kullanılan grafik ve doğrusal denklem

Alt kriterlere ait her bir sınıf için belirlenen değer (*r*) Denklem 3.4'te belirtilen doğrusal model yardımıyla yüzdelik (%) ifadelere çevrilmiştir. UD'si belirlenen alt kriterler CBS tabanlı çalışma ortamında hazırlanan karar değişkenlerinin modele katılımını sağlamak üzere hazırlanmıştır.

$$UD = 108 - 10,636 \times r \quad (3.4)$$

3.2.5. Yaşam alanı uygunluk modellerinin tasarlanması

Literatür tabanlı bilgilerden elde edilen karaca türünün ekolojik ihtiyaçları kullanılarak belirlenen UD ve ağırlıkları kullanılarak ArcGIS 9.3 ortamında doğrusal regresyon modeli eşitliği oluşturulup, bindirme analizi gerçekleştirilmiştir. Denklem 3.5 (Weighted Overlay) yardımıyla karar değişkenlerine ait relatif ağırlıklar dikkate alınarak doğrusal regresyon modeli kullanılmıştır (ESM103, 1980; Jiang ve Eastman, 1999; Malcewzki, 1999; Chang, 2004; Beier ve ark., 2008).

$$YUM = \beta_0 MÇK + \beta_1 BÖ + \beta_2 YU + \beta_3 YY + \beta_4 AK + \beta_5 SKU + \beta_6 TY + \beta_7 Y + \beta_8 TD \quad (3.5)$$

Oluşturulan doğrusal modelde olası matematiksel hesaplamalardan oluşan hataları ortadan kaldırmak amacıyla doğrusal bulanık mantık üyeliği (Fuzzy Membership) yaklaşımı ile ayrıca değerlendirilerek fonksiyon sınıflarına ait sınıra yakın değerlerdeki kesin ifadeler bulanık mantık üyeliğe dahil edilen karar değişkenleri ($\mu(x)$) 0 ile 100 değerleri arasında tespit edilen UD'ler arasında bulanık üyeliğe dahil edilmiş karar değişkenlerini durulaştırma (Fuzzy Overlay) işlemi yapılmıştır (Yanar, 2003; Raines ve ark., 2010; Yanar ve Akyürek, 2008; Grandchamp, 2012).

Doğrusal model ve bulanık mantık çerçevesinde oluşturulmuş YUM konumsal verilerine ait sınıflandırmalar yapılarak, daha önceden belirlenmiş eşitlik yardımıyla (Raster calculator) hesaplanan YUM verilerinin amaç fonksiyonlarına ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Denklem 3.4). Yine bulanık mantık ile oluşturulan model değerleri ($\mu(x)$) aynı yöntemle sınıflandırılarak amaç fonksiyonları elde edilmiştir. Bu model sayesinde karaca türüne ait Yokluk (*Yo*), Çiftleşme (*Ür*), Uygun Alanlar (*Ua*; barınma: *Ba*, beslenme: *Be* ve diğer sosyalleşme davranışı gösterilen alanlar: *So*) ve Raslantısal olarak (*Ra*) konumsal dağılım gösterdikleri alanlar olarak YUM tahmini konumsal dağılım durumları ortaya konmuştur.

3.2.5.1. Doğrusal ağırlıklı model ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması

a) Karar Değişkenlerine ait Ağırlıkların Belirlenmesi: Doğrusal ağırlıklı bindirme işlemi için karar değişkenlerinin (*AK, BÖ, MKÇ, YY, SKU, Y, TD, YU, E*) her birinin alansal dağılımını ortaya koyan alt kriterleri için saptanan UD yüzde değerlerine ait

ortalamaları ($\overline{p}_i$) belirlenmiştir (Denklem 3.6). Derecelendirmede kullanılan mutlak "0" değeri aritmetik ortalamalara katılmadan belirlenmiştir.

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}(p_1 w + p_2 w + ... + p_n w)}{p_n} = \overline{p}_i \qquad (3.6)$$

Karar değişkenlerinin amaç fonksiyonlarına ait konumsal dağılımında göstereceği şiddet dereceleri genelleştirilerek [0,1] arasında normalleştirme işlemi gerçekleştirilip ağırlık değerleri hesaplanmıştır (ESM103, 1981; Wakely, 1988). Denklem 3.7 yardımıyla değişkenlerin fonksiyonlar üzerinde oluşturduğu şiddetlerinin dağılımı sayı çiftleri arası oransal ilişkiler sayesinde relatif ağırlıkları (W_i) Çizelge 3.15'deki tablo doldurularak hesaplanmıştır (ESM102, 1980; ESM103, 1981; Malczewski, 1999).

$$W_i = \frac{(1 \ / \ \overline{p}_i)}{\sum(1 \ / \ \overline{p}_i)} \qquad (3.7)$$

Çizelge 3.15. Amaç fonksiyonu karar değişkenlerine ait UD değerlerinin çiftler arası relatif ağırlıkların belirlenmesi (W_i: Bağıl ağırlık değeri)

	Şiddet Derecesi	Çiftler Arası Oransal Ağırlık	
		$1/\overline{p}_i$	W_i
AK			
BÖ			
MKÇ			
YY			
E			
SKU			
YU			
Y			
TD			
Toplam	1	$\sum(\overline{p}_i)$	1

b) Ağırlıklı Bindirme: DAM'in belirlemesine yardımcı olan karar değişkenleri arasındaki şiddetleri belirlemek için etkin ağırlıkları (β) belirlenen kriterlere ait puanlandırma tablosundan elde edilen karar değerlerine ait ağırlık dereceleri (w_i), doğrusal ağırlıklı bindirme işleminde kullanılmıştır (Eastman ve ark., 1995; Malczewski, 2000) (Denklem 3.8). Bu işlem ArcGIS yazılımında konumsal analiz (Spatial Analyst) eklentisi

içerisinde bulunan ağırlıklandırılarak bindirme (Weighted Overlay) özelliği sayesinde gerçekleştirilmiştir.

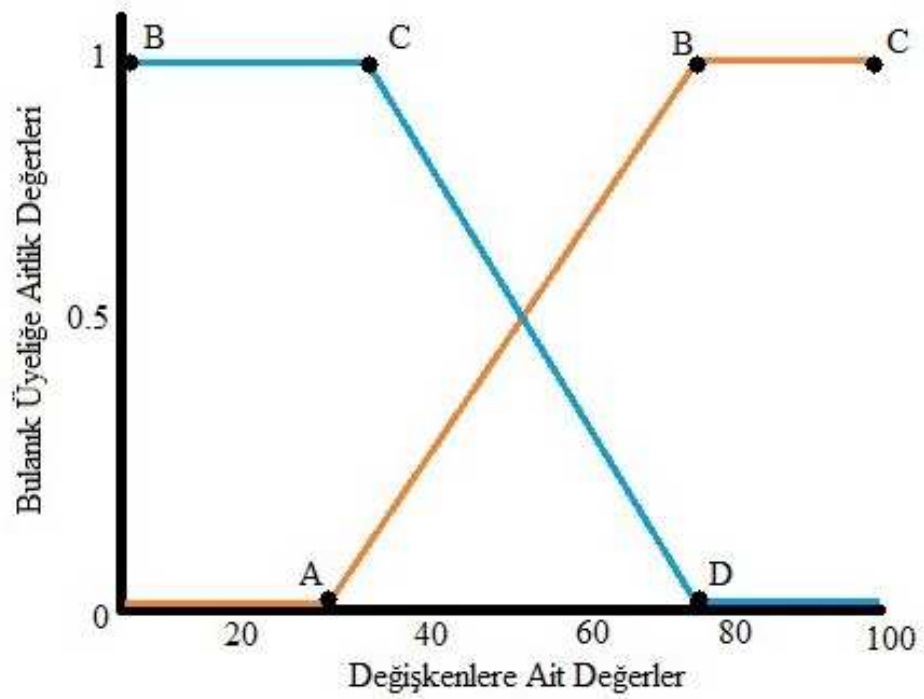
$$Z = \frac{\sum_{i=1}^{n} wi \times xi}{\sum_{i=1}^{n} wi} \tag{3.8}$$

3.2.5.2. Doğrusal bulanık mantığı ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması

a) Karar Değişkenlerinin Bulanık Üyeliğe Dahil Edilmesi: Doğrusal bulanık mantık modeli için her bir fonksiyona ait karar değişkeni dereceleri bulanık üyeliğe dahil edilmiştir. Alt kriterlere ait UD ($\overline{p}_i$) değerlerin doğrusal bulanık mantık ile karekökleri alınarak 0 ile 1 arasında normalleştirilmiştir ($\mu(x)$). Her bir karar değişkeni için belirlenmiş UD derecelerinin yüzdelik değerleri kullanılarak Minimum (min) ve maksimum (mak) değerler hesaplanmıştır (Raines ve ark., 2010):

$$\begin{aligned} &\mu(x) = 0 \text{ ise } x < \min, \\ &\mu(x) = 1 \text{ ise } x > \max, \\ &\text{Yada } \mu(x) = \frac{(x - \min)}{\max - \min} \end{aligned} \tag{3.9}$$

Denklem 3.9'da belirtildiği üzere UD değerlerinin kullanılmasıyla belirlenen en az 0 en fazla 100 değerleri arasında değişen yüzde (%) tanımlamaları ve bulanık mantık üyeliğe aitliklerinin ortaya konulması amacıyla tüm değişkenlerin bulanıklaştırılmasında doğrusal bir yaklaşım sergilenmiştir. UD değerlerinin standartlaştırılmasında birbirine çok yakın sayısal değerlerin bulunması ve değerler arasında negatif sayıların bulunmamasından dolayı doğrusal bulanık mantık yaklaşımı tercih edilmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Doğrusal bulanık üyelik fonksiyonlarına ait değişim eğrisi

CBS'de çokça tercih edilen geleneksel doğrusal ağırlıklı bindirme çalışmaları ile mantıksal olarak aynı yaklaşım gösterilmektedir. Ancak, doğrusal bulanık üyeliğe dahil edilmiş karar değişkenlerine ait minimum ve maksimum değerlerin kullanıcı tarafından tanımlanarak belirlenmesine imkan sağladığından bulanık üyeliğe aitlik dereceleri doğrusal bulanık mantık ile gerçekleştirilmiştir (Jiang ve Eastman, 2000; Malczewski, 2002).

Doğrusal bulanık üyeliklerin belirlenmesinde uygulanan yönteme grafik üzerinde açıklık getirecek olursak; eğer x değişkene ait değer ise, Şekil 'de belirtilen A, B, C, D noktaları 0 ile 1 arasında gerçek birimleri ifade etmektedir. Bulanık üyeliğe (μ) aitlikleri Denklem 3.10'daki gibi ifade edilir.

$$
\begin{aligned}
&x \le A \rightarrow \mu = 0 \\
&A < x > B \rightarrow \mu = \frac{(x - A)}{(B - A)} \\
&B \le x \ge C \rightarrow \mu = 1 \\
&C < x > D \rightarrow \mu = \frac{(D - x)}{(D - C)} \\
&x \ge D \rightarrow \mu = 0
\end{aligned}
\qquad (3.10)
$$

b) Bulanık Üyeliklerin Durulaştırılması: DAM'de meydana gelen belirsizliklerin ortadan kaldırılması ve ortaya koyduğu sonuçların güvenilirliğini arttırmak amacıyla bulanık üyelik yaklaşımı kullanılmıştır (Yanar, 2003). Karar değişkenlerine ait toplamsal verilerin sınırlarında gerçekleştirilen işlemler sonucunda artakalan veya kaybolan

değerlerinde modele katılımının sağlanması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bulanık üyeliğe dahil edilmiş karar değişkenlerinin bindirme işlemi ArcGIS Spatial Analyst eklentisi Fuzzy Overlay özelliği sayesinde doğrusal bulanık mantık üyeliğine dahil edilen karar değişkenleri için bindirme işlemi gerçekleştirilmiştir (Jiang ve Eastman 2000; Raines ve ark, 2010) (Denklem 3.11).

$$\mu(x) = \text{Min}\ (\mu_{(i)}) \tag{3.11}$$

Denklem 3.11'de, bulanık üyeliğe dahil edilmiş her bir karar değişkenine ait değerlerin kesişimlerini ortaya koyarak, bir araya getirilmiş tek minimum üyelik değerlerine sahip raster yüzeyi oluşturulmuştur. Araştırma türü olan karaca için seçilen 9 değişken Denklem 3.12'de gösterildiği şekilde hesaplanarak ortaya konmuştur. Bu işlemde CBS analizlerinde geleneksel olarak kullanılan Boolean mantıksal işleçlerinden kesişim (AND) özelliğine benzeyen Fuzzy And kullanılmıştır (Malczewski, 2002; Chang, 2004).

$$\mu_{AK \cap BÖ \cap MÇK \cap E \cap YY \cap YU \cap SKU \cap Y \cap TD}(x) = \text{Min}\left[\mu_{AK}(x), \mu_{BÖ}(x), ..., \mu_{TD}(x)\right] \tag{3.12}$$

3.2.5.3. Doğrusal olmayan bulanık mantık ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması

a) Karar Değişkenlerinin Bulanık Üyeliğe Dahil Edilmesi: Karar değişkenlerinin karaca türü yaşam alanı ihtiyaçlarına göre değerlendirilen her bir değişkene ait İyi, Kötü ve Uygun değer aralıkları daha önceden türün literatür bilgilerine ve yöresel duruma göre yapılan puanlandırmalara göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler, ArcGIS 9.3 yazılımıyla uyumlu olarak çalışabilen FuzzyCell adlı eklenti kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Yanar, 2003).

Bu yaklaşım doğrusal ilişkilerin bulunmadığı varsayılan 9 farklı değişken ve değişkenlere ait uygunluk derecelerinde farklı üyelik dereceleri olduğu düşünülerek ele alınmıştır. Değişkenlerin bulanık üyeliğe aitliklerini ortaya koymak için grafiksel fonksiyonlar kullanılmıştır. Bunlar:

Üçgensel üyelik fonksiyonu: Denklem 3.13'de gösterildiği şekilde a, b ve c şeklinde 3 bağımlı ölçüm değerinin üyelik durumunu değerlendirebilen yöntemdir.

$$Üçgen(x:a,b,c)=\begin{cases}0 & x<a\\ (x-a)/(b-a) & a*x*b\\ (c-x)/(c-b) & b*x*c\\ 0 & x>c\end{cases} \tag{3.13}$$

Trapezoidal üyelik fonksiyonu: Denklem 3.14'de gösterildiği şekilde a, b, c ve d şeklinde 4 bağımlı ölçüm değerinin üyelik durumunu değerlendirebilen yöntemdir.

$$Trapezoidal(x:a,b,c,d)=\begin{cases}0 & x<a\\ (x-a)/(b-a) & a*x<b\\ 1 & b*x<c\\ (d-x)/(d-c) & b*x<d\\ 0 & x\geq d\end{cases} \tag{3.14}$$

Gaussian üyelik fonksiyonu: Gaussian dağılım eğrisi temelinde oluşturulan üyeliktir. Değişkene ait iki değer orta noktası (σ) ve genişliğini (m) kullanarak bulanık üyelikteki aitliği bulmada kullanılmış fonksiyondur (Denklem 3.15).

$$Gaussian(x:m,\sigma)=e^{\frac{-(x-m)^2}{\sigma^2}} \tag{3.15}$$

S üyelik fonksiyonu: Denklem 3.16'da gösterildiği şekilde a ve b şeklinde 2 bağımlı ölçüm değerlerinin bulanık mantık üyelik durumlarını değerlendirebilen modeldir.

$$S(x:a,b)=\begin{cases}0 & x<a\\ 2(\frac{x-a}{b-a})^2 & a*x*\frac{a+b}{2}\\ 1-2(\frac{x-b}{b-a})^2 & \frac{a+b}{2}*x<b\\ 1 & x\geq b\end{cases} \tag{3.16}$$

Pi_1 üyelik fonksiyonu: Denklem 3.17'de gösterildiği şekilde 2 farklı değerin kullanımıyla oluşturulan bulanık üyeliğe dahil etmek için kullanılan fonksiyonlardandır.

$$Pi_1(x:a,b)=\frac{1}{1+(\frac{x-a}{b})^2} \tag{3.17}$$

Yukarıda bahsi geçen beş farklı üyelik fonksiyonları sayesinde karar değişkenlerin uygunlukları İyi, Orta ve Kötü şeklinde dilsel ifadelerle tanımlanmıştır. Üyelik

fonksiyonlarının belirlenmesinde tespiti yapılan UD değerlerinden faydalanılarak aynı veya farklı bulanıklaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

b) Karar değişkenlerine ait dilsel kuralların belirlenmesi: Karaca türüne ait 9 farklı değişkenin her birine ait UD belirlenmesi sonucunda çiftler arası oransal relatif ağırlık değerleri Çizelge 3. yardımıyla tespit edildikten sonra ortaya çıkan her bir ağırlık sırasıyla birbirleri arasında çıkarıldığında ortaya koyduğu durumlar 9 farklı durum için YUM dağılımları tanımlanmıştır (Çizelge 3.16).

Örneğin AK değişkeninin diğer 8 fonksiyon olmadan değerlendirilmesinde ortaya çıkan değer 75 ve üzerinde ise Çok Uygun olarak değerlendirilirken, AK ve BÖ'nün diğer değişkenlere katılmadığı durumlarda 45 ve 65 aralığında çıkıyorsa Uygun; AK, BÖ ve MÇK'nın diğer değişkenlere katılmadığı durumlarda 10 ve 35 aralığında değer çıkıyorsa Kötü; AK, BÖ, MKÇ ve YY'nin diğer değişkenlere katılmadığı durumlarda 5 ve 5'e yakın değer çıkıyorsa Çok kötü şeklinde değerlendirilmiştir (Çizelge 3.17). Bu işlemler gerçekleştirilirken bazı ara sınıf değerleri ortaya çıkmaktadır ki bu noktada karaca türünün ekolojik tercihi doğrultusunda uzman deneyimi ve önceki araştırmalar ışığında hangi sınıfta bulunacağı değerlendirilmiştir. Bu sayede FuzzyCell arayüzünde dilsel kısıtlamalar gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.16. Amaç fonksiyonlarının ağırlıklarını belirlemede kullanılan tablo

	Relatif Ağırlık (W_i) %	1. Durum	2. Durum	3. Durum	4. Durum	5. Durum	6. Durum	7. Durum	8. Durum	9. Durum
AK	A	1-A	-							
BÖ	B	1-B	(1-A-B)							
MKÇ	C	1-C	(1-A-C)	(1-A-B-C)						
YY	D	1-D	(1-A-D)	(1-A-B-D)	...					
E	E	1-E	(1-A-E)	(1-A-B-E)		...				
SKU	F	1-F	(1-A-F)	(1-A-B-F)			...			
YU	G	1-G	(1-A-G)	(1-A-B-G)				...		
Y	H	1-H	(1-A-H)	(1-A-B-H)					...	
TD	J	1-J	(1-A-J)	(1-A-B-J)						0
Toplam	100									

Çizelge 3.17. Dilsel kısıtlamaların değerlendirilmesinde kullanılan sınıf aralıkları

UD	UD(%)	Tanımlı Sınıf
1	100	
2	85	Çok Uygun
3	75	
4	65	
5	55	Uygun
6	45	
7	35	
8	20	Kötü
9	10	
10	5	Çok Kötü
0	0	Yokluk

c) Bulanık üyeliklerin durulaştırılması: Değişkenlerin bulanık mantıktaki üyeliklerinin aitlik derecelerini belirlemek üzere oluşturulan fonksiyonların bindirilmesi işleminde dilsel kısıt ve ölçütler kullanılmıştır. Bu kısıtların değerlendirilmesi değişkenler için belirlenen derecelerin çiftler arası relatif ağırlıkları göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Bulanık ifadelerin bulunduğu değişkenlerin bulanık mantıkta dilsel olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan kurallar ilk defa Mamdani (1976) tarafından geliştirilmiş olup, Denklen 3.18'deki gibi ifade edilmektedir.

$$R_i : \text{IF } x_1 \text{ is } A_{i1} \text{ AND...AND } x_r \text{ is } A_{ir} \text{ THEN } y \text{ is } C_i \qquad (3.18)$$

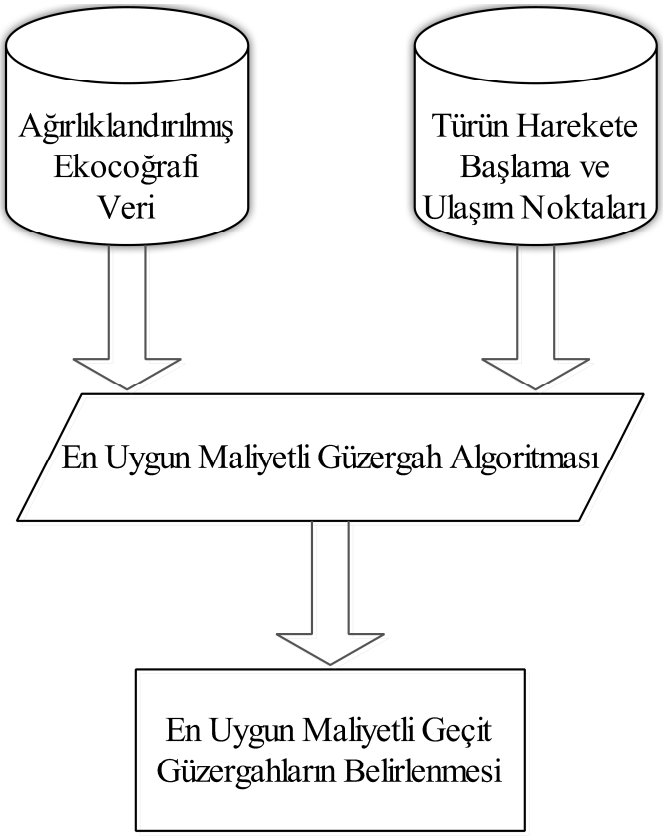
Denklemde kullanılan i = 1, 2, 3, ..., n fuzzy kurallarının sayısını ifade ederken x sembolü karar değişkenlerine ait girdileri ifade etmekte iken, y sembolü çıktıyı ifade etmektedir. A_i karar değişkenlerini ve C_i çıktı değerin bulanık üyeliklerine ait fonksiyonların dilsel kurallarını (değişkenler için iyi, kötü, orta ve çıktı için belirtilen amaç fonksiyonlarını) ifade etmektedir.

Durulaştırma (defuzzification) esas itibariyle bulunan çözüm alanından tek değeri elde etme işlemi, başka bir ifadeyle bindirilmesi olarak özetlenebilir. Durulaştırma işleminin gerçekleştirilmesinde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlar içerisinde durulamada en çok kullanılan sentroid olarak da bilinen “alan merkezi yöntemi” (CoA - Center of Area) kullanılmıştır (Denklem 3.19). Bu yöntemde karar değişkenlerine ait bulanık sayı değerleri ağırlık merkezini hesaplayarak ortaya konmaktadır. Bulanık üyeliğe dahil edilmiş tüm değerlere ait ağırlık merkezini hesaplayarak kesin değerleri ortaya koymaktadır.

$$y = \frac{\int_s \mu b(y) * y dy}{\int_s \mu b(y) dy} \tag{3.19}$$

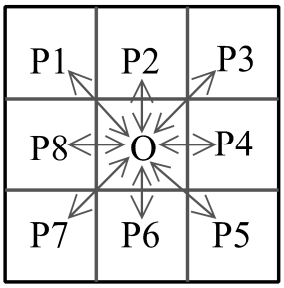
3.2.6. Yaban hayvanı geçit koridorlarının belirlenmesi

Yaşam alanları fonksiyonlarına göre sınıflandırılarak oluşturulan karaca türüne ait YUM konumsal haritası temel alınarak, ArcGIS konumsal veri analizi (Spatial Analyst) eklentisi içerisinde yer alan En Uygun Maliyetli Güzergah Analizi (Cost Distance) yöntemi kullanılarak en uygun geçit koridorlarının güzergahı tespit edilmiştir (ESRI, 1996). Geçit koridorları, YUM sınıfları içerisinde türün hayatını sürdürebileceği üreme fonksiyonunu gerçekleştirebilecekleri en uygun uzak mesafelere göre belirlenmiştir. YHGS sahası içerisinde bulunan karaca türünün yayılım gösterebileceği alanlara ulaşmakta en etkin göç güzergahlarının belirlenmesinde kullanılan En Uygun Maliyetli Güzergah Analizi, Dijkstra'nın 1959 yılında ortaya attığı ve bilgisayar programcılığında yaygın olarak kullanılan algoritmaya dayanmaktadır (Adriaensen ve ark., 2003; Zimmermann, 2004; Siniedovich, 2006) (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Geçit güzergahlarının belirlenmesinde izlenen mantıksal model

Dijkstra’nın (1959) geliştirdiği algoritma en uygun maliyetli güzergahlar ile hedef noktalara en kısa yoldan ulaşabilmeyi hedeflemektedir. ArcGIS konumsal mesafe analizi eklentisiyle raster tabanlı veriler üzerinden kolayca uygulanabilen bu yöntem, iki nokta ararındaki mesafeyi kapsayan ağırlıklandırılmış piksellerin orta noktalarını düğüm (node) olarak kabul ederek, başlangıç ve bitiş noktalarına ulaşımda tüm alternatifleri değerlendirmektedir. Bu çalışmada, en uygun kümülatif maliyetli güzergahın belirlenmesinde Queen's modeli (3 x 3 piksel) kullanılmıştır (Yu ve ark. 2003; Adriaensen ve ark., 2003). Komşuluk ilişkilerini değerlendiren bu yöntemde kaynak (O) noktasından başlayarak çevresinde bulunan 8 komşu değerlendirilmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Raster tabanlı verilerde Queen'nin komşuluk ilişkileri

Karaca türü için derecelendirilmiş ekocoğrafik veriler sayesinde ağırlıklandırılmış geçirimli yüzeyin kaynaktan hedefe olan geçit koridoru güzergahının belirlenmesinde kaynak yani başlangıç (O) noktasından doğrusal bir ilişkinin bulunduğu durumları Şekil 'de belirtilen P2, P4, P6, P8 durumları Denklem 3.20'de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

$$CC_{(O,P_i)} = \frac{(C_o + C_{p_i})}{2}\mu + CC_O \tag{3.20}$$

Merkez nokta (O)'nın diyagonal ilişkilerinin bulunduğu durumları Şekil 'de belirtilen P1, P3, P5, P7 durumları Denklem 3.21'de gösterilen şekilde hesaplanmıştır.

$$CC_{(O,P_i)} = \frac{(C_o + C_{p_i})}{2}\sqrt{2}\mu + CC_O \tag{3.21}$$

Karaca türü için oluşturulan kümülitif maliyetli geçirimli yüzey katmanı üzerinde belirlenen merkezi hareket noktasından başlayarak üreme ve gelişim gösterebilecekleri 10 farklı ulaşım noktası arasındaki güzergahlar en uygun maliyetli güzergah analizi ile gerçekleştirilmiştir (Dong-Kun ve ark., 2008). Yaban hayvanı koridorları geçit güzergahlarının tespitinde karaca türü için oluşturulan üç farklı YUM maliyet yüzeyi değerlendirilerek ortaya çıkan farklılıklar değerlendirilmiştir.

3.2.7. Geçit noktalarının konumlarının belirlenmesi

Karaca türü için modellenen üç farklı maliyet yüzeyiyle uygun kümülatif maliyetli yaban hayvanı geçit koridoru güzergahları belirlendikten sonra mevcut yol ağlarıyla çakıştırılmıştır. Kestirme analizi (Intersect) yapılarak yaban hayvanı geçit koridoru ile yolların karşılaştığı orta noktaların tespiti çizgi vektörlerin nokta vektöre çevrilmesiyle (Feature vertices to points) ekolojik sanat yapısı önerilecek geçit noktalarının konumları tespit edilmiştir. Türün hayatını sürdürebileceği yaşam alanı büyüklüğü göz önünde bulundurularak, "Buffer" analizi ile belirlenen geçit noktaları merkez olmak şartıyla 1000 m çapında alanlar belirlenmiştir (Cushman ve ark., 2013). Daha sonra, sanat yapıları veri katmanı (KGM, 2013) incelenerek, bu dairesel alan içerisinde sanat yapılarının varlığı ve boyutları kaydedilmiştir.

3.2.8. Ekolojik sanat yapılarının boyut ve lokasyonlarının arazide değerlendirilmesi

Bir önceki aşamada ArcGIS ortamında koordinatları belirlenen geçit noktaları GPS yardımıyla arazide bulunmuştur. Bu noktalarda ve 1000 m çapındaki alanda mevcut sanat yapılarının varlığı, tipi, boyutları ve durumu arazi gözlemleriyle incelenmiştir. Bu alan içinde tespit edilen sanat yapıları ve özellikleri VKT'ye kaydedilmiştir. Daha sonra, mevcut sanat yapılarının durumları açıklık indeksi (O_d) hesabına (Denklem 3.22) göre değerlendirilerek, karaca türü uygunluk durumları ortaya konmuştur. Ayrıca, sanat yapısı bulunmayan alanlarda önerilecek yeni ekolojik sanat yapılarına ait boyutlar yine aynı denklemle hesaplanmıştır.

$$O_d = \frac{h_d\,(\text{yükseklik}) \times w_d\,(\text{genişlik})}{l_d\,(\text{uzunluk})} \tag{3.22}$$

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Araştırma alanındaki yaban hayvanı türleri

Arazi çalışmalarından elde edilen yaban hayvanı türü iz ve emareleri yanı sıra fotoğraflanarak teşhisi yapılan 11 memeli türün kesin olarak araştırma alanında varlığını sürdürdüğü belirlenmiştir. Büyük ve ortaboy memeli türler; karaca, yaban domuzu, kurt, tilki, çakal ve yaban tavşanı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Araştırma alanında varlığı tespit edilen türler

Latince isimler	Türkçe isimler
Canis aureus	Çakal
Canis lupus	Kurt
Capreolus capreolus	Karaca
Erinaceus concolor	Kirpi
Felis chaus	Saz kedisi
Hystrix indica	Oklu kirpi
Lepus europaeus	Yaban tavşanı
Martes foina	Kaya sansarı
Sciurus anomalus	Anadolu sincabı
Sus scrofa	Yaban domuzu
Vulpes vulpes	Tilki

Gözlenen türlerin araştırma alanında yollar üzerinde kaza olaylarına neden olduğu belirlenmiştir. Yöre halkı ile yapılan mülakatlarda yaban hayvanı kazalarının cezai işleme maruz kalma korkusuna bağlı olarak bildirilmediği tespit edilmiştir. Kaza sonucu yollarda tespit edilen yaban hayvanları arasında tilki, çakal ve oklu kirpi türleri ve evcil hayvanlar yer almaktadır (Şekil 4.1). Evcil türlerin araştırma alanında yoğun şekilde kazalara konu olduğu belirlenmiştir. Bu evcil türler arasında en çok köpekler ve kediler dikkati çekecek şekilde gözlenirken, küçük ve büyük baş hayvanların da kazalara konu olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Araştırma alanında kazaya konu olmuş bazı yaban hayvanları



Şekil 4.2. Araştırma alanında kazaya konu olmuş bazı evcil hayvanlar

4.1.2. Model için seçilen tür ve ekolojik istekleri

O.O.İ.M. sınırları içerisinde yayılış gösteren karaca türü için oluşturulacak YUM, araştırma alanının aktüel durumu göz önünde bulundurularak literatürden elde edilmiştir. Karaca türünün aylık yaşam döngüsünde sergilediği davranışları ve modelde kullanılan dolaylı etkenlere göre ekolojik istekleri özetle Çizelge 4.2'deki gibi belirlenmiştir.

.

Çizelge 4.2. Literatüre dayalı oluşturulan karaca türüne uyarlanan amaç fonksiyonlarına ait yaşam alanı koşullarını içeren özet tablo

Tür	AK	MÇK (çağ/ kapalılık)	YY (km/ha)	YU (m)	SM (m)	BÖ	Y (m)	E (°)	TD
Çiftleşme	Ormanlık alanlar, Yüksek Otlaklar, Çalılık	a, b / %11-70	0-1,5	>850	0-250	Karışık meşcere	750-850	0-20	Düzlükler, Orta yamaç
Sosyalleşme	Orman içi açıklıklar, (Çayır-Mera), Sezonluk tarım yapılan alanlar, Orman sınırının bittiği alanlar	a, b, c / %0-30	1,5-4,5	250-1000	<700	Otlak, tarım bitkileri, İğne yapraklı, Geniş yapraklı ve Karışık Ormanlar	200-1000	20-40	Vadi, Üstyamaç, Tepe, Düzlük, Üst yamaç
Kısmen Yaşaması için Uygun	Tarım alanları, Ziraat ve İskan (Köy, Kasaba, yaylalık gibi küçük yerleşim yerleri)	b, c, d, e/ %30-60	3-4,5	>500	250-500	Boylu çalılık alanlar, Geniş yapraklı türler	1000-3000	40-70	Tepe, Sırt
Rastlantısal Olarak Bulunduğu	Tamamen yapılaşmış alanlar (İskan, Maden Ocağı, Havalimanı vb,), Kumullar, Taşlık gibi	d, e / >%70	>4,5	0-125	>700	Kaktüs vb, çöl iklimine sahip bitkiler	>3000	70-80	Alt yamaçlar
Kesinlikle Bulunmadığı	Deniz, Göl, Sarp Kayalık, Akarsu, Yol	-	-	-	>1000	-	-	>80	-

4.1.3. Yaban hayatı geçit koridorlarında tespit edilen türler

Çalışma kapsamında belirlenen geçit koridorlarına kurulan fotokapan yardımıyla bu alanlardaki yaban hayatının varlığı araştırılmıştır. Fotokapanın, hasar görmemesi ve çalınmaması için ormanlık alanların derinliklerinde bulunan kısımlara yerleştirilmiştir. Fotokapandan elde edilen görüntüler ile geçit koridorlarının karaca başta olmak üzere, oklu kirpi, tilki, yaban domuzu, kaya sansarı ve yabanileşmiş köpek türleri tarafından kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3)

4.1.4. Karar değişkenlerine ait uygunluk derecelerinin belirlenmesi

4.1.4.1. Arazi kullanımı

O.O.İ.M. sınırlarını kapsayan CORINE arazi sınıflarına göre sahip olduğu 44 farklı alan kullanım sınıfı belirlenmiştir. Belirlenen sınıflara karaca türünün ekolojik isteklerine göre literatürden elde edilen bilgiler sonucunda uygunluk derecelendirmeleri yapılmıştır. UD belirlenen türlerin % olarak ifade edilebilmesi için Şekil 3.7'de belirtilen doğrusal model kullanılarak belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak karaca türlerinin ormanlık alanlar ile çalı veya otsu bitkili alanları tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, yapılaşmaların olduğu alanlar yaşaması için uygun olmayan alanlar olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.4.2. Bitki örtüsü

O.O.İ.M. sınırları içerisinde mevcut bitki örtüsü orman amenajman planlarından faydalanılarak sınıflandırılmıştır. Bitki örtüsü bakımından farklılık gösterebilecek toplamda 47 farklı alan tespit edilmiştir. Her bir alanın sahip olduğu bitki türleri için Karaca türünün ekolojik isteklerine göre uygunluk dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Uygunluk dereceleri belirlenen bitki türlerinin amaç fonksiyonları üzerindeki ağırlıkları, bitki türleri bakımından 9 sınıfta YUM’a dahil edilmek üzere belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Karaca türü için en uygun bitki örtüsüne sahip alanlar sırasıyla geniş yapraklı, karışık ve iğne yapraklı ormanlar olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Yaban hayatı geçit koridorlarında fotokapan ile tespit edilen türler

Çizelge 4.3. UD'nin belirlenmesinde arazi kullanımı için kullanılan tablo

Kod	CORINE KODU	Alan Sınıfı (>25 ha)	CORINE KODU	Arazi Örtüsü Sınıfı (>625 ha)	UD	UD (%)
1	111	Sürekli Kentsel Doku	11	Kentsel Doku	0	0
2	112	Süreksiz Kentsiz Doku			8	23
3	121	Sanayi, Ticari Alanları	12	Sanayi, Ticaret Ve Ulaşım Alanları	0	0
4	122	Karayolu, Demiryolu Ve İlgili Alanlar			0	0
5	123	Liman Alanları			0	0
6	124	Hava Limanları			0	0
7	131	Maden Çıkarma Alanları	13	Maden Ocağı, Çöp Boşaltım Ve İnşaat Alanları	8	23
8	132	Çöp Gömü Alanları			6	44
9	133	İnşaat Alanları			0	0
10	141	Kentsel Yeşil Alanlar	14	Yapay Bitkilendirilmiş Alan	8	23
11	142	Spor Ve Rekreasyon Alanları			8	23
12	211	Sulanmayan Tarım Alanları	21	Ekilebilir Alanlar	7	34
13	212	Sürekli Sulanan Alanlar			8	23
14	213	Pirinç Tarlaları			0	0
15	221	Bağlar	22	Sürekli Ürünler	7	34
16	222	Meyve Ağaçları ve Meyveli Bitkiler			6	44
17	223	Zeytinlikler			6	44
18	231	Çayırlar Ve Meralar	23	Otlak Alanları	2	87
19	241	Sürekli Ürünlerle Birlikte Yıllık Ürün Veren	24	Heterojen Tarımsal Alanlar	7	34
20	242	Karışık Tarımsal Alanlar			6	44
21	243	Doğal Bitki Örtüsü İle Bulunan Tarım Alanları			5	55
22	244	Ormanla Karışık Tarım Alanları			2	87
23	311	Geniş Yapraklı Ormanlar	31	Ormanlar	1	97
24	312	İğne Yapraklı Ormanlar			1	97
25	313	Karışık Ormanlar			1	97
26	321	Doğal Otlak Alanları	32	Çalı veya Otsu Bitkili Alanlar	3	76
27	322	Fundalıklar			3	76
28	323	Sert Yapraklı Bitki Örtüsü			4	65
29	324	Orman-Çalılık Geçiş Alanları			1	97
30	331	Plajlar, Kumullar Ve Kum Ovaları	33	Bitki Örtüsü Olmayan veya Çok Az Bitkili Alanlar	0	0
31	332	Çıplak Kayalıklar			0	0
32	333	Çok Seyrek Bitki Örtüsüyle Kaplı Alanlar			5	55
33	334	Yanmış Alanlar			3	76
34	335	Buzullar Ve Kalıcı Karla Örtülü Alanlar			0	0
35	411	Bataklıklar	41	Karasal Sulak ve Islak Alanlar	9	12
36	412	Besin Maddesi Bakımından Zengin Turbalıklar			5	55
37	421	Tuzlu Çamurlar	42	Kıyısal Sulak ve Islak Alanlar	0	0
38	422	Tuzlalar			0	0
39	423	Gel-Git Oluşan Düzlükler			8	23
40	511	Su Yolları	51	Karasal Sular	0	0
41	512	Su Kütleleri			6	44
42	521	Lagünler	52	Deniz Suları	10	2
43	522	Nehir Ağızları			9	12
44	523	Deniz Ve Okyanus			0	0
Ort.					5	50

Çizelge 4.4. UD'nin belirlenmesinde bitki örtüsü için kullanılan tablo

Sınıflar	UD	UD (%)
1- İğne Yapraklı Ormanlar	3,2	74
Çam türleri	3	76
Sedir	3	76
Göknar	4	65
Ardıç	3	76
Karışık İğne Yapraklı Ormanlar	3	76
2- Geniş Yapraklı Ormanlar	3	81
Kayın	3	76
Meşe	3	76
Söğüt	2	87
Karışık Geniş Yapraklı Ormanlar	2	87
3- Karışık Ormanlar	4	65
Çamtürleri + Kayın	3	76
Çamtürleri + Meşe	4	65
Çamtürleri + Ardıç	5	55
Çamtürleri + Söğüt	5	55
Sedir + Kayın	4	65
Sedir + Meşe	5	55
Sedir + Ardıç	4	65
Sedir + Söğüt	4	65
Göknar + Kayın	4	65
Göknar + Meşe	3	76
Göknar + Ardıç	4	65
Göknar + Söğüt	3	76
4-Otlak	4	62
Ovalar	5	55
Sub-alpin Çayırlar	4	65
Çalılık-Tek Yıllık Bitkiler	4	65
5-Orman Toprağı	8	28
Kumul	7	34
Taşlık	0	0
Alüvyal	8	23
Kayalık	0	0
Çöl vejetasyonu	0	0
6-Çorak Arazi Tipleri	10	2
Tuzlu topraklar	10	2
Sarp kayalık alanlar	0	0
Peri bacası oluşumu gösteren, vejetasyon örtüsü bulunmayan alanlar	0	0
7-Dönüştürülmüş veya Değiştirilmiş Alanlar	10	2
Maden Sahaları	0	0
Rüzgar Enerji Santralleri, Nükleer Enerji Santralleri, Hidro Elektrik Santralleri gibi	10	2
Yollar	0	0
Havaalanları	0	0
8-Şehir ve Tarımsal Alanlar	7,2	31
Sezonluk tarım yapılan alanlar	6	44
Sulu tarım (Buğday, arpa, yer fıstığı vb sezonluk ekilen türler)	6	44
Meyve bahçeleri (Portakal, elma, mandalin, zeytin vb çok yıllık bitkiler)	7	34
Susuz tarım	7	34
Şehirleştirilmiş alanlar (Ulaşım ağı içeren)	0	0
Köy, kasaba gibi küçük yerleşim yerleri	10	2
9-Sulak Alanlar	8	23
Akarsu rejimi (sulu dere) vejetasyonu	6	44
Bataklıklar	10	2
Göl	0	0
Deniz	0	0
Dere	0	0

Çizelge 4.5. YUM'un belirlenmesinde bitki örtüsü için kullanılan tablo

Kod	Genel Sınıflara Ait Derecelendirme Tablosu	UD	UD (%)
1	İğne yapraklı ormanlar	4,4	61
2	Geniş yapraklı ormanlar	2,5	81
3	Karışıkormanlar	4,0	65
4	Otlak	4,3	62
5	Orman toprağı	7,0	34
6	Çorak arazi tipleri	10,0	2
7	Dönüştürülmüş, değiştirilmiş alanlar	10,0	2
8	Şehir ve tarımsal alanlar	7,2	31
9	Sulak alanlar	8,0	23
	Ortalama	6	40

