

**T.C.**  
**KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YABAN HAYATI EKOLOJİSİ VE YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**



**KASTAMONU – ARAÇ OTOYOLUNDA EKOLOJİK KÖPRÜ**  
**POTANSİYELİ TAŞIYAN BÖLGELERİN TESPİTİ**

**ÜMİT KOÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZKAN EVCİN**

**EYLÜL - 2024**

**KASTAMONU**

## TEZ ONAYI

**ÜMİT KOÇ** tarafından hazırlanan “**Kastamonu – Araç Otoyolunda Ekolojik Köprü Potansiyeli Taşıyan Bölgelerin Tespiti**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **30.09.2024** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

<b>Danışman</b>	Dr. Öğr. Üyesi Özkan EVCİN Kastamonu Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	Doç. Dr. Akın KIRAÇ Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	.....
<b>Jüri Üyesi</b>	Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY Kastamonu Üniversitesi	.....

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Enstitü Müdürü Doç. Dr. Selçuk MEMİŞ .....

## TAAHHÜTNAME

*Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu; ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını, bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini bildirir ve taahhüt ederim.*

Ümit KOÇ

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### KASTAMONU – ARAÇ OTOYOLUNDA EKOLOJİK KÖPRÜ POTANSİYELİ TAŞIYAN BÖLGELERİN TESPİTİ

ÜMİT KOÇ

KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YABAN HAYATI EKOLOJİSİ VE YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI  
DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖZKAN EVCİN

Yaban hayatı ve yolların kesiştiği alanlarda meydana gelen hayvan kazaları, doğal yaşam alanlarının bölünmesi ve türlerin devamlılığı için ciddi bir tehdit oluşturur. Bu nedenle, kazaların yoğun olduğu bölgelerde sıcak noktaların belirlenmesi, hayvanların güvenli geçişini sağlamak ve ekosistem bütünlüğünü korumak açısından önemlidir. Çalışmada, Kastamonu – Araç otoyolunda yaban hayatı kazalarının yoğun olduğu bölgeler belirlenmiştir. Veriler, Karayolları Genel Müdürlüğü ve arazi çalışmalarından elde edilmiş ve Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan çalışmanın Kastamonu – Araç otoyolunda ekolojik köprü potansiyeli taşıyan bölgelerin tespitine yönelik önemli bulgular sunması ve alanda yapılacak gelecek çalışmalara öncülük etmesi beklenmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:**Ekolojik Köprü, Yol Kazaları, Koridor Ekolojisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Araç, Kastamonu

Eylül 2024, 45 Sayfa

## ABSTRACT

### MSC THESIS

#### DETERMINING REGIONS WITH WILDLIFE CROSSINGS POTENTIAL ON KASTAMONU – ARAÇ HIGHWAY

ÜMİT KOÇ

KASTAMONU UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING  
SUPERVISOR: ASSIT. PROF. DR. ÖZKAN EVCİN

Wildlife accidents occurring in areas where wildlife and roads intersect pose a serious threat to the fragmentation of natural habitats and the continuity of species. Therefore, identifying hot spots in areas where accidents are intense is important to ensure the safe passage of animals and protect ecosystem integrity. In the study, areas where wildlife accidents are intense on the Kastamonu - Vehicle highway were determined. Data were obtained from the General Directorate of Highways and field studies and analyzed using Geographic Information Systems. It is expected that the study will provide important findings for the detection of areas with ecological bridge potential on the Kastamonu - Vehicle highway and lead to future studies in the field.

**KEYWORDS:** Wildlife Crossings, Road Accidents, Corridor Ecology, Geographic Information Systems, Vehicle, Kastamonu

September 2024, 45 Page

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini ve desteğini benimle paylaşan, bana yol gösteren ve inanan, hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özkan EVCİN'e teşekkür eder saygılar sunarım.

Tez savunma sınavıma jüri üyesi olarak katılan ve kritik noktalarda değerli görüş ve önerilerini belirterek tezin son şeklini almasını sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Akın KIRAÇ ile Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY'e katkılarında dolayı çok teşekkür ederim.

Tez süreci boyunca yardımlarını esirgemeyerek tezimi daha da iyileştirmemde yardımcı olan Arş. Gör. Büşra KALLECİ'ye ve Yük. Orm. Müh. Göktaş UZUN'a teşekkür ediyorum.

Çalışma süresi boyunca desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşime ve aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

ÜMİT KOÇ

Kastamonu, 2024

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>TEZ ONAYI</b> .....	<b>ii</b>
<b>TAAHHÜTNAME</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>vii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>FOTOĞRAFLAR DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>HARİTALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Yaban Hayatı – Araç Çarpışmalarını Etkileyen Faktörler .....	2
1.1.1 Trafik Hacmi .....	3
1.1.2 Araç Hızı .....	4
1.1.3 Sürücü Farkındalığı.....	4
1.1.4 Hayvan Hızı .....	5
1.1.5 Yol Kenarı Vejetasyonu.....	6
1.1.6 Zamansal Değişimler .....	5
1.1.7 Habitat.....	5
1.1.8 Peyzaj Bütünlüğü.....	5
1.1.9 Hayvan Bolluğu .....	6
1.1.10 Yol Genişliği.....	6
1.2 Türkiye’de Yaban Hayvanı ve Araç Çarpışmaları.....	6
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>10</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
3.1 Çalışmanın Amacı.....	14
3.2 Çalışma Alanı.....	14
3.3 Bölgede Bulunan Hedef Türler .....	15
3.3.1 Bozayı ( <i>Ursus arctos</i> ) .....	15
3.3.2 Kurt ( <i>Canis lupus</i> ) .....	15
3.3.3 Karaca ( <i>Capreolus capreolus</i> ) .....	16
3.3.4 Kızıl Tilki ( <i>Vulpes vulpes</i> ) .....	16
3.3.5 Yaban Domuzu ( <i>Sus scrofa</i> ) .....	16
3.3.6 Yaban Tavşanı ( <i>Lepus europaeus</i> ) .....	17
3.3.7 Kirpi ( <i>Erinaceus concolor</i> ) .....	17
3.3.8 Sansar ( <i>Martes foina</i> ).....	17
3.3.9 Porsuk ( <i>Meles meles</i> ) .....	17
3.3.10 Vaşak ( <i>Lynx lynx</i> ) .....	18
3.3.11 Köpek ( <i>Canis familiaris</i> ) .....	18
3.3.12 Kedi ( <i>Felis catus</i> ).....	18
3.4 Yöntem.....	18
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>20</b>

<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>32</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>36</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>45</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1 Yaban hayvanı-araç çarpışmalarına etkileyen faktörler .....	3
Şekil 3.1. Nüve yoğunluk kestirimi formülü.....	19
Şekil 4.1. Çalışma alanında ölen hayvan türlerinin yüzdesel oranlarını içeren grafik.....	22



## FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

### Sayfa

Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-I ...	20
Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-II ..	21
Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-III ..	22
Fotoğraf 4.2. Kurucaören ve Çukurpelit köyleri yakınlarında bulunan karayolu köprüleri.....	23



## TABLÖLAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Tablo 1.1. Satın cinsine göre yol ağı uzunlukları.....	7
Tablo 1.2. 2017-2024 motorlu kara taşıtı sayıları.....	7
Tablo 1.3. Oluş türlerine göre ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza bilgileri.....	8



## HARİTALAR DİZİNİ

### Sayfa

Harita 1.1. Karayolları trafik hacim haritası .....	4
Harita 3.1. Kastamonu – Araç golunu gösteren harita .....	14
Harita 4.1. Yaban Domuzu – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita .....	23
Harita 4.2. Karaca – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita .....	24
Harita 4.3. Köpek – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita .....	24
Harita 4.4. Kedi – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita .....	25
Harita 4.5. Kızıl Tilki– Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita .....	25
Harita 4.6. Tavşan – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita.....	26
Harita 4.7. Domuz – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita .....	27
Harita 4.8. Karaca – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita.....	27
Harita 4.9. Köpek – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita .....	28
Harita 4.10. Kedi – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita .....	28
Harita 4.11. Kızıl Tilki – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita .....	29
Harita 4.12. Tavşan – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita .....	29
Harita 4.13. Kastamonu – Araç Otoyolundaki çalışma süresince gerçekleşen tüm Hayvan – Araç Çarpışma noktalarını gösteren harita .....	30
Harita 4.14. Kastamonu – Araç Otoyolundaki çalışma süresince gerçekleşen tüm Hayvan – Araç Çarpışma sıcak noktalarını gösteren harita .....	30

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

%	: Yüzde
m	: Metre
kg	: Kilogram
km	: Kilometre

### Kısaltmalar

<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>DKMP</b>	: Doğa Koruma ve Milli Parklar
<b>KGM</b>	: Karayolları Genel Müdürlüğü
<b>TÜİK</b>	: Türkiye İstatistik Kurumu
<b>YHAÇ</b>	: Yaban Hayatı-Araç Çarpışması
<b>YHGS</b>	: Yaban Hayatı Geliştirme Sahası

## 1. GİRİŞ

Karayollarının da içinde bulunduğu ulaşım ağlarının başta habitat kaybı ve peyzaj parçalanması olmak üzere rahatsızlık (fiziksel ve gürültü), kirletici, görsel rahatsızlık, birey kaybı, insan etkisinin artması, yol kenarının işlev kazanması ve bariyer etkisi yaratması olmak üzere birçok ekolojik etkileri bulunmaktadır (Iuell vd., 2003).

Yollar dünya çapında peyzajların ortak bir özelliğidir ve çeşitli mekanizmalar yoluyla yaban hayatı popülasyonları üzerinde önemli etkilere sahiptir. Yolların yaban hayatı üzerindeki en çok incelenen etkileri arasında yol ölümleri ve habitat parçalanması yer almaktadır; bunların her ikisi de hayvanların yollarla etkileşiminden kaynaklanmaktadır (Mulero-Pázmány vd. 2022). Altyapı eserleri, banketler, bariyerler ve bentler hayvanların aşamayacağı fiziksel bariyerlerdir. Altyapı güzergahındaki açıklık ve açık yol kenarlarından hayvanlar yola çıkmaktadırlar. Genellikle yolların doğal yaşam ortamlarıyla kesiştiği durumlarda meydana gelen yaban hayvan-araç çarpışmaları, doğrudan hayvan ölümlerine yol açmakta ve yaban hayatını koruma çabaları için tehdit oluşturmaktadır (Jeganathan vd, 2018). Ölüm oranlarının yanı sıra yollar, hareket engelleri oluşturabilir, popülasyonları izole edebilir, temel kaynaklara ve eşlere erişimi engelleyebilir. Bu nedenle popülasyon azalmakta ve tür tehlikeye girmektedir. (Ben-Ami ve Ramp, 2013).

Yaban hayatı türleri kaza tehlikesinden kaçınmak için yoldan uzak durma veya yoldan kaçınma davranışı sergileyebilir ancak tür popülasyonları üzerinde dolaylı sonuçları olabileceği bilinmektedir (Paterson vd, 2019). Arazi parçalanmasına neden olan Karayolları, demiryolları, su kanalları, orman yolları gibi beşeri yapılar hayvanların davranışlarını değiştirebilir, dağılımlarını sınırlayabilir, yırtıcı hayvanlara, avcılara ve istilacı türlere erişim sağlayarak bunların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki etkilerini şiddetlendirebilir (Espinosa vd, 2014). Buna ek olarak özellikle hızlı nüfus artışı ve insan başına olan tüketimin artması habitatların parçalanması için en temel sorunu oluşturmuştur. Yollar popülasyonların azalmasına neden olarak genetik bağlantıyı azaltabilir, yaşam alanlarını parçalayabilir ve uzun vadede türlerin hayatta kalmasını ve biyolojik çeşitliliğini etkileyebilir (Bennett, 2017; Evcin, 2023).

Yolların mekânsal özellikleri yaban hayatı üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalarda kısa ve dar yolların biyolojik çeşitlilik üzerinde önemli olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir (Magioli vd., 2019). Yolların yoğunluğu ve düzeni, yerel ve bölgesel nüfusun devamlılığını etkiler; genişleyen yol ağları yaban hayatı koruma çabaları için önemli bir tehdit oluşturur (Bennett, 2017). Yolların yaban hayatı üzerindeki etkilerini daha geniş mekânsal ölçeklerde anlamak, bunların etkilerini tam olarak anlamak ve etkili azaltma stratejileri uygulamak için çok önemlidir (He vd., 2019).

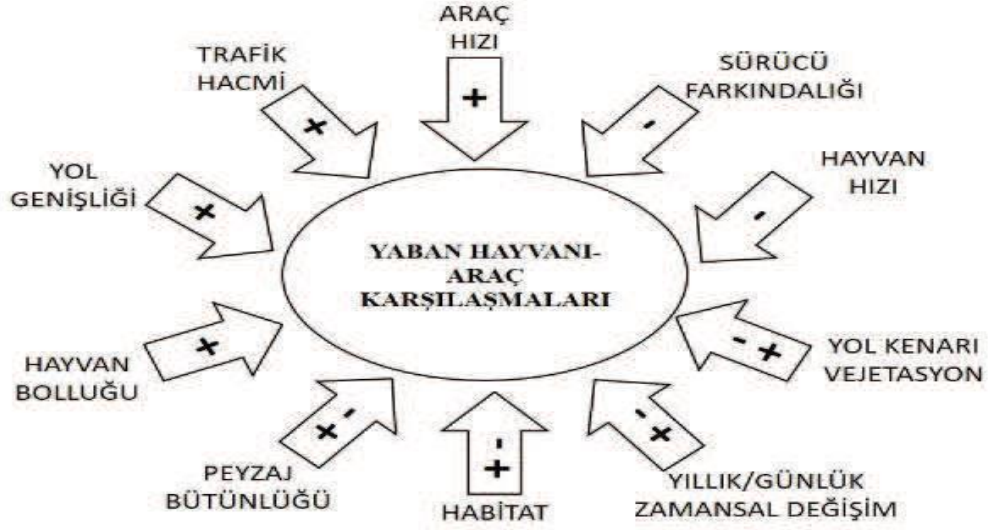
Yolların yaban hayatı üzerindeki etkisini azaltmak, habitat bağlantısı, yaban hayatı davranışı ve yol tasarımı dikkate alınarak çok yönlü bir yaklaşım gerektirmektedir. Alt geçitler ve üst geçitler gibi yaban hayatı geçiş yapıları, hayvanların yolların üzerinden veya altından güvenli geçişini kolaylaştırabilir, yol ölümlerini azaltabilir ve peyzaj bağlantısını koruyabilir (Brehme vd., 2018). Yaban hayatı dostu altyapının dahil edilmesi, bariyer etkilerini ve trafik hacmini azaltmaya yönelik önlemlerin uygulanmasıyla, yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirilebilir (Wise, 2021).

