

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**BÜYÜK MEMELİ TÜRLERİNİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE GENETİK
YAPISI ÜZERİNE ANADOLU OTOYOLUNUN ETKİSİ**

Ali Onur SAYAR

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BÜYÜK MEMELİ TÜRLERİNİN EKOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE GENETİK YAPISI ÜZERİNE ANADOLU OTOYOLUNUN ETKİSİ

Ali Onur SAYAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İrfan KANDEMİR

Son yüzyılda insan nüfusunun artması sonucu olarak genişleyen yol ağı; habitat kaybı, habitat parçalanması, gen akışının kesilmesi ve yaban hayatı trafik kazalarıyla yaban hayatı üzerinde tehdit oluşturmaktadır. 2050 yılına kadar gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere dünya üzerinde 3-4.7 milyon km arasında yol yapılması beklenmektedir. Yolların yarattığı negatif etkiler yeni eklenecek yollarla türler üzerinde daha büyük bir sorun haline gelecektir. Bu sorunları tespit etmek, ölçmek ve öneriler götürmek üzerine kurulu “Yol Ekolojisi” alanı son yıllarda önemini artırmıştır. Bu konuda yapılan tez çalışmasında iki tarafı tellerle kapalı Türkiye’nin en eski otoyolu olan Anadolu Otoyolu’nun; Ankara-Dörtdivan arasını kapsayan 110 km’lik kısmının büyük memeli yaban hayvanları üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu etkiyi araştırmak için ilk yöntem olarak otoyol üzerindeki karşıya geçişi sağlayan yapılar olan tüm menfez, altgeçit ve viyadüklere fotokapan istasyonu(n=202) kurulmuştur. Toynaklı türler viyadükler hariç diğer yapıları kullanmamış, etçil türler tüm geçiş yapılarını kullanmıştır. Yolun çevresine yerleştirilen fotokapanlar aracılığıyla yoldan uzaklığa bağlı olarak türlerin sıklıklarına bakılmıştır. Bir diğer yöntem de bireylere GPS-GSM tasmalar takılarak bireylerin yoldan karşıya geçip geçmediğine, yaşam alanı büyüklüklerine ve habitat tercihlerine bakılmıştır. Tasma takılan 9 bireyden 2 bozayı, 1 k. geyik ve 1 y. domuzu karşıya geçmemiş, 2 bozayı, 2 kurt ve 1 çakal karşıya geçmiştir. Mikrosatelitler aracılığıyla yapılan genetik çalışmalarda yol çevresindeki bozayıların gen akışı değerinin yüksek, yaban domuzlarının ise düşük bulunmuştur. Bu üç yöntem ile elde edilen sonuçlar birbirleriyle uyumluluk göstermektedir. Bu tez çalışması Anadolu Otoyolu’nun büyük memeli türler üzerindeki etkisini ortaya konmuştur. Bundan sonra var olan veya yapılacak yollardaki etkiyi azaltacak uygulamalara yönelik önemli bilgi kaynağıdır.

Haziran 2022, 157 sayfa

Anahtar Kelimeler: yol ekolojisi, habitat parçalanması, gen akışı, telemetri, fotokapan, büyük memeli türler, yol geçirgenliği

ABSTRACT

PhD Thesis

THE EFFECT OF ANATOLIAN MOTORWAY ON ECOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENETIC STRUCTURE OF LARGE MAMMAL SPECIES

Ali Onur SAYAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. İrfan KANDEMİR

Expanding road network because of increase in the human population in the last century present a threat to wildlife through habitat loss, habitat fragmentation, interruption of gene flow and wildlife vehicle collisions. By 2050, 3-4,7 km road is expected to be added to world, especially in developing countries. The negative effects of roads will become a bigger problem on the species with the new roads to be added. The area of "Road Ecology", which is based on identifying, measuring, and making suggestions for these problems, has increased its importance in recent years. In the thesis study discussed in this field was researched the effect of the Anatolian Motorway, oldest motorway in Turkey in which covers 110-km-long section between Ankara and Dörtdivan and closed by fences on both sides on large mammal wild animals. As the first method to investigate this effect, camera trap stations (n=202) were installed on all culverts, underpasses and viaducts that structures provide crossing to the other side on motorway. Artiodactyla species did not use other structures except viaducts, carnivorous species used all of them. The frequencies of the species depending on the distance from the road were also examined by means of the camera traps placed around the road. As another method, GPS-GSM collars were attached to the individuals and it was checked whether the individuals crossed the road and their habitat sizes and habitat preferences. 2 brown bears, 1 red deer and 1 wild boar out of 9 individuals who were leashed did not cross the road, 2 brown bears, 2 wolves and 1 golden jackal did. In genetic studies conducted with microsatellites, the gene flow value of brown bears around the road was found to be high and that of wild boars low. The results obtained with these three methods demonstrate compatibility with each other. In this thesis study, the effect of motorway on large mammal species has been revealed. It is an important source of information for applications that will reduce the impact on existing or future roads.

June 2022, 157 pages

Key Words: road ecology, habitat fragmentation, gene flow, telemetry, large mammals, road permeability

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Büyük memeliler konusunda çalışma isteğimi geri çevirmeyen, engin görüşleriyle beni her zaman yönlendiren, populasyon genetiği çalışmalarında desteğini gösteren, bilgisini hiçbir zaman esirgemeyen tez danışmanım, değerli hocam Prof. Dr. İrfan KANDEMİR'e değerli katkı ve yorumlarıyla tezimin bu noktaya gelmesini sağlayan tez jürilerim Prof. Dr. Selim S. ÇAĞLAR'a, Prof. Dr. Ercüment ÇOLAK ve Prof. Dr. Önder Şakir Özkurt'a ve son safhada önemli katkılarıyla Dr. Öğr. Üyesi Özgün Emre Can'a, projenin ortaya çıkmasını ve gerçekleştirilmesinde çok büyük emeği olan, arazi çalışmalarında bana her zaman desteğini gösteren, sorunları çözmemi sağlayan ve kolaylaştıran proje kontrol teşkilatından DKMPGM personeli Osman Uğur AKINÇ'a, lisans sonrası gerçekleştirdiğim birçok çalışmayı beraber yürüttüğümüz, değerli bilgi ve tecrübelerini hiç tereddüt etmeden her zaman aktaran, her türlü ekipmanı, ihtiyacı sağlayan ve yakalanan yaban hayvanlarının anestezi işlemlerini gerçekleştiren proje kontrol teşkilatından DKMPGM personeli Dr. Hasan EMİR'e, proje çalışması sırasında yürütülmesinde değerli fikirleri ile katkı sunan ve arazi çalışmalarında ve fotoğraf çekimleri ile destek olan DKMPGM personeli EMİN GÜNDÜZ'e, projeye başladığımda tüm konularda inançlarını eksik etmeyen, arazi çalışmaların gerçekleşmesini sağlayan, ekipman, personel ve tecrübelerini tez çalışmasının kaynağı olan projenin sahibi DKMP 9. Bölge Müdürlüğü personeli ve dönemin 9. Bölge Müdürü Erdem Karaağac'a, arazi çalışmalarında desteklerinden dolayı DKMP Ankara ve Bolu İl Müdürlüğü personeline, tez çalışmasının gerçekleşmesinde büyük emeği olan, arazi ve analiz çalışmalarında her daim yardım eden, yol gösteren, fikir alış-verişi yaparak çözümler üretmemizi sağlayan güzel ve kıymetli dostum Dr. Deniz ÖZÜT'e, arazi çalışmalarının birçoğunda çalışkanlığı ile yorulmadan hem yardımıyla hem arkadaşlığı ile bana eşlik eden Hakan Yılmaz'a, lisans öğrencisiyken beni büyük memeli arazi çalışmalarına katılmamı sağlayarak ilk adımı atmamı sağlayan, bildikleri her şeyi paylaşan, her sorunda çözüm için yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Anıl SOYUMERT ERTÜRK ve Dr. Alper ERTÜRK'e, Laboratuvar çalışmalarına katkıları olan BM Labosis'e ve Humen Cebbari'ye, otoyol üzerindeki yaban hayvanı ile ilgili vakaları bildiren ve ihtiyacım olduğunda desteklerini gösteren Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Cankurtaran ve Çeltikçi Şefliği ve Onur İşletmeleri

personeline, proje yüklenicisi Eko-Zon Halk Sağ. ve Çevre Dan. Limited Şirketi ve tüm emeği geçen personellerine teşekkürü borç bilirim.

İdeallerimi gerçekleştirme konusunda ömrüm boyunca maddi-manevi desteklerini sürdüren, bana sabırlarını, sevgilerini gösteren ve beni yetiştiren güzel aileme teşekkürü borç biliyorum. Arazi çalışmalarında uzun süreler beni sabırla bekleyen, her zaman dinleyen, sıkıntılara çözüm bulmaya çalışan, tez yazım sürecinde her şeye rağmen desteğini, sevgisini, inancını bir saniye olsun eksik etmeyen, motive eden yaşam kaynağım harika eşim Sevdiceğim Özge ÖRÜCÜ SAYAR'a ve tez süreci kapsamında dünyaya gelen hayatımı başka bir güzelliğe taşıyan oğullarım Aras & Sarp SAYAR'a sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez çalışması kapsamındaki malzeme, arazi-laboratuvar ve personel giderleri; Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü 9. Bölge Müdürlüğüne ait 2015/93284 kayıt numaralı “Fotokapan, Enjeksiyon Tüfeği, Gps-Gsm-Vhf Vericili Tasma ve İzleme Cihazı” ve 2015/131608 kayıt numaralı “Yaban Hayatı Yol Geçişlerinin Düzenlenmesi ve İzlenmesi” işleri kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Yollarda hayatını kaybetmiş bütün yaban hayvanlarına...

Ali Onur SAYAR
Ankara, Haziran 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
SİMGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1 Yol Ekolojisi.....	4
2.2 Fotokapan Yöntemi ve Yol ekolojisinde kullanımı	10
2.3 Telemetry Yöntemi ve yol ekolojisinde kullanımı.....	11
2.4 Genetik Yöntemi	14
2.5 Anadolu Otoyolu	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	18
3.1 Hedef Türler	18
3.2 Çalışma Alanı	18
3.3 Yöntem	20
3.3.1 Fotokapan yöntemi	21
3.3.1.1 Otoyol altı geçiş noktalarına fotokapan yerleştirilmesi.....	22
3.3.1.2 Otoyol çevresine fotokapan yerleştirilmesi.....	26
3.3.1.3 Yakalama-kıl tuzağı fotokapanları.....	26
3.3.1.4 Fotokapan verilerinin analizi.....	30
3.3.2 Yaban hayvanı yakalama çalışmaları	32
3.3.3 Tasma verilerinin analizi.....	38
3.3.4 Genetik örneklerin elde edilmesi	38
4.ARAŞTIRMA BULGULARI.....	44
4.1 Fotokapan Sonuçları.....	44
4.1.1 Geçiş noktaları fotokapan örnekleme.....	44
4.1.2 Yol çevresindeki karelej fotokapan örnekleme sonuçları	68
4.1.3 Yol çevresi karelej fotokapan alan örnekleme ile geçiş fotokapanlarının aynı zaman sürecinde karşılaştırılması	70

4.1.4 Fotokapan verileri ile yoldan uzaklaşma ile bulunma sıklığı arasındaki ilişki	71
4.2 Yakalama ve Telemetry Sonuçları	75
4.2.1 Yakalama sonuçları	75
4.2.2 Yaşam alanı hesaplamaları	84
4.2.3 Tasmalı bireylerin habitat tercihleri	95
4.2.4 Tasmalanan bireylerin karşıya geçişleri	97
4.3 Genetik Sonuçlar	97
4.3.1 Bozayı populasyon genetiği analizleri	97
4.3.2 Yaban domuzu populasyon genetiği analizleri sonuçlar	100
4.4 Yöntemlerin karşılaştırılması	101
5.TARTIŞMA	102
5.1 Anadolu Otoyolu'nun Türler Üzerine Ekolojik Etkisi	103
5.1.1 Otoyolun çakal üzerindeki ekolojik etkisi	103
5.1.2 Otoyolun kıvrıl tilki üzerindeki ekolojik etkisi	105
5.1.3 Otoyolun kurt üzerindeki ekolojik etkisi	106
5.1.4 Otoyolun bozayı üzerindeki ekolojik etkisi	106
5.1.5 Otoyolun vaşak üzerindeki ekolojik etkisi.....	107
5.1.6 Otoyolun yaban domuzu üzerindeki ekolojik etkisi	107
5.1.7 Otoyolun kıvrıl geyik ve karaca üzerindeki ekolojik etkisi.....	108
5.1.8 Anadolu Otoyolu'nun Bariyer Etkisi	109
5.2 Anadolu Otoyolu'nda Yaban Hayvanı Geçirgenliğini Sağlayan Yapıların Değerlendirilmesi	111
5.2.1 Menfezlerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı.....	112
5.2.2 Altgeçitlerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı	113
5.2.3 Viyadüklerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı.....	114
5.2.4 Türlerin geçiş yapısı tercihlerine genel bakış	115
5.2.5 Tasma sonuçlarının değerlendirilmesi	116
5.2.6 Yaban hayvanı yakalama çalışmaları önerileri.....	118
5.3 Anadolu Otoyolu'nun Bozayı ve Yaban Domuzu Populasyonlarına Genetik Etkisi	119
5.4 Yol ekolojisi kapsamında yöntemlerin karşılaştırılması	120
5.5 Geçirgenlik ve tür davranışı sonuçlarına göre uygun mitigasyon önerileri	121

KAYNAKLAR	125
EK 1 Arazide Tespit Edilen Gözlemler	137
Ek 2 Fotokapan Kayıtformu	145
EK 3 Tasmalı Bireylere Yakalama Esnasında Verilen İlaç ve Etken Maddeler...	146
EK 4 Bazı Fotokapan Fotoğrafları	147
Ek 5 Dizisi Yapılan Bozayı Ve Yaban Domuzu Örnekleri Ve Sonuçları.....	153
ÖZGEÇMİŞ.....	156



SİMGELER DİZİNİ

µl	Mikro litre
%	Yüzde
°C	Sıcaklık

Kısaltmalar

CBS	Coğrafik Bilgi Sistemi
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar
GSM	Mobil İletişim için Küresel Sistem
GPS	Coğrafik Koordinat Sistemi
IUCN	Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
Km	Kilometre
TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
UTM	Evrensel Enlem Merkatörü

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Yolların ekolojik ve genetik sonuçları (Balkenhol ve Waits, 2009'dan uyarlanmıştır.)	8
Şekil 2.2 Isıya ve harekete duyarlı çalışan fotokapan (Fotoğraf: Ali Onur SAYAR)	11
Şekil 2.3 Bariyerlerin gen akışı ile ilişkisi (Epps vd., 2005'den uyarlanmıştır.).....	15
Şekil 3.1 Çamlıdere mevkisi ve Anadolu Otoyolu (Fotoğraf: Ali Onur Sayar).....	19
Şekil 3.2 Cankurtaran mevkisi iğne yapraklı ormanlar ve Anadolu Otoyolu (Fotoğraf: Ali Onur Sayar).....	19
Şekil 3.3 Anadolu Otoyolu'nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden menfez örneği (Fotoğraf: A.O. Sayar)	22
Şekil 3.4 Anadolu Otoyolu'nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden altgeçit örneği (Foto: A.O. Sayar).....	23
Şekil 3.5 Anadolu Otoyolu'nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden viyadük örneği (Foto: A.O. Sayar).....	23
Şekil 3.6 Menfez altına fotokapan kurulumu (Foto: Deniz Özüt)	24
Şekil 3.7 Geçiş noktalarına yerleştirilen fotokapan konumları, mevki isimleri, tampon alan ve çevresinin genel uydu görünümü	25
Şekil 3.8 Cankurtaran mevkisine karelej yöntemiyle yerleştirilmiş fotokapan istasyonları	26
Şekil 3.9 Fotokapan istasyonlarının toplu halde görünümü.....	29
Şekil 3.10 Bu çalışma için yapılmış fotoğraf sınıflandırma programının ekran görüntüsü.....	31
Şekil 3.11 Bozayı yakalamak için kullanılan snare kapan(Foto: A.O. Sayar).....	33
Şekil 3.12 Kurt kapanı kurulumu (Foto: Emin Gündüz).....	34
Şekil 3.13 Yaban domuzu kafes yemlemesi	36
Şekil 3.14 Yakalama çalışmaları için kurulan kafes-kapan ve ağların konumlarının uydu görüntüsü.....	37
Şekil 3.15 Kıl tuzağı kurulumu (Foto: Hakan Yılmaz).....	39
Şekil 3.16 Kurulan kıl tuzağı istasyonları	40
Şekil 3.17 Bozayı mikrosatelitlerinin elektroforez görüntüsü	42
Şekil 3.18 Yaban domuzu mikrosatelitlerinin elektroforez görüntüsü	42
Şekil 4.1 Tüm yabani hayvanı geçişlerinin yapılar üzerine dağılımı.....	47
Şekil 4.2 Menfezlerdeki geçiş aktivitesi	49
Şekil 4.3 Altgeçitlerdeki geçiş aktivitesi.....	49
Şekil 4.4 Viyadüklerdeki geçiş aktivitesi.....	50

Şekil 4.5 Etçil ve toynaklı türlerin geçiş yüzdeleri	50
Şekil 4.6 Geçiş Sayılarının türlere göre yüzdelik dağılımı	51
Şekil 4.7 Kızıl tilki geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	51
Şekil 4.8 Altgeçitten geçiş yapan kızıl tilki bireyi	52
Şekil 4.9 Çakal geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	52
Şekil 4.10 Menfezden geçiş yapan çakal bireyi	53
Şekil 4.11 Kurt geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	53
Şekil 4.12 Menfezde kurt bireyleri.....	54
Şekil 4.13 Yaban domuzu geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	54
Şekil 4.14 Viyadükte yaban domuzu geçişi	55
Şekil 4.15 Bozayı geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	55
Şekil 4.16 Menfezde bozayı bireyi.....	56
Şekil 4.17 Vaşak geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi	56
Şekil 4.18 Menfezde vaşak bireyi	57
Şekil 4.19 Kızıl geyik geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi	57
Şekil 4.20 Viyadüklerde kızıl geyik geçişi	58
Şekil 4.21 Karaca geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi.....	58
Şekil 4.22 Viyadükten geçiş yapan karaca bireyi	59
Şekil 4.23 Kızıl tilkinin geçiş yoğunluğu haritası.....	60
Şekil 4.24 Çakalın geçiş yoğunluğu haritası	61
Şekil 4.25 Kurdun geçiş yoğunluğu haritası	62
Şekil 4.26 Bozayının geçiş yoğunluğu haritası	63
Şekil 4.27 Vaşağın geçiş yoğunluğu haritası	64
Şekil 4.28 Yaban domuzunun geçiş yoğunluğu haritası	65
Şekil 4.29 Kızıl geyiğin geçiş yoğunluğu haritası	66
Şekil 4.30 Karacanın geçiş yoğunluğu haritası	67
Şekil 4.31 Karelaj fotokapan örneklemesi sonucu elde edilen kayıtlar	69
Şekil 4.32 İstasyonlarda kaydedilen türlerin istasyon içerisindeki dağılımı.....	70
Şekil 4.33 Bozayının otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	72
Şekil 4.34 Yaban Domuzunun otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	72
Şekil 4.35 Kurdun otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi.....	73
Şekil 4.36 Kızıl tilkinin otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	73
Şekil 4.37 Çakalın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	73

Şekil 4.38 Vaşanın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	74
Şekil 4.39 Kızıl geyiğin otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	74
Şekil 4.40 Karacanın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi	74
Şekil 4.41 Tasmalanan yaban hayvanlarının yakalanma noktaları	75
Şekil 4.42 Bozayı tasma takılma anı	76
Şekil 4.43 Kurt tasma takılma anı	77
Şekil 4.44 Yaban domuzu tasmalama anı	78
Şekil 4.45 Otoyol yanındaki su kanalına düşmüş olarak bulunan kızıl geyik bireyi	79
Şekil 4.46 Çalışma alanındaki geçiş noktalarının arasının en uzak olduğu, k. geyik bireyinin tasmalandığı kanal bölgesi	79
Şekil 4.47 Tasmalanmış çakal bireyi	80
Şekil 4.48 131 nolu bozayı tasma sonrası kış uykusu sonra arazide bulunmuş fotoğrafı ve 139 nolu yaban domuzunun drop-off arızası	80
Şekil 4.49 127 nolu bozayının yaşam alanı	86
Şekil 4.50 129 nolu bozayının yaşam alanı	87
Şekil 4.51 130 nolu bozayının yaşam alanı	88
Şekil 4.52 131 nolu bozayının yaşam alanı	89
Şekil 4.53 10133 nolu kurdun yaşam alanı	90
Şekil 4.54 134 nolu kurdun yaşam alanı	91
Şekil 4.55 138 nolu çakalın yaşam alanı	92
Şekil 4.56 132 nolu kızıl geyiğin yaşam alanı	93
Şekil 4.57 137 nolu yaban domuzunun yaşam alanı	94
Şekil 4.58 Kıl tuzağında bozayı kıl örneği	98
Şekil 4.59 Kıl tuzağında bozayı bireyi	98
Şekil 4.60 Sağ ve sol popülasyonların faktöriyel bileşen analizi (kırmızı noktalar sol, siyah üçgenler sağ popülasyonu temsil etmektedir)	99
Şekil 4.61 Kıl tuzağında yaban domuzu bireyi	100
Şekil 4.62 Yaban domuzu faktöriyel bileşen analizi	101
Şekil 5.1 Çakalın konum ve fotokapan verileri	105
Şekil 5.2 Üç farklı bozayının konum verileri	111

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Yol ekolojisi çalışmalarında kullanılan yöntemler	9
Çizelge 2.2 Anadolu Otoyolu'ndaki yaban hayvanı trafik kazaları	17
Çizelge 3.1 Hedef türlerin IUCN durumları	18
Çizelge 3.2 Arazi örtü sınıflarının tampon alan içerisindeki dağılımı	20
Çizelge 3.3 Kullanılan yöntemler ve amaçları	21
Çizelge 3.4 Alanda karşı tarafa geçişi sağlayan yapılara yerleştirilen fotokapanlar ve bu yapıların ölçüleri.....	24
Çizelge 3.5 Kurulan fotokapanların özet listesi	28
Çizelge 3.6 Programda sınıflandırılması yapılan kayıtlar	30
Çizelge 3.7 kurulan bozayı yakalama kapanları	33
Çizelge 3.8 Kurt kapanlarının noktalar	35
Çizelge 3.9 Mikrosatelit PZR için reaksiyon karışımları	41
Çizelge 3.10 Mikrosatelit PZR için reaksiyon koşulları	41
Çizelge 4.1 Filtrelenmemiş yaban hayvanı kayıtları.....	45
Çizelge 4.2 Filtrelenmemiş diğer kayıtlar	46
Çizelge 4.3 Geçiş yapılarının özellikleri ve toplam geçişler.....	46
Çizelge 4.4 Türlerin toplam geçiş kayıtları ve kayıt değerleri.....	47
Çizelge 4.5 Geçiş yapılarından geçen türlerin kayıt sayıları.....	48
Çizelge 4.6 Yol çevresindeki karelej fotokapan örneklemesinin kayıt sayısı ve değerleri.....	68
Çizelge 4.7 Sistematik fotokapan örneklemesinde türlerin istasyonlardan gözlenme sayıları	69
Çizelge 4.8 Arazideki fotokapan sonuçlarının geçiş noktasına aynı zamanlar içerisindeki oranı	71
Çizelge 4.9 Tasmalama özet bilgileri.....	82
Çizelge 4.10 Tasmalı bireylerin tasmalama sonrasındaki durumları	83
Çizelge 4.11 Analiz yapılan bireylerin izleme süreleri	84
Çizelge 4.12 Tasmalı bireylerin gün sayısı, nokta sayısı ve yaşam alanı büyüklüğü	85
Çizelge 4.13 Tasmalı bireylerin minimum, ortalama ve maksimum bulunduğu yükseklikler	85
Çizelge 4.14 Tasmalı bireylerin habitat tercihlerini kullanım yüzdeleri.....	96
Çizelge 4.15 Tasmalı bireylerin bulundukları taraftan otoyolun karşıya geçme durumları	97
Çizelge 4.16 Yöntemlerin karşılaştırılması.....	101
Ek-5 Dizisi yapılan yaban domuzu örnekleri ve sonuçları	155

1. GİRİŞ

Yaban hayatı araştırmacıları; habitat kayıplarından, düşüş eğiliminde olan popülasyonlardan ve diğer birçok sorun için kaliteli bilimsel araştırmalar yapmakla yükümlüdür. Yaban hayatı araştırmalarında güçlü teknikler kullanılarak yapılan özenle tasarlanmış çalışma dizaynları ve bu çalışmaların sonuçları yaban hayatı yönetiminde güvenilirliği artırmaktadır (Garton vd., 2012). Araştırmacıların çözmek ile yükümlü olduğu sorunların başında habitat parçalanmaları gelmektedir. Habitat parçalanmaları iki soruna sebep olmaktadır. Bunlardan ilki habitatların parçalara ayrılması sonucunda popülasyonların izole olmasına sebep olmaktadır. Diğer sorun ise parçalanmalar sonucu oluşan habitat kayıpları; habitatların dönüşmesine ve peyzajın bütünlüğünün bozulup daha küçük ve izole yamaların ortaya çıkmasıdır. (Haddad vd., 2015). Bu iki durumun sonucu olarak bir dizi sorunda beraberinde gelmektedir. Bu sorunların başında popülasyon demografisinde dalgalanmalar, genetik çeşitliliğin azalması ve çevreye etkileridir (Fahrig, 2003). Habitat parçalanmalarını oluşturan ana etmenlerden biri de yollardır. Bunun sonucunda da türlerin bu parçalı habitatlar ve kaynaklar arasındaki hareket etme eğilimi yol kazalarını meydana getirmektedir (Cullen vd., 2016). 2050 yılına kadar özellikle gelişmekte olan ülkelerde yol uzunluğunun 25 milyon km daha artması beklenmektedir. Koruma biyologları küresel bir tehdit haline gelecek olan bu genişleyecek yollardan dolayı habitat ve türler için ilgili kurumlarla beraber çalışmalar yaparak doğru planlamalar yapılması gerektiğini bildirmektedirler (Dulac, 2013, Torres vd., 2016, Laurance vd., 2014).

Yolların yaban hayatı önemli bir etkisi de yol kazalarıdır. K.Amerika’da orta ve büyük memelilerin doğal ve doğal olmayan kayıtlar altına alınan kesin ölüm oranlarının yüzde 9,2’ si yol kazalarından oluşmaktadır (Collins ve Kays, 2011). Bu kazalar küresel anlamda birçok hassas türe yönelik büyük bir tehdit oluşturmakta ve yok oluşlarını hızlandırmaktadır (Grilo vd. 2021). Bu tarz kazaları önlemek için uygulanan yolun çevresine uygulanan tel ile kapatma yöntemi yol kazalarını azaltmakta fakat bu noktada da habitat parçalanması sorunu ortaya çıkmaktadır (Gagnon vd. 2015).

Bu bilgiler ile habitatlar üzerinde insan kullanımının artacağı düşünüldüğünde ekolojik işleyişe entegre olmasıyla uygulanacak doğru yapılan etki *Azaltım* (mitigasyon) planlamaları; habitat devamlılığı açısından önem göstermektedir. Ekolojik koridorlar göz önüne alındığında azaltım planlamaları yaklaşımı ile var olan yollara da, eldeki bilgiler ve uzmanlar aracılığıyla, hızlı bir şekilde adapte edinilebileceğini artık bilinmektedir (Clevenger vd. 2002, Tarabon vd. 2022).

Genel olarak yol ekolojisinin ana hedefi, yolların ekolojik etkilerini ölçmektir. Bu ölçüm ile birlikte yolların birey, populasyon, komünite, ekosistem düzeyinde negatif etkilerini kaçırmak, minimize etmek ve telafi etmek araştırmacıların görevidir(Van Der Ree vd. 2011). Bu ana hedef doğrultusunda en önemli kriterlerden ve başlangıç olan ölçme yöntemi bu tez çalışmasında temel alınmıştır. Anadolu otoyolunda gerçekleştirilen bu çalışmada büyük memeli türler olan bozayı, kurt, çakal, kızıl tilki, vaşak, kızıl geyik, karaca ve yaban domuzu türleri hedef türler olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada bu hedef türlere yönelik genel olarak ölçme için 3 adet yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler fotokapan, tasmalama ve genetik yöntemleridir. Bu yöntemler iki tarafı tellerle kapalı Anadolu Otoyolu'nun ilk 110 km'sinde hedef türlerin yol ile ilişkisi ve yolun hedef türler üzerinde ne tip bir etkisi olduğu araştırılmıştır. Bu etkiyi araştırabilmek için üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler ile aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

- Fotokapanlar aracılığıyla; karşıya geçişe imkân sağlayan otoyol altı geçiş yapılarında geçiş aktivitesi nasıldır? Geçiş yapılarının tiplerinin bu türlerin geçişi üzerindeki etkisi var mı? Ayrıca otoyol çevresindeki habitatlarda kurulan fotokapanlar aracılığıyla hedef türlerin yola uzaklığının, türlerin dağılımı üzerine etkisine var mı?
- Alan çevresinde yaşayan hedef türlerden bozayı, kurt, çakal, kızıl geyik ve yaban domuzuna GPS-GSM tasmalar takılarak hedef türlere ait bireylerin yolun çevresindeki yaşam alanları ne kadardır? Habitat tercihleri nasıldır? Tasma takılan bireyler bulundukları konumdan yolun karşı tarafına geçiyorlar mı?

- Alan çevresinde yaşayan bozayı ve yaban domuzlarından elde edilen DNA örnekleri yolun popülasyonların gen akışı üzerinde etkisi var mı?
- Bu yöntemler türlerin yol ile ilişkisini ortaya koyma da ne kadar başarılı olmuşlardır?

Elde edilen bilgiler hem var olan hem de yapılması planlanan otoyol ve hızlı tren hatlarının yaban hayatına negatif etkisini azaltacak uygulamaların ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu uygulamalar sonucu yaban hayvanı yol kazalarının da azalması sonucu bu yolların insan açısından da güvenliğini artıracaktır. Bu durumlar göze alındığında uygulamaya da yönelik olması açısından tez çalışması önemli olmakla beraber Türkiye özelinde özgün ve kapsamlı bir çalışmadır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Yol Ekolojisi

Habitat parçalanması ve yol kazaları başta olmak üzere yolların yaban hayatına önemli etkisini ölçebilmek ve çözüm oluşturmak için yeni bir alan ortaya çıkmıştır. Bu alana “Yol Ekolojisi” denmektedir. *Yol ekolojisi* terimi ilk olarak 1998 yılında Forman ve Alexander, 1998 yılındaki makalesinde kullanılmıştır. Bu terim kullanılana kadar 1970’li yıllardan itibaren bilim adamları yolların ekosistemlere etkisini araştıran çok sayıda çalışma yapmışlardır ve bu alanın köklerini ekoloji, coğrafya, mühendislik ve şehir planlamaya dayandırmaktadırlar (Coffin, 2007). Bu makalelerde bu alanın amacına çözüm belirleyebilmek adına genel etkileri hakkında bilgileri derlemişlerdir. Saygın bazı dergiler artık “yol ekolojisi” alanında özellikle yaban hayatı yol kazaları ve yaban hayatı geçiş yapıları ile ilişkili çalışmaları topikal koleksiyon olarak yer vermeye başlamıştır. (D’Amico vd., 2018).

Yolların çevreye etkileri sonucu yol ekolojisi araştırmalarını kapsadığı alanları kısaca genel başlıklar ve içerikler halinde şu şekilde sıralamıştır;

- a) Yol ve araçların popülasyonlar üzerindeki etkisi (yol kazaları sonucu ölen hayvanlar, araç yoğunluğundan dolayı oluşan rahatsızlık ve yoldan uzaklaşma, hareketlerine bariyer etkisi ve habitat parçalanması)
- b) Akarsu, sediment, kimyasalların yolların etkisiyle yönelimlerinin değişimi (su ve sediment kaybı, zararlı kimyasal taşınımı gibi sonuçlar ile akuatik ekosistemlerin, vejetasyonların etkilenmesi ve buna bağlı olarak popülasyonların ve peyzajın değişimi (erozyon heyelan vs.))
- c) Yol ağı, yol yoğunluğu ve peyzaj örüntüsünün değişimi (doğal düzenin bozulması ve peyzajın değişimi sonucu biyolojik çeşitliliğin kaybı)

Bu başlıklarda yol ekolojisi alanını multi-disipliner bir hale getirmektedir (Forman ve Alexander, 1998).

Yol ekolojisi alanında ve tez içerisinde sıkça kullanılan bazı kavramlar yer almaktadır. Bu kavramların tanımları Rodney van Deer ve ark., 2015 editörlüğünü yaptığı *Handbook of Road Ecology* kitabından alınmıştır ve ilgili çalışmaları çeşitli çalışmalardan örneklendirilmiştir. Bunlardan ilki “yol geçirgenliğidir”. Yaban hayatı açısından bu kavram ele alındığında tellerle kapalı yollar içerisindeki, yaban hayvanlarının yolun öbür tarafına geçiş yapmasını sağlayan yapıları kastederek kullanılan, bu yapıların türlerin geçişini ne kadar sağladığını anlatmaya yarayan kavramdır. Bu kavram ile yol çevresinde bulunan türlerin belirli bölgelerdeki karşıya geçişlerdeki kullandıkları yapıların özellikleri ile çevre habitatı da içine katan analiz ve uygulamalarla ile genele yayılması konusunda indeksler belirlemek için ve kısa zamanda hızlı hareketler yapmak için kullanılmaktadır (Yanes vd. 1995, Assis vd., 2019, Hlaváč, 2005). Bir diğer sık kullanılan kavram ise azaltım (mitigasyon) uygulamalarıdır. Herhangi bir kalkınmanın (Örneğin yol, baraj, tesis vs.) yarattığı negatif etkinin minimize ya da eliminasyonuna yönelik metotları kastetmektedir. (Örneğin ekolojik köprü, uyarı levhaları, sinyalizasyon sistemi ve bunun gibi onlarca yöntemi kastetmektedir). Dünyada yapılan bu uygulamalar ve etkileri bölgesel olarak farklar ortaya koysa da genel olarak yolun yarattığı negatif etkinin azaltılmasında uygulanacak metotlar bu konu da bir önemli rol oynamaktadır (Glista vd., 2009). Azaltım (mitigasyon) uygulamalarının başında özellikle büyük memeliler için *Ekolojik Köprü (Yaban hayatı köprüsü, yeşil köprü)* gelmektedir. Bu köprüler sadece yaban hayvanlarının yolun öbür tarafına güvenle geçmesini sağlamak amacıyla ve çevre habitatına uygun şekilde dizayn edilmiş yol üzerine inşa edilen köprülerdir (Zeller vd., 2020). Bazen de bu yapılar yolun altına inşa edilir, bu yapılara da “*Ekolojik Altgeçit*” adı verilmektedir. Geçiş yapısı ise yaban hayatı elemanların karşıya geçmesini sağlayan yaban hayatı için tasarlanmamış yolun olması gereken diğer yapılar için kullanılan ifadelerdir. Bu yapılar menfez, altgeçit, üstgeçit, köprü, büz(su tahliyesi sağlayan diğer yapılara göre çok daha küçük büyük memeli geçişi için uygun olmayan beton borular), tünel ve viyadüklerdir (Brunen vd., 2020).

Var olan yolların veya benzeri yapıların yaban hayvanlarının hareketini veya dağılımını engellemesi veya filtrelemesi ise yolların bariyer etkisini anlatmaktadır. *Bağılantılılık* ise Bireylerin veya genlerin, iki veya daha fazla yer arasındaki bağlantısının ölçüsünü

belirtmektedir. Bariyerlerin etkisinin azaltılıp restorasyon çalışmalarıyla bağlantılılığın artırılması ekolojik koridorların iyileştirilmesi ya da yeniden inşası koruma çalışmalarına önemli bir katkı sağlamakta ve koruma biyolojisinin olmazsa olmaları arasına girmiştir (McRae vd., 2012, Corlatti vd., 2009).

Yol ekolojisi genellikle ulaşım altyapısı ile birlikte hayvan-bitki etkileşimini anlamaya odaklanmıştır. Bu odak, hem kısa hem de uzun bir zaman içerisinde; bireylerin hareketlerini, gen akışını, popülasyonların demografisini, popülasyon ve komünitelerin devamlılığını kapsamaktadır fakat kapsamı ölçebilmek zorlu bir süreçtir (Sunnucks ve Balkenhol, 2015).

İnsan ayak izinin arttığı günümüzde habitat parçalanmasına neden olan teller ya da yolların beraberinde getirdiği diğer bariyerler “bağlantılılığı” azaltarak türlerin kısa zamanda hareketlerini kısıtlamakla kalmamakta bir yandan da türlerin genetik farklılaşmalarına sebep olmaktadır.(Creel vd., 2019; Tucker vd., 2018). Bunlara ek olarak da yol kazaları türlerin ölümleri üzerinde oldukça fazla baskı oluşturmaktadır. Hesaplamalar sonucu sadece tahmini olarak sadece Avrupa’da 194 milyon kuş 29 milyon memeli bireyi yol kazalarında öldüğü tahmin edilmektedir (Grilo vd., 2020). 2050 yılına kadar da 25 milyon km yol daha yapılacağı düşünülürse ekosistemleri ve türleri korumak için hızlıca eylem planlarına geçilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Laurance vd., 2014).

Forman,1998’de yol ekolojisi alanında ilgili birim ve sektörleri genel olarak şu şekilde sıralamıştır;

- a) Ulaşım organizasyon topluluklarının mühendisleri, sosyo-ekonomistleri, akademisyenleri, çevre mühendisleri, plancıları
- b) Devletin otoyol ve yol yapımından sorumlu bakanlık veya ajansları
- c) Yaban hayatı uzmanları
- d) Yerel yönetimlerin yol ajansları
- e) Genel ve özel ormancılık faaliyeti gösteren birimler
- f) Doğal kaynaklar alanında çalışan sivil toplum örgütleri
- g) Çevre eylem grupları

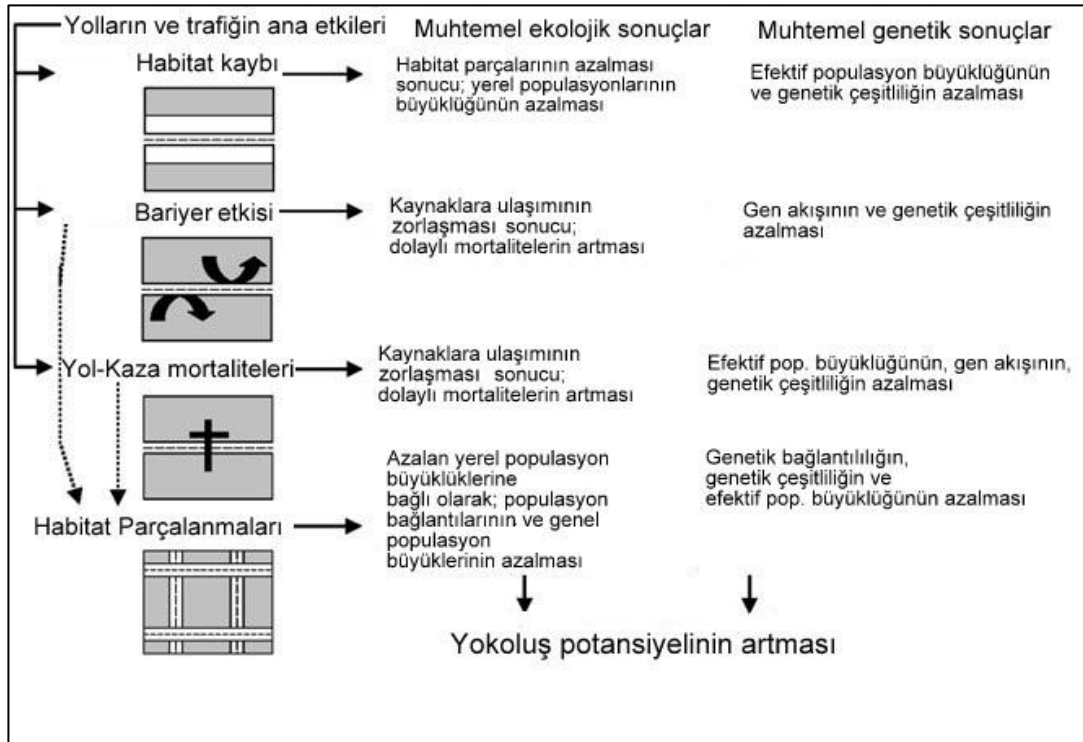
Bu ilgi gruplarının planlanlama da birlikte çalışmamaları yolların geçirgenliği azaltacak ve yerel yokoluşları hızlandıracak, hem de yolların güvenliğini tehlikeye atacaktır (Van Der Ree vd., 2015).

Birçok farklı türde de ortaya konan teorilerden biri de trafik yoğunluğunun taksonlar üzerinde bazen de tür düzeyinde farklı kimliklerin oluşmasını ortaya çıkarttığı yönündedir. Yaban hayvanlarının daha hızlı, sakin veya çekingen gibi özelliklerinin olduğu, bu davranış farklılıkların mortalite oranlarını değiştirdikleri düşünülmektedir (Jacobson vd., 2016, Loraamm vd., 2021).

IUCN listesindeki büyük memelilere yönelik tehditlerin büyük bir kısmını yollar oluşturmaktadır. Özellikle vaşak, jaguar, leopar, bozayı gibi geniş alan kullanan türler bu tehditlerden en çok etkilenen türlerdir (Hasse vd., 2017). Hayvan bolluğuna yolların etkisini 79 bilimsel çalışma kullanılarak derlendiği bir makalede 131 tür için 114'ün negatif, 22'sinin pozitif 56'sının ise nötr olarak etkilendiğini belirtilmiştir (Fahrig ve Rytwinski, 2009). Bu derlemede negatif etkinin görüldüğü büyük memeli türlerin bir kısmı bozayı, kurt, vaşak, kızıl tilki ve yaban domuzundan oluşmaktadır. Pozitif etkinin görüldüğü *Canis* cinsine ait ülkemizde *Canis aureus* (Çakal)' a filogenetik olarak yakın olan *Canis latrans* (Kuzey Amerika Çakalı)'ın insan aktivitesinin olduğu alanlarda alt geçiş yapılarında geçiş sayısını doğal alanlara göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Sandra J vd., 2004). Yakın zamanda Kuzey Amerika'da yapılan bir çalışmada da insan ayak izinin artması sonucu bozayı, vaşak ve kurt gibi türlerin negatif bir şekilde etkilendiği ve insan kaynaklı varlığın arttığı zamanlarda çok daha az alanları kullandığı gözlenmiştir. Kuzey Amerika çakalı, kızıl tilki gibi daha küçük vücut büyüklüğüne sahip türlerin alan kullanımında insan varlığından göreceli olarak daha tolere edebildiği tespit edilmiştir (Suraci vd., 2021).

Yol kazaları sonucu ortaya çıkan karkaslardan beslenen türler birçok zoonotik hastalığında yayılmasını artırmaktadır. Örneğin Portekiz'de yol kazalarında Canidae familyasına ait bireylerin yüzde 15'inde paratüberkuloza neden olan *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* bakterisi pozitif olarak bulunmuştur ve yayılımını artırdığı tahmin edilmektedir (Matos vd., 2014, Millán ve Becker, 2021).

Bir yaban hayvanı populasyonunun büyüklüğünde ve çeşitliliğinde şiddetli ve geçici bir azalma genetik darboğaz olarak ifade edilmektedir. Bir arazinin doğal peyzaj bileşenlerinin boyutlarının, şekillerinin ve bulunuş frekanslarının bozulacak şekilde, insanoğlu tarafından bölünmesi, değiştirilmesi, parçalara ayrılması ise habitat parçalanması, kaybolması ise habitat kaybı olarak adlandırılmaktadır. Yol kazaları da bu üç duruma eklenince yollar türler için ciddi bir tehdit haline gelmektedir (Balkenhol ve Waits, 2009, Sunnucks ve Balkenhol, 2015). Türkiye’de yol ekolojisi alanında yapılan çalışmalarda yol kazalarının türler üzerinde negatif etkisini ortaya koymaktadır (Özcan ve Özkazanç, 2017, Özcan vd. 2021). Geçmişte yapılan yol ekolojisi verileri kullanılarak modelleme ile yapılan bir çalışmada Artiodactyla (Çift toynaklılar) takımına ait türlerin yoldan uzaklaşsa dahi yolun türler üzerindeki negatif etkisini görülmüştür. Tüm memeli türleri açısından değerlendirildiğinde de yolun etkisinin yoldan 5 km uzaklığa kadar etkili olduğu gözlenmiştir (Benítez-López vd., 2010). Yolların bu etkilerini ölçmek için ise birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler ve sağladığı bilgiler Çizelge 2.1’de özetlenmiştir (Smith ve Van Der Ree, 2015)



Şekil 2.1 Yolların ekolojik ve genetik sonuçları (Balkenhol ve Waits, 2009'dan uyarlanmıştır.)

Çizelge 2.1 Yol ekolojisi çalışmalarında kullanılan yöntemler (Smith ve Van Der Ree, 2015'den uyarlanmıştır)

Yöntem	Veri Tipi	Hayvan tutma	Uzamsal boyut	Çözünürlük/Ölçek	Zorluk	Efor	Maliyet	Bu tezde kullanıldı mı?
Yol Kazaları/Ölü bulunan hayvanlar	Nokta	Hayır	Dar-Geniş	İyi	Düşük	Ortalama	Düşük	Kısmen
Hayvan İz	Nokta, çizgi	Hayır	Dar-Geniş	İyi	Düşük	Ortalama	Düşük-Ortalama	Hayır
Fotokapan	Nokta	Hayır	Dar- Orta	Orta	Düşük	Düşük	Düşük	Evet
Envanter(gözleme dayalı)	Nokta, çizgi, alan	Evet	Dar- Orta	Orta	Düşük	Ortalama	Düşük	Hayır
Envanter(müdahaleli)	Nokta	Evet	Dar	Orta	Ortalama	Yüksek	Yüksek	Hayır
Tasmalama	Nokta, hareket, alan	Evet	Dar-Orta	Orta	Yüksek	Yüksek	Düşük-Yüksek	Evet
Genetik	Nokta	Evet/Hayır	Dar-Geniş	Orta	Yüksek	Ortalama	Ortalama	Evet
Peyzaj/CBS modellemeleri	Nokta, hareket, alan	Hayır	Geniş	Yüzeysel	Yüksek	Düşük	Düşük	Hayır

2.2 Fotokapan Yöntemi ve Yol ekolojisinde kullanımı

Fotokapan yöntemi uzun yıllardır özellikle biyologlar tarafından yaban hayatında türlerin ekolojilerini ve davranışlarını anlamaya yönelik ve bu veriler aracılığıyla da korumaya yönelik çalışmalarında kullanılan müdahalesiz bir yöntemdir (O'Connell vd., 2011, Caravaggi vd., 2017).

Kanada Banff Milli Parkında bozayı türüne ait tek ya da aile bireylerinin; çeşitli ölçülerde menfez, altgeçit ve üstgeçitlerin geçiş için kullanımını karşılaştırdıkları çalışmada yavrulu dişi bireylerin menfezleri kullanmaktan kaçındığı, tekil bireylerin menfezleri de tercih ettiği, tüm gruplar açısından bakıldığında ise ölçüleri daha geniş olan üstyapıları menfezlere göre daha çok tercih ettikleri gözlenmiştir (Ford vd., 2017). Kızıl tilkiler Portekiz'de üstgeçitleri menfezlere göre daha çok tercih etmiştir (Azedo vd., 2022). Fakat az tercih edilmesine rağmen menfezler türlerin geçişinde önemli bir rol oynamaktadır (Helldin, 2022).