4.1.4.3. Meşcere çağı ve kapalılıkları

O.O.İ.M. şefliklerine ait orman amenajman planlarında belirlenen meşcere çağ ve kapalılıkları ile ağaç türleri sınıflandırılarak, meşcere çağı ve kapalılıkları belirlenmiştir. Bu sınıflandırmada karaca türünün literatürde belirtilen ekolojik tercihlerine ait derecelendirme sonucunda UD belirlenmiştir. Planlama birimi içerisinde bulunan iskan, ziraat, kum, taş ve maden gibi alanlar kapalılık bakımından değerlendirilirken, aynı zamanda literatür kaynaklı olarak belirtilmiş istekleri göz önüne alınmıştır. Söz konusu karar değişkenine ait derecelendirme tablosu Çizelge 4.6'daki gibi belirlenmiştir. Tablodan faydalanılarak kodlar ile belirtilen MÇK alt kriterlerinin her birine ait ortalama dereceler hesaplanmıştır. Belirtilen doğrusal model yardımıyla ağırlık dereceleri ortalamaları % olarak hesaplanarak ortaya konmuştur (Çizelge 4.7). Karaca türü için en uygun meşcere çağı ve kapalılığına sahip alanlar sırasıyla a1, ab1 ve gençlik olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. UD'nin belirlenmesinde meşcere çağı ve kapalılığı için kullanılan tablo

Gelişim Çağları	a	a	a	a	ab	ab	ab	b	b	b	bc	bc	bc	c	c	c	cd	cd	cd	d	d	d
Meşcere Kapalılığı	0	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
İğne Yapraklı Ormanlar	a0	a1	a2	a3	ab1	ab2	ab3	b1	b2	b3	bc1	bc2	bc3	c1	c2	c3	cd1	cd2	cd3	d1	d2	d3
Çam türleri	4	3	5	4	3	4	4	6	5	5	6	2	3	4	4	7	7	2	5	6	6	8
Sedir	4	3	5	6	3	6	6	6	5	6	6	6	6	6	4	7	6	1	7	6	7	9
Göknar	4	3	6	5	3	8	4	6	4	5	6	6	6	6	3	7	6	6	6	6	7	6
Karışık İğne Yapraklı Ormanlar	4	3	6	5	3	6	5	4	2	8	7	5	4	3	8	5	5	6	6	7	6	7
Geniş yapraklı ormanlar	a0	a1	a2	a3	ab1	ab2	ab3	b1	b2	b3	bc1	bc2	bc3	c1	c2	c3	cd1	cd2	cd3	d1	d2	d3
Kayın	4	1	2	2	3	3	2	4	2	2	2	2	2	2	2	6	5	5	6	6	5	7
Meşe	4	1	3	4	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	6	5	6	6	6	6	7
Ardıç	4	1	3	2	3	4	4	4	5	1	6	7	6	6	5	6	5	6	6	5	6	6
Söğüt	4	1	2	2	3	8	4	5	6	6	1	1	5	5	5	5	6	3	4	4	5	5
Karışık Geniş Yapraklı Ormanlar	3	1	3	3	2	3	4	4	3	3	3	2	2	2	2	5	4	5	4	4	4	5
KarışıkOrmanlar	a0	a1	a2	a3	ab1	ab2	ab3	b1	b2	b3	bc1	bc2	bc3	c1	c2	c3	cd1	cd2	cd3	d1	d2	d3
Çamtürleri + Kayın	4	4	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	5	2	2	2	4	4	7
Çamtürleri + Meşe	4	4	4	5	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	4	7
Çamtürleri + Ardıç	4	3	4	5	2	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	7
Çamtürleri + Söğüt	4	3	4	4	3	1	4	4	4	4	4	4	6	6	6	5	6	6	2	6	6	5
Sedir + Kayın	4	4	5	1	3	4	4	4	4	5	5	5	3	5	5	5	4	4	2	6	6	6
Sedir + Meşe	4	4	5	4	1	4	4	4	4	3	3	3	5	3	2	6	3	3	2	4	5	5
Sedir + Ardıç	4	4	4	4	3	4	3	3	3	3	7	7	3	4	4	6	4	4	2	4	4	6
Sedir + Söğüt	4	4	1	1	3	4	4	4	4	4	4	6	3	6	6	6	5	5	2	5	5	4
Göknar + Kayın	4	2	3	5	3	5	4	3	3	2	2	2	3	4	4	4	4	4	2	5	5	5
Göknar + Meşe	4	2	3	3	3	4	4	4	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Göknar + Ardıç	4	2	3	3	3	4	4	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	3	5	6
Göknar + Söğüt	4	2	3	3	3	4	4	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	3	3	5	6

Çizelge 4.6'nın devamı

Diğer Açık Alanlar							
Otlak, Çayır, Mera	5	Kod No	M. tipi	Kod No	Meşcere tipi	Kod No	Meşcere tipi
Su	0	1	a0	19	cd3	37	Susuz tarım
Bataklık ve Bozuk	6	2	a1	20	d1	38	Maden Sahası
İskan	0	3	a2	21	d2	39	Çalılık-Tek yıllık bitkiler
Kumlu, Çakıllı alan	8	4	a3	22	d3	40	Yol
Gençlik	4	5	ab1	23	OT	41	Meyve Ağaçları
Alüvyal	7	6	ab2	24	Su	Not: 23-41 Kod Nolu Alanlarda Yalnızca Kapalılık Durumları Değerlendirilmektedir. Meşcere Çağ ve Kapalılıklara ait Sınıflar Eklenerek Arttırılabilir.	
Erezyon	9	7	ab3	25	Bataklık		
Taşlık	9	8	b1	26	İskan		
Kumul	7	9	b2	27	Kumlu, Çakıllı alan		
Kum_Kaya	7	10	b3	28	Gençlik		
Iskan ve ziraat	6	11	bc1	29	Alüvyal		
Sulu tarım	7	12	bc2	30	Erezyon		
Sezonluk Tarım Alanı	8	13	bc3	31	Taşlık, Kayalık		
Susuz tarım	5	14	c1	32	Kumul		
Maden Sahası	8	15	c2	33	Kum Kaya		
Çalılık-Tek yıllık bitkiler	4	16	c3	34	Iskan ve ziraat		
Yol	0	17	cd1	35	Sulu tarım		
Meyve Ağaçları	7	18	cd2	36	Sezonluk Tarım Alanı		

Çizelge 4.7. YUM'un belirlenmesinde meşcere çağı ve kapalılığı için kullanılan tablo

Kod	Çağ ve Kapalılık	UD	UD (%)	Kod	Çağ ve Kapalılık	UD	UD (%)
1	a0	4	66	22	d3	6	43
2	a1	3	80	23	OT	5	55
3	a2	4	69	24	Su	0	0
4	a3	4	71	25	Bataklık	6	44
5	ab1	3	78	26	İskan	0	0
6	ab2	4	66	27	Kumlu, Çakıllı alan	8	23
7	ab3	4	67	28	Gençlik	3	76
8	b1	4	62	29	Alüvyal	7	34
9	b2	4	65	30	Erezyon	9	12
10	b3	4	64	31	Taşlik, Kayalık	9	12
11	bc1	4	60	32	Kumul	7	34
12	bc2	4	62	33	Kum ve Kaya	7	34
13	bc3	4	65	34	Iskan ve ziraat	6	44
14	c1	4	62	35	Sulu tarım	7	34
15	c2	4	63	36	Sezonluk Tarım Alanı	8	23
16	c3	6	49	37	Susuz tarım	5	55
17	cd1	5	58	38	Maden Sahası	9	12
18	cd2	4	62	39	Çalilik-Tek yıllık bitkiler	4	65
19	cd3	4	65	40	Yol	9	12
20	d1	5	56	41	Meyve Ağaçları	7	34
21	d2	5	52		Ortalama	5	51

4.1.4.4. Eğim

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan eğim derece cinsinden 10'ar derece farklarla sınıflandırılmış ve karaca türünün literatüre bağlı olarak ekolojik istekleri doğrultusunda uygunluk dereceleri belirlenmiştir. Karaca türü için en uygun eğim dereceleri 10-20, 20-30, 0-10 olarak, 50-60 ve daha fazla eğime sahip alanlar ise uygun olmayan koşullara sahip alanlar olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. YUM'un belirlenmesinde eğim dereceleri için kullanılan tablo

Egim (Derece)	Mak	Min	UD	UD%
0 - 10	2	4	3	76
10 - 20	1	3	2	87
20 - 30	1	4	2,5	81
30 - 40	2	5	3,5	71
40 - 50	4	6	5	55
50 - 60	3	8	5,5	50
60 - 70	8	9	8,5	18
70 - 80	9	10	9,5	7
80 - 90	0	0	0	0
	Ortalama		5	55

4.1.4.5. Yol yoğunluğu

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan mevcut trafiğe açık yolların yoğunlukları hesaplanmıştır. Karaca türünün ekolojik isteklerine göre literatürden elde edilen bilgilere bağlı kalınarak yol yoğunluğu sınıfları için uygunluk dereceleri belirlenmiştir. Karaca türünün ortalama üreme alanı büyüklüklerine göre belirlenen alanlar içerisindeki yol yoğunluğu dikkate alındığında, 1,5-2 m/ha ve sonrası karacanın yaşamını sürdürmekte oldukça güçlük çektiği alanlar olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Karaca türü için en uygun yol yoğunluğu uygunluk dereceleri 0-0,5, 0,5-1, 1-1,5 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. YUM'un belirlenmesinde yol yoğunluğu için kullanılan tablo

Yol Yoğunluğu* (m/ha)	Min	Mak	UD	UD (%)
0 - 0,5	2	1	1,5	92
0,5 - 1	3	2	2,5	81
1 - 1,5	4	3	3,5	71
1,5 - 2	6	5	5,5	50
2 - 2,5	8	7	7,5	28
2,5 - 3	9	7	8	23
3 - 3,5	10	7	8,5	18
3,5 - 4	10	8	9	12
4 - 4,5	10	9	9,5	7
> –5	0	10	10	2
		Ortalama	6,6	38

*Yol yoğunluğu türün üreme alanı için ortalama yarıçapı 500 m (78,5 ha) içerisindeki alanı kapsar

4.1.4.6. Su kaynağına uzaklık

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan kuru ve sulu derelere ait uzaklıklar 250'şer metre mesafelere ayrılmıştır. Karaca türünün ekolojik isteklerine göre literatürde belirlenen mesafe değerleri mevsimlere bağlı olarak göz önünde bulundurularak her bir uzaklık sınıfına uygunluk dereceleri belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Su kaynağına 1000-1500 m ve daha uzak mesafelerin karaca türünün yaşamını sürdürmekte oldukça güçlük çektiği alanlar olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. YUM'un belirlenmesinde su kaynağına uzaklığı için kullanılan tablo

Su Kaynağına Uzaklıklar (m)		Derecelendirme				UD	UD (%)
		Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar		
0	250	3	3	1	4	2,8	79
250	500	5	5	3	5	4,5	64
500	1000	5	5	3	5	4,5	57
1000	1500	7	7	6	6	6,5	38
1500	2000	8	7	7	6	7	33
2000	2500	5	7	9	5	6,5	38
2500	3000	7	8	9	7	7,8	27
3000	3500	8	8	9	7	8	22
					Ortalama	6	45

4.1.4.7. Yola uzaklık

O.O.İ.M. sınırları içerisinde bulunan trafiğe açık yolların konumsal olarak uzaklık mesafeleri 125'şer m ara ile sınıflara ayrılmıştır. Karaca türünün literatürde belirlenmiş ekolojik olarak istekleri sayesinde her bir yola uzaklık mesafesi için uygunluk derecesi belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Yola, 250-375 m ve daha kısa uzaklıkların karaca türünün yaşamını sürdürmekte oldukça güçlük çektiği alanlar olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. YUM'un belirlenmesinde yol mesafesi için kullanılan tablo

Yol Mesafesi (m)			Min	Mak	UD	UD (%)
0	-	125	9	7	8	23
125	-	250	8	6	7	34
250	-	375	7	5	6	44
375	-	500	6	4	5	55
500	-	625	5	3	4	66
625	-	750	5	4	4.5	60
750	-	875	5	3	4	66
875	-	1000	4	3	3.5	71
1000	-	1125	3	1	2	87
1125	-	1250	3	1	2	87
1250	-	1500	2	1	1.5	92
1500	-	3000	1	1	1	97
				Ortalama	4	62

4.1.4.8. Yükselti

O.O.İ.M. sınırları içerisinde yükselti 100 m aralıklarla sınıflandırılarak karaca türünün ekolojik ihtiyaçlarına göre her bir yükselti sınıfı için uygunluk dereceleri belirlenmiştir. 1500 m ve üzeri yükseltilerin karaca türü için uygun olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. YUM'un belirlenmesinde yükselti için kullanılan tablosu

Yükselti (m)			Derecelendirme			
			Min	Mak	UD	UD (%)
0	-	100	10	6	8	23
100	-	200	8	5	6,5	39
200	-	300	8	4	6	44
300	-	400	6	3	4,5	60
400	-	500	5	2	3,5	71
500	-	600	5	2	3,5	71
600	-	700	4	1	2,5	81
700	-	800	4	1	2,5	81
800	-	900	4	1	2,5	81
900	-	1000	3	2	2,5	81
1000	-	1100	3	2	2,5	81
1100	-	1200	3	2	2,5	81
1200	-	1300	6	3	4,5	60
1300	-	1400	7	3	5	55
1400	-	1500	7	5	6	44
1500	-	1600	8	5	6,5	39
1600	-	1700	8	6	7	34
1700	-	1800	9	6	7,5	28
1800	--	1900	9	7	8	23
1900	-	2000	9	7	8	23
2000	-	2100	10	7	8,5	18
2100	-	2200	10	7	8,5	18
2200	-	2300	10	8	9	12
2300	-	2400	10	8	9	12
2400	-	2500	10	8	9	12
2500	-	2600	10	9	9,5	7
2600	-	2700	0	10	10	2
2700	-	2800	0	0	0	0
2800	-	2900	0	0	0	0
2900	-	>3000	0	0	0	0
				Ortalama	6	44

4.1.4.9. Topoğrafik durum

O.O.İ.M. sınırları içerisinde arazi yapısı belirlenerek karaca türünün ekolojik isteklerine göre toplamda 6 sınıf tespit edilmiştir. Karaca türünün ekolojik isteklerine göre uygunluk dereceleri belirlenmiştir. Buna göre karaca türünün en çok düzlük arazilerde bulunmayı tercih ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. YUM uygunluk değeri belirlemede kullanılan topoğrafik durum derecelendirme tablosu

Kod	Topoğrafik Yapı	Min	Mak	UD	UD (%)
1	Vadi	7	5	6	44
2	Alt Yamaç	6	5	5,5	50
3	Düzlük, Ova	5	2	3,5	71
4	Orta Yamaç	6	2	4	65
5	Üst Yamaç	6	4	5	55
6	Sırt, Tepe	10	8	9	12
			Ortalama	6	50

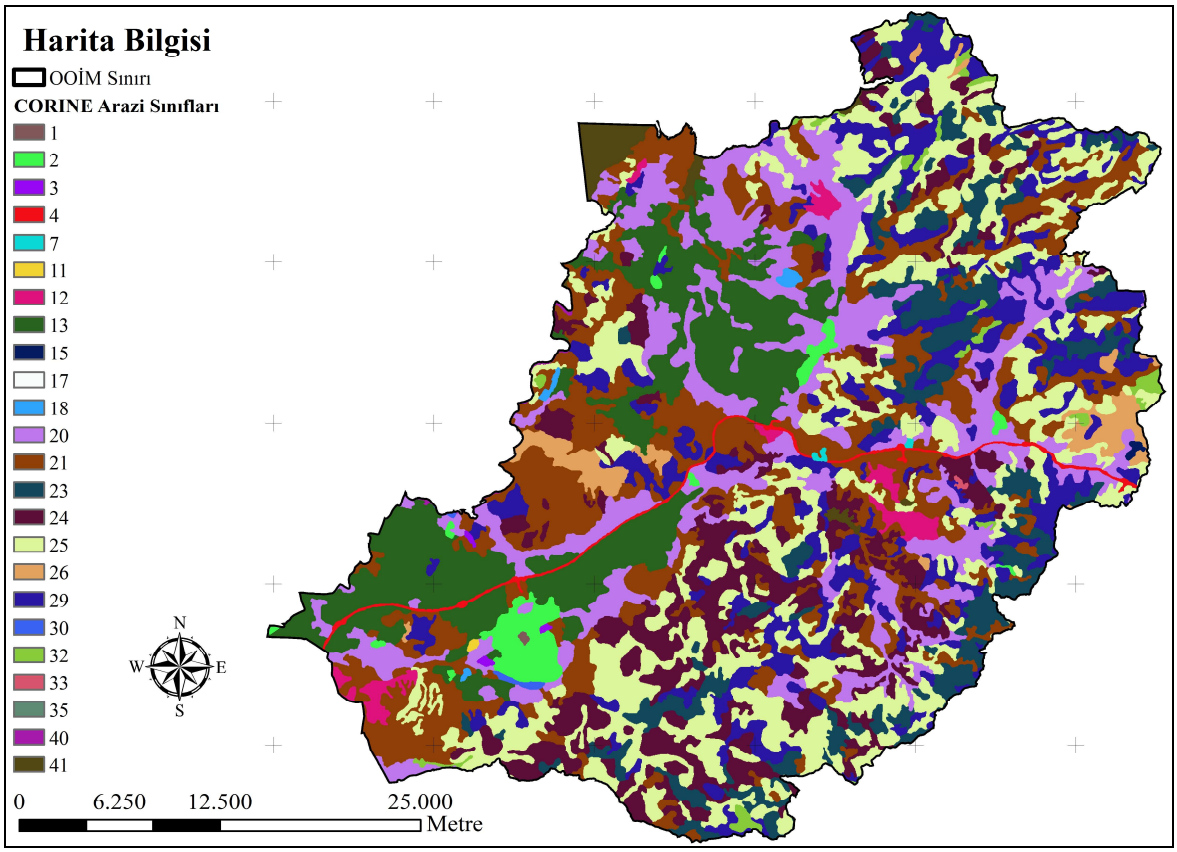
4.1.5. Değişkenlere ait kriterlerin konumsal dağılımı

4.1.5.1. Arazi kullanımı

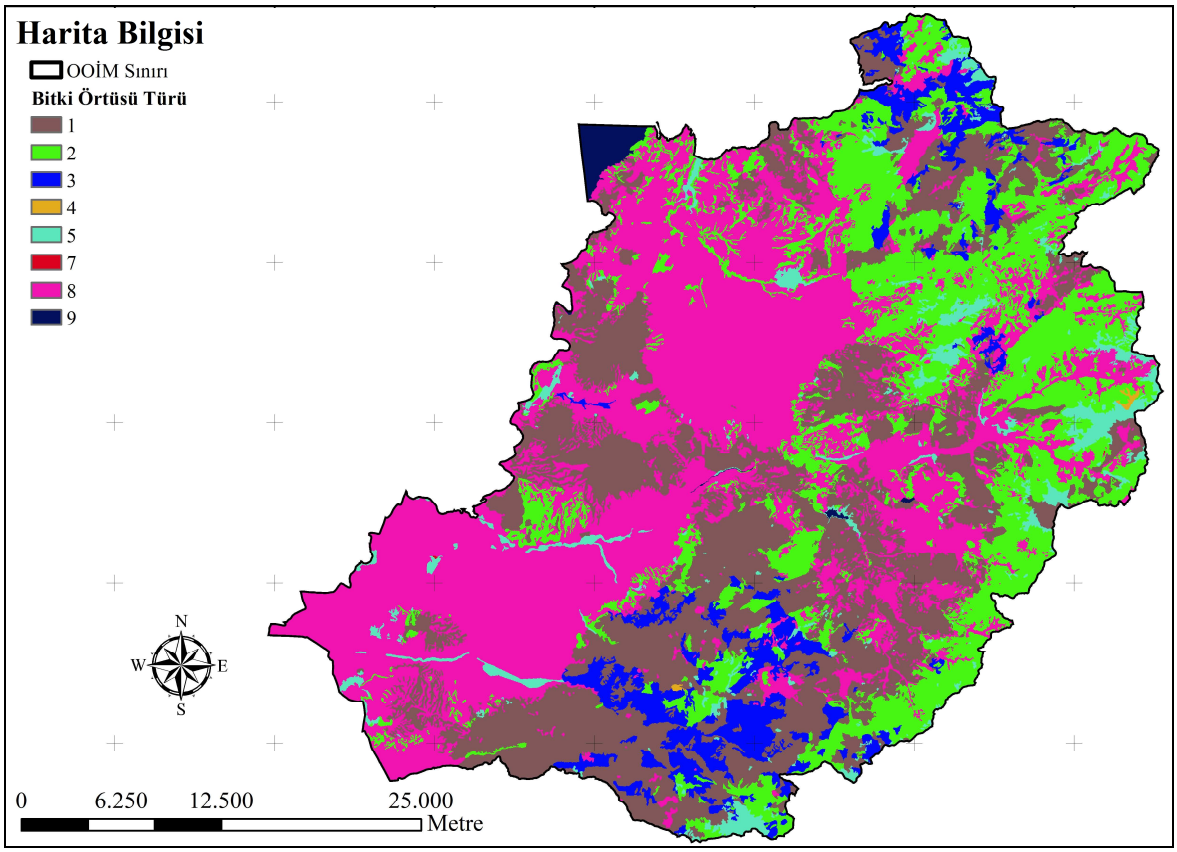
Araştırma alanı içerisinde CORINE arazi sınıfları tanımlarına uyan yerlerin amaç fonksiyonunu belirleyici karar değişkeni kriter olarak kullanılması amacıyla sınıflandırılma sonucu tespit edilen arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir (Şekil 4.4). CORINE arazi sınıflarına göre toplamda 44 farklı sınıf bulunurken araştırma alanı içerisinde 24 farklı arazi kullanım durumu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

4.1.5.2. Bitki örtüsü

Araştırma alanı içerisinde O.O.İ.M. sınırlarını içeren orman amenajman planlarına ait bilgilerden faydalanılarak bitki örtüsü, amaç fonksiyonunu belirleyici karar değişkeni kriteri olarak kullanılması amacıyla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma kapsamında 8 farklı sınıf tanımlanarak konumsal dağılımları haritalandırılmıştır (Şekil 4.5). Araştırma alanı içerisinde yaklaşık %40 oranında şehir ve tarım alanı bulunurken yaklaşık %55 oranında iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcerelerle kaplı ormanlık alanlar tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).



Şekil 4.4. Tanımlı sınıflara ayrılmış alan kullanımına ait konumsal dağılım haritası



Şekil 4.5. Tanımlı sınıflara ayrılmış bitki örtüsüne ait konumsal dağılım haritası

Çizelge 4.14. CORINE arazi sınıflarına göre araştırma alanı arazi kullanımına ait oranlar

Kod No	CORINE Arazi Kullanım Tanımı	Alan (ha)	Yüzde (%)
1	Sürekli Kentsel Doku	40,14	0,03
2	Süreksiz Kentsiz Doku	2458,98	1,52
3	Sanayi veya Ticari Alanlar	115,02	0,07
4	Karayolu, Demiryolu ve İlgili Alanlar	1072,17	0,67
7	Maden Çıkarma Alanları	81,45	0,05
11	Spor ve Rekreasyon Alanları	40,77	0,03
12	Sulanmayan Tarım Alanları	1780,65	1,10
13	Sürekli Sulanan Alanlar	19546,92	12,11
15	Bağlar	80,28	0,05
17	Zeytinlikler	0,54	0,00
18	Çayırlar ve Meralar	254,97	0,16
20	Karışık Tarımsal Alanlar	22430,34	13,90
21	Doğal Bitki Örtüsü ile Bulunan Tarım Alanları	29717,01	18,41
23	Geniş Yapraklı Ormanlar	11808,9	7,32
24	İğne Yapraklı Ormanlar	17204,4	10,66
25	Karışık Ormanlar	29534,85	18,30
26	Doğal Otlak Alanları	2762,82	1,71
29	Orman-Çalılık Geçiş Alanları	18987,75	11,77
30	Plajlar, Kumullar Ve Kum Ovaları	150,66	0,09
32	Çok Seyrek Bitki Örtüsüyle Kaplı Alanlar	1213,74	0,75
33	Yanmış Alanlar	41,67	0,03
35	Bataklıklar	7,11	0,01
40	Su Yolları	287,46	0,18
41	Su Kütleleri	1777,59	1,10
	Toplam	161396,19	100

Çizelge 4.15. O.O.İ.M. bitki örtüsü sınıfları ve alansal dağılımı

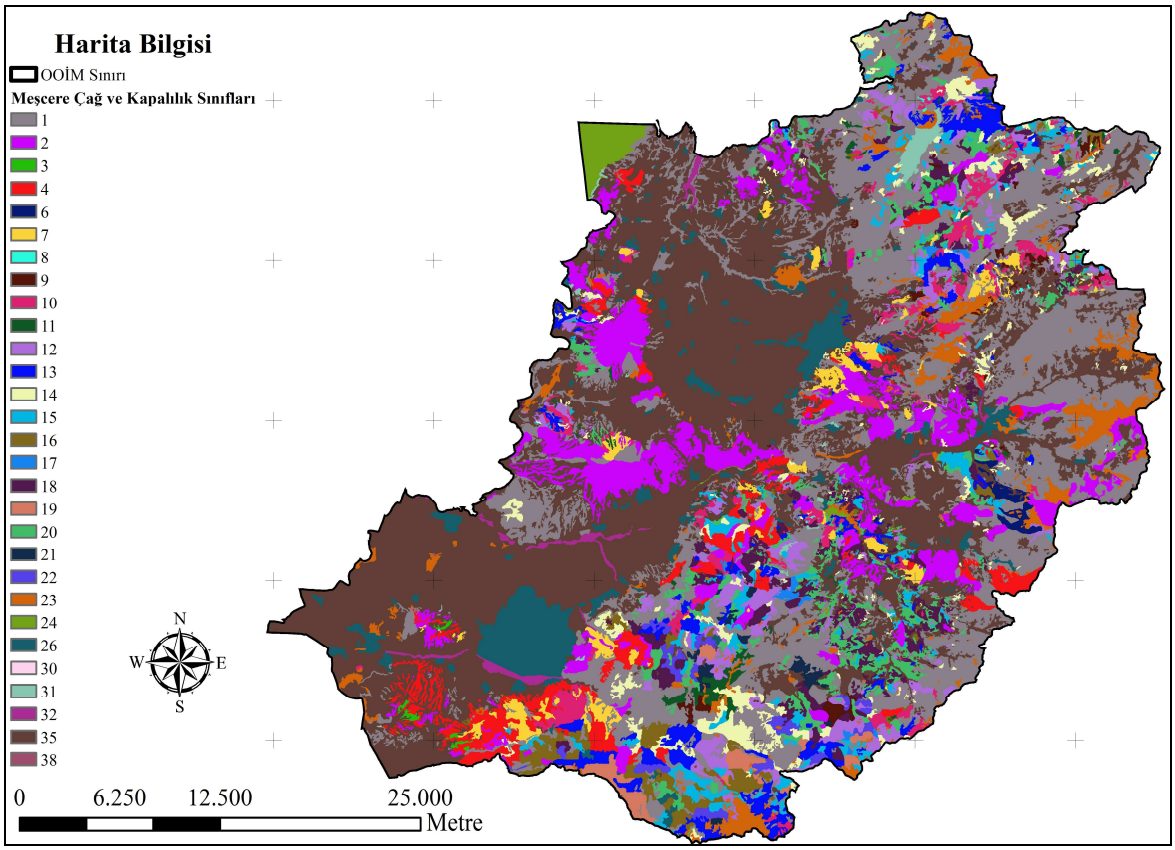
Kod No	Bitki Örtüsü	Alan (ha)	Yüzde (%)
1	İğne Yapraklı Ormanlar	45455,4	28,14
2	Geniş Yapraklı Ormanlar	35480,2	21,96
3	KarışıkOrmanlar	10135,2	6,27
4	Otlak	93,51	0,058
5	Orman Toprağı	6145,02	3,80
6	Çorak Arazi Tipleri	8,64	0,01
7	Şehir ve Tarım Alanları	62992,3	38,99
8	Sulak Alanlar	1246,23	0,77
	Toplam	161556	100

4.1.5.3. Meşcere çağı ve kapalılık

Araştırma alanı içerisinde bulunan meşcere tipleri ve meşcere kapalılıkları O.O.İ.M. sınırlarını içeren orman amenajman planlarından yararlanılarak belirlenmiştir. Araştırma alanı içerisinde MÇK sınıflarının alansal dağılımlarına göre yaklaşık %35'i sulu tarım yapılan alan ve yaklaşık %24'ü ağaçlandırma sahası olarak tespit edilmiş olup, Çizelge 4.16'da diğer sınıflara ait konumsal dağılımlar detaylı olarak sunulmuştur (Şekil 4.6).

Çizelge 4.16. O.O.İ.M. orman amenajman planlarına göre belirlenen MÇK alansal dağılımı

Alan Kodu	MÇK Tipi	Alan (ha)	Alan (%)
1	a0	38107,71	23,61
2	a1	11601,72	7,19
3	a2	131,76	0,08
4	ab1	5126,49	3,18
6	ab2	451,35	0,28
7	ab3	2471,4	1,53
8	b1	31,14	0,019
9	b2	708,84	0,44
10	b3	3408,93	2,11
11	bc1	815,85	0,51
12	bc2	4281,12	2,65
13	bc3	3967,56	2,46
14	c1	3694,23	2,29
15	c2	3256,83	2,02
16	c3	2077,65	1,29
17	cd1	303,03	0,19
18	cd2	3730,41	2,31
19	cd3	1044,63	0,65
20	d1	4327,38	2,68
21	d2	478,71	0,30
22	d3	1019,52	0,63
23	OT	5337,63	3,31
24	Su	1243,98	0,77
26	İskan	6122,34	3,79
30	Erozyon	2,25	0,00
31	Taşlık, Kayalık	619,56	0,38
32	Kumul	824,94	0,51
35	Sulu Tarım	56202,84	34,82
38	Maden Sahası	6,39	0,01
	Toplam	161396,2	100



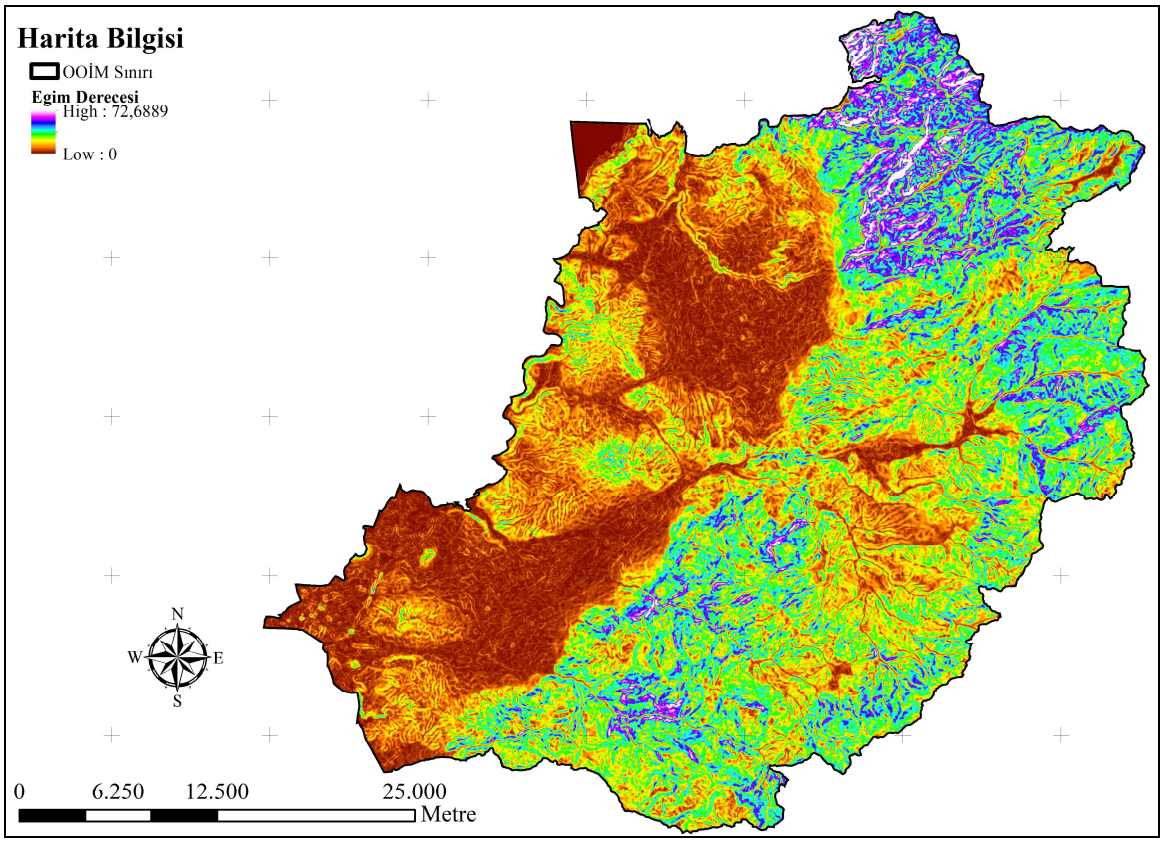
Şekil 4.6. Tanımlı sınıflara ayrılmış meşcere çağ ve kapalılıklara ait konumsal dağılım haritası

4.1.5.4. Eğim

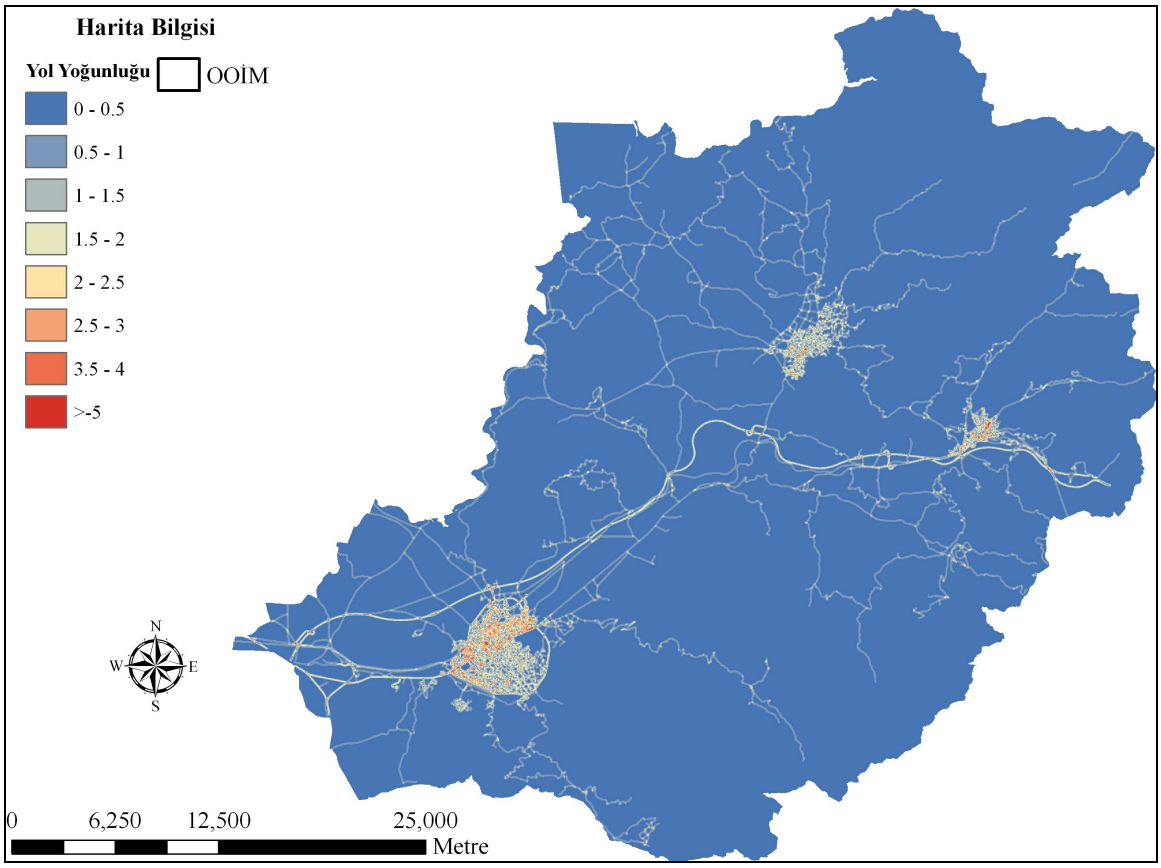
Araştırma alanı içerisinde topoğrafik yapıyı değerlendirebilmek ve amaç fonksiyonuna ulaşabilmek amacıyla ASTERDEM V2'den elde edilen SYM ile derece cinsinden eğim sınıflarına ait konumsal dağılım belirlenmiştir. O.O.İ.M. alanı içerisinde en düşük eğim 0° iken, maksimum eğim yaklaşık 73° ve ortalama eğim ise 14° olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7).

4.1.5.5. Yol yoğunluğu

Araştırma alanı içerisinde bulunan orman içi ve kenarı orman yollarına, şehir içi yollar da dahil edilerek karaca türünün 500 m yarıçaplı ortalama yaşam alanı göz önüne alınarak, yol yoğunluğuna ait konumsal hesaplamalar yapılmış ve konumsal dağılımı bulunmuştur (Şekil 4.8). Yol yoğunluğunu belirlemede karaca türüne ait ortalama yaşam alanı büyüklüğüne bağlı olarak hesaplanan YY yerleşim yerlerinin bulunduğu alanlarda ve bağlantı yollarının bulunduğu yol güzergahlarında ≥6,5 km/ha olarak belirlenmiştir.



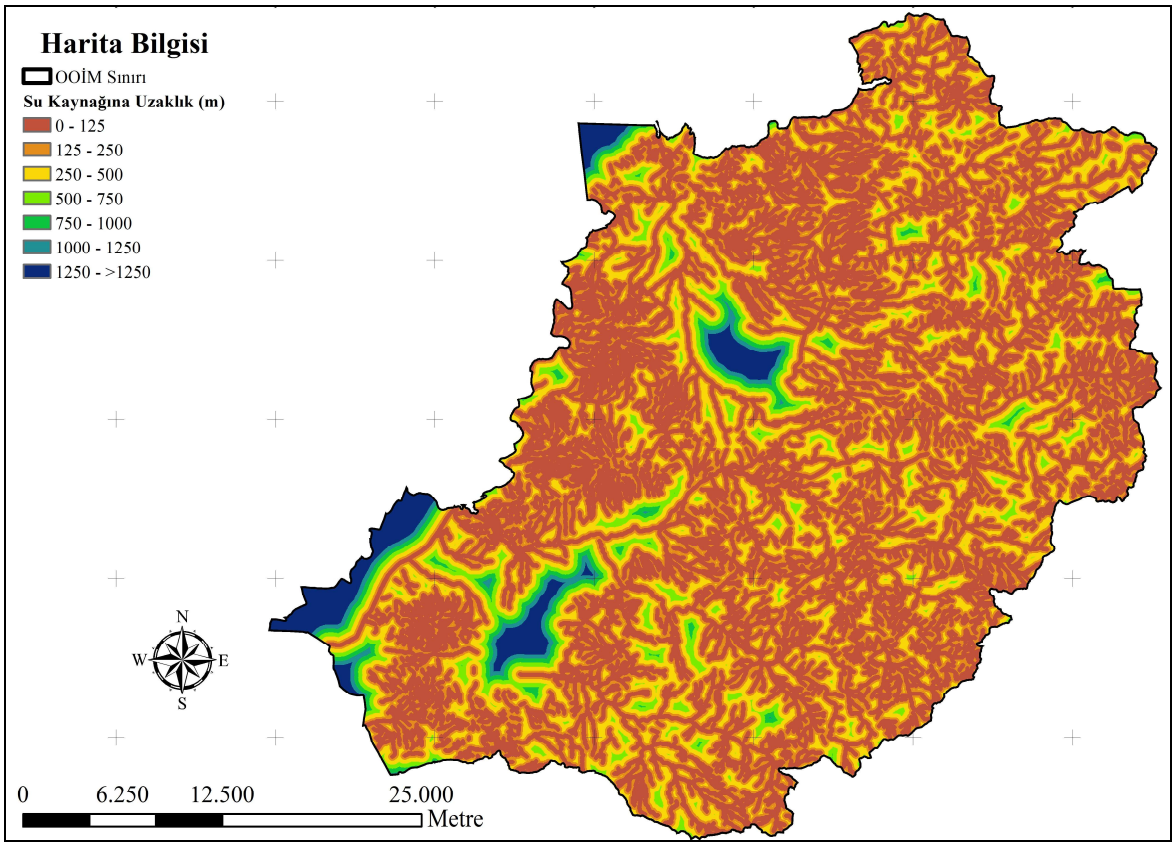
Şekil 4.7. Tanımlı sınıflara ayrılmış eğim kriterine ait konumsal dağılım haritası



Şekil 4.8. Tanımlı sınıflara ayrılmış yol yoğunluğu kriterine ait konumsal dağılım haritası

4.1.5.6. Su kaynağına uzaklık

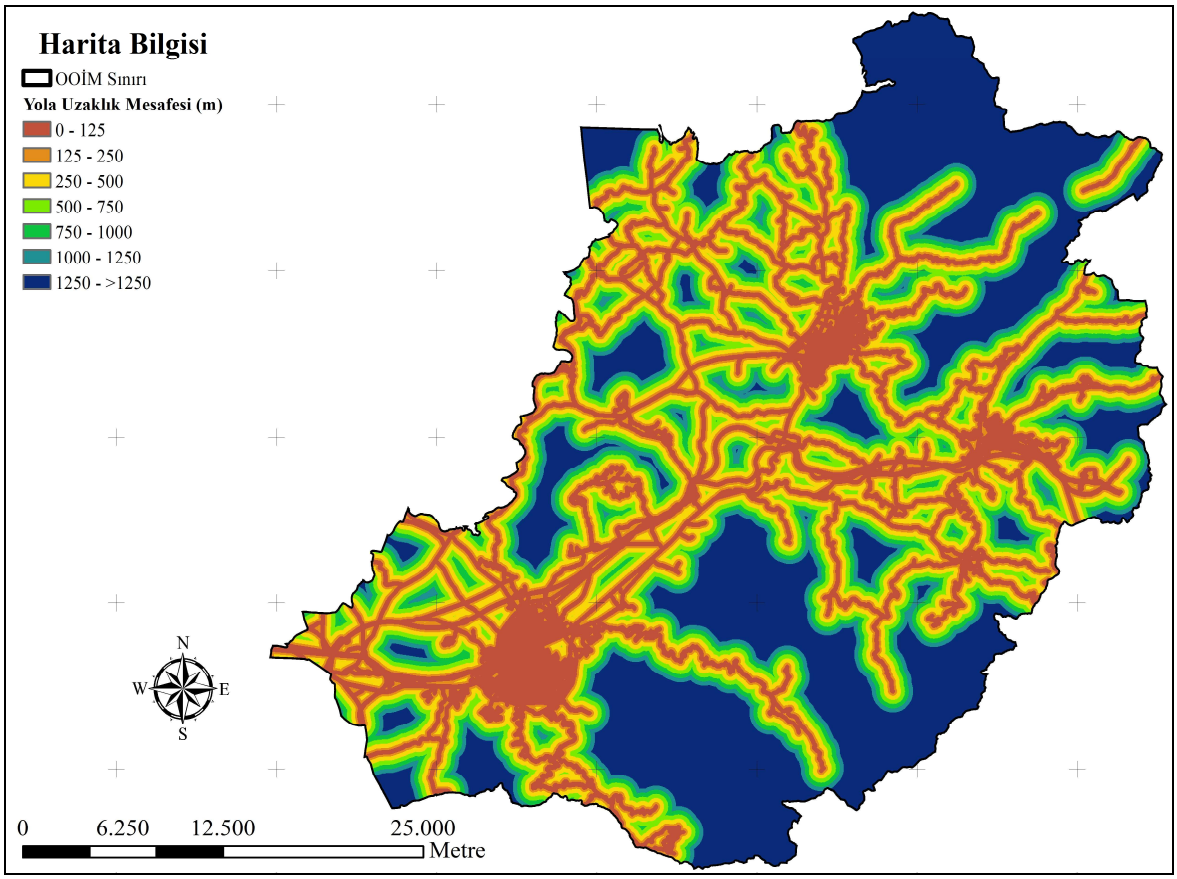
Araştırma alanı içerisinde bulunan sulu ve kuru derelerinin merkez noktasından çevresel uzaklığı hesaplanarak, amaç fonksiyonunu belirlemede karar değişkeni olarak kullanabilmek için sınıflandırılmış veri tabanı üzerinden SKU'ya ait konumsal dağılım bulunmuştur. Tanımlı sınıflara ayrılmış su kaynağına uzaklık kriterine ait konumsal dağılım haritası Şekil 4.9'da sunulmuştur.