### **1.1 Yaban Hayatı – Araç Çarpışmalarını Etkileyen Faktörler**

Yolların yaban hayatı üzerindeki etkisi; yollar ve doğal yaşam alanları arasındaki etkileşimin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını gerektiren karmaşık bir konudur. Yaban hayatını çeşitli şekillerde etkilediğini kabul ederek ve hedeflenen azaltma stratejilerini uygulayarak, biyoçeşitliliği ve ekosistem sağlığını korurken yollar ve yaban hayatı arasında bir arada yaşamayı teşvik etmek mümkündür. Yaban hayatı ile araç çarpışmalarını azaltma çabaları, toynaklı çarpışmalarını önlemek için yol çitlerinin uygulanmasını ve etki azaltma önlemlerini etkili bir şekilde hedeflemek için sıcak nokta modellerinin tanımlanmasını içermektedir (Kučas ve Balčiauskas, 2021).

Yaban hayvanı araç çarpışmaları popülasyon gen akışını ve hayvan popülasyonunu azaltmakta olup yerel popülasyon dinamiklerini ve demografik yapıyı etkilemektedir (Balkenhol ve Waits 2009; Ramp ve Ben-Ami 2006). Yollardan kaynaklı yaban hayvanı araç çarpışmasını (+) yönde veya (-) yönde, olumlu-olumsuz faktörler; araç

hızı, hayvan yoğunluğu, trafik hacmi, yol genişliği, peyzaj bütünlüğü, habitat, yıllık/mevsimlik/günlük değişimler, yol kenarı vejetasyon, hayvan hızı, sürücü farkındalığı olarak sıralanabilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Yaban hayvanı-araç çarpışmalarına etkileyen faktörler (Litvaitis ve Tash, 2008; Seiler, 2003)

### 1.1.1 Trafik Hacmi

Otoyol üzerinden bir günde geçen araç sayısını ifade etmektedir. Trafik hacmi arttıkça yaban hayvanı araç çarpışmaları olumsuz yönde etkilenmekte ve ölüm riski artmaktadır (Case, 1978). Trafik hacmi ile YHAÇ'nin arasında logaritmik bağlantı bulunmaktadır. Ancak trafik hacminin az olduğu yollarda ise yüksek araç hızı kaza risklerini taşımaktadır (Seiler, 2003).



#### **1.1.4 Hayvan Hızı**

Hızlı hareket eden hayvanlar, diğer habitat parçalarına geçmek için daha hızlı hareket ederek yol üzerinde kalma süresini kısaltır ve kaza riskini azaltmaktadır. Amfibiler ve küçük memeliler amfibiler ve küçük memeliler için hayvan hızı, araç genişliği, trafik yoğunluğu kaza risk olasılıklarını etkilemektedir (Hels ve Buchwald, 2001).

#### **1.1.5 Zamansal Değişimler**

Geceleri beslenme ihtiyaçların karşılamak üzere hareket eden hayvanlar sürücüler tarafından daha zor görülebilmekte ve gündüze oranla daha araç yaban hayvanı çarpışması yaşanmaktadır (Sullivan, 2011). Yıl içerisinde, özellikle yaban hayvanlarının çiftleşme ve üreme dönemleri, araç çarpışma riskini artırabilmektedir. Ülkemizde dini bayramlar, hafta sonu ve yaz tatilleri trafik hacmini artırarak yaban hayvanı araç çarpışma oranlarını artırabilmektedir.

#### **1.1.6 Habitat**

Yollar, habitatların parçalanarak küçük habitat alanların oluşmasına neden olmakta ve oluşan parçalar arasındaki geçirgenliğini azaltır. Habitat parçası üzerinde tür popülasyonları artınca hayvanlar beslenme ve üreme dolayısıyla diğer habitat alanlarına geçebilmektedirler. Habitat parçaları arasındaki bu geçişler kaza risklerini de artırmaktadır (Bissonette ve Adair, 2008).

#### **1.1.7 Peyzaj Bütünlüğü**

Son yıllarda özellikle hızlı nüfus artışı ile birlikte insan ihtiyaçları ve ekonomik faaliyetler sonucu doğal alanlara olan baskı artmış, habitatların parçalanması için en temel sorunu oluşturmuştur. Tarım alanları, yerleşimler, yollar gibi antropojenik oluşumlar peyzaj alanlarının ve doğal habitatların parçalanmasına yol açmaktadır (Özcan ve Aytas, 2020). Habitat parçalanmasının sonucunda doğal peyzaj alanlarının bozulması ile besin miktarlarının azalması ve kalan habitatın izole yamalar haline gelmesi hayvanların parçalanmış alanlar arasında hareket etmesini sağlamaktadır.

Hayvanların habitat parçaları arasındaki geçişlerinde birçok yaban hayvanı araç çarpışması olmaktadır (Göransson vd, 1978).

### **1.1.8 Yol Kenarı Vejetasyonu**

Yollar, yaban hayvanlarının yaşam alanlarını bölmektedir. Yaban hayvanlarının yolların çevresindeki hareket koridorları, korumasız ve açık yol bölümlerinde olmaktadır. Leş kalıntıları ve diğer besinlerin bu alanlarda olması nedeni ile yol kenarının yakın çevresi bazı türler için ekolojik tuzak etkisi yaratmaktadır (Harris ve Scheeck, 1991).

### **1.1.9 Hayvan Bolluğu**

Yaban hayatı araç çarpışmaları, popülasyonun yoğunluğu, tür biyolojisi, habitat, peyzaj, yol ve trafik özelliklerine bağlı olarak bir kümelenme oluştuğunu göstermiştir (Clevenger vd.,2003). Tür popülasyon yoğunlukları kaza ölüm oranları ile orantılı olarak tür üzerindeki etkisini artırmaktadır. Artan popülasyon yoğunluğu, türlerin birbirleri üzerindeki baskılarını artıracak ve habitat parçaları arasındaki hareketleri hayvan-araç çarpışmalarını artıracaktır (Litvaitis ve Tash, 2008; Seiler, 2003).

### **1.1.10 Yol Genişliği**

Hayvanlar günlük ihtiyaçları nedeni ile sürekli hareket halindedirler. Yolların genişliğiyle orantılı olarak kaza riski artmaktadır. Geniş olan yollarda dar olan yollara göre hayvanların yol üzerinde kalma süresi artmaktadır. Yol hacmi ve yol genişliği arttıkça kaza olma olasılığı da artmaktadır (Özcan, 2018)

## **1.2 Türkiye’de Yaban Hayvanı ve Araç Çarpışmaları**

Türkiye’de 2024 yılı itibari ile otoyol, devlet yolu ve il yollarının toplam uzunluğu 68.654 km’dir (Tablo 1.1). Yıldan yıla artan yol uzunlukları yeni yeni arazi parçalanmalarına neden olmaktadır. Parçalanmış araziler hayvanların hareket alanlarını kısıtlamakla beraber popülasyonlarını da etkilemektedir (KGM, 2023).

Tablo 1.1. Sath cinsine göre yol ağı uzunlukları (km.) (KGM, 2023).

YOL SINIFI Road Types	ASFALT BETONU Asphaltic Concrete	SATHİ KAPLAMA Surface Treatment	PARKE Stone Block	STABİLİZE Stabilized	TOPRAK Earth	GEÇİT VERMEZ Primitive	TOPLAM UZUNLUK Total Length
OTOYOLLAR(*) Motorways	3.726	--	--	--	--	--	3.726
DEVLET YOLLARI State Highways	20.135	10.387	45	22	0	275	30.864
İL YOLLARI Provincial Roads	6.018	25.182	225	276	299	2.064	34.064
<b>TOPLAM Total</b>	<b>29.879</b>	<b>35.569</b>	<b>270</b>	<b>298</b>	<b>299</b>	<b>2.339</b>	<b>68.654</b>

2024 yılı itibarıyla Türkiye’de 30.469.319 adet motorlu taşıt bulunmaktadır (Tablo1.2). Yıllar itibari ile araç sayısı artarak yollar üzerindeki trafik hacmini ve yoğunluğunu artırmaktadır. Artan trafik hacmi ve yoğunluğu hayvan araç çarpışmalarını artırmaktadır.

Tablo 1.2. 2017-2024 motorlu kara taşıtı sayıları (TÜİK, 2024).

Motorlu kara taşıtı sayısı									
Yıl	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Amaçlı Taşıtlar	Traktör
Year	Total	Car	Minibus	Bus	Small truck	Truck	Motorcycle	Purpose vehicles	Tractor
2017	22.218.945	12.035.978	478.618	221.885	3.642.625	838.718	3.102.800	60.099	1.838.222
2018	22.865.921	12.398.190	487.527	218.523	3.755.580	845.462	3.211.328	63.359	1.885.952
2019	23.156.975	12.503.049	493.373	213.358	3.796.919	844.481	3.331.326	65.470	1.908.999
2020	24.144.857	13.099.041	493.395	212.407	3.938.732	859.670	3.512.576	70.309	1.958.727
2021	25.249.119	13.706.065	484.806	208.882	4.115.205	886.303	3.744.370	78.482	2.025.006
2022	26.482.847	14.269.352	487.381	208.442	4.277.424	919.125	4.141.914	85.276	2.093.933
2023	28.740.492	15.221.134	502.628	210.740	4.487.244	959.793	5.079.396	93.407	2.186.150
2024	30.469.319	15.901.404	515.117	213.068	4.633.210	988.556	5.878.271	99.503	2.240.190

Yaban hayvanlarının birey sayılarının azalmasındaki en büyük etken, hareket alanlarındaki yollarda oluşan ölümlü araç kazalarıdır (Forman, 2000). 2023 yılsonu itibari ile Türkiye’de ölümlü ve yaralanmalı hayvan araç çarpışma kazalarının sayısı 1.043 olarak belirtilmiş ve tüm kazalar içerisinde % 0,44 oranına sahiptir. Oluşan

kazalardan 577 adet yerleşim yeri içerisinde olmakta iken 466 adet kaza ise yerleşim yerleri dışında olmuştur (Tablo 1.3).

Tablo 1.3. Oluş Türlerine Göre Ölümlü ve Yaralanmalı Trafik Kaza Bilgileri (KGM, 2023)

KAZA OLUŞ TÜRÜ	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		TOPLAM	
	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Yandan Çarpma veya Yandan Çarpışma	71.974	36,85	6.059	15,26	78.033	33,19
Yayaya Çarpma	36.607	18,74	927	2,33	37.534	15,97
Devrilme, Savrulma, Takla	23.169	11,86	4.939	12,43	28.108	11,96
Yoldan Çıkma	11.090	5,68	14.983	37,69	26.073	11,09
Arkadan Çarpma	20.119	10,30	5.801	14,59	25.920	11,03
Karşılıklı Çarpışma	11.017	5,64	2.389	6,01	13.406	5,70
Engel/Cisim ile Çarpışma	8.277	4,24	2.553	6,42	10.830	4,61
Yan Yana Çarpışma	3.622	1,85	374	0,94	3.996	1,70
Duran Araca Çarpma	2.942	1,51	423	1,06	3.365	1,43
Park Etmış Araca Çarpma	1.979	1,01	108	0,27	2.087	0,89
Araçtan Düşen İnsan	1.784	0,91	124	0,31	1.908	0,81
Hayvana Çarpma	577	0,30	466	1,17	1.043	0,44
Çoklu Çarpışma	1.145	0,59	291	0,73	1.436	0,61
Zincirleme Çarpışma	959	0,49	287	0,72	1.246	0,53
Araçtan Düşen Cisim	60	0,03	26	0,07	86	0,04
<b>TOPLAM</b>	<b>195.321</b>	<b>100</b>	<b>39.750</b>	<b>100</b>	<b>235.071</b>	<b>100</b>

Türkiye’de son yıllarda yaban hayatı çalışmaları ivme kazanmakla beraber henüz yeterli seviyede değildir. Koridor ekolojisi ve yol ekolojisi özellikle antropojenik etkiye bağlı olarak insan- yaban hayatı çatışmasını konu alan ve yaban hayatı alanında yurtdışında çalışılan önemli alanlarından bir tanesidir. Kastamonu sahip olduğu 4 adet Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Küre Dağları Milli Parkı ve Ilgaz Dağı Milli Parkını içermesi ile söz konusu yaban hayatı akışının sürekli olarak gerçekleştiği Türkiye’deki önemli alanlardan bir tanesidir.