Arizona'da Artiodactyla takımına ait aynı bölgede yaşayan *Odocoileus hemionus* yaban hayatı için dizayn edilmiş altgeçit ve üstgeçitleri kullanırken *Antilocapra americana* özellikle yaban hayatı üstgeçitlerini tercih etmişlerdir (Sawyer vd., 2016). Polonya'da ise üst geçitleri tüm büyük memeli türlerin altgeçitlere göre daha fazla tercih ettiği gözlenmiştir (Mysłajek vd., 2020).

Kurt gibi predatör türlerin bulunmadığı kızıl geyik ve Cervidae familyasına ait *Odocoileus* cinsine ait iki tür, Arizona'da yaban hayatı altgeçitlerinde uzun dönem videokapanlar ile izlenmiştir. Bunun sonucunda geçişlerin yüzde 68'ini kızıl geyik, yüzde 19'unu diğer *Odocoileus* türleri, geri kalan yüzde 13'ü ise Kuzey Amerika çakalı, kızıl tilki ve rakun gibi türler gerçekleştirmiştir (Gagnon vd., 2011).



Şekil 2.2 Isıya ve harekete duyarlı çalışan fotokapan (Fotoğraf: Ali Onur SAYAR)

2.3 Telemetri Yöntemi ve yol ekolojisinde kullanımı

Küresel konumlandırma sistemleri (GPS), coğrafi bilgi sistemleri (CBS-GIS) ve hareket istatistiklerini hesaplayan bilgisayar paketlerinin birlikte kullanımı, radyotelemetri verilerinin analizinin ilerlemesinde yardımcı olmuştur (Kernohan vd., 2001).

Telemetri ile belirlenen ilk öncelikli şeylerden bir yaşam (yurt) alanı kavramıdır. Yaşam alanı(Home Range) kavramı ilk kez 1943 yılında Burth tarafından bireyin av, beslenme, çiftleşme ve yavru bakımı gibi normal aktivitelerini gerçekleştirdiği alan olarak tanımlanırken, yıllar içerisinde başka etmenlerinde eklenmesiyle, belirli bir zaman periyodunda bir hayvanın ortaya çıkma olasılığının tanımlanmış olduğu alan tanımını almıştır ve gelişen teknoloji beraberinde yurt alanı hesaplama yöntemlerinin de çeşitlenmesini sağlamıştır. (Burt, 1943, Kernohan vd., 2001). Bu hesaplama

yöntemlerinden biri de *Kernel Yoğunluk Hesaplama* yöntemidir. Birçok yaşam alanı büyüklüğü hesaplama metodu mevcutken az sayıda nokta ile en uygun yöntem Kernel ve Minimum Konveks Poligon yöntemleridir. MCP geçmişte en sık kullanılan yöntemlerden biri olmasına rağmen günümüz bilgisayar programlarının yapabildikleri işlemlerden dolayı basit kalmaktadır, hem de bayağı bir hesaplama yaptığından dolayı yanıltıcı olabilmektedir. Bu yüzden Kernel yoğunluk hesaplama daha bilgi verici bir hesaplama sunabilmektedir (Seaman vd., 1999).

Hırvatistan'da tasmalanan bozayılarda yurt alanı büyüklüğünün; geceleri gündüzlere göre, bahar aylarında ise sonbahara göre daha geniş olduğu ve gençlerin yetişkinlere göre 3 kat daha az yurt alanı kullandığı tespit edilmiştir (De Angelis vd., 2021). Örneğin Avrupa genelinde 125 adet GPS tasmalı vaşağın yurt alanı olarak kullandığı alanların, yollar ve antropojenik yapılardan daha uzak olduğu ve bu bölgelerden kaçındığı belirlenmiştir (Ripari vd., 2022). Aralarında kızıl geyik ve karacanın da olduğu 5 otçul bireye ait 710 tasmalı bireyin, yollar ve doğal bariyerler (uçurum, vadi dipleri, orman kenarları) gibi lineer özellikleri yurt alanı periferinde yer işareti olarak kullandıkları ve bu türlerin yurt alanı büyüklüğünü sınırlandırdığı ve böldüğü ortaya çıkmıştır (Seigle-Ferrand vd., 2022). Güney Kaliforniya'da bir alandaki 18 tasmalı dağ aslanının bölünmüş bir otoyolu 19 kez geçtiği, fakat bu 18 bireyin yalnızca 9'unun geçiş işleminin gerçekleştirdiği, bu 9 bireyinde yalnızca 3'ünün birden fazla kez geçiş yaptığı) telemetri çalışmasıyla tespit edilmiştir (Dickson vd., 2005). Bir diğer çalışmada Güney Amerika'da jaguarların yol kazaları ve habitat parçalanmalarından negatif etkilendiği ve özellikle dişilerin yurt alanını sınırlandırdığı tasma verileriyle ortaya konmuştur (Colchero vd., 2011). Kaliforniya'da şehir çevresinde yaşayan *Lynx rufus*'ların ise yolların etkisinin erkeklerin yaşam alanlarını kısıtladığı ve yol kazalarına daha çok maruz kaldığı gözlenmiştir (Poessel vd., 2014).

Slovakya'da bozayılın otoyol çevresindeki etkileri tasma takılarak ve yaban-hayatı kazalarına bakarak araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda tasma verisinin sağladığı veri sayesinde erkek bireylerin karşıya geçme davranışlarının dişilere göre daha fazla olduğu gözlenmiş ve bu durumun daha çok geniş alan kullanmasına ve daha çok besine ihtiyaç duymasından kaynaklandığı gözlenmiştir (Skuban vd., 2017).

Kuzey Amerika’da 2005- 2010 yılları arasında Cervidae familyasından *Rangifer tarandus* 53 tasmalı bireyinin %77’si otoyoldan karşıya geçmemiş, alandaki otoyol yapımı ve kullanımı da arttıkça da yoldan kaçınma davranışının daha fazla görüldüğü tespit edilmiştir (Leblond vd., 2013). Norveç’te telemetri ile izlenmiş kızıl geyik bireylerinin trafiğin daha az olduğu saatte geçiş yapılarını kullandıkları belirlenmiş, dişilerinde erkeklere göre daha fazla geçiş gerçekleştirdikleri, geçişlerin ise daha çok ortaya konmuştur (Meisingset vd., 2013). Hatta memelilerden daha kısa ömürlü diğer taksonlara ait canlıları ait populasyonlarda yapılan telemetri çalışmaları bile bariyer etkisi yarattığını göstermektedir (Shepard vd., 2008). *Lynx rufus*’lara takılan 28 tasmalı bireyin 4’ünün yol kazası sonucu olduğu tespit edilmiştir. Bu bireylerin 5dakikada bir alınan GPS verileriyle karşıya geçmeyenlerin neden geçmediği, geçenlerin ise daha sık geçtikleri sıcak noktalar belirlenmiş son olarak da bireylerin ekolojik koridorları sıklıkla kullandıkları tespit edilmiştir (Serieys vd., 2021). Yunanistan’da tasmalanan bir kurt bireyinin ise yollardan kaçındığı karşıya geçmeyi başaramadığı tespit edilmiştir (Karamanlidis vd., 2017).

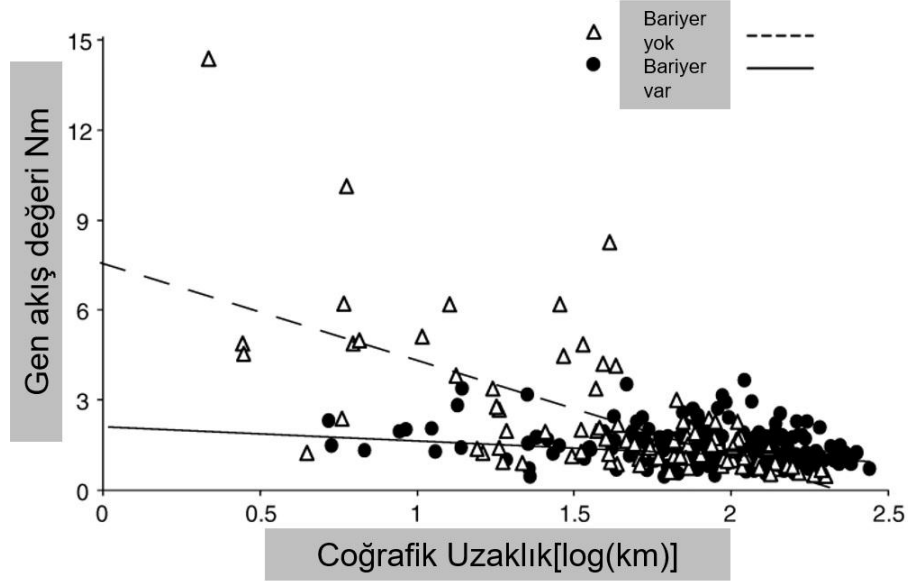
Türkiye’de telemetri yöntemiyle yol ekolojisi alanında çalışma yapılmamış fakat bir diğer antropojenik yapı olan çöp tesislerini beslenmek için ziyaret eden bozayılara tasma takılmış, çöp tesisinin populasyon içerisinde bile beslenme davranışı farklılıklarına sebep oldukları tespit etmişlerdir (Cozzi vd., 2016). Türkiye’deki bozayı ile ilgili bir diğer çalışmada Artvin’de 4 adet bozayının telemetri yöntemiyle yaşam alanı hesaplaması ve habitat tercihinin belirlenmesidir (Ambarlı, 2012).

Bu ve bunun gibi birçok örnek çalışma telemetri verisinin öneminin ve değerli olduğunu göstermiştir. Bu yöntemin yol ekolojisindeki dezavantajlarından biri türlerin hangi noktadan geçiş yaptığını gösterecek hassasiyeti veri aralıklarından dolayı her zaman gösterememesidir (Kusak vd., 2009, Smith ve Van Der Ree, 2015).

2.4 Genetik Yöntemi

Habitat parçalanmasının etkisini göstermek için yayınlanmış araştırmalarda gen akışı büyük bir yer kaplamaktadır (Cosgrove vd., 2018). Habitat parçalanmasının nedenlerinden biri olan yolların genetik çeşitliliğe etkisi üzerine birçok ülkede tüm hayvan sınıflarıyla ilgili çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda genel olarak gen akışı gibi çalışmalar için mikrosatelitler, filogenetik ve melezleşme gibi çalışmalar için ise mitokondriyal DNA(mtDNA) daha fazla kullanılan genetik araçlardır (Deyoung vd., 2005). Çalışılan hayvan sınıflarında da memeliler başı çekmektedir. Yollar hayvanların hareketine bariyerler oluşturarak bağlantılılığı azalttığı için (özellikle iki tarafı telle kapalı) göç ve gen akışına etki eder (Epps vd., 2005). Yollar sürekli olmasa dahi sıklıkla; popülasyon büyüklüğünü azaltır ve genetik sürüklenmeyi artırarak popülasyonun genetik çeşitliliğini azaltmaktadır (Holderegger ve Di Giulio, 2010, Balkenhol ve Waits, 2009). Özellikle ana yollar diğer yollara göre genetik çeşitliliğin azalmasında ve popülasyonların farklılaşmasında önemli bir etkiye sahiptir (Clark vd., 2010).

A.B.D’de yapılan bir çalışmada ise *Lynx rufus* ve *Canis latrans* bireyleri radyo-telemetri ile farklı farklı bireyler 7 yıl boyunca izlenmiştir. Konum verileri de genetik verileri destekleyecek şekilde gen akışı değerlerinin düştüğü gözlenmiştir (Riley vd., 2006). İsviçre’de otoyol çevresinde bulunan karacalar ile yapılan çalışmalarda da geçiş yapamayan popülasyonlar arasında gen akışı değeri düşük bulunmuştur (Kuehn vd., 2007). Fakat bu etkinin görülebilmesi ancak kısa zamanda gözlenemeyebilir ve geçiş yapabildikleri yapılar olduğu sürece gen akışı devam edebilmektedir (Van Manen vd., 2012). K. Amerika’da yapılan çalışmada ise doğal bulunan habitatlarda gen akışını doğal bariyerlerin aşırı etkilemediği, yolların oluşturduğu yapay bariyerlerin ise gen akışının düşük olmasında daha önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır (Proctor vd., 2012).



Şekil 2.3 Bariyerlerin gen akışı ile ilişkisi (Epps vd. 2005'den uyarlanmıştır)

Saha temelli yöntemler (fotokapan, yakalama, gözleme vs.) kısa zamanda türlerin geçişleri, geçiş yapıların durumları hakkında çıkarıma konusunda faydalı olmasına rağmen örnek büyüklüğünün darlığı, zamansal ve boyutsal anlamda kısıtlı çıkarım sağlamasından dolayı yolların yaban hayatına etkisini ölçmede kısıtlı kalmaktadır. Bu yüzden genetik yöntemler daha geniş bir çerçeveden bakabilmeyi sağlamaktadır. Genetik yöntemler aracılığıyla elde edilen mikrosatelitler efektif populasyon büyüklüğündeki indirgemeleri görmek için çok önemli bir araçtır ve bu koruma biyologları için oldukça değerli verilerin kısa zamanda elde edilmesini sağlamaktadır, özellikle nesli tehlike altında veya tehlike altındaki türlerin korunması için çözüm oluşturmaya yaramaktadır (Garza ve Williamson, 2001).

Genetik örnekler elde edilirken yaklaşım olarak iki yöntem vardır: “*müdahaleli*” ve “*müdahalesiz*”. Son yıllarda müdahalesiz yöntem ile yapılan genetik çalışmaların sayısı artmıştır. Bu yöntem yaban hayatı çalışmalarında geniş spektrumda çok efektif bir yaban hayatı araştırma yöntemidir. Fotokapan, anket, akustik kayıtlar, gibi yöntemler müdahalesiz yöntemlerin bir kısmını oluşturur. Diğer kısmında ise büyük çoğunlukla genetik ve diyet çalışmaları yer almaktadır (Zemanova, 2021).

Büyük memeli hayvanlarda kullanılan “müdahalesiz yöntemlerin” başında ölü bulunmuş hayvanlardan alınan dokular, kıl tuzakları veya sürtünme ağacından elde edilen kıl dokuları ve dışkılarından elde DNA örnekleri gelmektedir. Bu yöntem kullanılarak genetik çeşitlilik, populasyon yapısı, populasyon büyüklüğü, eşey tayini, çiftleşme sistemi, envanter sayımı, birey tayini, nadir veya yakalanması zor hayvanların varlığı gibi birçok çalışmaya araç görevi görmektedir (Waits ve Paetkau, 2005). Bu veriler türlerin koruma politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Taberlet ve Bouvet, 1994). Aynı zamanda genetik örnekleme yöntemi ile çok kısa sürede veriler elde edilebilmektedir. Genetik örneklerin elde edilmesinde ise müdahalesiz bir yöntem olan kıl tuzakları gibi yöntemlerin kullanımının artarak yaban hayvanı sağlığı açısından ve sağladığı bilgiler ile önemi son yıllarda giderek artmıştır (Zemanova ve Boyer, 2019) Örneğin Orta Amerika’da yapılan bir çalışmada 19 günlük bir arazi çalışmasıyla potansiyel memeli türlerin %74’üne ait kıl örnekleri elde edilmiştir (Castro-Arellano vd., 2008). Müdahalesiz yöntem ile yapılan çalışmalarda hayvanların strese ve buna bağlı olarak herhangi bir hastalığın oluşma riskini de engellenmiş olur (Nuvoli vd., 2014). Örneğin K.Amerika’da bozayların populasyon yapısı ve yaşam alanları sadece kıl tuzakları kullanarak ortaya konmuştur (Kendall ve Mckelvey, 2008).

2.5 Anadolu Otoyolu

Anadolu Otoyolu 28 Aralık 1984 tarihinde açılışı yapılmış olan Türkiye’nin ilk otoyoludur. Bu otoyolun yaban hayatına etkisi hakkında fikir sahibi olabilmek için Ankara-Dörtdivan arasında son yıllarda gerçekleşen büyük memeli yaban hayvanı kazalarının KGM’de kayıtlı olanları talep edilmiştir. Ayrıca tez çalışması sırasında da Anadolu Otoyolu’nda gerçekleşen kazalar takip edilmiştir. Bu kazalar Çizelge 2.2.’de verilmiştir. Türkiye’de yollarda gerçekleşen yaban hayvanları kaza verileri KGM ve DKMP tarafından etkin bir şekilde tutulmamaktadır, ayrıca KGM tarafından kayıt altına alınan kazalarda çoğu zaman evcil-yaban hayvanı ayrımı yapılmamaktadır. Dünyada da bazı ülkeler bu durumu ciddi bir şekilde ele alsalar daha bazı ülkeler bu konuda yeterli altyapıyı henüz sağlayamamıştır (Abra vd., 2018).

Çizelge 2.2 Anadolu Otoyolu'ndaki yaban hayvanı trafik kazaları

N o	Tür	Tarih	Veri Kaynağı	Ek Bilgi
1	Bozayı	25.09.2016	Yol-Geçiş Projesi	Proje süresi içerisinde gerçekleşen bir kaza
2	Bozayı	5.10.2016	Yol-Geçiş Projesi	Proje süresin içerisinde gerçekleşen bir kaza
3	Kurt	21.05.2014	KGM kayıtları	Anadolu Otoyolu O4-31-21-600m nolu nokta
4	Yaban Domuzu	25.02.2015	KGM kayıtları	Anadolu Otoyolu O4-31-12-100m nolu nokta
5	Kızıl Geyik	20.10.2014	KGM kayıtları	Anadolu Otoyolu O4-31-10-150m nolu nokta
6	Bozayı	10.06.2015	KGM kayıtları	Anadolu Otoyolu O4-31-15-500m nolu nokta
7	Bozayı	15.08.2015	KGM kayıtları	Anadolu Otoyolu O4-31-11-400m nolu nokta
8	Vaşak	2013	KGM- personel görüşme	KGM Cankurtaran Şefliği'nde postu bulunan vaşak
9	Kızıl Geyik	2014	KGM- personel görüşme	KGM Çeltikçi Şefliği'nde personel ile yapılan görüşme

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Hedef Türler

Tez çalışması kapsamında Ankara-Bolu Otoyolunun yaban hayatına etkisini görmek için bu otoyol ve çevresinde bulunan büyük memeliler hedef tür olarak belirlenmiştir. Arazi çalışması Aralık 2015-Ekim 2017 tarihleri arasında gerçekleşmiştir. Bu türler kızıl tilki, çakal, kurt, bozayı, vaşak, kızıl geyik, karaca ve yaban domuzudur. Bu türlerin güncel IUCN Küresel ve Akdeniz değerlendirmeleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Hedef türlerin IUCN durumları

Familya	Latince Adı	Tür Adı	IUCN	IUCN Akdeniz
Felidae	Lynx lynx	Vaşak	LC	EN
Canidae	Canis aureus	Çakal	LC	LC
Canidae	Canis lupus	Kurt	LC	LC
Canidae	Vulpes vulpes	Kızıl Tilki	LC	LC
Ursidae	Ursus arctos	Bozayı	LC	VU
Cervidae	Cervus elaphus	Geyik	LC	*
Cervidae	Capreolus capreolus	Karaca	LC	LC
Suidae	Sus scrofa	Yaban Domuzu	LC	LC

*Değerlendirilmemiş

3.2 Çalışma Alanı

Çalışma alanı Anadolu Otoyolu’nun Ankara ili Kahramankazan otoyol gişelerinden başlamakta, Bolu Dörtdivan Metro Tesisleri’ne kadar bölümünün hem yol altında hem de yolun iki tarafında 5’er km’lik tampon alanlar içerisinde gerçekleşmiştir. Bu otoyol hattı boyunca çalışma alanı olarak; hem otoyolun altında bulunan yolun diğer tarafına geçişi sağlayan menfez, viyadük ve altgeçitler (otoyol altı yol) kullanılmış hem de çevresindeki yaban hayvanlarının yaşam alanlarında bu çalışma gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1 Çamlıdere mevki ve Anadolu Otoyolu (Fotoğraf: Ali Onur Sayar)



Şekil 3.2 Cankurtaran mevki iğne yapraklı ormanlar ve Anadolu Otoyolu (Fotoğraf: Ali Onur Sayar)

Çalışma alanı ilçe sınırlarına göre mevkiler belirtilmiştir. Buna göre başlangıç bölgesi Ankara olarak belirlenmiştir. 5 genel bölgeden oluşmaktadır. Bunlar Kahramankazan, Kızılcahamam, Çamlıdere, Cankurtaran ve Gerede-Dörtdivan bölgeleridir (bkz. Şekil 3.7). Çalışma alanının tampon alan içerisinde kalan Corine ve meşcere haritalarının birlikte sınıflandırılmasıyla 12 kategoriye ayrılmıştır. Genel arazi örtü sınıflarının dağılımı Çizelge 3.2’de verilmiştir. Alanın büyük çoğunluğu tarım alanlarından oluşmaktadır. Tarım alanlarının büyük çoğunluğu Kahramankazan ve Gerede-Dörtdivan bölgesindedir. Bozkır alanlar ise Kızılcahamam ve Çamlıdere bölgesindedir. İğne yapraklı ormanlar ise Cankurtaran mevkisinde yer almaktadır.

Çizelge 3.2 Arazi örtü sınıflarının tampon alan içerisindeki dağılımı

No	Fizyonomi	Alan Olarak Yüzdesi
1	Tarım	44,72
4	Bozkır	21,54
7	İğne yapraklı orman	12,49
2	Çalılı bozkır	9,25
5	Ağaçlı bozkır	4,32
6	Antropojen	2,61
9	Açık	1,78
3	Ağaçlı çalılı bozkır	1,35
11	Su	0,93
8	Geniş yapraklı orman	0,37
10	Karışık orman	0,36
12	Yol	0,28

3.3 Yöntem

Bu tez çalışmasında belirtilen amaçlara ulaşmak için üç farklı yöntem kullanılmıştır. Bunlar fotokapan, telemetri ve genetik yöntemlerdir. Bu yöntemler Çizelge 3.3.’te verilmiştir.

Çizelge 3.3 Kullanılan yöntemler ve amaçları

Fotokapan	Telemetri	Genetik
• Otoyol geçiş noktalarının izlenmesi • Türlerin otoyol çevresindeki yaşam alanlarındaki varlık/yokluk/sıklık durumlarını gösterme	• Türlerin genel olarak otoyol ile ilişkisini ortaya koyma • Bireylerin karşıya geçişlerini belirleme	• Mikrosatellitler aracılığıyla yolun sağ ve sol tarafındaki populasyonların gen akışının ve genetik farklılaşmanın belirlenmesi

3.3.1 Fotokapan yöntemi

Tüm tez çalışması boyunca fotokapanlar çeşitli soruları cevaplamak için önemli bir araç olarak kullanılmıştır. Öncelikle otoyol altı yaban hayatı geçiş noktalarındaki ve otoyol çevresindeki alanda kurulan fotokapan cihazlarından elde edilen veriler çalışmanın ana odaklarından birini oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra yardımcı araç olarak da yakalama- tasmalama çalışmalarında gözlem ve haber almak amacıyla kullanılmıştır. Son olarak da kıl tuzaklarına gelen türleri gözleme amacıyla kurulmuştur. Hem otoyol altına yerleştirilen hem de otoyol çevresine yerleştirilen fotokapanların ayarları aynı şekilde ayarlanmıştır. Bu ayarlar her bir tetikleme anında 3 adet art arda fotoğraf çekecek, her bir tetiklenme olayından sonra 15 saniye boyunca uyku moduna geçecek ve düşük sensörde çekecek şekilde ayarlanmıştır. BUSHNELL™ ve KeepGuard™ marka fotokapanlar kullanılmıştır. Tüm çalışma boyunca toplam kullanılan fotokapan sayısı 260 adettir. Yakalama çalışmalarında kullanılan fotokapanlar çalışmanın ilerleyen dönemlerinde karelej fotokapan örnekleme için otoyol çevresine yerleştirilmiştir.

3.3.1.1 Otoyol altı geçiş noktalarına fotokapan yerleştirilmesi

Aralık 2015 tarihinden itibaren otoyolda yaban hayvanının geçiş yapması muhtemel olan menfez, viyadük ve altgeçit (otoyol altı yol) gibi yapılara fotokapan yerleştirilmiştir (şekil 3.3-5). Bu noktalar tez içerisinde bundan sonra istasyon olarak anılacaktır. Toplam 202 istasyon Eylül 2017 tarihine kadar toplam 22 ay kadar süreyle fotokapan aracılığıyla izlenmiştir. Bu fotokapanlar kurulurken, kurulduğu noktanın koordinatı (UTM formatında), geçiş yapısının hangi tip yapı olduğu ve bu yapının ölçüleri gibi özellikler kayıt altına alınmıştır. Çevresindeki habitatın genel özellikleri gibi bilgilerin yanı sıra kurulan fotokapanın nasıl çekim yapacağına dair veriler de kaydedilmiştir. Tüm bu bilgiler kurulum ve toplama esnasında ‘Fotokapan Kayıt Formu’na kaydedilmiştir. Bu form EK 2’de gösterilmiştir. Otoyol altında yerleştirilen tüm fotokapanlar betona sabitlenmiştir (şekil 3.6). Yerleştirilen otoyol altı geçiş noktaları Çizelge 3.4’te verilmiştir. Otoyol altı 202 istasyona 218 adet fotokapan yerleştirilmiştir (istasyondan daha fazla fotokapan kurulmasının sebebi bazı menfezlerin iki kanallı olmasından kaynaklıdır, veri kaybetmemek adına bu tip menfezlere 2 adet fotokapan kurulmuş ve tek bir istasyon olarak kabul edilmiştir (şekil 3.7).



şekil 3.3 Anadolu Otoyolu’nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden menfez örneği (Fotoğraf:A.O. Sayar)



Şekil 3.4 Anadolu Otoyolu'nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden altgeçit örneği
(Foto:A.O. Sayar)



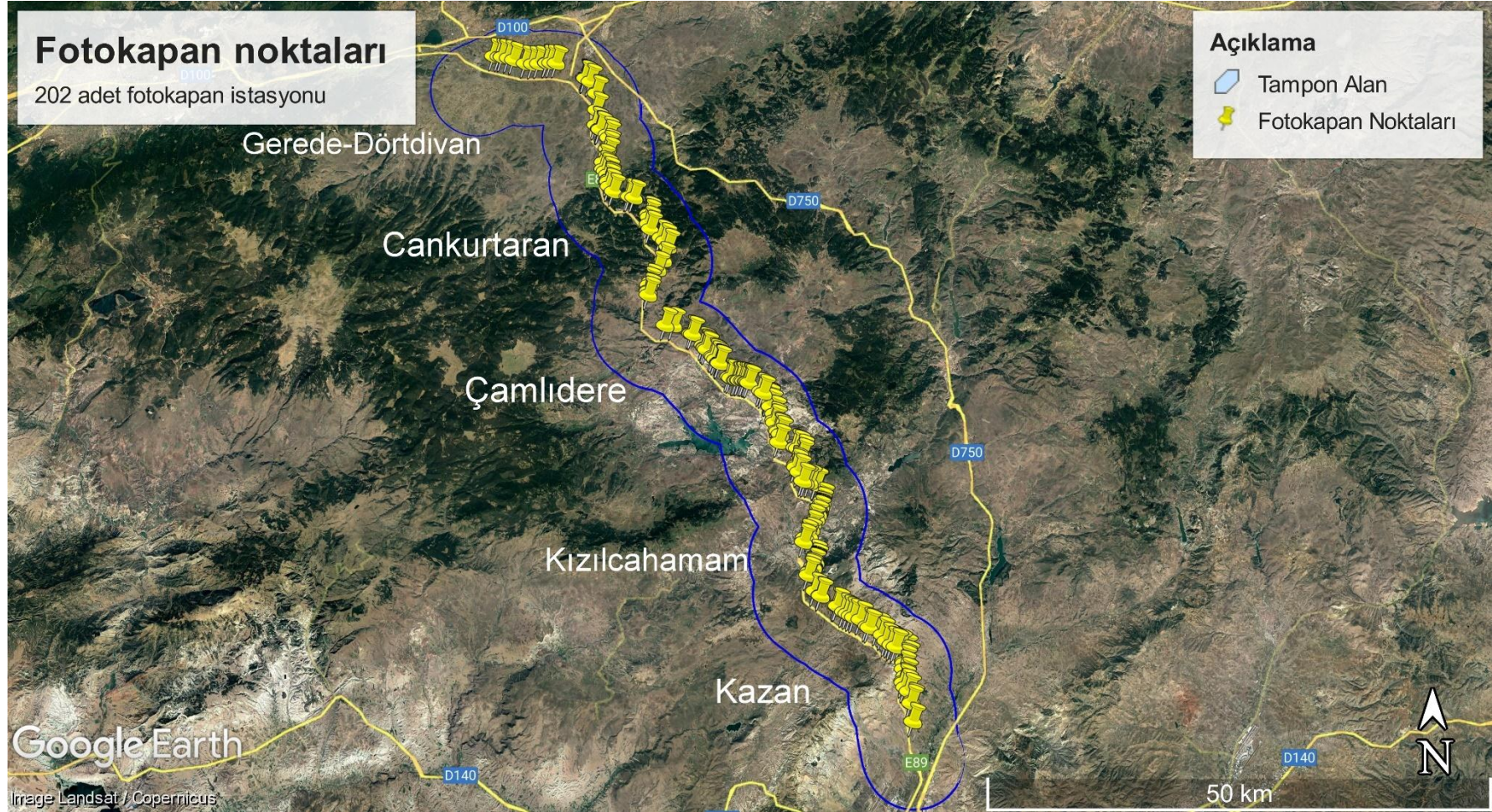
Şekil 3.5 Anadolu Otoyolu'nda geçirgenliği sağlayan yapı tiplerinden viyadük örneği
(Foto: A.O. Sayar)



Şekil 3.6 Menfez altına fotokapan kurulumu (Foto: Deniz Özüt)

Çizelge 3.4 Alanda karşı tarafa geçişi sağlayan yapılara yerleştirilen fotokapanlar ve bu yapıların ölçüleri

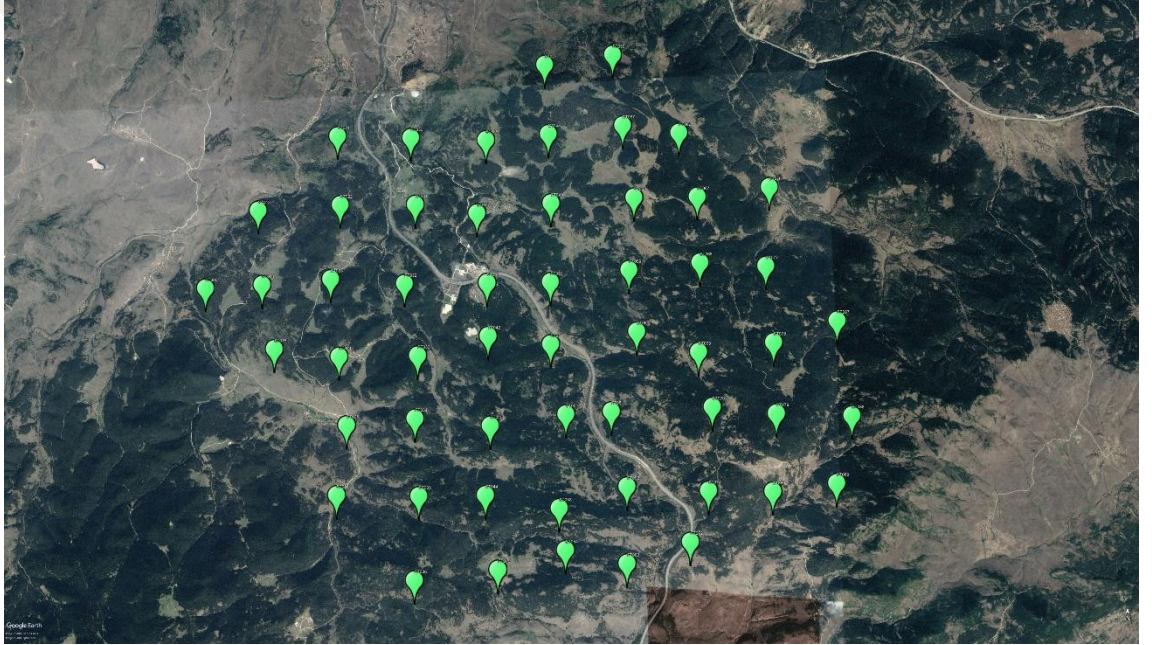
Geçiş Tipi	Fotokapan Adedi	En		Yükseklik		Uzunluk	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Menfez	124	1,0	4,0	1,0	5,0	50,0	280,0
Yol	25	2,5	16,0	3,5	8,0	40,0	100,0
Viyadük	53	200,0	530,0	40,0	121,0	40,0	2075,0



Şekil 3.7 Geçiş noktalarına yerleştirilen fotokapan konumları, mevki isimleri, tampon alan ve çevresinin genel uydu görünümü

3.3.1.2 Otoyol çevresine fotokapan yerleştirilmesi

2017 yılı mart ayı içerisinde toplam 55 adet fotokapan alanın seçilen bölgesine yerleştirilmiştir. Otoyolun sağ ve sol taraflarında 5 km'lik tampon içerisinde kalan alana karelaj (kareleme) yapılmıştır. Bu alana denk gelecek şekilde 55 fotokapan noktası ortaya çıkmıştır (Şekil 3.8). Kareleme şeklinde yerleştirilmesinin sebebi nesnel bir gözlem yapmayı sağlamak amaçlıdır. Bu fotokapanların yerleri belirlenirken 1,5km X 1,5km'lik karelerin ortasına denk gelecek şekilde, yaban hayvanlarının yoğun olarak bulunduğu ormanlık alanlara yerleştirilmiştir.



Şekil 3.8 Cankurtaran mevkisine karelaj yöntemiyle yerleştirilmiş fotokapan istasyonları

3.3.1.3 Yakalama-kıl tuzağı fotokapanları

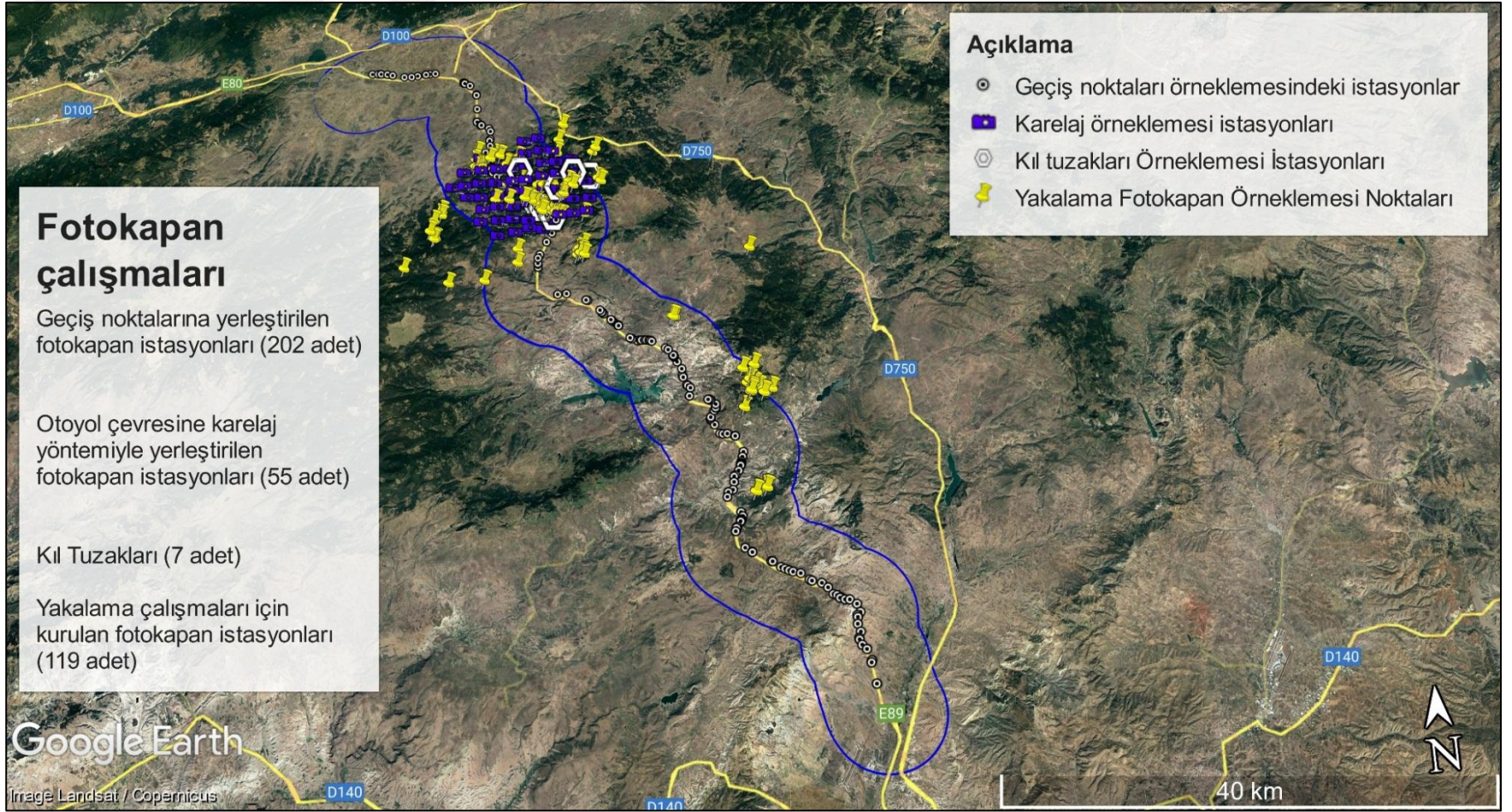
48 adet fotokapan 119 farklı istasyona yaban hayvanı yakalama çalışmalarında yardımcı olması amacıyla yemleme, yakalama yapılacak alanı belirleme, kurulan kapanı gözleme ve yeni yakalama yerleri belirlemek için fırsatçı yöntem kullanılarak değişik zamanlarda kurulmuştur. Bu fotokapanlar alanın birçok yerine dağıtılmıştır. Bu fotokapanlardan

bazıları da türlerin yakalanma anlarında haber alma amacıyla kurulmuştur. Yakalama çalışmaları sonlandıktan sonra bu 48 cihaza ek olarak 7 cihaz daha eklenmiş karelaj fotokapan çalışmalarında kullanılmıştır. Son olarak ayrı bir 7 adet fotokapanda genetik örnek elde edilmek için kurulan kıl tuzaklarını gözlemek için kullanılmıştır. Kullanılan fotokapanlar ile özet bilgi Çizelge 3.5'te ve uydu görüntüsü Şekil 3.9'da verilmiştir.



Çizelge 3.5 Kurulan fotokapanların özet listesi

Fotokapanlar	Fotokapan Adedi	İstasyon Sayısı	Çalışma Alanı	Metot	Süre	Tarih	Amaç
Otoyoldaki geçiş noktalarına kurulan fotokapanlar	218	202	Ankara-Dörtdivan arası Anadolu otoyolu (110 km)	Her bir geçiş noktasına	22 ay	Aralık 2015 Eylül 2017	Otoyol altındaki geçiş noktalarını hangi türlerin hangi yapıları ne sıklıkla kullandığını ortaya çıkarmak
Otoyol çevresindeki alana karelej yöntemiyle kurulan fotokapanlar	55	55	Yaban hayvanlarının yoğun olarak yaşadığı Cankurtaran mevkesine	1.5x1.5 km kareleme metoduyla karelej fotokapan örnekleme	6 ay	Mart 2017- Ekim 2017	Otoyol çevresindeki alandaki türleri belirlemek Türlerin yola uzaklık ile ilişkisini ortaya çıkarmak
Yakalama çalışmaları için kurulan fotokapanlar	48	119	Yakalama yerleri	Yakalamaya imkân verecek noktalarda yem/ilgi çekici bir madde kullanarak fırsatçı yöntem ile kurulmuştur	12 ay	Aralık 2015- Aralık 2016	Yakalanma yerlerinin belirlenmesi Yakalama kapan kafeslerini çevresindeki hayvan hareketlerini gözlemek Tür yakalandığında anında haber alma
Kıl tuzakları	7	7	Cankurtaran mevkesi	Videokapan	4 ay	Mayıs 2017- Ağustos 2017	Kıl tuzaklarına ziyaret eden türleri gözlemek



Şekil 3.9 Fotokapan istasyonlarının toplu halde görünümü

3.3.1.4 Fotokapan verilerinin analizi

Otoyol altı geçiş noktalarına ve otoyol çevresine yerleştirilen fotokapanlar her ay düzenli bir şekilde kontrol edilmiş, verileri toplanmış, alınanların yerine yenileri kurulmuş, pilleri bitenlerin pilleri değiştirilmiş ve verileri toplanmıştır. Toplanan verileri sınıflandırmak için PHP™ yazılımı tabanlı özel bir sınıflandırma programı bu çalışma özelinde tasarlanmıştır (şekil 3.10). Bu programa fotoğraflar yüklenmeden önce tek tek istasyon verileri girilmiştir. Programa veriler yüklenmeden önce bir önceki adım da boş fotoğrafların büyük bir çoğunluğunun hızlıca elenmesidir. İlk elemekten sonra programa fotokapanlardan gelen fotoğraflar programa yüklenmiştir. Programa yüklenen fotoğraflar sırasıyla sınıflandırılmıştır. Sınıflandırması yapılan kayıtlar izelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6 Programda sınıflandırılması yapılan kayıtlar

İnsan ile alakalı ya da belirsiz kayıtlar	Yaban Hayatı ile ilgili kayıtlar	Hedef trler
Boş	Kk memeli trleri	Kızıl tilki (<i>Vulpes vulpes</i>)
Ara	Porsuk (<i>Martes martes</i>)	Yaban domuzu (<i>Sus scrofa</i>)
Bykbaş Hayvan	Gelincik	akal (<i>Canis aureus</i>)
At	Leylek trleri	Bozayı (<i>Ursus arctos</i>)
Kkbaş Hayvan	Kuş trleri	Kurt (<i>Canis lupus</i>)
İnsan	Su samuru (<i>Lutra lutra</i>)	Vaşak (<i>Lynx lynx</i>)
Fotokapan kurulum fotoğrafları	Sansar türleri	Kızıl Geyik (<i>Cervus elaphus</i>)
Avcı	Kaplumbağa	Karaca (<i>Capreolus capreolus</i>)
Köpek		
Avcı		
Evcil Kedi		
Tanımsız		

Tüm kayıtlar sınıflandırıldıktan sonra program tüm fotoğrafları sayısal hale getirilmiştir ve bundan sonra hedef türler için süzme işlemi yapılmıştır. Süzme işleminden sonra her bir tür için mükerrer sayımın önüne geçmek için ve daha yalın sonuçlar için filtreleme işlemi uygulanmıştır. Filtreleme 1 saat olarak belirlenmiştir. Böylece bir istasyonu bir tür ziyaret ettiğinde aynı türün aynı 1 saat içindeki diğer ziyaretleri yok sayılmıştır. Hedef türler için tüm sınıflandırma ve filtreleme işlemi bittikten sonra fotoğraflardan birçok veri elde edilmiştir. Bunlar; türlerin geçiş için hangi yapıyı tercih ettikleri, türlerin kaç kere karşıya getikleridir.

FLANDIR

Önceki

576 Sınıflandırma Bekliyor İstasyon: FTK097 ID: 120 Cihaz: FTK097 ID: 115 Tarih: 2016-12-09 16:35

26 F-3 C

12-09-2016 17:39:25

Domuz 1 adet Yavru Yok

Kurulum Köpek aracı Büyükbaş

Domuz Çakal Ayı sansar porsuk

Tavşan Kurt avcı İnsan kuş

Kedi Vaşak Tanımsız su samuru

Geyik Karaca

Önceki

Varlık Yok

Devam Et

Sınıflandırma Bekliyor İstasyon: FTK001 ID: 21 Cihaz: FTK001 ID: 13 Tarih: 2016-08

27 F-3 C

08-17-2016 23:38:40

İncele

Etki

13 adet

Kurulum Köpek aracı Büyükbaş koyun at TBM Domuz Çakal Ayı sansar porsuk Tavşan Kurt gelinök kaplumbağa fare vs

İnsan leylek kuş Kedi Vaşak Tanımsız su samuru kuş Geyik Karaca

Varlık Yok

Devam Et

Altı

LİSTESİ

gru

Proje > İstasyon > Cihaz	İşlem Durumu	Varlıklar	Yavru	Tarih	İstasyon Tipi	Habitat Tipi	Yer Ö
ıyol_gecis İstasyon Cihaz Tümü Tilki					İstasyon Tipi	Habitat Tipi	Yer Ö
FTK033 / FTK033	Sınıflandırıldı	Tilki (1)	Yok	2016-12-19 02:21:44	Menfez	Bozkır	Taş
FTK055 / FTK055	Sınıflandırıldı	Tilki (1)	Yok	2017-01-07 01:49:56	Viyadük	Bozkır	Taş
FTK055 / FTK055	Sınıflandırıldı	Tilki (1)	Yok	2017-01-07 01:49:56	Viyadük	Bozkır	Taş
FTK055 / FTK055	Sınıflandırıldı	Tilki (1)	Yok	2017-01-30 22:33:40	Viyadük	Bozkır	Taş
FTK055 / FTK055	Sınıflandırıldı	Tilki (1)	Yok	2017-02-01 17:33:38	Viyadük	Bozkır	Taş

Şekil 3.10 Bu çalışma için yapılmış fotoğraf sınıflandırma programının ekran görüntüsü

31

3.3.2 Yaban hayvanı yakalama çalışmaları

Tez çalışması süresince hedef türleri tasma ile izleyebilmek için yakalama çalışmaları yapılmıştır. Hedef türlerden yalnızca kızıl tilki için yeterli küçük boyutta tasma olmadığı için özellikle bu tür için yakalama çalışması yapılmamıştır. Çalışmaların hepsi Cankurtaran mevki civarında gerçekleştirilmiştir. Bu bölge Ankara-Bolu sınırında bulunmaktadır. Bir kısmı Çamlıdere bir kısmı Gerede sınırları içerisinde kalmaktadır. Alandaki en büyük orman varlığının bulunduğu, kazaların da en sık yaşandığı bölgedir.

3.3.2.1 Bozayı yakalama çalışmaları

Toplam 12 adet yakalama kapanı farklı noktalara kurulmuştur (Çizelge 3.7). Kullanılan kapan **Aldrich Human Foot SnareTM** (Aldrich Animal Trap Co., Clallam Bay, WA) marka kapan kullanılmıştır (Şekil 3.11). Bu kapan bozayı yakalama da sıklıkla kullanılan güvenli bir kapandır. Yakalama yerleri belirlenirken yakalama fotokapanlarındaki veriler dikkate alınmıştır. Yakalama yerine kapan kurulmadan önce “kabin” sistemi kullanılmıştır. Bu sistemde alan çevresinde ağaçların arası kuru dallar ile kapatılmıştır. Ağaçların orta yerine yem bırakılmıştır. Sonrasında ise hayvanın geçebileceği genişlikte dar bir alan bırakılmıştır ve buraya *snare* tipi yakalama kapanı kurulmuştur. Burada amaç hayvanı kapana basmaya yönlendirip yakalama şansını artırmaktır.