Şekil 4.9. Tanımlı sınıflara ayrılmış su kaynağına uzaklık kriterine ait konumsal dağılım haritası

4.1.5.7. Yola uzaklık

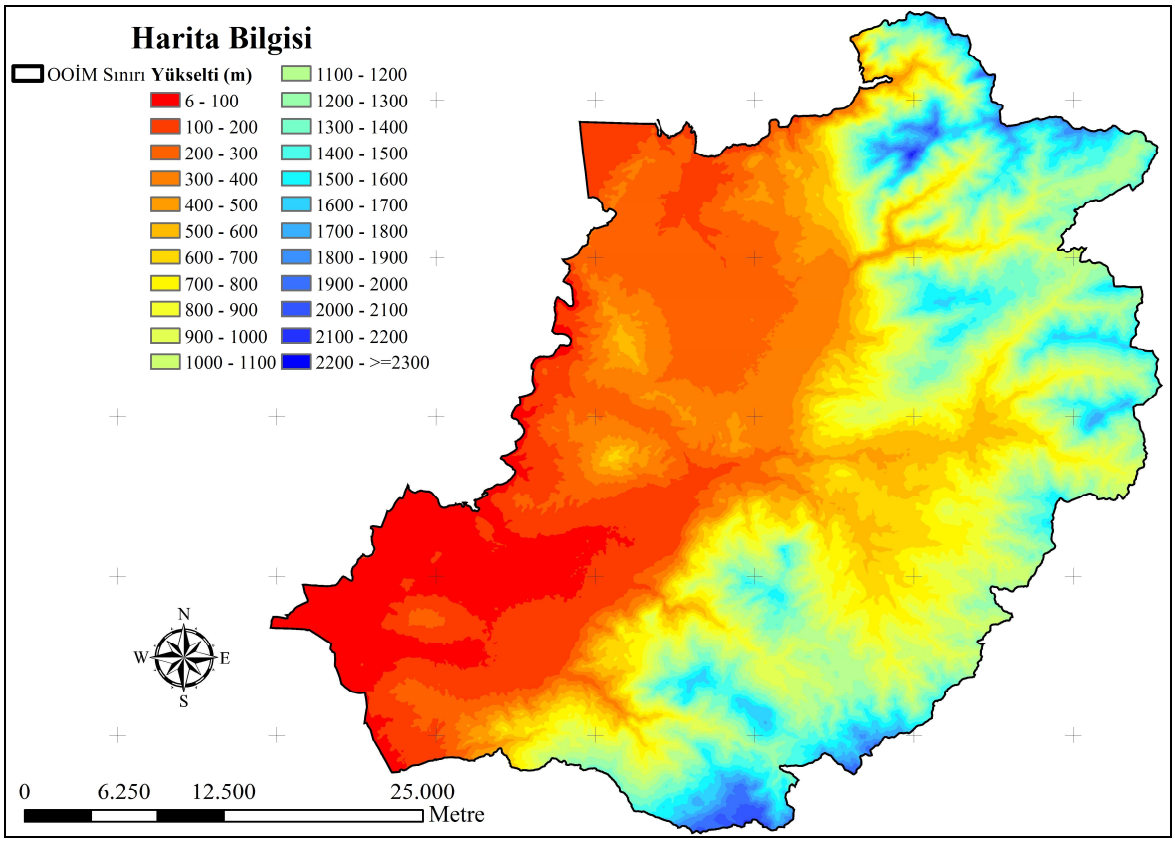
Araştırma alanı içerisinde orman içi ve kenarından geçen işlek yolların merkez noktasından başlayarak çevresel uzaklığı hesaplanarak, amaç fonksiyonu belirlemede karar değişkeni olarak kullanabilmek için sınıflandırılmış ve konumsal dağılımı hesaplanmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Tanımlı sınıflara ayrılmış yola uzaklık kriterine ait konumsal dağılım haritası

4.1.5.8. Yükselti

Araştırma alanı içerisinde topoğrafik yapı faktörlerinden olan yükseltinin amaç fonksiyonu belirlenmesinde karar değişkeni olarak kullanılması için yükseklik sınıfları oluşturularak, tanımlı sınıflara ayrılmış alan içerindeki konumsal dağılımları bulunmuştur (Şekil 4.11). O.O.İ.M. içerisindeki ortalama arazi yükseltisi 1106 m olup, en düşük 6 m, en yüksek 2214 m yüksekliğe sahiptir. Yerleşim alanlarından ormanlık alanlara doğru gidildikçe yükselti artmaktadır.



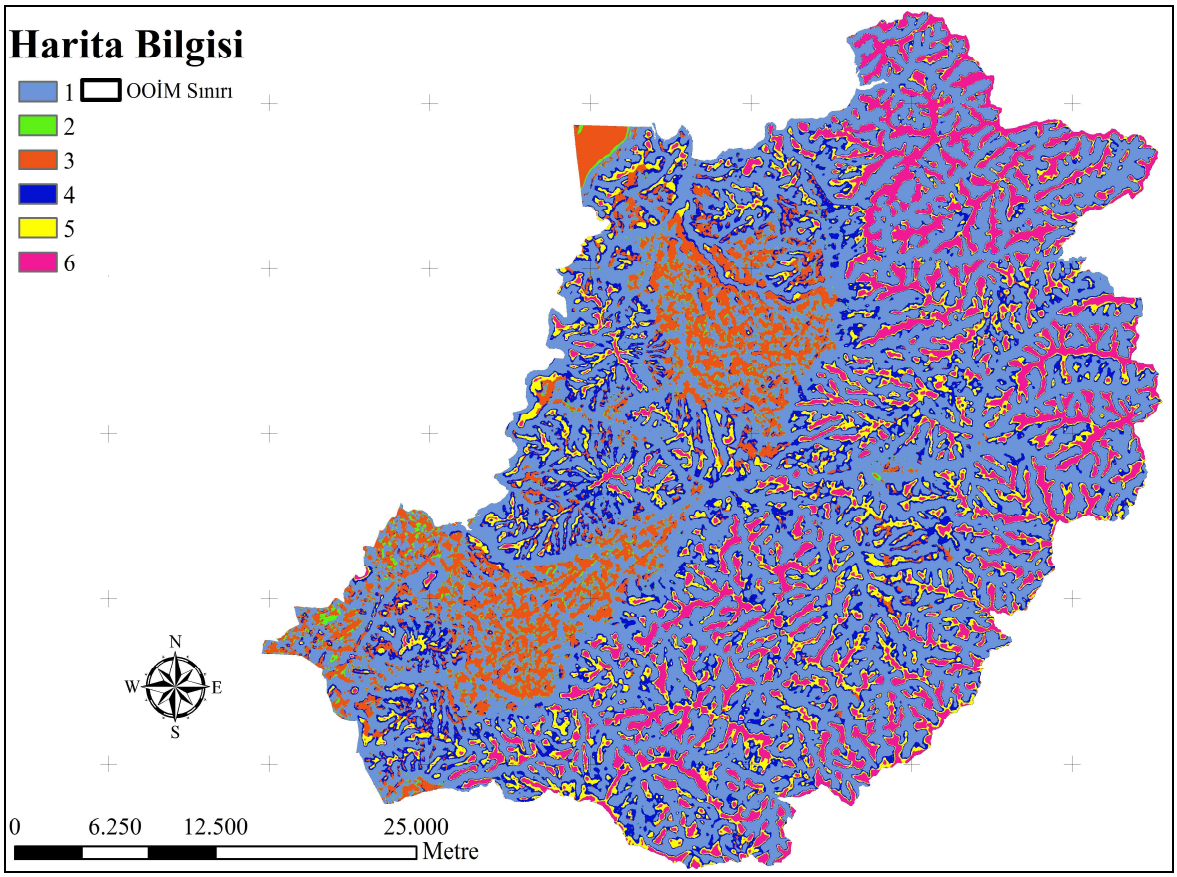
Şekil 4.11. Tanımlı sınıflara ayrılmış yükseklik kriterine ait konumsal dağılım haritası

4.1.5.9. Topoğrafik durum

Araştırma alanı içerindeki topoğrafik yapı Weis 2001'deki gibi 6 sınıfta tanımlanıp, karaca türünün yaşam alanı büyüklüğü olan ortalama 500 m yarıçaplı daire içerisinde taranan alanların SYM kullanılarak konumsal dağılımı hesaplanarak tanımlı sınıfları tespit edilmiştir. O.O.İ.M. içerisinde en fazla alanı kaplayan topoğrafik yapıları Tepe, Sırt, Kanyon kenarı (%49,60) oluştururken diğer topoğrafik yapılar sırasıyla; Düzlük, Vadi ve Kanyon oluşumu, Aşağı Yamaç, Orta ve Yukarı Yamaç olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.17, Şekil 4.12).

Çizelge 4.17. O.O.İ.M. sınırları içerisindeki TD dağılımı

TD Kodu	TD	Alan (ha)	Alan (%)
1	Tepe, Sırt, Kanyon Kenarı	80117.9	49.60
2	Yukarı Yamaç	3088.62	1.91
3	Orta Yamaç	15920.7	9.86
4	Düzlük	25747	15.94
5	Aşağı Yamaç	16711.4	10.35
6	Vadi, Kanyon	19946.2	12.35
	Toplam	161532	100



Şekil 4.12. Topografik duruma ait konumsal dağılım haritası

4.1.6. Yaşam alanı uygunluk modelleri

4.1.6.1. Doğrusal ağırlıklı model ile tasarlanan yaşam alanı uygunluk modeli

a) Karar Değişkenlerine ait Ağırlıkların Belirlenmesi: Karar değişkenlerine ait kriterlendirilmiş sınıfların tümü için ortalama UD ($UD_{ort.}$) ve her bir fonksiyon üzerinde beklenen şiddet dereceleri hesaplanmıştır. Türün, hangi karar değişkenin daha fazla etkisi altında kaldığını tespit etmek için yaşam alanlarındaki dağılımında etki dereceleri yani ağırlıkları ortaya koyularak sıralanmıştır (Çizelge 4.18). Literatürde türün ekolojik isteklerine göre belirlenen uygunluk derecelerinin çiftlerarası oransal değerlerine göre yol yoğunluğu en düşük etkiye sahipken yola uzaklık en fazla etkiye sahip olarak tespit edilmiştir. Genel olarak tüm karar değişkenleri birbirlerine yakın değerlerde fonksiyonlar üzerinde etkiye sahiptir. Karar değişkenlerinin türün konumsal dağılım modelleri üzerinde YY'nin 0,09; BÖ, Y ve SM değişkenlerinin 0,10; AK ve TD'nin 0,11; MÇK ve E'nin 0,12; YU'nun 0,15 olarak ağırlıklı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

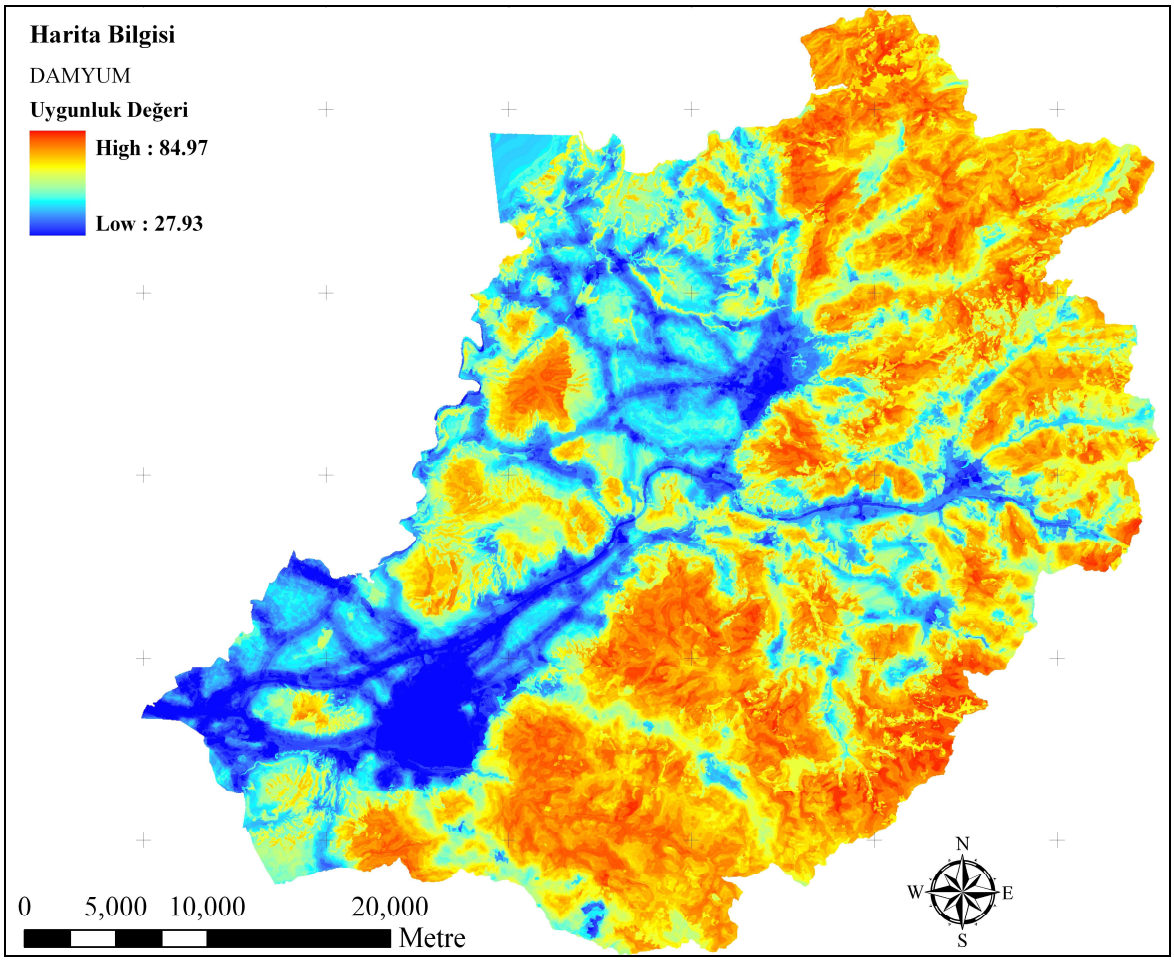
Çizelge 4.18. Fonksiyonların ağırlıklandırılması

	$UD_{ort.}$	Çiftlerarası Oransal Ağırlık	
		$1/r_i$	W_i
Yol Yoğunluğu	6.55	0.153	0.09
Bitki Örtüsü	6.38	0.157	0.10
Yükselti	6.04	0.166	0.10
Suya Mesafesi	5.96	0.168	0.10
Alan Kullanımı	5.43	0.184	0.11
Topoğrafik Durum	5.50	0.182	0.11
Kapalılık ve Çağ	5.26	0.190	0.12
Eğim	4.94	0.202	0.12
Yola Uzaklık	4.04	0.247	0.15
Toplam		1,649	1

Çiftlerarası oransal ağırlık hesabına göre türün dağılım tahmin modelinde en fazla etki gösteren karar değişkeni YU ve en az etki gösteren YY olarak tespit edilmiştir. Amaç fonksiyonlarının konumsal dağılımlarının CBS ortamında ortaya konulması için doğrusal regresyon modeli Denklem 4.1'deki gibi belirlenmiştir.

$$\begin{aligned} DAMYUM = {} & (AK * 0{,}11) + (B\ddot{O} * 0{,}10) + (MÇK * 0{,}12) + \\ & (E * 0{,}12) + (YY * 0{,}09) * (SKU * 0{,}10) + \\ & (YU * 0{,}15) + (Y * 0{,}10) + (TD * 0{,}11) \end{aligned} \tag{4.1}$$

b) Yaşam Alanı Uygunluk Modeli: Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan YUM değerleri %'lik değerlerle ifade edilmiştir. İl merkezi ve yolların geçtiği alanlar ile derin sulak alanlarda karaca türünün yaşamını sürdürebilen bir tür olarak yaşam alanı dağılımı tahmini ortaya konulmuştur (Şekil 4.13). Karaca türünün araştırma alanı içerisinde bulunan derin sulak alanlarda yaşama şansının olduğu ve ormanlık alanların neredeyse tamamının üreme ve gelişme için uygun olduğu ortaya konulmuştur. Türün kesinlikle ortamda bulunamayacağı veya tesadüfi olarak gözlenebileceği alanların tespiti gerçekleştirilememektedir.

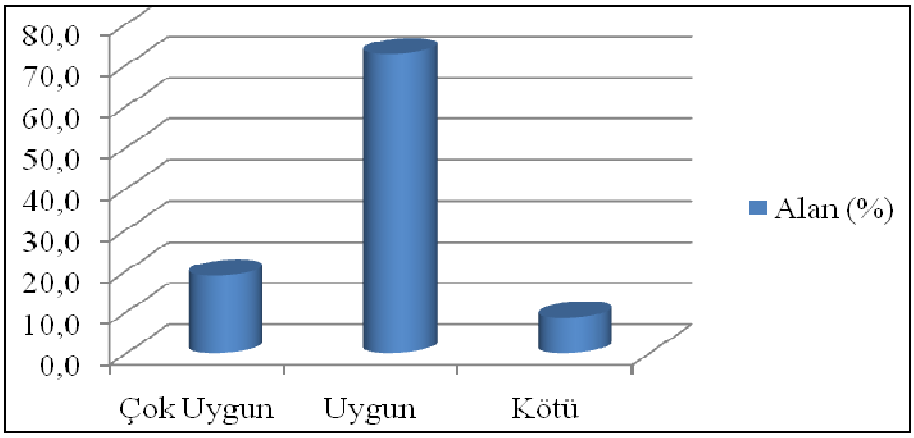


Şekil 4.13. Doğrusal ağırlıklı modelleme ile oluşturulan YUM

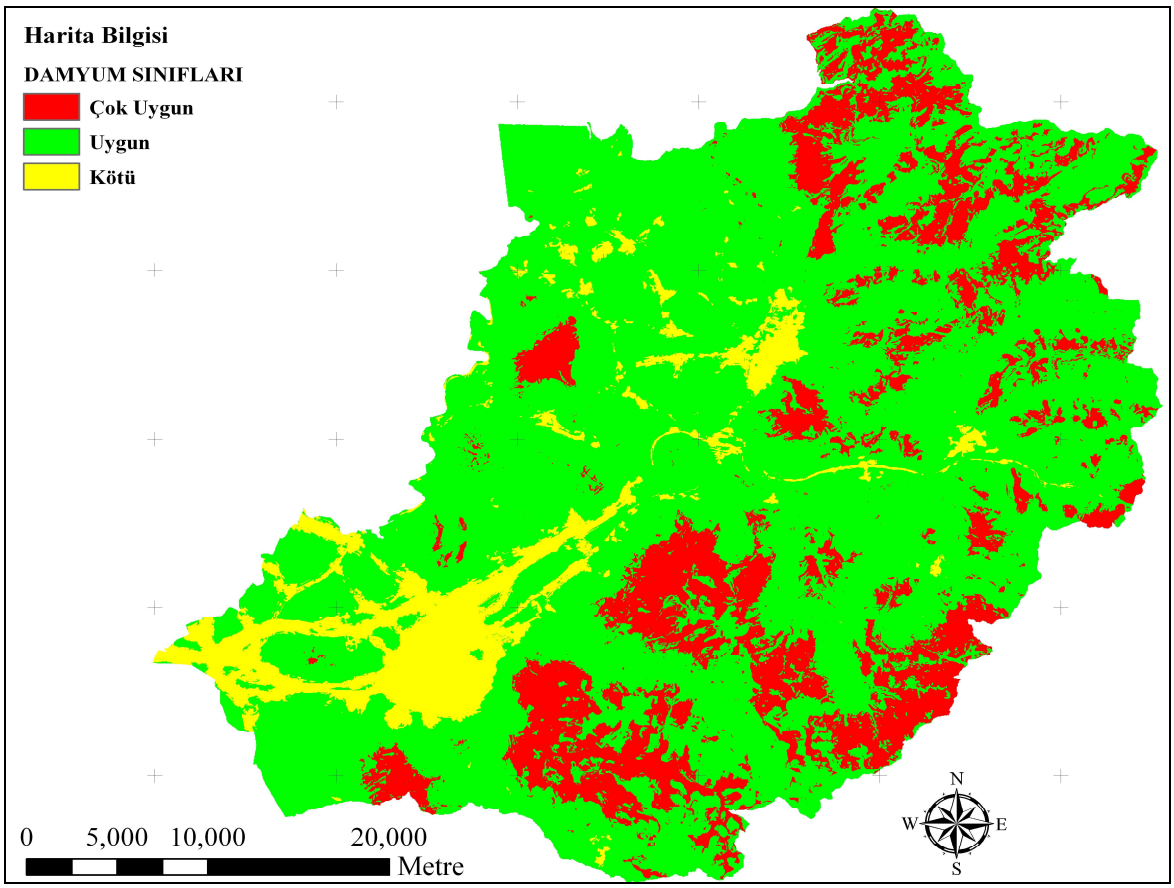
c) Amaç Fonksiyonlarının Dağılımı: Karaca türünün O.O.İ.M. sınırları içerisinde göstereceği konumsal dağılım haritası belirlenmiştir. Bu haritada, YUM fonksiyonları hedeflenen 5 farklı sınıftan 3 sınıfı ortaya koyabilmiştir. Bunlar, hayatını kısmen sürdürebileceği ölçekte uygun (kötü) alanlar (%8,6); gezinme, göç, barınma gibi sosyal yaşamlarını sürdürebilecek kadar iyi (uygun) alanlar (%72,6); üreme için tercih edilen (çok uygun) alanlar (%18,8) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.14). Hedef olarak ulaşılmak istenen yokluk ve rastlantısal olarak türün bulunabileceği alanlar söz konusu DAM ile yapılan yaşam alanı tahmini için üretilen konumsal harita üzerinde tespit edilememiştir. Mevcut konumsal veriler ile stratejik olarak tespiti hedeflenen amaç fonksiyonlarının tamamına ulaşılamamıştır (Şekil 4.15).

Çizelge 4.19. DAM ile tespit edilen fonksiyonların dağılımı

	Alan (ha)	Alan (%)
Çok Uygun	30307.7	18.8
Uygun	117038.7	72.6
Kötü	13793.8	8.6
Toplam	161140,1	100



Şekil 4.14. DAM ile tespit edilen fonksiyonların dağılımı



Şekil 4.15. Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan amaç fonksiyonlarına ayrılmış YUM

4.1.6.2. Doğrusal bulanık mantık ile yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması

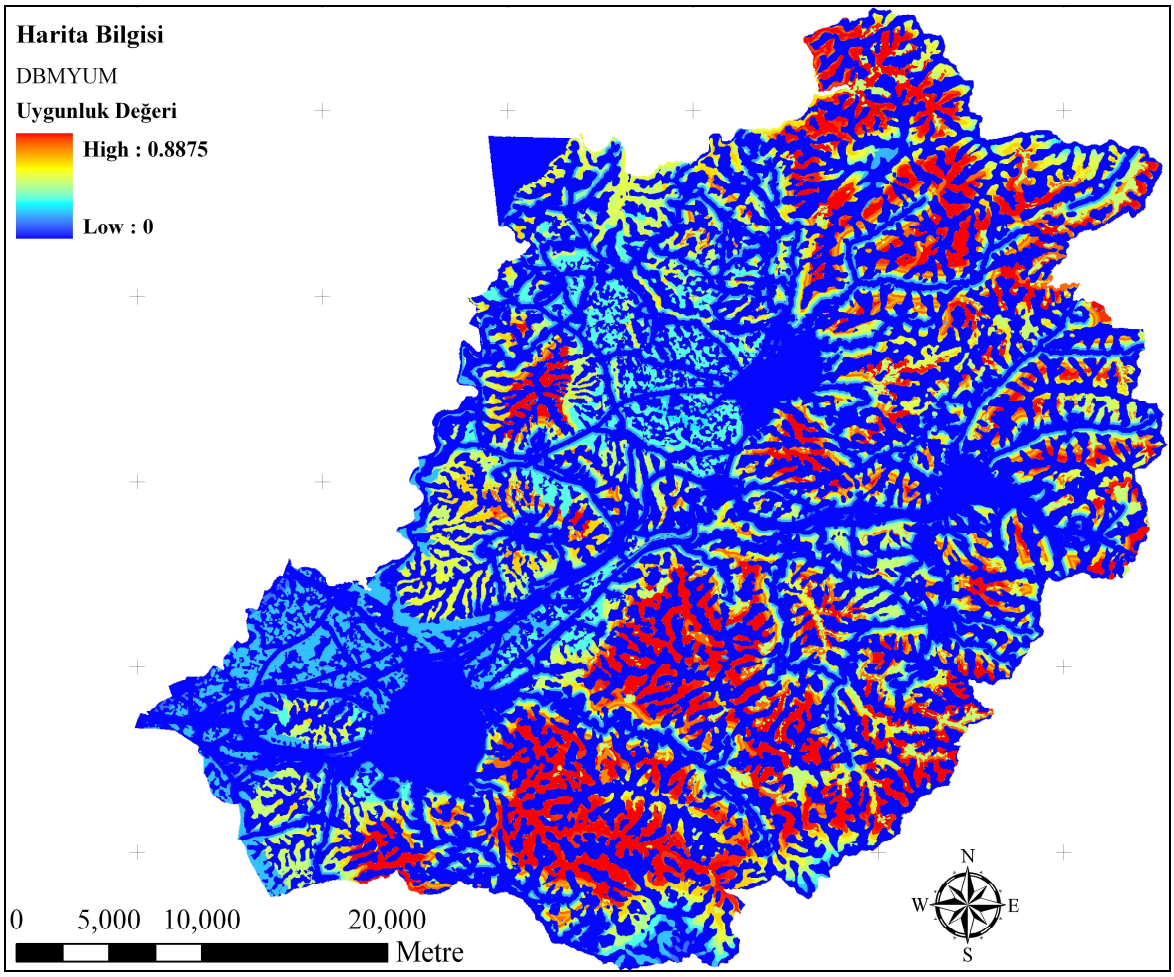
a) Doğrusal Bulanık Mantık Üyeliklerinin Belirlenmesi: Karar değişkenleri için literatürden tespit edilen UD kullanılarak şiddet derecelerine ait minimum 0 ile maksimum 100 değerleri doğrusal bulanık mantık (DBM) ile derecelerin karekökleri alınarak bulanık üyeliğe dahil edilmiştir. Bu nedenle karar değişkenlerinin her birine ait 0 ile 100 arasında belirlenen UD değerleri tespit edilmiş ve karar değişkenlerinin her biri 0 ile 1 arasında bulanıklaştırılmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Değişkenlere ait minimum ve maksimum UD

Değişkenler	UD (%)	
	Min	Mak
AK	0	97
BÖ	2	87
MÇK	23	97
E	7	87
YY	0	92
SKU	22	79
YU	23	97
Y	12	81
TD	44	71

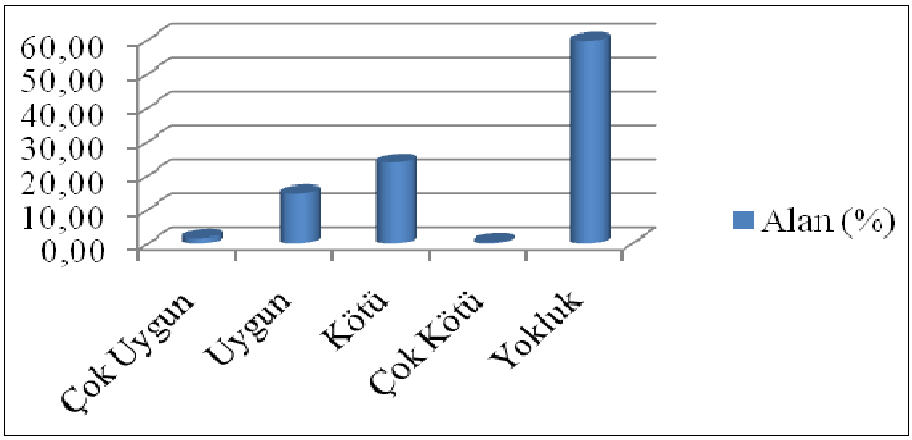
Karar değişkenlerine ait minimum ve maksimum UD değerleri yalnızca araştırma alanı için belirlenmiştir. Araştırma alanın içerdiği veritabanlarının değerlendirilmesiyle karaca türünün kesinlikle bulunamayacağı TD değeri bulunmazken, AK ve YY bakımından türün kesinlikle bulunamayacağı YY, AK ve BÖ değişkenlerine ait mevcut duruma sahip alanların varlığı tespit edilmiştir.

b) Yaşam Alanı Uygunluk Modeli: Şiddet dereceleri üzerindeki kesin yargılı sınıfların ortadan kaldırılması amacıyla DBM ile oluşturulan YUM'un 0 ile 1 değerleri arasındaki değerleri belirlenmiştir. İl merkezi gibi yerleşim alanları, yol yoğunluğunun fazla olduğu yerler ve yoğun su kütlelerinin bulunduğu göl ve gölet gibi alanlarda karaca türünün yaşamasında mutlak yokluk olarak değerlendirilen alanlar belirlenmiştir (Şekil 4.16). YUM tahmini dağılımı oluşturulan karacanın orman içi ve kenarı alanlarda üreme ve gelişme gösterebileceği alanların tespiti DBM ile elde edilmiştir. Sonuç olarak araştırma alanında karaca türü için %100 uygun bir alanın bulunmadığı tespit edilmiştir.

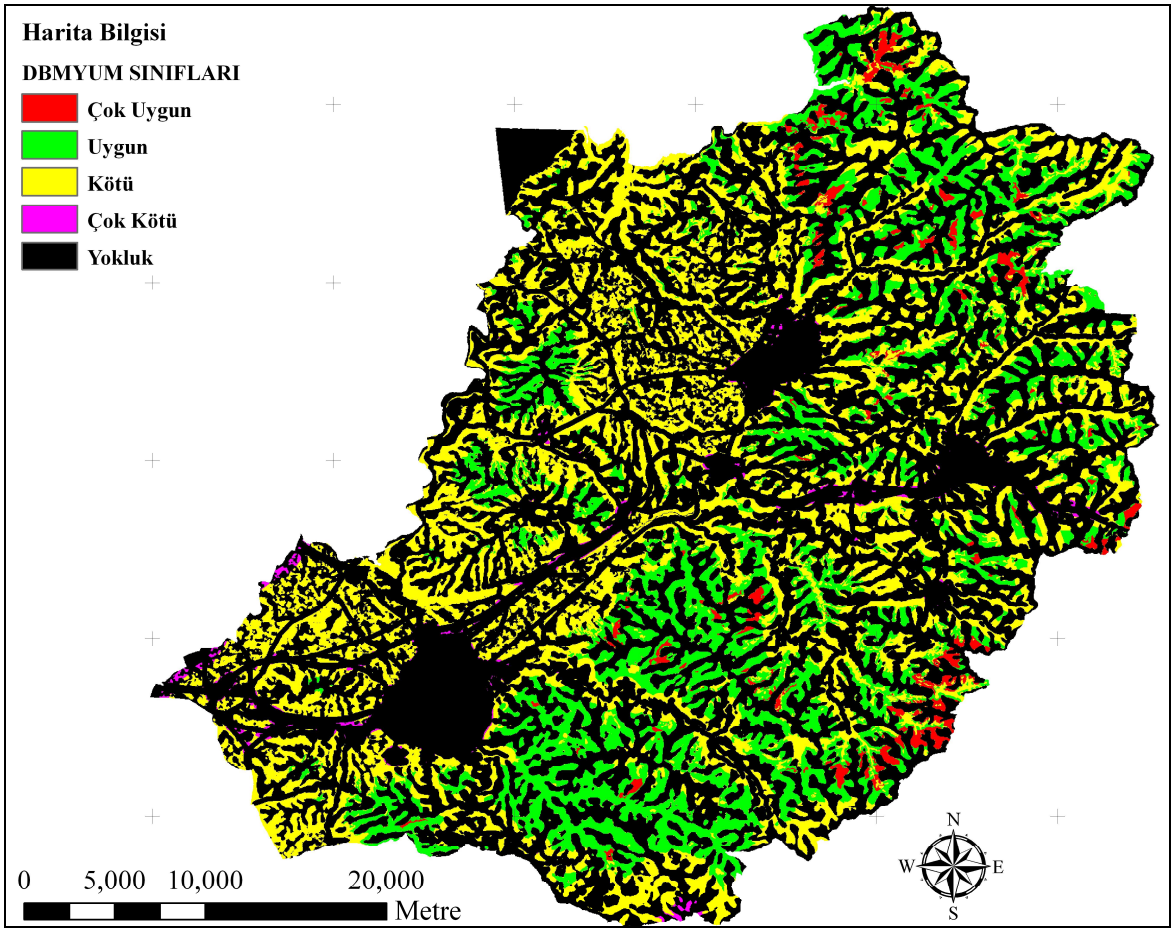


Şekil 4.16. Doğrusal bulanık mantık ile oluşturulan YUM

c) Amaç Fonksiyonlarının Dağılımı: Karaca türü O.O.İ.M. sınırları içerisinde gösterebileceği konumsal dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu haritada YUM dağılımında tespiti istenen amaç fonksiyonları 5 sınıfta toplanmıştır. Bunlar hayatını kısmen sürdürebileceği ölçekte uygun (kötü) alanlar; gezinme, göç, barınma gibi sosyal yaşamlarını sürdürebilecek kadar iyi (uygun) alanlar; üreme için uygun (çok uygun) alanlar; kesinlikle ortamda bulunamayacağı (yokluk) alanlar ve tesadüf eseri ortamda bulunduğu (rastlantısal) alanlar olarak sınıflandırmada ortaya konulmuştur (Şekil 4.17, Şekil 4.18). Fonksiyonların alan içerisinde belirlenen dağılımı içerisinde yaşamını kesinlikle sürdüremeyeceği alanın oranı %59,64 olarak tespit edilmiş olup, türün üreme ve gelişim gösterebileceği çok uygun alanların oranı %1,57 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.21). DBM ile oluşturulan YUM dağılımına göre karaca türünün araştırma alanının yarısından fazlasında bulunmasının imkansız olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.17. DBM ile oluşturulan fonksiyonların dağılımı



Şekil 4.18. Bulanık mantık modeli ile oluşturulan amaç fonksiyonlarına ayrılmış YUM

Çizelge 4.21. DBM ile oluşturulan YUM fonksiyonlarının alan dağılımı

	Alan (ha)	Alan (%)
Çok Uygun	2527.6	1.57
Uygun	23567.8	14.63
Kötü	38418.8	23.84
Çok Kötü	524.4	0.33
Yokluk	96090.9	59.64
Toplam	161129,5	100

4.1.6.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeli tasarlanması

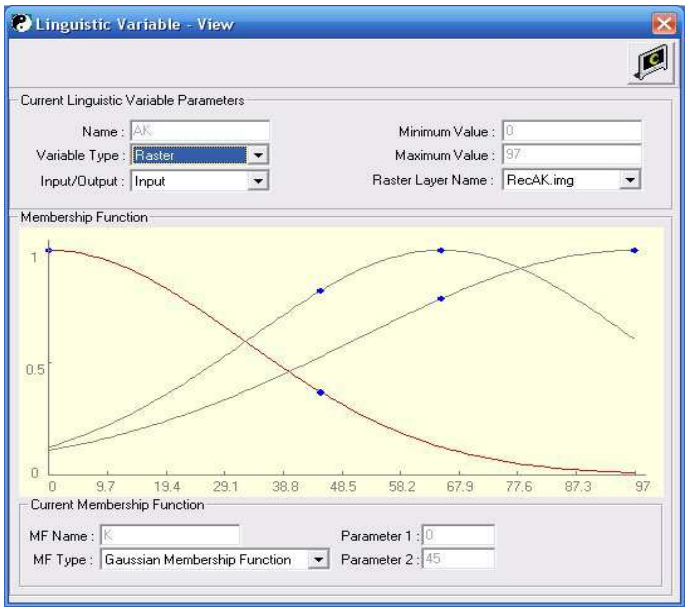
a) Karar Değişkenlerinin Bulanık Üyeliğe Dahil Edilmesi: Araştırma alanında sayısal verilerin doğrusal olmayan yöntemlerle değerlendirilmesi amacıyla değişkenler ile tür arasında doğrusal olmayan ilişkiler göz önünde bulundurularak karaca türü için YUM dağılımı belirlenmiştir. Değişkenlerin bulanık üyeliklere farklı üyelik belirleme fonksiyonlarıyla dahil edilmesinde, FuzzyCell yazılımı kullanılmıştır. Toplamda 9 farklı dolaylı değişkene ait 5 farklı fonksiyon kullanılarak çalışma alanı içerisinde YUM dağılımı için hassasiyet arttırılmıştır.

Arazi kullanımı

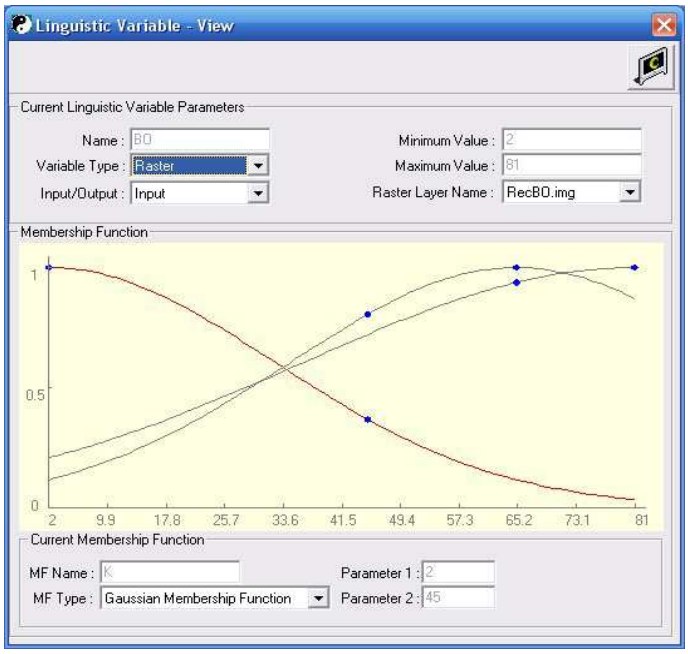
Araştırma alanı içerisindeki karaca türünün tercih ettiği alan kullanımı (AK) değerleri en düşük 0, en yüksek 97 olarak belirlenmiştir. Kötü (K) için 0-45 değerleri, Orta (O) için 45-65 değerleri, İyi (I) için 65-97 değerlerine ayrılarak, 3 farklı kriter için dilsel ifadeler Gaussian eğrisi ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.19).

Bitki örtüsü

Araştırma alanı içerisindeki karaca türünün tercih ettiği bitki örtüsü (BÖ) değerleri en düşük 2, en yüksek 81 olarak belirlenmiştir. Kötü (K) 2 ile 45, Orta (O) 45 ile 65, İyi (I) 65 ve 81 değerlerine ayrılarak, 3 farklı kriter için dilsel ifadeler Gaussian eğrisi ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.20).