Kastamonu Azdavay Kartdağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 2010- 2012 yılları arasında yapılan araştırmada 18 memeli, 22 kuş, 5 sürüngen ve 3 amfibi türünün yollar üzerinde YHAÇ sonucu ölmüştür (Arpacık vd. 2016). 2014 - 2018 yılları arasında Kırıkkale ile Çankırı arasında bulunan yaklaşık 94 km uzunluğundaki Karayolu'nda 9 türden 389 adet memeli yaban hayvanı YHAÇ nedeni ile ölü olarak bulunmuştur (Özcan 2017). Kırklareli ili E87 karayolunda 18-22 Haziran 2016 tarihleri arası 23 adet ve Edirne ili Enez-İpsala arası karayolunda ise 22-25 Haziran 2016 tarihlerinde 134 adet hayvanı ölü olarak kayıt altına alınmıştır (Bülbül vd. 2019).



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Son yıllarda, özellikle yaban hayatı üzerindeki yol kazaları açısından yolların yaban hayatı üzerindeki etkisine odaklanan araştırmalarda önemli bir artış yaşanmaktadır. Çalışmalar, yolların yaban hayatını etkilediği çeşitli mekanizmalar tespit etmiştir; bunlar arasında habitat parçalanması, habitat kalitesinin azalması, peyzaj bağlantısının azalması ve yaban hayatı-araç çarpışmaları nedeniyle artan ölüm oranları yer almaktadır (Malherbe vd, 2021). Yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki olumsuz sonuçları kapsamlı bir şekilde belgelenmiştir; yol ölümleri orta ile büyük memelilerden sürüngenlere ve amfibilere kadar çok çeşitli türleri etkileyen yaygın bir sorundur (Andersen ve Jang, 2021).

YHAÇ, tür popülasyonlarını ve sürücülerini etkileyen küresel bir sorundur (Olson vd. 2014). Karayolları, özellikle ana arter yolları haricindeki yollarda, yaban hayvanları ile araçlar arasında çarpışmalara neden olarak yol üzerinde veya yakın çevresinde hayvan yaralanmalarına, araç hasarlarına, insan yaralanmalarına ve ölümlerine yol açmaktadır (Bonds vd., 2020).

Yapılan araştırmaların çoğu, yolların yaban hayatının hareketine engel teşkil edebildiğini, davranışları değiştirebildiğini ve dağılmayı sınırlayabildiğini, bunun da popülasyonun hayatta kalması ve genetik bağlantı üzerinde önemli etkileri olabileceğini göstermiştir. Doğal yaşam alanlarında yolların varlığı, ekosistemlerin hızlı değişimi ve parçalanmasıyla ilişkilendirilmekte ve bu değişimlere uyum sağlayamayan türlerin yok olma krizine yol açmaktadır (Lu vd., 2022). Farklı türlerin habitat tercihi, yiyecek arama stratejisi ve vücut büyüklüğüne bağlı olarak yollara farklı tepkiler verdiği de literatürde yer almaktadır (Chen ve Koprowski 2016). Bu türlere özgü tepkileri anlamak, yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki etkisini azaltmaya yönelik hedefli hafifletme stratejileri geliştirmek için çok önem taşımaktadır. Ayrıca, menfezler ve köprüler gibi yaban hayatı geçiş yapılarının kullanımının, hayvanların yol boyunca güvenli geçişini kolaylaştıracak, böylece yol ölümlerini azaltacak ve peyzaj bağlantısını sürdürecektir etkili bir önlem olduğu tespit edilmiştir.

Yaban hayatı yol kazalarını izlemeye yönelik çabalar, sıcak nokta alanlarını belirlemek ve hafifletme önlemlerinin etkinliğini değerlendirmek için yol ölümlerini izlemenin değerini vurgulayan çalışmalarla son araştırmalarda vurgulanmıştır (Schwartz vd., 2020). Yolda ölüm ve hafifletme önlemleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için meta-analizler gerçekleştirilmiş olup, yaban hayatı-araç çarpışmalarını azaltmada farklı stratejilerin etkinliğine ilişkin değerli bilgiler sağlamaktadır (Rytwinski vd, 2016). Son yıllarda yaban hayatı faaliyet kalıplarını anlamak ve koruma çabalarına bilgi sağlamak için menfezler ve drenajlar gibi mevcut yapıların yaban hayatı tarafından kullanımının analiz edilmesine odaklanılmıştır (Manteca-Rodríguez vd, 2021).

Son zamanlarda yaban hayatı üzerindeki yol kazalarına odaklanan ve yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki önemli etkisini vurgulayan araştırmalarda önemli bir artış olmuştur. Çalışmalar, karayolu altyapısının ekolojik etkilerinden yaban hayatı ile araç çarpışmalarını azaltmada hafifletici önlemlerin etkinliğine kadar bu konunun çeşitli yönlerini araştırmıştır. Bennett (2017), 2011 ile 2015 yılları arasında 215 araştırma çalışmasının kapsamlı bir incelemesini gerçekleştirerek yolların ve yol ağlarının çok çeşitli türler üzerindeki etkilerini incelemiştir.

'Yol ekolojisi' terimi yaban hayatında yollarda ölen bireylerin ve yolların yaban hayatı üzerindeki ekolojik etkilerinin (örneğin, doğrusal altyapının hayvan hareketleri üzerinde oluşturduğu 'bariyer etkisi' izlenmesinin önemini vurgulamaktadır (Schwartz vd., 2020). Jotanovic (2024), yaban hayatı-araç çarpışmalarından kaynaklanan trafik kazası riskini azaltmak amacıyla kırsal yollarda yaban hayatı tespiti için sensör düğümlerinin ve ağ geçitlerinin konuşlandırılmasını araştırmıştır. Araştırmalar omurgalı ölümlerinde yol kazalarının önemli rolünü ve bunun yaban hayatını koruma çabaları üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. (Welegerima vd. 2016), Etiyopya'nın Tigray kentinde yabani omurgalıların araçla çarpışmasının otoyollar üzerindeki etkisini vurgulayarak, çarpışma ölümlerini azaltmak ve yaban hayatı popülasyonlarını korumak için koruma tedbirlerine duyulan ihtiyacı vurgulamıştır. Benzer şekilde Santos vd. (2013) karayolu riskinin, habitat uygunluğunun ve bağlantının yaban hayatı üzerinde yol ölümleri üzerindeki göreceli etkilerini inceleyerek, yolla ilgili faktörler ile türe özgü habitat kalitesi arasındaki karmaşık etkileşime dair iç görüler sağlamıştır.

Yaban hayatı geçiş yapıları ve yol çitleri gibi hafifletici önlemler, yaban hayatı ile araç çarpışmalarını azaltmak ve yolların hayvan hareketi üzerindeki bariyer etkisini en aza indirmek için son çalışmalarda araştırılmıştır. Soanes (2024), yaban hayatı geçiş yapılarının etkinliğine ilişkin küresel bir değerlendirme gerçekleştirerek yolların bariyer etkisini azaltma potansiyellerini vurgulamış, yol çitlerinin toynaklı araç çarpışmaları ve sıcak nokta modelleri üzerindeki etkisini değerlendirmiş ve etkili azaltma stratejileri için yaban hayatı davranışını ve kaza yerlerini anlamanın önemini vurgulamıştır.

Kazemi vd. (2016), İnan'daki Golestan Milli Parkı'ndaki yaban hayatı yol ölümlerinin mekânsal-zamansal kalıplarını incelemiş ve çalışma dönemi boyunca belirli türler için yol ölümlerinde önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Glvez (2021), Panama'daki bulunan bir milli parkın yakınında bulunan yollardaki yaban hayvanlarının ölüm durumlarını izleyerek, yol ağlarının dünya çapında omurgalı ölümleri üzerindeki yaygın etkisini ortaya koymuştur.

Son yıllarda YHAÇ zerine yapılan araştırmalar genellikle zamansal ve mekânsal olarak incelendiği görülmektedir (Cain vd., 2003; Clarke vd., 1998; Grilo vd. 2009; Guter vd., 2005; Lagos vd., 2012; Malo vd., 2004; Mysterud, 2004; Orłowski ve Nowak, 2004; zcan, 2018; Philcox vd., 1999; Ramp vd., 2005; Rodrıguez-Morales vd., 2013; Smith- ve Patten, 2008). YHAÇ zamansal çeşitlilik, türlerin tutumları, hareketleri, günlük ve dönemsel aktiviteleri ile ilişkilidir (Grilo vd., 2009; Saeki ve Macdonald, 2004). YHAÇ mekânsal olarak popülasyon sıklıkklığı, tür biyolojisi, habitat, peyzaj, yol ve trafik özelliklerine bağlı olduğu görülmektedir (Clevenger vd., 2003; Grilo vd., 2009; Malo vd., 2004).

YHAÇ çalışmalarında değişik modellemeler kullanılmış ve mekânsal analizlerde, yol yapısı ve özellikleri, yolun bulunduğu coğrafya, peyzaj ve habitat durumu gibi çeşitli etkenler konu olarak irdelenmiştir (Clevenger vd., 2003; Finder vd., 1999; Jaarsma vd., 2007; Malo vd., 2004; Nielsen vd., 2003; Ramp vd., 2005; Roger ve Ramp, 2009; Saeki ve Macdonald, 2004; Seiler, 2005; Snow vd., 2015).

Sonuç olarak, literatürde son yıllardaki yaban hayatı yol kazalarına ilişkin, yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki etkileri çalışılmıştır. Çalışmalar mekânsal ve zamansal olarak değerlendirilerek farklı modellemeler ile incelenmiştir. Peyzaj alanlarının yok edilmesinden habitat parçalanmasına, türlerin değişen davranışlarından gen aktarımına kadar yollar, yaban hayatını koruma çabaları açısından önemli bir yer teşkil etmektedir. Yaban hayatı açısından küresel sorun haline gelmiş olan YHAÇ sebepleri çok yönlü olarak araştırılmış, YHAÇ'nin etkilerinin en aza indirilebilmesi için çözümler getirilerek öneriler sunulmuştur.





### 3.3 Bölgede Bulunan Hedef Türler

Kastamonu – Araç otoyolunda ekolojik geçişlerin belirleneceği sıcak noktalarda ve tüm çalışma alanı boyunca otoyol ile temas halinde olabilecek hayvanlar arasında Bozayı (*Ursus arctos*), Kurt (*Canis lupus*), Karaca (*Capreolus capreolus*), Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), Yaban Domuzu (*Sus scrofa*), Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*), Kirpi (*Erinaceus concolor*), Sansar (*Martes foina*), Porsuk (*Meles meles*), Vaşak (*Lynx lynx*), Köpek (*Canis familiaris*), Kedi (*Felis catus*), Tosbağa (*Testudo graeca*) gibi türler bulunmaktadır.

#### 3.3.1 Bozayı (*Ursus arctos*)

Bozayı (*Ursus arctos*), Avrupa’da, Asya’da ve Kuzey Amerika’da yaşam alanları bulan memeliler (*mammalia*) sınıfının en büyük türlerindedir (Swenson vd., 2020). Boz ayılar, 100-300 kg arası ağırlıklarda olabilmekte ve ormanlık ve dağlık bölgelerde yaşam alanları bulabilmektedirler. Bozayı, ülkemizde ormanlıklar, yaylalar ve yüksek bölgelerde yaşam alanları bulmaktadır (Ambarlı vd., 2016). Bozayı omnivor (etçil ve otçul) olduğundan, memeli hayvanlar, mantar, bazı böcek ve bitki türleri, bitki tohumları ile beslenebilmektedir (Swenson vd., 2020). Çalışma alanı yakınlarında bulunan Küre Dağları Milli Parkı, Ilgaz Dağı Milli Parkı, Azdavay Kartdağı YHGS ve Ilgazdağı YHGS’nin varlığı Bozayı popülasyonuna olumlu yönde etki etmiştir.

#### 3.3.2 Kurt (*Canis lupus*)

Kurt (*Canis lupus*), memeliler (*mammalia*), etçiller (*carnivora*) takımına ait köpekgiller (*canidae*) familyası, *Canis* cinsine ait bireydir. Ortalama ağırlık 20 ile 80 kg arası olan kurtlar, köpekgiller (*canidae*) familyasının en iri üyesidir. Boyları 127 ile 165 cm arasında değişirken omuz yüksekliği 80 ile 85 cm arasındadır (Mech ve Janssens, 2022). Kurtlar Türkiye’nin genelinde yayılış alanı bulmakla birlikte İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesinde diğer bölgelere nazaran daha sıklıkla görülebilmektedirler (Ambarlı vd., 2016). Kurtlar genellikle 3 ile 5 bireyden oluşan sürüler halinde Türkiye’nin hemen her bölgesinde yayılış göstermektedir. Kurtların diyetlerinde memeliler (büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar, kedi, köpek, kümes hayvanları gibi evcil hayvanlar ile yaban domuzu, tavşan, fare) bulunmaktadır. Ancak

yayıllş alanlarında besinlerin azaldığı dönemlerde leş de yiyebilirler (Imbert vd., 2016). Kurtlar besin bulabilmek için köy, kasaba ve şehirlerin yakınlarna gelmelerinden dolayı insanlar ile çatışma halindedirler.

### **3.3.3 Karaca (*Capreolus capreolus*)**

Karaca (*Capreolus capreolus*), Türkiye'deki geyikgiller (*Cervidae*) familyasının en küçük türüdür. Batı Karadeniz Ormanlarında geniş bir yayılış alanına sahiptir (Evcin, 2018). Karacalar 100 - 126 cm uzunluğu, 18-35 kg ağırlığa sahiptirler. Karacalar, otçul (*herbivor*) olması nedeni ile ormanlık alanlar ile tarımsal arazilerde yiyecek bulabilmektedirler (Beşkardeş vd., 2008). Meşe, çalı, kavak gibi ağaçların taze sürgün, meyve ve tohumları ile beslenirler (WWF, 2016).