Çizelge 3.7 kurulan bozayı yakalama kapanları

Kapan no	Mevki	Yem tipi
AK001	Mircekiraz yaylası	Elma, ölü yaban domuzu
AK002	Çoğullu yaylası	Elma, akciğer, içkembe
AK003	Beylik yaylası	Sakatat, ölü evcil hayvan
AK004	Tatlar yaylası	Ölü yaban domuzu
AK005	Beylik yaylası	Ölü evcil hayvan
AK006	Mircekiraz yaylası	Sakatat, elma, ölü yaban domuzu
AK007	Karapazar yaylası	Sakatat, elma, bal kovanı
AK008	Beylik yaylası	Ölü evcil hayvan, ölü yaban domuzu, bal kovanı
AK009	Beylik yaylası	Bal kovanı,
AK010	Mircekiraz yaylası	Bal
AK011	Havullu yaylası	Meyve
AK012	Aşağıovacık köyü	Ölü yaban domuzu



Şekil 3.11 Bozayı yakalamak için kullanılan snare kapan(Foto: A.O. Sayar)

3.3.2.2 Kurt yakalama çalışmaları

Kurt yakalama çalışlarında Livestock Protection Company™ adlı şirketin “7 no EZ GRIP” adı verilen kapanları kullanılmıştır (Şekil 3.12). Bu kapan kurt yakalama çalışlarında sıklıkla kullanılan bir kapan türüdür. Kurt yakalama çalışlarında et ve kurt idrarı kullanılmıştır. Kurt idrarı olarak *Pete Rickard’s Wolf Urine*™ marka kurt idrarı kullanılmıştır. Yakalama fotokapanlarından elde edilen verilerle kurtların yoğun gözlendikleri yerler belirlenmiş ve bu noktalara kurt kapanları kurulmuştur. Toplam 22 farklı alana kurt kapanı kurulmuştur (Çizelge 3.8).



Şekil 3.12 Kurt kapanı kurulumu (Foto: Emin Gündüz)

Çizelge 3.8 Kurt kapanlarının noktalar

Kapan no	Mevki	Yem tipi
KK001	Mircekiraz yaylası	Kurt idrarı
KK002	Beylik yaylası	Kurt idrarı
KK003	Beylik yaylası	Kurt idrarı
KK004	Mircekiraz yaylası	Kurt idrarı
KK005	Dörtkonak yaylası	Kurt idrarı
KK006	Dörtkonak yaylası	Kurt idrarı
KK007	Mircekiraz yaylası	Kurt idrarı
KK008	Mircekiraz yaylası	Yaban domuzu
KK009	Mircekiraz yaylası	Kurt idrarı
KK010	Mircekiraz yaylası	Kurt idrarı
KK011	Cankurtaran mevki	Kurt idrarı, Ölü tavuk
KK012	Dörtkonak yaylası	Kurt idrarı
KK013	Beylik yaylası	Yaban domuzu
KK014	Havullu mahallesi	Yaban domuzu
KK015	Dörtkonak yaylası	Ölü Tavuk
KK016	Sorkun mahallesi	Yaban domuzu
KK017	Mircekiraz yaylası	Ölü Tavuk
KK018	Dörtkonak yaylası	Ölü Tavuk
KK019	Dörtkonak yaylası	Ölü Tavuk
KK020	Mircekiraz yaylası	Ölü Tavuk
KK021	Kozyaka mahallesi	Kurt idrarı
KK022	Kozyaka mahallesi	Kurt idrarı

3.3.2.3 Yaban domuzu yakalama çalışmaları

Yaban domuzu yakalamak için tek kapılı kafes kullanılmıştır. Yakalama yerleri belirlenirken evcil hayvan aktivitesinin düşük olduğu ve GSM çeken yerler tercih edilmiştir. Bu yerlere kafes kurulmadan önce 2-3 gün arayla mısır bırakılmıştır. Yaban domuzları düzenli bir şekilde ziyarete gelmeye başlaması yakalama fotokapanları ile tespit edildikten sonra kafes yerleştirilmiş ve kafes içerisine yemleme çalışması devam

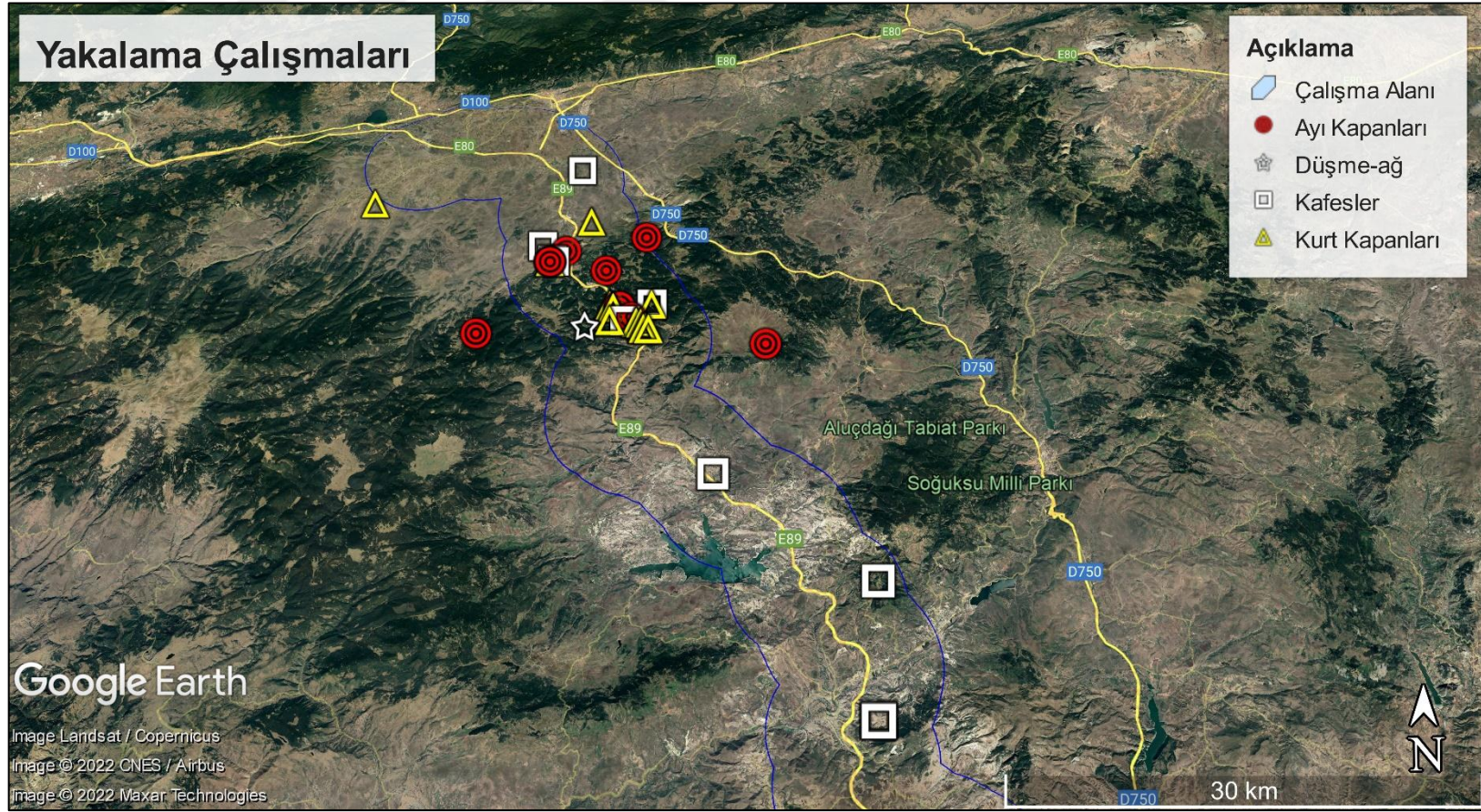
etmiştir. Hayvanlar kafes içerisine girdikten sonra kafes aktif hale getirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Yaban domuzu kafes yemlemesi

3.3.2.4 Kızıl geyik yakalama çalışmaları

Kızıl geyik yakalama çalışmalarında yaban domuzlarından bahsedilen kafese benzer bir kafes kullanılmıştır. Fakat bu kafes çevresi tel yerine iplik ağ ile kaplıdır. Bunun yanı sıra düşme-ağ adı verilen sistem kurulmuştur. Yem olarak yaban domuzunun ve evcil hayvanın alışmasını engellemek için kaya tuzu kullanılmıştır. Birçok noktaya kaya tuzu bırakılmış, yakalama fotokapanları ile bu noktalara kızıl geyiğin alışması süreci takip edilmiştir. Uygun olan yerlere bir adet “tek kapılı kafes (*clover trap*) bir adet de düşme ağ kurulmuştur (Peterson vd., 2003, Ramsey, 1986). Yakalama çalışmasının konumlarının uydu görüntüsü Şekil 3.14’te verilmiştir.



Şekil 3.14 Yakalama çalışmaları için kurulan kafes-kapan ve ağların konumlarının uydu görüntüsü

3.3.3 Tasma verilerinin analizi

Tasma verileri toplanırken tasmanın içerisinde bulunan GSM özelliği sayesinde araziden veri indirme gereği duyulmamış, tüm noktalar cihazda depolandığı için veri internet yoluyla elde edilebilmiştir. GPS'den kaynaklı hatalar (uydu sayısının az olması sonucu hatalı konumları) da elimine edilmiştir. Bu işlemler sonrasında tasma verileri analize hazır hale getirilmiştir.

Tasma verilerinin analizi yapılırken ArcGIS 10.5 kullanılmıştır. Yaşam alanı büyüklüğü hesaplamalarında ise ArcGIS aracı olan *HRT: Home Range Tools for ArcGIS 10* kullanılmıştır. Tasmalardan elde edilen koordinat verileri ile yaşam alanı büyüklüğü hesaplanmıştır. Yaşam alanı büyüklükleri hesaplanırken Kernel Yoğunluk yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada bireylere ait nokta sayılarının belirli bir düzen göstermemiştir. Bu yüzden Kernel Yoğunluk yöntemi az sayıda veri ile de düzgün hesaplamalar yapabilmektedir. Bu yöntemin kullanılmasının bir diğer sebebi de 50 noktadan sonra yurt alanının büyüklüğünü sınırlarının tahmininde sabit kalması, parametrik olmaması ve birçok aktivite merkezini hesaplayabilmesidir. Tasma verilerine bakılarak bireylerin karşıya geçişlerine bakılmıştır. Ayrıca kullandıkları noktalara denk gelecek şekilde hangi habitatları tercih ettiklerini görebilmek için orman meşcere haritaları altılık olarak kullanılmış ve karşılaştırılmıştır. Böylece hangi vejetasyonlarda daha sık bulunduklarının ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Son olarak da günlük ortalama kaç km hareket ettikleri hesaplanmıştır. Kernel yoğunluk yöntemine göre yaşam alanı büyüklüğünde %95, %85, %70 ve %50'lik yoğunlukları hesaplanarak daha yoğun veya seyrek kullanımları ortaya çıkarılmıştır. Karşılaştırma için %95'lik izohipsler kullanılmıştır (Van Manen vd., 2012).

3.3.4 Genetik örneklerin elde edilmesi

Tez çalışması sırasında bozayı ve yaban domuzu türlerinden genetik analizler için doku örnekleri toplanmıştır. Doku örnekleri toplanırken üç yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem yakalanıp tasmalanan yaban domuzu ve bozayıların kulaklarından doku örnekleri veteriner tarafından özel bir kulak makası ile alınmıştır. İkinci yöntem olarak da

müdahalesiz bir yöntem olan kıl tuzakları kullanılmıştır. Son olarak da trafik kazası veya ölü olarak bulunan hayvanlardan kas dokusu örnekleri toplanmıştır. Toplanan örneklerin listesi ve toplanma yöntemi ve mikrosatelit dizi sonuçları EK 5'te verilmiştir

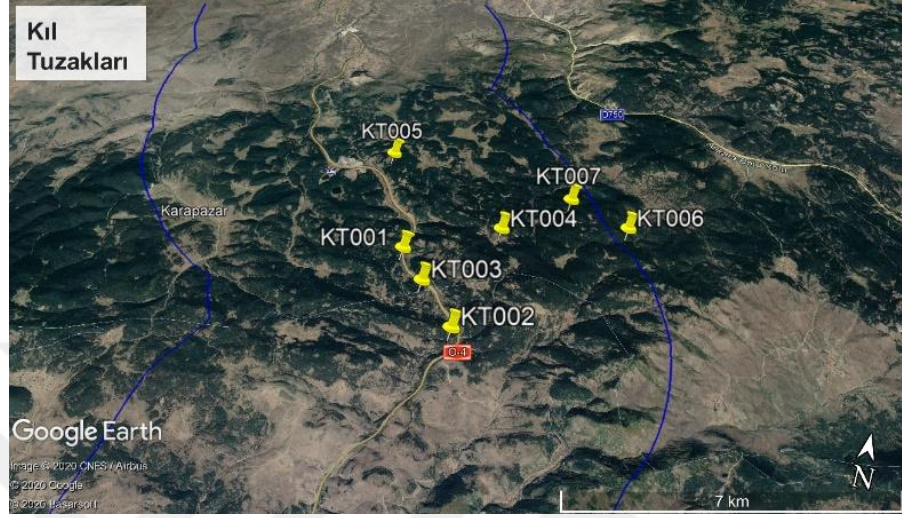
Kıl tuzakları; 4 adet ağacın gövdelerini birbirine bağlayacak şekilde dikenli teller aracılığıyla kurulmuştur (Şekil 3.15). Yükseklik ise hayvanların boyuna uygun olacak şekilde (ortalama 50-60cm) ayarlanmıştır (Kendall ve Mckelvey, 2008). Kıl tuzağından elde edilen örneklerde, özellikle kıl tuzağı istasyonları sık aralıklarla kontrol edilmiş, hem mükerrer örneklemenin önüne geçilmek için özen gösterilip farklı zamanlarda toplanan kıllar analiz için kullanılmıştır. Tel sistemi içerisinde birbirinden uzak kıllar seçilerek mükerrer örnek alımının önüne geçilmiştir. Bu kılların hangi türe ait oldukları belirlenirken hem videokapandan destek alınmış hem de kılların morfolojik olarak farklılıkları dikkate alınmıştır. Bu iki durum sayesinde kıllara ait tür tespiti kolaylıkla yapılmıştır. Toplanan her bir örnek konum ve tarih bilgisiyle zarflara konularak DNA izolasyonu ve sonrasında dizilenmesi için laboratuvara götürülmüştür. Laboratuvardaki izolasyon, PZR ve sekans çalışmaları BM LABOSİS şirketinde yapılmıştır.



Şekil 3.15 Kıl tuzağı kurulumu (Foto: Hakan Yılmaz)

Yaban domuzu için kurulan kıl tuzaklarına yem olarak mısır, bozayı için kurulan kıl tuzaklarına ise meyve veya et kullanılmıştır. Ayrıca her bir kıl tuzağının önüne video-

fotokapan kurulmuştur. 2-3 günde bir bu kıl tuzağı istasyonları kontrol edilmiştir. Kıllar dikenli yumakta toplanmış olarak bulunmaktadır. Toplam 7 adet kıl tuzağı istasyonu kurulmuştur (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Kurulan kıl tuzağı istasyonları

3.3.4.1 PZR protokolü

Mikrosatelit PCR çalışmalarında kullanılan karışımın içeriği ve PCR döngü programı Çizelge 3.9 ve 3.10’da verilmiştir. Bozayların mikrosatelit primerleri Uard2683, Uard3348, Uar23331, Uart838, Uart825 olarak belirlenmiştir (Kleven vd., 2012). Yaban domuzu için SW2496, SW2021, SW461 ve SW1514 mikrosatelit primerleri kullanılmıştır (Alexander vd., 1996).

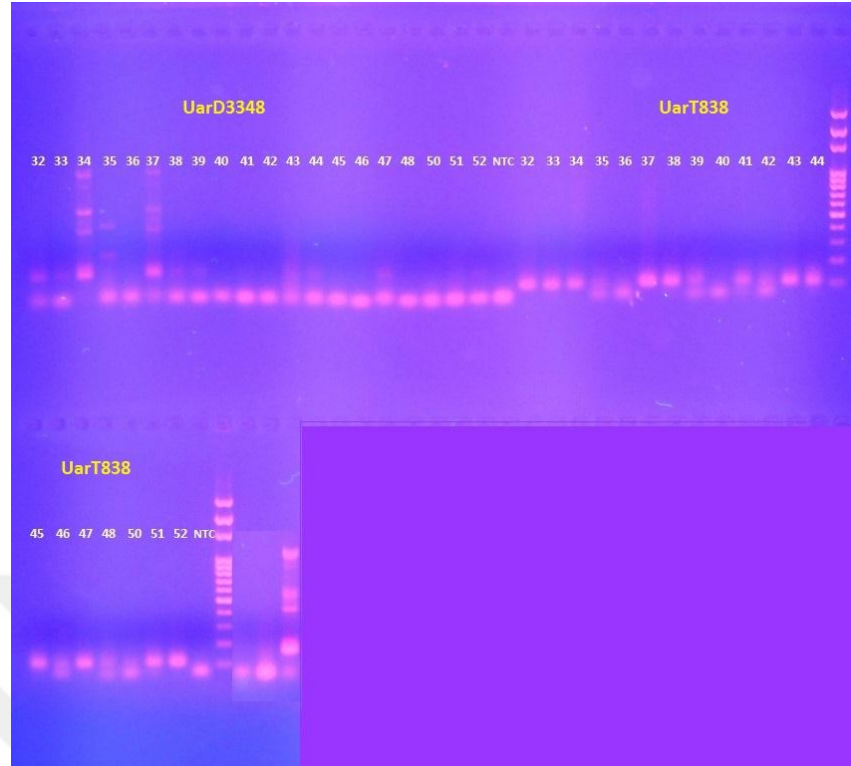
Çizelge 3.9 Mikrosatelit PZR için reaksiyon karışımları

Bileşen	Stok Kons.	Reak. Kon.	Hacim (µl)
PCR Buffer	10X	1X	2,5 µl
MgCl ₂	25 mM	2,5 mM	4 µl
dNTP mix	20 mM	0,2 mM	0,25 µl
İleri Primer	10 µM	0,4 µM	1 µl
Geri Primer	10 µM	0,4 µM	1 µl
Taq DNA Polymerase	5U/ µl	2 U	0,4 µl
DNA			5 µl µl
PCR grade su			10,85 µl

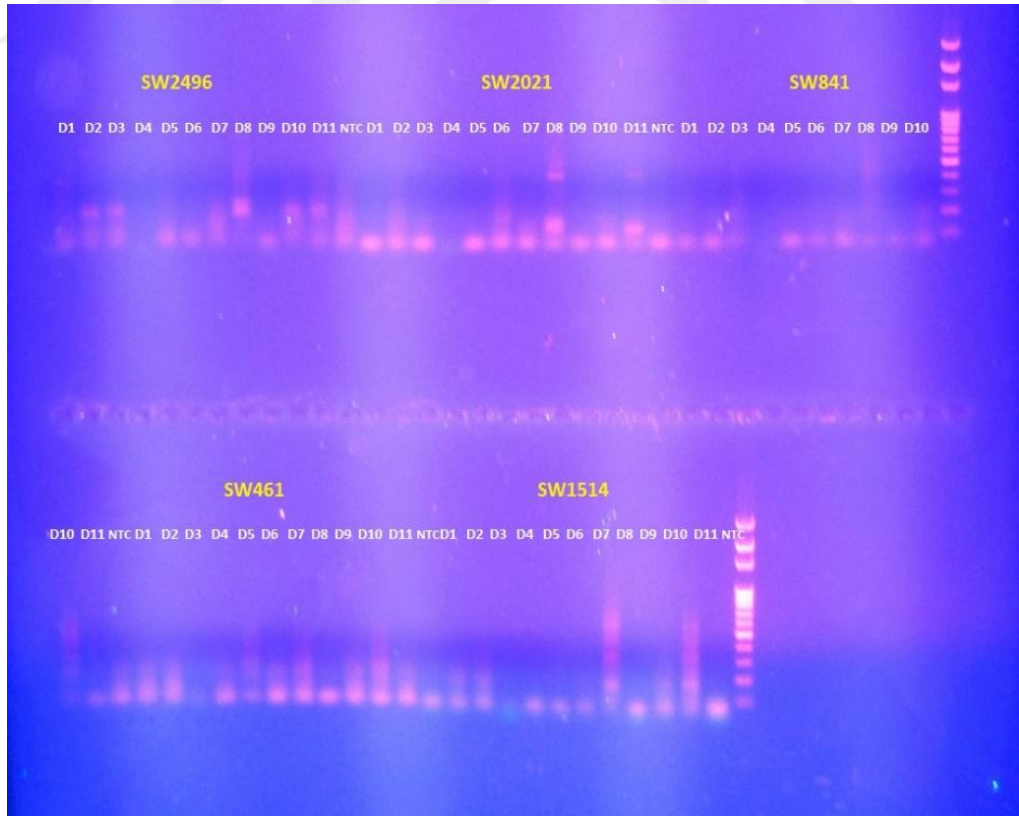
Çizelge 3.10 Mikrosatelit PZR için reaksiyon koşulları

Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü
95°C	13 dk.	1
95°C	40sn	40
55°C	45 sn	
72°C	45sn	
72°C	5 dk.	1
8°C	---	

PCR ile elde edilen amplifikasyon sonuçları 1x TBE tampon ile hazırlanan %1,5 agaroz jelde 100 volt akımda 75 dakika elektroforezde yürütülmüş ve ethidium bromide boyası kullanılarak UV ışığında görüntüsü alınmıştır (Şekil 3.17-3.18).



Şekil 3.17 Bozayı mikrosatelitlerinin elektroforez görüntüsü



Şekil 3.18 Yaban domuzu mikrosatelitlerinin elektroforez görüntüsü

3.3.4.2 Genetik verilerinin analizi

Bozayı ve yaban domuzu türlerinden müdahaleli veya müdahalesiz yöntemlerden elde edilen örneklerden DNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen DNA'lar, bozayı için 5 adet yaban domuzu için 4 adet mikrosatelit primeri çoğaltılmıştır. Başarılı reaksiyonlar elektroforez ile görüntülendikten sonra DNA dizileri elde edilmiştir. Son olarak dizileri genetik bilgisayar programları aracılığıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her iki tür içinde gen akışı, genetik çeşitlilik değerleri FSTAT ve GENETIX programları ile ortaya çıkarılmıştır (Goudet, 1995). Populasyonlar arasındaki genetik farklılaşmayı veya kendileşmeyi anlamak için F istatistikleri kullanılmıştır. $F_{is} = 1 - (H_o/H_s)$ değerinin yüksek olması heterozigot azlığını, düşük olması ise heterozigot fazlalığını ifade etmektedir. Bir diğer bakılan parametre F_{st} değeridir ($F_{st} = 1 - H_s/H_t$). Genetik farklılığın populasyonlar arasındaki durumunu ifade etmektedir. Bu değer 0-1 arasındadır. 0 değerine yakın değerler aynı allel frekanslarına eğilimde olduğunu 1 değeri ise farklı allellere fikse olduğunu gösterir (Weir ve Cockerham, 1984). Populasyonlar arasındaki gen akışını anlamak için N_m değeri kullanılmıştır. Populasyonlar arasındaki genetik farklılaşmayı boyutsal olarak görselleştirmek için faktöriyel bileşen analizi kullanılmıştır.

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışması Aralık 2015 itibariyle fotokapanların yerleştirilmesiyle başlamış Kasım 2017 tarihinde kıl tuzakları ve fotokapanların toplanmasıyla sonlanmıştır. 1 Ekim 2017 tarihinde tasmalı bireylerden son veri alınmıştır. Bu tarihlerden sonra genetik çalışmalar ve veri analizleri yapılmıştır.

4.1 Fotokapan Sonuçları

4.1.1 Geçiş noktaları fotokapan örnekleme

Geçiş noktalarında bulunan fotokapanlardaki tüm filtresiz kayıtlar Çizelge 4.1 ve 4.2’de gösterilmiştir. Toplam 747742 kayıt elde edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Yaban hayvanlarına ait toplam filtresiz kayıt sayısı 26089’dur. Yaban hayvanı filtresiz kayıtlarına göre en yüksek kayıt kırmızı tilkiye aittir. En düşük kayıt ise karacaya aittir. Hedef tür olmayan yaban hayvanlarında en yüksek kayıt kuş türlerine aittir en düşük kayıt su samurlarına aittir. Yaban hayvanı dışında kalan diğer kayıtların sayısı ise boş ve fotokapan kurulum/toplama fotoğrafları çıkarıldığında 575375’tir. En yüksek kayıt sayıları araç ve büyükbaş hayvanlara aittir. En düşük kayıt ise avcı olarak tespit edilen kayıtlardır. Bu çalışmanın sonraki aşamalarında sadece hedef türlerin filtreli kayıt sayıları dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.1 Filtrelenmemiş yaban hayvanı kayıtları

No	Tür	Kayıt Sayısı
1	Kızıl Tilki	5432
2	Çakal	5026
3	Yaban domuzu	4611
4	Kurt	3231
5	Sansar	2594
6	Kuş	2282
7	Porsuk	1062
8	Bozayı	954
9	Kaplumbağa	346
10	Gelincik	171
11	Küçük memeli	103
12	Vaşak	102
13	Leylek	99
14	Kızıl Geyik	32
15	Su samuru	30
16	Karaca	14
Toplam	Toplam	26089

Çizelge 4.2 Filtrelenmemiş diğer kayıtlar

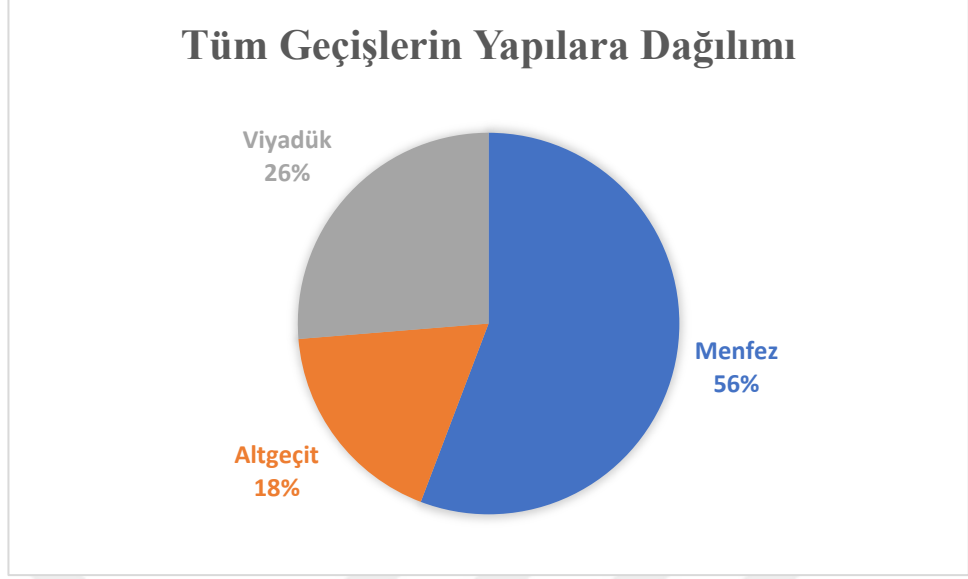
No	Kategori	K. Sayısı	No	Kategori	K. Sayısı
1	Büyükbaş evcil hayvan	279792	7	Kurulum/Toplama fotoğrafları	12546
2	Araç	217569	8	At	9486
3	Boş	133732	9	Küçükbaş evcil hayvan	8826
4	İnsan	33164	10	Kedi	625
5	Köpek	24776	11	Avcı	604
6	Tanımsız	533	TOPLAM 721653		

Kayıtlara göre hedef türler olan kızıl tilki, çakal, bozayı, kurt, vaşak, yaban domuzu, kızıl geyik ve karacaya ait toplam 5833 adet menfez, altgeçit ve viyadüklerden karşıya geçiş kaydı elde edilmiştir (Çizelge 4.3). 202 istasyonun 35’inde hedef türler geçiş yapmamıştır. Geri kalan 167 istasyonda bir defa da olsa hedef türlerinden biri geçiş yapmıştır. 202 istasyonda ortalama tüm hedef türler açısından ortalama geçiş sayısı 28,87 bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Geçiş yapılarının özellikleri ve toplam geçişler

Geçiş Tipi	Fotokapan	En		Yükseklik		Uzunluk		Toplam Geçişler			
		Min.	Maks.	Min.	Maks.	Min.	Maks.	Toplam	Ortalama Geçiş	Min.	Maks.
Menfez	124	1,0	4,0	1,0	5,0	50,0	280,0	3255	26	0	384
Altgeçit	25	2,5	16,0	3,5	8,0	40,0	100,0	1046	42	0	113
Viyadük	53	200,0	530,0	40,0	121,0	40,0	2075,0	1534	29	1	296
Toplam								5833	28,86	0	384

Tüm elde edilen yaban hayvanı geçişlerinin yüzde 56’sı menfezlerden, yüzde 26’sı viyadüklerden ve yüzde 18’i altgeçitlerden geçiş gerçekleştirmişlerdir.



Şekil 4.1 Tüm yabancı hayvanı geçişlerinin yapılar üzerine dağılımı

Toplam 202 istasyondaki fotokapanlar 102377 fotokapan günü çalışmıştır. Fotokapan günü hesaplamalarında da filtreli kayıtlar dikkate alınmıştır. Fotokapanlardan elde edilen filtreli kayıtlar ve fotokapan günü kullanılarak elde edilen “kayıt değerleri” Çizelge 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Türlerin toplam geçiş kayıtları ve kayıt değerleri

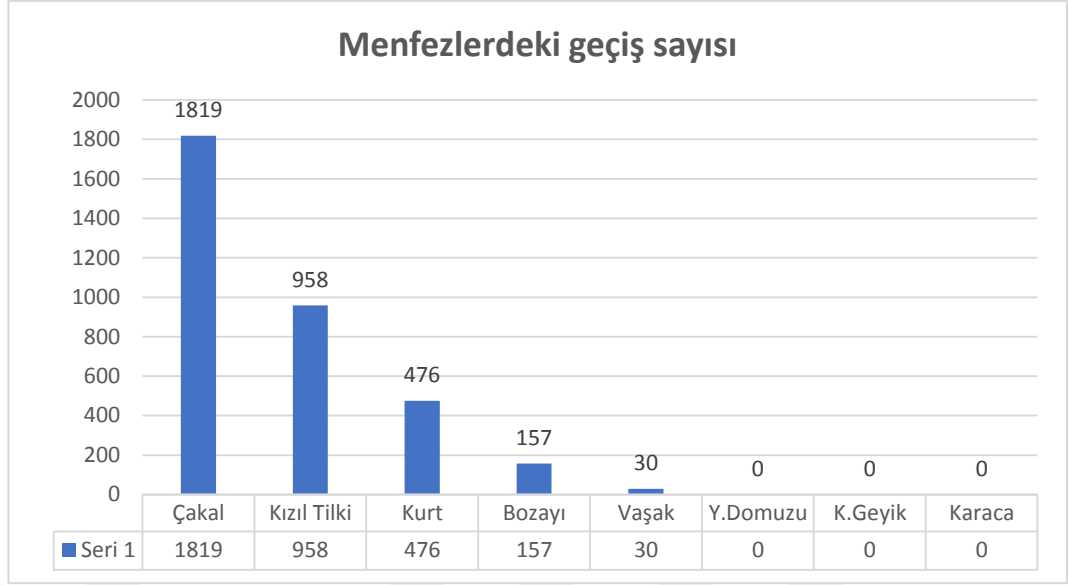
Türler	Geçiş Sayısı	Kayıt Değeri
Kızıl Tilki	2068	2,02
Çakal	1926	1,88
Kurt	934	0,91
Yaban Domuzu	692	0,68
Bozayı	168	0,16
Vaşak	32	0,03
Kızıl Geyik	10	0,01
Karaca	5	0,005

Hedef türlerin hepsi farklı sayılarda da olsa geçişi gerçekleştirmişlerdir. En çok kayıt kızıl tilkiye aitken bunu çakal, kurt, yaban domuzu, bozayı, vaşak, kızıl geyik izlemiştir. En düşük kayıt ise karacaya aittir. Yapı tipine göre türler özelinde dağılım Çizelge 4.5’te yer almaktadır.

Çizelge 4.5 Geçiş yapılarından geçen türlerin kayıt sayıları

Yapı Tipleri	Menfez 62407 Fotokapan Günü		Altgeçit 10244 Fotokapan Günü		Viyadük 29726 Fotokapan Günü	
Türler	Geçiş Sayısı	Kayıt Değeri	Geçiş Sayısı	Kayıt Değeri	Geçiş Sayısı	Kayıt Değeri
Çakal	1819	2,91	84	0,82	23	0,08
Kızıl Tilki	958	1,54	444	4,33	666	2,24
Kurt	476	0,77	317	3,09	141	0,47
Bozayı	157	0,25	10	0,10	1	0,003
Vaşak	30	0,05	2	0,02	0	0
Y.Domuzu	0	0	3	0,03	688	2,31
K.Geyik	0	0	0	0	10	0,03
Karaca	0	0	0	0	3	0,01

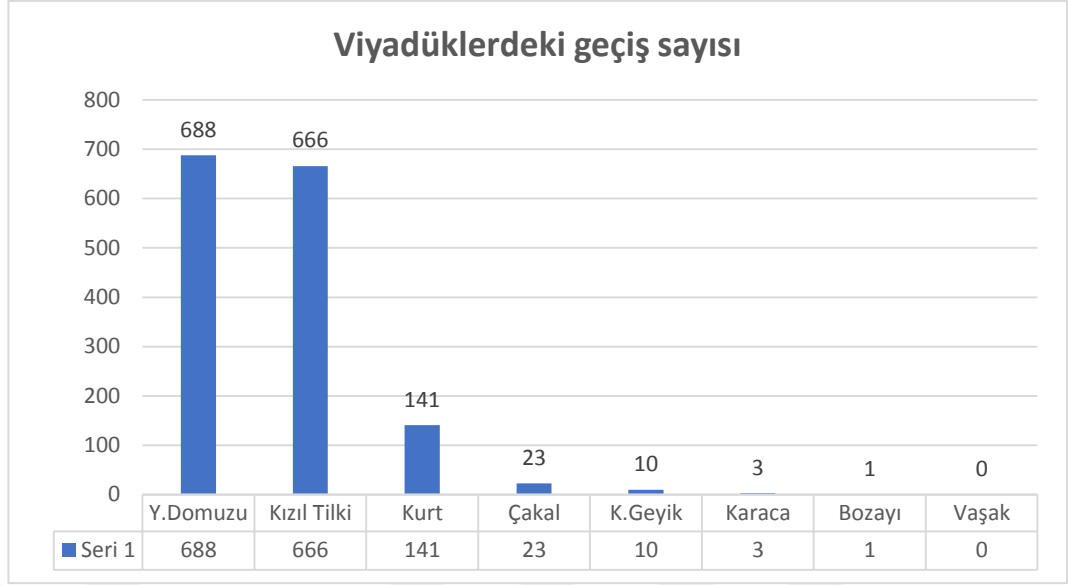
Menfezlerdeki fotokapan gün sayısı 62407 iken, altgeçitlerde 10244 ve viyadüklerde ise 29726'dır. Kayıt değerlerine göre en yüksek kayıt değeri menfezler için çakala, altgeçitler için kızıl tilkiye, viyadükler için yaban domuzuna aittir. Menfezlerden geçişi en çok çakal gerçekleştirmiştir, en yakın geçiş sayısı yaklaşık çakalın geçişinin yarısı olan kızıl tilkiye aittir. Toynaklı türlerin hiçbiri geçiş için menfezleri kullanmamıştır (Şekil 4.2). Altgeçitlerden en çok geçişi kızıl tilki gerçekleştirmiştir. En yakın kayıt sayısı kurtlara aittir. Toynaklı türlerden yaban domuzu yalnızca 3 kere geçmiştir, bu geçişler münferit olarak kabul edilmiştir. Diğer toynaklı türlerden kızıl geyik ve karaca geçiş gerçekleştirmemişlerdir (Şekil 4.3). Viyadüklerden ise en çok geçiş yaban domuzuna aittir. İkinci geçiş ise yaban domuzuna yakın şekilde kızıl tilkiye aittir. En düşük kayıt sayısı ise bozayıya aittir. Vaşak ise hiç geçmemiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.2 Menfezlerdeki geçiş aktivitesi

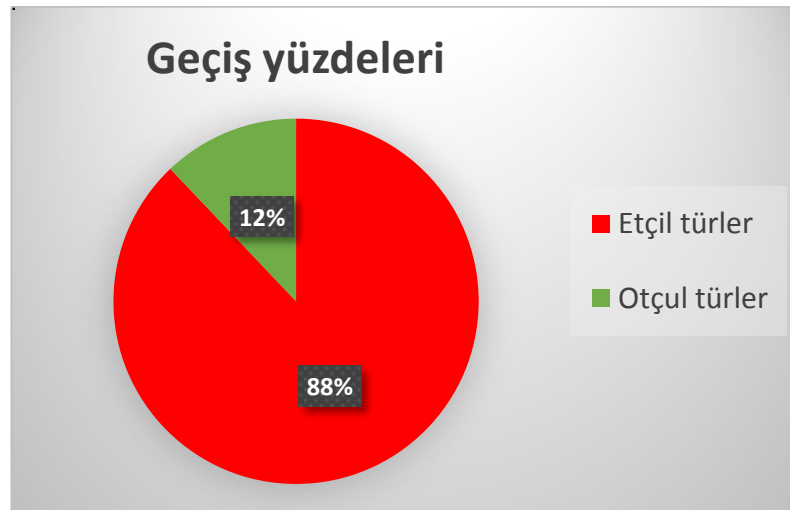


Şekil 4.3 Altgeçitlerdeki geçiş aktivitesi

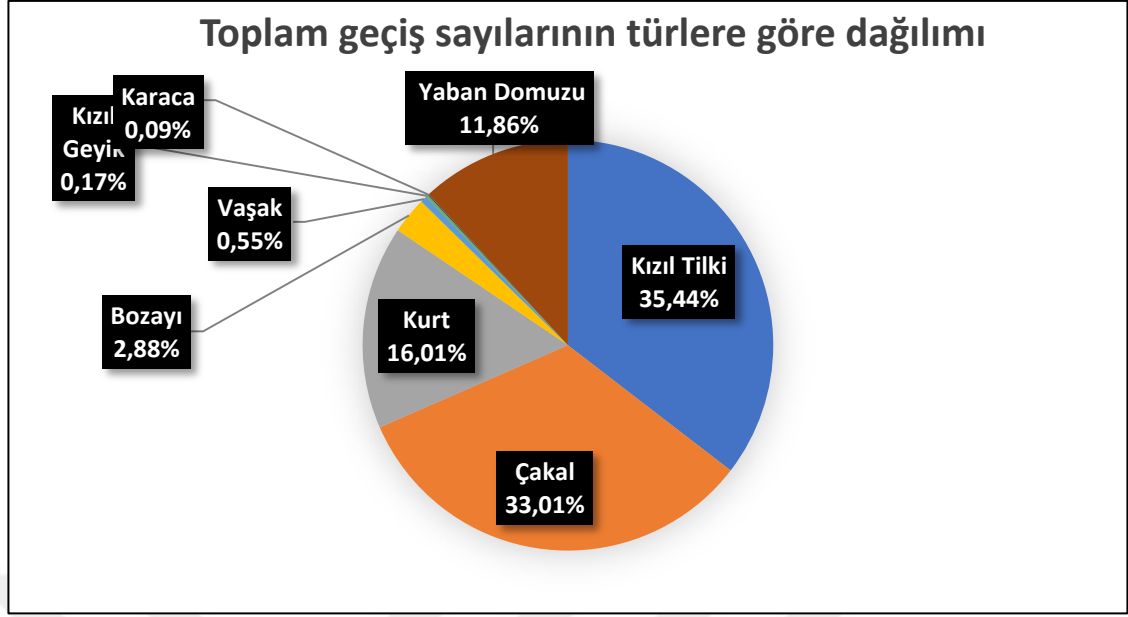


Şekil 4.4 Viyadüklerdeki geçiş aktivitesi

Hedef türlerin hepsi farklı sayılarda da olsa geçişi gerçekleştirmişlerdir. Etçil türlerin geçiş oranı yüzde 88 iken toynaklı türlerin geçiş oranı yüzde 12'dir (Şekil 4.5). Geçiş gerçekleştiren türlerin yüzdelik dağılımı Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Buna göre geçiş sayılarının yüzde 35,44'ü kızıl tilki, yüzde 33,01'i çakal, yüzde 16,01'i kurt, yüzde 11,86'sı yaban domuzu, yüzde 2,88'i bozayı, yüzde 0,55'i vaşak, yüzde 0,17'si kızıl geyik, yüzde 0,05'i karacaya aittir.

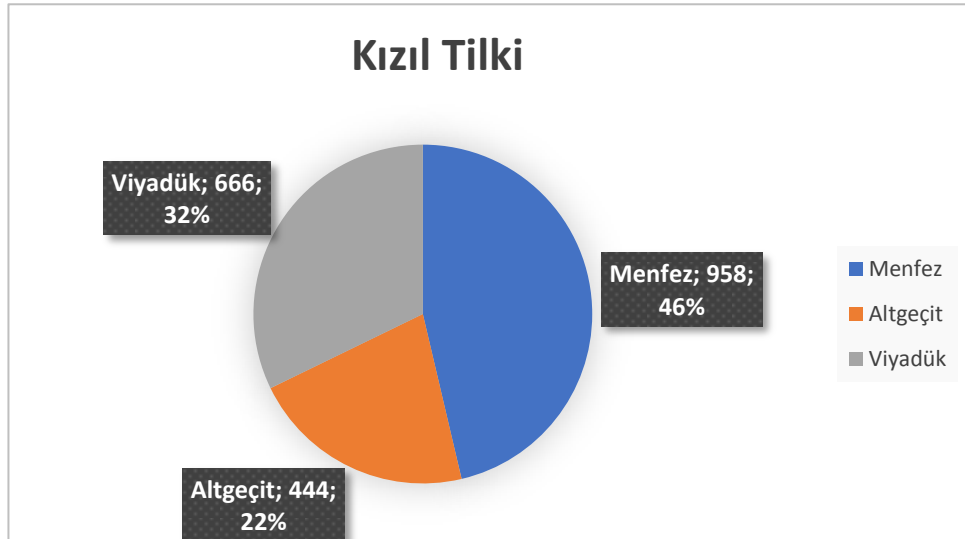


Şekil 4.5 Etçil ve toynaklı türlerin geçiş yüzdeleri



şekil 4.6 Geçiş Sayılarının türlere göre yüzdelik dağılımı

Kızıl Tilki: En yüksek kayıt sayısına sahip türdür. Tüm geçiş tiplerinde gözlenmiştir. Geçişlerinin büyük kısmı (%46) menfezlerde gerçekleştirmiştir. Sırasıyla %32 ve %22 olmak üzere viyadük ve altgeçitler izlemiştir. T r n geçiş sayısı ve tüm kayıtları içerisindeki yüzdeki şekil 4.7’de gösterilmiştir.

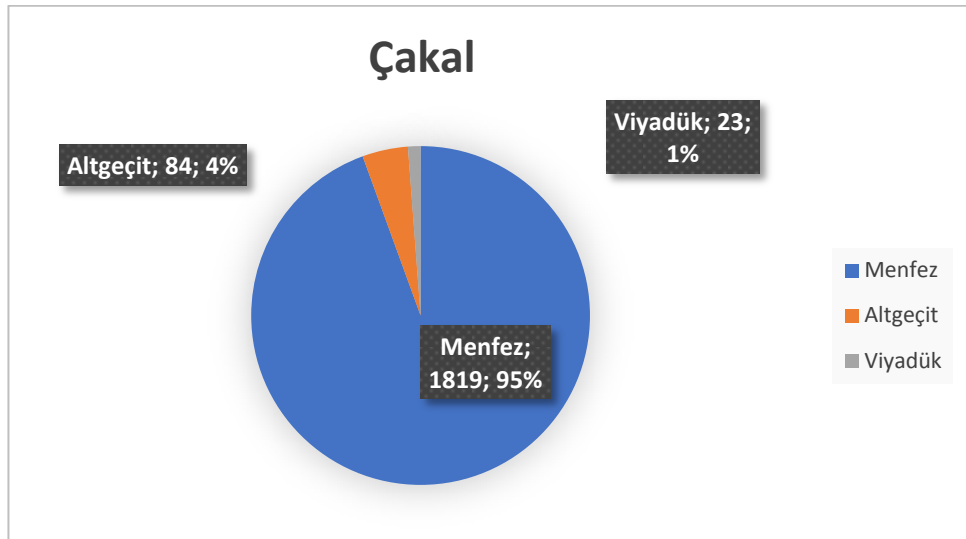


şekil 4.7 Kızıl tilki geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.8 Altgeçitten geçiş yapan kızıl tilki bireyi

Çakal: En yüksek ikinci kayıt sayısına sahip türdür. Toplam geçiş sayısı 1926'dır. Kızıl tilkiden 142 kez daha az geçiş yapmıştır. Kızıl tilkiden farklı olarak geçişlerinin çok yüksek bir oranını (%95) menfezlerden gerçekleştirmiştir (Şekil 4.9).

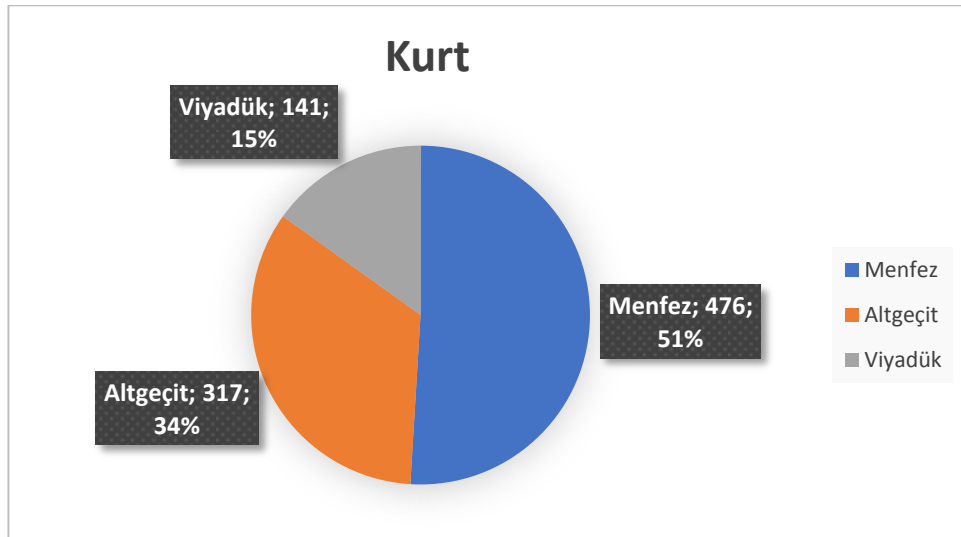


Şekil 4.9 Çakal geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.10 Menfezden geçiş yapan çakal bireyi

Kurt: En yüksek kayıt sayısına sahip 3. türdür. Toplam geçiş sayısı 934'tür. Geçişlerinin yarısını menfezlerden gerçekleştirilmiştir. Geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi şekilde gösterilmiştir. Altgeçitler sayıca az olmasına rağmen geçişlerinde yüzde 34'lük bir paya sahiptir (Şekil 4.11).