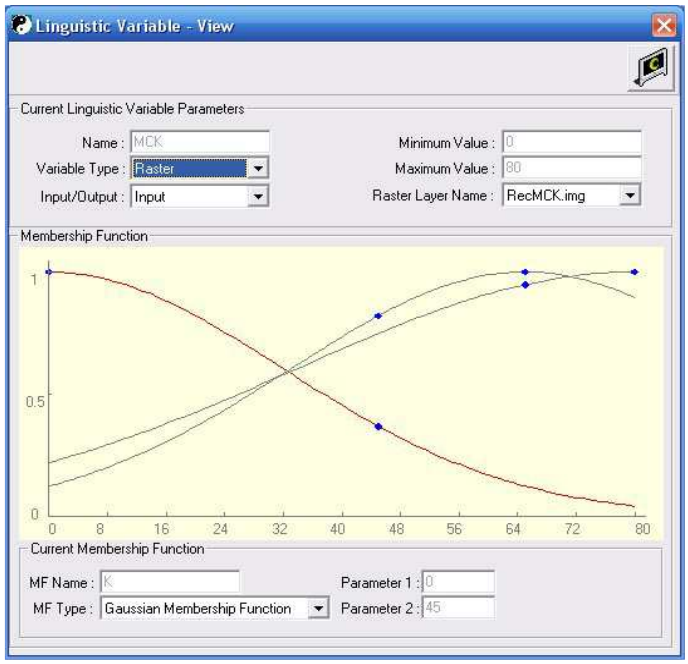
Şekil 4.19. AK değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu



Şekil 4.20. BÖ değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

Meşcere çağı ve kapalılık

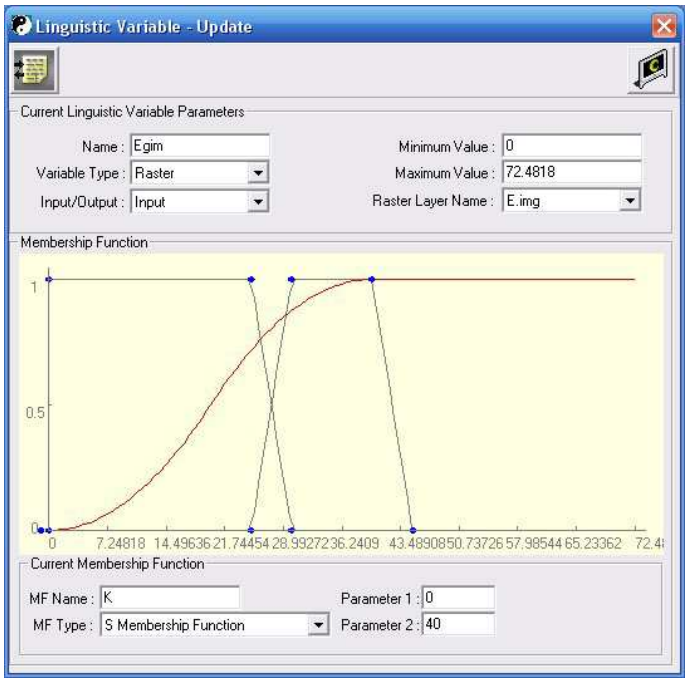
Araştırma alanı içerisindeki karaca türünün tercih ettiği meşcere çağı ve kapalılık (MÇK) değerleri en düşük 0, en yüksek 80 olarak belirlenmiştir. Kötü (K) için 0-45 değerleri, Orta (O) için 45-65 değerleri, İyi (I) için 65-80 değerlerine ayrılarak, aralıkları için 3 farklı kriter dilsel ifadelere Gaussian eğrisi ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. MÇK değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

Eğim

Araştırma alanı içerisindeki karaca türünün tercih ettiği eğim (E) değerleri en düşük 0 en yüksek 72.48 olarak belirlenmiştir. Kötü (K) için 0 ile 40 derece aralığında S eğrisi, Orta (O) için 30, 40, 45 derece aralığında ve İyi (I) için 0, 25 ve 30 derece aralığında trapezoidal eğri şeklinde 3 farklı kriter için dilsel ifadeyle bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.22).



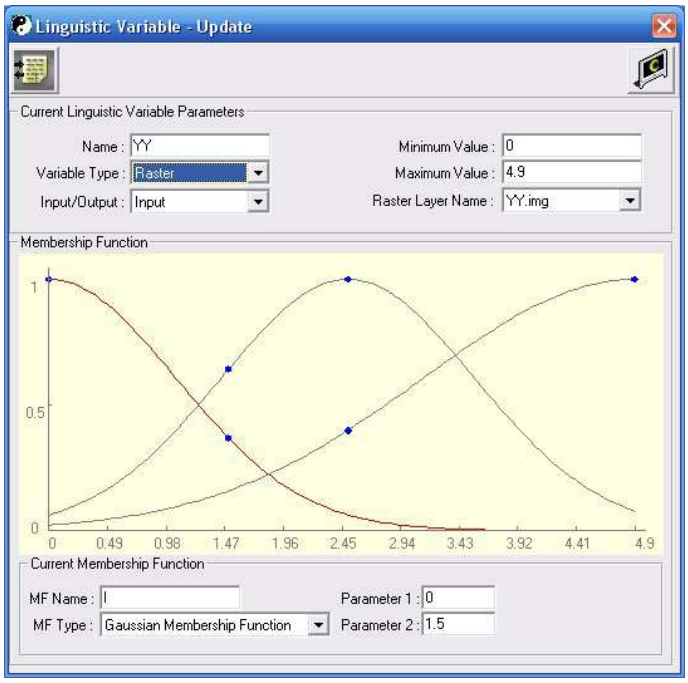
Şekil 4.22. E değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

Yol yoğunluğu

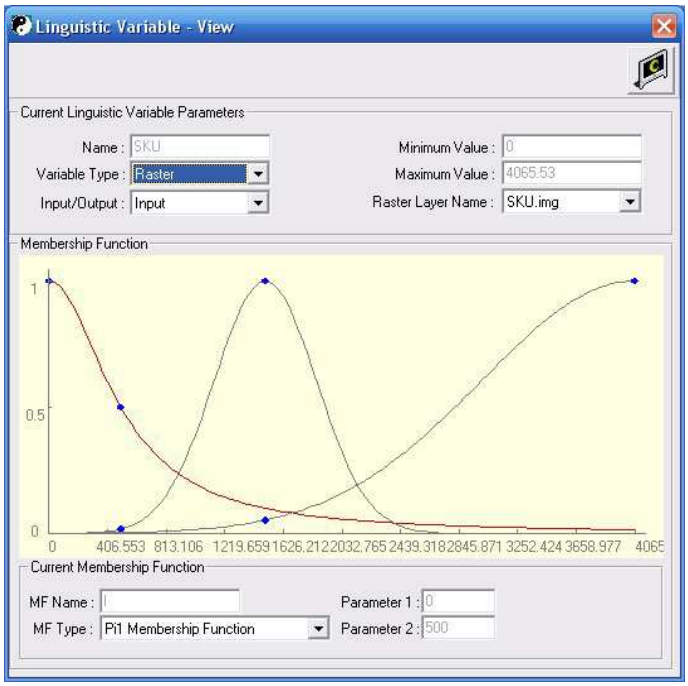
Araştırma alanı içerisindeki karaca türünün tercih ettiği yol yoğunluğu (YY) değerleri 0 ile 1,5 km/ha arası iyi, 1,5 ile 2,5 km/ha m arası orta ve 2,5 ile 4,9 km/ha arası kötü olarak belirlenmiştir. Kötü (K), Orta (O) ve İyi (I) için Gaussian eğrisi kullanılarak 3 farklı kriter için dilsel ifadeler ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.23).

Su kaynağına uzaklık

Karacanın tercih ettiği su kaynağına uzaklık (SKU) değerleri 0 ile 500 m arası iyi, 500 ile 1500 m arası orta ve 1500 ile 4065,53 m arası kötü olarak belirlenmiştir. Kötü (K), Orta (O) için Gaussian eğrisi, İyi (I) için Pi_1 eğrisi kullanılarak, 3 farklı kriter için dilsel ifadelerle bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.24).



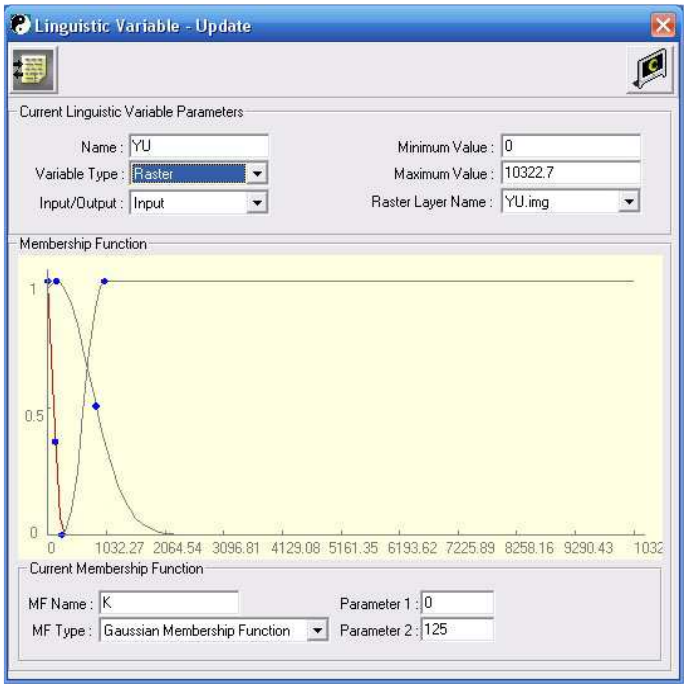
Şekil 4.23. YY değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu



Şekil 4.24. SKU değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

Yola uzaklık

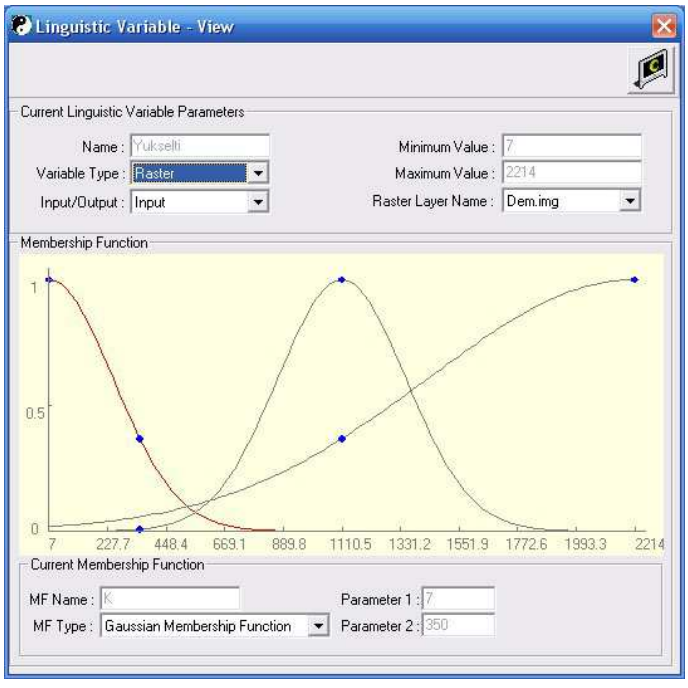
Karaca türünün tercih ettiği yola uzaklık (YU) değerleri 0 ile 125 m arası kötü, 150 ile 850 m arası orta ve 250 ile 10322,7 m arası kötü olarak belirlenmiştir. Kötü (K) ve Orta (O) için Gaussian eğrisi, İyi (I) için S eğrisi kullanılarak 3 kriter için dilsel ifadelerle bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. YU değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

Yükselti

Karaca türünün tercih ettiği yükselti (Y) değerleri 7 ile 350 m arası kötü, 350 ile 1110 m arası iyi ve 1110 ile 2214 m arası kötü olarak belirlenmiştir. Kötü (K), Orta (O) ve İyi (I) için Gaussian eğrisi kullanılarak 3 farklı kriter için dilsel ifadeler ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.26).

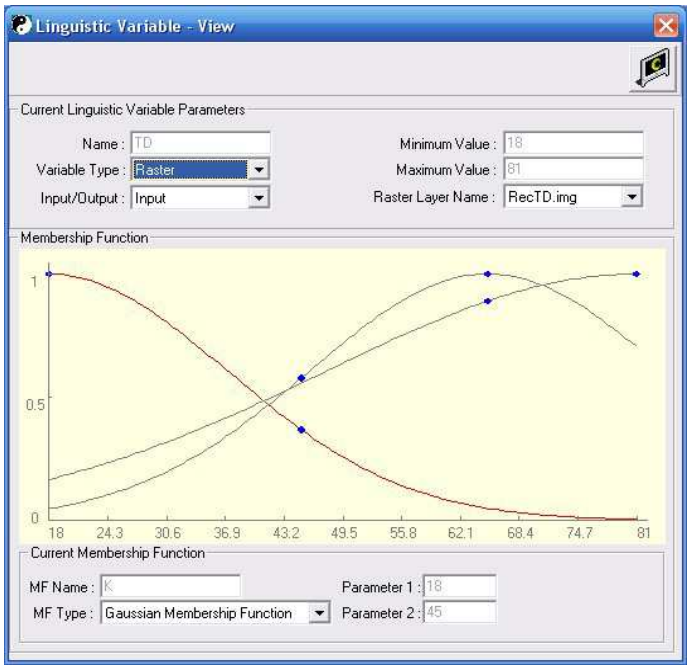


Şekil 4.26. Y değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu

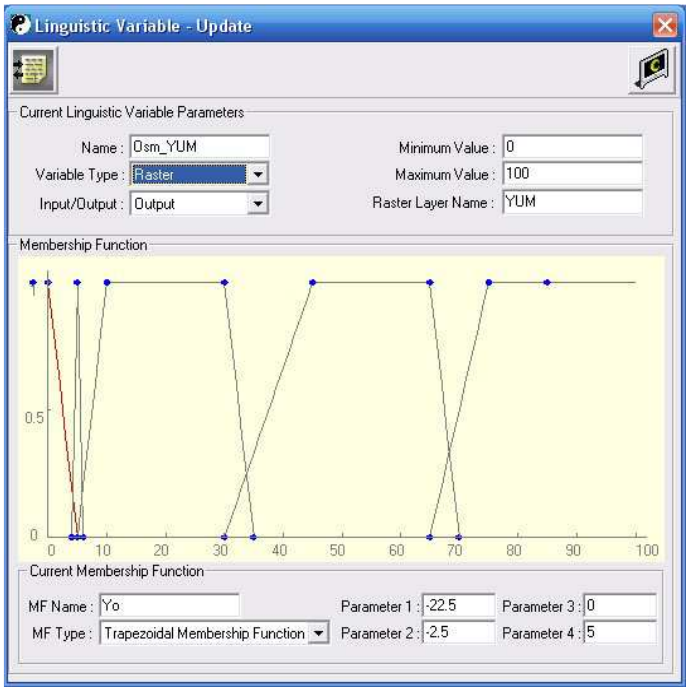
Topoğrafik durum

Karaca türünün tercih ettiği topoğrafik durum (TD) değerleri en düşük 18, en yüksek 81 olarak belirlenmiştir. Kötü (K), Orta (O) ve İyi (I) şeklinde 3 farklı kriter için dilsel ifadelere Gaussian eğrisi ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.27).

b) Karar değişkenlerinin bulanık üyeliğe aitliklerinin belirlenmesi: Bulanık üyeliklere dahil edilmiş 9 farklı değişkenin ortaya koyacağı yaşam alanı modeli (YUM) 0 ile 100 arasında uygunluk değeri gösterecek şekilde değerlendirilmiştir. Amaç fonksiyonları olan Yokluk (Yo), Çok Kötü (Çk), Kötü (K), Uygun (U), Çok Uygun (Çu) alanları belirlemek üzere 5 dilsel kriterde oluşturulmuştur. Çizelge 3.17'de belirtilen aralıklar göz önünde bulundurularak Çk için 4 - 5 - 6 aralığı üçgensel eğri, Yo için 0 ile 5, K için 5-10-30-35, U için 30-45-65-70, Çu için 65-75-100 ve sonsuz değer aralıkları trapezoidal eğrisi kullanılarak 5 farklı kriter için dilsel ifadeler ile bulanık üyeliğe aitlikleri oluşturulmuştur (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. TD değişkeni için belirlenen üyelik fonksiyonu



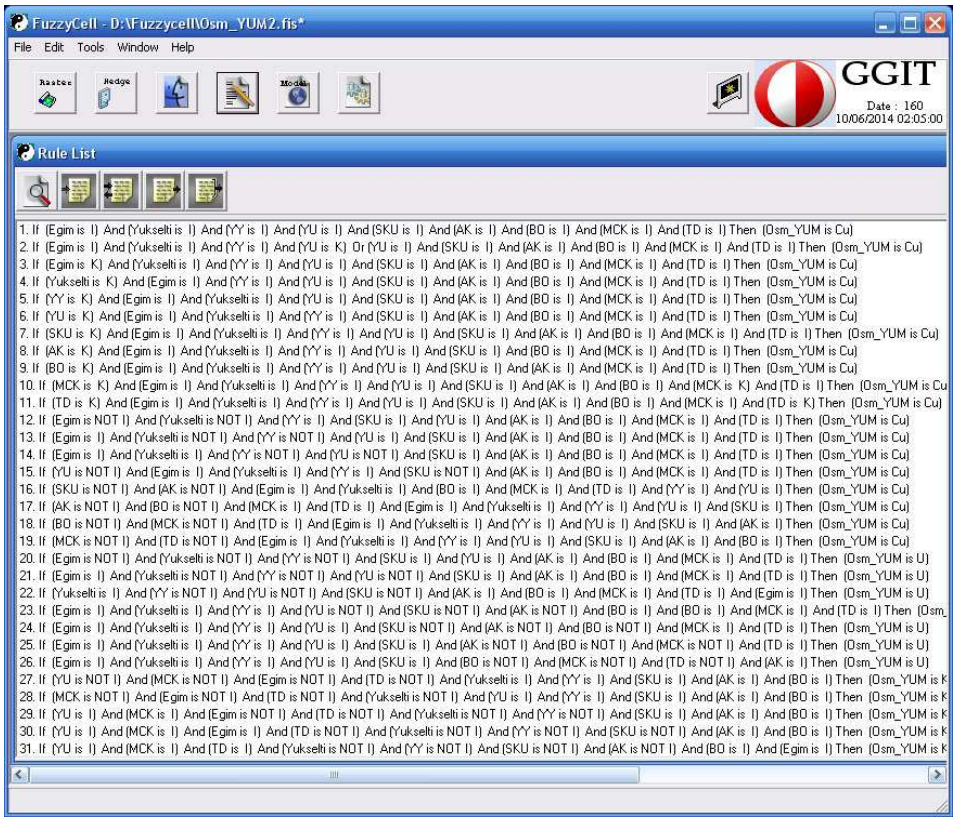
Şekil 4.28. Amaç fonksiyonlarını belirleyen bulanık üyeliklere ait fonksiyonlar

c) Karar değişkenlerine ait dilsel kuralların belirlenmesi: DAM ve DBM için kullanılan ağırlık değerleri bu yöntem için karar verici nitelikte kullanılmıştır. Karar değişkenlerine ait dilsel kısıtlamaları (Kötü, Orta, İyi) kullanarak amaç fonksiyonları olan Yokluk (Yo), Çok kötü (Çk), Kötü (K), Uygun (U), Çok uygun (Çu) yaşam alanlarının dağılımını belirlemede kullanılmıştır. Çizelge 3.16'da gösterildiği şekilde yapılan işlemlerden elde edilen durumlara ait değerler tespit edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Kısıtların belirlendiği durum tablosu

Karar Değişkenleri	Relatif Ağırlık	1. Durum	2. Durum	3. Durum	4. Durum	5. Durum	6. Durum	7. Durum	8. Durum	9. Durum
Yola Uzaklık	14.80	85.20	-	-	-	-	-	-	-	-
Meşcere Kapalılığı	11.17	88.83	74.02	-	-	-	-	-	-	-
Eğim	12.12	87.88	73.08	61.90	-	-	-	-	-	-
Topoğrafik Durum	12.38	87.62	72.82	61.64	49.53	-	-	-	-	-
Yükselti	9.91	90.09	75.28	64.11	51.99	39.61	-	-	-	-
Su Kaynağına Uzaklık	10.04	89.96	75.15	63.98	51.86	39.48	29.57	-	-	-
Alan Kullanımı	10.94	89.06	74.25	63.08	50.96	38.58	28.67	18.63	-	-
Yol Yoğunluğu	9.13	90.87	76.06	64.89	52.77	40.39	30.48	20.44	9.49	-
Bitki Örtüsü	9.49	90.51	75.70	64.53	52.41	40.03	30.12	20.08	9.13	0.00

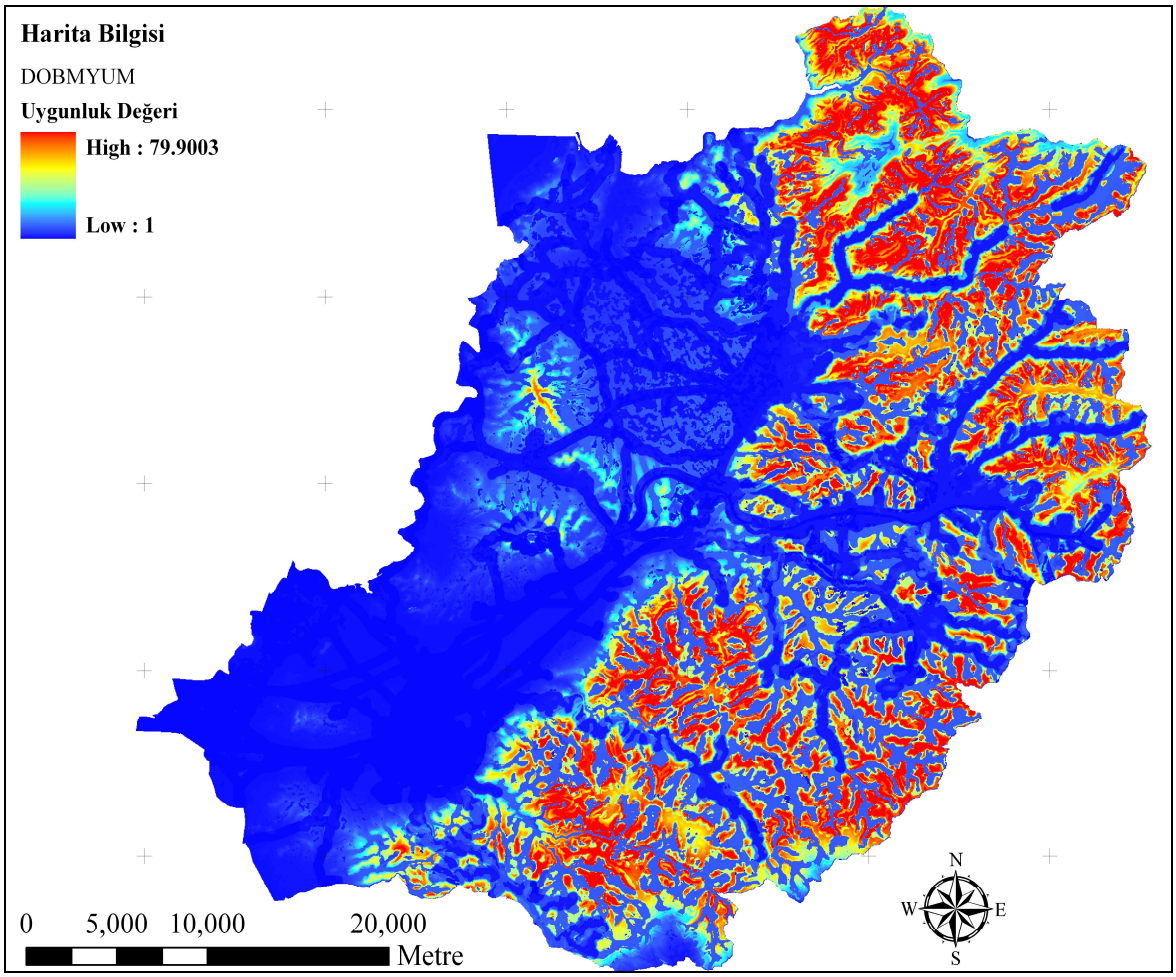
Bulanık üyeliğe dahil edilmiş 9 farklı değişkenin birbirleri arasında gösterdikleri etkileşimlere ait durumlar göz önünde bulundurularak toplamda 59 farklı IF/THEN kuralı tanımlanarak amaç fonksiyonları ortaya konmuştur (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. IF/THEN kurallarının tanımlanması

d) Yaşam alanı uygunluk modeli: Bulanık üyeliğe dahil edilmiş değişkenlerin doğrusal olmayan bulanık mantık (DOBM) ile değerlendirilmesi farklı üyelik belirleme fonksiyonları ve dilsel kuralların kullanımı sayesinde gerçekleştirilmiştir. Karaca türünün ekolojik isteklerine göre YUM 0 ile 100 değerleri arasında ortaya konmuştur. En kötü 1 ve en iyi 79,9 değerleri arasında araştırma alanı içerisinde yaşam alanı dağılım göstermiştir (Şekil 4.30).

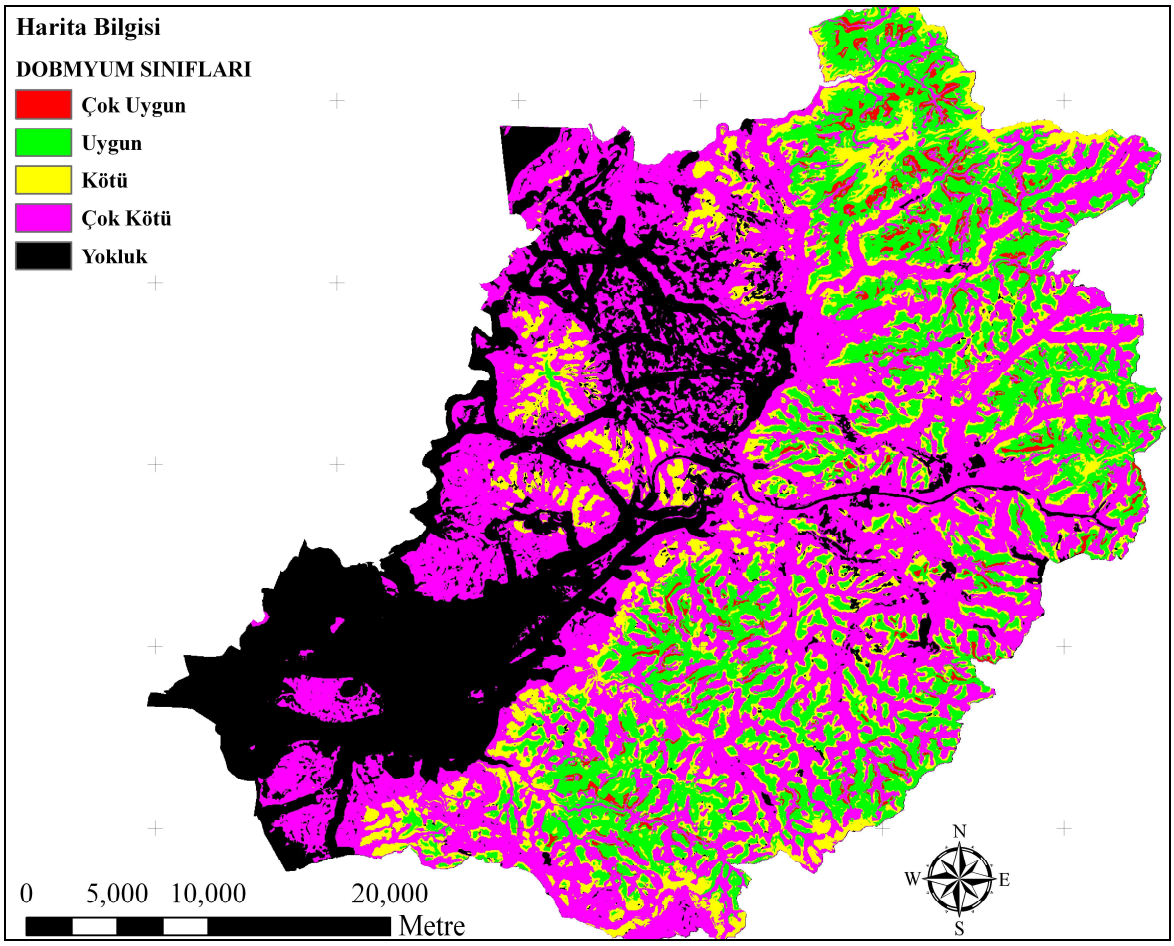
Yerleşim yerlerinin ve derin sulak alanların bulunduğu alanlarda karaca türünün yaşamadığı tespit edilmiştir. Ormanlık alanların iç kesimlerinde türün yaşaması için uygun alanların ağırlıklı olarak konumsal dağılım gösterdiği, yerleşim yerleri ve yollara yaklaştıkça uygunluk değerlerinin mutlak yokluk fonksiyonuna doğru kademeli olarak geçtiği belirlenmiştir.



Şekil 4.30. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla oluşturulan YUM

e) Amaç fonksiyonlarının dağılımı: Karaca türü O.O.İ.M. sınırları içerisinde gösterebileceği YUM tahmini konumsal dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu haritada YUM tahmini dağılımını oluşturan amaç fonksiyonları 5 sınıfta oluşturulmuştur. Bunlar hayatını kısmen sürdürebileceği ölçekte uygun (kötü), gezinme, göç, barınma gibi sosyal yaşamlarını sürdürebilecek kadar iyi (uygun) alanlar ve Üreme için uygun alanlar (çok uygun), kesinlikle ortamda bulunamayacağı alanlar (yokluk) ve tesadüf eseri ortamda bulunduğu (rastlantısal) alanlar olarak sınıflandırmada tespit edilmiştir (Şekil 4.31).

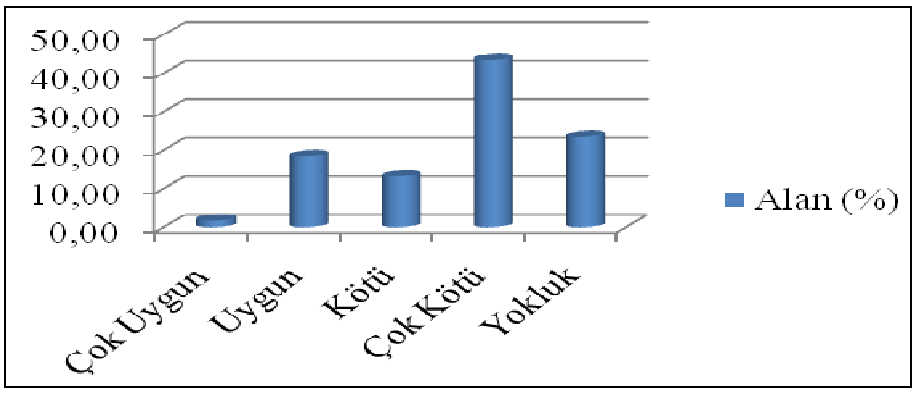
Fonksiyonların araştırma alanı içerisinde karaca türü için belirlenen YUM dağılımı içerisinde yaşamını kesinlikle sürdüremeyeceği alanların toplam alana olan oranı %23,42, türün üreme ve gelişim gösterebileceği çok uygun alanların toplam alana olan oranı ise %1,65 olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı içerisindeki toplam alanın yaklaşık %43'ü karacanın yaşamasının çok düşük olasılıkta olduğu yerlerdir. Bu alanlar, (yollar, kanallar, yerleşim ve civarı) Çok Kötü alanlar olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.23, Şekil 4.32).



Şekil 4.31. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla oluşturulmuş YUM amaç fonksiyonlarının dağılımı

Çizelge 4.23. DOBM ile oluşturulan fonksiyonlarının alan dağılımı

	Alan (ha)	Alan (%)
Çok Uygun	2666.0	1.65
Uygun	29602.5	18.34
Kötü	21218.2	13.15
Çok Kötü	70107.3	43.44
Yokluk	37802.0	23.42
Toplam	161396,82	100,00



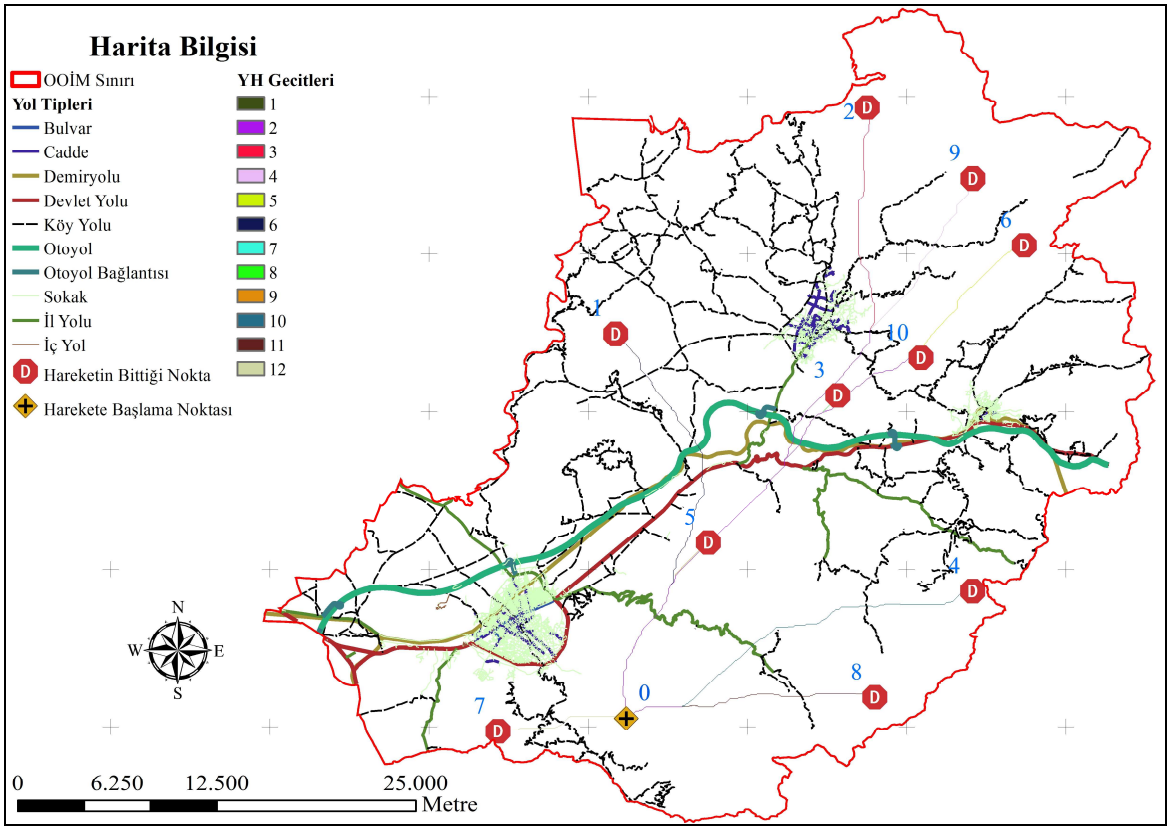
Şekil 4.32. DOBM ile oluşturulan fonksiyonlarının alan dağılımı

4.1.7. Yaban hayvanı geçit koridorlarının belirlenmesi

Türün amaç fonksiyonları üzerinden en uygun güzergah analizi değerlendirmeleri türün hayatını aksatmadan yayılış gösterebileceği üreme noktalarına ulaşmaları için simülasyon modelleri tanımlanmıştır. Her üç YUM'ne ait konumsal dağılım içerisinde bulunan çok uygun alanlara göç edebilecekleri en uygun güzergah tahmini yapılmıştır. Konumlar her üç modelde de türün varlığı kesin olarak bilinen YHGS içerisinden başlayarak toplamda 10 stratejik noktaya sezgisel hareketleriyle belirlenmiştir.

4.1.7.1. Doğrusal ağırlıklı yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar

Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan YUM'de, karaca türünün yaşamını sağlıklı bir şekilde devam ettireceği üreme ve gelişme evrelerinde ihtiyacı olan alanlara ulaşabileceği 10 adet nokta belirlenmiştir (Şekil 4.33). Buna göre, en kısa mesafenin 0-7 noktaları arasında, en uzak mesafenin ise 0-2 noktaları arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.24).



Şekil 4.33. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DAM ile belirlenen en uygun güzergahlar

Çizelge 4.24. DAM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler

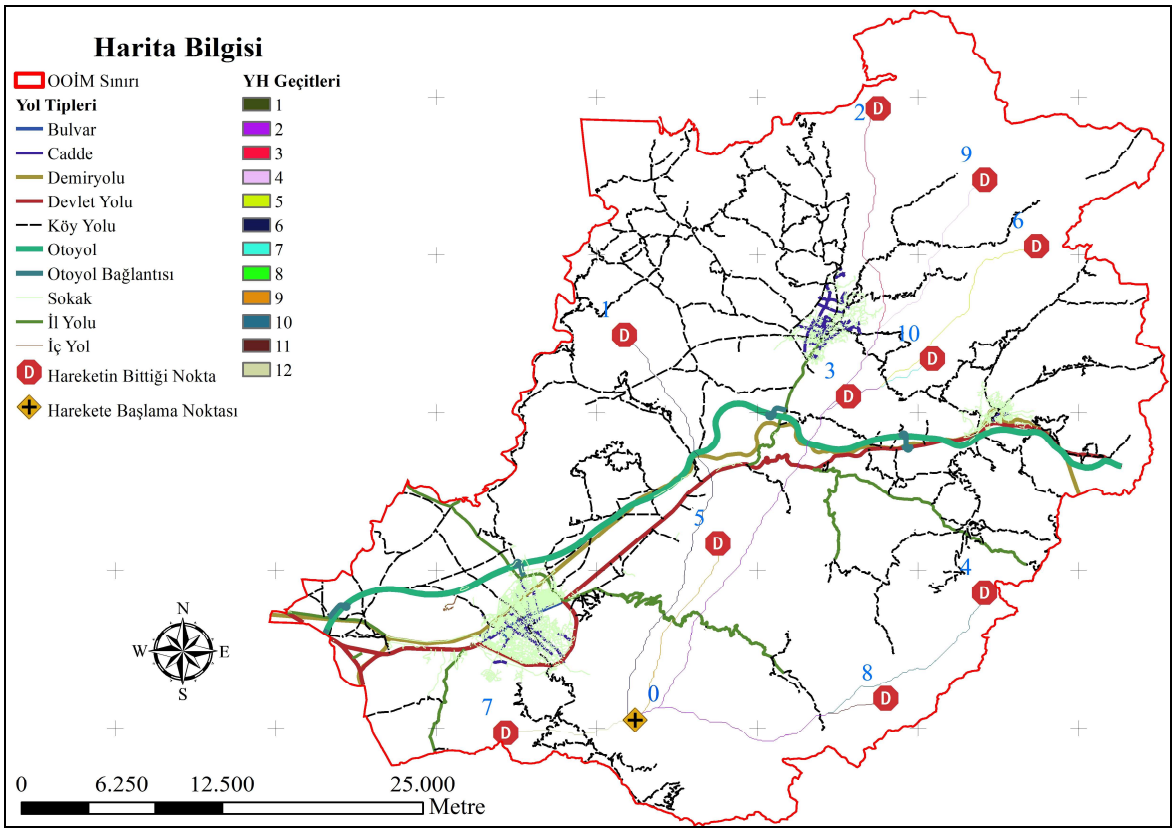
Başlangıç Noktası		Göç Noktası	Mesafe (km)
0	-	1	28.49
0	-	2	45.20
0	-	3	25.69
0	-	4	25.54
0	-	5	13.13
0	-	6	41.57
0	-	7	8.37
0	-	8	16.01
0	-	9	43.94
0	-	10	32.76

4.1.7.2. Doğrusal bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar

Doğrusal Bulanık Mantıkla oluşturulan YUM'de, karaca türünün yaşamını sağlıklı bir şekilde devam ettireceği alanlara ulaşabileceği yine 10 adet nokta değerlendirilmiştir. Daha sonra, türün yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirebileceği mevcut alanlara ulaşabileceği en uygun güzergahlar ve mesafeleri belirlenmiştir (Şekil 4.34). Buna göre en kısa mesafenin 0 ile 7 noktaları arasında, en uzun mesafenin ise 0 ile 9 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. DBM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler

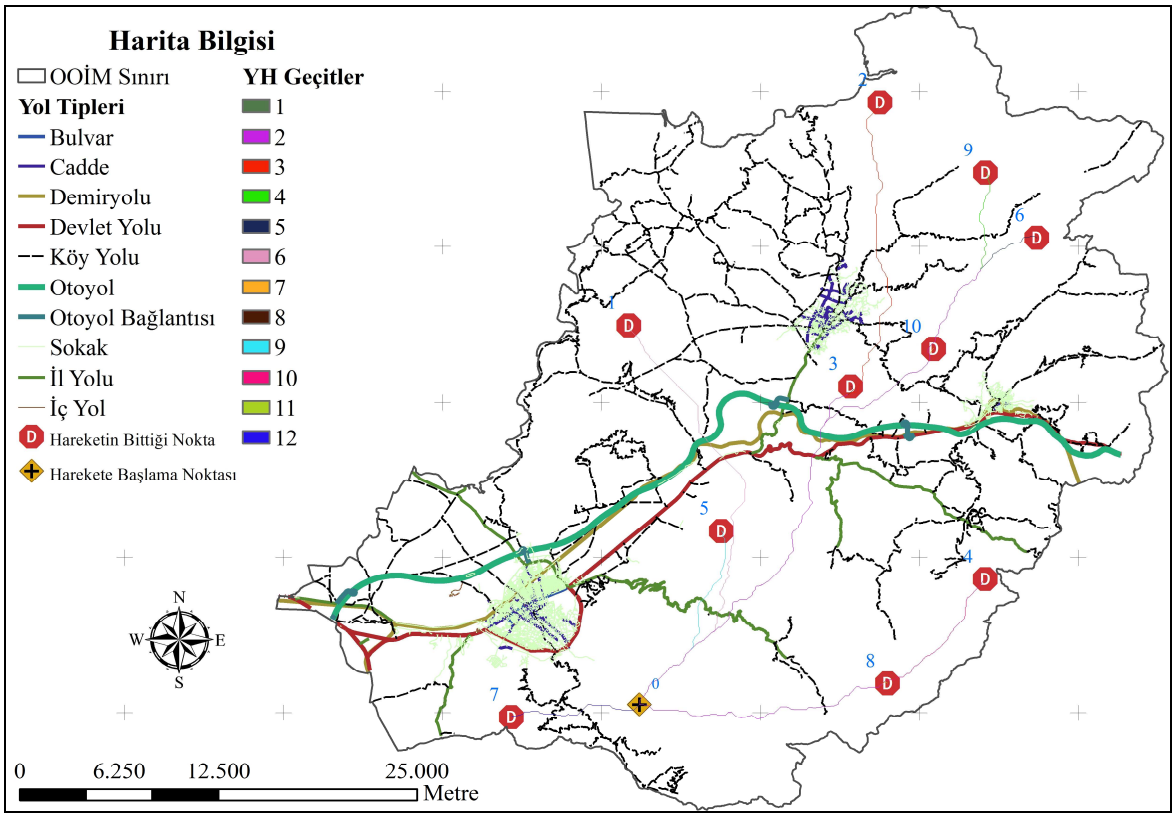
Başlangıç Noktası		Bitiş Noktası	Mesafe (km)
0	-	1	31.96
0	-	2	49.42
0	-	3	29.38
0	-	4	29.22
0	-	5	14.95
0	-	6	47.64
0	-	7	9.16
0	-	8	18.34
0	-	9	49.53
0	-	10	35.99



Şekil 4.34. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DBM ile belirlenen en uygun güzergahlar

4.1.7.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla yaşam alanı uygunluk modeliyle belirlenen koridorlar

DBM ile oluşturulan YUM'de tespit edilen karaca türünün yaşamını sağlıklı bir şekilde devam ettireceği üreme ve gelişme evrelerinde ihtiyacı olan alanlara ulaşabileceği 10 adet nokta belirlenmiştir. Daha sonra, karaca türünün üreme fonksiyonlarını yerine getirebileceği mevcut alanlara ulaşabileceği en uygun güzergahlar belirlenmiştir (Şekil 4.35). Buna göre en kısa mesafenin 0 ile 7 nolu noktalar arasında, en uzun mesafenin ise 0 ile 2 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26).