### **3.3.4 Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*)**

Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), memeliler (*mammalia*) sınıfı, Carnivora (etçiller) takımına ait köpekgiller (*canidae*) familyasının bireyidir. Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), köpekgiller (*canidae*) familyasının en geniş yayılış alanına sahip türlerdendir. Bu türün yaşam süresi 3-4 yıldır. Genelde küçük hayvanlar ve leş ile beslenmektedirler. Yiyecek bulmak için çoğunlukla geceleri hareket ederler ancak yiyecek bulamadıklarında gündüzleri de hareket ederler (Özay, 2019). Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*) insanların yaşadığı bölgelere iyi uyum sağlamakta ve genellikle yerleşim yerleri çevrelerinde yaşamaktadır.

### **3.3.5 Yaban Domuzu (*Sus scrofa*)**

Yaban Domuzu (*Sus scrofa*), memeliler (*mammalia*) sınıfı, Çift toynaklılar (*artiodactyla*) takımına ait Domuzgiller (*suidae*) familyasının bireyidir. Orta yükseklikte ve büyüklükte 55-190 cm. uzunlukta, 5-350 kg ağırlık aralığında olabilirler. Türkiye'de step alanlar ve geniş düzlükler hariç tüm bölgelerde rastlanmaktadır. Örtü ile kaplı ve sulak alanlarda sürü halinde yaşarlar. Genellikle geceleri hareket eder ve beslenirler (Kırmit, 1991).

### 3.3.6 Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*)

Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*), memeliler (*mammalia*), Lagomorpha (Tavşamsılar) takımına ait Leporidae (Tavşangiller) familyasının bireyidir. Uygun yaşam koşulları bulunduğu çok hızla çoğalan bir türdür (Oğurlu, 1997). Yaban Tavşanı Türkiye’de önemli av hayvanlarından. Meyve fidanlarına, sebzelere ve ekinlere zarar vermektedir (Demirbaş, 2013).

### 3.3.7 Kirpi (*Erinaceus concolor*)

Kirpi (*Erinaceus concolor*), memeliler (*mammalia*) sınıfı, böcekçiller (Insectivora) takımına ait Kirpigiller (Erinaceidae) familyasının bireyidir. Yaklaşık 25-30 cm uzunluğunda, üzeri dikenlerle kaplıdır. Türkiye’nin her bölgesinde görülmektedir. Çalılıklarda, ağaç diplerinde toprak içerisine açtığı kovuklarda yaşamaktadır (Demirsoy, 1998)

### 3.3.8 Sansar (*Martes foina*)

Sansar (*Martes foina*), Sansargiller (*Mustelidae*) familyasının en yaygın türleri arasında olup, güney Avrupa’dan doğu Asya’ya kadar geniş bir yayılım gösterir. 40-50 cm uzunluğu ile ince ve uzun bir yapıya sahiptir (Bakaloudis, 2012). Yiyecek bulmak için gece hareket ederler. Diyetlerinde tavuklar, meyveler, yumurtalar, sürüngenler ve kuşlar bulunmaktadır (WWF, 2016).

### 3.3.9 Porsuk (*Meles meles*)

Porsuk (*Meles meles*), sansargiller (*Mustelidae*) familyasından bireydir. Porsuk (*Meles meles*), Kuzey Avrupa ülkeleri ve Sicilya Adası hariç Avrupa, Kafkasya ve Çin’e kadar olan tüm bölgelerde yayılış göstermektedir. Türkiye’de ise 2000 m yüksekliklere kadar tüm alanlarda yayılış göstermektedir (Özen ve Uluçay, 2010). Boyu 90 cm’yi, ağırlığı 20 kg’ı bulabilen Porsuk (*Meles meles*), yüksek kesimlerde ve ormanlık alanların içerisinde ve yakınlarında bulunan köy, kasaba gibi yerleşimlerde yayılış göstermektedir (Özen ve Uluçay, 2010). Beslenmek için gece hareket eden Porsuk

(*Meles meles*), böcek larva salyangoz gibi küçük hayvanlar ile sürüngen, kuş ve leş ile beslenmektedir (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996).

### **3.3.10 Vaşak (*Lynx lynx*)**

Vaşak (*Lynx Lynx*), kedigiller (*felidae*) familyasına, *Lynx* cinsine ait bireydir. 130 cm uzunluğunda ve 18-25 kg ağırlığındadır. Ülkemizde Doğu ve Batı Karadeniz ile güney kesimlerin belli bölgelerinde yayılış gösterirler. Ormanlarda ve kovuklarda yaşarlar. Beslenme için geceleri aktiftir. Karaca, yaban tavşanı, kuşlar ve kemirgenlerle beslenirler (WWF, 2016).

### **3.3.11 Köpek (*Canis familiaris*)**

Köpek (*Canis familiaris*), köpekgiller (*canidae*) familyasına ait Bozkurt'un (*Canis lupus*) Alt türlerinden olan ve 400'den fazla ırkı olan evcil bir bireydir. Dünyada en geniş yayılış alanına sahip hayvanlarından birisidir. Ülkemizde tüm coğrafi bölgelerde yayılış gösterirler. İnsanlarla birlikte yaşarlar ve insanlara sadıktırlar. Bir günde ağırlıklarına göre ortalama iki kez beslenmeye ihtiyaç duyarlar (Coppinger, 2001).

### **3.3.12 Kedi (*Felis catus*)**

Kedi (*Felis catus*), kedigiller (*felidae*) familyasına, küçük kediler (*felis*) türüne ait evcil bir bireydir. Dünyada ve ülkemizin tüm bölgelerinde yayılış gösterirler. Yaşadıkları eve bağlıdırlar. Kediler, gündüz ve gece aktiftirler. Avladıkları hayvanlar gece harekete geçtikleri için geceleri daha aktiftirler (Germain, E., Benhamou, S., Poulle, 2008).

## **3.4 Yöntem**

Bu çalışmada, Kastamonu - Araç otoyolunda ekolojik köprü potansiyeli taşıyan bölgelerin tespiti için ArcGIS yazılımı ve kernel yoğunluğu (kernel density) analizi kullanılmıştır. İlk aşamada, çalışma alanına ait gerekli veriler toplanmıştır. Bu veriler arasında otoyol güzergahı, çevresindeki doğal yaşam alanları, ölü hayvan bulguları, hayvanların ayak izi ve dışkılarını içeren noktalar, hayvan geçiş noktaları, topografik

haritalar yer almaktadır. Veriler, Türkiye Cumhuriyeti Karayolları Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü veri tabanlarından ve arazi verilerinden temin edilmiştir. 2023 – 2024 Yılları arasında Kastamonu Kuzeykent Çevre Yolundan başlayan Araç İlçesi girişine kadar olan karayolu yabancı türlere ait bulunabilen tüm ölü hayvan koordinatları GPS kullanılarak kaydedilmiştir.

Toplanan veriler, ArcGIS ortamına aktarılarak coğrafi bilgi sistemi (CBS) formatında düzenlenmiştir. Ekolojik köprü potansiyeli taşıyan bölgelerin belirlenmesi için ArcGIS yazılımında bulunan kernel yoğunluğu analizi kullanılmıştır. Kernel yoğunluğu analizi, belirli bir alan içinde veri noktalarının yoğunluğunu hesaplayarak, hayvan geçişlerinin yoğun olduğu bölgeleri tespit etmek için etkili bir yöntemdir (Silverman, 1986).

Nüve Yoğunluk Kestirimi (NYK) yöntemi, orman yangınları, sismik risk analizi ve trafik kazalarının değerlendirilmesi gibi çeşitli disiplinlerde kullanılan parametrik olmayan bir yöntemdir. Bu yöntem, bilinmeyen bir yoğunluk fonksiyonunu tahmin ederek bir yüzey oluşturur. İki boyutlu noktasal verilerde, her gözlem noktası üzerine bir olasılık yoğunluk fonksiyonu yerleştirilir ve coğrafi ızgaranın kesişim noktalarındaki yoğunluklar hesaplanır (Silverman, 1986; Seaman ve Powell, 1996; Özcan, 2018), (Şekil 3.1).

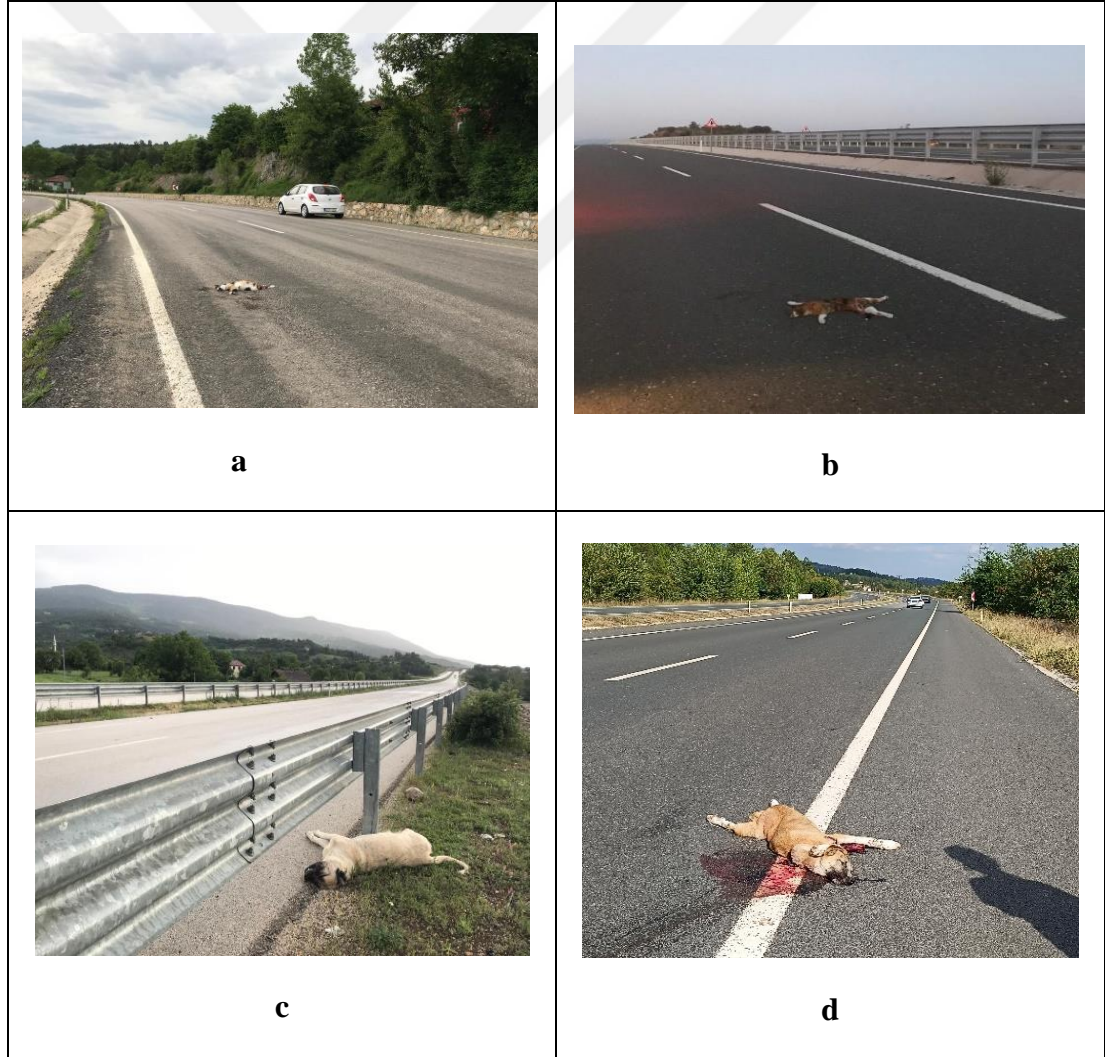
$$f(x) = \left[ \frac{1}{nh^2} \right] \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - X_i}{h}\right)$$

Şekil 3.1. Nüve Yoğunluk Kestirimi formülü (Özcan, 2018)