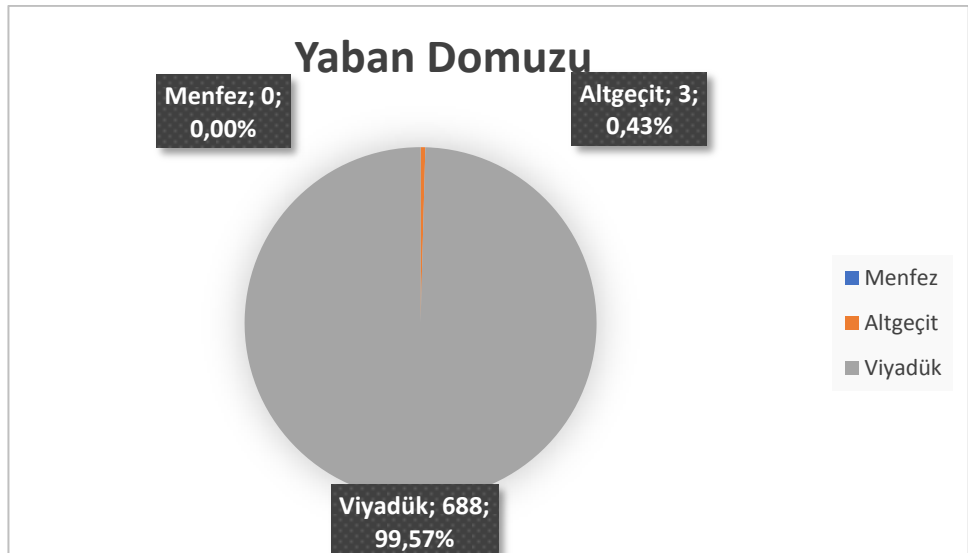


Şekil 4.11 Kurt geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.12 Menfezde kurt bireyleri

Yaban domuzu: En yüksek 4. kayıt sayısı Yaban domuzlarına aittir ve kurtlardan sonra gelmektedir. Geçişlerinin neredeyse tamamını yakınına viyadüklerden gerçekleştirmiştir (Şekil 4.13).

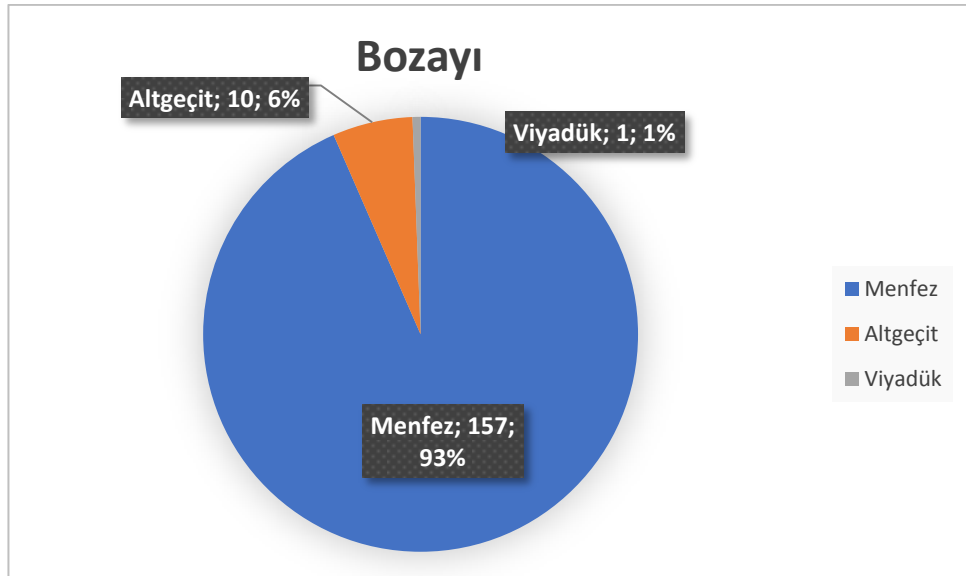


Şekil 4.13 Yaban domuzu geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.14 Viyadükte yaban domuzu geçişi

Bozayı: En yüksek 5. kayıt sayısı bozayılara aittir. Bozayılar geçişlerinin çok büyük bir kısmını menfezlerden gerçekleştirmiştir (Şekil 4.15). Toplam geçiş sayıları 168’dir.

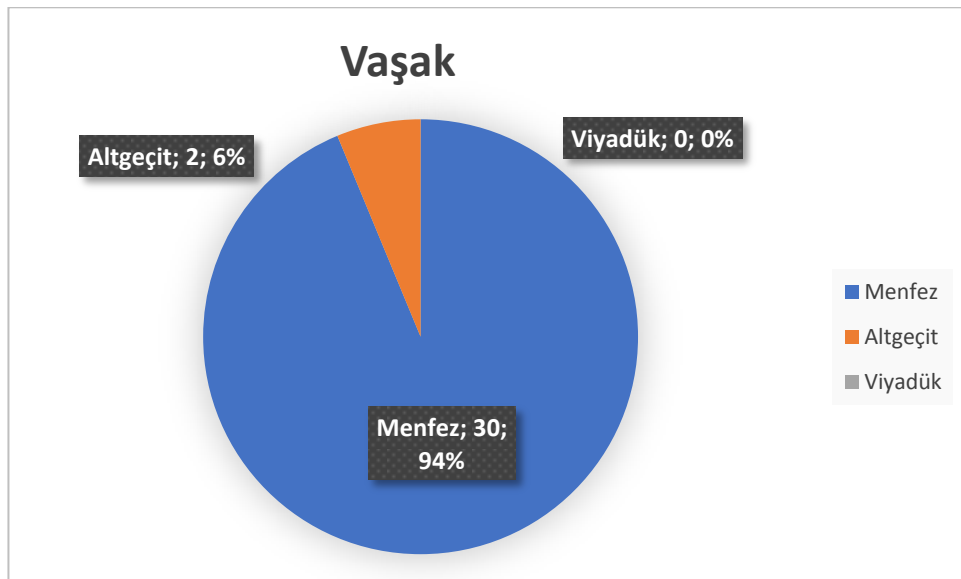


Şekil 4.15 Bozayı geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.16 Menfezde bozayı bireyi

Vaşak: En yüksek 6. kayıt sayısı vaşaklara aittir. Toplam 32 geçiş gerçekleşmiş ve viyadüklerden geçmemişlerdir (Şekil 4.17). Hedef türler arasında sondan 3.sırada yer almaktadır. Geçişlerinin çok büyük bir kısmını menfezlerde gerçekleştirmiş. Herhangi bir viyadükten de geçmemiştir.

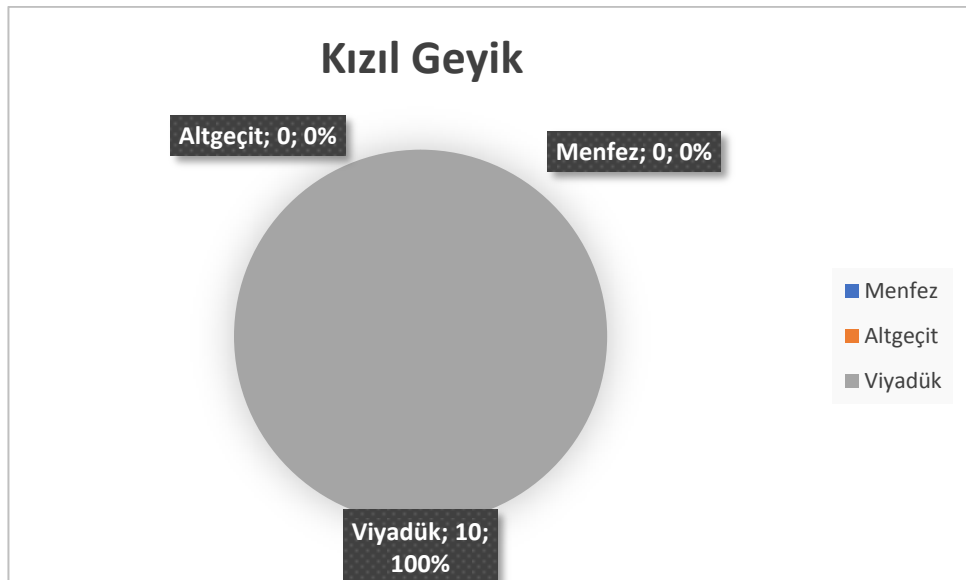


Şekil 4.17 Vaşak geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi



Şekil 4.18 Menfezde vaşak bireyi

Kızıl Geyik: Geçiş sayısında sondan ikinci sırada yer almaktadır. Geçiş sayısı 10'dur ve bu geçişlerin hepsini viyadükten gerçekleştirmiştir (Şekil 4.19).

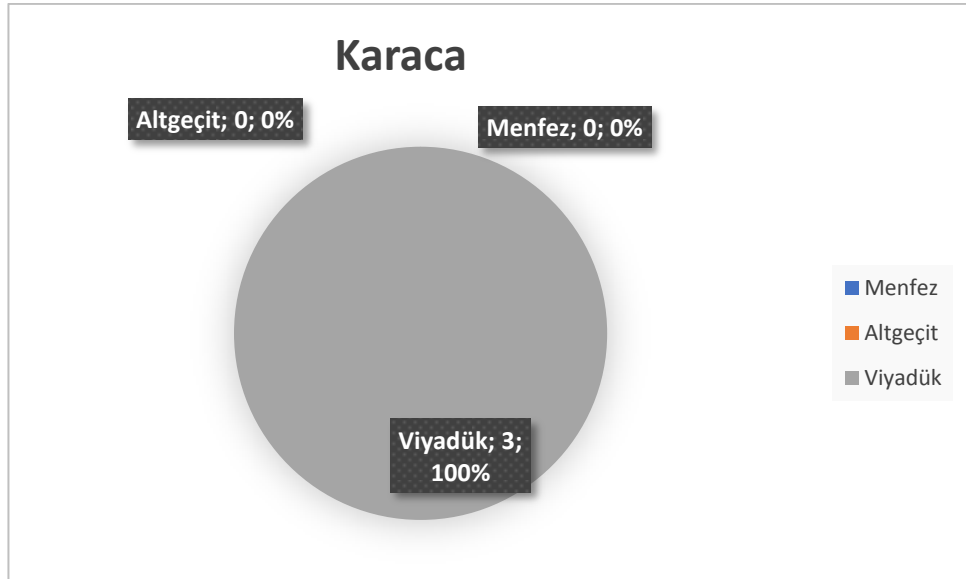


Şekil 4.19 Kızıl geyik geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi

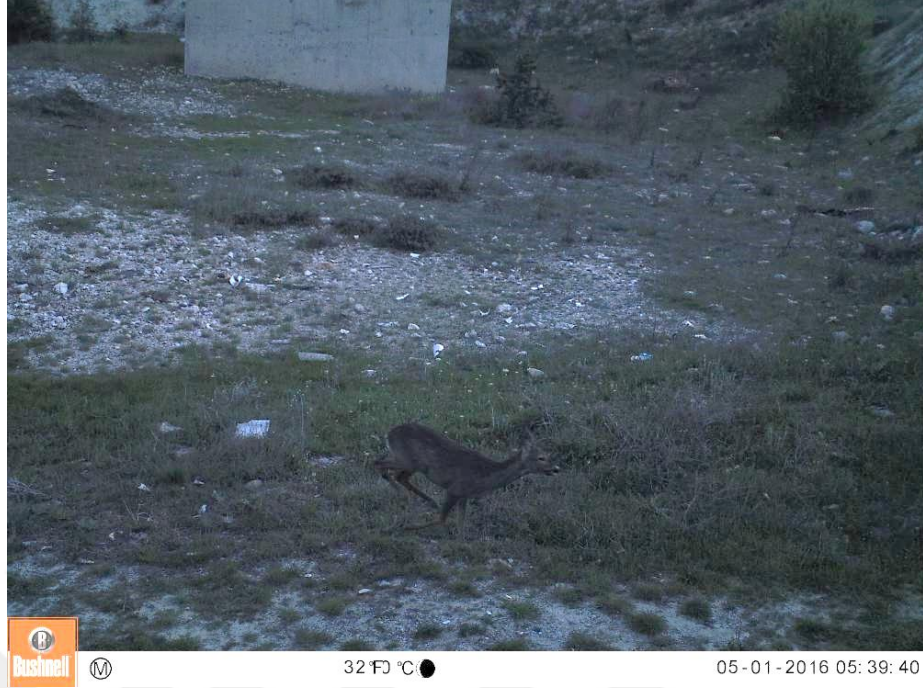


Şekil 4.20 Viyadüklerde kızıl geyik geçişi

Karaca: Tüm türler arasında 3 geçiş ile en aza geçişe sahip tür karacadır. Bu geçişleri de diğer toynaklı türler gibi yalnızca viyadüklerden gerçekleştirmiştir (Şekil 4.21).

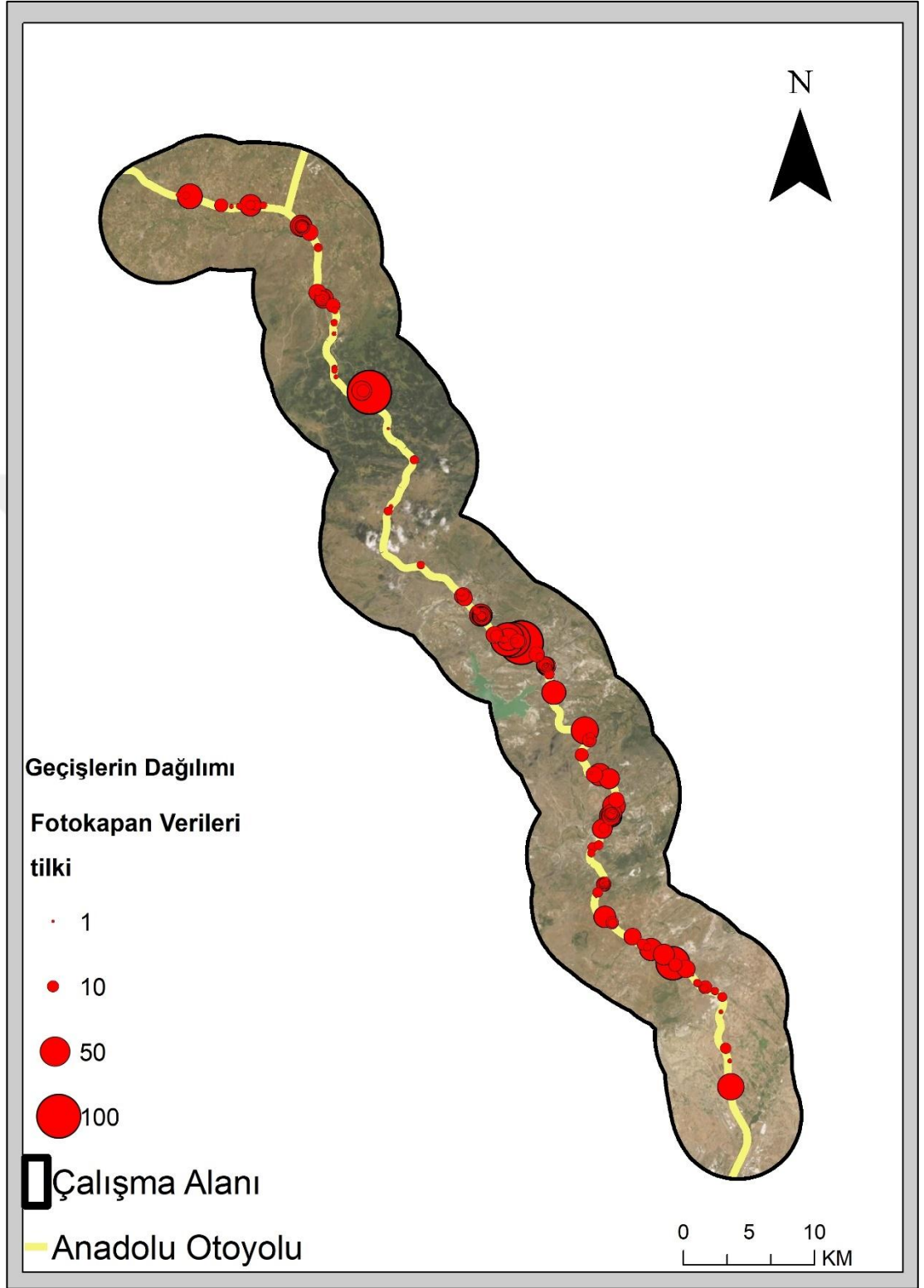


Şekil 4.21 Karaca geçiş sayısı ve yapı kullanım yüzdesi

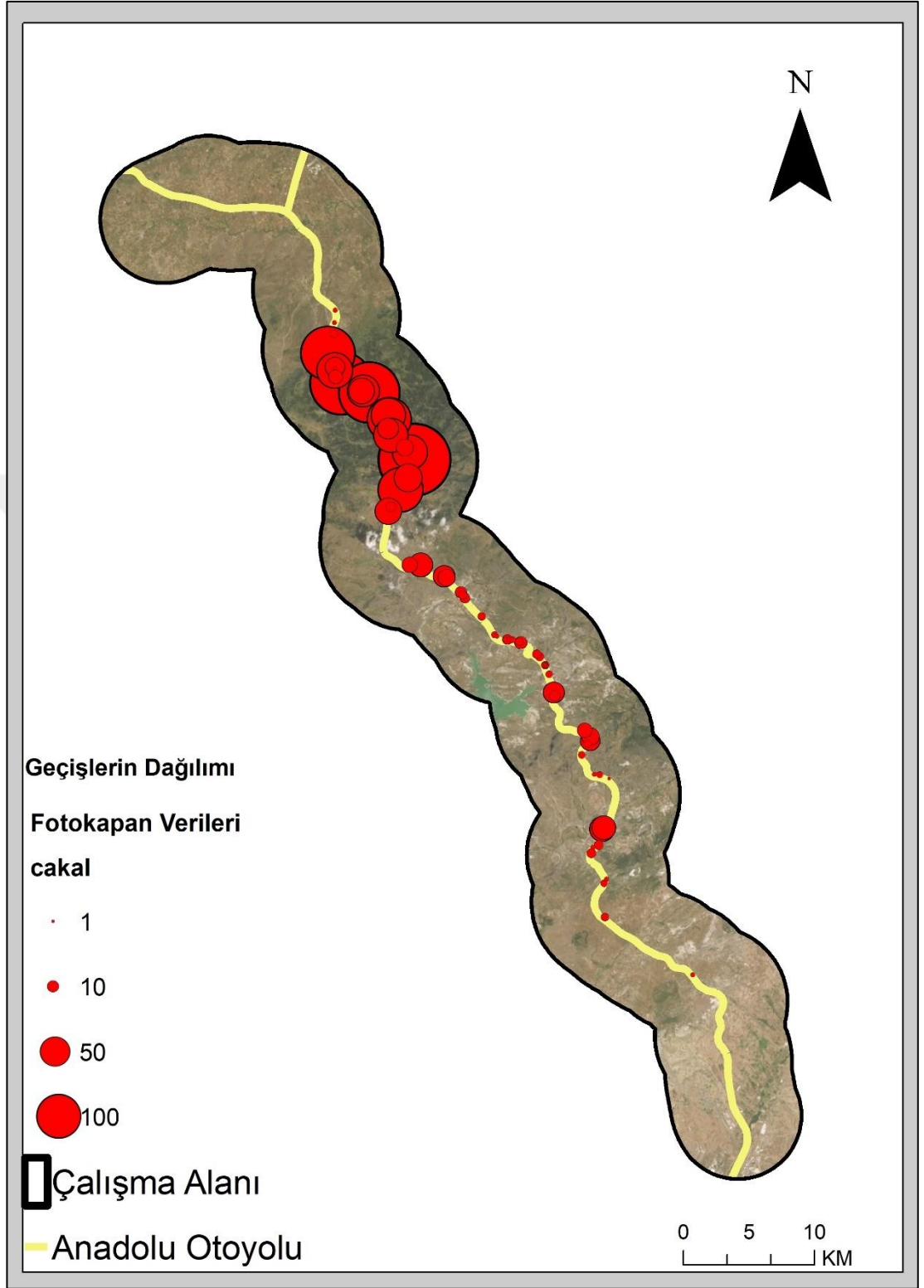


Şekil 4.22 Viyadükten geçiş yapan karaca bireyi

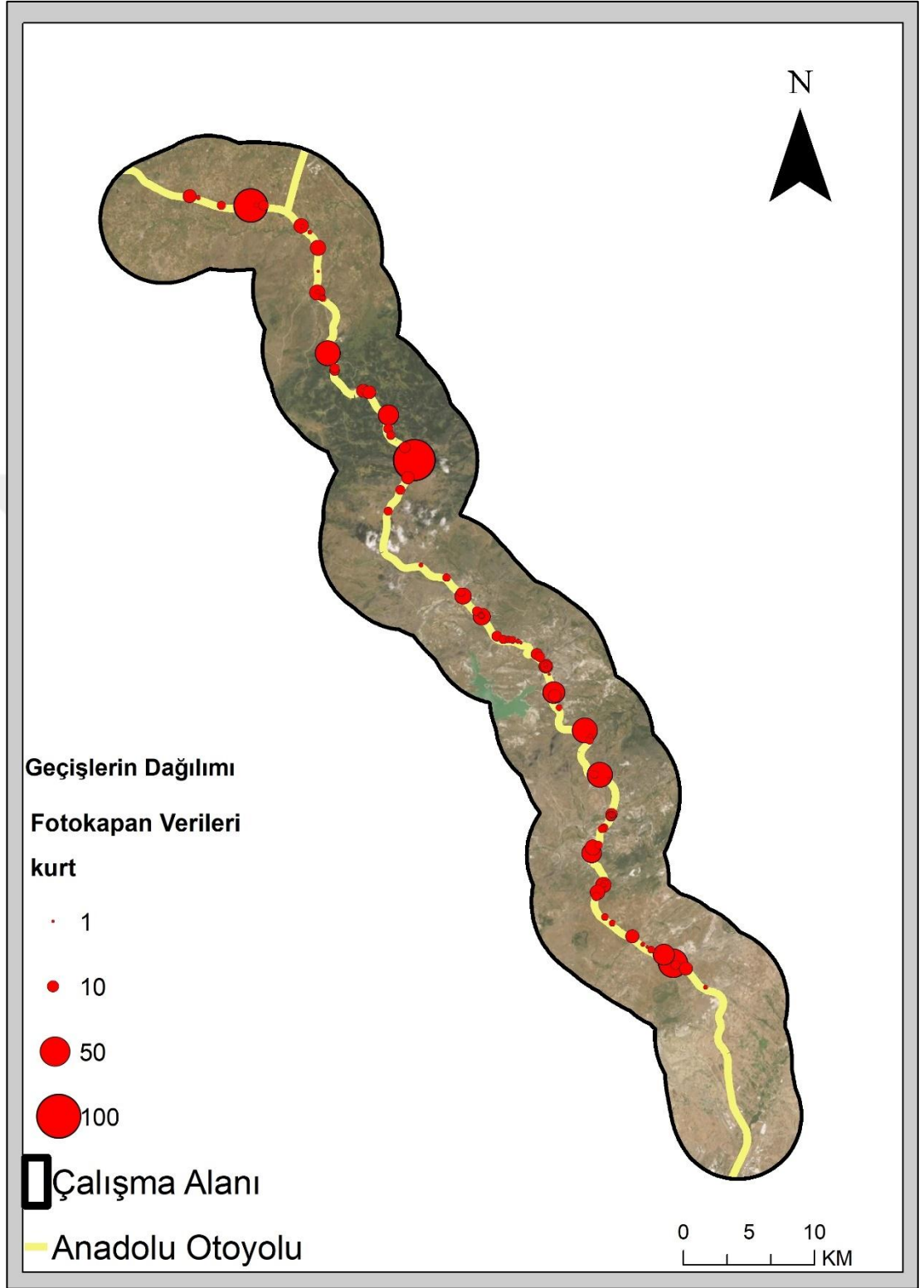
Tür özelinde yalnızca kurt ve tilki hemen hemen her bölgede yol boyunca en az 1 geçiş gerçekleştirmiştir. Kızıl tilki ve kurt kadar olmasa da çakal da alanın birçok yerinde gözlenmiştir. Diğer türler yalnızca geçiş yapı tipi tercihi ve o habitatta bulunmalarına göre geçiş gerçekleştirdikleri için yol boyunca homojen bir dağılım göstermemiştir. Bozayılar ormanlık alan olan Cankurtaran mevkinde çoğunlukla geçiş gerçekleştirirken, diğer bölgelerde çok az sayıda geçiş gerçekleştirmişlerdir. Kızıl geyik ve karaca yalnızca Kızılcahamam ve Çamlıdere bölgelerinde geçişi gerçekleştirmişlerdir. Yolun yarısından fazlasında geçiş gerçekleştirmemişlerdir. Vaşaklar ise Cankurtaran bölgesi daha yoğun olmak üzere Kızılcahamam ve Çamlıdere’de daha fazla geçiş gerçekleştirmişlerdir. Dörtdivan kısmında ise yalnızca kızıl tilki ve kurt geçişlerini gerçekleştirmişlerdir (Şekil 23-30).



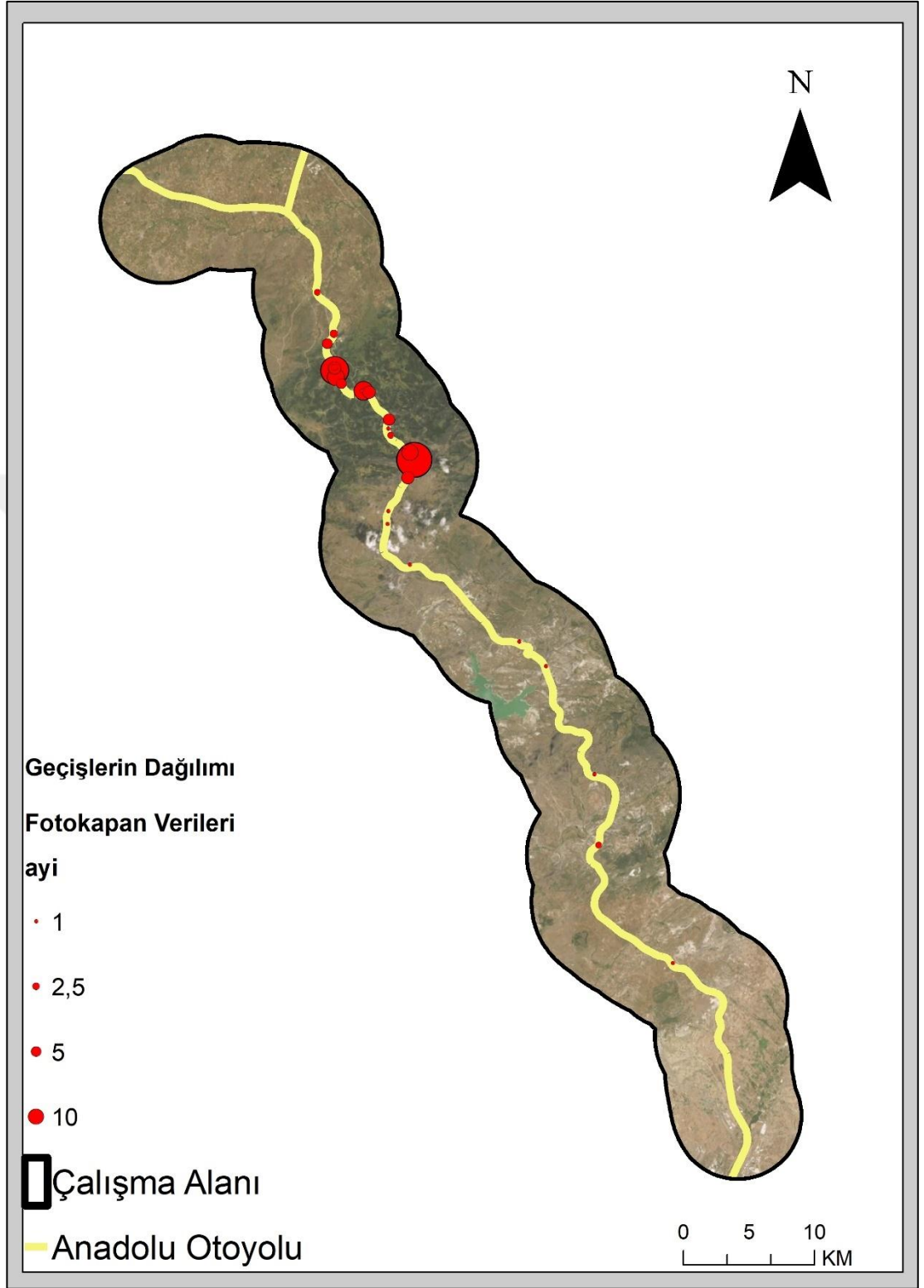
Şekil 4.23 Kızıl tilkinin geçiş yoğunluğu haritası



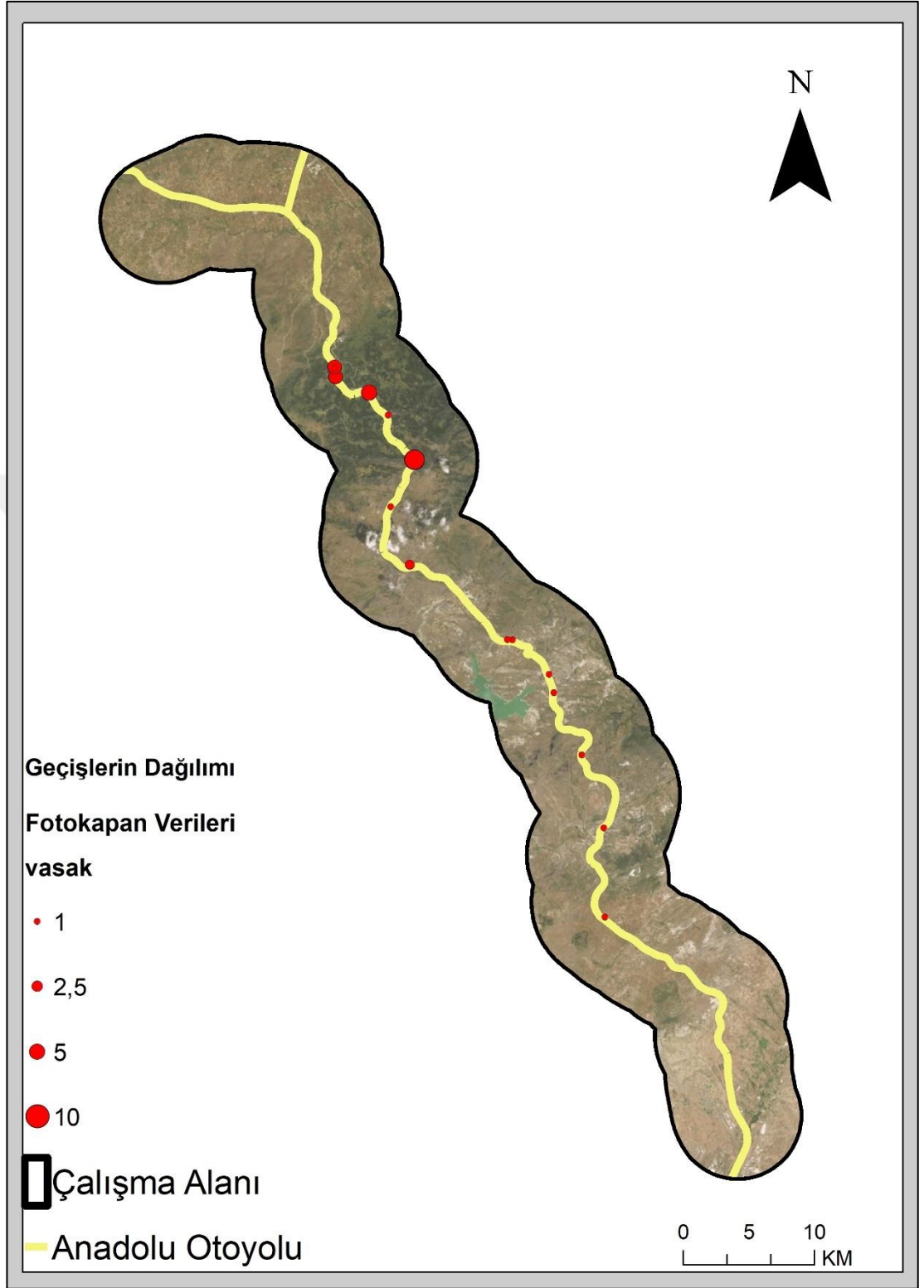
Şekil 4.24 Çakalın geçiş yoğunluğu haritası



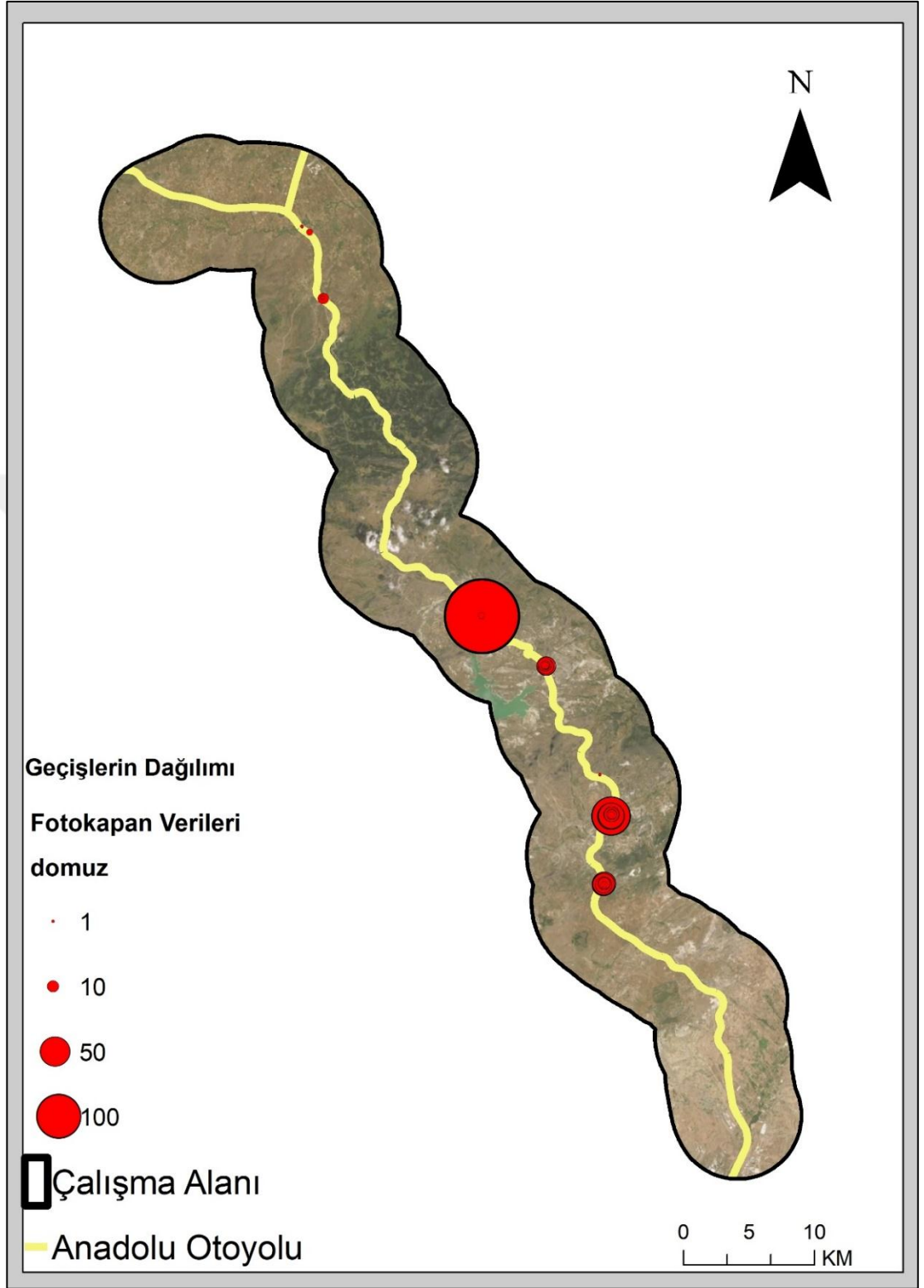
Şekil 4.25 Kurdun geçiş yoğunluğu haritası



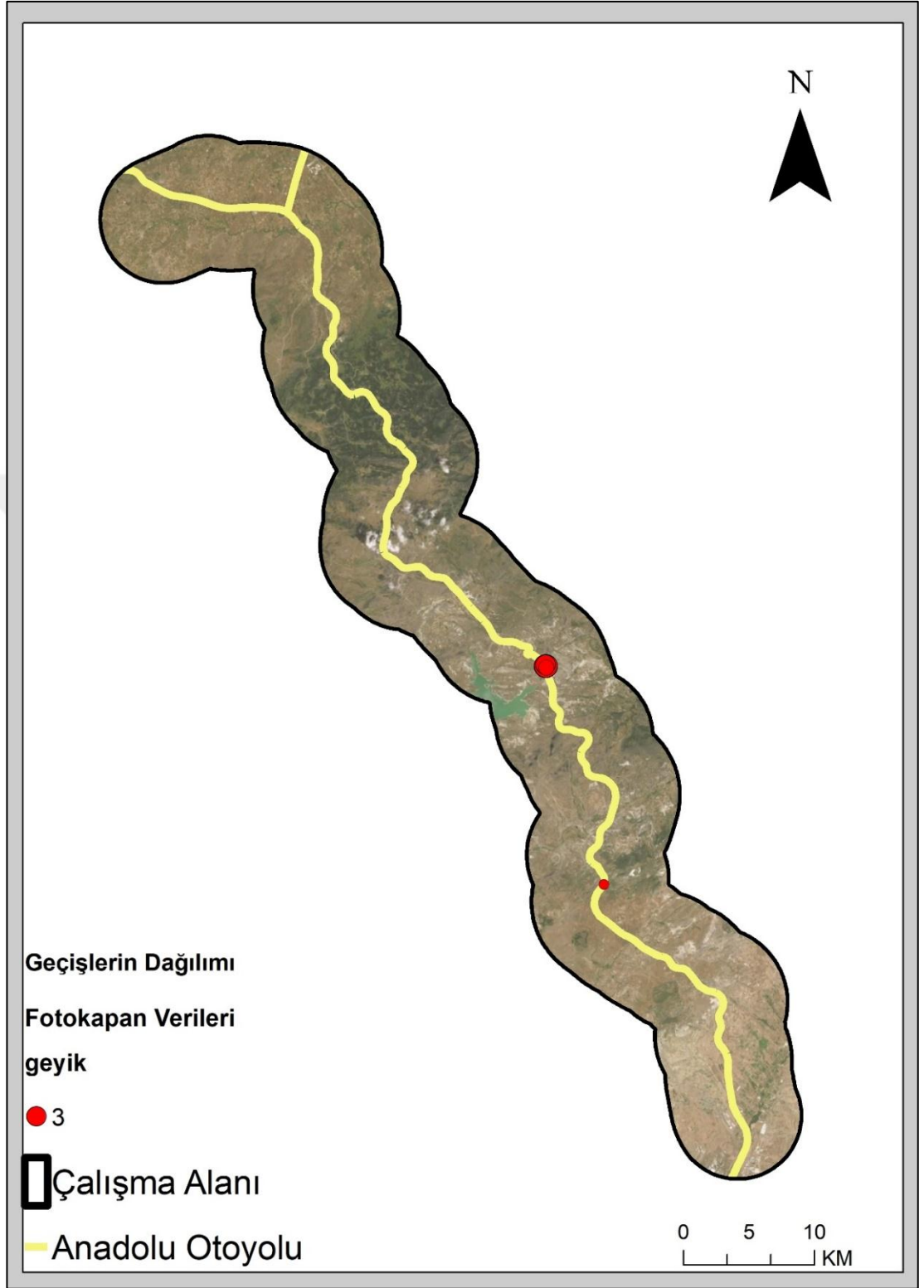
Şekil 4.26 Bozayının geçiş yoğunluğu haritası



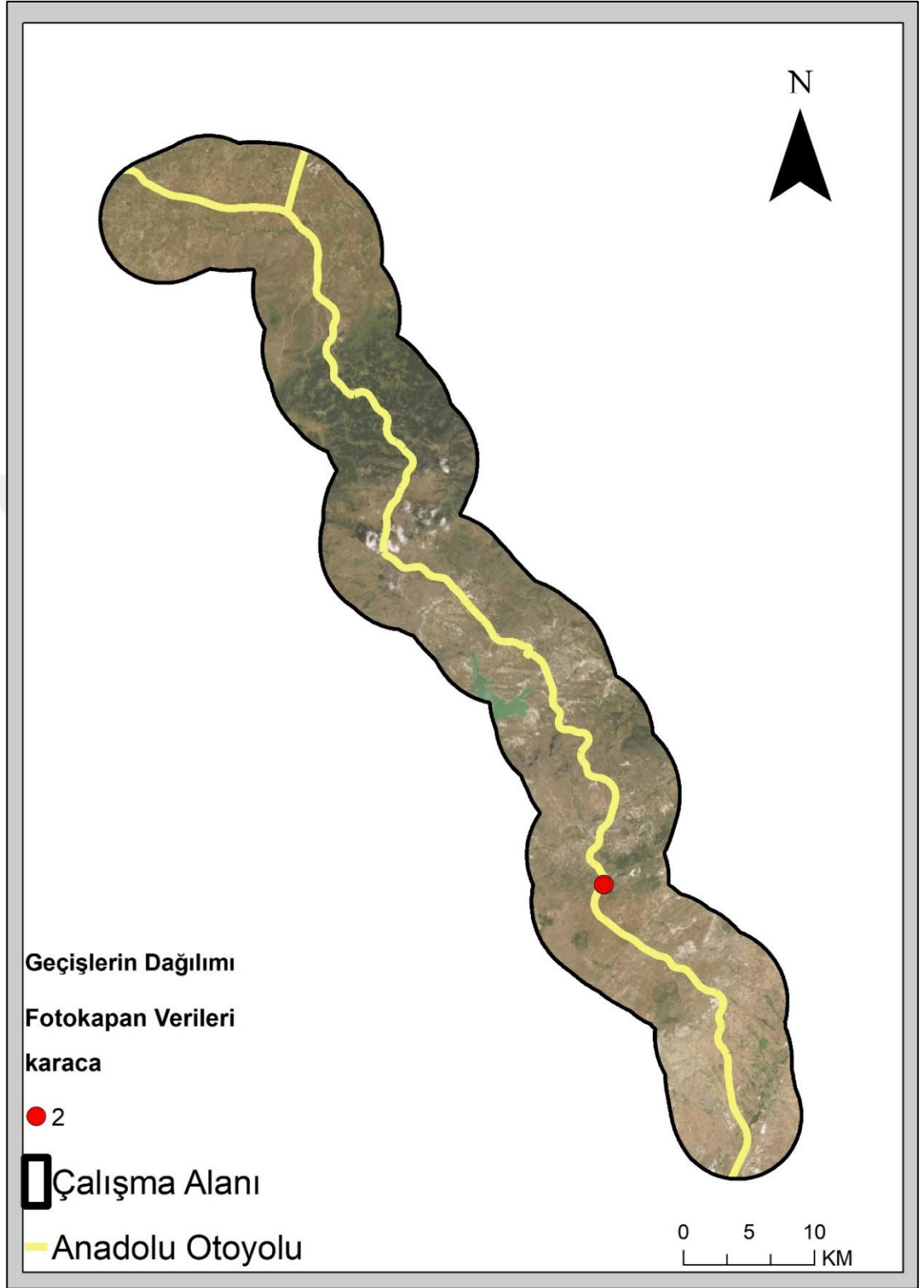
Şekil 4.27 Vaşakın geçiş yoğunluğu haritası



Şekil 4.28 Yaban domuzunun geçiş yoğunluğu haritası



Şekil 4.29 Kızıl geyiğin geçiş yoğunluğu haritası



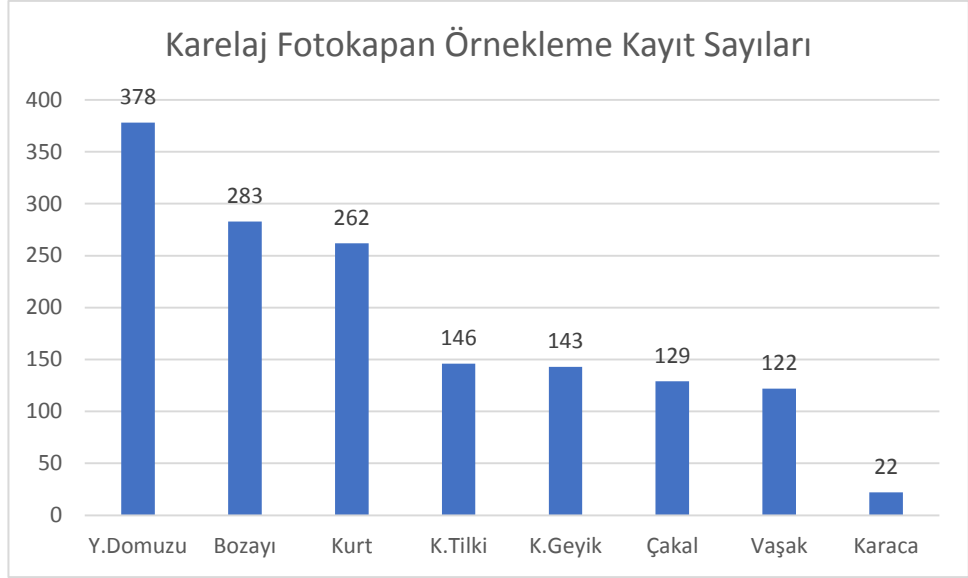
Şekil 4.30 Karacanın geçiş yoğunluğu haritası

4.1.2 Yol çevresindeki karelaj fotokapan örnekleme sonuçları

Yaban hayatının ve orman varlığın daha fazla olduğu alan olan Cankurtaran mevkinde karelaj fotokapan örnekleme yapılmıştır. 55 adet fotokapan kullanılmış 54 fotokapanda en az bir hedef tür kaydedilmiştir. Mart 2017- Ekim 2017 aralığında istasyonlar çalışmıştır. Toplam 1485 kayıt elde edilmiştir. İstasyonların türlere göre dağılımı Şekil 4.32’de verilmiştir. Yalnızca hedef türler değerlendirmeye alınmıştır. En fazla kayıt sayısı yaban domuzuna aittir. En az kayıt ise karacadan elde edilmiştir. 8064 gün fotokapan günü elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Yol çevresindeki karelaj fotokapan örneklemesinin kayıt sayısı ve değerleri

Tür	Kayıt Sayısı	Kayıt Değeri
Y.Domuzu	378	4,69
Bozayı	283	3,51
Kurt	262	3,25
K.Tilki	146	1,81
K.Geyik	143	1,77
Çakal	129	1,60
Vaşak	122	1,51
Karaca	22	0,27

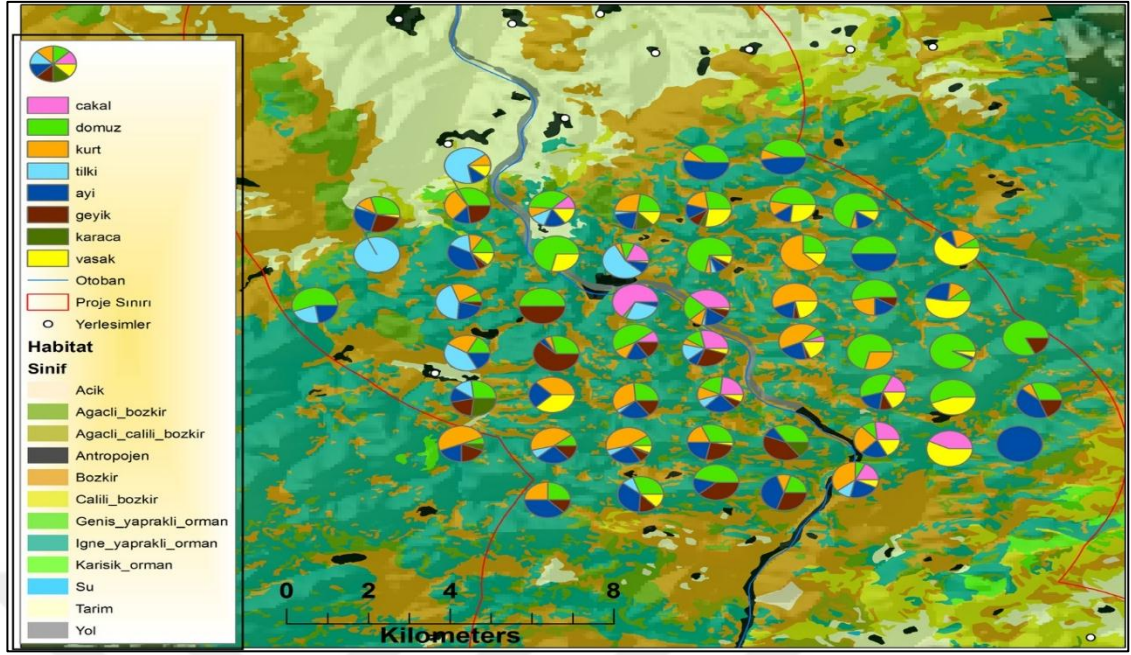


Şekil 4.31 Karelaj fotokapan örnekleme sonucu elde edilen kayıtlar

Gözlenen türlerin kaç farklı istasyonda gözlenme sayıları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buna göre yaban domuzu, bozayı, kurt ve kızıl geyik ve vaşak 55 istasyonun yarısından fazlasında gözlenmiştir. En fazla kayıt yaban domuzuna, en az kayıt ise karacaya aittir. Her bir istasyondaki kayıtların yüzdelik dağılımı ise Şekil 4.32’da verilmiştir.