Şekil 4.35. Karaca türünün göç esnasında kullanabileceği DOBM ile belirlenen en uygun güzergahlar

Çizelge 4.26. DOBM ile belirlenen göç başlangıç noktası ile hedef nokta arası mesafeler

Başlangıç Noktası		Bitiş Noktası	Mesafe (km)
0	-	1	30.56
0	-	2	48.00
0	-	3	27.44
0	-	4	27.22
0	-	5	13.87
0	-	6	43.42
0	-	7	8.90
0	-	8	17.50
0	-	9	45.84
0	-	10	32.28

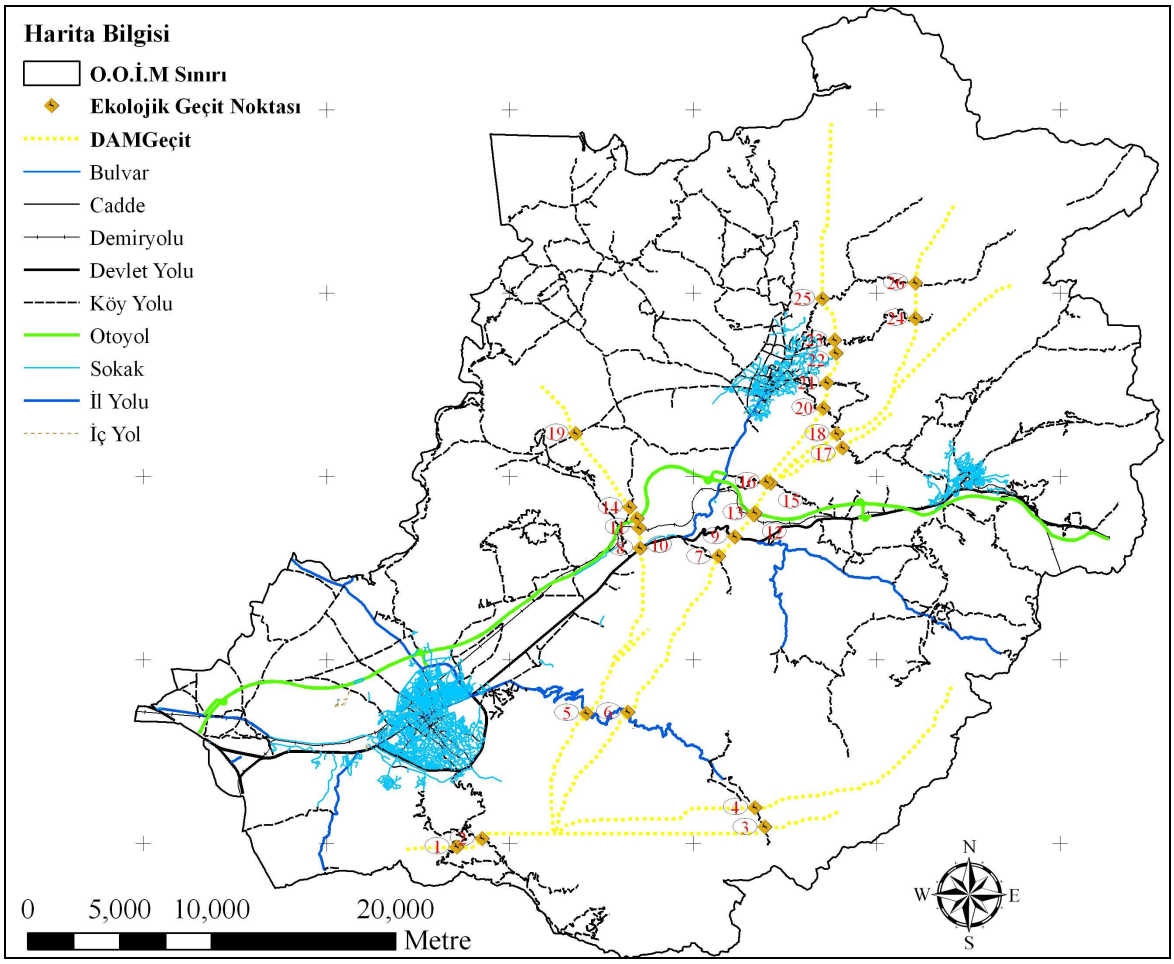
4.1.8. Ekolojik sanat yapısı geçit noktalarının belirlenmesi

4.1.8.1. Doğrusal ağırlıklı modelle belirlenen konumlar

DAM kullanılarak elde edilen 10 farklı optimal geçit güzergahının araştırma alanı sınırları içerisinde bulunan yollar ile kesiştiği noktalar tespit edilmiştir. Yaban hayvanı geçit güzergahı ile yolların kesiştiği toplam 26 adet karşılaşma noktası (mitigation point) olduğu ortaya çıkmıştır. Tespit edilen ekolojik geçitlerin konumlarının 16 tanesinin Köyyolu, sırasıyla 2 tanesinin İl yolu, Devlet yolu ve Otoyol ile karşılaştığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.27, Şekil 4.36).

Çizelge 4.27. DAM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler

No	Bulunduğu Yol Tipi	Koordinatlar (m)	
		X	Y
1	Köyyolu	257120	4099799
2	Köyyolu	258490	4100242
3	Köyyolu	273931	4100879
4	Köyyolu	273395	4101929
5	İl Yolu	264199	4107061
6	İl Yolu	266473	4107144
7	Köyyolu	271408	4115650
8	Devlet Yolu	267138	4116090
9	Devlet Yolu	272286	4116708
10	Demiryolu	267093	4117184
11	Otoyol	266958	4117694
12	Demiryolu	273348	4117901
13	Otoyol	273377	4118009
14	Köyyolu	266569	4118308
15	Köyyolu	274243	4119625
16	Köyyolu	274038	4119691
17	Köyyolu	278179	4121551
18	Köyyolu	277855	4122307
19	Köyyolu	263625	4122332
20	Köyyolu	277128	4123713
21	Köyyolu	277307	4125095
22	Sokak	277818	4126720
23	Köyyolu	277728	4127427
24	Köyyolu	282138	4128619
25	Köyyolu	277068	4129679
26	Köyyolu	282138	4130551



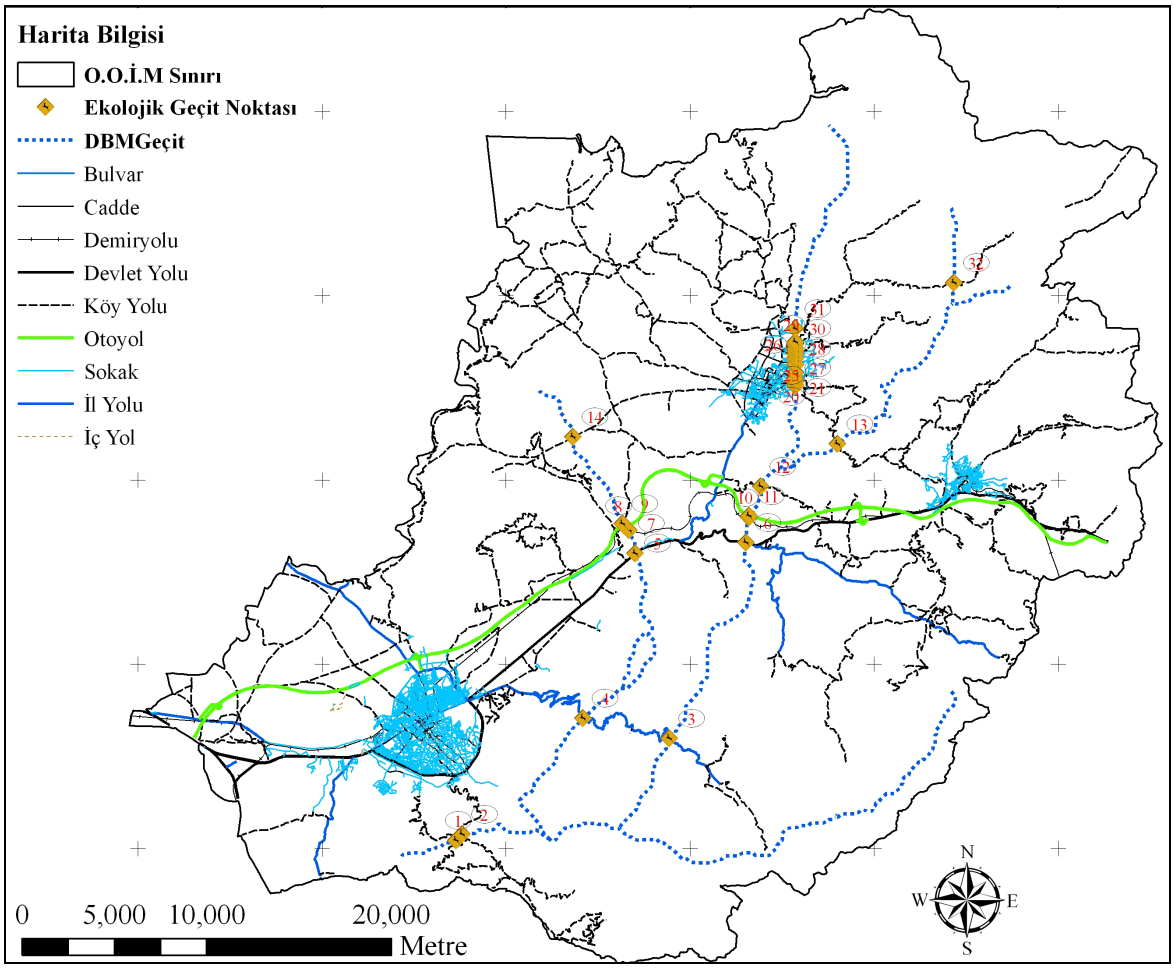
Şekil 4.36. DAM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapıları konumları

4.1.8.2. Doğrusal bulanık mantıkla belirlenen konumlar

Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan ancak modelde meydana gelebilecek kayıpları azaltmak ve karar değişkenine ait kriterlerdeki sınır değerlerinin keskin hatlarını ortadan kaldırmak için uygulanan doğrusal bulanık üyelik dereceli model üzerinden karaca türüne ait optimal geçitler tespit edilmiştir. Bu çalışmada toplam 32 adet ekolojik sanat yapısı konumu belirlenmiştir (Çizelge 4.28). Belirlenen ekolojik geçitlerin konumları, 9 adet sokak, 5 adet cadde, 10 adet Köyyolu, 2 adet İl yolu, 2 adet Devlet yolu, 2 adet Otoyol ve 2 adet Demiryolu olmak üzere farklı yol tiplerinde dağılım göstermektedir (Şekil 4.37).

Çizelge 4.28. DBM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler

No	Bulunduğu Yol Tipi	Koordinat	
		X	Y
1	Köyyolu	257295	4100431
2	Köyyolu	257624	4100760
3	İl Yolu	268893	4105970
4	İl Yolu	264202	4107068
5	Devlet Yolu	267044	4116013
6	Devlet Yolu	273044	4116598
7	Demiryolu	266706	4117269
8	Otoyol	266464	4117510
9	Köyyolu	266350	4117625
10	Demiryolu	273224	4117970
11	Otoyol	273224	4118049
12	Köyyolu	273854	4119655
13	Köyyolu	278035	4121952
14	Köyyolu	263654	4122348
15	Sokak	275744	4125085
16	Köyyolu	275744	4125139
17	Cadde	275744	4125293
18	Cadde	275742	4125351
19	Cadde	275741	4125373
20	Sokak	275744	4125507
21	Cadde	275744	4125840
22	Sokak	275744	4126245
23	Sokak	275744	4126317
24	Sokak	275745	4126598
25	Cadde	275744	4126647
26	Köyyolu	275744	4126821
27	Sokak	275744	4126989
28	Sokak	275745	4127134
29	Sokak	275744	4127351
30	Köyyolu	275744	4127498
31	Sokak	275744	4128207
32	Köyyolu	284354	4130700



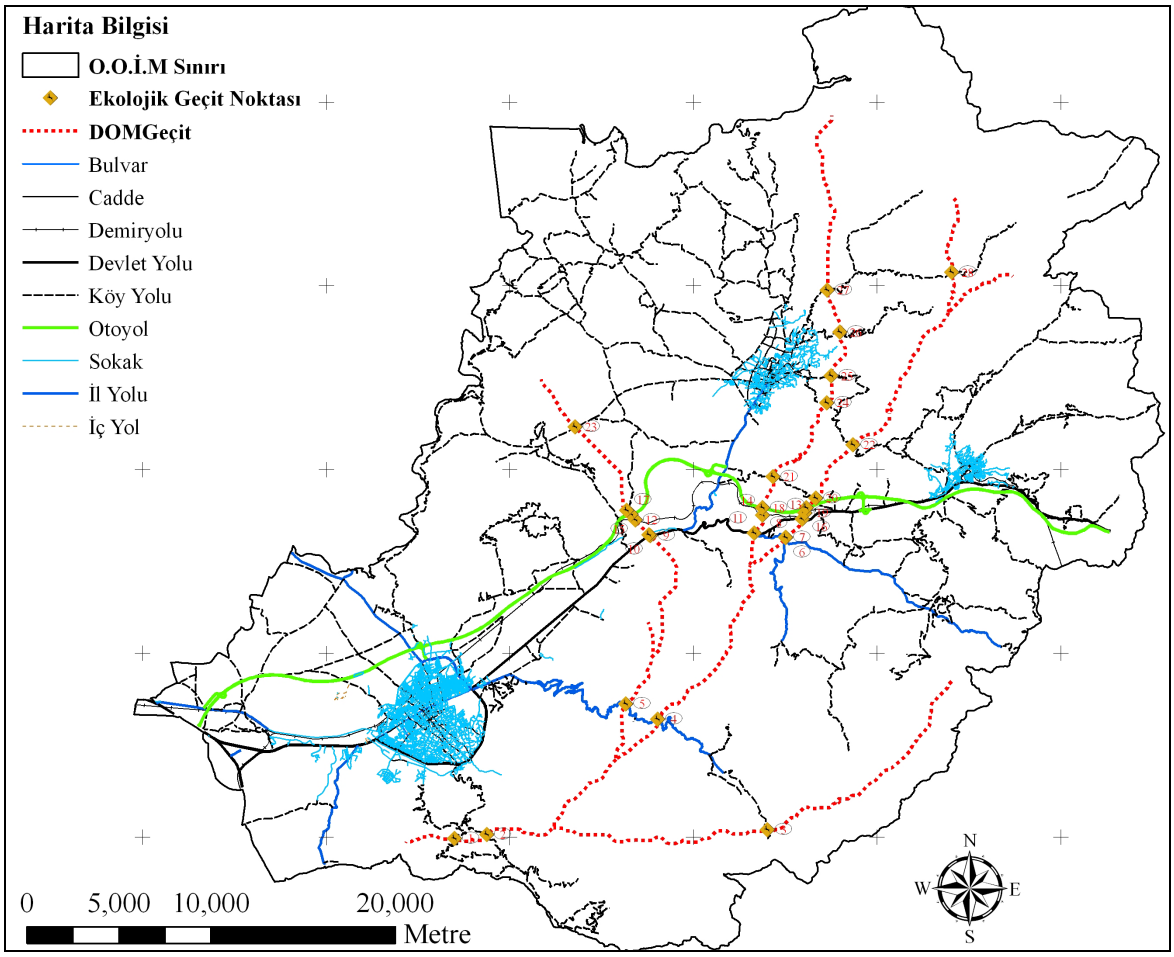
Şekil 4.37. DBM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapıları konumları

4.1.8.3. Doğrusal olmayan bulanık mantıkla belirlenen konumlar

Doğrusal ağırlıklı model ile oluşturulan ancak modelde meydana gelebilecek kayıpları azaltmak ve karar değişkenine ait kriterlerdeki sınır değerlerin keskin hatlarını ortadan kaldırmak için uygulanan doğrusal olmayan bulanık üyelik dereceli model üzerinden karaca türüne ait optimal geçitler tespit edilmiştir. Bu çalışmada toplam 28 adet ekolojik sanat yapısı konumu tespit edilmiştir. Tespit edilen ekolojik geçitlerin konumları, 1 adet sokak, 13 adet Köyyolu, 5 adet il yolu, 3 adet devlet yolu, 3 adet otoyol ve 3 adet demiryolu olmak üzere farklı yol tiplerinde dağılım göstermektedir (Çizelge 4.29, Şekil 4.38).

Çizelge 4.29. Doğrusal olmayan BM ile konumları belirlenen ekolojik geçitler

No	Bulunduğu Yol Tipi	Koordinat	
		X	Y
1	Köyyolu	256998	4099919
2	Köyyolu	258765	4100127
3	Köyyolu	274060	4100399
4	İl Yolu	268078	4106409
5	İl Yolu	266358	4107240
6	İl Yolu	275051	4116287
7	İl Yolu	275053	4116289
8	İl Yolu	275046	4116290
9	Devlet Yolu	267673	4116394
10	Sokak	267616	4116451
11	Devlet Yolu	273343	4116535
12	Demiryolu	266868	4117245
13	Devlet Yolu	275958	4117285
14	Demiryolu	273798	4117502
15	Otoyol	266628	4117551
16	Demiryolu	276108	4117631
17	Köyyolu	266408	4117779
18	Otoyol	273798	4117903
19	Otoyol	276168	4117909
20	Köyyolu	276690	4118442
21	Köyyolu	274368	4119605
22	Köyyolu	278721	4121344
23	Köyyolu	263586	4122311
24	Köyyolu	277289	4123631
25	Köyyolu	277518	4125086
26	Köyyolu	277998	4127462
27	Köyyolu	277308	4129752
28	Köyyolu	284088	4130721



Şekil 4.38. Doğrusal Olmayan BM ile oluşturulan YUM'den belirlenen ekolojik sanat yapıları konumları

4.1.9. Ekolojik geçit noktaları

Karaca türünün en uygun kullanabileceği geçitler ile yolların kesiştiği karşılaşma noktaları arazi çalışmaları ile yerinde kontrol edilmiştir. Araştırma alanı içerisinde geçit noktalarının tamamına ulaşılmış ve güncel durumları fotoğraflanmıştır. Ekolojik geçit noktaları olarak karaca türünün geçişine uygun olup olmadığı ve planlaması yapılacak ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Buna göre söz konusu noktalarda yol tipi, mevcut sanat yapısı, yolun şevi, toprak yapısına ait durumlar tespit edilmiştir. Başlangıç ve hareket noktalarından, karaca türünün geçit olarak kullanabileceği 10 farklı alana ulaşmak için toplam 86 ekolojik geçit noktası tespit edilmiştir.

DOBM yöntemi ile elde edilen 28 farklı karşılaşma noktası belirlenmiştir (Çizelge 4.30). DAM ve DBM ile belirlen güzergahlarda ise sırasıyla 26 ve 32 ekolojik geçit noktası tespit edilmiştir. Karşılaşma noktaları aynı zamanda farklı noktalara hareketi aynı noktadan da gösterebilmektedir

Çizelge 4.30. Hareket noktalarına ulaşmak için karşılaşılan ekolojik geçit noktaları

Başlangıç Noktası		Hareket Noktası	Yaban Hayvanı Karşılaşma Noktası									
0	-	1	5	9	10	12	15	17	23			
0	-	2	4	11	14	18	21	24	25	26	27	
0	-	3	4	11	14	18	21					
0	-	4	3									
0	-	5	5									
0	-	6	4	6	7	8	13	16	19	20	22	
0	-	7	1	2								
0	-	8	3									
0	-	9	4	6	7	8	13	16	19	20	22	28
0	-	10	4	6	7	8	13	16	19	20	22	

Ekolojik geçit noktası olarak en uygun konumlar DOBM yöntemiyle elde edilen güzergahlarda tespit edilmiştir. Bu alanlarda tespit edilen uygun noktalara ait güncel durumlar fotoğraflanmıştır. Karacaların 7 nolu hareket noktasına ulaşmak için kullanacağı en uygun ekolojik geçit noktaları olarak 1 ve 2 nolu karşılaşma noktaları belirlenmiştir (Şekil 4.39). Belirlenen noktaların yakınındaki yol kenarlarında, büyük ve orta boy memeli yaban hayvanlarının ayak izleri tespit edilmiştir.



1 2

Şekil 4.39. 7 nolu hareket noktası için belirlenen 1 ve 2 nolu karşılaşma noktaları

Tespiti yapılan bazı noktaların yaban hayvanı geçişi için uygun olmadığı bunun sebebinin ise araştırma alanında uygulanmış yeni yol güzergahı yapımı, HES veya RES çalışmaları gibi yapay tesisler olduğu tespit edilmiştir. Yarpuz O.İ.Ş. sınırları içerisinde bulunan 3, 4 ve 5 nolu karşılaşma noktalarında yaban hayvanlarının yollar üzerinden geçtiği hem dışkı hem de ayak izlerinden belirlenmiştir (Şekil 4.40). Bu noktalar karacalar tarafından 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 ve 10 nolu hareket noktalarına ulaşmak için kullanılmaktadır.



3 4 5

Şekil 4.40. Yarpuz O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırları içerisinde Kaypak ve Hasanbeyli yol ayrımında 3 nokta tespit edilmiştir. Bu noktalar 6, 9 ve 10 nolu hareket noktalarına ulaşmak için kullanılmaktadır. Hasanbeyli yolu üzerinde bulunan istinat duvarı yüksekliğinin karaca geçişlerine engel teşkil etmediği tespit edilmiştir. Kaypak yolu şev durumları ve çevresinin yaban hayvanları kullanımına uygun olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.41).



6 7 8

Şekil 4.41. Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Karaca türünün araştırma alanı kuzeyinde bulunan 1 nolu hareket noktasına ulaşmak için Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırları içerisinden geçen Osmaniye-Gaziantep devlet yolu üzerinde bulunan 9 ve 10 nolu karşılaşma noktalarını kullanabileceği belirlenmiştir. Bu noktalar ile yakın çevresinde evcil ve yaban hayvanlarının geçişini sağlayacak herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak, yol engelini aşabilmek amacıyla 9 ve 10 nolu karşılaşma noktalarının güneyinde bulunan yerleşim yeri girişinde yaya üst geçidi bulunmaktadır (Şekil 4.42).



9 10 Yaya geçidi

Şekil 4.42. Osmaniye - Gaziantep devlet yolu üzerinde tespit edilen noktalar

Karaca türü için belirlenen geçit koridorunun karayolları dışında demiryolu güzergahı ile de karşılaştığı tespit edilmiştir. Osmaniye-Bahçe arasında hizmet gören demiryolu güzergahında bulunan 12 nolu karşılaşma noktasının, karacalar tarafından 1 nolu hareket noktasına ulaşmak için kullanıldığı tespit edilmiştir. Osmaniye-Bahçe arasında devlet kara yolu üzerinde bulunan 11 nolu karşılaşma noktası ise 2 ve 3 nolu hareket noktalarına ulaşmak için kullanılmaktadır. Bahçe O.İ.Ş. sınırlarında geçit olarak kullanılacak 11 nolu karşılaşma noktası yabani hayvanları cezbedici gıda atıklarının bulunduğu nokta olup, küçük ve büyükbaş hayvanları otlak alanlara ulaştırmak için kullanılan bir güzergahtır (Şekil 4.43).



11



12

Şekil 4.43. Osmaniye - Bahçe arasında tespit edilen karşılaşma noktası

Hasanbeyli O.İ.Ş. istikametinden hareket eden karaca türünün, Haruniye O.İ.Ş. içerisinde bulunan 1 nolu hareket noktasına ulaşmak için kullanacağı geçit koridoru güzergahında yer alan otoyol üzerinde 15, 17 ve 23 nolu karşılaşma noktaları tespit edilmiştir. Karaca türünün geçit olarak kullanması gereken bu noktada tür otoban engelini aşamamaktadır. Ancak, 15 nolu noktanın merkez olarak alındığı 500 m yarıçaplı alan içerisinde geçiş için değerlendirilebilecek menfez tipi sanat yapısı bulunmaktadır. Otoyol üzerinde tespit edilen 15 nolu karşılaşma noktasını geçtikten sonra, Köyyolu üzerinde tespit edilen 17 nolu karşılaşma noktasında karaca türü geçişi için uygun topoğrafik yapı ve yol şevi bulunmakta olup, türün geçit olarak kullanabileceği sanat yapısı yoktur (Şekil 4.44).



15



17



23

Şekil 4.44. Hasanbeyli - Haruniye O.İ.Ş. içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinden geçen Osmaniye-Bahçe güzergahında bulunan demir yolu ve otoban tüneli üzerinde 2 ve 3 nolu hareket noktalarına ulaşmak için 14 ve 18 nolu karşılaşma noktaları tespit edilmiştir. Bu noktalar ekosistem köprüsü görevi görebilecek potansiyele sahiptir. Otoyol tüneli üzerinden karacaların geçişini otoban şevleri ve otoban kenarında bulunan tel örgü engellemektedir. Tespit edilen 18 nolu karşılaşma noktası, otoyol tüneli üzerinden hem karaca hem de diğer hayvanların geçişine olanak sağlayarak bir bakıma ekosistem köprüsü görevi görmektedir. Bu karşılaşma noktasının güneyinde yer alan 14 nolu karşılaşma noktasının, demiryolu tüneli üzerinden karaca ve diğer hayvanların geçişini engelleyici bir durumu bulunmamaktadır (Şekil 4.45).



14



18

Şekil 4.45. Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinde 21 nolu ve Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde 22 nolu karşılaşma noktaları tespit edilmiştir (Şekil 4.46). Bu noktalar 2, 3, 6, 9 ve 10 nolu hareket noktalarına ulaşmak için kullanılmaktadır. Her iki noktanın bulunduğu konumda herhangi bir sanat yapısı tespit edilmemiştir. Bu karşılaşma noktalarından karaca türü rahatlıkla geçebileceği belirlenmiştir.



21

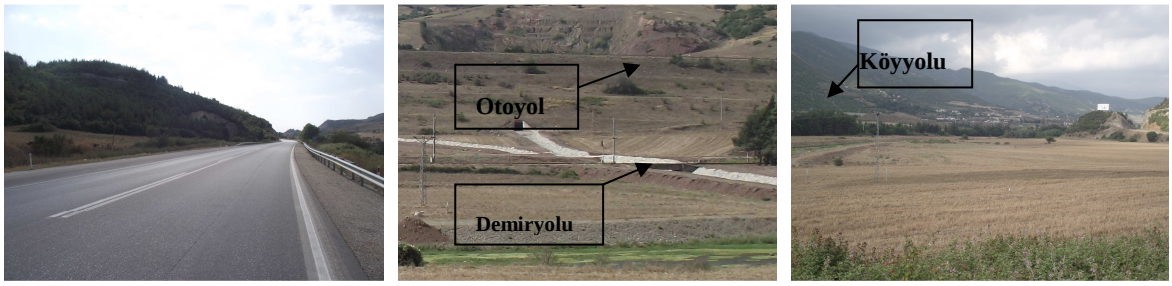


22

Şekil 4.46. Bahçe ve Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Bahçe O.İ.Ş. sınırlarında 16, 19 ve 20 nolu karşılaşma noktaları tespit edilmiştir. Bu noktalar 6, 9 ve 10 nolu hareket noktalarına ulaşmak için kullanılmaktadır. Demiryolu üzerinde bulunan 16 nolu karşılaşma noktası ve yakın çevresi geçit için oldukça uygundur.

Otoyol üzerinden geçen karşılaşma noktası ve çevresi karacaların geçişine engel olabilecektir. Köyyolu üzerinde belirlenen diğer karşılaşma noktası ise 19 nolu karşılaşma noktasına gelebilecek karaca türlerinin 22 nolu karşılaşma istikametine doğru geçişini sağlayabilecek uygun bir noktadadır (Şekil 4.47).



13 16 (Demiryolu)-19 (Otoyol) 20

Şekil 4.47. Bahçe O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde yer alan 24, 25, 26 nolu karşılaşma noktaları karaca türü geçit noktaları olarak uygun durumdadır. Bu noktalar sadece 2 nolu hareket noktasına ulaşmak için kullanılmaktadır. Ancak, 24 nolu karşılaşma noktasının güneydoğu istikametinde bulunan dere boyunca uygulanmış bir istinat duvarı bulunmaktadır. Bu duvar karacaların geçişini engelleyecek durumdadır (Şekil 4.48).



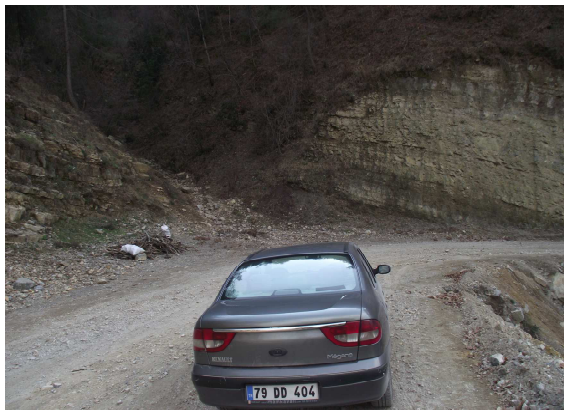
24 25 26

Şekil 4.48. Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde 2 nolu hareket noktasına ulaşmak için 27 nolu karşılaşma noktası ve 9 nolu hareket noktasına ulaşmak için 28 nolu karşılaşma noktaları tespit edilmiştir. Karacaların 27 nolu karşılaşma noktasına geçiş yapabilmesi yalnızca noktanın çevresinden gerçekleştirilebilir. 28 nolu noktada ise türün geçişini engelleyici 1 adet HES kanalı tespit edilmiştir (Şekil 4.49).



27



28

Şekil 4.49. Düziçi O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları

4.1.9.1. Mevcut sanat yapılarının tespiti

Araştırma alanı sınırları içerisinde toplam 28 adet potansiyel ekolojik geçit noktası tespit edilmiştir. Bu noktalar ve 500 m yarıçaplı dairesel alanın içerisi değerlendirilerek mevcut durumları birebir arazi gözlemlerine göre ortaya konmuştur. Buna göre toplam DAM, DBM ve DOBM ile tespit edilen ekolojik sanat yapısı konumlarına ait noktalar ve çevresinde değerlendirilebilecek 19 adet sanat yapısı mevcuttur. Güncel durumları değerlendirilen bu sanat yapılarının hidrolojik amaçlı olarak inşa edildikleri tespit edilmiştir.

Osmaniye O.İ.Ş. sınırlarında bulunan 7 nolu noktaya ulaşmak için kullanılan güzergah üzerinde 1 adet küçük boy kutu menfez tespit edilmiştir. Bu sanat yapısı karacalar tarafından kullanılabilecek ölçü değerlerine sahip değildir. Ayrıca, söz konusu sanat yapısının içerisi toprak, dal ve yapraklar tarafından kapatılmış durumdadır. Yarpuz O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktaları DAM 5 ve 6, DBM 4, DOBM 5 nolu karşılaşma noktaları arasında kanatlı ve kanatsız kutu menfezler bulunmaktadır (Şekil 4.50). Bu menfezler yeni inşa edilmiş olup, oldukça geniş sanat yapılarıdır. Ancak, bazı menfezlerin girişlerini taşınmış toprak ve kaya engellerken, bazı menfezlerin çıkışlarındaki şevlerin eğiminin karaca geçişi için çok sarp oldukları belirlenmiştir.

Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen karşılaşma noktalarının yakın çevresinde DAM 8, DBM 5 ve DOBM 9 nolu karşılaşma noktaları ve bunlara yakın mevkide 10 nolu sanat yapısı tespit edilmiştir. Her iki sanat yapısının ağız kısımlarının doğal bitki örtüsü ve toprak ile neredeyse tamamen kapandığı gözlemlenmiştir. Demir yolu güzergahında tespit edilen sanat yapısı ise karaca türü geçişine uygun boyutlarda değildir (Şekil 4.51).



1 nolu sanat yapısı



2 – 3 – 4 nolu sanat yapıları



5 nolu sanat yapısı



6 – 7 – 8 – 9 nolu sanat yapıları

Şekil 4.50. Osmaniye ve Yarpuz O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları



10 nolu sanat yapısı



11 nolu sanat yapısı

Şekil 4.51. Hasanbeyli O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları

Osmaniye O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen 1 nolu karşılaşma noktası güzergahı civarında bulunan 12 nolu noktada, otoyol altında bulunan bir sanat yapısı tespit edilmiştir. Geçit güzergahı üzerinde yine kullanılabilecek 1 adet kutu menfez belirlenmiştir (Şekil 4.52). Otoban altında tespit edilen menfezleri evcil küçükbaş hayvanların kullandığı, zaman zaman da insanların geçit olarak kullandığı görülmüştür.



12 nolu sanat yapısı



13 nolu sanat yapısı

Şekil 4.52. Osmaniye O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları

Düziçi O.İ.Ş. sınırlarında tespit edilen karşılaşma noktaları yakın civarında 14 nolu sanat yapısı bulunmaktadır. Bu sanat yapısı karacaların 2 nolu hareket noktasına ulaşmasında boyut olarak oldukça ideal olarak değerlendirilmiştir. Haruniye O.İ.Ş. sınırları içerisinde tespit edilen 15 nolu sanat yapısının, 2 nolu noktaya karaca geçişinde herhangi bir etkisinin olmayacağı belirlenmiştir. Ayrıca, 15 nolu sanat yapısının bütünlüğünün bozulduğu, yapının içerisinin toprak ile dolu halde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.53).



14 nolu sanat yapısı



15 nolu sanat yapısı

Şekil 4.53. Düziçi O.İ.Ş. sınırlarında bulunan sanat yapıları

Hasanbeyli O.İ.Ş sınırları içerisinde tespit edilen 17 nolu sanat yapısı kutu menfez girişi oldukça dar bir kemer menfez şeklinde yapılmıştır. Karacaların bu yapı içerisinden geçişi mümkün görülmemiştir (Şekil 4.54). İki parçadan oluşan bu yapının giriş kısmı dökme sepet kulplu menfez olup, çıkışı kanatlı kutu menfez şeklindedir.



17 nolu sanat yapısı çıkış



17 nolu sanat yapısı giriş

Şekil 4.54. Hasanbeyli O.İ.Ş sınırlarında bulunan sanat yapıları

Karaca türü için tavsiye edilen ekolojik sanat yapısı açıklık indeksleri Denklem 3.1 yardımıyla hesaplanmıştır (Çizelge 1.5). Otoyollarda bulunan 11 ve 12 nolu noktalardan 43 m uzunluğunda menfez tespit edilmiştir. 4 ve 6 nolu noktalarda herhangi bir sanat yapısına rastlanılmamıştır. Çalışmada, ekolojik geçit noktalarına en çok 500 m uzaklıkta olacak şekilde konumlandırılmış mevcut sanat yapıları tespit edilmiştir. Bu sanat yapılarının DAM, DBM ve DOBM karşılaşma noktalarına mesafeleri ve karaca türü için uygunlukları belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Yol ve karaca geçit güzergahları karşılaşma noktalarında tespit edilen sanat yapıları ve açıklık indekslerinin karaca için ekolojik uygunluğu

No	DAM	DBM	DOBM	Sanat Yapısı	Yol	Yol Tipi	Boy (m)	En (m)	Uygunluk	Açıklık İndeksi	DAM Uzaklık (m)	DBM Uzaklık (m)	DOBM Uzaklık (m)
1	1	1	1	Kutu Menfez	Toprak	KY	0.6	0.6	Hayır	0.06	155	>500	10
2	5	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	88	80	>500
3	5	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	188	180	>500
4	5	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	381	273	>500
5	5	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	387	384	>500
6	6	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	384	388	>500
7	6	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	409	>500	259
8	6	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	İY	2	2	Hayır	0.36	>500	>500	500
9	6	4	5	Kutu Menfez	Asfalt	KY	2	2	Hayır	0.36	487	>500	>500
10	8	5	9	Dairesel Kesitli Büz	Asfalt	İY	1	1	Hayır	0.05	66	55	>500
11	12	7	10	Kutu Menfez	Ray	Demiryolu	2	1	Hayır	0.4	384	>500	>500
12	11	8	15	Kutu Menfez	Asfalt	Otoban	2.5	2.5	Hayır	0.13	>500	175	347
13	14	9	17	Kutu Menfez	Asfalt	KY	1	1	Hayır	0.2	>500	140	300
14	15-16	12	21	Plak Köprü	Asfalt	KY	6.7	6	Evet	8.04	67-183	363	167
15	19	14	23	Kutu Menfez	Stabilize	KY	1	1	Hayır	0.2	128	90	153
16	23	26	26	Yerinde Dökme Sepet Kulplu Büz	Stabilize	KY	2	2	Evet	0.8	114	>500	164
17	6	9	7	Yerinde Dökme Sepet Kulplu Büz ve Kutu Menfez	Asfalt	İY	1.6	2.3	Hayır		>500	>500	10
18	13	11	19	Kutu Menfez	Asfalt	Otoban	2.5	2.5	Hayır	0.13	>500	>500	276
19	13	11	19	Kutu Menfez	Asfalt	Otoban	2.5	2.5	Hayır	0.13	>500	>500	464

4.2. Tartışma

Ekolojik sanat yapılarının değerlendirildiği bu çalışmada karaca türünün ekolojik istekleri doğrultusunda yaşam alanı uygunluk modeli oluşturulmuştur. Bu bölümde modelde kullanılan 9 farklı değişken için yaşam alanı değerlendirme prosedürü çerçevesinde incelenmiştir (ESM102, 1980; ESM103, 1981). Modelin değişkenleri olan ekocoğrafik verilerin hesaplanmasındaki hassasiyetleri arttırmak amacıyla 3 farklı yöntem ele alınmıştır. Bu yöntemler DAM, DBM ve DOBM olarak oluşturulmuştur. Ayrıca, ortaya çıkarılan YUM'ler karaca türünün varlığının gözlendiği alandan başlamak üzere üreme faaliyetlerini gerçekleştirebilecekleri uygun alanlara ulaşım güzergahları En Uygun Maliyetli Güzergah Analizi kullanılarak tespit edilmiştir. Daha sonra, geçit güzergahlarının araştırma alanında bulunan yollar ile karşılaşma noktaları belirlenmiştir. Son olarak, belirlenen noktalardaki mevcut sanat yapıları ekolojik açıdan değerlendirilmiş ve yeni ekolojik sanat yapıları önerilmiştir. Planlama ve yönetim aşamasında ekolojik sanat yapılarının değerlendirilmesinde zaman ve uzman personele olan ihtiyacı minimize ederek en makul ekolojik geçit noktalarının tespiti yapılabilmektedir.

4.2.1. Yaban hayvanı türleri

Araştırma alanı içerisinde gerçekleştirilen foto kapan çalışmaları ve gözlenen ayak izleri modelde kullanılan karaca türünün varlığını ortaya koymuştur. Aynı zamanda yol güvenliğini tehdit edebilecek potansiyele sahip yaban domuzu ve tilki türlerinin de yayılış alanı olduğunu göstermektedir (IUCN, 2013). Her ne kadar modelin temelinde hedef tür olan karaca türüne ait ekolojik istekler değerlendirilmiş olsa da, diğer türlerin yol güvenliğini olumsuz etkileyen belirgin yaban hayvanları arasında oldukları anlaşılmaktadır (Morelle ve ark., 2013). Esasen, ekolojik sanat yapılarının konumlandırılması ve tasarlanmasında mevcut yaban hayvanı türlerinin tamamının bir bütün olarak değerlendirilmesi çok daha faydalı olacaktır.