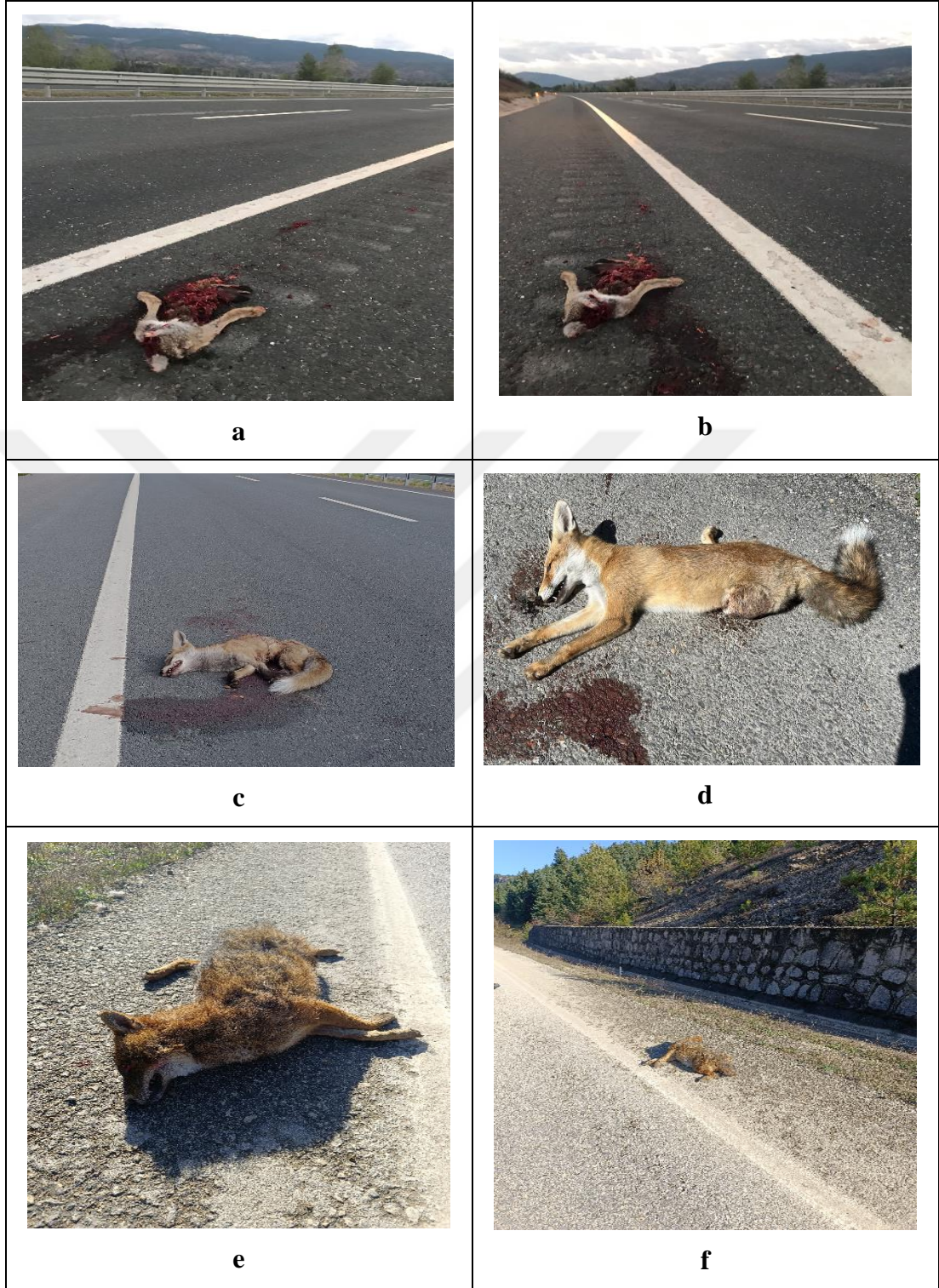
Elde edilen verilere ait grafikler Excel programı kullanılarak oluşturulmuş, yabancı hayatı – araç çarpışmalarına ait sıcak noktalar ArcGIS programı kullanılarak haritalandırılmıştır.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, Kastamonu - Araç otoyolunda ekolojik köprü potansiyeli taşıyan bölgelerin tespiti için oluşturulan harita üzerinde yaban hayatı kaza yerleri belirlenmiş ve analiz edilmiştir. Kastamonu - Araç otoyolu boyunca meydana gelen yaban hayatı kazaları verileri sonuçlarında kazaların, genellikle otoyolun belirli bölgelerinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Yapılan saha çalışmalarında, yaban hayatı kazalarının en sık görüldüğü noktalar kaydedilerek harita üzerinde işaretlenmiştir. Bu kazaların büyük bir kısmı, otoyolun doğal yaşam alanlarını kestiği bölgelerde ve su kaynaklarına yakın alanlarda gerçekleştiği görülmüştür (Fotoğraf 4.1).



Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-I a) Kedi (Felis catus), b) Kedi (Felis catus), c) Köpek (Canis familiaris), d) Köpek (Canis familiaris) (Fotoğraf: Ümit KOÇ)

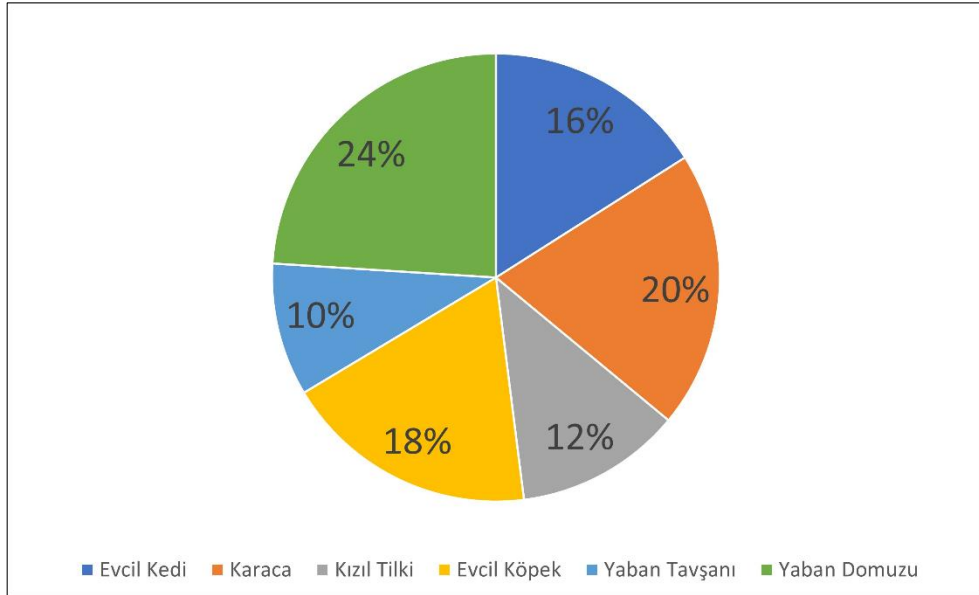


Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-II a) Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*), b) Yaban Tavşanı (*Lepus europaeus*), c) Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), d) Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), e) Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), f) Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), (Fotoğraf: Ümit KOÇ)



Fotoğraf 4.1. Kastamonu – Araç otoyolunda ölen hayvan türlerinin fotoğrafları-IIIa) Yaban Domuzu (*Sus scrofa*), b) Yaban Domuzu (*Sus scrofa*), (Fotoğraf: Ümit KOÇ)

Elde edilen verilere göre ölen tür sayılarını sırayla oranlayacak olursak, %24 ile Yaban Domuzu (*Sus scrofa*), %20 Karaca (*Capreolus capreolus*), %18 Evcil Köpek (*Canis familiaris*), %16 Evcil Kedi (*Felis catus*), %12 Kızıl Tilki (*Vulpes vulpes*), %10 Yaban Tavşanı (*Erinaceus concolor*) olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1).



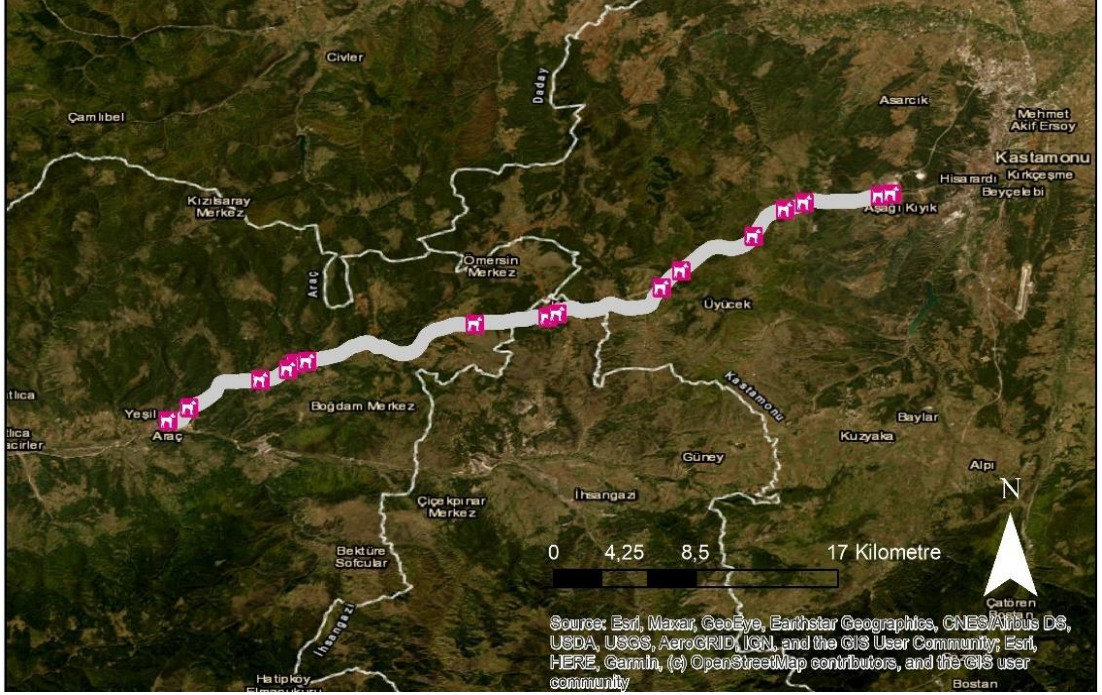
Şekil 4.1. Çalışma alanında ölen hayvan türlerinin yüzdesel oranlarını içeren grafik

Yaban hayatı kaza yerlerinin belirlenmesinin ardından, bu noktaların yoğunluk dağılımını analiz etmek için kernel yoğunluğu (kernel density) analizi uygulanmıştır.