Çizelge 4.7 Karelaj fotokapan örneklemesinde türlerin istasyonlardan gözlenme sayıları

Türler	Gözlenen İstasyon Sayısı	Türler	Gözlenen İstasyon Sayısı
Yaban Domuzu	46	Vaşak	28
Bozayı	41	Kızıl Tilki	21
Kurt	38	Çakal	13
Kızıl Geyik	30	Karaca	7



Şekil 4.32 İstasyonlarda kaydedilen türlerin istasyon içerisindeki dağılımı

4.1.3 Yol çevresi karelay fotokapan alan örnekleme ile geçiş fotokapanlarının aynı zaman sürecinde karşılaştırılması

Karelay fotokapan alan örneklemesinin yapıldığı alandaki sonuçlar ile bu alanı ikiye bölen otoyol altındaki geçiş noktalarındaki fotokapan sonuçlarının karşılaştırılması aşağıdaki Çizelge 4.8’de gösterilmiştir. Geçiş noktası fotokapanlarından FTK136 ile FTK158 arasındaki geçiş noktası istasyonlarının sonuçlarının; 5km sağında ve solunda kurulmuş olan kurulmuş fotokapanlarının çalıştığı zaman aralığına denk gelen kısımları süzülmüştür. Böylece aynı 10km’lik alan içerisinde aynı zaman içerisinde kalmış fotokapan kayıt değerleri karşılaştırılabilmiştir. Bu sonuçlarda geçiş noktalarından yalnızca çakal, kızıl tilki, bozayı ve kurt geçişi gözlenmiştir. Vaşak ve diğer toynaklı türler gözlenmemiştir. Bu kesit içerisinde geçiş tiplerinden viyadük bulunmaktadır. Bu sonuçlarda bir tek çakal için geçiş noktalarında karelay fotokapan örneklemesinden daha çok kayıt elde edilmiştir. Kızıl tilki için yaklaşık bir buçukta bir oranında (1,64), bozayı için yaklaşık üçte bir (3,12), kurt için yaklaşık dörtte bir oranında (3,80) daha az kayıt elde edilmiştir. Çakal için ise durum türlerden daha farklıdır. Geçiş noktası fotokapan sonuçları karelay fotokapan örnekleme kayıt değerlerine göre yaklaşık on kat daha fazladır (0,16).

Çizelge 4.8 Arazideki fotokapan sonuçlarının geçiş noktasına aynı zamanlar içerisindeki oranı

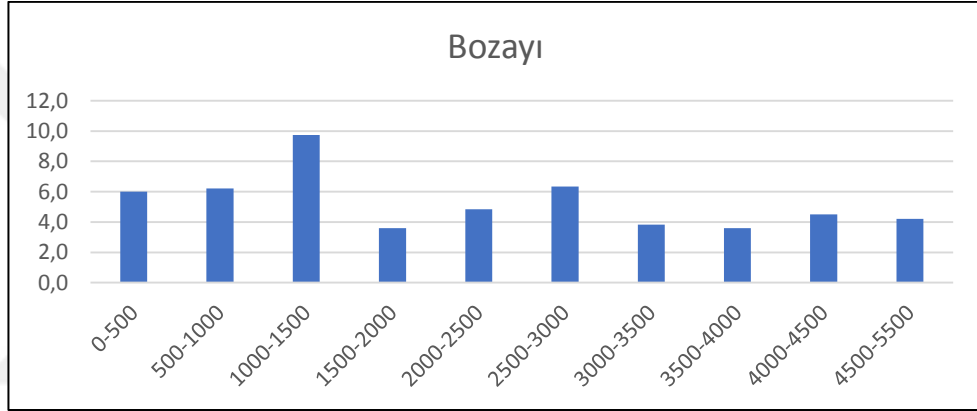
Mart 2017 Ekim 2017 arası	Karelaj örnekleme sonuçları	Geçiş noktası fotokapan sonuçları	Karelaj fotokapanların geçiş fotokapanlarına oranı
Çakal	1,62	10,24	0,16
Kızıl tilki	1,81	1,10	1,64
Bozayı	3,51	1,13	3,12
Kurt	3,25	0,86	3,80
Vaşak	1,51	Geçiş yok	-
Y. Domuzu	4,69	Geçiş yok	-
Kızıl geyik	1,77	Geçiş yok	-
Karaca	0,27	Geçiş yok	-

4.1.4 Fotokapan verileri ile yoldan uzaklaşma ile bulunma sıklığı arasındaki ilişki

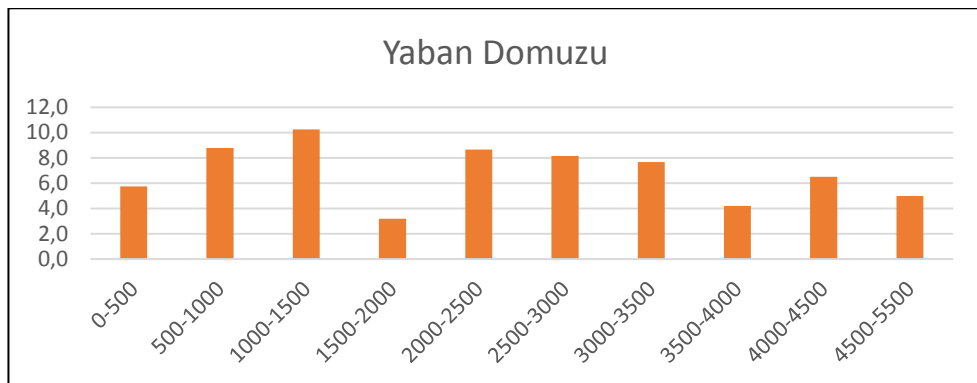
Karelaj fotokapan yöntemiyle kurulan fotokapanlardan elde edilen sonuçların frekansları belirlenmiş ve yoldan uzaklaştıkça bu frekansların her bir tür için dağılımı incelenmiştir. Otoyolun sağ ve solu bu analizde bütün olarak ele alınmıştır.

Bozayı için yola uzaklık ile sıklığı arasında belirgin bir değişim bulunmamaktadır. Yalnızca yolun 1000-1500 metre arasındaki alanda kayıt artışı vardır (Şekil 4.33). Yaban domuzu için de yolun geneline bakıldığında kullanım açısından anlamlı bir artma ya da azalma olduğu söylenemez (Şekil 4.34). Ancak bozayıda olduğu gibi ilk 1500 metre içerisinde yoldan uzaklaştıkça yaban domuzunun aktivitesinde bir artış gözükmemektedir. Kuzey yol etkisine göre aktivitesine bakıldığında, yoldan 3000 metre ve sonrasında belirgin bir düşüş gözükmemektedir (Şekil 4.35). 2500-3000 metre arasında da yükselme gözlenmektedir. Kızıl tilkinin yol etkisiyle aktivitesinin ilişkisine bakılırsa, 5500 metrelik tampon alanın geneli boyunca benzer bir aktiviteye sahipken yoldan 500-1000 metre arasında çok yoğun bir aktivite göstermektedir (Şekil 4.36). Çakalın yol ile ilişkisine bakıldığında tüm kayıtların sadece 0-500 ve 500-1000 aralığında olduğu

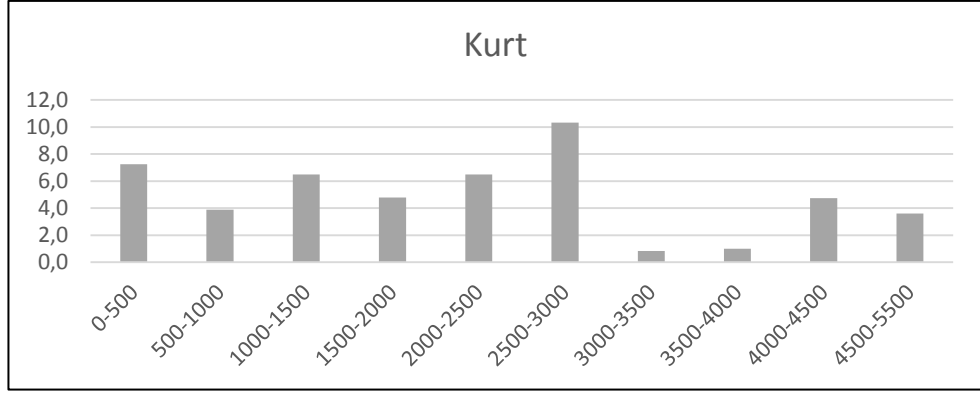
görülmektedir. Ormanlık alanın büyük çoğunluğunda çakal gözlenmemektedir (Şekil 4.37). Yolum etkisi ve vaşağın aktivitesi arasında da çok belirgin anlamlı bir ilişki görülmemektedir (Şekil 4.38). 1000-1500 metre aralığında vaşağın kayıtları diğer kayıtlardan fazladır. Kızıl geyiğin yol uzaklığında 0-500 metre arasında düşük kayıtlara sahipken 500-1000 metre arasında yüksek kayıt sayısına sahip olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.39). Karaca alanda en düşük kayıt sayısına sahip hedef türdür. Yoldan uzaklığın 0-500 metre arasında hiç kaydı yoktur (Şekil 4.40). Çakal hariç, tüm türlere bir arada bakıldığında da, genel olarak otoyolun uzaklığa göre değişen belirgin bir etkisinin olduğunu söylemek mümkün değildir.



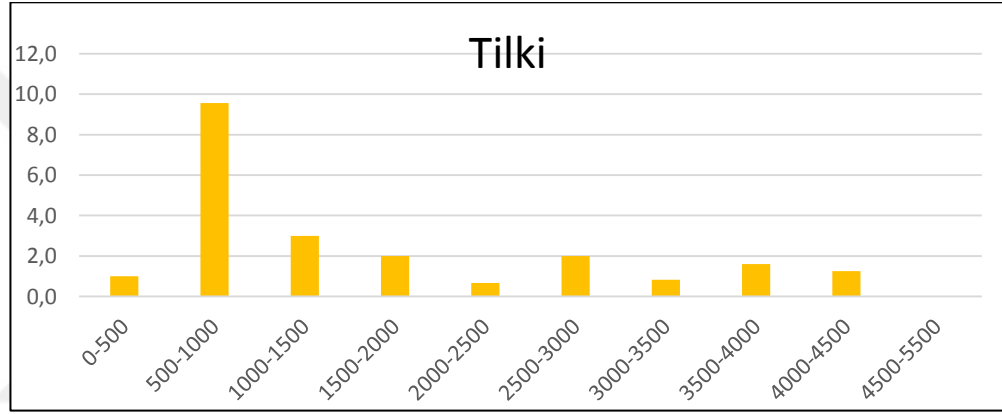
Şekil 4.33 Bozayının otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



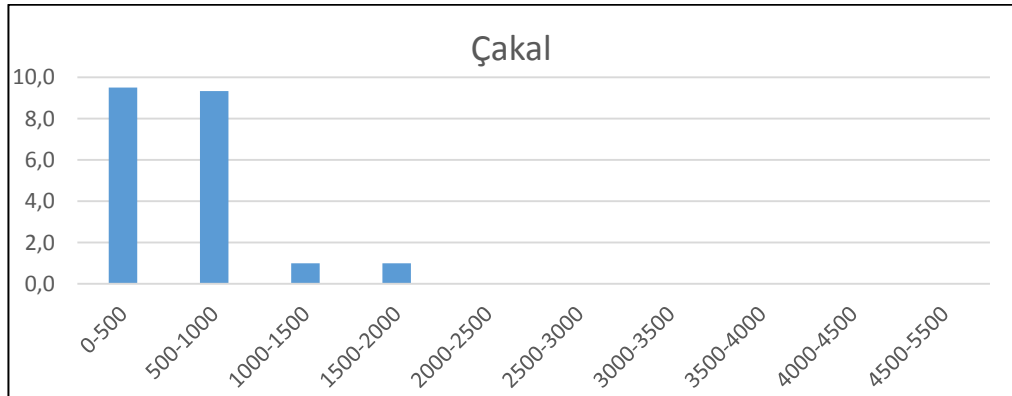
Şekil 4.34 Yaban Domuzunun otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



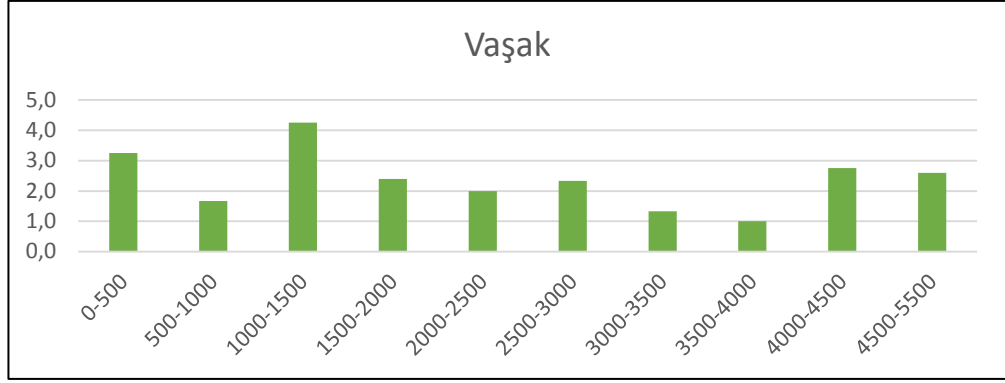
Şekil 4.35 Kurdun otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



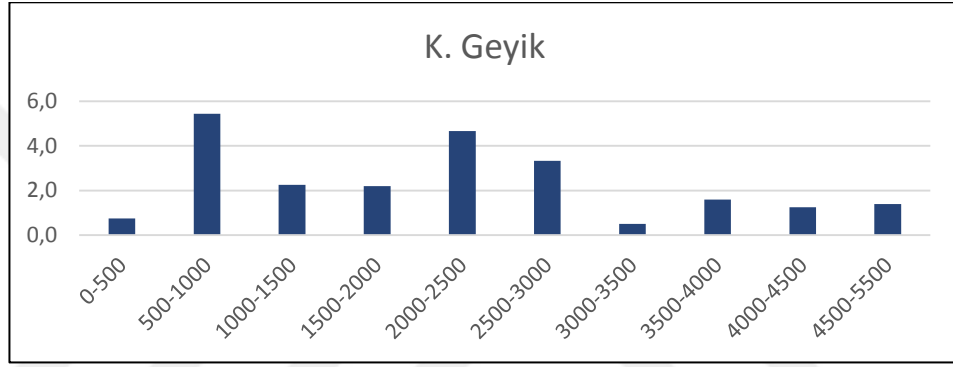
Şekil 4.36 Kızıl tilkinin otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



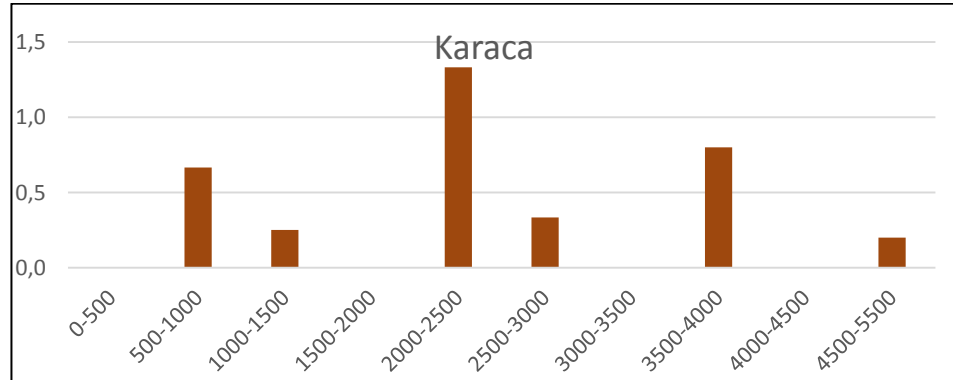
Şekil 4.37 Çakalın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



Şekil 4.38 Vaşağın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi



Şekil 4.39 Kızıl geyiğin otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi

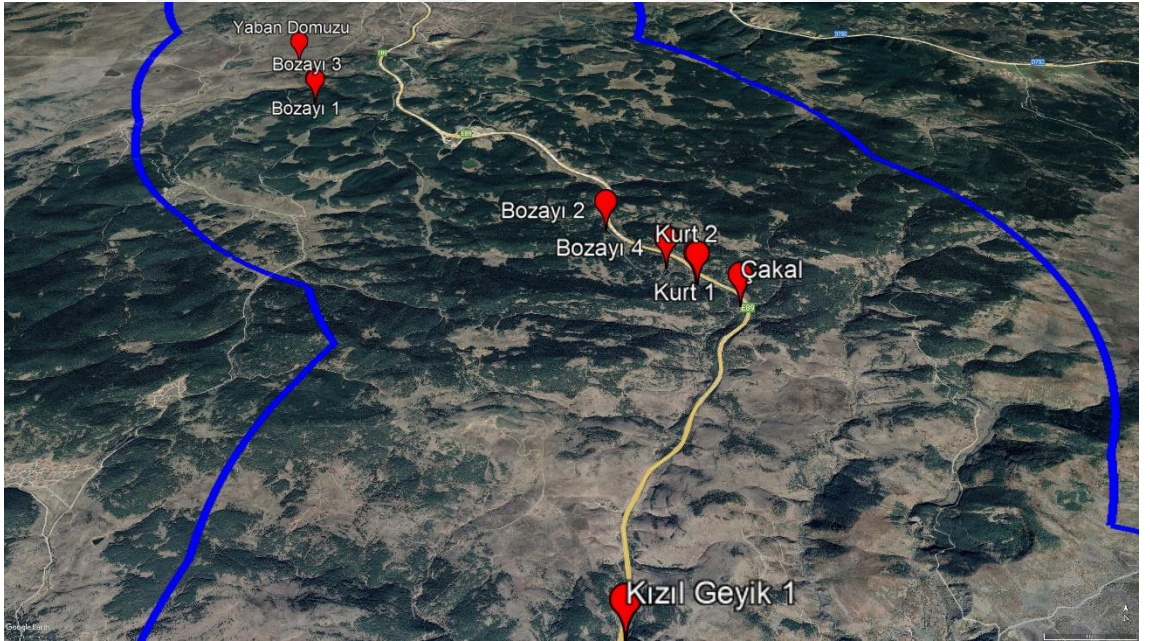


Şekil 4.40 Karacanın otoyoldan uzaklığına bağlı bulunma sıklığının değişimi

4.2 Yakalama ve Telemetry Sonuçları

4.2.1 Yakalama sonuçları

Yakalama çalışmaları sonucunda toplam 12 adet hayvan tasmalanmıştır. Aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı yalnızca 9'u analizlere dahil edilmiştir. Tasmalama çalışmalarında 4 adet bozayı, 2 adet kurt, 1 adet kızıl geyik, 3 adet yaban domuzu, 1 adet de çakal olmak üzere toplam 11 yaban hayvanı tasmalanmıştır (Şekil 4.41). Yakalanan bireylere uygulanan anestezi ilaç bilgileri EK 3'te verilmiştir. Fakat 11 yaban hayvanından aynı şekilde veri alınamamıştır. Bazı tasmalarda hem elektronik hem mekanik arızalar gerçekleşmiştir. Bazı tasmalanan bireylerde sonrasında ölü bulunmuştur. Analizi yapılan 9 hayvanın toplam izleme günü 850 gündür. Tasmaların bazılarında uzun veriler alınabilmişken bazılarında kısa veriler alınmıştır. Bununla ilgili bilgiler Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.41 Tasmalanan yaban hayvanlarının yakalanma noktaları

Bozayılar: Tasmalanan bozayların hepsi erkek bireylerdir. Tüm bireyler “snare” sistemi ile yakalanıp tasmalanmıştır. Yakalandığı andan sonra 1 saat içerisinde müdahale edilmiştir. Bireyler veteriner kontrolünde uyuşturulduktan sonra *Dynatrack* marka tasma takılmış, kan ve kıl örnekleri alınmıştır. Tasmalanan dört bozayının ikisinden (129 ve 130) teknik arıza sonucu kısa bir dönem veri alınabilmiştir. Dört bozayının biri (127) avcılar tarafından vurulmuş ve ölü bulunmuştur. 131 nolu bireyden ise uzun süre veri alınmıştır. 131 nolu birey kış uykusundan uyandıktan sonra tasma bozayı tarafından çıkarılmış halde bulunmuştur.



Şekil 4.42 Bozayı tasma takılma anı

Kurtlar: 1 dişi 1 erkek olmak üzere toplam 2 kurt bireyi tasmalanmıştır. Tüm kurtlar kurt kapanı ile yakalanmıştır. 1 birey et ile yakalanabilirken 1 birey kurt idrarı ile yakalanmıştır. *Dynatrack* marka tasmalar takılmıştır. Tasmalanan 2 kurttan birbirine yakın sürelerde veri alınmıştır. 133 ve 134 nolu bireylerden sırasıyla 78 ve 75 gün veri alınmıştır.



şekil 4.43 Kurt tasma takılma anı

Yaban domuzları: Toplam üç erkek yaban domuzu tasmalanmıştır. Tüm bireyler tek kapılı kafesler ile yakalanmıştır. İki birey aynı anda yakalanmıştır. *Dynatrack* marka tasmalar takılmıştır. İki bireyden tasmanın düşme aparatı arızalandığı için(drop-off) sağlıklı bir veri alınamamıştır. Bir bireyden 5 gün (139) diğer bireyden (140) hiç veri alınamamıştır. Bu bireyler analizler de devre dışı bırakılmıştır. 10137 nolu birey ise 137 gün izlenmiş ve veri alınmıştır. Sadece bu bireyin yaşam alanı analizleri yapılmıştır.

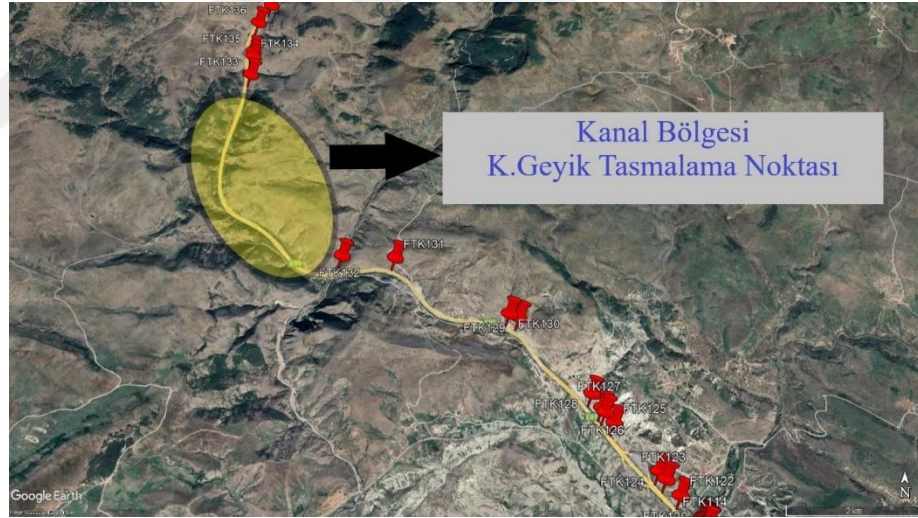


Şekil 4.44 Yaban domuzu tasmalama anı

Kızıl geyik: Bir adet kızıl geyik bireyine tasma takılmıştır. Kafes ve düşme ağ ile yakalama çalışmaları yakalanamamıştır. Tasmalanan bireyin 1'i otoyolun içerisindeki geçirgenliğin en düşük olduğu bir alanda bulunan su kanalına düşen bir bireydir (Şekil 4.45-46). Bulunduğu noktanın yakın bir noktasına tasmalandıktan sonra bırakılmıştır. 141 gün tasma verisi alındıktan sonra sebebi belli olmayan bir nedenden dolayı ölü bulunmuştur. Herhangi bir mermi izi bulunmamış, vücut parçaları etrafa dağılmış halde bulunmuştur.



Şekil 4.45 Otoyol yanındaki su kanalına düşmüş olarak bulunan kızıl geyik bireyi



Şekil 4.46 Çalışma alanındaki geçiş noktalarının arasının en uzak olduğu, k.geyik bireyinin tasmalandığı kanal bölgesi

Çakal: Yalnızca 1 adet dişi çakal bireyi yakalanmıştır. Kurt kapanında kurt idrarı ile yakalanmıştır. 34 günlük veri alınmıştır.



Şekil 4.47 Tasmalanmış çakal bireyi



Şekil 4.48 131 nolu bozayı tasmaını kış uykusu sonra arazide bulunmuş fotoğrafı ve 139 nolu yaban domuzunun drop-off arızası

Tüm tasmalı bireylerden aynı şekilde veri alınamamıştır. Tasmaların durumları ile ilgili bilgiler Çizelge 4.10’da verilmiştir. Tasmaların hepsi programsal olarak 3 saate ayarlanmıştır, fakat yazılımdan kaynaklı birtakım hatalardan dolayı hepsinden daha sık veri almıştır. Bu da pillerinin ömrünü kısaltmıştır ve veri alınamamıştır. Bazı tasmalarda ise 2 seneye ayarlı otomatik düşme mekanizması olan *drop-off* mekanizmaları erken devreye girmiştir (129, 130,139). Bu yüzden çok kısa süre veri alınmıştır (Şekil 4.48). İzleme süreleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. İki adet birey de ölü bulunmuştur. Bu üç bireyden bozayının avcılar tarafından vurulduğu kesin olarak belirlenmiştir. Ölü kızıl geyik bireyin de mermi izi bulunmadığı için de doğal predasyona uğradığı tahmin edilmektedir.



Çizelge 4.9 Tasmalama özet bilgileri

NO	TÜR	BİREY NO	EŞEY	YAŞ	YAKALANMA	İLK VERİ	SON VERİ	VERİ GÜN SAYISI
1	Bozayı	130	Erkek	Genç	7.06.2016	7.06.2016	6.08.2016	60
2	Bozayı	131	Erkek	Yaşlı	14.06.2016	14.06.2016	24.02.2017	255
3	Bozayı	129	Erkek	Genç	30.06.2016	30.06.2016	7.08.2016	38
4	Bozayı	127	Erkek	Genç	28.08.2016	28.08.2016	1.10.2016	34
5	Çakal	138	Dişi	Genç	11.06.2016	11.06.2016	15.07.2016	34
6	K.Geyik	132	Erkek	Ergin	13.05.2017	13.05.2017	1.10.2017	141
7	Kurt	134	Dişi	Genç	3.11.2016	3.11.2016	17.01.2017	75
8	Kurt	133	Erkek	Genç	7.11.2016	7.11.2016	24.01.2017	78
9	Y.domuzu	137	Dişi	Yaşlı	21.08.2016	21.08.2016	4.01.2017	136
10	*Y.domuzu	139	Dişi	Yaşlı	17.08.2016	18.08.2016	23.08.2016	5
11	*Y.domuzu	140	Dişi	Yaşlı	21.08.2016	-	-	-

* Veri sayıları çok düşük olduğu için analizi yapılmamıştır.

Çizelge 4.10 Tasmalı bireylerin tasmalama sonrasındaki durumları

Tür	Birey No	Gün	Durumu	Durum Açıklaması
Bozayı	130	60	T.Düştü	Tasma düşme(drop-off) mekanizmasında teknik arıza. Tasma bulundu.
Bozayı	131	255	T.Düştü	Birey tasmayı kış uykusunun ardında zayıflama sonrası çıkarttı. Tasma bulundu (Şekil 4.48).
Bozayı	129	38	T.Düştü	Tasma düşme(drop-off) mekanizmasında teknik arıza. Tasma bulundu.
Bozayı	127	34	Ölü bulundu	Avcılar tarafından vurulmuş halde bulundu. Tasma alındı.
Çakal	138	34	Bilinmiyor	Tasma bireyin üstünde fotokapan ile görüldü. Fakat tasma veri göndermiyor. Tasma bulunamadı.
K. geyik	132	141	Ölü bulundu	Birey ölü bulundu. Ölüm sebebi belli değil. Tasma alındı. Tahmin doğal predasyon.
Kurt	134	75	Bilinmiyor	Tasma bireyin üstünde fotokapan ile görüldü. Fakat tasma veri göndermiyor. Tasma bulunamadı.
Kurt	133	78	Bilinmiyor	Tasma bireyin üstünde fotokapan ile görüldü. Fakat tasma veri göndermiyor. Tasma bulunamadı.
Y.domuzu	139	5	Bilinmiyor	Tasma düşme(drop-off) mekanizmasında teknik arıza. Tasma bulundu (bkz. Şekil 4.48).
Y.domuzu	137	136	Bilinmiyor	Tasmadan bir süre sonra veri alınamadı. Tahmin: Yazılımsal hata.
Y.domuzu	140	-	Bilinmiyor	Tasma mekanizmasında teknik arıza. Hiç veri alınamadı. Tasma bulunamadı.

Çizelge 4.11 Analiz yapılan bireylerin izleme süreleri

Tasmalı bireyler		2016								2017										
		6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Bozayı 131	6	7	8	9	10	11	12	1	2										
2	Bozayı 130	6	7																	
3	Bozayı 129	6	7																	
4	Bozayı 127				9															
5	Kurt 133						11	12	1											
6	Kurt 134						11	12	1											
7	Çakal 138	6	7																	
8	K. Geyik 132												5	6	7	8	9	10		
9	Y.domuzu 137			8	9	10	11	12												

4.2.2 Yaşam alanı hesaplamaları

Kernel yaşam alanı hesaplamasından yüzde 95’lik izohipslere göre hesaplanan yaşam alanları km^2 cinsinden değerleri Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. En büyük yaşam alanı 131 nolu (315 km^2) bozayıya aittir. En düşük yaşam alanı ($6,69 \text{ km}^2$) kurda aittir. Kernel yoğunluk haritaları ise Şekil 4.49-4.57 arasında gösterilmiştir.

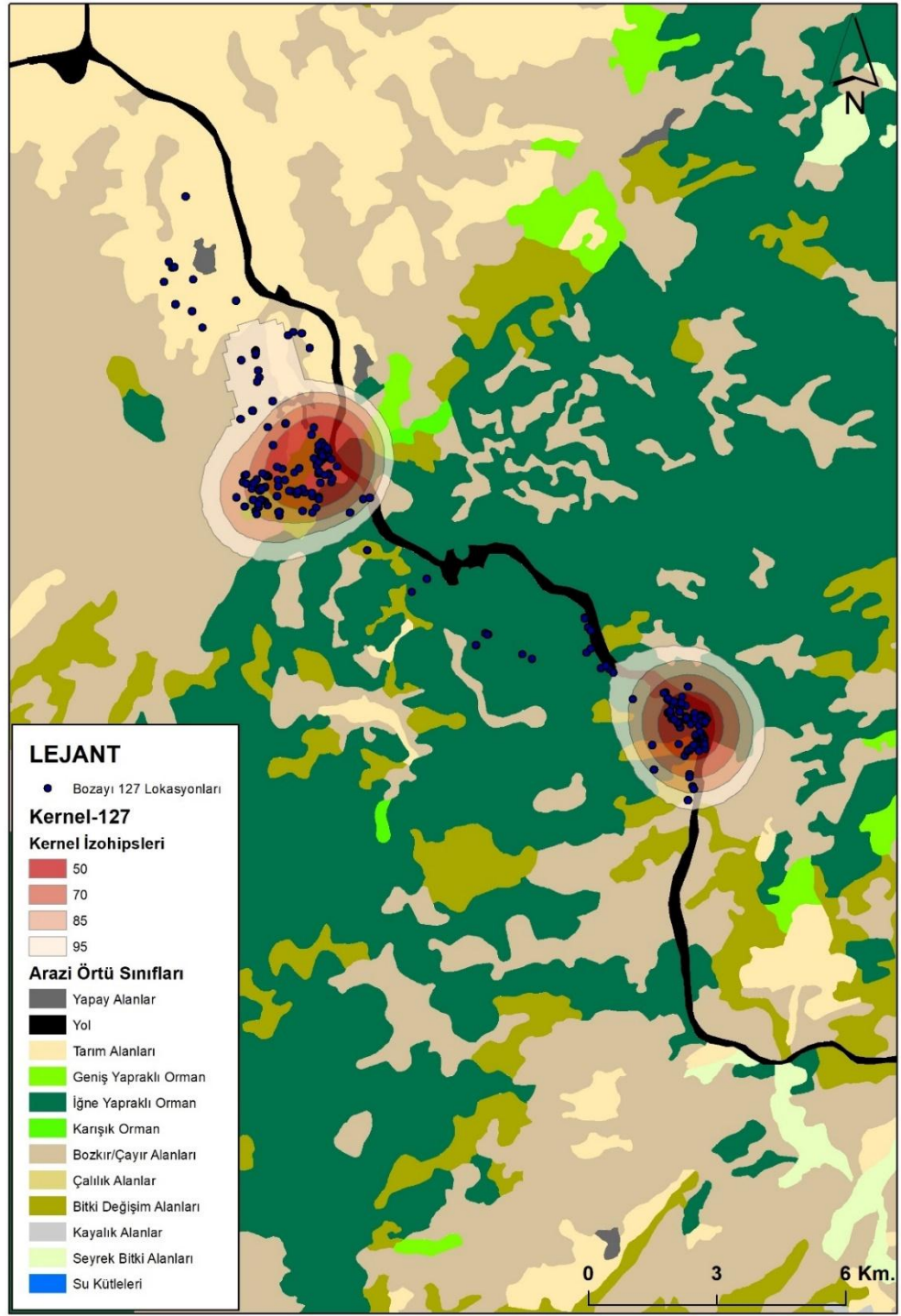
Bireylerin bulunduğu minumum, maksimum ve ortalama bulunduğu yükseklikler Çizelge 4.13’te verilmiştir. En yüksek bulunan yükseklik 1725 m ile 133 nolu kurda aittir. En düşük yükseklik ise yine 1001 m ile 133 nolu aynı kurt bireyine aittir. Ortalama yüksekliklerde ise 129 nolu bozayı 1558 m ile ortalaması en yüksek bireydir. En düşük ise menfez bölgelerinde çok bulunan 1250 m ile 138 nolu çakal bireyidir.

Çizelge 4.12 Tasmalı bireylerin gün sayısı, nokta sayısı ve yaşam alanı büyüklüğü

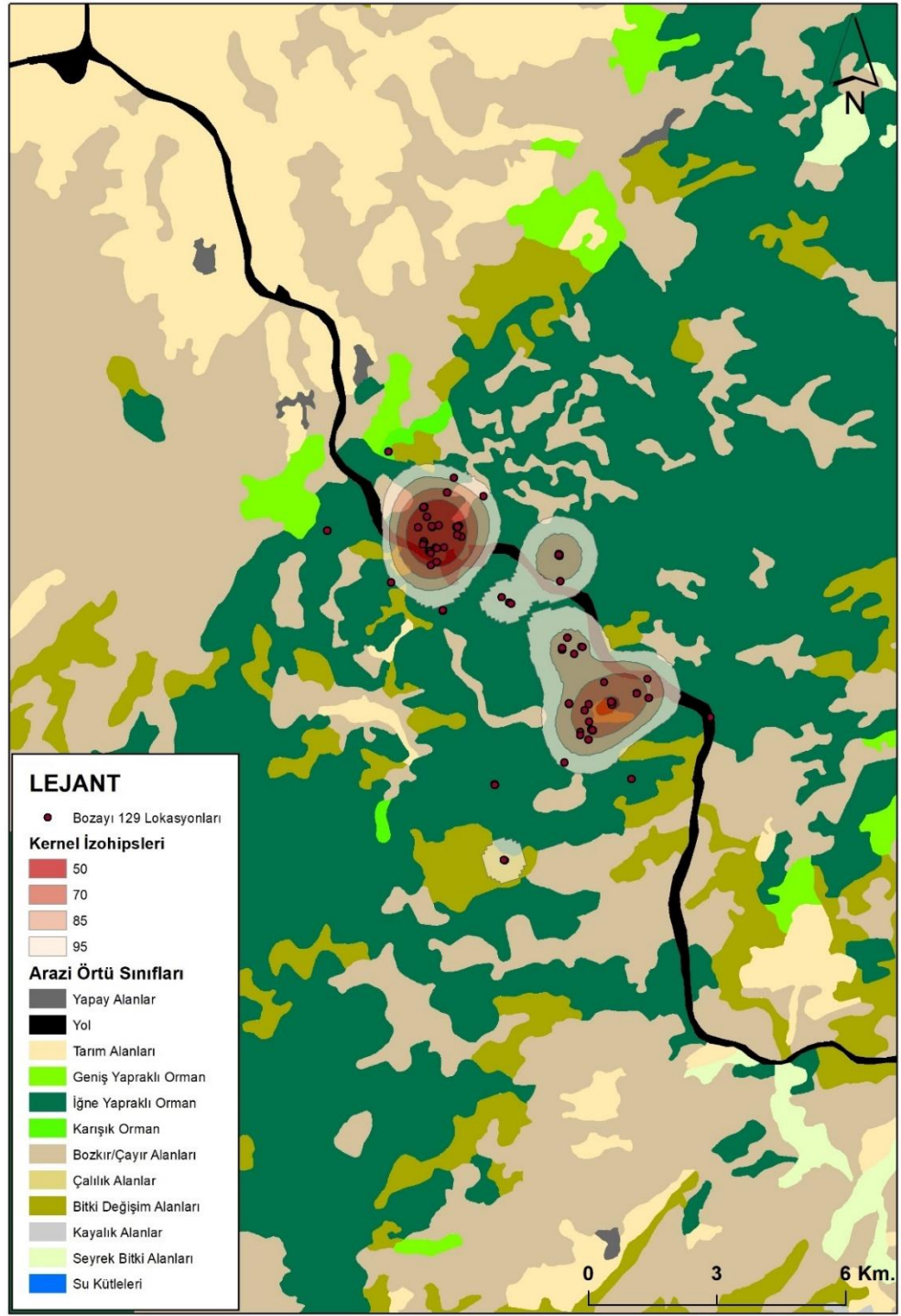
Bireyler	Eşey	Gün sayısı	Nokta Sayısı	Yaşam Alanı (%95)km ²
Bozayı 127(ölü bulundu)	E	34	464	27,80
Bozayı 129	E	38	121	20,96
Bozayı 130	E	60	223	70,40
Bozayı 131	E	255	559	315,33
Kurt 133	E	78	607	13,11
Kurt 134	D	75	651	6,69
Çakal 138	D	34	312	19,94
Geyik 132(ölü bulundu)	E	141	1594	90,50
Y.Domuzu 137	D	135	498	7,51

Çizelge 4.13 Tasmalı bireylerin minumum, ortalama ve maksimum bulunduğu yükseklikler

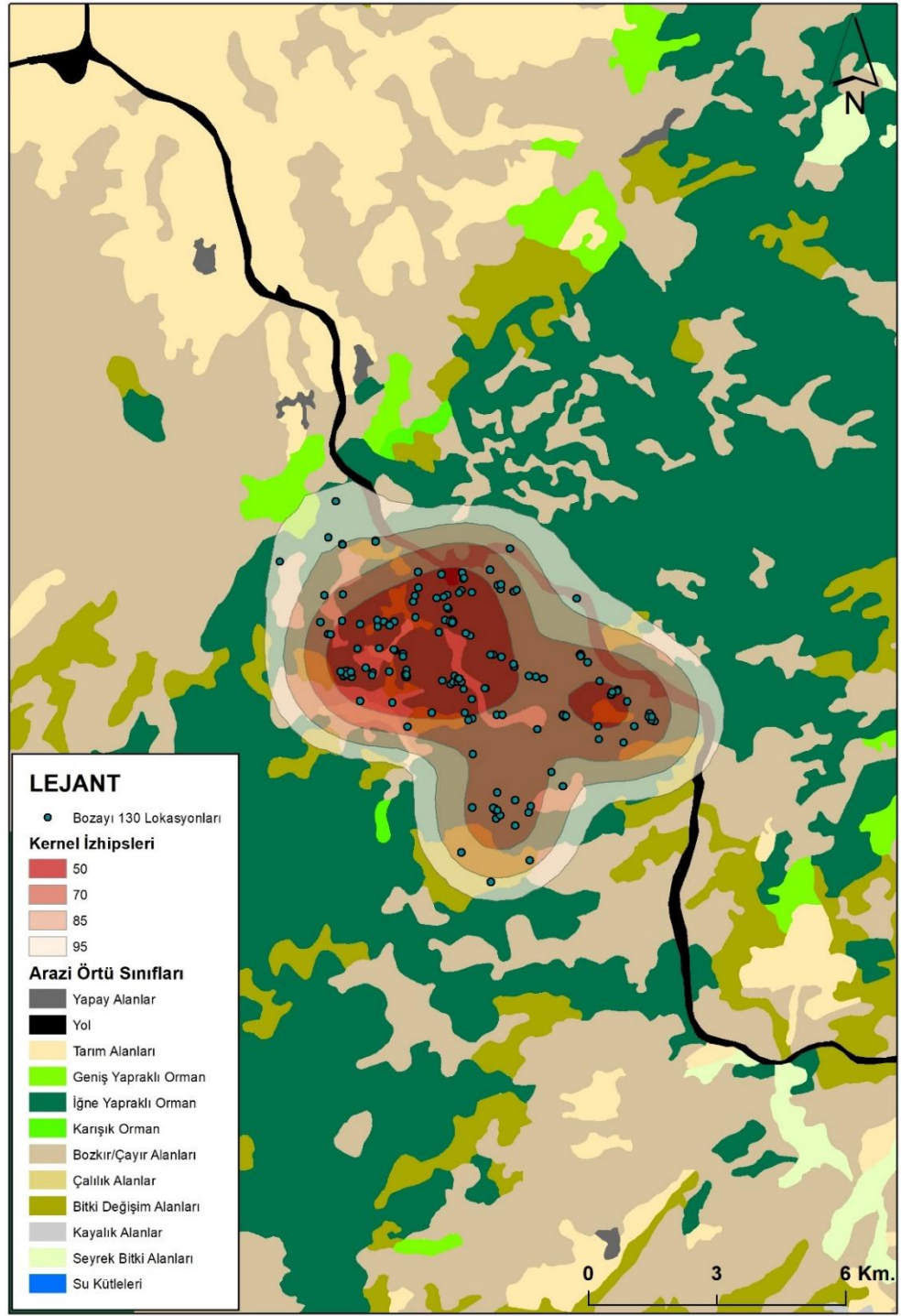
Bireyler	Min mt	Ortalama mt	Maks. mt
Kurt 133	1001	1363	1725
Kurt 134	1199	1400	1601
Bozayı 127	1205	1421	1638
Bozayı 129	1429	1558	1686
Bozayı 130	1410	1531	1653
Bozayı 131	1171	1315	1459
Çakal 138	1013	1250	1488
K.Geyik 132b	1263	1443	1624
Y.Domuzu 137	1187	1438	1438



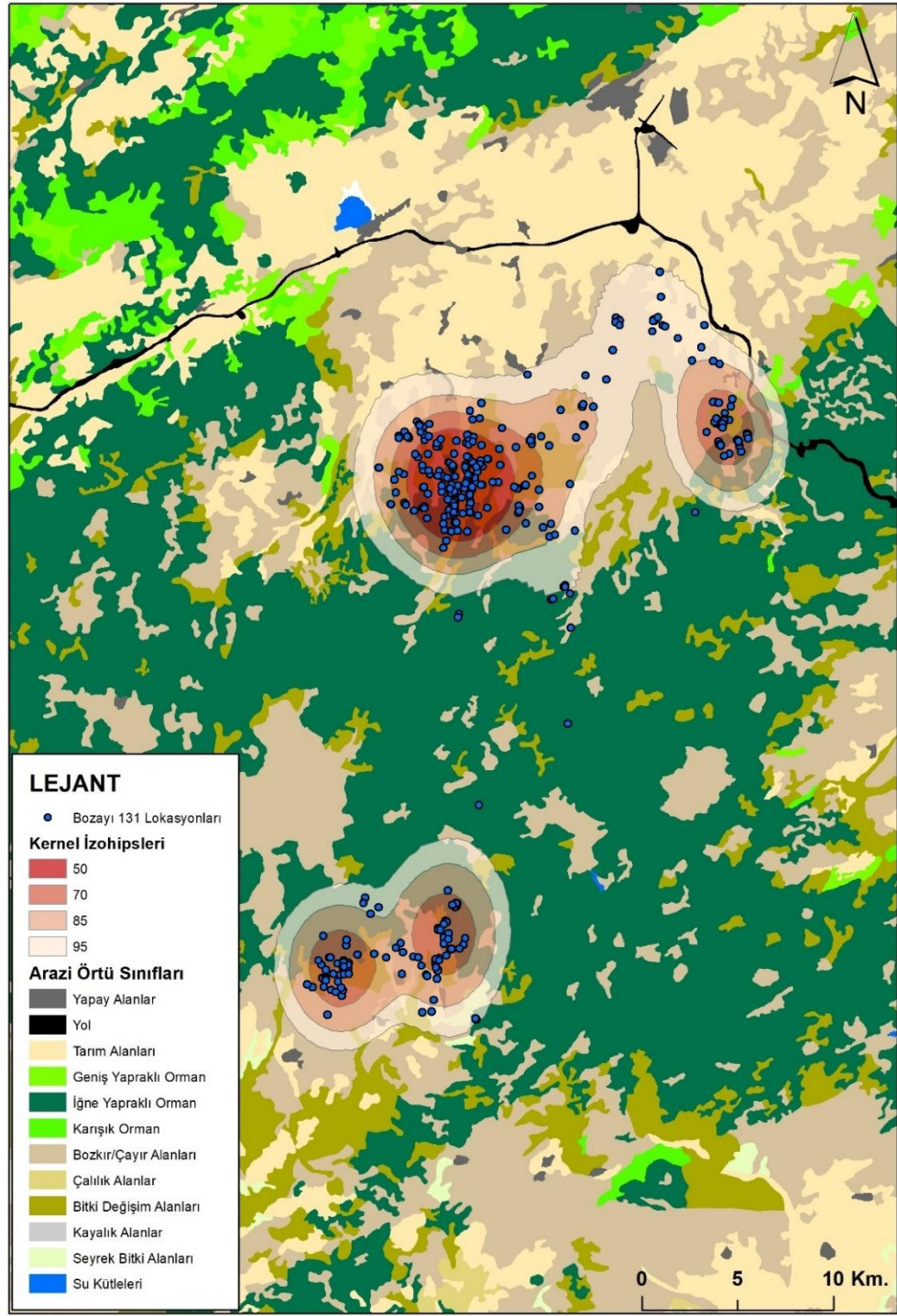
Şekil 4.49 127 nolu bozayının yaşam alanı