IUCN (2013) verilerine göre araştırma alanı içerisinde memeli türlerin yayılış alanlarına ait veri tabanında 62 memeli türün yayılış gösterdiği ve bunlardan Ayı'nın (*Ursus arctos*) ortamdan yok olduğu tespit edilmiştir. Yörede yaşayan vatandaşlara göre ise 11 memeli türün kesin olarak araştırma alanında varlığını sürdürdüğü bilinmekle beraber başlıca bilinen büyük ve ortaboy memeli türler ise karaca, yaban domuzu, kurt, tilki, çakal ve yaban tavşanı olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2011) (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32. Araştırma alanında varlığı ve kökeni belirlenen türler (IUCN, 2013)

Latince	Türkçe	IUCN'e göre		Gözlenen
		Varlık Durumu	Kökeni	
Canis aureus	Çakal	1	1	1
Canis lupus	Kurt	1	1	2
Capra aegagrus	Yaban keçisi	1	1	4
Capreolus capreolus	Karaca	1	1	1
Caracal caracal	Karakulak	1	1	1
Erinaceus concolor	Kirpi	1	1	1
Felis chaus	Saz kedisi	1	1	3
Felis silvestris	Yaban kedisi	1	1	1
Hyaena hyaena	Çizgili sırtlan	1	1	3
Hystrix indica	Oklu kirpi	1	1	1
Lepus europaeus	Yaban tavşanı	1	1	1
Lutra lutra	Su samuru	1	1	2
Martes foina	Kaya sansarı	1	1	1
Martes martes	Ağaç sansarı	1	1	1
Panthera pardus	Pars	1	1	3
Sus scrofa	Yaban domuzu	1	1	1
Ursus arctos	Ayı	2 ve 5	1	3
Vulpes vulpes	Tilki	1	1	1

Tanımlar						
IUCN* ve Gözlem Kodları:	1	2	3	4	5	6
*Varlık Durumu	Mevcut	Muhtemelen Mevcut	Mevcut Olabilir	Muhtemelen Mevcut Değil	Mevcut Değil	Bilinmiyor
*Kökeni	Yerli	Yeniden Yerleştirilmiş	Yerleştirilmiş	Göçmen	Bilinmiyor	-
Gözlem Durumu	Mevcut	Muhtemelen Mevcut	Mevcut Olabilir	Muhtemelen Mevcut Değil	-	-

Alanda avcılık faaliyetleri gerçekleştirilmekte olup koruma altında bulunan karaca avı sportif faaliyet amaçlı olarak gerçekleştirilmektedir. DKMP görevlileri tarafından karacaya ait popülasyonlar 2006 yılında 24, 2009 yılında 186, 2012 yılında ise 192 olarak tespit edilmiştir (DKMP, 2013).

IUCN veritabanına göre araştırma alanın tamamında karaca türü yayılış göstermektedir (IUCN, 2013). Araştırma alanı sınırları içerisinde Ayı türüne rastlayan vatandaşların olduğu ve bu konu hakkında alanda araştırmaların sürdürüldüğü DKMP çalışanları tarafından belirtilmektedir. Ancak, araştırma sırasında sahada Ayı türüne rastlanılmamıştır.

4.2.2. Modelde kullanılan değişkenler ve türün ekolojik istekleri

Modelde kullanılan karaca türü için ekolojik ihtiyaçların belirlenmesinde ulusal ve uluslararası literatürden faydalanılmıştır. Aynı zamanda, yöresel farklılıkları da ortaya koymak amacıyla araştırma alanının sahip olduğu coğrafi konum dikkate alınmalıdır. Araştırma alanında bulunan uzman kişilerin görüş ve bilgileri de değerlendirilerek sağlıklı sonuçlara ulaşılmıştır (Doswald ve ark., 2007). Araştırma alanında bir adet YHGS sahasının bulunması ve bu sahada mevcut karaca türünün düzenli aralıklarla kontrolünün sağlanması ekolojik isteklerinin belirlenmesine katkı sağlamıştır (Clevenger ve ark., 2002; Store ve Jokimäki, 2003; Garcia-Marmolejo ve ark., 2013).

Saha içerisinde karaca türü için doğrudan etkenlerini değerlendiren herhangi bir ekolojik çalışma veya model bulunmamaktadır. Bu nedenle, dolaylı etkenlerin türlerin ekolojik istekleriyle yüksek korelasyon gösterdiği yaklaşımıyla karaca için dolaylı etkenler kullanılmıştır (Guisan ve Zimmermann, 2000; Doswald ve ark., 2007). Araştırma alanının büyük olması nedeniyle dolaylı etkenler olarak eğim, alan kullanımı, su kaynağına uzaklık, bitki örtüsü, alan kullanımı, yol yoğunluğu, yola uzaklık, topoğrafik durum, meşcere çağı ve kapalılığı, yükselti ile sınırlandırılmış değişkenler kullanılmıştır. Boynuzlular familyası için YUM'nin oluşturulmasında ve dolaylı etkenler olarak birçok modelleme çalışmasında tercih edilen ekocoğrafik değişkenler, yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Debeljack ve ark., 2001; Doswald ve ark., 2007; Ratikainen ve ark., 2007; Carvalho ve ark., 2012).

Modellemelerde kullanılan birçok verinin, ekolojik sanat yapılarının tespitinde ve türün yaşam alanı desenlerini belirlemede davranışları dikkate alınarak gezinme durumları göz önünde bulundurulmalıdır (Hlaváč ve Anděl, 2002). Zira, türlerin yöresel farklılıklar, yaşam alanı ve yükselti gibi değişken ekolojik istekleri bulunmaktadır (Carvalho ve ark., 2008).

Karacaların iki temel konumsal davranışı dinlenme veya dolaşımıdır: 1) kış ve yaz dönemlerinde iklime bağlı olarak yükselti değiştirmesi ve 2) doğum ve çiftleşme alanlarını belirlemek için yaz aylarında uzun mesafeli göçler gerçekleştirmesidir. Bu davranışlar geçit koridoru güzergahlarının belirlenmesinde önemli etkenlerdendir (Mysterud, 1999; Lamberti ve ark., 2006).

YUM dağılımında hedeflenen karaca türünün hayatını sürdürebileceği özellikle neslini devam ettirebildiği alanların dağılımının tahmin edilmesinde, puanlandırma

usulüyle uygunluk derecelerinin belirlenmesi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemin, ekonomik olması ve uzman personele olan ihtiyacı azaltarak kısa zamanda planlamacıyı sonuca ulaştırması en önemli avantajı olarak ortaya çıkmaktadır (ESM102, 1980; ESM103, 1981; Wakely, 1988; La Morgia ve ark., 2008).

4.2.3. Yaşam alanı uygunluk modelleri

Karacaların hedef tür olarak değerlendirildiği bu çalışmada, dolaylı değişkenler tercih edilmiş ve uygunluk analizi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalardaki veri kaybı ve modelin tasarlanmasında uygulanan genellemelerde meydana gelen veri kayıplarını ortaya koymak üzere üç farklı CBS tabanlı ÇKD yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerde kullanılan sınıflandırmalarda elde edilen YUM'ler arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Karaca türünün ekolojik istekleri doğrultusunda DAM ile oluşturulan YUM oldukça keskin sınırlar içerisinde "Çok Uygun", "Uygun" ve "Kötü" alanları ortaya koymuştur. Bu şekilde bir sınıflandırmanın araştırma alanında bulunan türe ait amaç fonksiyonlarına tam olarak ulaşılamamaktadır. DAM kullanımı oldukça pratik ve çokça kullanılan yöntemdir (Eastman, 1995). Ancak, çok fazla değişkene sahip verileri toplamsal olarak değerlendiren DAM'de meydana gelen veri kayıpları için bulanık mantık kullanımı hassasiyeti arttırmaktadır (Jiang ve Eastman, 1999; Malcewzki, 1999; Chang, 2004).

DAM ile DBM yöntemlerinde “Çok kötü” ve “Kötü” olarak tespit edilen alanların büyüklükleri birbirlerine yakın çıkmıştır. Çünkü DAM ile üretilen YUM dağılımında “Çok kötü” alanlar tespit edilememişken DBM YUM dağılımında “Çok kötü” alanlar az da olsa tespit edilmiştir. Modelde tespit edilen alanlar içerisinde “Kötü” sınıfta bulunan alanlar diğerlerine göre birbirine yakın çıkmıştır. Diğer sınıflarda ise büyük farklar ortaya çıkmıştır. Bu nedenle DBM uygulaması sonucunda yine karaca türüne ait YUM'nin ortaya koyduğu sınıflandırmalarda hassasiyetin arttırdığı ortaya konmuştur (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. DAM ve DBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı

	DAM	DBM	STD
	Alan (%)	Alan (%)	
Çok Uygun	18.81	1.57	12.19
Uygun	72.63	14.63	41.02
Kötü	8.56	23.84	10.81
Çok Kötü	0.00	0.33	0.23
Yokluk	0.00	59.64	42.17
Toplam	100	100	

DAM ve DBM yöntemleri ile gerçekleştirilen çalışmalarda amaç fonksiyonlarına ulaşmada karaca türünün YUM tahmininde doğrusal genelleştirilmiş toplamsal bir yaklaşım sergilenmiştir (Guisan ve ark., 2002). Oluşturulan YUM sınıflandırmalarında tamamen doğrusal bir ilişki ile değerlendirilen değişkenler arasında yine veri kayıpları bulunduğu tespit edilmiştir. Geleneksel olarak kullanılan yöntemlerin aksine daha akılcı ve mantıklı sonuçların elde edilmesi gerekmektedir (Aydın ve Eker, 2012). Uzaklık, eğim, yükselti gibi etkenlerin doğruluk oranlarının arttırılmasında geleneksel CBS yöntemlerinden ziyade doğrusal olmayan bulanık mantık fonksiyonları tercih edilmiştir. DBM ve DOBM ile üretilen YUM sınıflandırmalarında ÇK, Yo ve K alanların tespitinde farklar olduğu ortaya çıkmıştır. ÇU ve U alanları ise sınıflandırma içerisinde diğer alan sınıflarına göre gerçeğe daha yakın sonuçlar ortaya koymuştur (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34. DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı

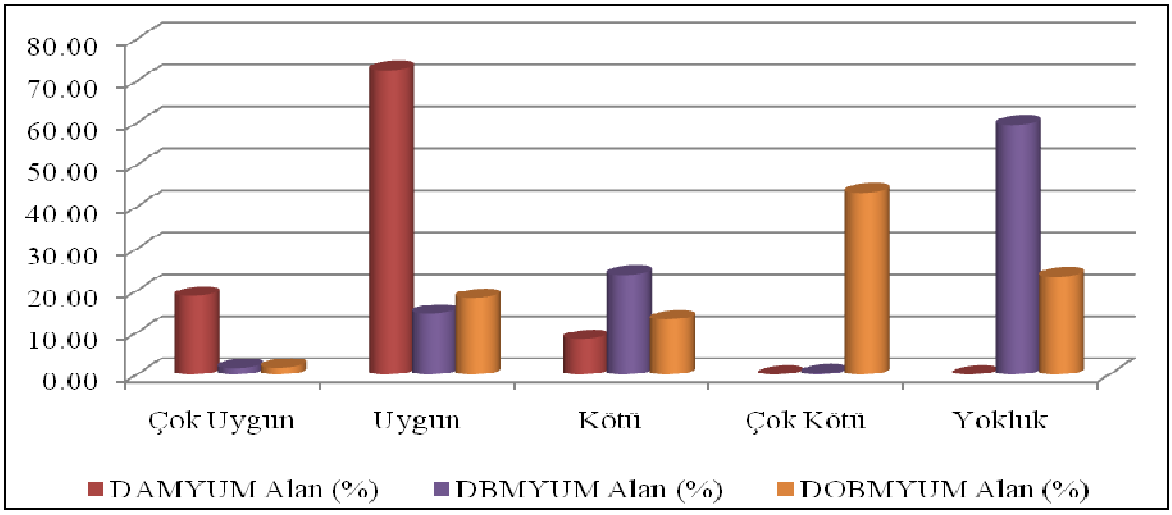
	DBM	DOBM	STD
	Alan (%)	Alan (%)	
Çok Uygun	1.57	1.65	0.06
Uygun	14.63	18.34	2.63
Kötü	23.84	13.15	7.56
Çok Kötü	0.33	43.44	30.49
Yokluk	59.64	23.42	25.61
Toplam	100	100	0

DOBM yöntemiyle oluşturulan YUM diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında her yöntemde diğer uygunluk sınıflarına göre “Kötü” alanların tespitinde birbirlerine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, diğer sınıflandırılan alanların sahip olduğu alan dağılım oranlarının birbirlerinden oldukça farklı olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35. DAM, DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı

	DAM	DBM	DOBM	STD
	Alan (%)	Alan (%)	Alan (%)	
Çok Uygun	18.81	1.57	1.65	9.93
Uygun	72.63	14.63	18.34	32.47
Kötü	8.56	23.84	13.15	7.84
Çok Kötü	0.00	0.33	43.44	24.99
Yokluk	0.00	59.64	23.42	30.05
Toplam	100	100	100	

Değişkenlerin bulanık üyeliğe aitlikleri farklı fonksiyon denklemleri ile değerlendirilerek güçlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber hesaplamalarda 59 farklı kısıtlayıcı mantıksal kuralın kullanıcı tarafından girilmesi sağlanarak, CBS tabanlı ÇKD çalışmasında doğruya en yakın optimizasyon yöntemi sayesinde YUM tahmin haritası üretilmiştir (Malcewzski, 2002; Yanar, 2003) (Şekil 4.55).



Şekil 4.55. DAM, DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM sınıfları dağılımı

Karaca türünün ekolojik isteklerine göre belirlenen YUM üzerinden oldukça fazla alternatif çalışmanın yapılacağı anlaşılmaktadır. Temel olarak istenilen amacın belirlenmesinde esneklik sağlayan bu çalışma, çevre etki değerlendirmeden ziyade stratejik planlama olarak gerçekleştirilmiştir (Gontier ve ark., 2010). Ekolojik tabanlı olarak görülen bu çalışma mekanistik yöntem olarak ortaya konmuştur (Store ve Jokimäki, 2003). Elde edilen bulgular neticesinde CBS tabanlı ÇKD yöntemlerinin kullanımının, yaban hayvanlarının YUM oluşturulmasında etkin olarak kullanılabilir olduğunu ortaya çıkarmıştır (Hirzel ve ark., 2001; Store ve Kangas, 2001; Carvalho ve ark., 2012).

Elde edilen sonuçların tatmin edicilik düzeyi ekolojik sanat yapılarının konumlarının belirlenmesinde ve yaban havyalarının kullandığı en uygun maliyetli mantıksal geçit güzergahlarının yollar ile karşılaştıkları noktaların belirlenmesinde yeterli öneme sahiptir (Cushman, 2013). Ancak, koruma amaçlı yapılacak çalışmalarda doğrudan etkenlerin ortaya konması gerektiği sonucu da ortaya çıkmıştır (Guisan ve Zimmermann, 2000).

4.2.4. Yaban hayvanı koridoru geçit güzergahları

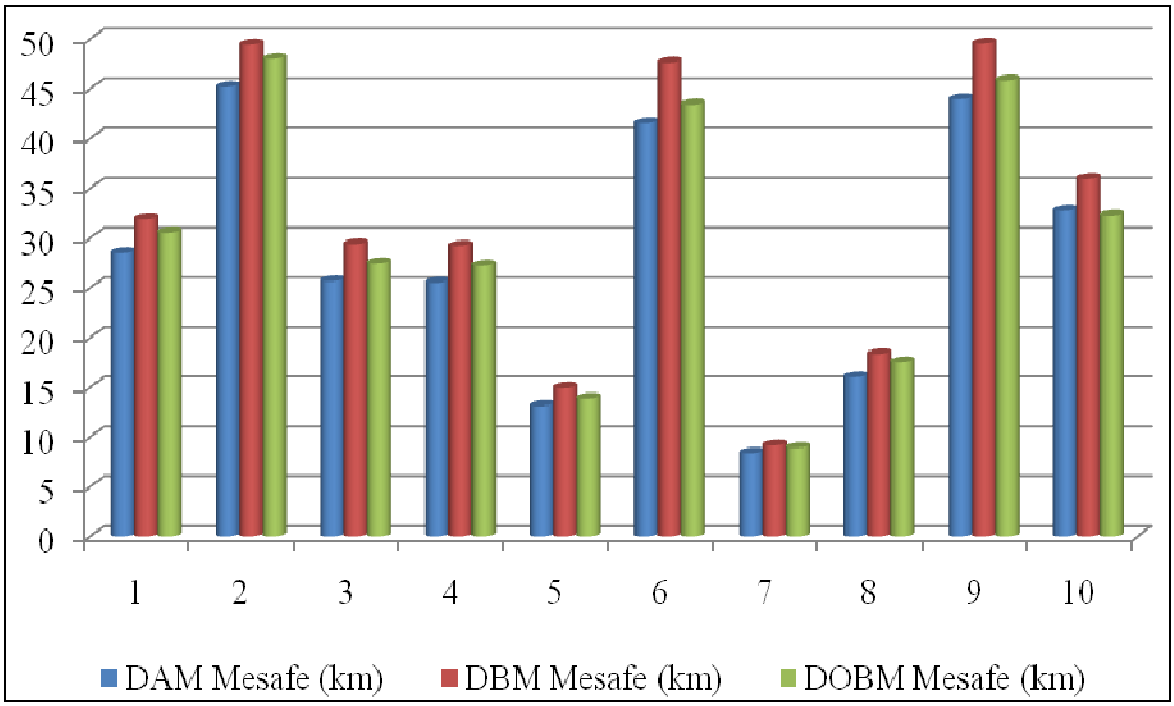
Kümülatif maliyetli yüzey katmanı olarak karaca türüne ait oluşturulan üç farklı YUM haritası değerlendirilerek mantıksal geçit güzergahı koridorları en uygun maliyet analiziyle optimize edilerek değerlendirilmiştir. Yaban hayvanlarının geçit güzergahlarının ve yaşam alanları arasında yama ve koridorların belirlenmesinde en uygun maliyetli güzergah analizi başarılı sonuçlar ortaya koymaktadır (Huck ve ark., 2011; Huber ve ark., 2012; Poor ve ark., 2012). En uygun maliyetli güzergahın belirlenmesinde geçirimsiz yüzeyin doğruluğu oldukça önemli olduğundan; DAM, DBM ve DOBM ile oluşturulan YUM haritaları geçirimsiz yüzeyler olarak test edilmiş ve değerlendirilmiştir.

En başarılı YUM sonuçlarının kontrolü arazide birebir gözlemlerle gerçekleştirilmiş ve DOBM'nin doğruya en yakın sonucu verdiği ortaya çıkarılmıştır. DAM, DBM ve DOBM yöntemiyle oluşturulan YUM haritası üzerinde varlığı kesin olarak ispatlanmış arazi noktası başlangıç olarak alınmıştır. Bu başlangıç noktasından çok uygun 10 alana karaca türünün göç edebileceği optimum güzergahlar tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Her üç modelin ortaya koyduğu mesafeler ve güzergahlar arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Tahmini gerçekleştirilen optimum geçit güzergahları karşılaştırıldığında 0 ile 1, 0 ile 3, 0 ile 5, 0 ile 7 ve 0 ile 8 noktaları arasında mesafe farkları arasında çok fazla fark bulunmazken, karaca türünün bu noktalar arasında kullanacağı güzergahların uzunlukları arasında bazı farklılıklar ortaya çıkmıştır (Şekil 4.56).

Çizelge 4.36. Geçit güzergahları arasındaki mesafe farklar

Başlangıç Noktası		Göç Noktası	DAM Mesafe (km)	DBM Mesafe (km)	DOBM Mesafe (km)	STD
0	-	1	28.49	31.96	30.56	1.7
0	-	2	45.2	49.42	48	2.1
0	-	3	25.69	29.38	27.44	1.8
0	-	4	25.54	29.22	27.22	1.8
0	-	5	13.13	14.95	13.87	0.9
0	-	6	41.57	47.64	43.42	3.1
0	-	7	8.37	9.16	8.9	0.4
0	-	8	16.01	18.34	17.5	1.2
0	-	9	43.94	49.53	45.84	2.8
0	-	10	32.76	35.99	32.28	2.0



Şekil 4.56. Geçit güzergahları arasındaki mesafe farklılıkları

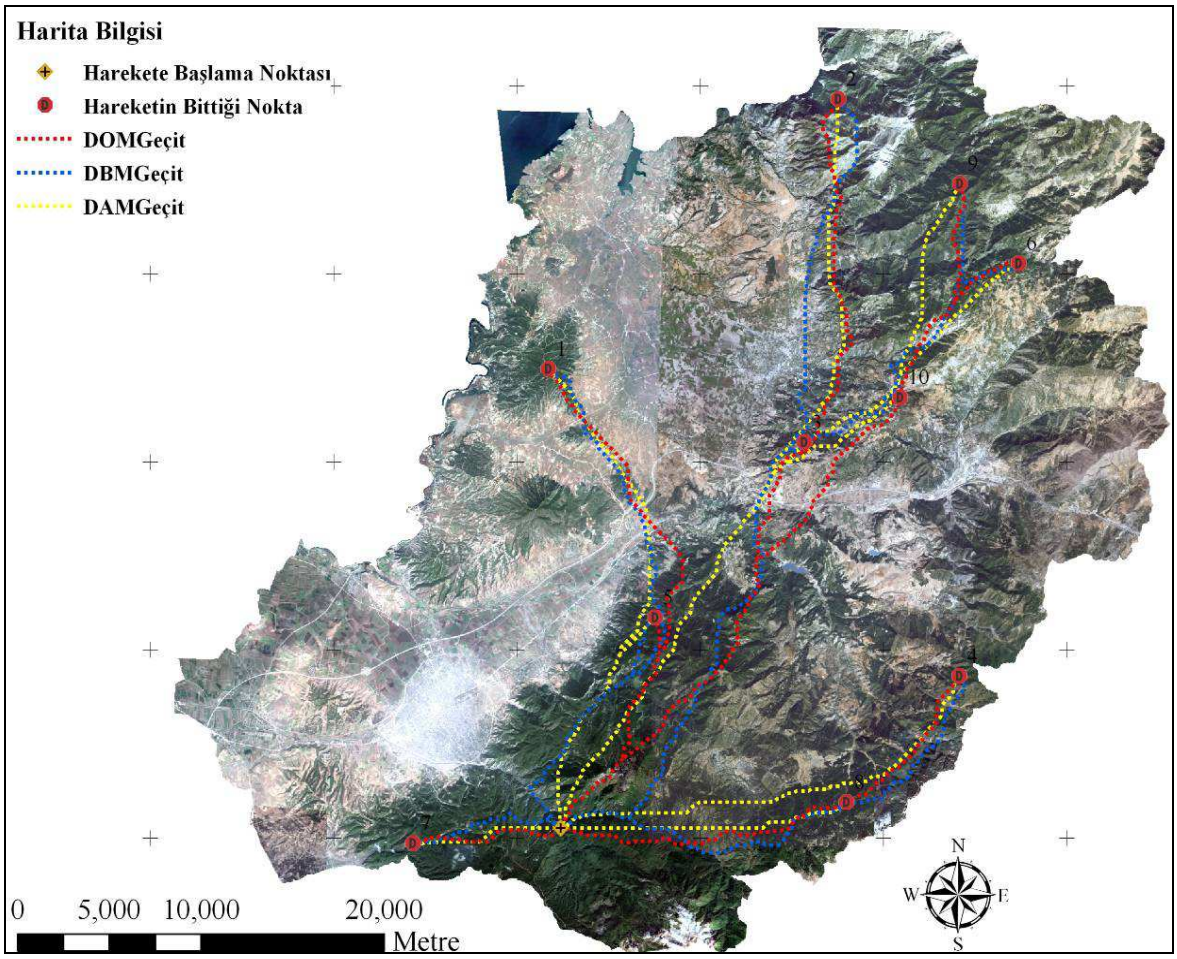
Tespit edilen geçit güzergahlarına ait konumsal durumları bakımından uzaklık değişkenleri olan YU, SKU, YY ve E uygunluk değerleri optimizasyonu DAM ve DBM'de doğrusal olarak değerlendirildiğinden; güzergahlar yollara daha yakın, eğimi uygun olmayan kötü güzergahlardan geçmiştir. Ayrıca DOBM modeli ile oluşturulan geçit

güzergahlarında karaca türünün göç güzergahı olarak kullandığı konumlarda uygun alanların kullanımında artış gözlenmektedir. Tahmini gerçekleştirilen YUM modellerinden en uygunu olarak değerlendirilen DOBM yönteminin sağladığı verilerin daha mantıklı ve gerçeğe daha yakın olduğu ortaya çıkmıştır (Beier ve ark., 2008; Brooks ve ark., 2010; Aydın ve Eker, 2011).

4.2.5. Ekolojik geçit noktaları

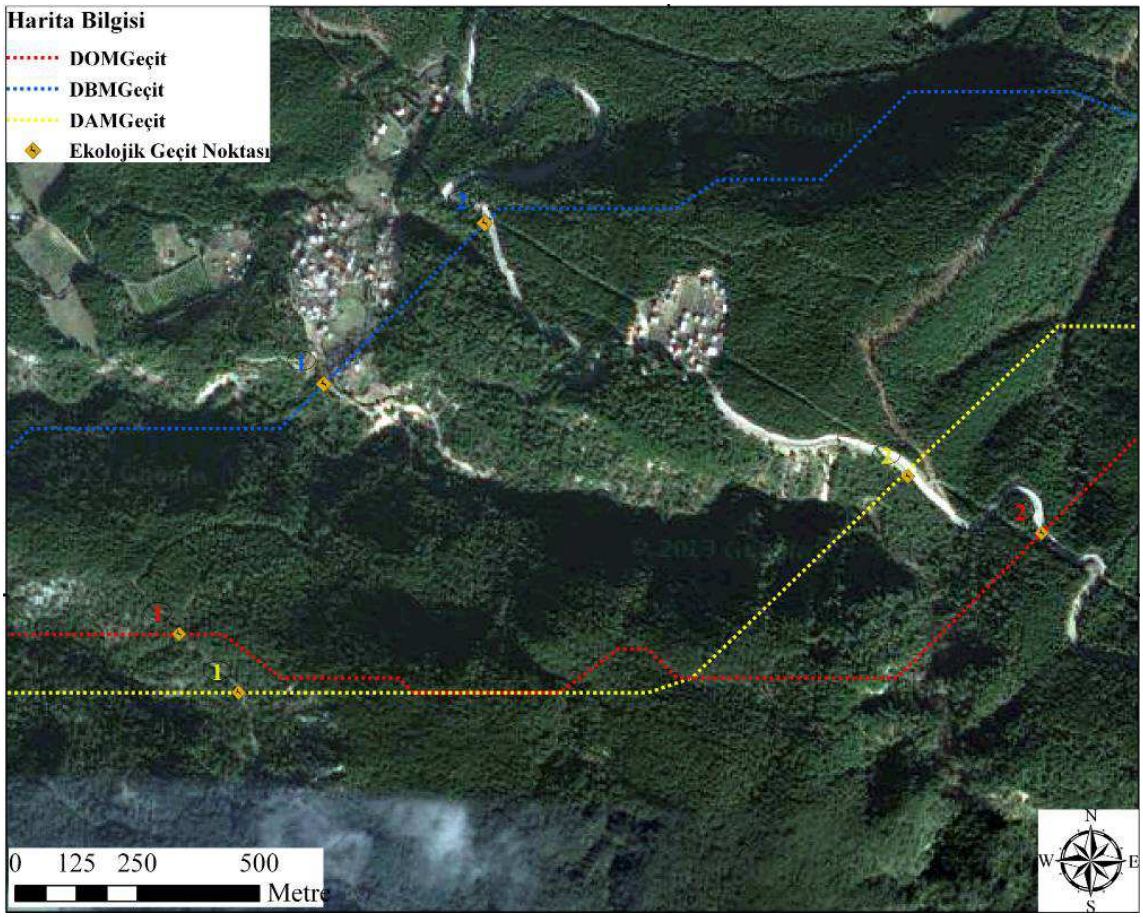
4.2.5.1. Ekolojik geçit noktalarının konumları

Karaca türü için belirlenen geçit güzergahları mevcut trafiğe açık yol ağları ile kesiştirilerek karşılaşma noktaları belirlenmiştir. Güzergahların optimizasyonunu değerlendirme amacıyla 3 farklı yöntemden elde edilen sonuçlar kullanılmıştır. O.O.İ.M. sorumluluğunda bulunan 160.790 ha alanın tamamında karaca türü için toplam 86 farklı konumda ekolojik geçit noktası tespit edilmiştir (Şekil 4.57).



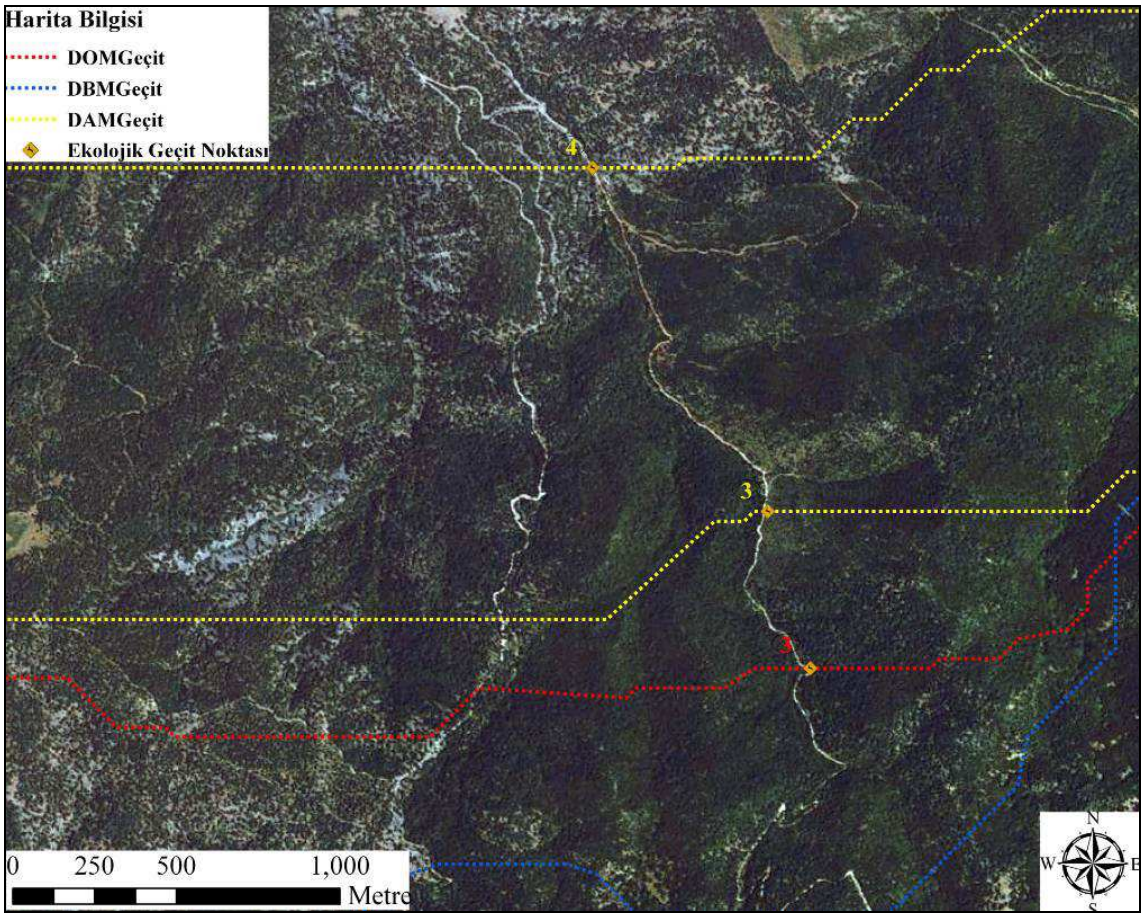
Şekil 4.57. Googlemaps'e ait 2012-2013 yılı görüntüsü üzerinde karaca geçit güzergahları

DAM, DBM, DOBM ile oluşturulan 1 ve 2 nolu noktalar köy yolları üzerinde bulunmaktadır. Her üç geçit güzergahı karşılaşma noktası olarak belirlenen 1 nolu konum toprak yol, 2 nolu konum ise asfalt köyyoludur. Geçitlere ait 1 nolu karşılaşma noktaları karacaların geçit olarak kullanabileceği konumdadır. Ancak, karşılaşma noktalarının yerleşim yerine olan mesafeleri değerlendirildiğinde en uygun karşılaşma noktası DAM ve DOBM ile belirlenen 1 nolu konumdur. DAM ile belirlenen 2 nolu noktada yol kenarı bariyerlerle kaplanmış durumda ve noktanın güneybatı istikametinde yolun kazı şevi karaca geçişi için uygun eğime sahip bulunmamaktadır. DBM 2 ve DOBM 2 nolu konumlar geçit noktası olarak uygundur. DBM ve DOBM'ye ait 2 nolu noktalar değerlendirildiğinde, DOBM ile belirlenen noktanın yerleşim yerinden daha uzak ve türün geçişi için daha uygun topoğrafik yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. DAM, DBM, DOBM 1 ve 2 nolu konumlar

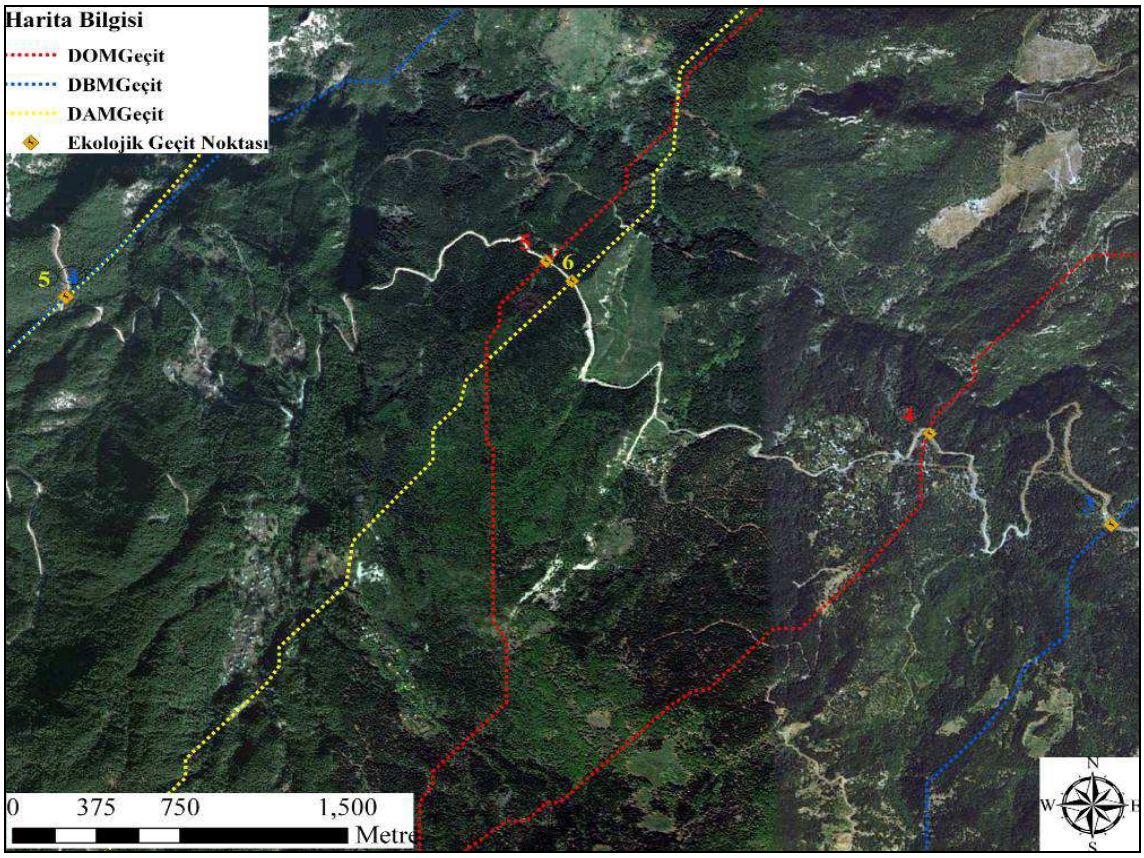
DAM 3 ve 4 nolu ve DOBM ile belirlenen 3 nolu konumlar toprak köyyolu ile karşılaşmaktadır. Her üç nokta karaca türünün geçit olarak kullanmaları arazi yapısı ve durumu bakımından oldukça uygundur (Şekil 4.59).



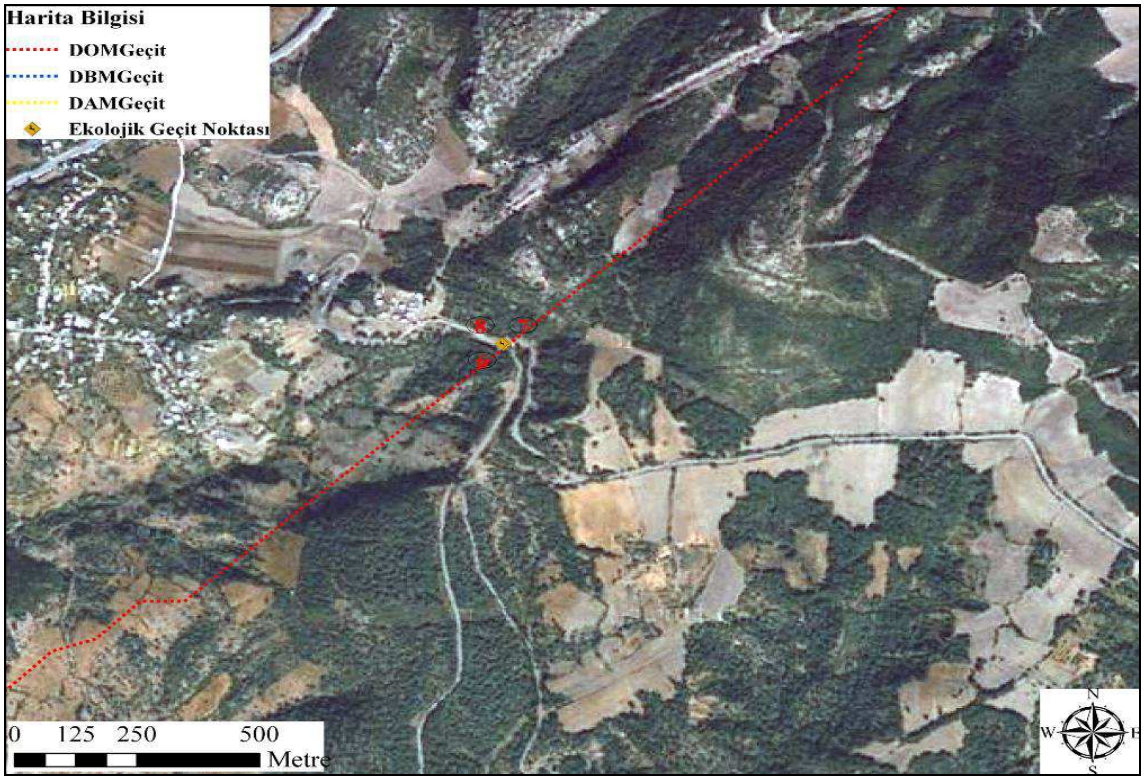
Şekil 4.59. DAM 3, 4 ve DOBM 3 nolu konumlar

DAM 5 ve 6 nolu konumlar, DBM 3 ve 4 nolu konumlar ve DOBM 4 ve 5 nolu konumlar asfalt il yolu üzerinde bulunmaktadır. DBM 3 nolu konum ise köyyolu üzerinde karaca türünün geçit olarak kullanabileceği durumdadır. DOBM 4 nolu konum uygun yol şevlerinin bulunduğu yerleşim yeri kenarından geçmektedir. DAM 5 ve 6 nolu konumlar, DBM 4 ve DOBM 5 nolu konumlar asfalt kaplı il yolu üzerinde karaca için uygun geçit noktalarıdır (Şekil 4.60). Bu noktaların bulunduğu yerlerde tespit edilen ayak izleri hemen her noktadan küçük, orta ve büyük boy evcil ve yabani hayvan geçişlerine uygun topoğrafik yapı olduğunu göstermektedir.

DOBM ile tespit edilen 6, 7 ve 8 nolu konumlar il yolu üzerinde bulunmaktadır. Bu üç noktanın tespit edildiği yer üç yol kavşağı içermekte olup her bir yola ait noktalar farklı olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.61). Bu noktalarda karaca türü geçişi için uygun ortam bulunmaktadır. Yerleşim yerine uzaklığı ve yakın çevresinde bulunan yol yoğunluğu bakımından en uygun konumdadır. DAM ve DBM ile belirlenen güzergahlarda ekolojik sanat yapısı konumları belirlenememiştir.