Harita 4.2. Karaca – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita



Harita 4.3. Köpek – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita

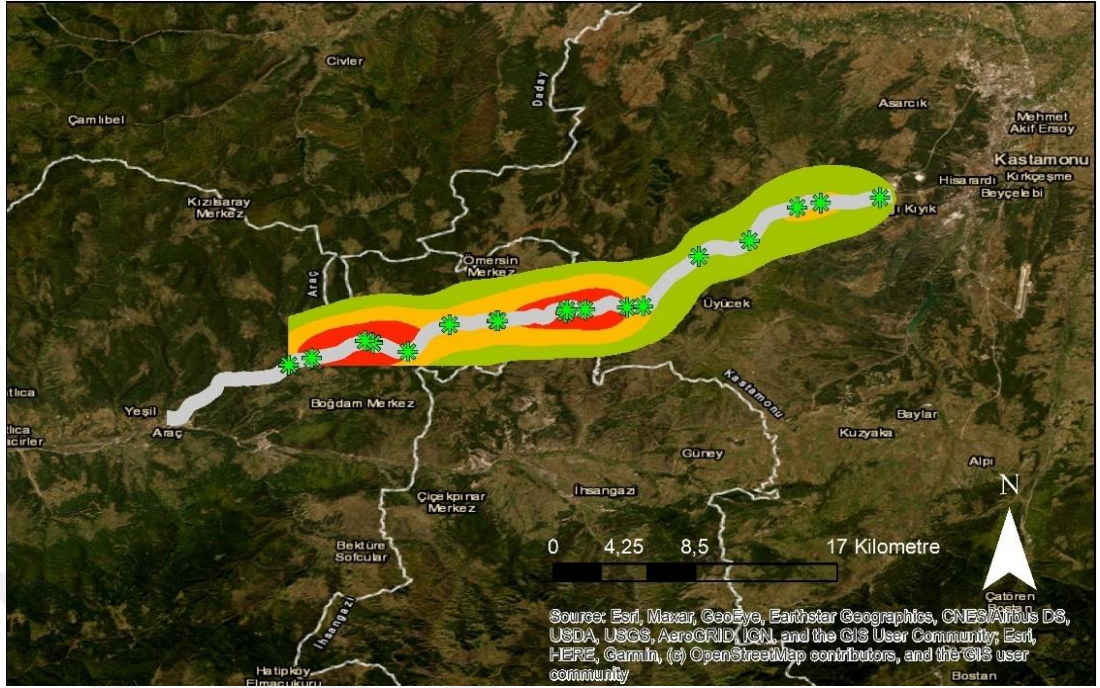


Harita 4.4. Kedi – Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita

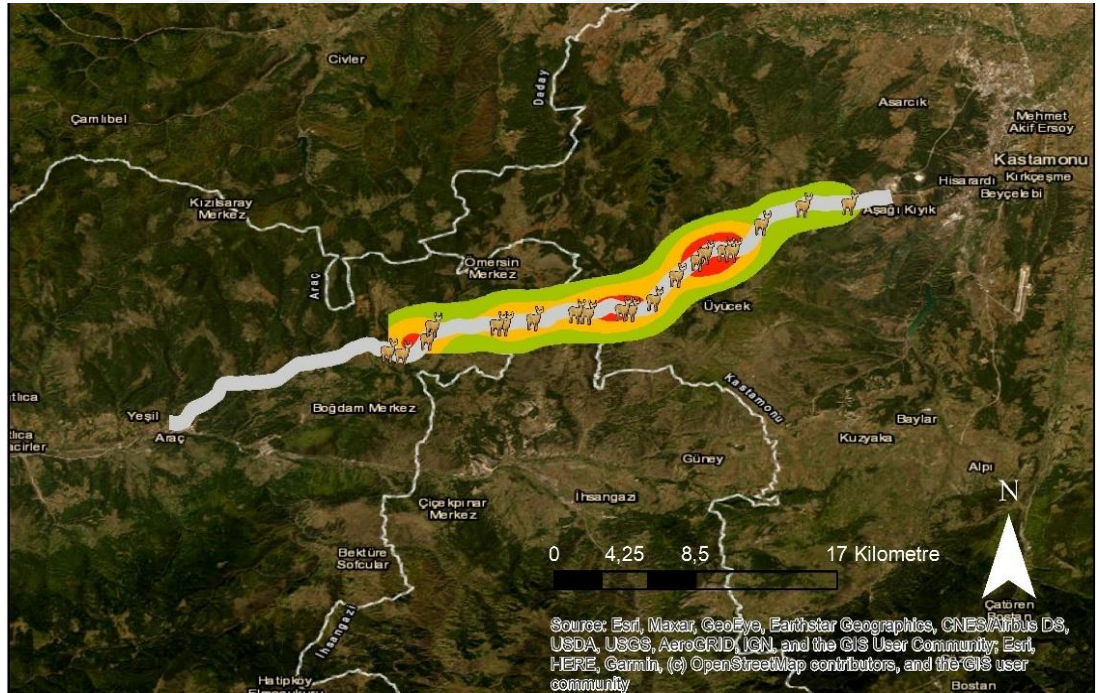


Harita 4.5. Kızıl Tilki– Araç çarpışmalarının noktalarını gösteren harita

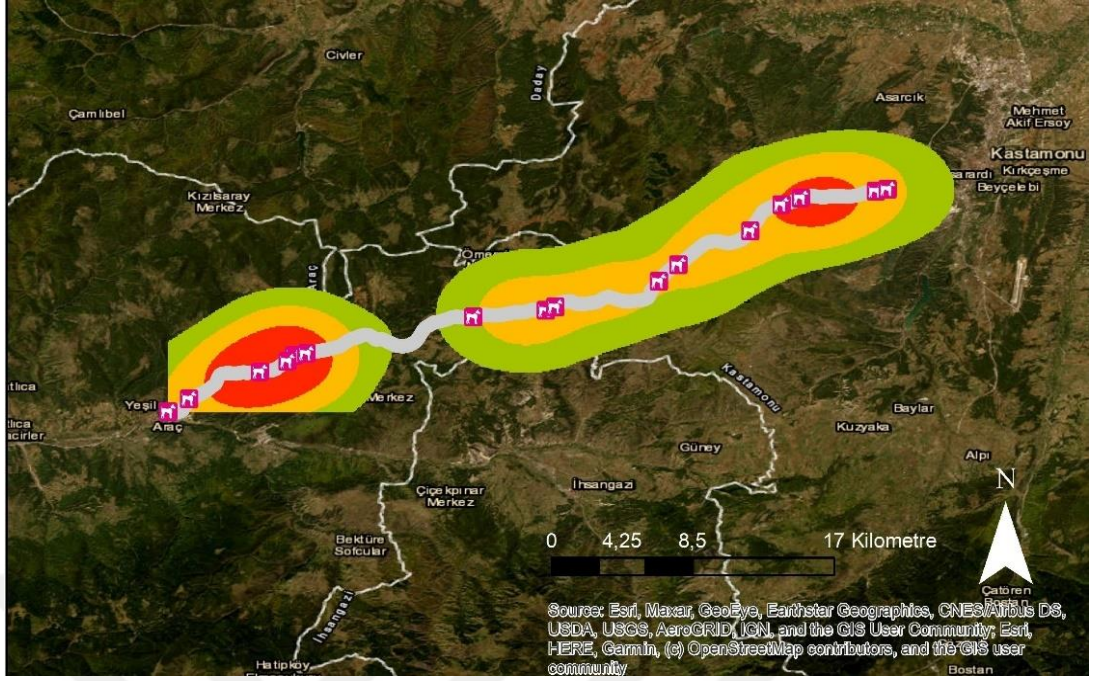




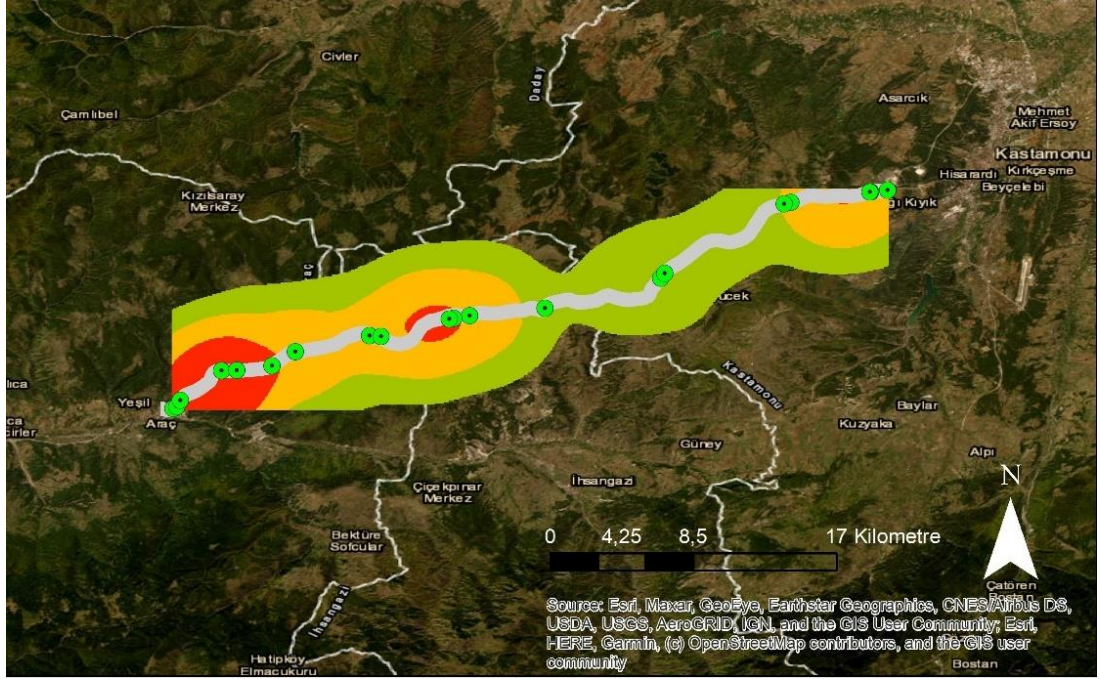
Harita 4.7. Domuz – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



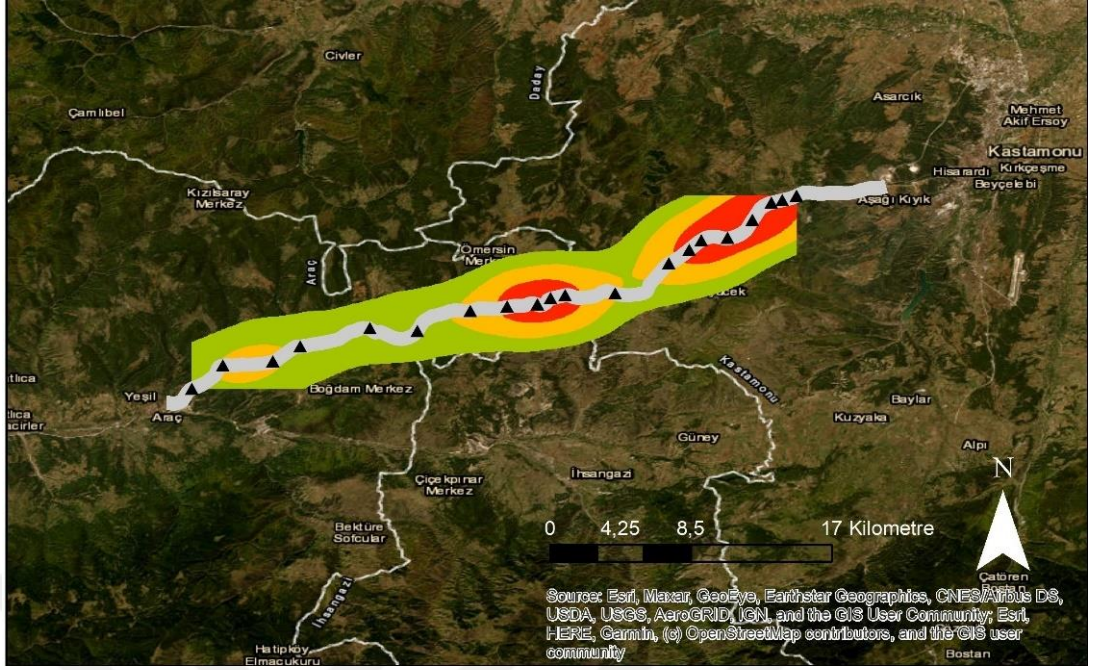
Harita 4.8. Karaca – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



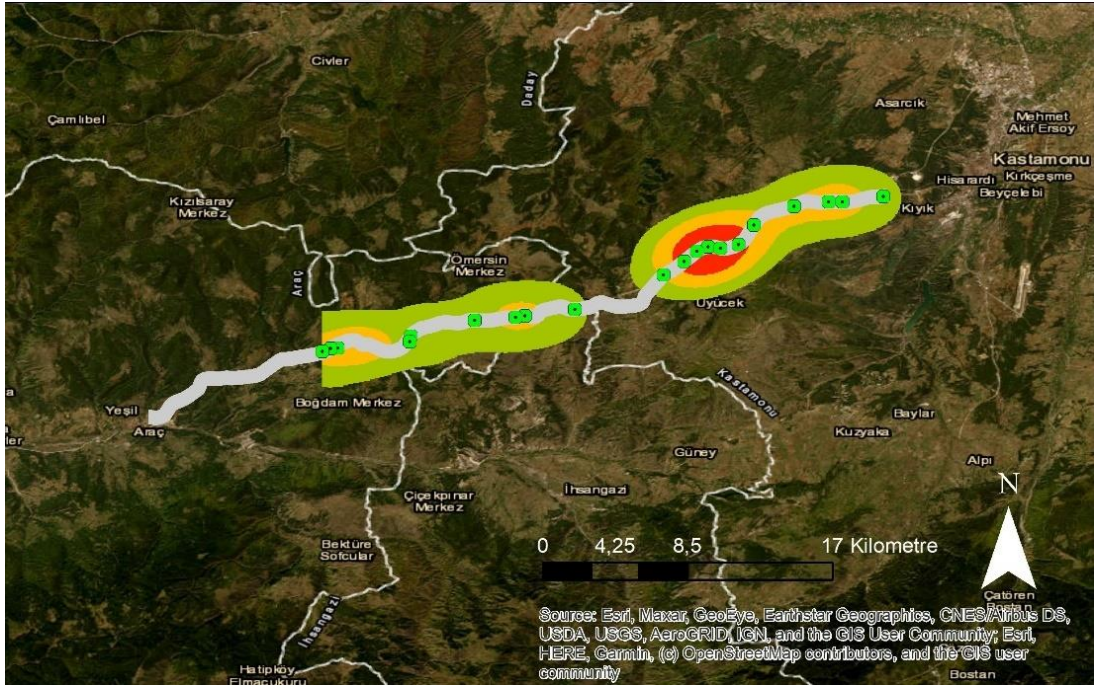
Harita 4.9. Köpek – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



Harita 4.10. Kedi – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



Harita 4.11. Kızıl Tilki – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



Harita 4.12. Tavşan – Araç çarpışmalarının sıcak noktalarını gösteren harita



Kastamonu - Araç otoyolundaki yaban hayatı kazalarının belirli bölgelerde yoğunlaşması, hem ekolojik denge hem de insan güvenliği açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bu yoğunlaşmalar, yol bariyer sistemlerinin altından geçebilecek büyüklükteki yaban hayvanları ve evcil türlerde (kedi, kızıl tilki, köpek vb.) yol güzergâhında bulunan köyler ile dinlenme tesisleri, doğal yaşam alanlarının kesilmesi ve su kaynaklarına yakınlık gibi faktörlerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Otoyol, habitatların parçalanmasına neden olarak, özellikle karaca, domuz ve diğer yerel türlerin yaşam alanlarını tehdit etmekte; bu durum, hayvanların otoyol üzerinden geçiş yapma davranışlarını etkileyerek kazaların artmasına yol açmaktadır.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaban hayatının karıştığı yol kazaları hem insan güvenliğini hem de yaban hayatını koruma çabalarını etkileyen önemli bir küresel sorundur. Yollar ve yaban hayatı arasındaki etkileşim, biyoloji, ekoloji, coğrafya ve ulaşım planlamasını içeren multidisipliner bir yaklaşımı gerektiren karmaşık bir sorun teşkil etmektedir. Hayvan-araç çarpışmaları yol planlamacıları ve biyologlar için trafik güvenliği, türlerin korunması ve hayvan refahı arasındaki kesişmeyi vurgulayan ciddi bir sorundur (Seiler, 2005). Geyik gibi yabani hayvanların yol ağlarıyla ilişkili davranışları, yol inşaatından etkilenmekte; bu da habitatın parçalanmasına, insan-yaban hayatı etkileşimlerinin artmasına ve daha yüksek yol kazası riskine yol açabilmektedir (Laurian vd., 2008). Yolların yaban hayatı üzerindeki etkisini ve yaban hayatı ile araç çarpışmalarına etki eden faktörleri anlamak, etkili azaltma stratejileri geliştirmek için çok önemlidir.

Çalışmamızdaki bulgular, Kastamonu - Araç otoyolunda yaban hayatı kaza yoğunluklarının belirli bölgelerde yüksek olduğunu ve bu bölgelerin ekolojik köprü potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Özellikle, otoyolun ormanlık alanlar ve su kaynakları ile kesiştiği noktalar, yaban hayatı kazalarının yoğunlaştığı alanlar olarak dikkat çekmektedir. Bu alanlara yapılacak ekolojik köprüler, yaban hayatı kazalarının azalmasına ve hayvanların doğal yaşam alanlarının korunmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Valero vd. (2015)'nin yaptığı çalışmada yaban hayatı-araç çarpışması (YHAÇ) noktalarının mekânsal dağılımını incelemek için en yakın komşu analizi kullanılmış ve rutin en yakın komşu hiyerarşik kümesi kullanılarak sıcak nokta analizi yoluyla kazaların sıcak noktaları belirlenmiştir. Ayrıca aynı çalışmada yaban hayatı-araç çarpışmalarıyla ilişkili yol ve trafik faktörlerinin dahil edilmesi, yol türü, hız sınırları, trafik hacmi ve habitat özellikleri gibi değişkenlerinin dikkate alınması gerektiğini ifade etmiştir. Bu yöntem, yaban hayatı-araç çarpışmaları için yüksek riskli alanları belirlemek ve azaltma çabalarına öncelik vermek için sistematik bir yaklaşım geliştirmek için bir temel oluşturma çalışmalarından bir tanesidir. Karayolu yaban

hayatı çarpışmaları için sıcak noktalar oluşturmak, mekânsal analiz tekniklerini, yaban hayatı-araç çarpışma verilerini ve yol ve trafik faktörlerini entegre eden çok disiplinli bir yaklaşım gerektirmektedir. Yüksek riskli alanların sistematik olarak belirlenmesi ve yaban hayatı-araç çarpışmalarının altında yatan nedenlerin anlaşılmasıyla, yaban hayatı popülasyonlarını korumak ve yol güvenliğini artırmak için etkili hafifletme önlemleri uygulanabilir.