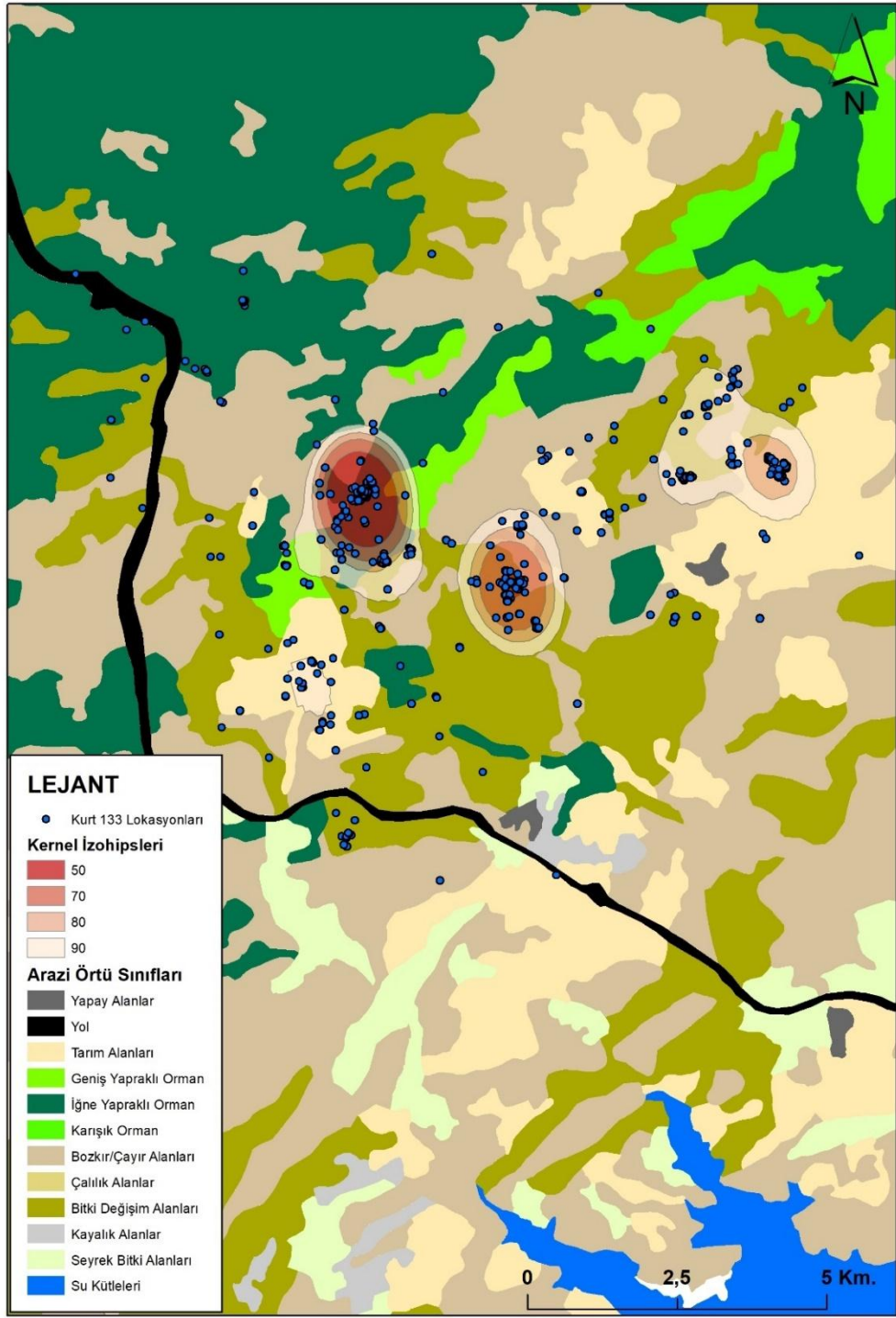
Şekil 4.50 129 nolu bozayının yaşam alanı



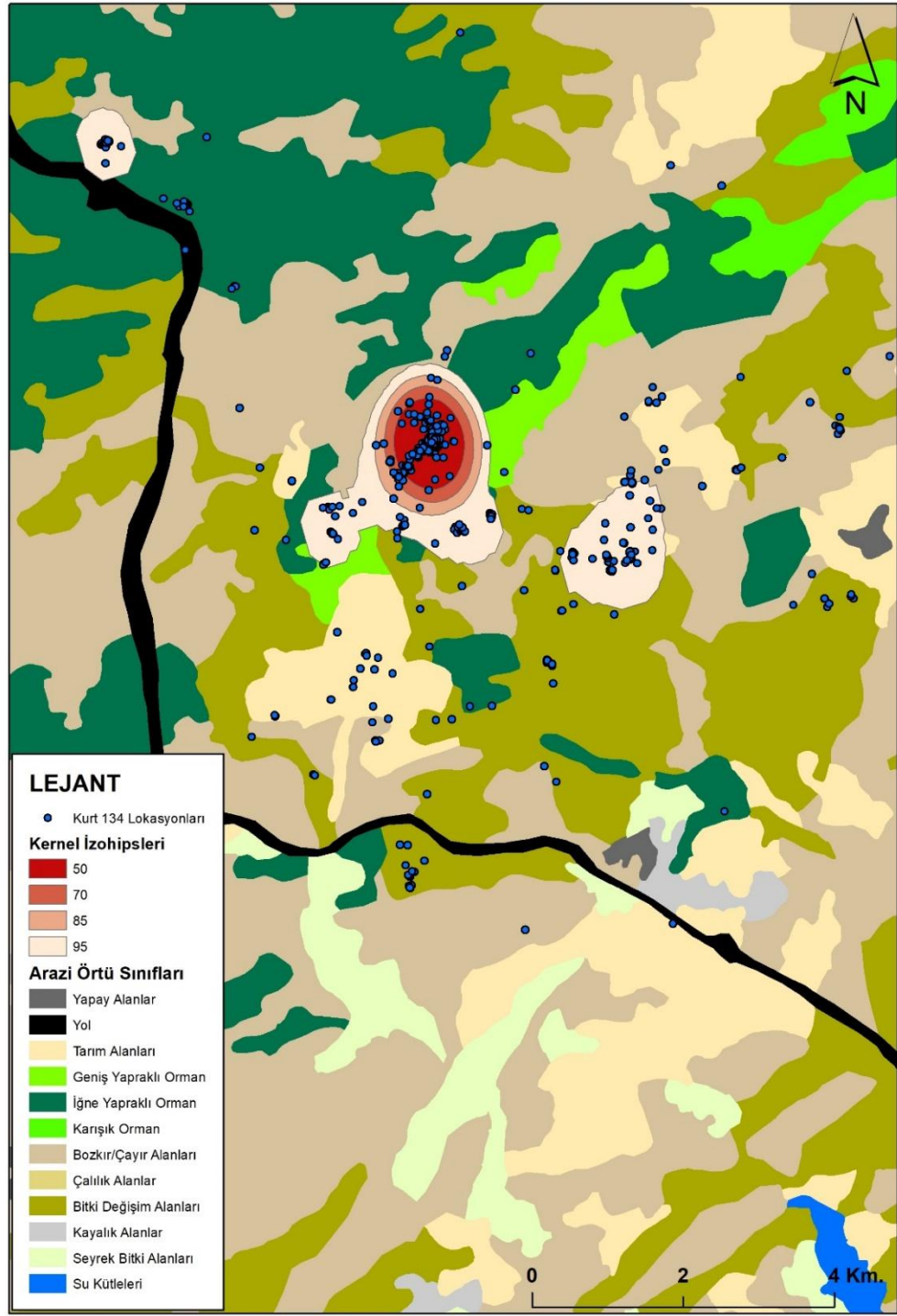
Şekil 4.51 130 nolu bozayının yaşam alanı



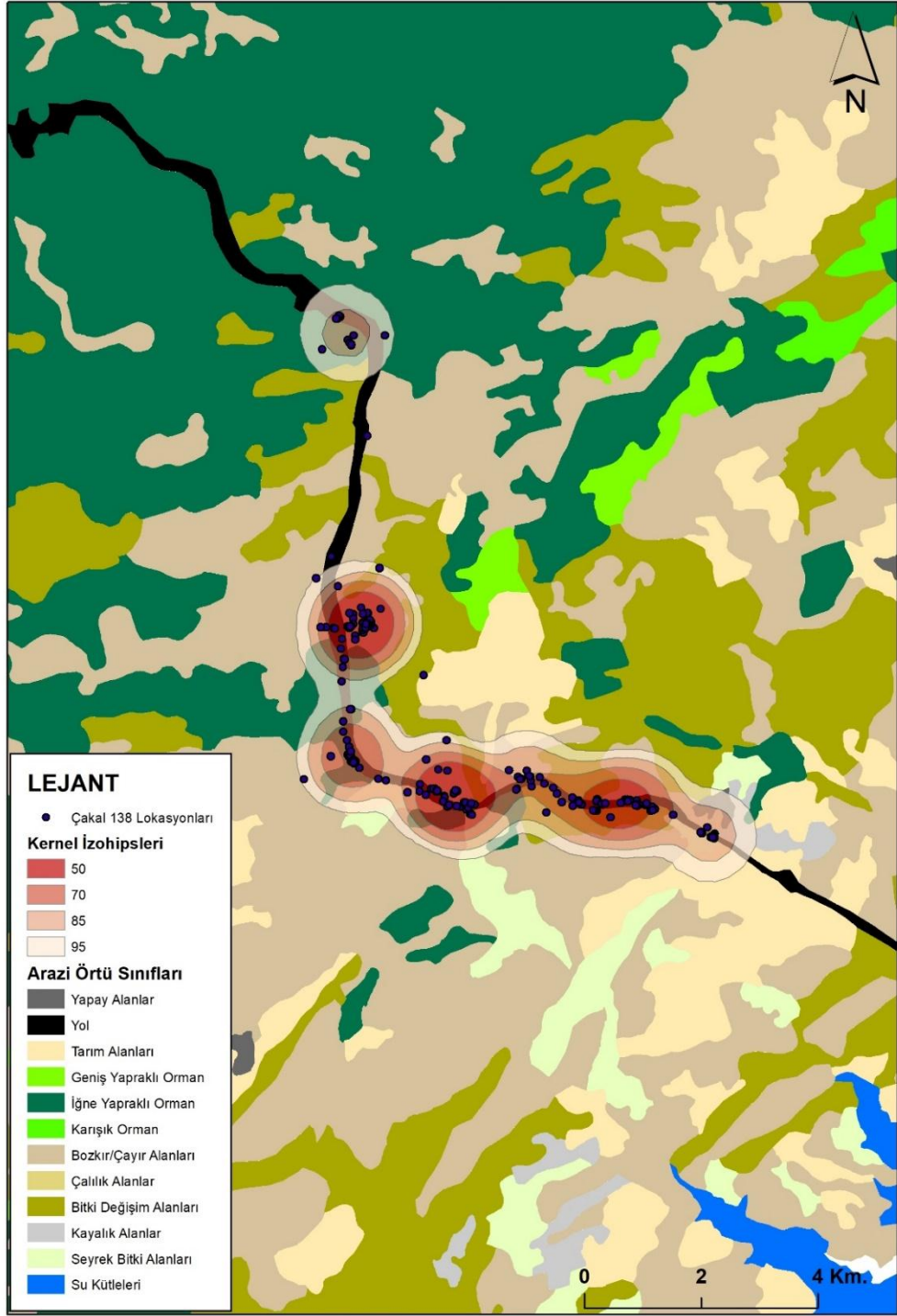
Şekil 4.52 131 nolu bozayının yaşam alanı



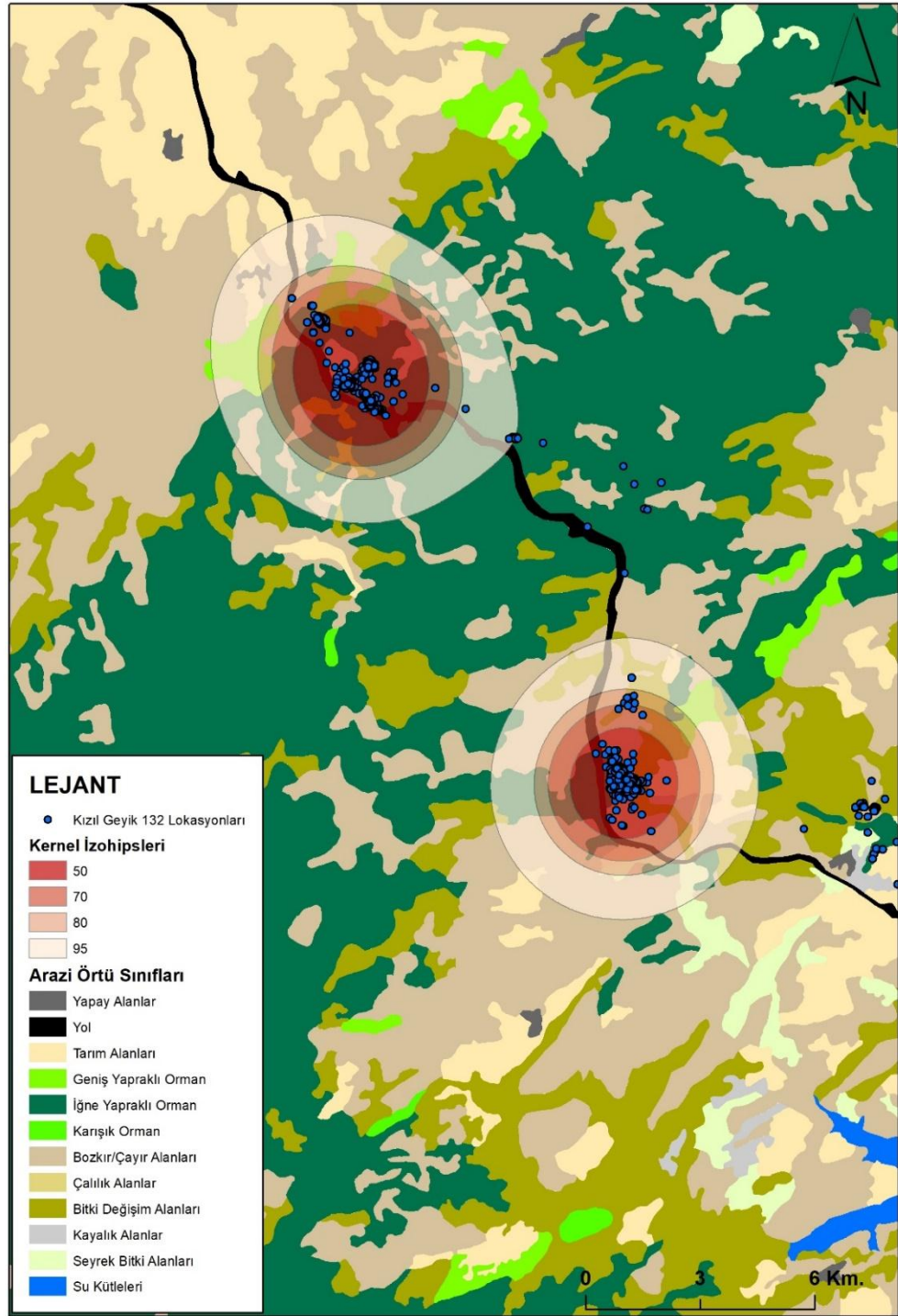
Şekil 4.53 10133 nolu kurdun yaşam alanı



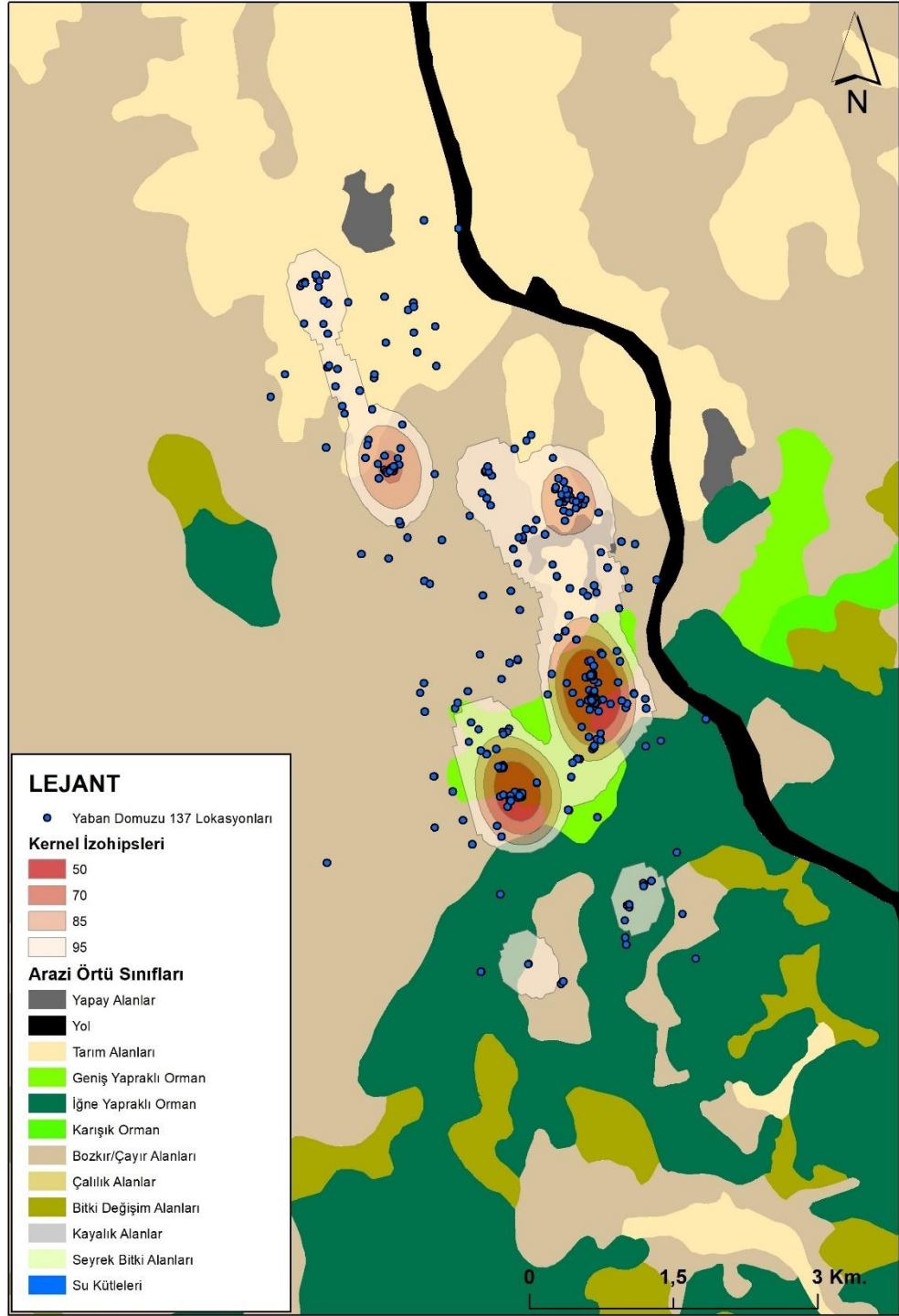
Şekil 4.54 134 nolu kurdun yaşam alanı



Şekil 4.55 138 nolu çakalın yaşam alanı



Şekil 4.56 132 nolu kızıl geyiğin yaşam alanı



Şekil 4.57 137 nolu yaban domuzunun yaşam alanı

4.2.3 Tasmalı bireylerin habitat tercihleri

Tasmalı bireylerin habitat tercihleri orman meşçere altlığı kullanılarak belirlenmiştir. Bu noktada kernel yaşam alanı büyüklüğü değil, nokta kayıtları kullanılmıştır. Corine yer örtüsü sınıflandırmasına ait katmanlardan daha yüksek çözünürlüğe sahip olan orman meşçere haritaları kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın aşamaları şu şekilde özetlenebilir: Orman meşçere haritalarında yer alan meşçere tipi özelliklerinin, büyük memelilerin habitat tercihlerini yansıtacak şekilde fizyonomik olarak yeniden sınıflandırılması yapılmıştır. Bireylere ait tasma verileri ile bu habitat sınıfları karşılaştırılmış ve kullanım sıklık ve oranları belirlenmiştir. Bu veriler Çizelge 4.14'te verilmiştir. Bu verilere göre yaban domuzunun tarım alanlarında, kızıl geyiğin iğne yapraklı ormanda, çakalın yol alanı (antropojen) içerisinde, kurtların çeşitli bozkır alanlarda çoğunlukla bulunduğu gözlenmiştir. Bozayıların ise ikisinin çoğunlukla iğne yapraklı ormanda diğer ikisinin ise çeşitli bozkır ve iğne yapraklı ormanda olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14 Tasmalı bireylerin habitat tercihlerini kullanım yüzdeleri

	Vejetasyon	Kurt 133	Kurt 134	Bozayı 127	Bozayı 129	Bozayı 130	Bozayı 131	Çakal 138	K.Geyik 132	Y.Domuzu 137
1	Tarım	18,3	13,9	14,3	0,0	0,5	15,0	2,4	6,5	44,8
2	Çalılı bozkır	40,2	24,4	36,5	0,0	0,0	6,4	0,4	13,4	26,3
3	Ağaç çalılı boz.	0,6	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	1,3
4	Bozkır	10,6	15,6	17,7	16,0	9,4	17,1	32,7	8,8	15,3
5	Ağaçlı bozkır	16,9	31,3	4,8	6,2	4,2	32,9	0,4	7,1	1,1
6	Antropojen	1,7	1,8	2,4	2,5	0,0	0,0	37,1	0,2	1,9
7	İğne yapraklı orman	10,8	11,5	22,9	74,1	85,4	28,6	2,4	53,1	7,2
8	Gen.yapraklı orman	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
9	Açık	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	3,8	0,0
10	Karışık orman	0,8	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Su	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Yol	0,1	0,0	0,3	1,2	0,5	0,0	0,0	0,2	0,8

4.2.4 Tasmalanan bireylerin karşıya geçişleri

Tasmalanan bireylerin yolun karşı tarafına geçip geçmediği anlamak için tasma verilerine bakılmıştır. Bu duruma göre veri alınan süre içerisinde 4 birey otoyolun diğer tarafına geçerken 5 birey yolun bulundukları tarafında kalmışlardır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Tasmalı bireylerin bulundukları taraftan otoyolun karşıya geçme durumları

No	Tür	Birey No	Veri Gün Sayısı	Karşıya Geçti mi?
1	Bozayı	130	60	Hayır
2	Bozayı	131	255	Hayır
3	Bozayı	129	38	Evet
4	Bozayı	127	34	Hayır
5	Çakal	138	34	Evet
6	Kızıl geyik	132b	141	Hayır
7	Kurt	134	75	Evet
8	Kurt	133	78	Evet
9	Yaban domuzu	137	136	Hayır

4.3 Genetik Sonuçlar

4.3.1 Bozayı populasyon genetiği analizleri

Bozayılardan toplam 30 birey örneklenmiştir. Bunların 9'u otoyolun sağ tarafından, 21 yolun sol tarafındandır. Bireylerin örnekleme şekli ve mikrosatelit sonuçları EK 5'te verilmiştir. 30 örneğin 22'si kıl tuzaklarından, 4'ü ölü bireylerden alınan doku, 4'ü tasmalanan bireyden alınan dokular ile edilmiştir (Şekil 4.58-4.59).



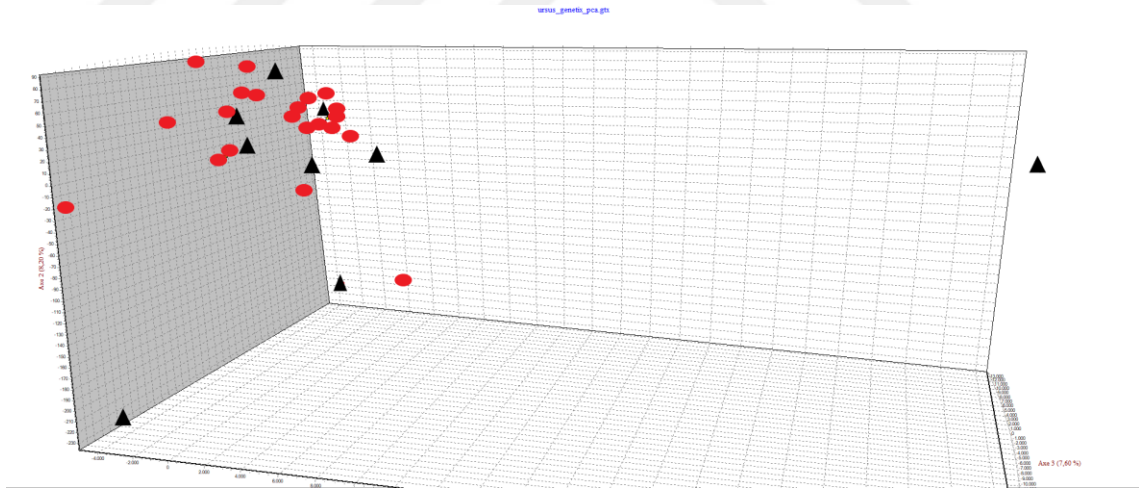
Şekil 4.58 Kıl tuzağında bozayı kıl örneği



Şekil 4.59 Kıl tuzağında bozayı bireyi

Sağ ve sol populasyonlar arasındaki genetik farklılaşma F istatistiği FSTAT ve GENETIX programları kullanılarak ölçülmüştür (Weir ve Cockerham, 1984). Hardy-Weinberg'e göre sapma olup olmadığını ortaya koymak için F_{is} değerine, populasyonlar arası farklılaşmayı görmek için F_{st} değerine bakılmıştır. Tüm lokuslardaki $F_{is} = 0,092 = (Smallf)$ bulunmuştur. Bu sayının düşük olması heterozigot fazlalığını göstermektedir. Tüm F_{is} değerleri göz önüne alındığında kendileşme oranının düşük olduğu gözlenmektedir. Toplam genetik varyansa göre populasyonlar arasındaki genetik varyansa oranı olan F_{st} değeri 0,02650 bulunmuştur. Populasyonlar arasında yüksek bir farklılık bulunmamıştır.

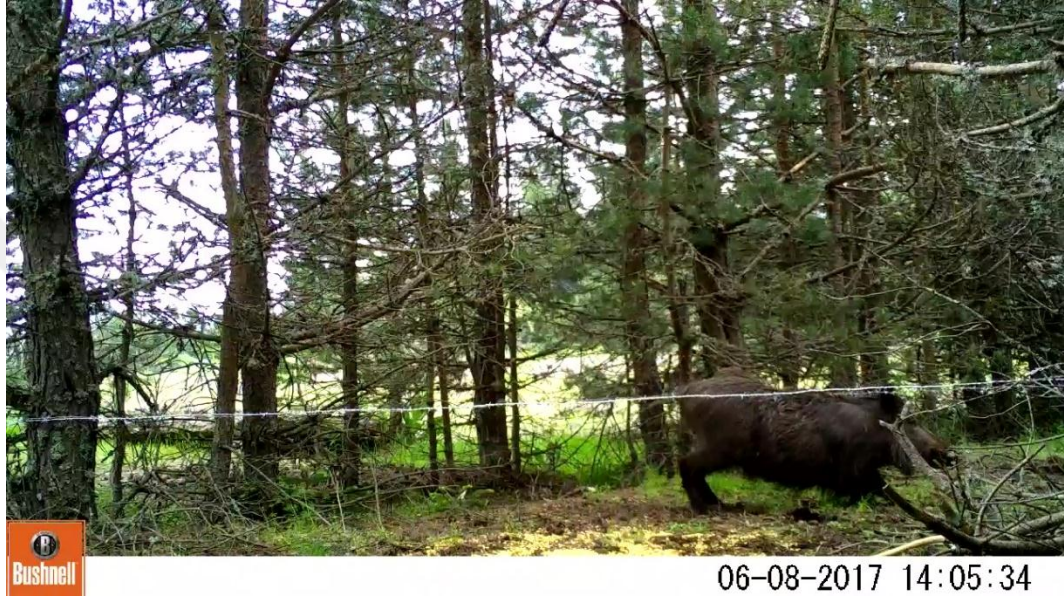
Populasyonlar arası gen akışı değeri ise $N_m = 9.18$ bulunmuştur N_m değeri 4'den büyük olduğu için populasyon içerisinde gen akışının yüksek olduğunu göstermektedir. Faktöriyel bileşen analiziyle hem bireylerin hem de populasyonlar arasındaki genetik farklılaşmaya bakılmıştır. Sağ ve sol populasyonlar arasında bariz bir ayrım gözlenmemiştir (Şekil 4.60).



Şekil 4.60 Sağ ve sol populasyonların faktöriyel bileşen analizi (kırmızı noktalar sol, siyah üçgenler sağ populasyonu temsil etmektedir)

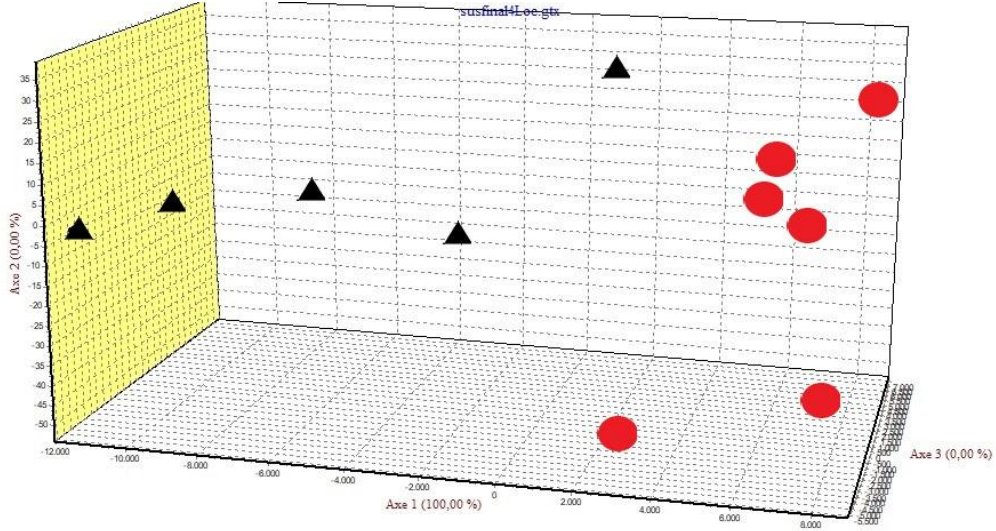
4.3.2 Yaban domuzu populasyon genetiği analizleri sonuçlar

Toplam 9 farklı birey örneklenmiştir. Bunların 5’u otoyolun sağ tarafından, 4 yolun sol tarafındandır. Bireylerin örnekleme şekli aşağıdaki Ek 5’te verilmiştir. Toplam 4 mikrosatelit işareti kullanılarak 4 lokusun dizisi yapılmıştır.



Şekil 4.61 Kıl tuzağında yaban domuzu bireyi

Bozayı bireylerinde yapılan analizler yaban domuzunda da yapılmıştır. Tüm lokuslardaki $F_{is} = 0,189 = (Smallf)$ bulunmuştur. Bu sayının düşük olması heterozigot fazlalılığını göstermektedir. Toplam genetik varyansa göre populasyonlar arasındaki genetik varyansa oranı olan F_{st} değeri 0.163 bulunmuştur. Populasyonlar arasında yüksek bir farklılık yoktur. Yaban domuzu için gen akışı değeri olan N_m 1,29 bulunmuştur. N_m değeri 4’ten küçük olduğu için populasyon içerisinde gen akışının çok düşük olduğunu göstermektedir. Faktöriyel bileşen analizinde sağ ve sol yaban domuzu populasyonları birbirine uzak konumlanmışlardır (Şekil 4.62). Gen akışı değeri ile F_{st} , F_{is} değerleri uyum göstermemektedir.



Şekil 4.62 Yaban domuzu faktöriyel bileşen analizi

4.4 Yöntemlerin karşılaştırılması

Üç yöntemde popülasyonların genel durumu hakkında bilgi sağlamıştır. Bu tez çalışmasında kullanılan bu yöntemlerin türler hakkında yol ekolojisi alanında verdiği bilgilerin özeti Çizelge 4.16’da gösterilmiştir. Tüm yöntemlerin yol ekolojisi alanında birbirine göre artışı ve eksisi vardır.

Çizelge 4.16 Yöntemlerin karşılaştırılması

Sorular	Genetik	Fotokapan	Telemetri
Birey düzeyinde bilgi verdi mi?	Evet	Hayır	Evet
Popülasyonlar hakkında bilgi verdi mi?	Evet	Evet	Evet
Popülasyonların yol ile ilişkisi hakkında bilgi verdi mi?	Evet/Düşük	Evet/Yüksek	Evet/Orta
Yolun türler üzerine negatif etkisi hakkında bilgi verdi mi?	Evet/Yüksek	Evet/Yüksek	Evet/Düşük
Türler özelinde uzun vadeli bilgi için faydalı mı?	Evet	Evet	Hayır
Türler özelinde kısa vadeli bilgi için faydalı mı?	Hayır	Evet	Evet
Maliyet	Orta	Düşük*	Yüksek
Örneklem büyüklüğü	Orta	Yüksek	Düşük
Fiziksel Efor	Düşük	Düşük	Yüksek
Laboratuvar eforu	Yüksek	Yüksek	Düşük
Teknolojik hata	Orta	Düşük	Yüksek
Fotokapanlar hali hazırda var ise*			

5.TARTIŞMA

Dünyada yolların yaban hayatına etkisini ortaya koyacak birçok çalışma yapılmasına rağmen bu etkinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Ceia-Hasse vd., 2017). Türkiye’de otoyolların yaban hayatına etkisini henüz araştırılmamışken bu çalışma büyük memeli türlerin otoyol olan ile olan ilişkisini ortaya koyan Türkiye’de yapılmış en kapsamlı ve en özgün çalışmadır.

Yol ekolojisinde büyük memeli türler araştırılırken kullanılan birçok yöntem bu tez çalışması kapsamında kullanılmıştır. Bu yöntemler; fotokapan, telemetri ve genetik yöntemleridir. Her bir yöntem yol çevresindeki büyük memelilerin hem ekolojik hem de yol ile ilişkisini net bir şekilde ortaya koymuştur (Smith ve Van Der Ree, 2015).

Bu veriler bundan sonraki yol ekolojisinin hedeflerinden biri olan minimize etme, yol yapımından kaçınma ve telafi etme çalışmalarına altlık olacaktır (Van Der Ree vd., 2011). Bu veriler ışığında hali hazırda var olan otoyollar ve demiryolları için yaban hayvanı koruma eylemlerine ve çevresel etki değerlendirmelerine bilgi ve katkı sağlayacaktır (Karlson vd., 2014, Ward vd., 2015). Bu tez çalışmasından elde edilen veriler gelecekte yapılacak olan otoyol ve hızlı tren hatlarında da yaban hayatının gözetilerek planlamasına kaynak oluşturacaktır. Böylece hem yaban hayatın devamlılığı hem de insanlar için yol güvenliği de sağlanabilecektir. Bu tez çalışması bu anlamda bir rehber özelliği de göstermektedir.

Daha önceki ekolojisi çalışmalarında da ortaya konduğu gibi bu tez çalışmasında da çıkan sonuçlar; yaban hayatının yoğun olduğu çok rahatsız edilmemiş bölgelerde otoyol, demiryolu gibi üstyapı öğelerinin etkisinin minimize edilmesinin önemini göstermiştir (Benítez-López vd., 2010).

Başka çalışmalarda da yapılan modelleme çalışmaları da yolsuz senaryolarda habitat bağlantılılığın artmasıyla türlerin çok daha geniş alan kullanacaklarını öngörmektedir. Bu modellemeler azaltım uygulamalarında elde olan veriler doğru uygulamaların

yapılabilmesine imkan sağlamaktadır (De Rivera vd., 2022). Bu çalışmada da Anadolu Otoyolu'nun türlerin hareketini kısıtladığı tespit edilmiştir. Anadolu Otoyolu'nda ekolojik köprünün gerekliliği ve yeri hakkında önemli bilgiler sağlamıştır.

5.1 Anadolu Otoyolu'nun Türler Üzerine Ekolojik Etkisi

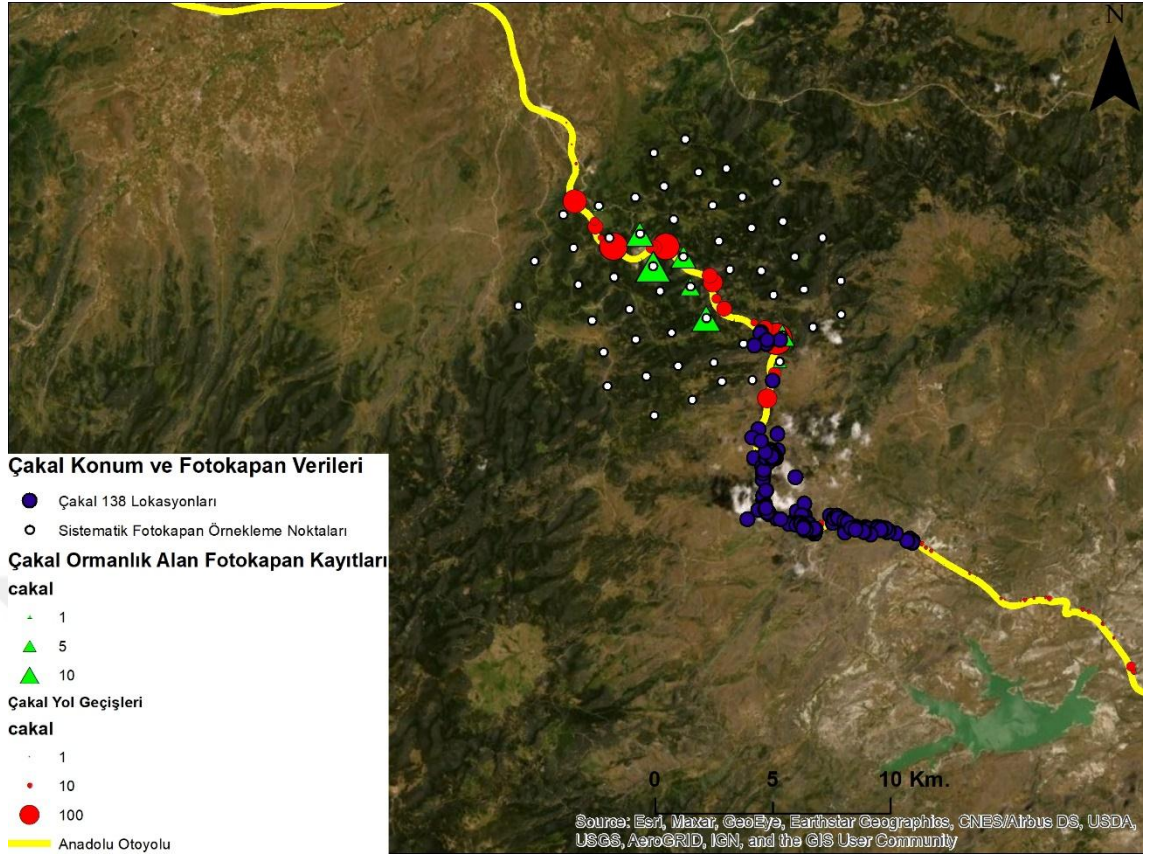
Fotokapan ve telemetri yöntemleriyle hedef türlere, Anadolu Otoyolu'nun ekolojik etkisi araştırılmıştır. Fotokapan çalışması yöntemler arasında en uzun süre devam eden ve en çok veri elde edilen yöntemdir. Fotokapan sayısının hem yüksek olması hem de uzun süre ile izlenmesi çok değerli veriler sağlamıştır. Fotokapan yöntemi kullanılarak yayımlanmış araştırmalar Kuzey Amerika, Avrupa ve tropikal bölgelerde yoğunlaşırken, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Batı Avustralya ve ekstrem yüksekliklerde bu yöntem yeterince temsil edilmemektedir (Delisle vd., 2021). Alanın büyüklüğünü de yukarıdaki artılar ile değerlendirdiğimizde yol ekolojisi alanına da Türkiye'deki fotokapan çalışmalarına önemli katkı sağlayacaktır. Bu çalışma da fotokapan ile Türkiye'de ilk kez otoyol altındaki yapıları hangi hayvanların kaç kere hangi yapıları kullanarak karşıya geçtiklerini kapsamlı bir şekilde ortaya konmuştur. Fotokapanlar ile bireyler özelinde olmasa da popülasyonların davranışı hakkında veriler sağlamıştır. Her bir büyük memeli tür için sonuçlara göre ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır. Bunun yanı sıra ise geçiş yapılarını tercihleri de tez çalışması kapsamında fotokapanlar sonuçlarına göre değerlendirilmiştir. Ekolojik etkiyi görebilmek ayrıca hedef türlerden vaşak, kızıl tilki ve karaca hariç diğer türler farklı sayılarda da olsa tasmlanmıştır. Böylece yolun yaşam alanlarını nasıl sınırlandırdığı, bireylerin karşıya geçip geçmeme durumu gibi veriler elde edilmiştir. Tür özelinde değerlendirmelerde telemetri yöntemiyle elde edilen konumlar ekolojik etkinin görülmesine katkı sağlamıştır.

5.1.1 Otoyolun çakal üzerindeki ekolojik etkisi

Çakal çok çeşitli habitatlarda bulunabilmesi türün insan kullanımı olan alanlarda da kolaylıkla uyum sağlayabilmesi ve bu özelliği ile hızla birçok bölgeye yayılabilmesi bilinmektedir (Arnold vd., 2012, Ambarlı vd., 2016, Şalek vd., 2014). Bu durum tez çalışmasında hem tasma hem de fotokapan çalışması ile açıkça ortaya konmuştur.

Çakalların otoyol ile göreceli olarak pozitif bir ilişki içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Otoyol altına yerleştirilen fotokapanlarda çakalın geçiş noktalarını sıklıkla kullandığı tespit edilmiştir. Bu geçiş noktası tercihinde ise yüzde 95’lik bir oran menfezlere aittir. Tek bir bireye takılan tasma verileri de fotokapan verilerini kuvvetle destekler niteliktedir. Çakalların özellikle menfez noktalarını kullanmalarının temel sebebinin kolay besin bulmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü menfezleri diğer türlerin aksine çok daha sık kullanmaktadırlar. Yol üzerinde gerçekleşen kazalarda ortaya çıkan besinler de bir şekilde çakalın ulaşabileceği noktalara geliyor olabilir. Bir yandan da otoyol çevresinden uzaklaşarak yerleştirilen karelej fotokapan örneklemesinde türün kayıt sayısı, geçiş verilerine göre yok denecek kadar azdır. Fakat çakallar alanda çok büyük oranda menfezleri tercih etmektedirler. Karelej fotokapan örneklemesinden de gözlenmiştir ki yoldan uzaklaştıkça çakal yoğunluğu çok hızlı bir düşüş geçirerek ormanlık ve jastasyonda gözlenmemiştir.

Telemetri yöntemiyle belirlenen habitat tercihinde ise yüzde 37’lik bir oran antropojen yüzde 32’lik bir oransa yol çevresindeki bozkır alanda gözlenmiştir. Bu iki durum çakal otoyol altı ve karelej fotokapan çalışması ile de doğrulanmıştır. Aynı zamanda türün normalde çok bulunmadığı yükseklikler olan 1200 metre üstü yüksekliklerde kaydı ortaya çıkmıştır (Soyumert, 2010, Turan, 1984). Tasmalı bireyin 1482 metrede karelej fotokapan örneklemesinde de bir istasyonda 1720 metrede kaydı elde edilmiştir. Bu tez çalışmasında hem telemetri hem de fotokapan çalışması ile açıkça ortaya konmuştur. Çakalların yol geçişleri ile ilgili çalışma yok denecek kadar azdır. Bu tez çalışması özellikle Çakal türü özelinde çarpıcı bilgiler ortaya koymaktadır. Cins düzeyinde aynı cinse ait çakal ve kurt yol konusunda farklı davranış sergilemektedir. Örneğin çakallar bu çalışmada geçiş noktalarını daha sık kullanmakta kurda göre yol ile daha etkileşim halindedir.



Şekil 5.1 Çakalın konum ve fotokapan verileri

5.1.2 Otoyolun kırmızı tilki üzerindeki ekolojik etkisi

Dünyada geniş yayılıma sahip olan kırmızı tilkiler yol ekolojisinde de sıklıkla çalışılan türlerden biridir. Birçok çalışma yol kazası ve yol geçişleri konusunda kırmızı tilkilere yer vermiştir (Rita vd., 2010, Yanes vd., 1995, Brunen vd., 2020, Rodríguez vd., 1997). Bu çalışmalar çoğunlukla geçiş yapısı tercihinde kırmızı tilkilerin daha geniş bir spektruma sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu tez çalışmasında da kırmızı tilki en yüksek karşıya geçiş yapan türdür. Ayrıca geçişleri tüm çalışma alanına dağılmış bir haldedir. İnsan yoğunluğunun arttığı, doğal vejetasyonların azaldığı, büyük memeli yaban hayvanı aktivitesi diğer bölgelere göre oldukça düşük olduğu çalışma alanının başlangıcı ve bitişi olan güney ve kuzey bölgelerinde (Kahramankazan ve Gerede-Dörtdivan) bile geçiş noktalarında kırmızı tilki geçişleri vardır. Diğer hedef türler genel olarak geçişlerini Cankurtaran ve Çamlıdere mevkieinde gerçekleştirmektedirler. Viyadük ve

menfezlerde en yüksek ikinci kayda sahip türken, altgeçitlerde en yüksek kayda sahip türdür.

Çakalın yoğun geçiş yaptığı bölgelerde ise kıvıltı tilki geçişı oldukça düşmektedir, hatta tüm çalışma alanı içerisinde en düşük bulunduğu alan Cankurtaran mevkiisidir. Bu durum besin rekabetinin sonucu olabilir. Bu durum aynı zamanda yoldan uzaklaşarak elde edilen karelay fotokan kayıtlarında da görölmektedir. Cankurtaran mevkiisinde çakalın en yoğun olduğu 0-500 metre aralığında kıvıltı tilki en düşük kayda sahiptir. 500-1000 metre aralığında ise en yüksek kayda sahiptir.

5.1.3 Otoyolun kurt üzerindeki ekolojik etkisi

En çok geçiş yapan üçüncü tür olan kurtlar, tüm geçişlerin yüzde 16'sını gerçekleştirmişlerdir. Kurtların bu geçişlerdeki en belirgin özelliğı alanın birçok yerinde kısmen bulunma açısından geçiş yoğunluğu göz ardı edildiğinde homojen bir dağılım göstermeleridir. Sayıca az olmasına rağmen altgeçitler kurtlar tarafından sıkça tercih edilmişlerdir. Yine de geçiş sayılarını birçok yapıya yaydıkları ve homojen olarak tüm alanda yayıldıkları için diğer türlere göre daha az seçici davrandıkları söylenebilir, benzer çalışmalarda da farklı yapı tip ve ölçülerinde seçiciliklerin düşük olduğu vurgulanmıştır (Clevenger ve Waltho, 2005). Genel olarak diğer büyük karnivorlar daha seçicidirler (Denneboom vd., 2021). Bu noktada menfezlere göre daha tercih ettikleri söylenebilir. Tasma takılan iki kurt bireyi de geçiş gerçekleştirmişlerdir.

5.1.4 Otoyolun bozayı üzerindeki ekolojik etkisi

Bu çalışmada bozayların kurtlar gibi çevre habitatta sıkça bulunmalarına rağmen geçiş yapılarını kurtlara göre çok daha az kullandığı tespit edilmiştir. Karelay fotokapan örneklemeindeki kayıt sayısı geçiş noktalarına göre aynı zaman ve aynı tampon alan içerisinde 3 kat daha azdır, kurtlar da 4 kata yakın oranda daha azdır, fakat kurtlar geçiş noktaları tüm alana yayarken, bozaylar çoğunlukla Cankurtaran mevkiisinde yoğunlaştırmışlardır. Bu durumun sebeplerinden biri yoğun oldukları Cankurtaran

mevkisinde altgeçit ve viyadük gibi geniş yapıların az olması ve Kanada'daki bozayların menfezleri diğer yapılara göre daha az tercih ettikleri bilgisiyle birlikte ele alındığında bu durum açıklanabilir (Ford vd., 2017). Bazı bireylerin menfezleri tercih etmekten kaçındıkları tasma verileri ile doğrulanmıştır. Bozaylardan yalnızca biri karşıya geçişi kısmen efektif bir şekilde gerçekleştirmiştir.