Şekil 4.60. DAM 5, 6, DBM 3, 4 ve DOBM 4 ve 5 nolu konumlar



Şekil 4.61. DOBM 6, 7 ve 8 nolu konumlar

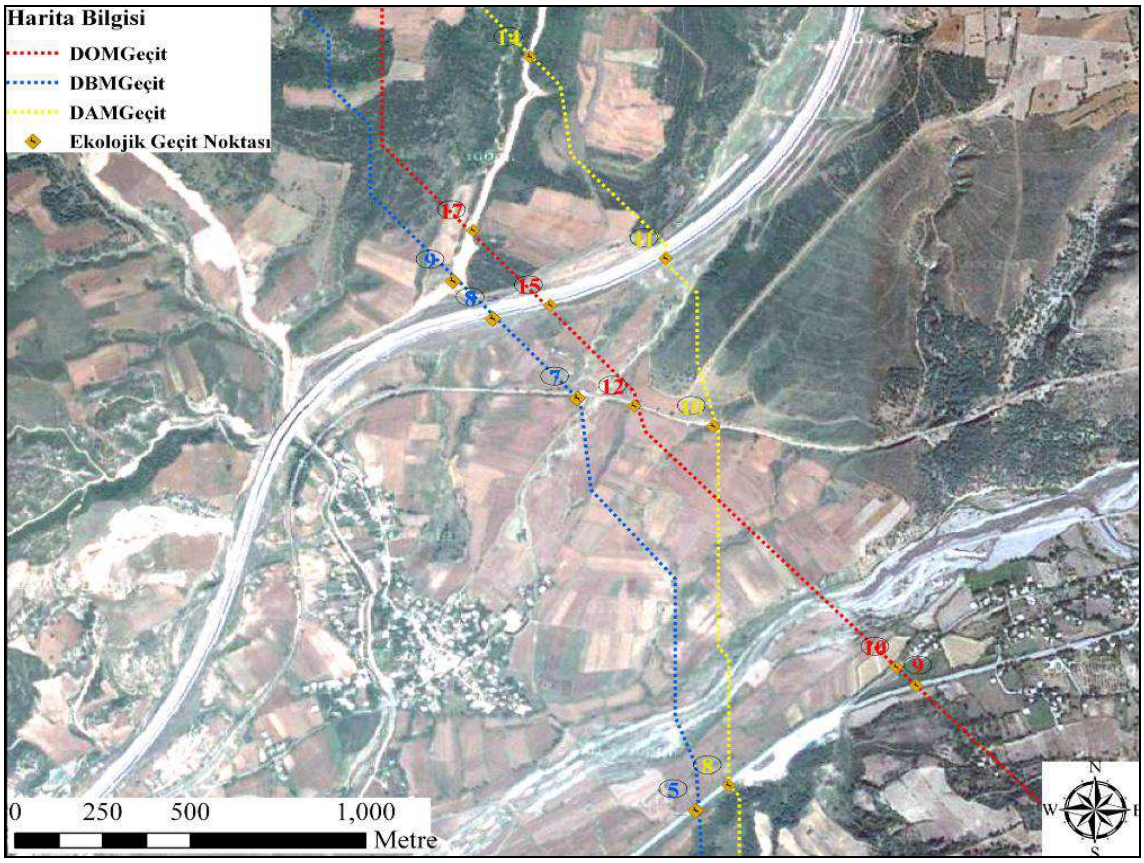
DAM ile 8, 10, 11 ve 14 nolu konumlar ekolojik geçit noktası olarak tespit edilmiştir. 8 nolu konum devlet yolu üzerinde bulunmaktadır. Bulunduğu güzergah üzerinde dinlenme ve konaklama tesisi bulunduğundan ekolojik sanat yapısı konumu için uygun değildir. 10 nolu konum demiryolu üzerinde bulunmakta ve ekolojik geçit noktası olarak değerlendirilebilecek durumda olduğu tespit edilmiştir. 11 nolu konum otoyol üzerinde bulunurken, 14 nolu nokta ise köyyolu üzerinde yer almaktadır.

DBM ile 5, 7, 8 ve 9 nolu ekolojik geçit noktaları tespit edilmiştir. 5 nolu konum devlet yolu üzerinden geçen ekolojik sanat yapısı için uygun konumdadır. 7 nolu nokta tren yolu üzerinde bulunmakta ve karaca türünün geçişi için uygun olmayan açıklıktadır. 8 nolu konum otoyol üzerinde bulunmakta ve karaca türünün geçişi için uygun olmayan bir adet menfez bulundurmaktadır. 9 nolu konum köyyolu üzerinde bulunmakta ve noktanın bulunduğu yerde bir adet menfez bulunmaktadır.

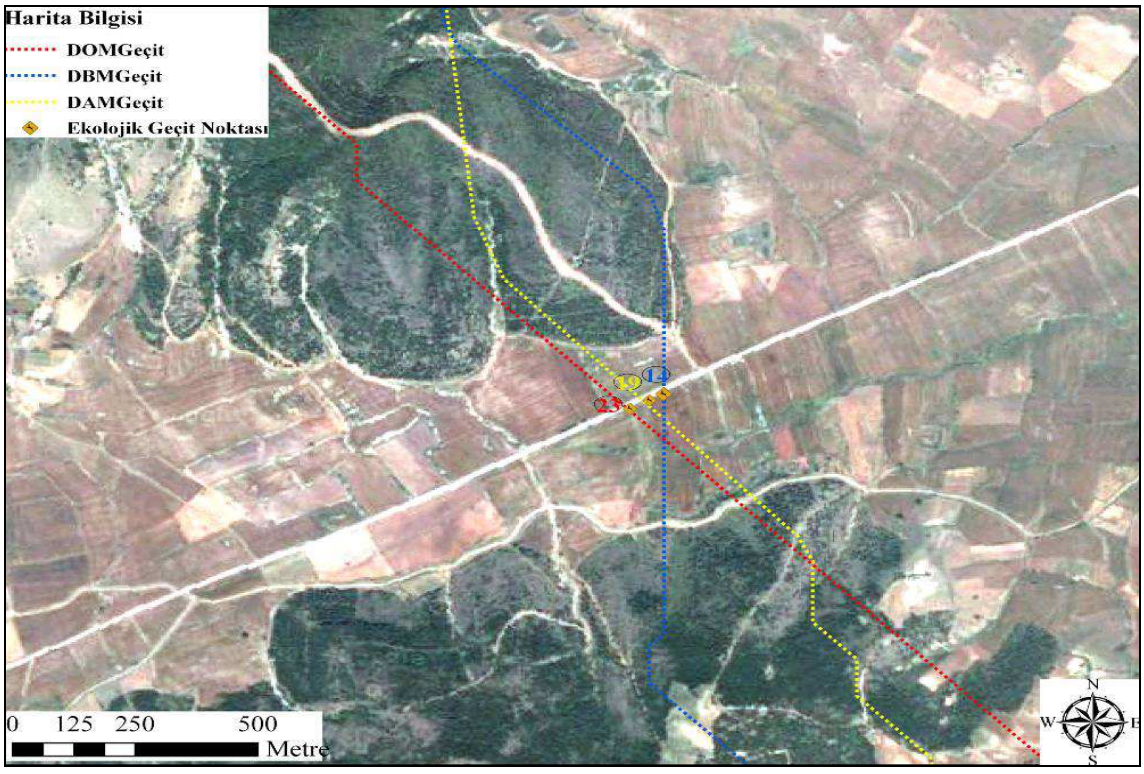
DOBM ile 9, 10, 12, 15 ve 17 nolu konumlar ekolojik geçit noktası olarak tespit edilmiştir. 9 nolu konum devlet yolu üzerinde bulunurken hemen yakınında bulunan 10 nolu konum devlet yoluna bağlantı sağlayan sokak üzerinde bulunmaktadır. 12 nolu konum tren yolu üzeride bulunmaktadır ve herhangi bir sanat yapısı bulunmamasına rağmen karacaların geçiş yapabileceği durumdadır. 15 nolu konum otoyol üzerinde bulunmakta ve bulunduğu noktada herhangi bir sanat yapısı yer almamaktadır. 17 nolu konum asfalt ile kaplanmış köyyolu üzerinden geçmekte ve bulunduğu konumda sanat yapısı bulunmamaktadır (Şekil 4.62).

Genel olarak noktaların konumları ekolojik geçit olarak uygun görülmektedir. DBM ve DOBM güzergahında devlet yolu ile karşılaşan noktalar ekolojik sanat yapısı için önerilebilir ancak DAM ve DOBM ile oluşturulan karşılaşma noktalarında ekolojik sanat yapısı yapımı ortamda bulunan tesis ve yerleşim yerine yakınlıkları nedeniyle uygun değildir. Tren yolu üzerinde bulunan noktalarda ekolojik sanat yapısı inşa edilebilir. Otoban üzerinde, DAM ve DBM ile tespit edilen noktalarda bulunan menfez tipi sanat yapılarının bulunması DOBM ile belirlenen noktalara göre daha başarılı görülmektedir.

DAM 19, DBM 14 ve DOBM 23 nolu konumlar stabilize köyyolu üzerinde tespit edilmiştir. Her üç model ile değerlendirilen ekolojik sanat yapısı konumu karaca türünün kullanabileceği yapıdadır (Şekil 4.63).



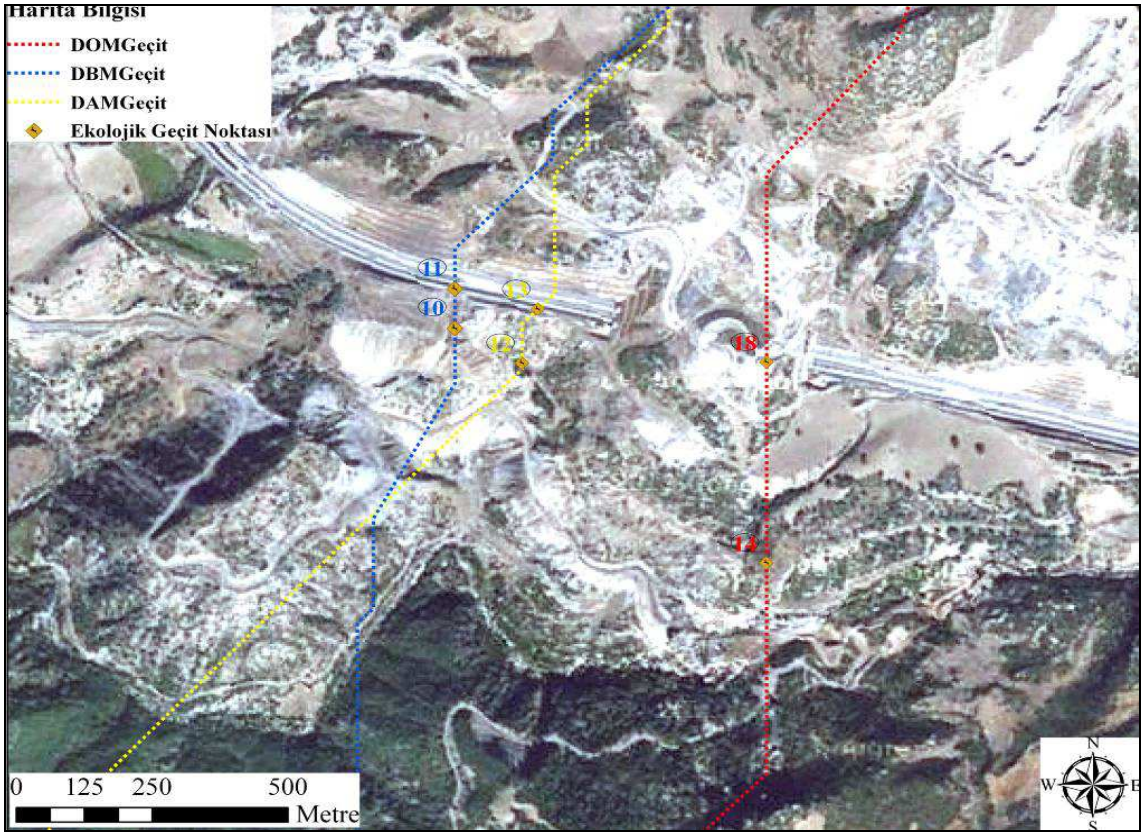
Şekil 4.62. DAM 8, 10, 11 ve 14 nolu, DBM 5, 7, 8 ve 9 ve DOBM 9, 10, 12, 15 ve 17 nolu konumlar



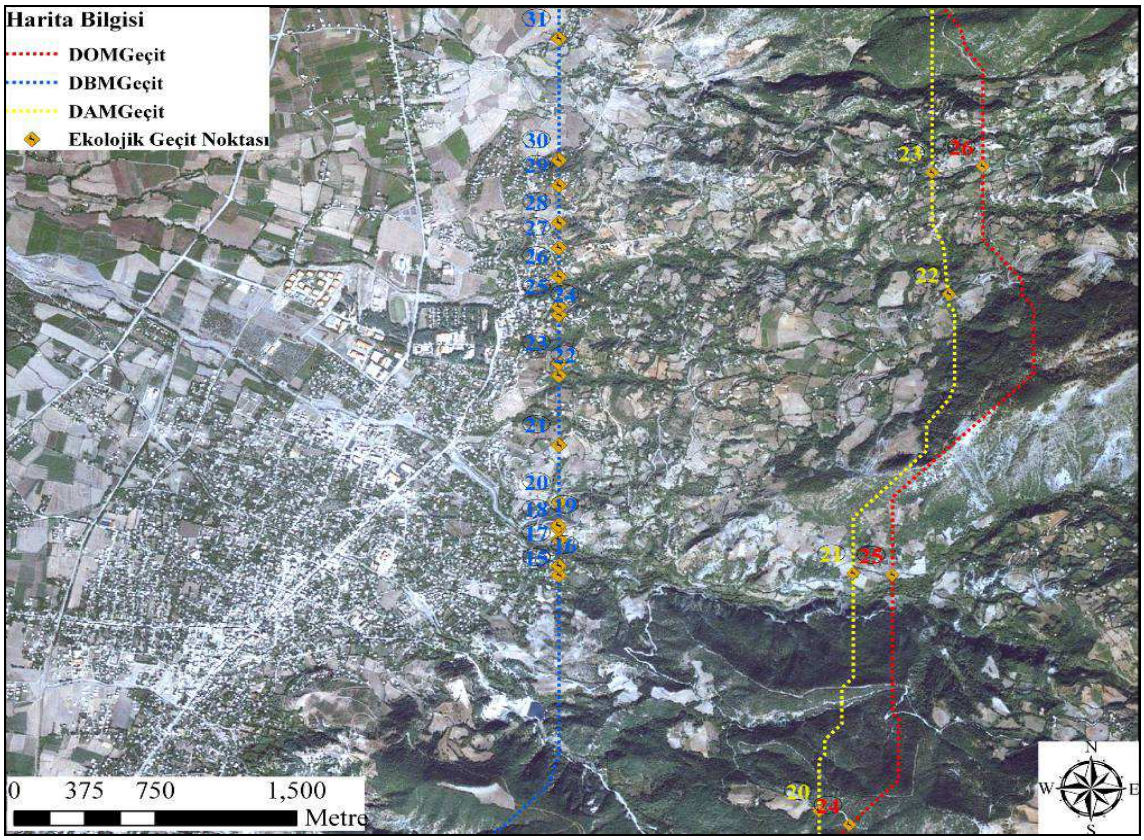
Şekil 4.63. DAM 19, DBM 14 ve DOBM 23 nolu konumlar

En uygun maliyetli analiz sonucu elde edilen güzergahların yollar ile karşılaşma noktalarında DAM ile elde edilen 12 nolu konumda, tren yolu tüneli üzerinden 13 nolu konumda ise otoyol üzerinden bağlantı sağlamaktadır. DBM ile elde edilen 10 nolu nokta tren yolu tüneli üzerinden 11 nolu nokta otoyol üzerinde bağlantı sağlamaktadır. DOBM ile elde edilen 14 nolu nokta tren yolu tüneli üzerinde, 18 nolu noktalar otoyol tüneli üzerinden bağlantı sağlamaktadır (Şekil 4.64). DOBM ile tespit edilen ekolojik geçit noktaları demir yolu ve otoyol engelini en uygun maliyetle aşabileceği güzergah üzerindeki konumlar olarak değerlendirilebilir (Mata ve ark, 2005; 2008).

DBM 15 nolu konum ile 31 nolu konumlar dahil arasında tespit edilen ekolojik sanat yapısı konumları Düziçi ilçesinin doğu kenarında sokak içerisinde bulunmaktadır. Bu noktaların ekolojik sanat yapısı konumlandırılması için uygun noktalar değildir. DAM ile belirlenen 20, 21, 22 ve 23 nolu konumlar ile DOBM ile belirlenen 24, 25 ve 26 nolu konumlar diğer alternatif bir güzergah olarak DBM geçit konumlarına göre daha gerçekçi ekolojik geçit noktalarını ortaya koymuştur. DOBM ile gerçekleştirilen optimizasyon ile alanda karaca türünün karşılaşma noktaları minimize edilerek az sayıda karşılaşma noktaları ortaya koymuştur (Şekil 4.65).



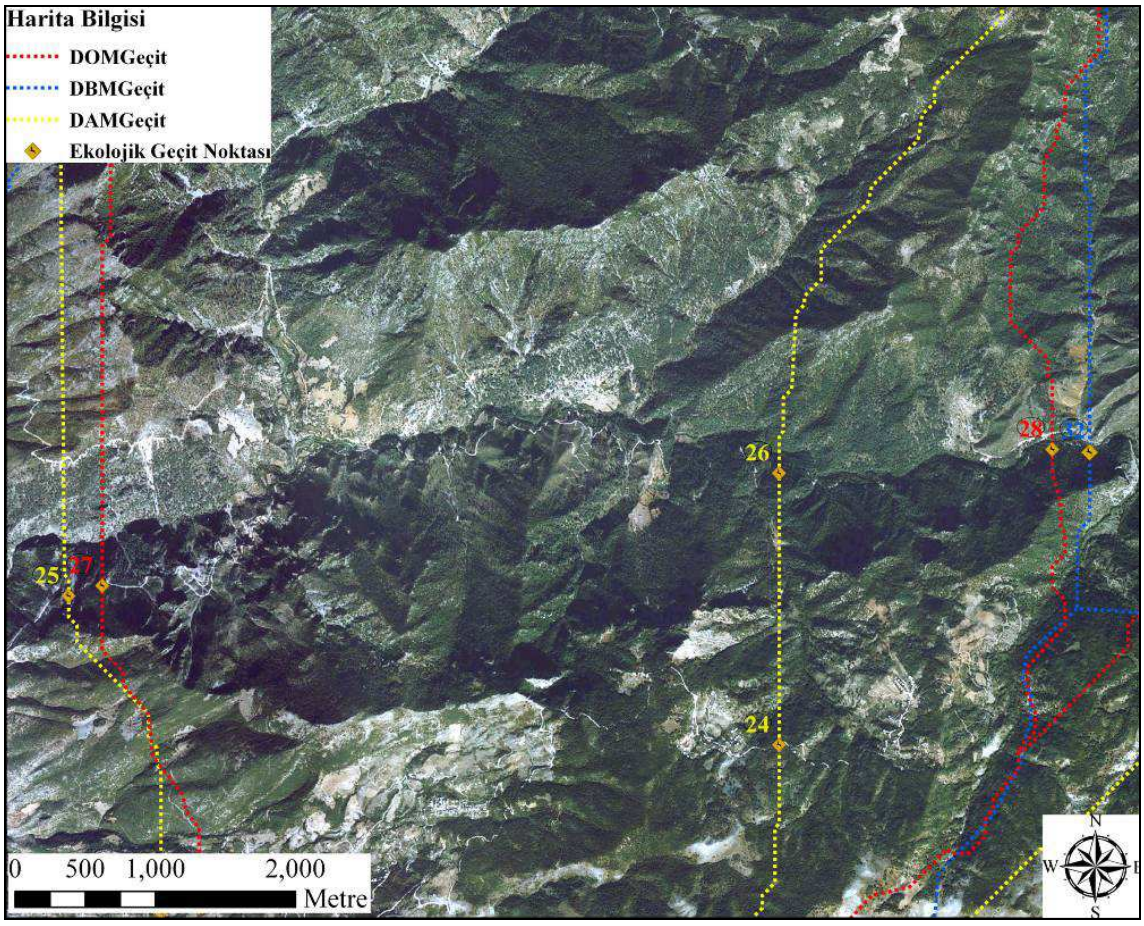
Şekil 4.64. DAM 12, 13, DBM 10, 11, DOBM 14, 18 nolu konumlar



Şekil 4.65. DAM 20, 21, 22, 23, DBM 15-31 ve DOBM 24, 25, 26 nolu konumlar

DAM 24, 25 ve 26 nolu konumlar, DBM 32 nolu konum ve DOBM 27, 28 nolu konumların hepsi köyyolu üzerinde bulunmaktadır. Her üç geçit güzergahında belirlenen noktalar yerleşim yerlerine oldukça uzakta ekolojik geçit noktası olarak uygundur (Şekil 4.66).

Stratejik karar aşamasında değerlendirilen ekolojik sanat yapılarının yapay yapılar olması nedeniyle sahada minimum düzeyde tutulması önem arz etmektedir. Çalışmada, her üç modelde (DAM, DBM, DOBM) tespit edilen 5 ve 8 nolu hareket noktaları için karşılaşma noktaları sayıları minimum düzeyde tespit edilmiştir (Çizelge 4.37). Özet tablosunda 2 nolu hareket noktası için belirlenen karşılaşma noktalarının fazla çıkmasının nedeni, noktanın yerleşim alanlarına yakın olmasından ve mevcut yol yoğunluğunun ortalamanın üzerinde olmasından kaynaklanmıştır. 4 nolu hareket noktası için DBM tarafından sahada herhangi bir sanat yapısı tespit edilememiştir. Her bir YUM'de tespit edilen toplam ekolojik sanat yapıları değerlendirildiğinde, DAM'ın 51, DBM'nin 55 ve DOBM'nin 53 sanat yapısı önerdiği belirlenmiştir. Bu değerler, en az bir sanat yapısı önerilen hareket noktası başına ele alındığında, DAM için ortalama 5,1; DBM için ortalama 5,5 ve DOBM için ortalama 5,3 sanat yapısı önerilmiştir.



Şekil 4.66. DAM 24, 25, 26, DBM 32 ve DOBM 27, 28 nolu konumlar

Çizelge 4.37. YUM ile belirlenen ekolojik sanat yapıları

Hareket Noktası	Ekolojik Geçit Noktası			STD
	DAM	DBM	DOBM	
1	6	6	7	0.6
2	11	22	9	7.0
3	6	4	4	1.2
4	1	0	1	0.6
5	1	1	1	0.0
6	7	6	9	1.5
7	2	2	2	0.0
8	1	1	1	0.0
9	9	7	10	1.5
10	7	6	9	1.5
Ortalama	5,1	5,5	5,3	

4.2.5.2. Mevcut sanat yapılarının ekolojik açıdan değerlendirilmesi

Araştırma alanı içerisinde ekolojik kullanım amacıyla herhangi bir sanat yapısı bulunmamaktadır. Sahada hidrolojik amaçlı inşa edilmiş ancak karaca türünün ekolojik geçit olarak kullanılabileceği sanat yapılarının varlığı ve boyutları, arazi gözlemlerinde belirlenen geçit noktaları merkez olmak üzere 500 m yarıçaplı alan içerisindeki yol güzergahları kontrol edilerek araştırılmıştır. Sanat yapılarının değerlendirilmesinde sanat yapısının yükseklik, genişlik ve boy değerleri kullanılarak, ekolojik geçit olarak kullanım durumları ortaya konulmuştur (Brudin, 2004; Kintsch ve Cramer, 2011).

Çalışma sonucunda, sahadaki 14 ve 16 nolu yer altı sanat yapılarının karaca türünün kullanabileceği açıklık indeksine sahip olduğu belirlenmiştir (Brudin, 2004; Clevenger ve Waltho, 2005). Otoyolda tespit edilen 15 nolu sanat yapısı dışında diğer yapıların kullanım amaçlarının hidrolojik amaçlı olduğu tespit edilmiştir (Clevenger ve ark., 2001). DAM geçit güzergahlarından 12 nolu nokta ve DBM geçit güzergahlarından 10 nolu nokta demiryolu tüneli üstünde yer alan vejetasyonla kaplı alanı kapsamaktadır, ancak bu alanın hemen bitiminde yer alan otoyol çitleri ve diğer engeller karacaların geçişine imkan vermemektedir. Diğer taraftan, DOBM geçit güzergahlarından 14 ve 18 nolu noktaların sırasıyla demiryolu tüneli ve otoyol tüneli üstünde yer aldığı ve bu noktaların yaşam alanları arasında bağlantıyı sağlayabilecek ekolojik üstgeçit özellikleri taşıdığı tespit edilmiştir. Karacalar, 14 ve 18 nolu noktalarda demiryolu ve otoyolu rahatça geçebilecek durumdadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

CBS tabanlı ÇKD yaklaşımı çoklu-disiplinler arası çalışmalarda oldukça etkin bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ekolojik sanat yapılarının tespiti ve konumlandırılmasında, CBS tabanlı ÇKD yaklaşımını temel alan yaşam alanı uygunluk modelleri etkin olarak kullanılabilmektedir. Bu çalışma kapsamında, O.O.İ.M. sınırları içerisinde yayılış gösteren karaca türünün ekolojik istekleri doğrultusunda yaşam alanı uygunluk modeli geliştirilmiştir. Bu kapsamda, türün davranışlarında etkili dokuz karar değişkeni temel alınarak üç farklı YUM modelleme yönteminin (DAM, DBM ve DOBM) başarısı değerlendirilmiştir. DOBM yöntemi, DAM ve DBM yöntemleriyle tespit edilen güzergahlara göre en iyi sonuçları ortaya koymuştur.

Türün araştırma alanında üreme ve gelişme gerçekleştirebileceği 10 farklı nokta için gidiş ve geliş yapabileceği en uygun geçit koridorları belirlenmiştir. Daha sonra, karacaların yayılış gösterdikleri istikametlerde kullandıkları geçitlerin yollar ile karşılaştığı noktaların değerlendirilmesiyle, potansiyel ekolojik geçit olma niteliğine sahip noktalar belirlenmiş ve bu noktalarda mevcut sanat yapılarının durumları değerlendirilmiştir.

Çalışmada, DAM ile oluşturulan YUM'a göre yapılan en uygun maliyetli güzergah analizinde, toplam 26 ekolojik geçit noktası bulunmuştur. DBM ile geliştirilen YUM'a göre ise 32 ekolojik geçit noktası tespiti yapılmıştır. Son olarak, DOBM yöntemiyle oluşturulan YUM'a göre de 28 ekolojik geçit noktası belirlenmiştir. Her bir YUM'da tespit edilen toplam ekolojik sanat yapıları değerlendirildiğinde, hareket noktaları için DAM kullanıldığında ortalama 5,1 DBM kullanıldığında ortalama 6,1 ve DOBM kullanıldığında ortalama 5,3 sanat yapısı belirlenmiştir.

Sonuçlar YUM kullanımının ekolojik sanat yapılarının konumlarının belirlenmesinde oldukça başarılı bir yöntem olduğunu göstermiştir. Çok sayıda dolaylı değişkenin değerlendirildiği bu tip kompleks problemlerin çözümünde kullanılacak yöntemin belirlenmesi oldukça zordur. Özellikle gerçek dünyaya ait verilerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde ÇKD tabanlı yöntemler tercih edilmeli ve doğrusal ilişkilerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Yöresel farklılıkların bulunduğu ve bilimin çözümünde yetersiz kaldığı durumlarda gözlem ve deneyime bağlı olarak gerçeğe en yakın sonuçları elde etmek için kural tabanlı bulanık mantık yaklaşımı değerlendirilmelidir.

Ekosistem tabanlı çalışmalarda, yaban hayvanlarının temel davranışlarının ve ekolojik isteklerinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu tür değerlendirmelerde yöresel farklılıklar göz önünde bulundurulmalı ve uzman görüşlerine başvurulmalıdır. Ayrıca, yaban hayvanlarının doğal yaşam alanlarında uygun müdahale tekniklerinin geliştirilebilmesi için hali hazırda uygulanan planlamalardan farklı olarak ekosistem tabanlı çok amaçlı yönetimlerin benimsenmesi ve bu konuda ilgili paydaşların (yerel halk, STK'lar, kamu kurum ve kuruluşları, vb.) bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Ekolojik sanat yapılarının tür açısından değerlendirilmesinde açıklık indekslerinin belirlenmesinin yanı sıra, ekolojik sanat yapısını kullanacak yaban hayvanı türü veya türlerinin isteklerine göre tasarlanması gerekmektedir. Bunun tespiti için inşa edilen ekolojik sanat yapılarının kullanım durumları izlenmeli ve gözlenmelidir. Belirlenen noktalardan geçiş gösterebilecek potansiyel yaban hayvanlarının tamamı değerlendirilerek sanat yapısı doğala yakın şekilde inşa edilmelidir.

Orman yolları üzerinde tespit edilen geçit noktalarında, yolların kazı ve dolgu şevleri yaban hayvanlarının geçişine imkan sağlayacak eğimlerde (<40°) inşa edilmelidir. Ayrıca, bu tip noktalara uyarıcı levhalar yerleştirilerek sürücülerin geçiş sırasında dikkatli olmaları sağlanmalıdır. Karayolları ve demiryolları için tasarlanan ekolojik geçitler gibi yaban hayvanlarının yaşam alanlarında bulunan derin ve debisi yüksek akarsuları güvenle geçebilmeleri için de benzer yöntemler kullanılarak ekolojik geçitler önerilmelidir.

Bu çalışmada kullanılan gelişmiş CBS teknikleri ve matematiksel optimizasyon yöntemleri geliştirilen modellerin başarısında ve doğruluğunda önemli rol oynamıştır. Ancak, bu yaklaşımlarda özellikle sayısal verilerin hassasiyeti ve doğruluğu, sonuçların başarısını önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle, yüksel çözünürlüklü, hassas ve güncel verilerin kullanılması gerekmektedir. Modelde kullanılan matematiksel optimizasyon tekniklerinde, amaç fonksiyonunu oluşturan karar değişkenlerinin doğru tespit edilmesi ve ağırlıklandırılması gerçeğe en yakın sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

CBS tabanlı ÇKD sistemlerinin kullanımı oldukça pratik ve stratejik karar almada etkin olarak kullanılmaktadır. Ancak ekolojik sanat yapılarının inşası aşamalarında tasarım ve görselliğin arttırılması amacıyla, CAD tabanlı yazılımların da kullanılması fayda sağlayacaktır. Standartları belirlenen sanat yapılarının yol üzerinde inşa edilmesi için gerekli hesaplamalarda, CAD tabanlı yazılımlar kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

Acar, H. 1994. Ormancılıkta Transport Planları ve Dağlık Arazide Orman Transport Planlarının Oluşturulması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Adriaensen, F., Chardon, J. P. De Blust, G., Swinnen, E. Villalba, E., Gulinck, H., Matthysen, E. 2003. The Application of 'least-cost' Modelling as a Functional Landscape Model. *Landscape and Urban Planning*, 64 (4): 233–247.

Akay, A. E. 2004. A New Methodology in Designing Forest Roads. *The Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, (28): 273-279.

Akay, A. E. and Sessions, J. 2005. Applying The Decision Support System, TRACER, to Forest Road Design, *Western Journal of Applied Forestry*, 20 (3): 184-191.

Akay, A. E., Pak, M., Yenilmez, N., Demirbag, H. 2007. Aesthetic Evaluations of Forest Road Templates. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1 (3): 65-68.

Akay, A. E., Erdas, O., Reis, M., Yuksel, A. 2008. Estimating Sediment Yield From a Forest Road Network by Using a Sediment Prediction Model and GIS Techniques. *Building and Environment*, 43 (5): 687-695.

Akay, A. E. 2010. Mapping and Analysis of Riparian Forests: Case Study of Baskonus Research and Application Forest in Kahramanmaras, Turkey. *Technology*, 13 (4): 251–260.

Akay, A. E., Inac, S., Yildirim, I. C. 2011. Monitoring the Local Distribution of Striped Hyenas (Hyaena hyaena L.) in the Eastern Mediterranean Region of Turkey (Hatay) by Using GIS and Remote Sensing Technologies. *Environmental Monitoring and Assessment*, 181 (1-4): 445-455.

Akay, A. E., Wing, M., Sessions, J. 2012. Estimating Structural Properties of Riparian Forests with Airborne LiDAR Data. *International Journal of Remote Sensing*, 33 (22): 7010-7023.

Akay A. E., Wing, M. G. and Sessions, J. 2014a. Estimating Sediment Reduction Cost for Low-Volume Forest Roads Using a LiDAR-Derived High-Resolution DEM. The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. 9 (1):52-57.

Akay, A. E., Sivrikaya, F., Gulci, S. 2014b. Analyzing Riparian Forest Cover Changes Along the Firniz River in the Mediterranean City of Kahramanmaras in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186 (5): 2741-2747.

Alexander, S. M., Waters, N. M., and Paquet, C. P. 2004 A Probability-based GIS Model For Identifying Focal Species Linkage Zones across Highways in the Canadian Rocky Mountains. *Applied GIS and Spatial Analysis*, ISBN: 0-470-84409-4, 234-255.

Anonim, 2011. Osmaniye İl Çevre Durum Raporu. Osmaniye Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. Osmaniye.

Aruga, K., Sessions, J. and Akay, A. E. 2005. Heuristic Techniques Applied to Forest Road Profile. *The Japanese Forest Society, Journal of Forest Research,* 10 (2): 83-92.

Aydın, A. ve Eker, R. 2012. CBS Tabanlı Bulanık Üyelik Modeliyle Eğim Haritalarının Hazırlanması ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması: Çığ Risk Değerlendirme Uygulaması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, *Mühendislik Bilimleri Dergisi,* Özel Sayı, s 206-212.

Aytaç, A. S. ve Semenderoğlu, A. 2012. Amanos Dağları'nın Orta Kesiminin, Doğa Koruma Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi,* 3 (1): 1-14.

Başkaya, Ş., Başkaya, E., Bilgili, E. and Gülci, S. 2008. Population Status and Principal Threats for the Large Carnivores in Alpine, Turkey. 82. Annual Meeting of The Society of Mammalogy. 14-17 September. Mammalian Biology - Zeitschrift fur Saugetierkunde (73) 4–45.

Beier, P. and Loe, S. 1992. A Checklist for Evaluating Impacts to Wildlife Movement Corridors. Wildlife Society Bulletin, 20 (4): 434-440.

Beier, P. and Noss, R. F. 1998. Do Habitat Corridors Provide Connectivity?. Conservation Biology. 12 (6): 1241-1252.

Beier, P., Majka D., Newel, S. and Garding, E. 2008. Best Management Practices for Wildlife Corridors. North Arizona University. s. 14.

Beier, P., Spencer, W. D. Baldwin, R.F. and McRae, B. H. 2011. Toward Best Practices for Developing Regional Connectivity Maps. *Conservation Biology,* 25 (5): 879–892.

Belongi, C. C. 2008. Using GIS to Create a Gray Wolf Habitat Suitability Model and to Assess Wolf Pack Ranges in the Western Upper Peninsula of Michigan. 10, Papers in Resource Analysis. 15. Saint Mary's University of Minnesota Central Services Press. Winona, MN. Retrieved (date) from http://www.gis.smumn.edu.

BERN, 1984. 9 Ocak 1984 tarih ve 84/7601 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla onaylanarak, 20 Şubat 1984 tarih ve 18318 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.

Beşkardeş, V., Keten, A. ve Arslangündoğdu, Z. 2008. Karacaların (*Capreolus capreolus* L., 1758) Türkiyenin Yaban Hayatı Açısından Önemi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi,* 58: 15-22.

BLIN, 2013. Bird Species Distribution Maps of the World. Version 3.0. Bird Life International, Cambridge, UK and NatureServe, Arlington, USA.

Bongi, P., Ciuti, S., Grignolio, S., Del Frate, M., Simi, S., Gandelli, D., and Apollonio, M. 2008. Anti-predator Behavior, Space Use and Habitat Selection in Female Roe deer During the Fawning Season in a Wolf Area. *Journal of Zoology,* 276 (3): 242-251.

Bonnot, N., Morellet, N., Verheyden, H., Cargnelutti, B., Lourtet, B., Klein, F. and Hewison, A. J. M. 2013. Habitat Use Under Predation Risk: Hunting, Roads and Human Dwellings Influence the Spatial Behaviour of Roe deer. *European Journal of Wildlife Research,* (59): 185-193.

Brooks, C. J., Kumar, V. and Lane, S. N., 2010. A comparison of Fuzzy, Bayesian and Weighted Average formulations of a habitat model. International Environmental Modelling and Software Society (iEMSs) 2010 International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake, Fifth Biennial Meeting, David A. Swayne, Wanhong Yang, A. A. Voinov, A. Rizzoli, T. Filatova (Eds.) Ottawa, Canada. s. 8.

Bruce, J.C., Han, Han-Sup, Akay A.E., Chung, W. 2011. ACCEL: Spreadsheet-Based Cost Estimation for Forest Road Construction. *Western Journal of Applied Forestry*, 26(4):189-197.

Brudin, C. O. 2004. Wildlife use of existing culverts and bridges in North Central Pennsylvania. IN: Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation, Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC: 344-352.

Burgman, M. A., Breininger, D. R., Duncan, B. W. and Ferson, S. 2001. Setting Reliability Bounds On Habitat Suitability Indices. *Ecological Applications*, 11(1): 70-78.

Bütner, G., Kosztra, B., Maucha, G. and Pataki, R. 2010. Implementation and Achievements of CLC2006. Institute of Geodesy, Cartography and Remote Sensing (FÖMI), EEA Submitted: 16.12.2010 Revised: 11.06.2012. Spain, EU. s. 1-65.

Carvalho, P., Nogueira, A. J. A., Soares, A. M. V. M. and Fonseca, C. 2008. Ranging Behaviour of Translocated Roe Deer in a Mediterranean Habitat: Seasonal and Altitudinal Influences on Home Range Size and Patterns of Range Use. *Mammalia* 72: 89–94. Doi: 10.1515/MAMM.2008.019.

Carvalho, J., Martins, L., Silva, J. P., Santos, J., Torres, R. T. and Fonseca, C. 2012. Habitat Suitability Model for Red deer (*Cervus elaphus* Linnaeus,1758): Spatial Multi-criteria Analysis with GIS Application. *Galemys*, 24: 47-56.

Chang, K. 2004 GIS Models and Modelling. Introduction to Geographic Information Systems, Chapter Fourteen. McGraw Hill, New York, 400s.

Clevenger, A. P., Chruszcz, B. and Gunson, K. 2001. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology* (38) 1340-1349.

Clevenger, A. P., Wierzchowski, J., Chruszcz, B. and Gunson, K. 2002. GIS-Generated, Expert-Based Models for Identifying Wildlife Habitat Linkages and Planning Mitigation Passages. *Conservation Biology*,16-2,. 503-514.

Clevenger A. P. 2005. Conservation Value of Wildlife Crossings: Measures of Performance and Research Directions. Conservation Value of Wildlife Crossings: Measures of Performance and Research Directions. GAIA- Ecological Perspectives for Science and Society, 14 / 2: 124-129(6).

Clevenger, A. P. and Waltho, N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation.* (121) 453–464.

Clevenger, A. P. and Huijser, M. P. 2011. Wildlife Crossing Structure Handbook; Design and Evaluation in North America. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. Report No. FHWA-CFL/TD-11-003.

Coffin, A. W. 2007. From Road Kill to Road Ecology: A Review of the Ecological Effects of Roads. *Journal of Transport Geography*, 15, 396-406.

Craver, S. J. 1991. Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3): 321-339. Doi: 10.1080/02693799108927858.

Crooks, K., Haas, C., Barunch-Mordo, S., Middledorf, K., Magle, S., Shenk, T., Wilson, K. and Theobald, D. 2008. Roads and Connectivity in Colorado: Animal-Vehicle Collisions, Wildlife Mitigation Structures, and Lynx-Roadway Interactions. Colorado Department of Transportation, Denver, CO. Report No.CDOT-2008-4.

Cushman, S. A., Lewis, J. S. and Landguth, E. L. 2013. Evaluating the Intersection of a Regional Wildlife Connectivity Network with Highways. *Movement Ecology*, 1: 12. http://www.movementecologyjournal.com/content/1/1/12.

Çalişkan, E. 2013. Planning of Forest Road Network and Analysis in Mountainous Area. *Journal of Agricultural Science and Technology*, (15) 781-792.

Çanakçıoğlu, H. ve Mol, T. 1996. Yaban Hayvanları Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3948., Fakülte yayın no:440. İstanbul, s. 1-541.

Çepel, N. 2002. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. TÜBİTAK Bilim Kitapları, 180, 3. Basım, 2003. Ankara, s. 183.

Çetin, B., Barış, S. ve Saroğlu S., 2011. Türkiye'de Karayollarının Gelişimine Tarihsel Bir Bakış. Çankırı Karatekin Üniversitesi, *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 1, 123-150.

Daigle, P. 2010. A Summary of the Environmental Impacts of Roads, Management Responses, and Research Gaps: Published by Forrex Forum for Research and Extension in Natural resources JEM 10 (3). A literature review. BC *Journal of Ecosystems and Management* 10 (3): 65–89.

Debeljak, M., Dzˇeroski, S., Jerina, K., Kobler, A. and Adamicˇ, M. 2001. Habitat Suitability Modelling for Red deer (*Cervus elaphus* L.) in South-central Slovenia with Classification Trees. *Ecological Modelling* 138 (1-3): 321–330.

DKMP, 2013. Zorkun Yaylası Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Yönetim ve Gelişme Plani II. Revizyonu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü VII. Bölge Müdürlüğü Osmaniye Şube Müdürlüğü, Şubat, 2013. OSMANİYE, s. 88.

Dong-Kun, L., Won-Kyong, S., and Seong-Woo J., 2008. Regional Ecological Network Design for Wild Animals' Movement Using Landscape Permeability and Least-cost Path Methods in The Metropolitan Area of Korea. *Journal of Korean Envronmental Research and Technology*, 11 (3): 94-106.

Donovan, M. L., Rabe, D. L. and Olson, C. E. 1987. Use of Geographic Information Systems to Develop Habitat Suitability Models. *Wildlife Society Bulletin*, 15 (4): 574-579.

Doswald, N., Zimmermann, F., Breitenmoser, U. 2007. Testing Expert Groups for a Habitat Suitability Model for the Lynx (*Lynx lynx*) in the Swiss Alps. *Wildlife Biology*, 13 (4) : 430-446.

Eastman, J. R., Jin W., Kyem, P. A. K. and Toledano, J. 1995. Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi-Objective Decisions. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61 (5) : 539-547.

Eastman, J. R. 1999. "Multi-criteria evaluation and GIS", Chap. 35 in Geographical Information Systems, Longley, P.A., Goodchild, M.F., Maguire, D.J., and Rhind, D.W., eds., (John Wiley and Sons), New York. S. 493-502.

Eastman, J. R. 2012. IDRISI Selva Tutorial. Clark University. Version 12., s. 1-354.

EEA, 2013. http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/ds_resolveuid/8F128004-64B6-425E-BD9E-16CB116D8CAF. URL (erişim: 10.08.2013).

Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D., T. ve Lise, Y. (editörler) 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği. Ankara. Cilt I ve Cilt II.

Eker, M. and Çoban, O. H. 2010. Impact of Road Network on the Structure of a Multifunctional Forest Landscape Unit in Southern Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31 (1-2): 157-168.