Karayolu yaban hayatı çarpışmaları için sıcak noktalar oluşturmanın ilk adımı, her bir olayda yer, zaman ve ilgili türler de dahil olmak üzere yaban hayatı-araç çarpışmaları hakkında kapsamlı verilerin derlenmesini içerir. Bu veriler yol ölümleri araştırmaları, vatandaş bilimi girişimleri ve yaban hayatı izleme programları aracılığıyla toplanabilir. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımı kullanılarak, toplanan veriler yol ağları boyunca yaban hayatı-araç çarpışmalarının kümelerini belirlemek için mekânsal olarak analiz edilebilir.

Araştırmalar, yoldan elde edilen hayvan ölümlerine ait veriler memeli yaşam alanlarını yaban hayatı-araç çarpışmalarının sıklığına göre tanımlamak ve sıralamak için kullanılabileceğini göstermiştir. Bu da çarpışmanın sıcak noktalarını değerlendirirken sürücülere yönelik riskin yanı sıra yaban hayatı için habitat çekiciliğinin de dikkate alınması gerektiğini vurgulanmıştır (Kučas ve Balčiauskas, 2021) . Yaban hayatı-araç çarpışmalarını azaltmak için çarpma bariyerleri ve çitler gibi koruyucu önlemler uygulanmış olup, bu kazaların yol açtığı yaban hayatındaki ciddi ölüm oranının altı çizilmektedir (Pagany ve Dorner, 2019). Yoğun yol ağlarına sahip bölgelerde yaban hayatı-araç çarpışmalarının mekansal ve zamansal modelleri, yaban hayatının karıştığı araba kazalarına ilişkin artan endişeyi ve yüksek riskli bölgelerde hedefe yönelik hafifletme önlemlerinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Morelle vd., 2013).

Karayolu ağlarının genişlediği bölgelerde, karayolu kazalarının yaban hayatı omurgalıları üzerindeki etkisini değerlendirmeye ve çarpışma ölümlerini azaltacak önlemleri uygulamaya yönelik artan bir ihtiyaç vardır (Welegerima vd., 2016). Yaban hayatı habitatlarındaki turist faaliyetlerindeki artış, yaban hayatının da dahil olduğu karayolu trafik kazalarındaki artışla da ilişkilendirilmekte ve bu da yerel fauna üzerindeki etkiyi dikkate alan sürdürülebilir turizm uygulamalarına duyulan ihtiyaca

işaret etmektedir (Kline vd., 2022). Porsukların ve diğer yaban hayatı türlerinin kazalar nedeniyle yollarda ölmesi, bu önlenebilir ölümleri azaltmak için izleme ve koruma çabalarına duyulan ihtiyacın altını çizmektedir (Milne vd., 2020).

Düşük ışık koşulları ve kötü yol yüzeyleri gibi faktörlerin yaban hayatı-araç çarpışmalarına başlıca sebep olduğu etkenler olarak tespit edilmiştir; bu da sürücü davranışının ele alınmasının ve yol koşullarının iyileştirilmesinin kaza oranlarını azaltmak için gerekli olduğunu göstermektedir (Jägerbrand ve Gren, 2018). Araç çarpışmaları nedeniyle yollarda yaban hayatı ölümleri çeşitli bölgelerde incelenmiş olup, yerel yaban hayatı popülasyonları üzerindeki etkinin değerlendirilmesinin, kazaların sıcak noktalarının belirlenmesinin ve hayvan ölümlerine katkıda bulunan altta yatan faktörlerin anlaşılmasının önemi vurgulanmaktadır (Kichloo vd., 2022). Yolların bariyer etkisi ve çarpışmalardan kaynaklanan yaban hayatının doğrudan ölümü, yaban hayatı popülasyonlarına yönelik önemli tehditler olarak kabul edilmekte ve bu etkileri hafifletmek için kapsamlı stratejiler gerektirmektedir (Abra vd., 2019).

Kastamonu nüfusunun büyük bir kısmının büyükşehirlerde yaşaması nedeni ile kış döneminde nüfusun büyük kentlere göçü trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Ayrıca Kastamonu - Araç otoyolunun Ilgaz Dağı ile Küre Dağları arasında yer alması özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde Kastamonu –Araç otoyolunun trafik hacmini düşürmektedir. Belirtilen nüfus hareketliliği ve mevsimsel etkiler sonucunda, YHAÇ Kasım-Nisan ayları arasında en az seviyelere inmektedir. Nisan ayı itibarı ile artan trafik hacmi, yaban hayvanları üreme dönemi olması nedeni ile YHAÇ risklerini artırabileceği gibi yaban hayvanlarının popülasyonları üzerinde ve gen aktarımında olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Kastamonu-Araç otoyolunda belirlenen geçiş koridorlarına ekolojik köprüler, alt geçitler veya hayvanların geçebileceği menfezler yapılmalıdır. Tasarlanacak ekolojik köprüler, alt geçitler ve menfezlerin fayda-maliyet ve risk analizleri ile fizibilite çalışmaları iyi planlanmalıdır. Planlamalar yapılırken çalışma alanının topoğrafyası, coğrafik konumu, iklimi, bitki örtüsü, trafik hacmi gibi etkenler değerlendirilmelidir.

Çalışma alanı çok yüksek trafik hacmine sahip olmadığından dolayı ekolojik köprülerden ziyade alt geçitler veya büyük memeli türlerin geçebileceği ebatlarda menfezlerin yapılması önerilebilir. Yol güzergâhında yaklaşık 17 adet menfez bulunmakla beraber bu menfezler karayolu etrafında biriken suların drenajı için kullanılmaktadır. Yapılması planlanan bu yapıların yer seçiminde hayvan geçiş noktalarının yanı sıra, su kaynaklarına yakınlık, beşeri faaliyetler ve doğa olaylarının etkisi gibi faktörler de değerlendirilmelidir.

Kastamonu-Araç otoyolu üzerindeki köylerde ve dinlenme tesislerinde daha kolay yiyecek bulan küçük yaban hayvanları (kızıl tilki, sansar vb.) ve evcil türlerin (kedi, köpek) YHAÇ'nın azaltılması için otoyola koruma çitleri ve yol bariyer sistemleri gibi önlemler alınabilir. Ayrıca bu bölgelere YHAÇ'nın en sık olduğu 19.00 ile 06.30 saatleri arasında ışıklandırma, ışıklı ikaz sistemi ve hız azaltıcı sistemler yapılması önerilebilir.

YHAÇ'nın önlenmesi amacı ile Karayolları 15. Bölge Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ve Doğa Koruma Milli Parklar (DKMP) Kastamonu İl Şube Müdürlüğü gibi kurumlarla iletişime geçilebilir, sıcak noktalara trafik levhası çalışmaları ve yol temizliği gibi faaliyetlerin planlanması önerilebilir. Kazaların yoğunlaştığı dinlenme tesislerinde yaban hayatı ve YHAÇ hakkında eğitim programları, bilgilendirme afişleri, uyarı broşürü dağıtımı gibi çalışmaların yapılması da göz ardı edilmemesi gereken önemli konular arasındadır.

## KAYNAKLAR

- Abra, F., Granziera, B., Huijser, M., Ferraz, K., Haddad, C., & Paolino, R. (2019). Pay or prevent? human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in são paulo state, brazil. *Plos One*, 14(4), e0215152. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215152>
- Ambarli, 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. *Turkish Journal of Zoology*, 40(6), 944-956.
- Andersen, D. and Jang, Y. (2021). Biodiversity and transportation infrastructure in the republic of korea: a review on impacts and mitigation in developing the country. *Diversity*, 13(11), 519. <https://doi.org/10.3390/d13110519>
- Arpacık, A., Sari, A., Gündoğdu, E., & Başkaya, Ş. (2016). Effects Of Roads On Wildlife In Azdavay/Kartdağ Wildlife Reserve Area. *Forest Engineering and Technologies FETEC 2016*, 155.
- Arpacık, A., (2022). Yolların Yaban Hayatı Üzerine Etkileri; Yaban Hayvanı Araç Çarpışmaları. *Ziraat & Orman, Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler* (pp.233-253), Ankara: Gece Kitaplığı.
- Arslangundogdu, (2023) Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, Biyoçeşitlilik ve Ekosistemler, Türkiye’de Yaban Hayatı ve Biyoçeşitlilikteki Rolü, 235-273
- Azam, S., Mahmood, Y., Sial, N., Mustafa, G., Ali, A., & Kausar, S. (2023). Loss of biodiversity due to road accident in district bahawalpur, punjab, pakistan. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 54(3), 369-378. <https://doi.org/10.21608/ejvs.2023.182163.1418>
- Bakaloudis, D. E., Vlachos, C. G., Papakosta, M. A., Bontzorlos, V. A., & Chatzinikos, E. N. (2012). Diet composition and feeding strategies of the stone marten (*Martes foina*) in a typical Mediterranean ecosystem. *The Scientific World Journal*, 2012(1), 163920.
- Bissonette, J. A., & Adair, W. (2008). Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biological conservation*, 141(2), 482-488.
- Beier, P., & Loe, S. (1992). In my experience: A checklist for evaluating impacts to wildlife movement corridors. *Wildlife Society Bulletin*, 20(4), 434-440.
- Ben-Ami, D. and Ramp, D. (2013). Impact of roadside habitat on swamp wallaby movement and fitness. *Wildlife Research*, 40(6), 512. <https://doi.org/10.1071/wr13034>

- Bennett, V. (2017). Effects of road density and pattern on the conservation of species and biodiversity. *Current Landscape Ecology Reports*, 2(1), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40823-017-0020-6>
- Beşkardeş, V., Keten, A., & Arslangündoğdu, Z. (2008). Karacaların (*Capreolus capreolus* L, 1758) Türkiye'nin yaban hayatı açısından önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 58(2), 15-22.
- Bonds, B., Gamo, S., & Hart, T. (2020). Improving Safety for Travelers and Wildlife. *Public Roads*, 84(3).
- Brehme, C., Hathaway, S., & Fisher, R. (2018). An objective road risk assessment method for multiple species: ranking 166 reptiles and amphibians in california. *Landscape Ecology*, 33(6), 911-935. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0640-1>
- Bülbül, U., Eroğlu, A. İ., Kutrup, B., Kurnaz, M., Koç, H., & Odabaş, Y. (2019). Road kills of amphibian and reptile species in Edirne and Kırklareli Provinces of Turkey. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 109-121.
- Cain, A. T., Tuovila, V. R., Hewitt, D. G., & Tewes, M. E. (2003). Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. *Biological Conservation*, 114(2), 189-197.
- Case, R. M. (1978). Interstate highway road-killed animals: a data source for biologists. *Wildlife Society Bulletin*, 8-13.
- Chen, H. and Koprowski, J. (2016). Differential effects of roads and traffic on space use and movements of native forest-dependent and introduced edge-tolerant species. *Plos One*, 11(1), e0148121. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148121>
- Clarke, G. P., White, P. C., & Harris, S. (1998). Effects of roads on badger *Meles meles* populations in south-west England. *Biological conservation*, 86(2), 117-124.
- Clevenger, A. P., Chruszcz, B., & Gunson, K. E. (2003). Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological conservation*, 109(1), 15-26.
- Coppinger, R., & Coppinger, L. (2001). *Dogs: A startling new understanding of canine origin, behavior & evolution*. Simon and Schuster.
- Çanakçıoğlu, H., & Mol, T. (1996). Yaban Hayvanları Bilgisi, yayın no: 3948, OF yayın no: 440. *Istanbul*, 550s.
- Demirbaş, Y., & Albayrak, İ. (2013). Türkiye Yaban Tavşanının Bugünkü Durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 192-194.
- Demirsoy, A. (1998). *Yaşamın temel kuralları: omurgalılar*. Meteksan. Cilt:III / Kısım:II

- Espinosa, S., Branch, L., & Cueva, R. (2014). Road development and the geography of hunting by an amazonian indigenous group: consequences for wildlife conservation. *Plos One*, 9(12), e114916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114916>
- Evcin, Ö. (2013). Karaca'nın (*Capreolus capreolus*) Kastamonu İlindeki Yayılışı ve Yaşam Alanlarının Belirlenmesi. *Kastamonu University Institute of Science*.
- Evcin, Ö. (2018). Kastamonu ve Sinop'ta karacanın (*Capreolus capreolus*) popülasyon ekolojisi. *Population ecology of roe deer*.
- Finder, R. A., Roseberry, J. L., & Woolf, A. (1999). Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*, 44(2-3), 77-85.
- Forman, R. T. (2000). Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation biology*, 14(1), 31-35.
- Germain, E., Benhamou, S., & Poulle, M. L. (2008). Spatio-temporal sharing between the European wildcat, the domestic cat and their hybrids. *Journal of Zoology*, 276(2), 195-203.
- Göransson, G., Karlsson, J., & Lindgren, A. (1978). *Influence Of Roads On The Surrounding Nature. 2. Fauna* (No. SNV PM 1069 Monograph).
- Grilo, C., Bissonette, J. A., & Santos-Reis, M. (2009). Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore road casualties: consequences for mitigation. *Biological conservation*, 142(2), 301-313.
- Guter, A., Dolev, A., Saltz, D., & Kronfeld-Schor, N. (2005). Temporal and spatial influences on road mortality in otters: conservation implications. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 51(3), 199-207.
- Harris, L. D., & Scheck, J. (1991). From implications to applications: the dispersal corridor principle applied to the conservation of biological diversity. *Nature conservation*, 2, 189-220.
- He, K., Dai, Q., Gu, X., Zhang, Z., Zhou, J., Qi, D. & Zhang, Y. (2019). Effects of roads on giant panda distribution: a mountain range scale evaluation. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-37447-0>
- Hels, T., & Buchwald, E. (2001). The effect of road kills on amphibian populations. *Biological conservation*, 99(3), 331-340.
- Huijser, M. P., & McGowen, P. T. (2010). Reducing wildlife-vehicle collisions. *Safe passages—highways, wildlife and habitat connectivity*. Island Press, Washington, DC, 51-74.
- Imbert, C., Caniglia, R., Fabbri, E., Milanesi, P., Randi, E., Serafini, M. & Meriggi, A. (2016). Why do wolves eat livestock?: Factors influencing wolf diet in northern Italy. *Biological Conservation*, 195, 156-168.