5.1.5 Otoyolun vaşak üzerindeki ekolojik etkisi

Toplam 32 kez geçiş gerçekleştiren vaşaklar tüm geçişlerin 0,55'ini oluşturmaktadır. Diğer etçil türlere göre en düşük kayıt sayısı vaşaklara aittir. Vaşakların ait olduğu kedigiller genellikle köpekgillere göre çok daha düşük yoğunlukta olduğu kabul edilmektedir fakat karelaj fotokapan örneklemesinde kurt kayıt sayısının neredeyse yarısı, çakal ve kızıl tilkiye ise yakın kayıt sayısındadır.

Aynı zamanda (Mart 2017-Ekim 2017) karelaj fotokapan örnekleme ve geçiş noktalarındaki fotokapanlar karşılaştırıldığında vaşağın ormanlık alanda 28 farklı noktada 122 kere gözlenip, ormanlık alana denk gelen geçiş noktalarında hiç gözlenmemesi yolun türün hareketini negatif etkilediğini söylemek mümkündür. Aynı zamanda bu bölgede bir adet vaşağın araç çarpması sonucu öldüğü de bilinmektedir. Bu çalışmada ortaya çıkan çakalın yol ile pozitif vaşağın negatif etkilenmesine benzer bir durumda bir durumda Kaliforniya'da gözlenmiştir. Kaliforniya'da doru vaşağın (*Lynx rufus*) Kuzey Amerika çakalına (*Canis latrans*) göre kentleşmeye toleransı çok daha düşük olduğu belirtilmiştir (Ordeñana vd., 2010).

5.1.6 Otoyolun yaban domuzu üzerindeki ekolojik etkisi

Tüm geçişlerin 688 geçişle yüzde 11'i yaban domuzuna aittir ve viyadükleri kullanılmaktadırlar. 3 adet altgeçitteki fotokapan da gözlenmiştir, bu geçişler incelediğinde 2'sinde koştuğu, 1'inde ise dolandığı görülmüştür ve bu 3 geçiş münferit bir geçiş olarak değerlendirilebilir. Toynaklı türler arasında yaban domuzları geçişi sayısı konusunda Cervidae (Geyikgiller)'lere göre (0,175) çok belirgin bir tercihi vardır.

Yine de Cervidae'lerin geçişinin az olması bir tek yaban domuzunun populas-yondaki birey sayısı ile alakalı olmadığı düşünölmektedir. Polonya'daki bir çalışmada bu durumun tam tersi gözlenmiştir. Yaban domuzları geçiş yapılarından özellikle kaçındıkları ortaya konmuştur (Myslajek vd., 2016). Aynı durum Hırvatistan'da gözlenmiştir. Örneğ-in bir viyadükte 20 karaca 12 kızıl geyik geçiş yaparken bu viyadükten yalnızca 1 yaban domuzu geçiş yapmıştır (Kusak vd., 2009). Bu durum türlerin birbirine yakın coğrafiyalarda bile farklı davranışa sahip olmalarını göstermektedir.

5.1.7 Otoyolun kızıl geyik ve karaca üzerindeki ekolojik etkisi

Kızıl geyikler ve karacalar geçiş için yalnızca viyadükleri tercih etmişlerdir, menfez ve altgeçitleri tercih etmemişlerdir. İspanya'da karaca ve kızıl geyiğ-in yoğun olarak bulunduğ-u bilinen alanlarda menfezleri ölçülerden ve insan rahatsızlığ-ından dolayı tercih etmedikleri bilinmektedir (Rodriguez vd., 1996). Alandaki diğ-er türlere kıyasla viyadükte olan bu geçiş sayıları da oldukça düşüktür. Kızıl geyik ve karaca alanda olmasına rağmen de diğ-er toynaklı tür olan yaban domuzunun aksine viyadükleri oldukça az kullanmıştır. Tüm geçişlerin sırasıyla 0,17'si ve 0,005'i bu türlere yüzde 11'ise yaban domuzlarına aittir.

Kızıl geyik ve karacaların alanda yoğun olarak bulunduğ-u Cankurtaran mevkiisindeki ormanlık alan içerisinde viyadük gibi bir yapı olmadığı için bu sayının düşük çıkması normal olarak karşılanabilir. Bu bölgeye en yakın viyadük noktasının altı da şantiye alanı olarak kullanılmakta ve türün hareketini engellemektedir. Aynı zamanda 10132 nolu tasmalı kızıl geyik bireyi de güvenle geçiş yapamadığ-ı için bu alanın güney bölgesinde bulunan kanala düşmüş halde bulunup tasmalanmıştır (bkz Şekil 4.40). Bu bölge içerisine bu türlerin geçişini sağlayacak ekolojik köprü gibi benzeri bir azaltım uygulaması, gelişmiş ölkelerdeki diğ-er çalışmalar gibi, bu alanda geirgenliğ-i artıracak hem kızıl geyik hem de diğ-er türler için artıracaktır (Meisingset vd., 2013). Aynı zamanda bu kanala düş-en hayvanların ölüm oranları da yaban hayatı için sorun teşkil etmektedir. İspanya'da 5 yıllık bir süreçte 123 karaca bireyi kanala düş-erek ölmüşlerdir (Peris ve Morales, 2004).

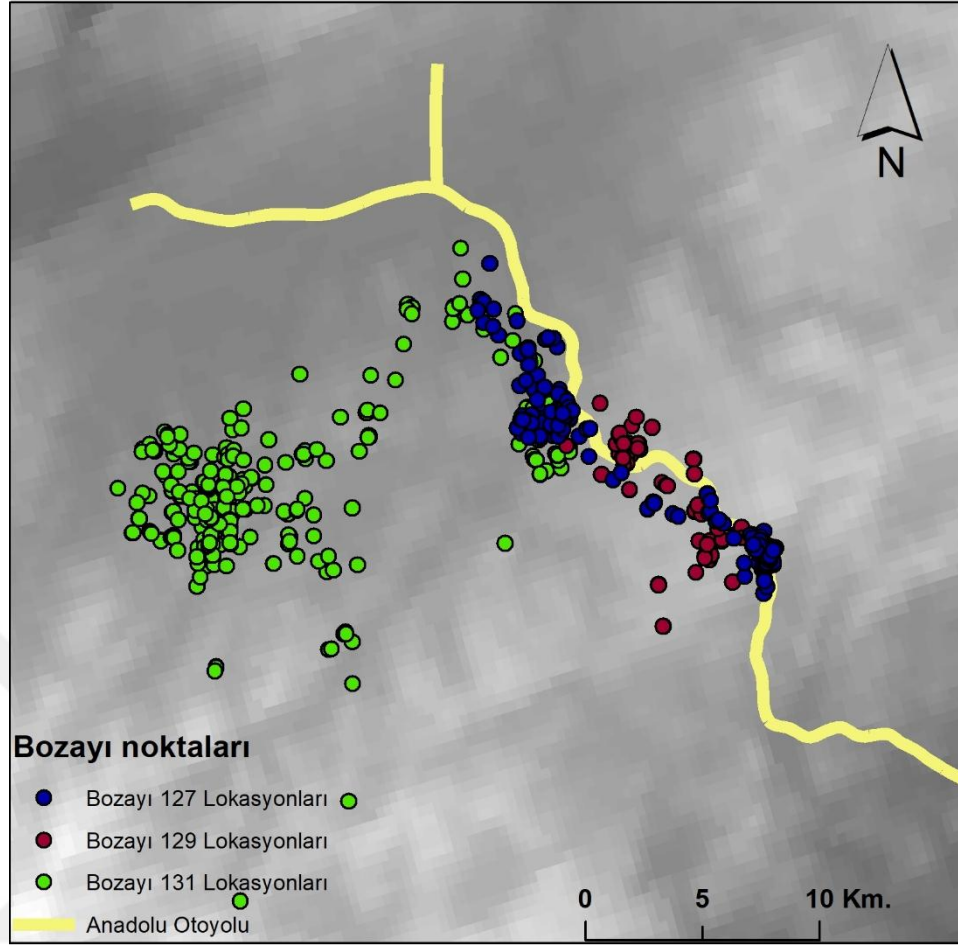
5.1.8 Anadolu Otoyolu'nun Bariyer Etkisi

Tüm geçişlerin yüzde 68,47'si kızıl tilki ve çakala aittir. Etçil türler tüm geçişlerin yüzde 82'sine sahiptir. Tüm geçişlerin yüzde 12'si ise çalışma alanında toynaklı türlere aittir. Karelej fotokapan örnekleme, otoyol altı geçiş fotokapanlarına göre çok daha kısa bir süre (üçte bir oranında) sürmesine rağmen kayıtların yüzde 35'i toynaklı türlere aittir. Karelej fotokapan örnekleme çalışmasında yaban domuzu en yüksek kayda sahip türdür. Bu gibi durumlar göz önüne alındığında toynaklıların geçişi Anadolu Otoyolu'ndaki geçirgenlik, başka çalışmalara göre oldukça düşüktür. Örneğin Arizona'da tüm geçişlerin yüzde 87'si toynaklı türlere(yüzde 68 kızıl geyik) aitken yüzde 13'ü yalnızca etçil türlere aittir (Gagnon vd., 2011). Bu durum iki şekilde açıklanabilir. 1) Arizona'daki geçiş yapıların çeşitliliği (ekolojik alt/üst geçit), sayısı ve yaban hayatı için dizayn edilmeleri 2) Anadolu Otoyolu'nda viyadüklerin kızıl geyik ve karacanın yaşam alanına uzak olması, geçiş yapabilecekleri yapıların az ve uzak olması. Son olarak da Arizona'da bu toynaklı türleri avlayacak Anadolu Otoyolu çevresindeki gibi kurt benzeri avcı türlerin olmaması ve başka birçok nedenden dolayı toynaklı türlerin birey sayısının Arizona'dakine göre çok düşük olması eklendiğinde bu fark anlamlı bir hale gelebilir. (Ripple vd., 2014).

Karaca ve kızıl geyikten bağımsız sayıca çok olan yaban domuzunun da geçişinin kısıtlanması Anadolu Otoyolu'nda gözlenmektedir. Toynaklıların aksine yüksek oranda geçiş gerçekleştirdikleri benzer durum Polonya'da mevcuttur. Arizona'da olduğu gibi Polonya'da da yaban hayatı üst/alt geçitleri bulunmaktadır ayrıca geçiş noktalarında insan kullanımı arttığında geçişin düştüğü tespit edilmiştir (Mysłajek vd., 2020). Anadolu Otoyolu'nda toynaklı türlerin geçiş yapabilecekleri viyadük sayısının az olması, var olanların ise türler için kritik habitatlara uzak olması veya bu viyadüklerde de yoğun insan kullanımından dolayı toynaklılar için durumu açıklayabilir. Fakat Polonya'daki bu çalışmada etçil türlerin (kurt ve kızıl tilki) de üstgeçitleri tercih ettiği, geniş veya küçük altgeçitleri çok daha az tespit ettiği gözlenmiştir. Türler için yukarıdaki durumlar göz önüne alındığında geçiş yapabilecekleri yapı sayısı ve tipi ve insan rahatsızlığı bu noktada önemini göstermektedir.

Aynı takıma ait farklı türler geçiş yapısı kullanımında farklı tercihleri olabilmektedir (Sawyer vd., 2016). Bu çalışmada ise aynı takıma ait karaca ve kızıl geyik yalnızca viyadükleri tercih etmişlerdir. *Canis* cinsine ait kurt ve çakal ise çok farklı sıklıkta yapıları kullansa dahi tüm yapılar da gözlenmiştir.

Yoldan 500'er metre uzaklaşarak yapılan karelaj fotokapan örnekleme sonuçlarına göre yoldan 500'er metre uzaklaşarak yapılan analizde ise çakal ve kızıl tilki dışında hiçbir türün belirgin bir dağılımı bulunamamıştır, yoldan kaçınma davranışı hakkında bir şey söylenemez. Fakat çakal hariç tüm türler birlikte bakıldığında 0-1500 metre arasında tür kayıtlarının daha fazla olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum yolun bariyer etkisinin göstergelerinden biri olabilir. Daha uzun dönem izlemelerle bu etki net bir şekilde ortaya konabilir (Fortin vd., 2013). Aynı şekilde tasma verilerinde de yola yaklaşma görüldüğünde türlerin nokta sayıları yoğunlaşmaktadır. Bu durum da yolun bariyer etkisinin ve yer işareti özelliğinin göstergesidir (Seigle-Ferrand vd., 2022). Bu tez çalışmasındaki üç farklı bozayının yol ile farklı ilişkileri görülmüştür. Karşıya geçiş yapmayan 127 nolu bireyin yolun sınırında konum verilerinin yoğunlaştığı, diğer karşıya geçmeyen 131'in yolun yanına geldikten sonra döndüğü ve bu noktadan itibaren güney batıya doğru hareket ederek başka ilçelere gittiği gözlemiştir. 129 nolu birey ise karşıya geçiş gerçekleştirmiş, yine de konum noktaları yol kenarında sıklaşmıştır (Şekil 5.2). Bu durum kızıl geyikte de çarpıcı şekilde gözlenmektedir (bkz Şekil 4.50).



Şekil 5.2 Üç farklı bozayının konum verileri

5.2 Anadolu Otoyolu'nda Yaban Hayvanı Geçirgenliğini Sağlayan Yapıların Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında otoyolun büyük memeliler açısından geçirgenliğini sağlayan yapılar fotokapanlar ile izlenmiştir. Menfezler otoyolu su basmasını engellemek için inşa edilmiş çok çeşitli ölçülerdeki (drenaj kapasitesinden dolayı) yapılardır. Diğer tüm yapılara göre daha küçük ve daha uzundurlar. Eğimli olmalarından dolayı da yolun öbür tarafı görmek istendiğinde çok karanlık yapılardır. Çalışma alanında çok sayıda bulunmaktadır. Altgeçitler menfezlere göre çok daha geniş yapıda araçların geçebileceği mahalle ve tarım yollarını birbirine bağlamaktadır. Viyadükler ise iki dağ/tepe arasında köprü görevi gören yapılardır. Köprü altı türlerin geçişi için diğer yapılara göre daha uygun yapılardır (Denneboom vd., 2021, Beben, 2012)

5.2.1 Menfezlerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı

Drenaj için kullanılan menfezler; viyadük, altgeçit, üstgeçit gibi yapılara nazaran yol ekolojisi özelinde çoğu zaman büyük memeliler açısından daha az çalışılmış yapılardır. Daha önce benzer çalışmalarda da görüldüğü üzere doğallığı bozulmamış alanlarda diğer geçiş yapılarına göre daha küçük olan menfezler önemli bir geçiş aracıdır (Sandra vd., 2004). Fakat çalışma alanında oldukça fazla sayıda doğal- yarı doğal alanlarda yaban hayatının genel olarak geçişinin büyük bir kısmı menfezlerden gerçekleşmektedir. Tür kombinasyonu açısından ve çakal türünün özellikle yoğun kullanımında olan menfezler toynaklı türler tarafından kullanılmasa da bu noktada önemlidir. Menfezlerin her zaman diğer yapılara göre daha fazla olması yolun geçirgenliği artırmaktadır. Yaban hayatı için modifiye edilmiş ve çeşitlendirilmiş menfezler geçirgenlik açısından fayda sağlayacaktır (Van Der Ree vd, 2015, Serronha vd., 2013).

Menfez gibi yapıları tüm hayvan sınıflarından çeşitli türler kullanmakta ve bu durum yaban hayatını kazalarını azalttığı, gen akışına katkı sağladığı başka çalışmalarda tespit edilmiştir (Clevenger vd., 2001, Ascensão vd., 2016, Dodd vd., 2004). Bu çalışmada hedef olmayan birçok tür de aynı zamanda menfezleri kullanmaktadırlar. Fotokapanlarda tespit edilen bu türler su samuru, porsuk, sansar türleri gibi memelilerin yanı sıra tanımlamayan küçük memeliler, kuş ve sürüngenlerdir. Bu anlamda da bu çalışma menfezleri kullanan türler için önemli bir veri sağlamaktadır.

Toynaklı türlerin menfez kullanımı da dünyada oldukça azdır, çok nadir gözlenen bir durumdur, bu nadir durumlarda da geçiş sayısı diğer türlere göre çok düşüktür (Brunen vd., 2020, Krawchuk vd., 2005). Bu tez çalışmasında ise hiç geçiş olmamıştır. Bu durum çoğunlukla menfezlerin diğer yapılara göre daha uzun ve dar dolayısıyla karanlık olması ile de açıklanabilir.

Çalışma alanın kuzeyinde bulunan yaban hayatı varlığı diğer alanlara göre oldukça az ve insan dominasyonu altındadır, bu bölgelerde topoğrafik olarak eğimi az tarlaların

bulunduğu bölgelerdir, bu bölgelerde çoğunlukla menfezler vardır ve çoğunlukla kızıl tilki geçişi vardır (EK-3).

Ayrıca türlerin bu tercihlerinin Türkiye dışındaki benzer çalışmalardan da farklı bir tercih yaptıkları gözlenmiştir. Özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'daki gibi kızıl geyik, karaca gibi türler otoyol altı yollar olan altgeçit benzeri ölçülerde olan yaban hayatı için dizayn edilmiş altgeçitleri yapıları sıklıkla kullanmaktadırlar. Bu çalışmada toynaklı türler viyadük dışındaki yapıları kullanmamışlardır.

Kızıl geyik, karaca ve yaban domuzları İspanya'daki gibi menfezleri hiçbir şekilde geçiş için kullanmamışlardır (Mata vd., 2009) fakat karacalar ve yaban domuzları Polonya'daki yaban hayatı altgeçitlerini sıklıkla kullanmaktadır (Ważna vd., 2020). Bu altgeçitler ölçü olarak bu çalışmada karşılık gelen altgeçitlere (otoyol altı geçitlere) denk gelmektedir. Fakat araçlar tarafından sıkça kullanıldığı, yaban hayatı için dizayn edilmediği ve doğaya uyumlu olmadığı düşünülürse Anadolu Otoyolu'nda bu yapıları tercih etmemeleri normal olarak karşılanabilir.

5.2.2 Altgeçitlerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı

Altgeçit ise sayıca az olmasına rağmen etçil türler açısından çakal hariç sıklıkla tercih edilen bir yapıdır. Toynaklı türler ise kullanmamaktadırlar. Çalışma alanındaki altgeçitler çoğunlukla insan kullanımı altındadır. Bu kullanım köy, ilçe bağlantı yolu ya da ormancılık faaliyetleri içindir. Altgeçitler menfezlere göre daha geniş, daha yüksek ve daha kısa uzunlukta yapılardır. Fakat bu ölçülerine rağmen toynaklı türler tarafından tercih edilmemektedirler. A.B.D'deki çalışmada yaban hayatı için dizayn edilmiş altgeçitlerin geçişine bakılmıştır. Bu altgeçitleri toynaklı türler sıklıkla hatta etçil türlerden daha sık kullanmaktadır (Clevenger ve Waltho, 2005). Fakat yoğun insan kullanımında (köy yolu, tarla bağlantı yolları gibi) olan altgeçitler yeterince dünyada araştırılmamıştır ve geçiş tercihi açısından da az tercih edilmektedirler. Buna rağmen İsveç'te insan kullanımının görece daha az olduğu yaban hayatı için dizayn edilmemiş (non-wildlife underpass) altgeçitler karaca tarafından kullanılmaktadır (Bhardwaj vd., 2020). Bu tez çalışmasındaki altgeçitler de münferit bir yaban domuzu geçişi dışında

hiçbir toynaklı tür bu geçiş tipini tercih etmemişlerdir. Buna benzer bir durum Rusya’da gözlenmiştir, türler ormanlık alanda bulunmalarına rağmen yol ile mesafelerini korumuş ve Siberya karacası ve yaban domuzu altgeçitleri kullanmamışlardır (Naidenko vd., 2021). İnsan kullanımından bağımsız olarak geçiş sıklığına bakıldığında ise Kanada’daki çalışmada toynaklı türlerin geçiş yapısının yapısal formundan (şekli, uzunluğu, genişliği gibi) etçil türlerin ise topoğrafik yapılardan etkilendiği gözlenmektedir. Bu durumda toynaklıların geçiş düşük insan kullanımındaki altgeçitlerden dahi geçiş yapmaması altgeçidin yapısal formu ile de açıklanabilir (Clevenger ve Waltho, 2000). Birbirine çok yakın ölçülerdeki K.Amerika’daki yaban hayatı altgeçitlerinin büyük memeli türlerin geçiş performansına bakıldığında bulunduğu geçiş sayılarının çok farklı olduğu konunun geçiş yapıları üzerinde önemli bir etken olduğu ortaya çıkmıştır (Andis vd., 2017). Bu tez çalışmasında da altgeçit performanslarına bakıldığında bazı altgeçitlerin ortalamanın 7 kat üstünde geçişe sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

5.2.3 Viyadüklerin yaban hayatı açısından geçirgenlik performansı

270 bilimsel çalışmanın derlendiği bir makalede ise tüm geçiş yapıları ele alındığında büyük memeli türler için en efektif geçiş yapılan yapı olarak viyadüklerin olduğu ortaya konmuştur (Denneboom vd., 2021). Viyadüklerin her bir bacağına fotokapan takılmıştır. Alanda toplam 6 adet viyadük bulunmaktadır. Viyadüklerin uzunluk ve yükseklikleri farklılık göstermesine rağmen yaban hayvanı geçişini engellemeyecek 6 metreden uzun yükseklikte büyük olarak sınıflandırılacak bir boyuttadır. Fakat başka çalışmalarda viyadük altlarındaki doğal vejetasyonun artması geçiş sayısının arttığı belirtilse de çalışma alanındaki rağmen viyadük altları çoğunlukla insan kullanımının yoğun olduğu yarı-doğal ya da bozunmuş bir yapıya sahiptir (Beben, 2012). Buna rağmen tüm geçişlerin yüzde 26’sı viyadüklerden olmuştur. Buradaki bir diğer önemli nokta ise toynaklı türlerin (yaban domuzu, kızıl geyik ve karaca) geçişini yalnızca viyadüklerden gerçekleştirmiş olmalarıdır. Ek olarak yaban hayvanlarının yoğun olarak bulunduğu Cankurtaran mevkinde viyadükte bulunmamaktadır. Özet olarak toynaklı türlerin tek tercihi, az sayıda viyadük olması, altlarındaki bozunmuş yapı, yaban hayvanlarının bol olduğu bölgede olmaması gibi durumlar göz önüne alındığında viyadükler Anadolu

Otoyolu'nda yaban hayvanı geçişi için çok kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada altgeitlerdeki durum gibi viyadüklerinin konumlarının da önemli olduğu diğer parametrelerle (insan kullanımı, vejetasyon) birlikte önemli olduğu viyadük performanslarının farklı olmasıyla ortaya konmuştur.

5.2.4 Türlerin geçiş yapısı tercihlerine genel bakış

Türlerin geçiş yapılarını fotokapan ve telemetri verileri ile birlikte genel olarak değerlendirdiğimizde çok belirgin sonuçları elde etmek mümkündür ve bu sonuçlar yurt dışında yapılan çalışmalarda da bazen benzer bazen de zıt sonuçlar göstermiştir. Öncelikle türler geçiş yapacakları yapıların tipleri konusunda seçici davranmaktadırlar. Bazı türler bazı geçiş yapılarının tipini özellikle tercih etmektedirler (örn. toynaklı memelilerin viyadük tercihi veya Çakalın ağırlıklı olarak menfez tercihi). Sonrasında bir diğer önemli durum ise geçiş yapacakları yapıların hangi konumda bulunduğudur. Türün sadece o alandaki varlığı, ölçü ve yapı tipi açısından birbirine yakın ve benzer özellikteki yapıları tercih ederlerken de seçici davrandıklarını göstermektedirler. Örneğin birbirine aynı ölçüdeki iki menfezin kullanımı aynı tür içerisinde bile farklılık gösterebilmektedir. Bir diğer durum ise tasma verilerinin de gösterdiği şekilde bir popülasyondaki bireylerin davranışı farklı olabilir. Bu çalışmada bozayılardan biri (10129) karşıya geçmiştir, ikisi (10130,10131) hiç karşıya geçmemiştir, biri (10127) ise yalnızca bir kez geçme noktasına gelip sonra hemen o noktadan geri dönmüştür, bu birey de geçmemiş kabul edilmiştir. Popülasyonlarda bireylerin farklı davranışa sahip olması (Cozzi vd., 2016) hem bozayı da hem de başka türlerde de olan bir durumdur (Dickson vd., 2005, Leblond vd., 2013). Bazı bireyler bölgenin sakini konumundayken bazı bireyler sadece geçici olarak orada bulunuyor olabilir. Geçiş tercihleri uzun dönem izlemelerde başka tür çalışmalarında da gözlenen bir durumdur, fakat bireylerden hariç geleneksel olarak hangi türlerin geçtiğini bilmek popülasyonların ilerleyişi hakkında daha bilgilendirici olduğu belirtilmiştir (Schmidt vd., 2021). Bu tez çalışmasında gen akışının değerinin bozayılarda yüksek bulunması ile fotokapanların bu durumu doğrular olması da popülasyon ilerleyişi bilgisini destekler niteliktedir.

Yapı tipinin en boy uzunluk açısından da toynaklı türlerin tercihi konusunda belirleyici olduğu düşünülebilir. Viyadükler diğer yapılara göre uzunluk açısından kısa, giriş alanı açısından geniş yapılardır bu da yurt dışındaki benzer çalışmalara uygunluk göstermektedir (Sandra J vd., 2004). Başka çalışmalarda yaban hayatı üstgeçitlerinin altgeçitlere göre çok daha fazla geçiş performansına sahip olduğu belirtilmiştir (Simpson vd., 2016). Viyadüklerin ise hem altgeçitlere hem üstgeçitlere göre büyük memelilerin geçirgenliği konusunda daha başarılı yapılar olduğu ortaya konmuştur (Denneboom vd., 2021).

202 noktadan yalnızca 35 tanesinde geçiş gerçekleşmemiştir. Bu 35 noktanın 26'sı menfezlerdir. Bu 35 bölge çoğunlukla şehrsel insan kullanımının diğer bölgelere göre aşırı yoğun olduğu doğal olmayan bölgelerdir. Ek olarak da geçiş olmayan menfezlerin bir kısmı ya yüksek değil ya da çok uzundur. Bu bölgelerde (çalışma alanının kuzeyi) köpeklerin geçiş sayıları da sıktır. Hem doğal olmayan vejetasyon hem insan rahatsızlığı hem de köpeklerin varlığı bu durumu açıklayabilir. Bu durum güney Portekiz'de yapılan çalışmada da gözlenmiştir (Ascensão ve Mira, 2007). Geçişin az olduğu bu bölgede çoğunlukla tarım alanları bulunmakta ve eğim düşmektedir. Menfezler daha ağırlıktadır. Çevresindeki geçiş olan bölgelerde bulunan menfezleri de hedef türlerden kızıl tilki sıkça bulunmaktadır.

Aynı zamanda geçişin daha sık olması beklenen Cankurtaran ormanlık alanına en yakın viyadük orman sınırının dışında, fakat yine de ormana yakın sayılabilecek bir uzaklıkta yaklaşık 2,5 km uzaklıktadır. Bu viyadüğün altında büyük bir şantiye bulunmaktadır (EK-1 Şekil1). Bu şantiyenin türlerin geçişini kısıtladığı tahmin edilmektedir. Viyadüklerin restorasyonu yolun geçirgenliğini artıracaktır.

5.2.5 Tasma sonuçlarının değerlendirilmesi

Bu çalışma ile Türkiye'de ilk kez çakal, yaban domuzu ve esaret altında olmayan kızıl geyik bireyleri tasmalanmıştır. Aynı zamanda bozayı, kurt gibi daha önce tasmalanan bireyler de tasmalanmıştır (Ambarlı, 2012, Cozzi vd., 2016). Böylece hali hazırda kısıtlı olan büyük memeli yaban hayvanı tasmalama çalışmalarına katkı sağlayacak ek

veriler elde edilmesini sağlamıştır. Aynı zamanda türlerin yakalanma metotları ve uygun yakalama mevsimlerine dair de tecrübeler kazanılmıştır.

Bu sonuçlara göre en yüksek nokta sayısına sahip bozayı bireyi olan 131 en büyük yaşam alanı büyüklüğüne sahiptir. Benzer nokta sayısı alınan 127 ve 129 nolu bozayılar arasında 7km^2 'lik bir fark vardır. Artvin'de tasmalanan 4 erkek bozayı ile bu çalışmadaki 4 erkek bozayının yaşam alanı büyüklüklerinin ortalama yaşam alanı büyüklükleri benzer çıkmıştır (114.83 km^2 , 108.62 km^2). Fakat bireylerin izleme sürelerinin farklı ve özellikle bu çalışmada en uzun süre izlenen 131 nolu bireyin yaşam alanının çok büyük olması dolayısıyla bu ortalamanın karşılaştırılması için güvenilir değildir.

En düşük yaşam alanı 134 nolu dişi kurt bireyine aittir. Kardeşi olan erkek 135 nolu birey ile aynı zamanda izlenmesine ve birbirlerinden fazla ayrılmamalarına rağmen iki kata yakın fark bulunmaktadır. Bu farkın cinsiyet farkından kaynaklandığı düşünülebilir. Çakalın yaşam alanı büyüklüğü; yerleşim yeri ağırlıklı antropojenik faktörlerin çevresinde, doğal yaşam alanlarına göre neredeyse 3 kat azaldığı İsrail'deki bir çalışmada gözlenmiştir (6.6 km^2 , 21.2 km^2) (Rotem vd., 2011). Bu çalışmada çakalın yaşam alanı büyüklüğü yol gibi bir antropojenik faktörün çevresinde $19,94\text{ km}^2$ bulunmuştur. Bu değer hem İsrail'deki gibi doğal alandaki çakal yaşam alanı büyüklük ortalamasına yakındır hem de bu çalışmada çakaldan daha uzun süre izlenen kurt bireylerinin yaşam alanından büyüktür. Çakalın yol ile göreceli pozitif ilişkisi telemetri verileri ile bir kez daha ortaya konmuştur.

Kızıl geyikten alınan nokta sayısı diğer türlerden daha fazladır. Bunun bir önemli sebebi de tasmanın vücudundaki konumundan dolayı daha fazla uydu bulması ve sonucunda daha doğru konum almasından (tasmaların tasarımında GPS ve diğer parçaları, tek bir yerde alt segmentte yer almaktadır) kaynaklandığı düşünülmektedir. Bir diğer sebebi de yazılımsal bir hatadan dolayı konum alma aralarındaki süre daha sıktır. Benzer süre izlenen yaban domuzundan, tahminen kafa yapısından dolayı uydu bulmakta zorlanması sonucu, kızıl geyiğe göre çok daha az veri alınmıştır. Fakat yaşam alanı büyüklüğü

karşılaştırmasında yaban domuzun kızıl geyiğe göre çok daha küçük bir alanı kullandığı gözlenmiştir (7.51 km², 90.50 km²).

Çakaldan çok kısa süre veri alınmasına rağmen yol ile ilişkisin ortaya koyacak sayıda veri elde edilmiştir. Kızıl geyik bireyinin yolu geçmediği tespit edilmiştir. Bulunduğu bölge de geçiş yapabileceği bir viyadükte bulunmamaktadır. Yol çevresine yakın ve paralel bir hareketi vardır. Bu yüzden yol bu birey için bariyer etkisi yaratmaktadır.

Tasmalı ve karşıya geçen bireylerin saatlik veri aralığından dolayı hangi noktalardan geçtiğini belirlemek başka çalışmalarda çoğunlukla gözlemlendiği şekilde mümkün olmamıştır (Kusak vd., 2009) . Fotokapanlarda ise tasmalı bireyler gözlenmiş fakat kamera açısından dolayı her zaman tasma görünmediği için güvenilir bir veri olmamıştır. İleride yapılacak çalışmalarda bireylerin karşıya geçiş noktalarını belirlemek için çok daha sık veri alan tasmalar (5dk) kullanılmalıdır, fakat bu durum da bireyin pil durumundan dolayı daha az zaman izlenmesine neden olacaktır (Serieys vd., 2021).

Tasma takılan bir bozayının avcılık ile ölmesi, 1 anne 2 yavrudan oluşan bir ailesinin yine avcılık sonucu ölmesi ve 2 adet bozayının çalışma süresi içerisinde otoyolda araç çarpması sonucu ölmesi gibi veriler habitat parçalanmasının yanı sıra popülasyonları oluşturan tehditleri açıkça ortaya koymaktadır. Bu tarz çalışmalar mortaliteler hakkında önemli veriler sağlamaktadır (Sönnichsen vd., 2017, Sorensen ve Powell, 2011). Tasma verileri yazılımsal veya mekaniksel hatalardan dolayı hepsinden aynı sayıda veri alınamamıştır. Bu yüzden tam bir yıl süre izlenemediği için mevsimsel yaşam analizleri yapılamamıştır.

5.2.6 Yaban hayvanı yakalama çalışmaları önerileri

Yakalama çalışmaları bu tez çalışmasında en fazla zaman ve bütçe isteyen yöntemdir. Diğer yöntemlerden farklı olarak planlamaların arazide gerçekleşme oranları oldukça düşüktür. Yaban domuzu yakalama çalışmalarında kafes kullanılmıştır. Yem olarak ise

mısır tercih edilmiştir. 1 adet erkek yaban domuzu kaçmıştır. Bunun üzerine kafes güçlendirildikten sonra yakalama çalışmaları başarıya ulaşmıştır. Bu noktada kafeslerin sağlamlığı önemli bir husus taşımaktadır. Çalışmalarda yaban domuzu yaz-sonbahar başında yakalanmıştır. Kurt yakalama çalışmaları çalışmalarında yalnızca kış aylarında başarı görülmüştür. Hem kurtların çiftleşme zamanlarında ilgi çekici olarak kullanılan kurt idrarına daha çok tepki verdiği tespit edilmiş hem de bozayı aktivitesi kışın düştüğü için et benzeri çekici madde kullanımına imkân sağlamamıştır. Bozayılar yakalanırken aylarında kış uykularından uyandıkları zamanın ertesi olan Nisan-Mayıs ayında daha başarılı geçmiştir. Özellikle sonbahar ayındaki denemeler başarısız olmuş, bozayıların kapanlara ziyareti yok denecek kadar düşmüştür. Kızıl geyik ve karaca yakalamadaki yöntemler de ise başarı yakalanamamıştır. Bunun en büyük sebebinin zaman kısıntısından dolayı türün bir noktaya alıştırılmasındaki güçlük ve türlerin ürkek olması açıklanabilir. Kızıl tilkilere ise takılacak küçüklükte tasma temin edilememiştir. Hayvana hızlı müdahalede bir diğer önemli husustur (Powell ve Proulx, 2003). Ek olarak yakalama yapılacak alanda evcil hayvan aktivitesi olmaması GSM çeken bir nokta olması da son derece önemlidir.

5.3 Anadolu Otoyolu'nun Bozayı ve Yaban Domuzu Populasyonlarına Genetik Etkisi

Çalışma kapsamında elde edilen DNA örneklerinin çoğu kıl tuzaklarından elde edilmiştir. Yöntem olarak kıl tuzakları ise hayvan yakalama meşakkatini devre dışı bırakıp genetik testler içinde efektif bir yöntem olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur (Sunnucks ve Balkenhol, 2015). Bu çalışma kapsamında bireylerin hareketini görmek için yapılan tasmalama çalışmaları olmasaydı sadece kıl tuzakları ile efektif bir şekilde genetik materyal toplanabilirdi. Bu yöntem ile iyi bir DNA optimizasyonu da sağlandığında hem hayvanların strese bağlı hastalıklarının önüne geçilmiş olur hem de daha az efor ve maliyet ile önemli veriler sağlanır (Zemanova, 2021). Müdahalesiz yöntem ile toplanmış kıl tuzaklarından elde edilen örnekler yaban hayatı çalışmalarında hayvan sağlığı açısından da zararsız ve efektif bir şekilde kullanabileceği bu tez çalışmasında da gösterilmiştir (Zemanova, 2020).

Otoyol iki yanında yaşayan bozayı ve yaban domuzları popülasyonlarının filogenetik analizleri yapılmış, gelecekte yapılması planlanan çalışmalara altlık oluşturacak örnekler elde edilmiştir. Bozayı popülasyonlarında heterizogotluk ve gen akışı değerleri yüksek çıkmıştır. Sağ ve sol popülasyonlar arasında F_{st} ve F_{is} değerlerine bakarak bir farklılaşma olduğu söylenemez. Yaban domuzlarında mikrosatelit sonuçlarında F istatistiklerinde farklılaşmak görülmezken gen akışı değeri düşük bulunmuştur. Yaban domuzlarında, tasmalı bireyinde yolun çevresinde olup karşıya geçmemiş olması, geçiş noktalarındaki fotokapanlarda kaydının olmaması fakat karelej fotokapan örneklemede çalışma alanının her bölgesinde hatta yola yakın kısmında da benzer kayıt sayısına sahip olduğu bulunmuştur. Bu durumlar gen akışı değerinin düşük olması açıklayabilir fakat farklılaşma olmaması bu durum ile çelişmektedir. Yaban domuzunda bozayıya göre hem daha az örnek toplanmış hem de bir primer eksik bakılmıştır. Daha fazla örnek ve primer eklenerek yapılacak bir çalışmada da farklılık görmek daha mümkün olabilir. Bu düşük gen akışı değerini geçiş yapabilecekleri viyadük gibi yapıların azlığı açıklayabilir. Geçiş yapıları ilk yapıldıkları zaman gen akışına etkisinin hemen görülemeyeceği belirtilmiştir, fakat 1984 yılında açılmış olan Anadolu Otoyolu'nun çalışmanın yapıldığı tarihte 33 yıl geçmesi de gözönüne alındığında gen akışı değerinin düşük olmasını açıklayabilir. Daha fazla örnek ve primer ile gen akışı ve farklılaşma değerleri tekrar gözden geçirilebilir (Corlatti vd., 2009).

5.4 Yol ekolojisi kapsamında yöntemlerin karşılaştırılması

Bu tez çalışmasında yol ekolojisinde sıklıkla kullanılan sekiz yöntemden üçü efektif bir şekilde, yol kazaları ise çalışma alanı belirlemede kısmen kullanılmıştır (Smith ve Van Der Ree, 2015). Bu üç yöntem arasında genel amaçtan bağımsız olarak hem ekonomik hem de sağladığı veri açısından fotokapan yöntemi büyük memeli türler için yol ekolojisinde en sık çalışmalarında en etkin ve kesin sonuç veren yöntemdir.

Fotokapan ve tasma sonuçları da tür bazında yolun karşıya geçimi konusunda benzerlik göstermektedir. Tasmalı toynaklı bireyler hiçbir şekilde karşıya geçmemiştir. Bu durum tasma takılan bireylerin yaşam alanlarına yakın bir yerde viyadük olmaması, olanın ise yoğun insan kullanımı(şantiye) olmasıyla açıklanabilir. Tasmalı etçil bireylerden 2'si

hariç hepsi karşıya geçmiştir. Tasmalar nereden geçtikleri konusunda bilgi vermese dahi geçişleri göstermektedir. Buna rağmen fotokapan yöntemi geçişler konusunda çok daha güvenilir bir veri sağlamaktadır (Kusak vd., 2009).

Çünkü fotokapanların sağladığı fotoğraflar hem daha az efor ile daha çok veri alınmasını sağlamıştır. İhtiyaca göre kullanılabilecek bu çalışma kapsamında elde edilen tecrübelerle göre istatistiksel bağlam dışında kısa rehber olması amacıyla yöntemler Çizelge 4.16'da karşılaştırılmıştır. Bu çizelgeye göre bundan sonra bu konu üzerinde çalışma yapacak bilim insanlarına da fikir vermesi hedeflenmiştir. Bu çizelge sayesinde bütçe ve hipoteze göre çalışmalar planlanabilir(Gužvica vd., 2014, Rita vd., 2010). Genetik sonuçlar ise uzun dönem etkisini görmek için etkin bir yöntemdir kısa dönem bilgi alma konusunda gen akışının kesildiğini görmek mümkün değildir, büyük memelilerde ise kuşak sayısının az olması bir yandan da bazı bireylerin karşıya geçişleri gen akışının devamını sağlamaktadır (Van Manen vd., 2012). Fakat buna rağmen yaban domuzlarının gen akışı değeri oldukça düşük bulunmuştur. Bu yüzden var olan yollarda özellikle ölen bireylerden veya müdahalesiz yöntemler ile DNA örnekleme yapılarak izleme yapmak yol hakkında fotokapanlar kadar olmasa da önemli bir veri sağlayacaktır. Bu konuda izleme çalışmaları ilgili kurumlar tarafından yapılması gerekmektedir.

5.5 Geçirgenlik ve tür davranışı sonuçlarına göre uygun mitigasyon önerileri

Dünya üzerinde yol yapımları hızla artış göstermektedir. 2050 yılına kadar var olan yollara projeksiyonlar aracılığıyla hesaplanan değerlere göre ek 3 ila 4.7 milyon km yol eklenmesi daha beklenmektedir. Türkiye’de ise var olan tüm tip yollara ek yüzde 11 artış gerçekleşmesi öngörülmektedir. Türkiye eklenecek yol kilometresi açısından da 165 ülke arasında 19.sırada yer almaktadır. Bu durum yaban hayatına yönelik yol tehdidine karşı önlem alması gereken bir konuma getirmektedir (Meijer vd., 2018).

Çalışma alanında 2 yıl içerisinde kayıt altına alınmış toplam sekiz büyük memeli, ayrıca sadece bu tez çalışması kapsamında iki adet(bozayı) kaza gerçekleşmiştir. Bu kazaların eksiksiz kayıt altına alınarak hatta vatandaşlık bilimi devreye sokularak bir veri sistemi

oluşturulmasıyla ilgili kuruluşların ve ekologların önlemler alması gerekliliği bilinmektedir. Aynı zamanda bu veri sistemi tür dağılım haritalarını güncelliğini korumaya, gen bankalarında DNA depolamaya da son olarak da zoonotik hastalık takiplerine de imkan sağlayabilir (Schwartz vd., 2020). Bu tez çalışmasında yol ekolojisinin önemli bir alanı olan kazalar yeterli veri olmadığı için derinlenmesine araştırılamamıştır yüzeysel olarak bakılmış, çalışma alanının yoğunluk verilmesi gereken yerleri hakkında bilgi vermiştir. Bu noktada bile kaza sayısının çok olduğu söylemek mümkündür. Gelecekte veri güvenilirliğinin ve saklanması artırılarak karayolu-demiryolu personellerine ve gönüllülere yaban hayatı kazaları, tür tanımlaması gibi gerekli eğitimler verilmelidir (Abra vd., 2018). Böylece yol ekolojisi konusunda bu tez verilerinin de sağladığı katkıyla tüm ilgili birimler daha iyi politikalar belirleyebilecektir (D'Amico vd., 2015).

Otoyol gibi habitat parçalanmasına sebep olan yapılar olmasının aynı zamanda hem insan hem de yaban hayatını tehlikeye atan kazalar yaşanmaktadır. Birçok azaltım uygulaması bu durumun etkisini minimize edebilir. Bu uygulamalardan biri teller ile ilgilidir. Yapımı maliyetli olan teller veya var olan tellerin iyileştirilmesi yapımı maliyetli bir giderdir. Fakat bu teller kazaları azaltmakta konusunda gereklidir. Bu tez çalışmasının arazi kısmında birçok zarar görmüş veya açılmış teller gözlenmiştir. Her ne kadar KGM bu tahribatları gidermeye çalışsa dahi kazaların önüne geçememektedir. Fakat bu yeniden yapılacak ya da güçlendirilecek/yükseltilecek/kapatılacak tellerin yapım maliyeti uzun vadede kazaların getireceği maddi hasarı telafi etmektedir (Gagnon vd., 2015). Mitigasyon uygulamalarından diğerleri de gereken noktalara; yaban hayvanı geçişi sağlayacak ekolojik köprü-altgeçit gibi yapılar, uyarı levhaları, ses-ışık bariyerleri gibi eylemlerdir. Bu uygulamalara harcancak maddi bedel 16-40 yıl arasında kazaların önlenmesi ile amorti edebilir (Ascensão vd., 2021) (Skuban vd., 2017). Ekolojik koridorların ve vejetasyonun büyük memeliler yaşam alanı büyüklüğü konusunda etkisi çok daha fazladır, doğru noktalara yapılacak ekolojik köprü benzeri yapılar koridor görevi görecektir (Serieys vd., 2021). Bu çalışmada uzun dönem bir fotokapan verisi alınmış, tasma verilerinin desteği ile olası ekolojik köprü yapımına altlık sağlayacak veriler elde edilmiştir (Schmidt vd., 2021)

Bir yandan da bu teller yaban hayvanların yaşam alanlarını bölmektedir. Bu yüzden teller ve beraberinde yapılacak ekolojik geçitlerin yol kazalarını engellemede yolun yaban hayatı açısından geçirgenliği artmasını sağlayacağı için önemli bir katkı sağlayabileceğini de söylemek mümkündür (Fahrig ve Rytwinski, 2009). Bu çalışma da özellikle kızıl geyiklerin yoğun olduğu Cankurtaran mevkinde yapılacak ekolojik köprüler geçirgenliği artıracak, kazaları daha da azaltacaktır. Bu noktada geçirgenliği sağlayacak hiçbir yapının olmadığı, su akışını kanal ile sağladıkları ve tasma takılan kızıl geyiğin bulunduğu alan olan Cankurtaran-Çamlıdere arası ekolojik köprü için uygun bir noktadır (bkz Şekil 4.40). bu nokta aynı zamanda geçirgenlik yapılarının birbirine en uzak olduğu noktadır. Türlerinde geçiş yapılarına alışıp kullanması yıldan yıla arttığı için vakit kaybetmeden yapılacak azaltım uygulamaları yol çevresinde yaşayan populasyonların geleceği açısından önemlidir (Sawyer vd., 2016). Bu uygulamalarla bu çalışma da yaban domuzunda gözlenen düşük gen akışı değerleri hızla geri yüksebilir. Aynı zamanda elde edilen bu veriler ile yapılacak uygulamalar var olan veya planlanan hızlı tren hatları için de geçerliliğini taşımaktadır (Barrientos vd., 2019).

Tez çalışması sırasında yapılan diğer gözlemlere bu tez içeriğinde sayısallaştırılmasa bile yer verilmiştir. Bunlardan ilki menfezler hedef türlerin büyük çoğunluğunun kullandığı geçirgenliği artıran yapılar olduğu ortaya konmuştur. Başka çalışmalarda da gözlemlendiği şekilde bu tez çalışmasında menfez içerisinde akan su türün geçişini zorlaştırmaktadır. Fotokapanlarda bireylerin suyun en az olduğu yerde yürüdükleri fotoğraflar sayısallaştırılmasa da sınıflandırılırken gözlenmiştir (Villalva vd., 2013, Ważna vd., 2020). Bir yandan da menfez giriş çıkışları sazlık tipi bitkiler yoğun bir şekilde kaplandığında geçişlerin zorlaştığı sayısallaştırılmamış fakat gözlenmiştir. Bu yüzden ilerde yapılacak menfezlere hayvanların yürüyebileceği bir basamak yapılması ve vejetasyon temizlenmesi bir azaltım uygulaması olarak geçişi kolaylaştıracaktır (Serronha vd., 2013, Craveiro vd., 2019, Brunen vd., 2020). Bir diğer gözlemde geçiş noktalarında kaydedilen avcılardır. Bu çalışmada elde edilen bir diğer kazanım da yolların etkisini ortaya koyan fotokapan yöntemi ile yapılan çalışma sonucunda çok sayıda fotoğraf elde edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırılmış veri günümüzde sıkça kullanılmaya başlanan ve ilerde daha sık kullanılacak olan ekologlarında bir aracı olacak olan *derin öğrenmeye* dayalı yazılımlara hem altlık görevi görecek hem de başka

Çalışma, analizlerde, senaryolarda da kendine yer bulabilecektir, yeni nesil uygulamalarla(otomatik sınıflandırma, bireyleri tanıma gibi) etkinliğini artıracaktır (Delisle vd., 2021, Christin vd., 2019).