Eker, M., Acar, H. H. ve Çoban, H.O. 2010. Orman Yollarının Potansiyel Ekolojik Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Sayı: 1, 109-125.

Erdaş, O., 1997. Orman Yolları Cilt:I., Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon. No:187/25, s. 391.

ESM102, 1980. Habitat Evaluation Procedures (HEP). U.S Fish and Wildlife Service Transmittal Sheet. Release No: 2-80.

ESM103, 1981. Standards for the Development of Habitat Suitability Index Models. U.S Fish and Wildlife Service Transmittal Sheet. Release No: 1-81.

Esri, 1996. Using ArcView GIS: User Manual. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute.

EWT, 2013. http://endangeredwildlifetrust.wordpress.com/2013/07/19/new-roadkill-mitigation-project-proposed-for-the-ewt/. URL (erişim: 16.12.2013).

Fahrig, L. and Rytwinski, T. 2009. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society* 14 (1): 21.

FHWA, 2014. http://www.fhwa.dot.gov/. URL (erişim tarihi: 21.04.2014).

Ford, A. T. and Fahrig, L. 2007. Diet and Body Size of North American Mammal Road Mortalities. Transportation Research Part D 12: 498–505. Doi: 10.1016/j.trd.2007. 07.002.

Forman, R. T. T. and Hersperger, A. M. 1996. Road Ecology and Road Density in Different Landscapes, with International Planning and Mitigation Solutions. Florida DOT Report: FL-ER-58-96, ibid. 22s.

Forman, R. T. T., Friedman, D. S., Fitzhenry, D., Martin, J. D., Chen, A. S. and Alexander, L. E. 1997. Ecological Effects of Roads: Towards Three summary Indices and an Overview for North America. In 'Habitat Fragmentation and Infrastructure.' Ed. K. Canters (Ministry of Transport, Public Works and Water Management: Maastricht and The Hague, Netherlands). 40-54.

Forman, R. T. T. 1998. Road ecology: A Solution for the Giant Embracing Us. *Landscape Ecology*, 13 (4) : 3–5.

Forman, R.T.T. and Alexander, L. E. 1998. Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (29): 207-231.

Forman, R. T. T. and Deblinger, R. D. 1999. The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A) Suburban Highway. *Conservation Biology*. 14 (1): 36-46.

Forman, R. T. T., 2000. Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology*, 14 (1), 31–35.

Forman, R. T. T., Sperling, D., Bissonette, J. A., Clevenger, A. P., Cutshall, C. D., Dale, V. H., Fahrig, L., France, R. C., Goldman, R., Heanue, K., Jones, J. A., Swanson, F. J., Turrentine, T. and Winter, T. C. 2003. Road ecology: science and solutions. Island Press, Washington, D.C., USA. s. 39-54.

Forman, R. T. T. 2004. Road Ecology's Promise: What's Around the Bend?. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 46 (4): 8-21.

Forman, R. T. T. 2006. Good and Bad Places for Roads: Effects of Varying Road and Natural Pattern on Habitat Loss, Degradation, and Fragmentation. IN: Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation,(Eds. Irwin C. L., Garrett P, McDermott, K. P.) Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC. s. 164-174.

Foster, M. L. and Humphrey, S. R. 1995. Use of Highway Underpasses by Florida Panthers and Other Wildlife. *Wildlife Society Bulletin*, 23 (1): 95-100.

Frair, J. L., Merrill, E.H., Visscher, D.R., Fortin, D., Beyer, H.L., and Morales, J.M. 2005. Scales of movement by elk (*Cervus elaphus*) in Response to Heterogeneity in Forage Resources and Predation Risk. *Landscape Ecology*, 20 (3): 273-287.

Garcia-Marmolejo, G., Chapa-Vargas L., Huber-Sannwald, E., Rosas-Rosas, O. C. and Martinez-Calderas J. 2013. Potential Distributional Patterns of Three Wild Ungulate Species in a Fragmented Tropical Region of Northeastern Mexico. *Tropical Conservation Science* 6 (4): 539-557.

Gazel, S.ve Ak, S. 2012. Koridor Analizi ve En Uygun Güzergâhın Belirlenmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 11 (1): 213-222.

Glista, D. J., DeVault, T. L., and DeWoody, J. A. 2009. A Review of Mitigation Measures for Reducing Wildlife Mortality on Roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91 (1): 1–7.

Gontier, M. 2008. Spatial Prediction Tools For Biodiversity in Environmental Assessment. Royal Institute of Technology. Phd. Thesis, Stockholm, Sweden. ISBN 978-91-7178-997-6.

Gontier, M., Mörtberg, U. and Balfors, B. 2010. Comparing GIS-based Habitat Models for Applications in EIA and SEA. Environmental Impact Assessment Review 30 (1): 8–18.

Grandchamp, E. 2012. Raster and Vector Integration for Fuzzy Vector Information Representation Within GIS, Application of Geographic Information Systems, Dr. Bhuiyan Monwar Alam (Ed.), ISBN: 978-953-51-0824-5, InTech, DOI: 10.5772/51413.

Guisan, A. and Zimmermann N. E. 2000. Predictive Habitat Distribution Models in Ecology. *Ecological Modelling*, 135 (2-3): 147–186.

Guisan, A., Edwards, T. C. Jr. and Hastie, T. 2002. Generalized Linear and Generelized Additive Models in Studies of Species Distributions: Setting the Scene. *Ecological Modelling*, 157 (2-3): 89-100.

Guisan, A. and Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8 (9): 993–1009.

Hasdemir, M. ve Demir, M. 2004. Ormancılıktaki Gelişmelere Bağlı Olarak Orman Yol Şebekelerinin Fonksiyonel Planlama Esasları ve Orman Yol Yoğunluğu. İstanbul Üniversitesi *Orman Fakültesi Dergisi*, 55 (2): 1-14.

Hayati, E., Abdi, E., Majnounian, B. and Makhdom, M. 2013. Application of Sensitivity Analysis in Forest Road Networks Planning and Assessment. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15 (4): 781-792

Hepcan, Ş., Hepcan, Ç. C., Bouwma, I. M., Jongman, R. H. G. and Özkan, M. B. 2009. Ecological Networks as a New Approach for Nature Conservation in Turkey: A Case Study of Izmir Province. *Landscape and Urban Planning*, 90 (3-4): 143-154.

Hirzel, A. H., Helfer V. and Metral F. 2001. Assessing Habitat-suitability Models with a Virtual Species. *Ecological Modelling*, 145 (2-3): 111–121.

Hirzel, A. H., Hausser, J., Chessel, D. and Perrin, N. 2002. Ecological-Niche Faktor Analysis: Hot to compute Habitat Suitability Maps Without Absence Data?. *Ecology*, 83 (7): 2027–2036.

Hirzel, A. H. 2008. Using Relative Capacity to Measure Habitat Suitabilty. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 54 (3-4): 421–434.

Hlaváč, V. and Anděl, P. 2002. On the Permeability of Roads for Wildlife: a Handbook. Agency for Nature Conservation and Landscape Protection of the Czech Republic and EVERNIA s.r.o. Liberec. 34s.

Hobbs, R.J. and Huenneke, L.F. 1992. Disturbance, Diversity and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology*, 6 (3): 324-337.

Huck, M., Jêdrzejewski, W., Borowik, T., MI£osz-cielma, M., Schmidt, K. and Jêdrzejewska, B. 2010. Habitat Suitability, Corridors and Dispersal Barriers for Large Carnivores in Poland. *Acta Theriologica* 55 (2): 177–192.

Huck, M., Jędrzejewski, W., Borowik, T., Jędrzejewska, B., Nowak, S., and Mysłajek, R. W. 2011. Analyses of Least Cost Paths for Determining Effects of Habitat Types on Landscape Permeability: Wolves in Poland. *Acta Theriologica*, 56 (1): 91–101.

ICOET, 2014. http://www.icoet.net/icoet_2005/05mediaphotos.asp. URL (erişim tarihi: 08.06.2014.)

ILWIS, 2013. http://www.itc.nl/ilwis/documentation/version_2/aguide.asp. URL (erişim 01.12.2013.)

IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1.

IUCN, 2013. http://www.iucnredlist.org/technical-documents/spatial-data#mammals. (Erişim tarihi 18.11.2013.)

Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavá˘c, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. COST 341, p. 172.

Jackson, S. 1996. Underpass Systems for Amphibians. Trends in Addressing Transportation Related Wildlife Mortality, Proceedings of the Transportation Related Wildlife Mortality Seminar. State of Florida Department of Transportation, Tallahassee, FL-ER. 58-96.

Jaeger, J. A. G., Bowman, J., Brennan, J. Fahrig, L., Bert, D., Bouchard, J., Charbonneau, N., Frank, K., Gruber, B., and Tluk von Toschanowitz, K. 2005. Predicting When Animal Populations are at Risk from Roads: an Interactive Model of Road Avoidance Behavior. *Ecological Modelling*, 185 (2-4): 329-348.

Jenness, J. 2006. Topographic Position Index (tpi_jen.avx) Extension for ArcView 3.x, v. 1.2. Jenness Enterprises. URL (erişim tarihi: 27.09.2013) http://www.jennessent.com /arcview/tpi.htm.

Jiang, H. and Eastman, J. R. 1999. Application of Fuzzy Measures in Multi-criteria Evaluation in GIS. Int. J. *Geographical Information Science*, 14 (2): 173-184.

Johnson, J. B. and Omland, K. S. 2004. Model Selection and Ecology Evaluation. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 19 (2): 101-108.

Jones, D. N. 2010. Safer, More Permeable Roads: Learning from the European Approach. Report for Brisbane City Council. Environmental Futures Centre, Griffith University, Brisbane, Qld, Australia. s.1-65.

Kainz, W., Egenhofer, M. J., Greasly, I. 1993. Modelling Spatially Relations and Operations with Partially Ordered Sets. *International Journal Geographical Information Systems* 7 (3): 215-229.

Kautz, R. S., Bittner, S. R. and. Logan, T. H. 2010. Wildlife Crossing Handbook. Breedlove, Dennis & Associates, Inc. USA. 21s.

KGM, 2007. Karayolları Genel Müdürlüğü Stratejik Plan (2007-2011). Ankara, s.1-85.

KGM, 2011. Karayolları Genel Müdürlüğü Stratejik Plan (2012-2016). Ankara, s.1-99.

Kintsch, J. and Cramer, P. C., 2011. Permeability of Existing Structures for Terrestrial Wildlife: A Passage Assessment System. Report to the Washington State Department of Transportation Research Report No. WA-RD 777.1. Washington State Deparment of Transpotation, Olympia, WA. 84s.

La Morgia, V., Bona, V., and Badino, G. 2008. Bayesian Modelling Procedures for the Evaluation of Changes in Wildlife Habitat Suitability: A Case Study of Roe deer in the Italian Alps. *Journal of Applied Ecology,* 45 (3): 863-872.

Lamberti, P., Mauri, L., and Apollonio, M. 2004. Two Distinct Patterns of Spatial Behaviour of Female Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in a Mountainous Habitat. *Ethology Ecology & Evolution*, 16 (1): 41-53.

Larson, M. A., Dijak, W. D., Thompson, F. R. and Milspaugh, J. J. 2003. Landscape-level Habitat Suitability Models For Twelve Wildlife Species In Southern Missouri. General Technical Report NC-233. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station. s. 51.

LaRue, M. A. and Nielsen, C. K. 2008. Modelling Potential Dispersal Corridors for Cougars in Midwestern North America Using Least-Cost Path Methods. *Ecological Modelling*, 212 (3-4): 372-381.

Lesbarréres, D. and Fahrig, L. 2012. Measures to Reduce Population Fragmentation by Roads: What has Worked and How do We Know?. *Trends in Ecology and Evolution*, 27 (7) 374-380.

Levins, R., 1966. The Strategy of Model Building in Population Ecology. *American Scientist*, 54 (4): 421–431.

Little, S. J., Harcourt, R. G. and Clevenger, A. P. 2002. Do Wildlife Passages Act as Prey-traps?. *Biological Conservation*, 107 (2): 135–145.

Li-wei, T., Zhen-sheng, L., En-di Z. and Jian-zhang, M. 2006. Winter Bedding Site Selection by the Roe Deer (*Capreolus capreolus*) in Sanjiang National Nature Reserve, Heilongjiang Province, China. *Zoological Research*, 27 (4): 403-410.

Lugo, A. E. and Gucinski, H. 2000. Function, Effects, and Management of Forest Roads. *Forest Ecology and Management*, 133 (3): 249-262.

Madsen, A. B., Strandgaard, H. and Prang, A. 2002. Factors Causing Traffic Killings of Roe deer (*Capreolus capreolus*) in Denmark. *Wildlife Biology*, 8 (1): 55-61.

MAKK, 2013. Milli Av Komitesi Kararları. URL (erişim tarihi: 20.07.2013) http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler /2013/05/20130526-8.htm.

Malczewski, J. 2000. On the Use of Weighted Linear Combination Method in GIS: Common and Best Practice Approaches. *Transaction in GIS*, 4 (1): 5-22.

Malczewski, J. 2006. GIS-based Multicriteria Decision Analysis: A Survey of the Literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7): 703–726.

Mata, C., Hervas, I. Herranz, J., Suarez, F., and Malo, J. E. 2005. Complementary Use by Vertebrates of Crossing Structures Along a Fences Spanish Motorway. *Biological Conservation*, 124 (3): 397-405.

Mata, C., Hervas, I., Herranz, J., Suarez, F. and Malo, J. E. 2008. Are Motorway Wildlife Passages Worth Building Structures on a Spanish Motorway. *Journal of Environmental Management*, 88 (3): 407-415.

McCollister, M. F. and Van Manen, F. T. 2010. Effectiveness of Wildlife Underpasses and Fencing to Reduce Wildlife–Vehicle Collisions. *Journal of Wildlife Management*, 74 (8):1722-1731.

McEuen, A. 1993. The Wildlife Corridor Controversy: A Review. Endangered Species Update, 10, s. 11-12.

McNoleg, O. 1996. The Integration of GIS, Remote Sensing, Expert Systems and Adaptive Co-Kringing For Environmental Habitat Modelling of The Highland Haggis Using Object-Oriented, Fuzzy-Logic and Neural-Network Techniques. *Computers & Geosciences*, 22 (5): 585-588.

Mert, A., Şentürk, Ö., Güney, C. O., Akdemir, D., Özkan, K., 2013. Mapping of some distal variables available for mapping habitat suitabilities of the species: A case study of Buldan district. GeoMed 2013 The 3rd International Geography Symposium,(Eds: Efe, R., Atalay, İ., Cürebal, İ.) 10-13 June, 2013, Kemer Antalya, Türkiye. s. 489-497.

Morelle, K., Lahire, F. and Lejeune, P. 2013. Spatio-Temporal Patterns of Wildlife-Vehicle Collisions in a Region with a High-Density Road Network. *Nature Conservation*, (5): 53–73.

Mysterud, A. 1999. Seasonal Migration Pattern and Home Range of Roe deer (*Capreolus capreolus*) in an Altitudinal Gradient in Southern Norway. *The Zoological Society of London*, 247, 479-486.

Naiman, R. J., Decémps, H. and Pollock, M. 1993. The Role of Riparian Corridors in Maintaining Regional Biodiversity. *Ecological Applications*, 3 (2): 209-212.

Naiman, R. J. and Decémps, H. 1997. The Ecology of Interfaces: Riparian Zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (28): 621-58.

Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøyc, P., Strandc, O. and Newton, A. 2003. Progressive Impact of Piecemeal Infrastructure Development on Wild Reindeer. *Biological Conservation* (113): 307–317. doi:10.1016/S0006-3207(03)00048-X.

OGM, 2013. Osmaniye Orman İşletme Müdürlüğü'ne ait Amenajman Planları.

Oğurlu, İ. 2004. Ormancılıkta Yaban Hayatı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ders Notu, Isparta, 63s.

Osborne, P. E., Alonso, J. C. and Bryant, R. G. 2001. Modeling Landscape Habitat Use Using GIS and Remote Sensing: a Case Study with Great Bustards. *Journal of Applied Ecology*, 38 (2): 458-471.

Özkan, K., 2013. Yönetim ve Geliştirme Planlarının Temel Ekolojik Altlıkları: İklim Değişimine Uyarlanabilir Model Tabanlı Yetişme Ortamı, Biyoçeşitlilik, Koruma Alan Değeri ve Hedef Tür Habitat Uygunluk Haritaları. 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu, 31 Ekim-03 Kasım 2013, Ed. Girgin, E., Antalya, Türkiye. 129-148s.

Öztürk, D. and Batuk, F. 2011. Implementation of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis with VB in ArcGIS. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 10 (6): 1023–1042.

Pagon, N. 2010. Aspect of Some Ecological Characteristics of Roe Deer (*Capreolus capreolus* L., 1758) Population in North-Eastern Apennines, Arezzo Nives Pagon Provıince, Italy. Ph.D. thesis in Environmental Biology. University of Sassari, Italy. 157s.

PC, 2014. http://www.pc.gc.ca/. URL (erişim tarihi: 08.06.2014.)

Pearson, R. G., Dawson, T. P., Berry, P. M. and Harrison, P. A.. 2002. SPECIES: A spatial evaluation of climate impact on the envelope of species. *Ecological Modelling*, 154 (3): 289–300.

Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. American Museum of Natural History. 1-45. Available at: http://ncep.amnh.org.

Pfannenstiel, H. D. 2006. Wildbiologie Rehwild - Jungjägerlehrgang Kreisjagdverband Teltow-Fläming e.V. 2006/07. Unpublished Work (Power Point Presentation).

Poor, E. E., Loucks, C., Jakes, A. and Urban, D. L. 2012. Comparing Habitat Suitability and Connectivity Modeling Methods for Conserving Pronghorn Migrations. PLoS ONE. 7 (11): e49390. doi:10.1371/journal.pone.0049390.

Putman, R. J. 1997. Deer and Road Traffic Accidents: Options for Management. J*ournal of Environmental Management*, 51 (1): 43-57.

Raines, G. L., Sawatzky, D. L., and Bonham-Carter, G. F. 2010. Incorporating Expert Knowledge New Fuzzy logic tools in ArcGIS 10. ArcUser, Spring. Software and Sata. URL (erişim tarihi: 10.09.2013) http://www.esri.com/news/arcuser/0410/ fuzzylogic.html.

Ratikainen, I. I. 2005. Winter habitat use of roe deer (*Capreolus capreolus*) in the presence of lynx (*Lynx lynx*). University of Oslo, Department of Biology, Centre for Evolutionary and Ecological Synthesis. MSc Thesis, 56s.

Ratikainen, I. I., Panzacchi, M, Mysterud, A., Odden, J., Linnell, J. and Andersen, R. 2007. Use of Winter Habitat by Roe Deer at a Northern Latitude Where Eurasian Lynx are Present. *Journal of Zoology*, 273 (2): 192–199.

Reed, D. F., Beck, T. D. I. and Woodward, T. N. 1975. Behavioral Response of Mule Deer to a Highyway Underpass. *Journal of Wildlife Managemant*, 39 (2): 361-367.

Reed, R. A., Johnson-Barnhard, J. and Baker, W. L. 1996. Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. *Conservation Biology*, 10 (4): 1098–1106.

RIMBA, 2014. http://myrimba.org/projects/. URL (erişim tarihi: 03.07.2014.)

Robinson, V. B. 2007. Issues and Challenges of Incorporating Fuzzy Sets In Ecological Modelling. Morris A. and Kokhan S. (eds.). Geographic Uncertainty in Environmental Security, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, 33-51s.

Rossi, I., Lamberti, P., Mauri, L. and Apollonia, M. 2001. Male and Female Behavior of Roe Deer in a Mountainous Habitat During Pre-Rutting and Rutting Period. *Journal of Mountainous Ecology*, 6 (1): 1-6.

Ruediger, B. 2001. High, Wide and Handsome: Designing More Effective Wildlife and Fish Crossing for Roads and Highways. In: Proceedings of the 2001 International Conf. On Ecology and Transportation, North Carolina State Uni., Raleigh, NC: 509-516s.

Saaty, R. W. 1987. The Analytic Hierarchy Process-What is and How it is Used. *Mathl Modelling*, 9 (3-5): 161-176.

Sasilka, K.R., Petrou, M., Kittler, J. 2004. Fuzzy Classification with a GIS as an Aid to Decision Making. Available at: http://www.earsel.org/Advances/4-4-1996/4-4_12_ Sasikala.pdf.

Sawyer, H. H., Lindzey, F. G. and Jellison, B. A. 1997. Applying GIs Technology to Test an Elk Habitat Effectiveness Model in North-Central Wyoming. Deer /Elk Workshop-Proceedings, Arizona. 176-183s.

Sawyer, H. H. and LeBeau, C. 2011. Evaluating mule deer crossing structures in Nugget Canyon: 2010 progress report. Report No: FHWA-WY-11/02F. Report to Wyoming Department of Transportation, Cheyenne WY. 16s.

Seiler, A. 2001. Ecological Effects of Roads. Department of Conservation Biology, SLU, Uppsalla, Sweden. Introductory Research Essay, 9: 1-40.

Sempere, A. J., Skolov, V. E. and Danilkin, A. A. 1996. *Capreolus Capreolus* Mammalian Species. *American Society of Mammalogists*, 538 (3): 1-9.

Shanley, C. S. and Pyare, S. 2011 Evaluating the Road-effect Zone on Wildlife Distribution in a Rural Landscape. *Ecosphere*, 2(2):art16, 1-16. Doi:10.1890/ES10-00093.1.

Simberloff, D., Farr, J. A., Cox, J. and Mehlman, D. W. 1992. Movement Corridors: Conservation Bargains or Poor Investments, *Conservation Biology*, 6 (4) 493-504.

Singh, A. and Kushwaha, S. P. S. 2011. Refining Logistic Regression Models for Wildlife Habitat Suitability Modeling-A case study with Muntjak and Goral in the Central Himalayas, India. *Ecological Modelling*, 222 (8): 1354–1366.

Singleton, P. H., Gaines, W. L. and Lehmkuhl, J. F. 2002. Landscape Permeability for Large Carnivores in Washington: a Geographic Information System Weighted-distance and Least-cost Corridor Assessment. Res. Pap. PNW-RP-549. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 89s.

Siniedovich, M. 1980. Preference Order Stochastic Knapsack Problems: Methodological Issues. *The Journal of the Operational Research Society*, 31 (11): 1025–1032.

Sivrikaya, F., Başkent, E.Z. ve Köse, S. 2008. Su Kenarı Ormanlarının (SKO) Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) Açısından Değerlendirilmesi. Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu 29–30 Nisan. Kahramanmaraş. 238-250 s.

Spellerberg, I. F. 1998. Ecological Effects Of Roads And Traffic: A Literature Review. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7 (5): 317-333.

Storch, I. 2002. On Spatial Resolution in Habitat Models: Can Small-scale Forest Structure Explain Capercaillie Numbers. *Conservation Ecology* 6 (1): art6. URL (erişim tarihi: 06.10.2012). http:// www.consecol.org/vol6/iss1/art6/.

Store, R. and Kangas, J. 2001. Integrated Spatial Multi-criteria Evaluation and Expert Knowledge for GIS-based Habitat Suitability Modeling. *Landscape and Urban Planning*, 55 (2): 79-93.

Store, R. and Jokimäki J. 2003. A GIS-based Multi-scale Approach to Habitat Suitability Modeling. *Ecological Modelling*, 169 (1): 1–15.

Tachikawa, T., Hatol, M., Kaku, M. and Iwasaki, A. 2011. Characteristics of Aster GDEM Version 2. Proceeding Paper. URL (erişim tarihi: 15.07.2012). http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/ver2Validation/IGARSS2011_Proceedings_GDEM2.pdf.

Theobald, D. M., Miller, J. R., Hobbs N. T. 1997. Estimating the Cumulative Effects of Development on Wildlife Habitat. *Landscape and Urban Planning*, 39(1): 25-36.

Torumbulak, S. C. and Frissell, C. A. 1999. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, 14 (1): 18-30.

Tuğ, S. 2005. Conflicts Between Humans and Wolf: A Study in Bozdağ, Konya Province, Turkey. Phd. Thesis. Middle East Technical University, Ankara, Turkey. 58s.

Uğurlu, Ö. 2006. Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları. Doktora Tezi Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Van der Ree, R., J., Jaeger, A. G., Van Der Grift, E. A. and Clevenger, A. P. 2011. Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function: Road Ecology is Moving Towards Larger Scales. ISSN 1708-3087. Ecology and Society 16 (1): 48.

Wakely, J. S. 1988. A Method to Crete Simplified Versions of Existing Suitability Index (HSI) Models. *Environmental Management*, 12 (1): 79-83.

Weiss, A. D. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. The Nature Conservancy. (Poster Season). Director: Ecoregional Data Management Team, the Nature Conservancy, Northwest Division, 217 Pine St. Suite 1100, Seattle WA 98103.

Winkler, N. 1997. Environmentally Sound Forest Harvesting. Testing the Applicability of FAO Model Code in the Amazon in Brazil, FOPH Publication. Italy. 84s.

Wintle, B. A., Elith, J. and Potts, J. 2005 Fauna Habitat Modelling and Mapping: a Case Study in the Lower Hunter Central Coast Region of NSW. *Australian Journal of Ecology*, 30 (7): 719-738.

Witmar, W. G. and deCalesta, D. S. 1985. Effect of Forest Roads on Habitat Use by Roosevelt Elk. *Northwest Science*, 59 (2): 122-15.

WWF, 2012. The Smart Infrastructure Planner. URL (erişim tarihi: 13.12.2013) www.wwf.org.

Yanar, A. T. ve Akyürek, Z. 2003. The Enhancement of the Cell-based GIS Analyses with Fuzzy Processing Capabilities. The Graduate School of Natural And Applied Sciences of The Middle East Technical University. MSc Thesis. Ankara, Turkey.116 s.

Yanar, A. T. ve Akyürek, Z. 2004. The Enhancement of ArcGIS with Fuzzy Set Theory. Preprint Submitted to ESRI International User Conference. 16s.

Yılmaz, M. ve Çiçek, E. 2004. Yüzeysel Su Kaynakları Çevresinde Ormancılık Etkinlikleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 52-53, Sayı 2, 1-2: 94-109.

Yu, C., LEE, J. and Munro-Stasiuk M. J. 2003. Extensions to Least-Cost Path Algorithms for Roadway Planning. *International Journal of Geographical Information Science*, 17 (4): 361-376.

Zimmermann, F. 2004. Conservation of the Eurasian Lynx (Lynx lynx) in a Fragmented Landscape – habitat Models, Dispersal and Potential Distribution. PhD Thesis, Faculté de biologie et de médecine de l'Université de Lausanne, Switzerland. 193s.

URL-1: http://www.iucnredlist.org/. URL (erişim tarihi: 17.11.2013).

URL-2: http:www.facebook.commediasetset=a.344523605580843.85705.266155926750945 &type=3. URL (erişim tarihi: 09.03.2012).

URL-3. http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp. URL (erişim tarihi: 09.12.2013).

EK ÇİZELGELER

Ek Çizelge 1. AK için UD hesaplanmasında kullanılan hesap tablosu

Tip Kodu	CORINE KODU	Alan Sınıfı (>25 ha)	CORINE KODU	Arazi Örtüsü Sınıfı (>625 ha)	UD	UD (%)
1	111	Sürekli Kentsel Doku	11	Kentsel Doku	X	10,636*(X)+108
2	112	Süreksiz Kentsiz Doku				
3	121	Sanayi, Ticari Alanlar	12	Sanayi, Ticaret ve Ulaşım Alanları		
4	122	Karayolu, Demiryolu ve İlgili Alanlar				
5	123	Liman Alanları				
6	124	Hava Limanları				
7	131	Maden Çıkarma Alanları	13	Maden Ocağı, Çöp Boşaltım ve İnşaat Alanları		
8	132	Çöp Gömü Alanları				
9	133	İnşaat Alanları				
10	141	Kentsel Yeşil Alanlar	14	Yapay Bitkilendirilmiş Alan		
11	142	Spor ve Rekreasyon Alanları				
12	211	Sulanmayan Tarım Alanları	21	Ekilebilir Alanlar		
13	212	Sürekli Sulanan Alanlar				
14	213	Pirinç Tarlaları				
15	221	Bağlar	22	Sürekli Ürünler		
16	222	Meyve Ağaçları ve Meyveli Bitkiler				
17	223	Zeytinlikler				
18	231	Çayırlar Ve Meralar	23	Otlak Alanları		
19	241	Sürekli Ürünlerle Birlikte Yıllık Ürün Veren	24	Heterojen Tarımsal Alanlar		
20	242	Karışık Tarımsal Alanlar				
21	243	Doğal Bitki Örtüsü ile Kaplı Bulunan Tarım Alanları				
22	244	Ormanla Karışık Tarım Alanları				
23	311	Geniş Yapraklı Ormanlar	31	Ormanlar		
24	312	İğne Yapraklı Ormanlar				
25	313	Karışık Ormanlar				
26	321	Doğal Otlak Alanları	32	Çalı veya Otsu Bitkili Alanlar		
27	322	Fundalıklar				
28	323	Sert Yapraklı Bitki Örtüsü				
29	324	Orman-Çalılık Geçiş Alanları				
30	331	Plajlar, Kumullar ve Kum Ovaları	33	Bitki Örtüsü Olmayan veya Çok Az Bitkili Alanlar		
31	332	Çıplak Kayalıklar				
32	333	Çok Seyrek Bitki Örtüsüyle Kaplı Alanlar				
33	334	Yanmış Alanlar				
34	335	Buzullar ve Kalıcı Karla Örtülü Alanlar				
35	411	Bataklıklar	41	Karasal Sulak ve Islak Alanlar		
36	412	Besin Maddesi Bakımından Zengin Turbalıklar				
37	421	Tuzlu Çamurlar	42	Kıyısal Sulak ve Islak Alanlar		
38	422	Tuzlalar				
39	423	Gel-Git Oluşan Düzlükler				
40	511	Su Yolları	51	Karasal Sular		
41	512	Su Kütleleri				
42	521	Lagünler	52	Deniz Suları		
43	522	Nehir Ağızları				
44	523	Deniz Ve Okyanus				
Ort.						

Ek Çizelge 2. BÖ için UD hesaplanmasında kullanılan detaylı hesap tablosu

Kod	BÖ Sınıfları	UD	UD (%)
1	İğne yapraklı ormanlar	(a+b+c+d)/2	10,636*((a+b+c+d)/4) +108
	Çam türleri	a	
	Sedir	b	
	Göknar	c	
	Ardıç	d	
	Karışık İğne Yapraklı Ormanlar		
2	Geniş yapraklı ormanlar		
	Kayın		
	Meşe		
	Söğüt		
	Karışık Geniş Yapraklı Ormanlar		
3	Karışıkormanlar		
	Çamtürleri + Kayın		
	Çamtürleri + Meşe		
	Çamtürleri + Ardıç		
	Çamtürleri + Söğüt		
	Sedir + Kayın		
	Sedir + Meşe		
	Sedir + Ardıç		
	Sedir + Söğüt		
	Göknar + Kayın		
	Göknar + Meşe		
	Göknar + Ardıç		
	Göknar + Söğüt		
4	Otlak		
	Ovalar		
	Sub-alpin Çayırlar		
	Çalılık-Tek Yıllık Bitkiler		
5	Orman Toprağı		
	Kumul		
	Taşlık		
	Alüvyal		
	Kayalık		
	Çöl vejetasyonu		
6	Çorak Arazi Tipleri		
	Tuzlu topraklar		
	Sarp kayalık alanlar		
	Peri bacası oluşumu gösteren, vejetasyon örtüsü bulunmayan alanlar		
7	Dönüştürülmüş veya Değiştirilmiş Alanlar		
	Maden Sahaları		
	Rüzgar Enerji Santralleri, Nükleer Enerji Santralleri, Hidro Elektrik Santralleri gibi		
	Yollar		
	Havaalanları		
8	Şehir ve Tarımsal Alanlar		
	Sezonluk tarım yapılan alanlar		
	Sulu tarım (Buğday, arpa, yer fıstığı vb sezonluk ekilen türler)		
	Meyve bahçeleri (Portakal, elma, mandalin, zeytin vb çok yıllık bitkiler)		
	Susuz tarım		
	Şehirleştirilmiş alanlar (Ulaşım ağı içeren)		
	Köy, kasaba gibi küçük yerleşim yerleri		
9	Sulak Alanlar		
	Akarsu rejimi (sulu dere) vejetasyonu		
	Bataklıklar		
	Göl		
	Deniz		
	Dere		

Ek Çizelge 3. MÇK için UD hesaplanmasında kullanılan detaylı hesap tablosu

GELİŞİM ÇAĞLARI	a	a	a	a	ab	ab	ab	b	b	b	bc	bc	bc	c	c	c	cd	cd	cd	d	d	d
MEŞCERE KAPALILIĞI	0	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
İğne yapraklı ormanlar	a	a	a	a	ab	ab	ab	b	b	b	bc	bc	bc	c	c	c	cd	cd	cd	d	d	d
Çam türleri	X																					
Sedir	X																					
Göknar	X																					
Karışık İğne Yapraklı Ormanlar	X																					
Geniş yapraklı ormanlar	a	a	a	a	ab	ab	ab	b	b	b	bc	bc	bc	c	c	c	cd	cd	cd	d	d	d
Kayın	X																					
Meşe	X																					
Ardıç	X																					
Söğüt	X																					
Karışık Geniş Yapraklı Ormanlar	X																					
Karışıkormanlar	a	a	a	a	ab	ab	ab	b	b	b	bc	bc	bc	c	c	c	cd	cd	cd	d	d	d
Çamtürleri + Kayın	X																					

CBS Katmanına Aktarılan Alan			
Kod	Çağ ve Kapalılık	UD	UD (%)
1	a0	$\sum$X/21	
2	a1	.	
3	a2	.	
4	a3	.	
5	ab1	.	
6	ab2		
7	ab3		
8	b1		
9	b2		
10	b3		
11	bc1		
12	bc2		
13	bc3		

Çamtürleri + Meşe	X																						
Çamtürleri + Ardıç	X																						
Çamtürleri + Söğüt	X																						
Sedir + Kayın	X																						
Sedir + Meşe	X																						
Sedir + Ardıç	X																						
Sedir + Söğüt	X																						
Göknar + Kayın	X																						
Göknar + Meşe	X																						
Göknar + Ardıç	X																						
Göknar + Söğüt	X																						

14	c1		
15	c2		
16	c3		
17	cd1		
18	cd2		
19	cd3		
20	d1		
21	d2		
22	d3		
23	OT, Me, Ça		
24	Su		
25	Bataklık		
26	İskan		
27	Kumlu, Çakilli alan		
28	Gençlik		
29	Alüvyal		
30	Erezyon		
31	Taşlik, Kayalık		

Diğer Açık Alanlar	NOTLAR
Otlak, Çayır, Mera	Y
Su	
Bataklık ve Bozuk	
İskan	
Kumlu, Çakilli alan	
Gençlik	

Alüvyal		32	Kumul	
Erezyon		33	Kum_Kaya	
Taslik		34	Iskan ve ziraat	
Kumul		35	Sulu tarim	
Kum_Kaya		36	Sezonluk Tarim Alani	
İskan ve ziraat		37	Susuz tarim	
Sulu tarim		38	Maden Sahasi	
Sezonluk Tarim Alani		39	Çalilik-Tek yillik bitkiler	
Susuz tarim		40	Yol	
Maden Sahasi		41	Meyve Ağaçları	
Çalilik-Tek yillik bitkiler		**Ortalama**		
Yol				
Meyve Agaçları				

Ek Çizelge 4. Eğim sınıflarının derecelendirilmesinde kullanılan hesap tablosu

Egim Sınıfları (Derece)	Maksimum UD	Minimum UD	Ortalama UD	UD (%)
0 - 10	a	b	a+b/2	-10,636*(a+b/2)+108
10 - 20				
20 - 30				
30 - 40				
40 - 50				
50 - 60				
60 - 70				
70 - 80				
80 - 90				
Ortalama				

Ek Çizelge 5. YY'nin UD hesabında kullanılan detaylı tablo

YY (m/ha)	Min UD	Mak UD	Ort. Değer	UD (%)
0 - 0,5	a	b	(a+b)/2	-10,636*(a+b/2)+108
0,5 - 1				
1 - 1,5				
1,5 - 2				
2 - 2,5				
2,5 - 3				
3 - 3,5				
3,5 - 4				
4 - 4,5				
4,5 - 5				
5 - 5,5				
5,5 - 6				
6 - >6				
Ortalama				

Ek Çizelge 6. SKU içi UD hesaplanmasında kullanılan tablo

SKU (m)	Mevsimler					
	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Ort. UD	UD (%)
0 - 250	a	b	c	d	(a+b+c+d)/4	-10,636*(a+b+c+d)/4+108
250 - 500						
500 - 1000						
1000 - 1500						
1500 - 2000						
2000 - 2500						
2500 - 3000						
3000 - 3500						
Ortalama						

Ek Çizelge 7. YU için UD hesaplanmasında kullanılan hesap tablosu

Yol Uzaklı (m)	Min. UD	Mak. UD	Ort. UD	UD (%)
0 - 125	a	b	(a+b)/2	-10,636*(a+b/2)+108
125 - 250				
250 - 375				
375 - 500				
500 - 625				
625 - 750				
750 - 875				
875 - 1000				
1000 - 1125				
1125 - 1250				
1250 - 1500				
1500 - 3000				
Ortalama				

Ek Çizelge 8. Y için UD hesaplanmasında kullanılan tablo

Yükselti			Min. UD	Mak. UD	Ort. UD	UD (%)
<=		>=				
0	-	100	a	b	(a+b)/2	-10,636*(a+b/2)+108
100	-	200				
200	-	300				
300	-	400				
400	-	500				
500	-	600				
600	-	700				
700	-	800				
800	-	900				
900	-	1000				
1000	-	1100				
1100	-	1200				
1200	-	1300				
1300	-	1400				
1400	-	1500				
1500	-	1600				
1600	-	1700				
1700	-	1800				
1800	-	1900				
1900	-	2000				
2000	-	2100				
2100	-	2200				
2200	-	2300				
2300	-	2400				
2400	-	2500				
2500	-	2600				
2600	-	2700				
2700	-	2800				
2800	-	2900				
2900	-	3000				
3000	-	3500				
3500	-	4000				
4000	-	4500				
5000	-	>5000				
		Ortalama				

Ek Çizelge 9. TD için UD hesaplanmasında kullanılan tablo

Kod	Topoğrafik Durum	Min	Mak	Ort. UD	Ağırlık Derecesi (%)
1	Vadi	a	b	(a+b)/2	-10,636*(a+b/2)+108
2	Alt Yamaç				
3	Düzlük, Ova				
4	Orta Yamaç				
5	Üst Yamaç				
6	Sırt				
Ortalama					

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı	: Sercan GÜLCİ
Uyruğu	: T.C.
Doğum tarihi ve yeri	: 14.02.1984 Osmaniye
Medeni hali	: Evli
Telefon	: 0 (507) 762 44 32
Faks	: -
e-posta	: sercangulcu@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KTÜ /Orman Mühendisliği Bölümü	2011
Lisans	KTÜ/ Orman Mühendisliği Bölümü	2007
Lise	Mehmet Akif ERSOY YDA Lisesi	2001

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Akay, A. E., Sivrikaya, F., Gulci, S. 2014. Analyzing riparian forest cover changes along the Firniz River in the Mediterranean City of Kahramanmaras in Turkey. Environmental Monitoring and Assessment. 186(5):2741-2747.

2. Akay, A. E.,Acar, H. H., Gülci, S., Özdemir, İ. 2013. Application and Economic Analysis of a Chute System for Wood Extraction in Mountainous Regions. FORMEC 2013: Techniques for sustainable management September 30th – October 2nd, 2013, Stralsund, Germany.

3. Akay, A. E., Sivrikaya, F., Gulci, S., Yenilmez, N. 2012. Analyzing Riparian Forest Cover Changes along Fırnız River in Kahramanaras, Turkey. The International Conference on Forest-Water Interactions with respect to Air Pollution and Climate Change, September 3-6. Kahramanmaras, Turkey.

4. Akay, A. E., Zengin, M., Yenilmez, N., Gulci, S. 2012. Assessment of Riparian Forests around Surface Water by Using GIS Techniques: The case of Menzelet Dam Lake in Turkey. The International Conference on Forest-Water Interactions with respect to Air Pollution and Climate Change, September 3-6. Kahramanmaras, Turkey.

5. Sivrikaya, F., Akay, A.E., Gulci, S. 2012. The Climate Change of Land Use Change in the Context of Forest Carbon Storage. The International Conference on Forest-Water Interactions with respect to Air Pollution and Climate Change, September 3-6. Kahramanmaras, Turkey.

6. Oguz, H., Akay, A.E., Erdas, O., Doucas, K., Gulci, S. 2012. The Effects of Forest Fires on Land Use/Land Cover Change: A Case Study of Samandağ, Turkey. The International Conference on Forest-Water Interactions with respect to Air Pollution and Climate Change, September 3-6. Kahramanmaras, Turkey.

7. Ucarli, Y. and Gulci, S. 2009. Habitat Competition between wild goat (*Capra aegagrus*) and domestic goat (*Capra hircus*) in Antalya, Turkey., 83nd Annual Meeting of the German Society of Mammalogy Dresden, September 13–17, Mammalian Biology.74.

8. Ucarli, Y., Gulci, S. and Ipek, A. 2009. Changes in Roe deer (*Capreolus capreolus*) habitats in response to Wild boar (*Sus scrofa*) population in Kastamonu, Turkey., 83nd Annual Meeting of the German Society of Mammalogy Dresden, September 13–17, Mammalian Biology. 74.

9. Baskaya, S., Baskaya, E., Bilgili, E., Gulci, S. 2008. Population Status and Principal Threats for Large Carnivores in Alpine Areas of Turkey., 82nd Annual Meeting of the German Society of Mammalogy Vienna, 14 to 18 September., Mammalian Biology. 73. 4–5.

Hobiler

Doğa bilimleri, Basketbol, Yüzme