Geçiş noktalarındaki fotokapanlarda filtrelenmemiş 604 avcı kaydı vardır. Avcıların yasal veya kaçak olduğunun tespiti mümkün değildir fakat alanda av baskının da olduğu söylemek mümkündür. Av baskısının türlerin hareketini kısıtladığı da bilinmektedir (Picardi vd., 2019). Bu tez çalışmasında öne çıkan kritik geçiş noktalarında avlanma baskısı azaltmak türlerin geleceğı için önemlidir. Bunun yanı sıra yoğun insan kullanımının olduğu altgeçit ve viyadüklerde insan kullanımı da kritik geçiş noktalarında veya yapılacak geçiş yapılarında geçirgenliği artıracaktır (Barrueto veFord, 2014).

Yaban hayvanlarından toynaklı bireylerin yalnızca viyadüklerden geçiş yapması, yapılması planlanan yollarda mümkünse viyadük sayısının artırılması gerekliliğini ortaya koymuştur. İlerde planlanan yollarda, yolun geeceğı güzergahda var olan türler tespit edilerek bu türlerin bulunduğu alanlarda viyadük ve ekolojik köprü gibi yapıların inşa edilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de şu an aktif olan tüm otoyollar çevresinde yaşayan büyük memeli popülasyonlarının yoğun oldukları noktalarda bu tez çalışmasına benzer araştırmalar yapılması önerilmektedir. Bütçe ve iş gücüne göre belirlenecek bu çalışmalarda öncelik sıralamasına göre fotokapan, tasma ve genetik yöntemler kullanılabilir. Fotokapan yöntemi hangi türlerin geçiş yapılarını tercih ettiğini gösterebilir. Tasma yöntemi bireylerin yola uzaklığı hakkında bilgi verebilir. Genetik analizler ise popülasyonlar arasında gen akışı olup olmadığı, popülasyonlar arasında farklılaşma var mı sorularına cevap verebilir.

KAYNAKLAR

- Abra, F. D., Huijser, M. P., Pereira, C. S., & Ferraz, K. M. P. M. B. (2018). How reliable are your data? Verifying species identification of road-killed mammals recorded by road maintenance personnel in São Paulo State, Brazil. *Biological Conservation*, 225, 42–52.
- Alexander, L. J., Rohrer, G. A., & Beattie, C. W. (1996). Cloning and characterization of 414 polymorphic porcine microsatellites. *Animal Genetics*, 27(3), 137–148.
- Ambarlı, H., Ertürk, A., & Soyumert, A. (2016). Current status , distribution , and conservation of brown bear (*Ursidae*) and wild canids (gray wolf , golden jackal , and red fox *Canidae*) in Turkey. 1–13.
- Ambarlı, H. (2012). Spatio-temporal ecology, habitat use and population size of brown bears (*Ursus arctos*) in Yusufeli, Turkey / Yusufeli'nde bozayıların (*Ursus arctos*) uzamsal-zamansal ekolojisi, habitat kullanımı ve populasyon büyüklüğü. Doktora Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü.
- Andis, A. Z., Huijser, M. P., & Broberg, L. (2017). Performance of arch-style road crossing structures from relative movement rates of large mammals. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 122.
- Arnold, J., Humer, A., Heltai, M., Murariu, D., Spassov, N., & Hackländer, K. (2012). Current status and distribution of golden jackals *Canis aureus* in Europe. *Mammal Review*, 42(1), 1–11.
- Ascensão, F., Mata, C., Malo, J. E., Ruiz-Capillas, P., Silva, C., Silva, A. P., Santos-Reis, M., & Fernandes, C. (2016). Disentangle the Causes of the Road Barrier Effect in Small Mammals through Genetic Patterns. *Plos One*, 11(3).
- Ascensão, F., & Mira, A. (2007). Factors affecting culvert use by vertebrates along two stretches of road in southern Portugal. *Ecological Research*, 22(1), 57–66.
- Ascensão, F., Yogui, D. R., Alves, M. H., Alves, A. C., Abra, F., & Desbiez, A. L. J. (2021). Preventing wildlife roadkill can offset mitigation investments in short-medium term. *Biological Conservation*, 253, 1.
- Assis, J. C., Giacomini, H. C., & Ribeiro, M. C. (2019). Road permeability index: Evaluating the heterogeneous permeability of roads for wildlife crossing. *Ecological Indicators*, 99, 365–374.
- Azedo, R., Ilh Eu B, A., Santos, S., & Vaz, P. G. (2022). Carnivores cross irrigation canals more often through overpasses than through culverts. *Basic and Applied Ecology*, 61, 53–67.
- Balkenhol, N., & Waits, L. P. (2009). Molecular road ecology: Exploring the potential of genetics for investigating transportation impacts on wildlife. *Molecular Ecology*, 18(20), 4151–4164.
- Barrientos, R., Ascensão, F., Beja, P., Pereira, H. M., & Borda-de-Água, L. (2019). Railway ecology vs. road ecology: similarities and differences. *European Journal of Wildlife Research* 2019 65:1, 65(1), 1–9.

- Barrueto, M., A. T. Ford, and A. P. C. (2014). Anthropogenic effects on activity patterns of wildlife at crossing structures. *Ecosphere* 5(3), 1-19
- Beben, D. (2012). Crossings for animals – an effective method of wild fauna conservation. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(1), 86–96.
- Belkhir K, Borsa P, Chikhi L, Raufaste N, Bonhomme F. GENETIX 4.05, logiciel sous Windows TM pour la génétique des populations. Laboratoire Génome, Populations, Interactions, CNRS UMR 5000, Université de Montpellier II. 1996–2004. Available: <http://kimura.univ-montp2.fr/genetix/>
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307–1316.
- Bhardwaj, M., Olsson, M., & Seiler, A. (2020). Ungulate use of non-wildlife underpasses. *Journal of Environmental Management*, 273, 111095.
- Brunen, B., Daguet, C., & Jaeger, J. A. G. (2020). What attributes are relevant for drainage culverts to serve as efficient road crossing structures for mammals? *Journal of Environmental Management*, 268, 110423.
- Burt, W. H. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346–352.
- Caravaggi, A., Banks, P. B., Burton, A. C., Finlay, C. M. V, Haswell, P. M., Hayward, M. W., Rowcliffe, M. J., & Wood, M. D. (2017). A review of camera trapping for conservation behaviour research. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3), 109–122.
- Castro-Arellano, I., Madrid-Luna, C., Lacher, T. E., & León-Paniagua, L. (2008). Hair-Trap Efficacy for Detecting Mammalian Carnivores in the Tropics. *Journal of Wildlife Management*, 72(6), 1405–1412.
- Ceia-Hasse, A., Borda-de-Água, L., Grilo, C., & Pereira, H. M. (2017). Global exposure of carnivores to roads. *Global Ecology and Biogeography*, 26(5), 592–600.
- Christin, S., Hervet, É., & Lecomte, N. (2019). Applications for deep learning in ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(10), 1632–1644.
- Clark, R. W., Brown, W. S., Stechert, R., & Zamudio, K. R. (2010). Roads, interrupted dispersal, and genetic diversity in timber rattlesnakes. *Conservation Biology*, 24(4), 1059–1069.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., & Gunson, K. (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1340–1349.
- Clevenger, A. P., & Waltho, N. (2000). Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology*, 14(1), 47–56.
- Clevenger, A. P., & Waltho, N. (2005). Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation*, 121(3), 453–464.

- Clevenger, A. P., Wierzchowski, J., Chruszcz, B., & Gunson, K. (2002). GIS-generated, expert-based models for Identifying wildlife habitat linkages and planning mitigation passages. *Conservation Biology*, 16(2), 503–514.
- Coffin, A. W. (2007). From roadkill to road ecology : A review of the ecological effects of roads. 15, 396–406.
- Colchero, F., Conde, D. A., Manterola, C., Chávez, C., Rivera, A., & Ceballos, G. (2011). Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. *Animal Conservation*, 14(2), 158–166.
- Collins, C., & Kays, R. (2011). Causes of mortality in North American populations of large and medium-sized mammals. *Animal Conservation*, 14(5), 474–483.
- Corlatti, L., Hackländer, K., & Frey-Roos, F. (2009). Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. *Conservation Biology*, 23(3), 548–556.
- Cosgrove, A. J., McWhorter, T. J., & Maron, M. (2018). Consequences of impediments to animal movements at different scales: A conceptual framework and review. *Diversity and Distributions*, 24(4), 448–459.
- Cozzi, G., Chynoweth, M., Kusak, J., Çoban, E., Çoban, A., Ozgul, A., & Şekercioğlu, H. (2016). Anthropogenic food resources foster the coexistence of distinct life history strategies: year-round sedentary and migratory brown bears. *Journal of Zoology*, 300(2), 142–150.
- Craveiro, J., Bernardino, J., Mira, A., & Vaz, P. G. (2019). Impact of culvert flooding on carnivore crossings. *Journal of Environmental Management*, 231, 878–885.
- Creel, S., Spong, G., Becker, M., Simukonda, C., Norman, A., Schiffthaler, B., & Chifunte, C. (2019). Carnivores, competition and genetic connectivity in the Anthropocene. *Scientific Reports* 9:1, 9(1), 1–8.
- Cullen, L., Stanton, J. C., Lima, F., Uezu, A., Perilli, M. L. L., & Resit Akcakaya, H. (2016). Implications of fine-grained habitat fragmentation and road mortality for jaguar conservation in the atlantic forest, Brazil. *Plos one*, 11(12).
- D’Amico, M., Ascensão, F., Fabrizio, M., Barrientos, R., & Gortázar, C. (2018). Twenty years of Road Ecology: a Topical Collection looking forward for new perspectives. *European Journal of Wildlife Research*, 64(3).
- D’Amico, M., Román, J., de los Reyes, L., & Revilla, E. (2015). Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: Who, when and where. *Biological Conservation*, 191, 234–242.
- De Angelis, D., Huber, D., Reljic, S., Ciucci, P., & Kusak, J. (2021). Factors affecting the home range of Dinaric-Pindos brown bears. *Journal of Mammalogy*, 102(2), 481–493.
- de Rivera, C. E., Bliss-Ketchum, L. L., Lafrenz, M. D., Hanson, A. V., McKinney-Wise, L. E., Rodriguez, A. H., Schultz, J., Simmons, A. L., Taylor Rodriguez, D., Temple, A. H., & Wheat, R. E. (2022). Visualizing connectivity for wildlife in a world without roads. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 71.

- Delisle, Z. J., Flaherty, E. A., Nobbe, M. R., Wzientek, C. M., & Swihart, R. K. (2021). Next-generation camera trapping: systematic review of historic trends suggests keys to expanded research applications in ecology and conservation. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 97.
- Denneboom, D., Bar-Massada, A., & Shwartz, A. (2021). Factors affecting usage of crossing structures by wildlife – A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 777, 146061.
- Deyoung, R. W., Kleberg, C., & Honeycutt, R. L. (2005). The molecular toolbox: genetic techniques in wildlife ecology and management. *Journal Of Wildlife Management*, 69(4), 1362–1384.
- Dickson, B. G., Jenness, J. S., & Beier, P. (2005). Influence of vegetation, topography, and roads on cougar movement in southern california. *Journal of Wildlife Management*, 69(1), 264–276.
- Dodd, C. K., Barichivich, W. J., & Smith, L. L. (2004). Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biological Conservation*, 118(5), 619–631.
- Dulac, J. (2013). Global land transport infrastructure requirements Estimating road and railway infrastructure capacity and costs to 2050 Information paper. www.iea.org
- Epps, C. W., Palsbøll, P. J., Wehausen, J. D., Roderick, G. K., Ramey, R. R., & McCullough, D. R. (2005). Highways block gene flow and cause a rapid decline in genetic diversity of desert bighorn sheep. *Ecology Letters*, 8(10), 1029–1038.
- Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Evolution, and Systematics* 34, pp. 487–515.
- Fahrig, L., & Rytwinski, T. (2009). Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14(1).
- Ford, A. T., Barrueto, M., & Clevenger, A. P. (2017). Road mitigation is a demographic filter for grizzly bears. *Wildlife Society Bulletin*, 41(4), 712–719.
- Forman, R. T. T., & Alexander, L. E. (1998). Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), 207–231.
- Fortin, D., Buono, P.-L., Fortin, A., Courbin, N., Tye Gingras, C., Moorcroft, P. R., Courtois, R., & Dussault, C. (2013). Movement responses of caribou to human-induced habitat edges lead to their aggregation near anthropogenic features. *The American Naturalist*, 181(6), 827–836.
- Gagnon, J. W., Dodd, N. L., Ogren, K. S., & Schweinsburg, R. E. (2011). Factors associated with use of wildlife underpasses and importance of long-term monitoring. *The Journal of Wildlife Management*, 75(6), 1477–1487.
- Gagnon, J. W., Loberger, C. D., Sprague, S. C., Ogren, K. S., Boe, S. L., & Schweinsburg, R. E. (2015). Cost-effective approach to reducing collisions with elk by fencing between existing highway structures. *Human–Wildlife Interactions*, 9(2), 14.

- Garton, Edward O., John T. Ratti, and J. H. G. (2012). Research and Experimental Design. In N. J. Silvy (Ed.), *The wildlife techniques manual* /7th ed. The Johns Hopkins University Press.
- Garza, J. C., & Williamson, E. G. (2001). Detection of reduction in population size using data from microsatellite loci. *Molecular Ecology*, 10(2), 305–318.
- Glista, D. J., DeVault, T. L., & DeWoody, J. A. (2009). A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91(1), 1–7.
- Goudet, J. (1995). A computer program to calculate F-statistics. *Journal of Heredity*, 86, 485–486.
- Grilo, C., Borda-de-Água, L., Beja, P., Goolsby, E., Soanes, K., le Roux, A., Koroleva, E., Ferreira, F. Z., Gagné, S. A., Wang, Y., & González-Suárez, M. (2021). Conservation threats from roadkill in the global road network. *Global Ecology and Biogeography*, 30(11), 2200–2210.
- Grilo, C., Koroleva, E., Andrášik, R., Bíl, M., & González- Suárez, M. (2020). Roadkill risk and population vulnerability in European birds and mammals. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(6), 323–328.
- Gužvica, G., Bošnjak, I., Bielen, A., Babić, D., Radanović-Gužvica, B., & Šver, L. (2014). Comparative analysis of three different methods for monitoring the use of green bridges by wildlife. *Plos One*, 9(8).
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2).
- Helldin, J. O. (2022). Are several small wildlife crossing structures better than a single large? Arguments from the perspective of large wildlife conservation Launched to accelerate biodiversity conservation. *Nature Conservation*, 47, 197–213.
- Hlaváč, V. (2005). Increasing permeability of the Czech road network for large mammals. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 14(2), 175–177.
- Holderegger, R., & Di Giulio, M. (2010). The genetic effects of roads: A review of empirical evidence. In *Basic and Applied Ecology* (Vol. 11, Issue 6, pp. 522–531).
- Jacobson, S. L., Bliss-Ketchum, L. L., De Rivera, C. E., & Smith, W. P. (2016). A behavior-based framework for assessing barrier effects to wildlife from vehicle traffic volume. *Ecosphere*, 7(4), e01345.
- Karamanlidis, A. A., De Gabriel Hernando, M., Georgiadis, L., & Kusak, J. (2017). Activity, movement, home range and habitat use of an adult gray Wolf in a Mediterranean landscape of northern Greece. *Mammalia*, 81(1), 95–99.
- Karlson, M., Mörtberg, U., & Balfors, B. (2014). Road ecology in environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 48, 10–19.

- Kendall, K. C., & Mckelvey, K. S. (2008). Hair collection. *Noninvasive Survey Methods for Carnivores*, 106, 141–182.
- Kernohan, B. J., Gitzen, R. A., & Millspaugh, J. J. (2001). Analysis of Animal Space Use and Movements. *Radio Tracking and Animal Populations*, 125–166.
- Kleven, O., Hallström, B. M., Hailer, F., Janke, A., Hagen, S. B., Kopatz, A., & Eiken, H. G. (2012). Identification and evaluation of novel di- and tetranucleotide microsatellite markers from the brown bear (*Ursus arctos*). *Conservation Genetics Resources*, 4(3), 737–741.
- Krawchuk, A., Larsen, K. W., Weir, R. D., & Davis, H. (2005). Passage through a small drainage culvert by mule deer, (*Odocoileus hemionus*), and other mammals. *The Canadian Field-Naturalist*, 119(2), 296–298.
- Kuehn, R., Hindenlang, K. E., Holzgang, O., Senn, J., Stoeckle, B., & Sperisen, C. (2007). Genetic effect of transportation infrastructure on roe deer populations (*Capreolus capreolus*). *Journal of Heredity*, 98(1), 13–22.
- Kusak, J., Huber, D., Gomerčić, T., Schwaderer, G., & Gužvica, G. (2009). The permeability of highway in Gorski kotar (Croatia) for large mammals. *European Journal of Wildlife Research*, 55(1), 7–21.
- Laurance, W. F., Clements, G. R., Sloan, S., O’Connell, C. S., Mueller, N. D., Goosem, M., Venter, O., Edwards, D. P., Phalan, B., Balmford, A., Van Der Ree, R., & Arrea, I. B. (2014). A global strategy for road building. *Nature*, 513(7517), 229–232.
- Leblond, M., Dussault, C., & Ouellet, J. P. (2013). Avoidance of roads by large herbivores and its relation to disturbance intensity. *Journal of Zoology*, 289(1), 32–40.
- Loraamm, R., Anderson, J., & Burch, C. (2021). Identifying road avoidance behavior using time-geography for red deer in Banff National Park, Alberta, Canada. *Transactions in GIS*, 25(3), 1331–1346.
- Mata, C., Hervás, I., Herranz, J., Malo, J. E., & Suárez, F. (2009). Seasonal changes in wildlife use of motorway crossing structures and their implication for monitoring programmes. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(7), 447–452.
- Matos, A. C., Figueira, L., Martins, M. H., Loureiro, F., Pinto, M. L., Matos, M., & Coelho, A. C. (2014). Survey of *Mycobacterium avium* subspecies *paratuberculosis* in road-killed wild carnivores in portugal.
- McRae, B. H., Hall, S. A., Beier, P., & Theobald, D. M. (2012). Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *Plos one*, 7(12), e52604.
- Meijer, J. R., Huijbregts, M. A. J., Schotten, K. C. G. J., & Schipper, A. M. (2018). Global patterns of current and future road infrastructure. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064006.
- Meisingset, E. L., Loe, L. E., Brekkum, Ø., Van Moorter, B., & Mysterud, A. (2013). Red deer habitat selection and movements in relation to roads. *The Journal of Wildlife Management*, 77(1), 181–191.

- Millán, J., & Becker, D. J. (2021). Patterns of exposure and infection with microparasites in iberian wild carnivores: A review and meta- analysis. *Animals*, 11(9), 2708.
- Myslajek, R. W., Nowak, S., Kurek, K., Tolkacz, K., & Gewartowska, O. (2016). Utilisation of a wide underpass by mammals on an expressway in the Western Carpathians, S Poland. 65(3), 225–232.
- Myslajek, R. W., Olkowska, E., Wronka-Tomulewicz, M., & Nowak, S. (2020). Mammal use of wildlife crossing structures along a new motorway in an area recently recolonized by wolves. *European Journal of Wildlife Research*, 66(5), 1–14.
- Naidenko, S., Chistopolova, M., Hernandez-Blanco, J. A., Erofeeva, M., & Rozhnov, V. (2021). The effect of highway on spatial distribution and daily activity of mammals. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94, 102808.
- Nuvoli, S., Burrai, G. P., Secci, F., Columbano, N., Careddu, G. M., Mandas, L., Sanna, M. A., Pirino, S., & Antuofermo, E. (2014). Capture myopathy in a corsican red deer *Cervus elaphus corsicanus* (Ungulata: Cervidae). *Italian Journal of Zoology*, 81(3), 457–462.
- O’Connell, A. F., Nichols, J. D., & Karanth, K. U. (2011). Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. In *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*.
- Ordeñana, M. A., Crooks, K. R., Boydston, E. E., Fisher, R. N., Lyren, L. M., Siudyla, S., Haas, C. D., Harris, S., Hathaway, S. A., Turschak, G. M., Miles, A. K., & Van Vuren, D. H. (2010). Effects of urbanization on carnivore species distribution and richness. *Journal of Mammalogy*, 91(6), 1322–1331.
- Özcan, A. U., & Özkazanç, N. K. (2017). Identifying the hotspots of wildlife–vehicle collision on the Çankırı–kırıkkale highway during summer. *Turkish Journal of Zoology*, 41(4).
- Özcan, A. U., & Özkazanç, N. K. (2021). Evaluation of the effect of environmental factors on wildlife roadkill in central turkey. *Environmental Engineering and Management Journal*, 19(12).
- Peris, S., & Morales, J. (2004). Use of passages across a canal by wild mammals and related mortality. *European Journal of Wildlife Research*, 50(2), 67–72.
- Peterson, M. N., Lopez, R. R., Frank, P. A., Peterson, M. J., & Silvy, N. J. (2003). Evaluating capture methods for urban white-tailed deer. *Wildlife Society Bulletin*, 31(4), 1176–1187.
- Picardi, S., Basille, M., Peters, W., Ponciano, J. M., Boitani, L., & Cagnacci, F. (2019). Movement responses of roe deer to hunting risk. *The Journal of Wildlife Management*, 83(1), 43–51.
- Poessel, S. A., Burdett, C. L., Boydston, E. E., Lyren, L. M., Alonso, R. S., Fisher, R. N., & Crooks, K. R. (2014). Roads influence movement and home ranges of a fragmentation-sensitive carnivore, the bobcat, in an urban landscape. *Biological Conservation*, 180, 224–232.

- Powell, R. A., & Proulx, G. (2003). Trapping and marking terrestrial mammals for research: Integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *ILAR Journal*, 44(4), 259–276.
- Proctor, M. F., Paetkau, D., McLellan, B. N., Stenhouse, G. B., Kendall, K. C., MacE, R. D., Kasworm, W. F., Servheen, C., Lausen, C. L., Gibeau, M. L., Wakkinen, W. L., Haroldson, M. A., Mowat, G., Apps, C. D., Ciarniello, L. M., Barclay, R. M. R., Boyce, M. S., Schwartz, C. C., & Strobeck, C. (2012). Population fragmentation and inter-ecosystem movements of grizzly bears in Western Canada and the Northern United States. *Wildlife Monographs*, 180, 1–46.
- Ramsey, C. W. . (1986). A Drop-Net Deer Trap. *The Journal of Wildlife Management*, 32(1), 187–190.
- Riley, S. P. D., Pollinger, J. P., Sauvajot, R. M., York, E. C., Bromley, C., Fuller, T. K., & Wayne, R. K. (2006). FAST-TRACK: A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology*, 15(7), 1733–1741.
- Ripari, L., Premier, J., Belotti, E., Bluhm, H., Breitenmoser-Würsten, C., Bufka, L., Červený, J., Drouet-Hoguet, N., Fuxjäger, C., Jędrzejewski, W., Kont, R., Koubek, P., Kowalczyk, R., Krofel, M., Krojerová-Prokešová, J., Molinari-Jobin, A., Okarma, H., Oliveira, T., Remm, J., ... Heurich, M. (2022). Human disturbance is the most limiting factor driving habitat selection of a large carnivore throughout Continental Europe. *Biological Conservation*, 266, 109446.
- Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., Berger, J., Elmhagen, B., Letnic, M., Nelson, M. P., Schmitz, O. J., Smith, D. W., Wallach, A. D., & Wirsing, A. J. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343(6167).
- Rita, A., Mateus, A., Grilo, C., Santos-Reis, M., Mateus, A. R. A., Grilo, C, Santos-Reis, M, & Grilo, C. (2010). Surveying drainage culvert use by carnivores: sampling design and cost-benefit analyzes of track-pads vs. video-surveillance methods. *Environmental Monitoring and Assessment* 2010 181:1, 181(1), 101–109.
- Rodriguez, A., Crema, G., & Delibes, M. (1996). Use of Non-Wildlife Passages Across a High Speed Railway by Terrestrial Vertebrates. Source: *Journal of Applied Ecology*, 33(6), 1527–1540.
- Rodríguez, A., Crema, G., & Delibes, M. (1997). Factors affecting crossing of red foxes and wildcats through non-wildlife passages across a high-speed railway. *Ecography*, 20(3), 287–294.
- Rotem, G., Berger, H., King, R., Bar, P., & Saltz, D. (2011). The effect of anthropogenic resources on the space-use patterns of golden jackals. *Journal of Wildlife Management*, 75(1), 132–136.
- Šálek, M., Červinka, J., Banea, O. C., Krofel, M., Čirović, D., Selanec, I., Penezić, A., Grill, S., & Riegert, J. (2014). Population densities and habitat use of the golden jackal (*Canis aureus*) in farmlands across the Balkan Peninsula. *European Journal of Wildlife Research*, 60(2), 193–200.

- Sandra J, Dole, J. W., Sauvajot, R. M., Riley, S. P. D., & Valone, T. J. (2004). Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biological Conservation*, 115(3), 499–507.
- Sawyer, H., Rodgers, P. A., & Hart, T. (2016). Pronghorn and mule deer use of underpasses and overpasses along U.S. Highway 191. *Wildlife Society Bulletin*, 40(2), 211–216.
- Schmidt, G. M., Lewison, R. L., & Swarts, H. M. (2021). Pairing long-term population monitoring and wildlife crossing structure interaction data to evaluate road mitigation effectiveness. *Biological Conservation*, 257, 109085.
- Schwartz, A. L. W., Shilling, F. M., & Perkins, S. E. (2020). The value of monitoring wildlife roadkill. *European Journal of Wildlife Research*, 66(1), 1–12.
- Seaman, D. E., Millsaugh, J. J., Kernohan, B. J., Brundige, G. C., Raedeke, K. J., & Gitzen, R. A. (1999). Effects of Sample Size on Kernel Home Range Estimates. *The Journal of Wildlife Management*, 63(2), 739.
- Seigle-Ferrand, J., Marchand, P., Morellet, N., Gaillard, J. M., Hewison, A. J. M., Saïd, S., Chaval, Y., Santacreu, H., Loison, A., Yannic, G., & Garel, M. (2022). On this side of the fence: Functional responses to linear landscape features shape the home range of large herbivores. *Journal of Animal Ecology*, 91(2), 443–457.
- Serieys, L. E. K., Rogan, M. S., Matsushima, S. S., & Wilmers, C. C. (2021). Road-crossings, vegetative cover, land use and poisons interact to influence corridor effectiveness. *Biological Conservation*, 253, 108930.
- Serronha, A. M., Mateus, A. R. A., Eaton, F., Santos-Reis, M., & Grilo, C. (2013). Towards effective culvert design: Monitoring seasonal use and behavior by Mediterranean mesocarnivores. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(8), 6235–6246.
- Shepard, D. B., Kuhns, A. R., Dreslik, M. J., & Phillips, C. A. (2008). Roads as barriers to animal movement in fragmented landscapes. *Animal Conservation*, 11(4), 288–296.
- Simpson, N. O., Stewart, K. M., Schroeder, C., Cox, M., Huebner, K., & Wasley, T. (2016). Overpasses and underpasses: Effectiveness of crossing structures for migratory ungulates. *Journal of Wildlife Management*, 80(8), 1370–1378.
- Skuban, M., Find'ó, S., Kajba, M., Koreň, M., Chamers, J., & Antal, V. (2017). Effects of roads on brown bear movements and mortality in Slovakia. *European Journal of Wildlife Research*, 63(5), 1–9.
- Smith, D. J., & Van Der Ree, R. (2015). Field Methods to Evaluate the Impacts of Roads on Wildlife. In Ree, Rodney van der, D. J. Smith, & C. Grilo (Eds.), *Handbook of Road Ecology* (1st ed., pp. 82–95). John Wiley & Sons, Ltd. Published.
- Sönnichsen, L., Borowik, T., Podgórski, T., Plis, K., Berger, A., & Jędrzejewska, B. (2017). Survival rates and causes of mortality of roe deer *Capreolus capreolus* in a rural landscape, eastern Poland. *Mammal Research*, 62(2), 141–147.
- Sorensen, V. A., & Powell, R. A. (2011). Estimating survival rates of black bears. *Canadian Journal of Zoology*, 76(7), 1335–1343.

- Soyumert, A. (2010). Kuzeybatı Anadolu Ormanlarında Fotokapan Yöntemiyle Büyük Memeli Türlerinin Tespiti Ve Ekolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.
- Sunnucks, P., & Balkenhol, N. (2015). Incorporating Landscape genetics into toad Ecology. In Handbook of Road Ecology (pp. 110–118).
- Suraci, J. P., Gaynor, K. M., Allen, M. L., Alexander, P., Brashares, J. S., Cendejas-Zarelli, S., Crooks, K., Elbroch, L. M., Forrester, T., Green, A. M., Haight, J., Harris, N. C., Hebblewhite, M., Isbell, F., Johnston, B., Kays, R., Lendrum, P. E., Lewis, J. S., McInturff, A., ... Wilmers, C. C. (2021). Disturbance type and species life history predict mammal responses to humans. *Global Change Biology*, 27(16), 3718–3731.
- Taberlet, P., & Bouvet, J. (1994). Mitochondrial DNA polymorphism, phylogeography, and conservation genetics of the brown bear *Ursus arctos* in Europe. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 255(1344), 195–200.
- Tarabon, S., Godet, C., Coskun, T., & Clauzel, C. (2022). Coupling spatial modeling with expert opinion approaches to restore multispecies connectivity of major transportation infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, 221, 104371.
- Torres, A., Jaeger, J. A. G., & Alonso, J. C. (2016). Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(30), 8472–8477.
- Tucker, M. A., Böhning-Gaese, K., Fagan, W. F., Fryxell, J. M., Van Moorter, B., Alberts, S. C., Ali, A. H., Allen, A. M., Attias, N., Avgar, T., Bartlam-Brooks, H., Bayarbaatar, B., Belant, J. L., Bertassoni, A., Beyer, D., Bidner, L., Van Beest, F. M., Blake, S., Blaum, N., ... Mueller, T. (2018). Moving in the Anthropocene: Global reductions in terrestrial mammalian movements. *Science*, 359(6374), 466–469.
- Turan, N. (1984). Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları-Memeliler. Ogun Kardeşler Matbaacılık Sanayi, Türkiye, 178p.
- Van Der Ree, R., Tonjes, S., & Weller, C. (2015). Ensuring the Completed Road Project is Designed, Built and Operated as Intended. *Handbook of Road Ecology*, 65–70.
- Van Der Ree R., Jaeger, J. A. G., van der Grift, E. A., & Clevenger, A. P. (2011). Effects of Roads and Traffic on Wildlife Populations and Landscape Function. *Ecology and Society*, 16(1).
- Van Manen, F. T., McCollister, M. F., Nicholson, J. M., Thompson, L. M., Kindall, J. L., & Jones, M. D. (2012). Short-Term Impacts of a 4-Lane Highway on American Black Bears in Eastern North Carolina. *Wildlife Monographs*, 181(1), 1–35.
- Villalva, P., Reto, D., Santos-Reis, M., Revilla, E., & Grilo, C. (2013). Do dry ledges reduce the barrier effect of roads? *Ecological Engineering*, 57, 143–148.
- Waits, L., & Paetkau, D. (2005). Noninvasive genetic sampling tools for wildlife biologists: a review of applications and recommendations for accurate data collection. *Journal of Wildlife Management*, 69(4), 1419–1433.

- Ward, A. I., Dendy, J., & Cowan, D. P. (2015). Mitigating impacts of roads on wildlife: an agenda for the conservation of priority European protected species in Great Britain. *European Journal of Wildlife Research*, 61(2), 199–211.
- Ważna, A., Kaźmierczak, A., Cichocki, J., Bojarski, J., & Gabryś, G. (2020). Use of underpasses by animals on a fenced expressway in a suburban area in western Poland. *Nature Conservation* 39: 1-18, 39, 1–18.
- Weir, B. S., & Cockerham, C. C. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38(6), 1358–1370.
- Yanes, M., Velasco, J. M., & Suárez, F. (1995). Permeability of roads and railways to vertebrates: The importance of culverts. *Biological Conservation*, 71(3), 217–222.
- Zeller, K. A., Wattles, D. W., & Destefano, S. (2020). Evaluating methods for identifying large mammal road crossing locations: black bears as a case study. *Landscape Ecology*, 35(8), 1799–1808.
- Zemanova, M. A. (2020). Towards more compassionate wildlife research through the 3Rs principles: moving from invasive to non-invasive methods. *Wildlife Biology*, 2020(1), 1-17.
- Zemanova, M. A. (2021). Noninvasive genetic assessment is an effective wildlife research tool when compared with other approaches. *Genes*, 12(11).
- Zemanova, M. A., & Boyer, S. (2019). Poor implementation of non-invasive sampling in wildlife genetics studies. *Rethinking Ecology*, 4, 119–132.

EKLER

EK 1 Arazide tespit edilen gözlemler

EK 2 Fotokapan KayıtFormu

EK 3 Tasmalı bireylere yakalama esnasında uygulanan ilaç ve etken maddeler

EK 4 Bazı fotokapan fotoğrafları

EK 5 Dizisi yapılan bozayı ve yaban domuzu örnekleri ve sonuçları

EK 1 Arazide tespit edilen gözlemler



Ormanlık alana yakın viyadüklerden birinin alt kısmının şantiye olarak kullanılması



Viyadük altına kurulan şantiye



Kanala düşen kızıl geyik bireyinin olduğu ekolojik köprü yapımına uygun bölge



Yoğun insan kullanımı altındaki (mahalle yolu) altgeçitten geçişi sırasında iki yavrusu ile vurulan dişi bozayı



Menfez benzeri bir yapının olmadığı amlıdere'deki yarmada araç çarpmış bir bozayı bireyi (tez çalışması sırasında gerçekleşmiştir)



Yoğun insan kullanımında olan bir üstgeçitin altında araç çarpmış bozayı bireyi (tez çalışması sırasında gerçekleşmiştir)



FTK140'ta suya basmadan yürümeye çalışan bir kurt



FTK 148'deki menfezde su akışı



Yoğun vejetasyonla kaplanmış su akışının yoğun olduğu bir menfez giriş



FTK078'de yaban tavşanı avlamış avcı



Örnek bir kurt kapanı



Örnek bir bozayı yakalama düzeneği



Bozayı tasmalarından birinin düşme arızası sonra arazide bulunması



Tasmalı bireyin avcılar tarafından vurulması sonrasında ölüsünün bulunması

EK 2 Fotokapan KayıtFormu

Fotokapan Kayıt Formu F.D:																										
Kod:	Seri: Kilit: A/P :																									
Gps:	Yük: mt																									
Foto:																										
Kurulum / /	Toplama / /																									
Özel. ☐	☐ Trig ☐ Del ☐ Int. ☐ Sen ☐ NwS																									
Habitat <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ☐ Orman ☐ Orman Kenarı ☐ Dere Boyu Ağaç/Çalı ☐ Orman içi Açıklık ☐ Bozkır ☐ Ziraat </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> ☐ Çayır ☐ Sazlık ☐ Göl ☐ İskan ☐ Moloz ☐ Diğer </td> </tr> </table>		☐ Orman ☐ Orman Kenarı ☐ Dere Boyu Ağaç/Çalı ☐ Orman içi Açıklık ☐ Bozkır ☐ Ziraat	☐ Çayır ☐ Sazlık ☐ Göl ☐ İskan ☐ Moloz ☐ Diğer																							
☐ Orman ☐ Orman Kenarı ☐ Dere Boyu Ağaç/Çalı ☐ Orman içi Açıklık ☐ Bozkır ☐ Ziraat	☐ Çayır ☐ Sazlık ☐ Göl ☐ İskan ☐ Moloz ☐ Diğer																									
ÜST KATMAN <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>0-10</th> <th>10-40</th> <th>40-70</th> <th>70+</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>☐ Geniş Yap. Orm.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>☐ İğne Yap. Orm.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>☐ Karışık Orm.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>☐ Açık</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			0-10	10-40	40-70	70+	☐ Geniş Yap. Orm.					☐ İğne Yap. Orm.					☐ Karışık Orm.					☐ Açık				
	0-10	10-40	40-70	70+																						
☐ Geniş Yap. Orm.																										
☐ İğne Yap. Orm.																										
☐ Karışık Orm.																										
☐ Açık																										
Menfez Ölçüler en yük boy 																										
KONTROL LİSTESİ ☐ TARİH ☐ PİL ☐ HAFIZA KARTI ☐ KİLİT ☐ TEST ☐ ON Notlar																										

Fotokapan yerleştirildikten sonra doldurulan arazi kayıt formu

EK 3 Tasmalı bireylere yakalama esnasında uygulanan ilaç ve etken maddeler

Tür	Birey No	Etken Madde	İlaç adı
Bozayı	130	2,5 mg/kg tiletamin-zolezapam ile 0,05mg/kg medetomin, antagonize için 0,25mg/kg atipamezol	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Tomidin (medetomidin) Antidot: Reversal(Atipamezol)
Bozayı	131	2,5 mg/kg tiletamin-zolezapam ile 0,05mg/kg medetomin, antagonize için 0,25mg/kg atipamezol	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Tomidin (medetomidin) Antidot: Reversal(Atipamezol)
Bozayı	129	2,5 mg/kg tiletamin-zolezapam ile 0,05mg/kg medetomin, antagonize için 0,25mg/kg atipamezol	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Tomidin (medetomidin) Antidot: Reversal(Atipamezol)
Bozayı	127	2,5 mg/kg tiletamin-zolezapam ile 0,05mg/kg medetomin, antagonize için 0,25mg/kg atipamezol	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Tomidin (medetomidin) Antidot: Reversal(Atipamezol)
Çakal	138	10mg/kg tiletamin-zolezapam ile 10mg/kg ketamin	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Alfamine (ketamin)
K.Geyik	132	4 mg/kg xylazine ile 2,2mg/kg ketamin	Control (xylazine) ile Alfamine (ketamin)
Kurt	134	10mg/kg tiletamin-zolezapam ile 5mg/kg ketamin	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Alfamine (ketamin)
Kurt	133	10mg/kg tiletamin-zolezapam ile 5mg/kg ketamin	Zoletil 50(tiletamin-zolezapam) ile Alfamine (ketamin)
Y.domuzu	137	0,5mg/kg xylazine ile 10mg/kg ketamin	Control (xylazine) ile Alfamine (ketamin)

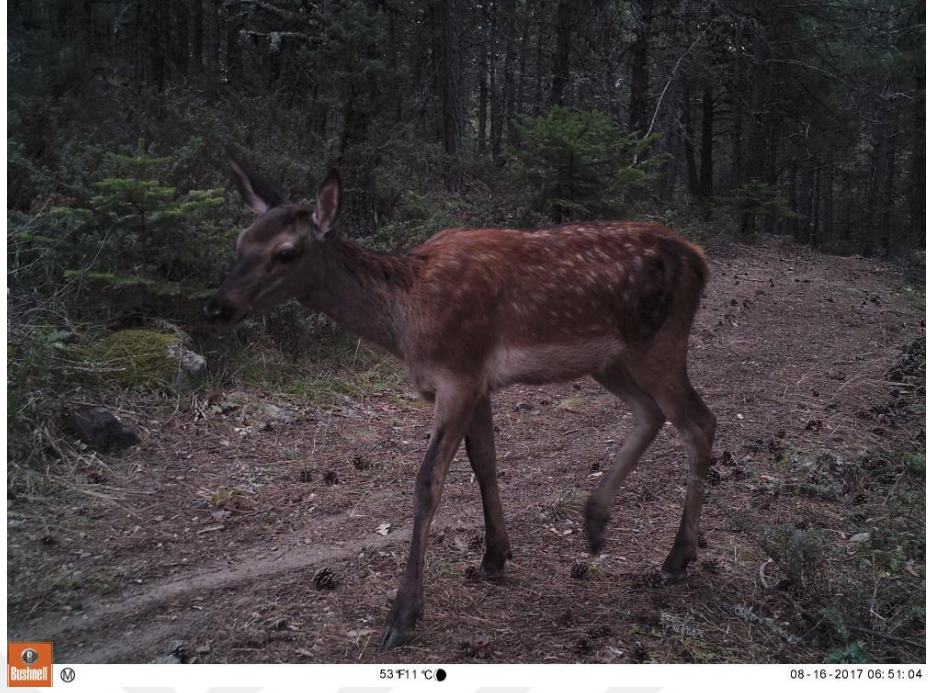
EK 4 Bazı fotokapan fotoğrafları



Yaban domuzları



Bozayı bireyi



Genç bir kızıl geyik bireyi



Yakalama fotokapanlarında kaydedilen üç yavrulu bir bozayı ailesi



FTK068'de sansar bireyi



FTK148'de karaleylek(menfez)



Boynuzu düzgün çıkamamış bir kızıl geyik



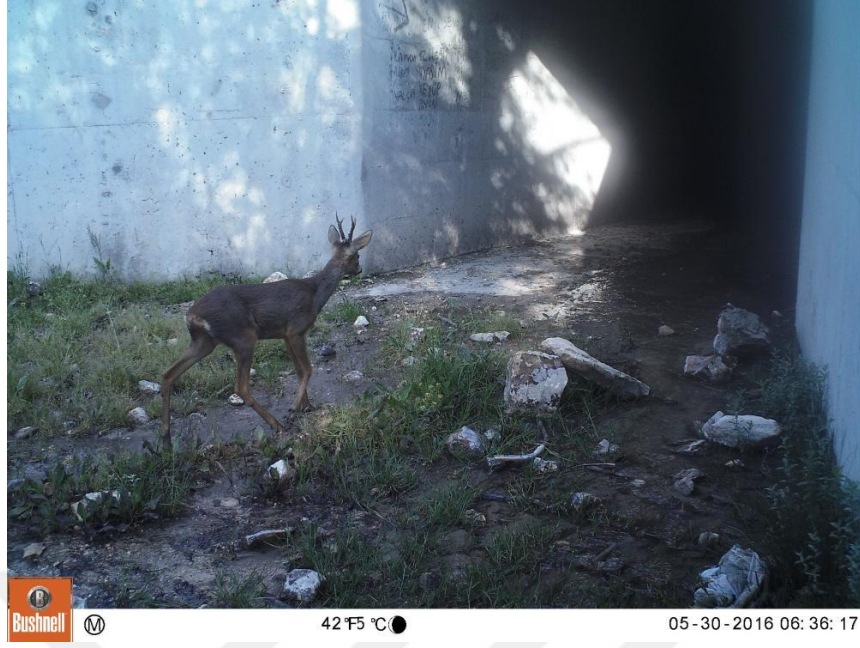
FTK102'de iki kurdun büyükbaş hayvanı saldırması(menfez)



Tasmalı çakal bireyinin geçişi (FTK139)



FTK094'te yaban tavşanı avlamış bir kurt(viyadük)



FTK50'de geçiş gerçekleştirmeyen karaca bireyi



FTK079'da yaykuş türü

EK 5 Dizisi yapılan bozayı ve yaban domuzu örnekleri ve sonuçları

Örnek Bilgileri					Uard2683		Uard3348		Uar23331		Uart838		Uart825	
					140-153		163-181		192-208		97-145		161-193	
Birey no	Mevki	Elde edilme şekli	Sağ/Sol		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
bozayı3	Cankurtaran	kt007	Kıl tuzağı	Sağ	121	125	179	179	194	196	115	115	193	193
bozayı4	Cankurtaran	kt005	Kıl tuzağı	Sağ	135	141	161	167	204	206	121	121	N/A	N/A
bozayı10	Cankurtaran	kt006	Kıl tuzağı	Sağ	139	147	159	161	194	202	117	127	167	175
bozayı27	Cankurtaran	kt007	Kıl tuzağı	Sağ	155	157	N/A	N/A	194	194	127	127	N/A	N/A
bozayı28	Cankurtaran	kt005	Kıl tuzağı	Sağ	139	141	161	175	202	202	N/A	N/A	179	183
bozayı30	Cankurtaran	kt006	Kıl tuzağı	Sağ	149	159	165	167	196	206	139	143	N/A	N/A
bozayı34	Havullu	doku	Ölü birey	Sağ	145	159	171	175	192	204	N/A	N/A	N/A	N/A
bozayı36	Cankurtaran	kt005	Kıl tuzağı	Sağ	141	149	167	169	194	196	127	127	183	183
bozayı37	Cankurtaran	kt006	Kıl tuzağı	Sağ	137	149	169	179	194	196	125	127	191	191
bozayı1	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	141	155	N/A	N/A	196	204	N/A	N/A	179	179
bozayı2	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	133	149	163	179	202	204	125	127	179	183
bozayı5	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	155	155	N/A	N/A	204	206	127	147	183	183
bozayı6	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	137	139	157	157	202	204	127	147	183	183
bozayı7	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	139	149	173	175	202	204	127	147	N/A	N/A

bozayı8	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	137	137	157	157	204	206	N/A	N/A	N/A	N/A
bozayı9	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	149	149	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
bozayı13	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	139	149	161	175	202	204	119	127	183	183
bozayı15	Cankurtaran	tasmalı	Tasmalı birey	Sol	129	137	159	163	200	202	125	147	N/A	N/A
bozayı17	Cankurtaran	tasmalı	Tasmalı birey	Sol	157	157	171	173	202	204	107	127	N/A	N/A
bozayı18	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	139	149	159	161	202	204	105	127	183	183
bozayı20	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	153	157	171	173	202	204	125	147	183	183
bozayı23	Cankurtaran	kt001	Kıl tuzağı	Sol	149	159	173	179	202	204	127	147	185	185
bozayı25	Salur	doku	Ölü birey	Sol	149	159	169	173	194	196	127	135	183	183
bozayı26	Cankurtaran	kt002	Kıl tuzağı	Sol	149	159	173	177	192	194	127	127	175	179
bozayı32	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	141	141	165	177	194	196	111	139	191	195
bozayı35	Salur	doku	Ölü birey	Sol	139	149	169	173	196	202	125	127	183	195
bozayı39	Salur	doku	Ölü birey	Sol	149	149	169	173	196	202	127	149	N/A	N/A
bozayı41	Cankurtaran	kt003	Kıl tuzağı	Sol	139	139	167	167	202	204	127	129	183	183
bozayı43	Cankurtaran	doku	Tasmalı birey	Sol	139	149	173	175	194	196	127	147	183	183
bozayı44	Cankurtaran	doku	Tasmalı birey	Sol	149	159	169	177	200	202	125	147	N/A	N/A

Ek 5 Dizisi yapılan yaban domuzu örnekleri ve sonuçları

	Örnek No	Mevki	Konum	SW2496-FAM	SW2021-FAM	SW461-NED	SW1514-FAM
1	domuz1	Havullu	Sağ	000000	106106	104104	0
2	domuz2	Havullu	Sağ	184184	106114	104104	154156
3	domuz3	Aşagiovacık	Sağ	184184	104106	116122	154156
4	domuz9	Çamlıdere	Sağ	000000	104106	000000	000000
5	domuz10	Cankurtaran	Sağ	184184	106114	000000	152154
6	domuz4	Cankurtaran	Sol	182184	104106	104104	000000
7	domuz5	Cankurtaran	Sol	192196	104106	122128	152154
8	domuz7	Cankurtaranr	Sol	218218	112114	112112	134134
9	domuz8	Cankurtaran	Sol	200200	104110	116122	134134