- Iuell, B. (2003). Wildlife and Traffic-a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. In The XXIIInd PIARC World Road CongressWorld Road Association-PIARC.
- Jaarsma, C. F., van Langevelde, F., Baveco, J. M., Van Eupen, M., & Arisz, J. (2007). Model for rural transportation planning considering simulating mobility and traffic kills in the badger *Meles meles*. *Ecological Informatics*, 2(2), 73-82.
- Jägerbrand, A. and Gren, I. (2018). Consequences of increases in wild boar-vehicle accidents 2003–2016 in sweden on personal injuries and costs. *Safety*, 4(4), 53. <https://doi.org/10.3390/safety4040053>
- Jeganathan, P., Mudappa, D., Kumar, M., & Raman, T. (2018). Seasonal variation in wildlife roadkills in plantations and tropical rainforest in the anamalai hills, western ghats, india. *Current Science*, 114(03), 619. <https://doi.org/10.18520/cs/v114/i03/619-626>
- Jotanovic, G. (2024). Modeling a lorawan network for vehicle wildlife collision avoidance system on rural roads.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4188250/v1>
- Kazemi, V., Jafari, H., & Yavari, A. (2016). Spatio-temporal patterns of wildlife road mortality in golestan national park-north east of iran. *Open Journal of Ecology*, 06(06), 312-324. <https://doi.org/10.4236/oje.2016.66031>
- Keleş, G. A. (2022). Artvin yöresindeki ayı (*Ursus arctos*), kurt (*Canis lupus*) ve yaban domuzu (*Sus scrofa*)'nun besin tercihleri.
- KGM, (2023). Trafik ve Ulaşım Bilgileri, Otoyollar ve Devlet Yollarının Trafik Dilimlerine Göre Yıllık Ortalama Trafik Değerleri ve Ulaşım Bilgileri
- Kırmit, G. (1991). Av hayvanlarının tanıtımı. *Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Dergisi TOK*, 66, 7-8.
- Kichloo, M., Sohil, A., & Sharma, N. (2022). Wildlife at the crossroads: wild animal road kills due to vehicular collision on a mountainous highway in northwestern himalayan region. *Journal of Threatened Taxa*, 14(1), 20517-20522. <https://doi.org/10.11609/jott.7713.14.1.20517-20522>
- Kline, C., Hoarau-Heemstra, H., & Cavaliere, C. (2022). Wildlife equity theory for multispecies tourism justice. *Journal of Travel Research*, 62(6), 1167-1180. <https://doi.org/10.1177/00472875221129254>
- Kučas, A. and Balčiauskas, L. (2021). Impact of road fencing on ungulate–vehicle collisions and hotspot patterns. *Land*, 10(4), 338. <https://doi.org/10.3390/land10040338>
- Kučas, A. and Balčiauskas, L. (2021). Roadkill-data-based identification and ranking of mammal habitats. *Land*, 10(5), 477. <https://doi.org/10.3390/land10050477>

- Lagos, L., Picos, J., & Valero, E. (2012). Temporal pattern of wild ungulate-related traffic accidents in northwest Spain. *European Journal of Wildlife Research*, 58, 661-668.
- Laurian, C., Dussault, C., Ouellet, J., Courtois, R., Poulin, M., & Breton, L. (2008). Behavior of moose relative to a road network. *Journal of Wildlife Management*, 72(7), 1550. <https://doi.org/10.2193/2008-063>
- Litvaitis, J. A., & Tash, J. P. (2008). An approach toward understanding wildlife-vehicle collisions. *Environmental management*, 42, 688-697.
- Lu, S., Yue, Y., Wang, Y., Zhang, D., Yang, B., Yu, Z. & Dai, Q. (2022). The factors influencing wildlife to use of existing bridges and culverts in giant panda national park.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2082971/v1>
- Magioli, M., Bovo, A., Huijser, M., Abra, F., Miotto, R., Andrade, V. & Ferraz, K. (2019). Short and narrow roads cause substantial impacts on wildlife. *Oecologia Australis*, 23(01), 99-111. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2301.09>
- Malherbe, M., McIntyre, T., Hattingh, T., Leresche, P., & Hausmann, N. (2021). Mammal road-type associations in kruger national park, south africa: common mammals do not avoid tar roads more than dirt roads. *Ecology and Evolution*, 11(22), 15622-15629. <https://doi.org/10.1002/ece3.8190>
- Malo, J. E., Suárez, F., & Díez, A. (2004). Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models?. *Journal of applied ecology*, 41(4), 701-710.
- Manteca-Rodríguez, M., Félix-Burrueal, R., Aguilar-Morales, C., Bravo, J., Traphagen, M., & Larios, E. (2021). Wildlife use of drainage structures under 2 sections of federal highway 2 in the sky island region of northeastern sonora, mexico. *Air Soil and Water Research*, 14, 117862212098872. <https://doi.org/10.1177/1178622120988721>
- Mech, L. D., & Janssens, L. A. (2022). An assessment of current wolf *Canis lupus* domestication hypotheses based on wolf ecology and behaviour. *Mammal Review*, 52(2), 304-314.
- Milne, G., Allen, A., Graham, J., Kirke, R., McCormick, C., Presho, E., ... & Byrne, A. (2020). *Mycobacterium bovis* population structure in cattle and local badgers: co-localisation and variation by farm type. *Pathogens*, 9(7), 592. <https://doi.org/10.3390/pathogens9070592>
- Morelle, K., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2013). Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation*, 5, 53-73. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.5.4634>
- Mulero-Pázmány, M., Rollán, L., D'Amico, M., & González-Suárez, M. (2022). Road orientation affects the impact of roads on wildlife. *Wildlife Research*, 50(1), 39-46. <https://doi.org/10.1071/wr21149>

- Mysterud, A. (2004). Temporal variation in the number of car-killed red deer *Cervus elaphus* in Norway. *Wildlife Biology*, 10(3), 203-211.
- Nielsen, C. K., Anderson, R. G., & Grund, M. D. (2003). Landscape influences on deer-vehicle accident areas in an urban environment. *The Journal of wildlife management*, 46-51.
- Northrup, J., Pitt, J., Muhly, T., Stenhouse, G., Musiani, M., & Boyce, M. (2012). Vehicle traffic shapes grizzly bear behaviour on a multiple-use landscape. *Journal of Applied Ecology*, 49(5), 1159-1167. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02180.x>
- Oğurlu, İ. (1997). Ormanlık bir alanda yabani tavşan (*Lepus europaeus* (Pallas)) in habitat seçimi ve gıda biyolojisi üzerine bir çalışma. *Turkish Journal of Zoology*, 21, 381-398.
- Olson, D. D., Bissonette, J. A., Cramer, P. C., Green, A. D., Davis, S. T., Jackson, P. J., & Coster, D. C. (2014). Monitoring wildlife-vehicle collisions in the information age: how smartphones can improve data collection. *PLoS one*, 9(6), e98613.
- Orłowski, G., & Nowak, L. (2004). Road mortality of hedgehogs *Erinaceus* spp. in farmland in Lower Silesia (south-western Poland). *Polish journal of ecology*, 52(3), 377-382.
- Ölmez, B., & Demirbaş, Y. (2024). Türkiye'deki Gri Kurt, *Canis lupus*' un Dağılımı ve Genetik Yapısı. *International Journal of Engineering Research and Development*, 16(2), 585-589.
- Özcan, A. U. (2018). Step bölgede mammalia sınıfı yaban hayvanları ile araç çarpışmalarının modellenmesi: Kırıkkale-Çankırı karayolu örneği.
- Özay, E. (2019). Eskişehir ilinde foto kapan yöntemi ile büyük memeli hayvanların tespiti ve popülasyon ekolojilerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özcan, A. U., & Aytas, İ. (2020). Peyzaj direnç değişimlerinin ekolojik bağlantılar üzerine etkileri: Çankırı örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3), 979-992.
- Özen, A. S., & Uluçay, İ. (2010). Ecological, biological and taxonomical characteristics of *Meles meles* Linnaeus, 1758 (Mammalia: Carnivora) in Kütahya. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (021), 9-20.
- Pagany, R. and Dorner, W. (2019). Do crash barriers and fences have an impact on wildlife-vehicle collisions?—an artificial intelligence and gis-based analysis. *Isprs International Journal of Geo-Information*, 8(2), 66. <https://doi.org/10.3390/ijgi8020066>

- Paterson, J., Baxter-Gilbert, J., Beaudry, F., Carstairs, S., Chow-Fraser, P., Edge, C. & Davy, C. (2019). Road avoidance and its energetic consequences for reptiles. *Ecology and Evolution*, 9(17), 9794-9803. <https://doi.org/10.1002/ece3.5515>
- Philcox, C. K., Grogan, A. L., & Macdonald, D. W. (1999). Patterns of otter *Lutra lutra* road mortality in Britain. *Journal of applied Ecology*, 748-762.
- Ramp, D., Caldwell, J., Edwards, K. A., Warton, D., & Croft, D. B. (2005). Modelling of wildlife fatality hotspots along the snowy mountain highway in New South Wales, Australia. *Biological conservation*, 126(4), 474-490.
- Ramp, D., Wilson, V. K., & Croft, D. B. (2006). Assessing the impacts of roads in peri-urban reserves: road-based fatalities and road usage by wildlife in the Royal National Park, New South Wales, Australia. *Biological Conservation*, 129(3), 348-359.
- Rea, R., Johnson, C., & Emmons, S. (2014). Characterizing moose–vehicle collision hotspots in northern british columbia. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 5(1), 46-58. <https://doi.org/10.3996/062013-jfwm-042>
- Rodríguez-Morales, B., Díaz-Varela, E. R., & Marey-Pérez, M. F. (2013). Spatiotemporal analysis of vehicle collisions involving wild boar and roe deer in NW Spain. *Accident Analysis & Prevention*, 60, 121-133.
- Roger, E., & Ramp, D. (2009). Incorporating habitat use in models of fauna fatalities on roads. *Diversity and Distributions*, 15(2), 222-231.
- Rytwinski, T., Soanes, K., Jaeger, J., Fahrig, L., Findlay, C., Houlahan, J., ... & Grift, E. (2016). How effective is road mitigation at reducing road-kill? a meta-analysis. *Plos One*, 11(11), e0166941. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166941>
- Saeki, M., & Macdonald, D. W. (2004). The effects of traffic on the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides viverrinus*) and other mammals in Japan. *Biological conservation*, 118(5), 559-571.
- Santos, S., Lourenço, R., Mira, A., & Beja, P. (2013). Relative effects of road risk, habitat suitability, and connectivity on wildlife roadkills: the case of tawny owls (*Strix aluco*). *Plos One*, 8(11), e79967. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079967>
- Sawaya, M. A., Clevenger, A. P., & Kalinowski, S. T. (2014). Genetic connectivity for two bear species at wildlife crossing structures in Banff National Park. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780), 20131705.
- Schwartz, A., Shilling, F., & Perkins, S. (2020). The value of monitoring wildlife roadkill. *European Journal of Wildlife Research*, 66(1). <https://doi.org/10.1007/s10344-019-1357-4>
- Seiler, A. (2003). *The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden* (No. 295).

- Seiler, A. (2005). Predicting locations of moose–vehicle collisions in sweden. *Journal of Applied Ecology*, 42(2), 371-382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01013.x>
- Silverman, B. W. (1986). *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall.
- Singh, N. (2024). Linear infrastructure and associated wildlife accidents create an ecological trap for an apex predator and scavenger.. <https://doi.org/10.1101/2024.04.20.590377>
- Slater, F. M. (2002). An assessment of wildlife road casualties–the potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. *Web Ecology*, 3(1), 33-42.
- Smith-Patten, B. D., & Patten, M. A. (2008). Diversity, seasonality, and context of mammalian roadkills in the southern Great Plains. *Environmental Management*, 41, 844-852.
- Snow, N. P., Porter, W. F., & Williams, D. M. (2015). Underreporting of wildlife-vehicle collisions does not hinder predictive models for large ungulates. *Biological Conservation*, 181, 44-53.
- Soanes, K. (2024). Do wildlife crossing structures mitigate the barrier effect of roads on animal movement? a global assessment. *Journal of Applied Ecology*, 61(3), 417-430. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14582>
- Sullivan, J. M. (2011). Trends and characteristics of animal-vehicle collisions in the United States. *Journal of safety research*, 42(1), 9-16.
- Swenson, J. E., Ambarli, H., Arnemo, J. M., Baskin, L., Ciucci, P., Danilov, P. I., ... Zedrosser, A., (2020). Brown bear (*Ursus arctos*; Eurasia). In: *Bears of the World: Ecology, Conservation, and Management* (Penteriani, V., Melletti, M., Eds). Cambridge University Press. ISBN: 9781108483520. , 139-161.
- Tajchman, K. (2017). Deer-vehicle collisions in lubelskie region in poland. safety coefficients. *Applied Ecology and Environmental Research*, 15(3), 1485-1498. [https://doi.org/10.15666/aeer/1503\\_14851498](https://doi.org/10.15666/aeer/1503_14851498)
- Tokmak, F., & Ambarlı, H. (2018). Kurtların (*Canis lupus*) Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki habitat tercihleri ve habitatlarının yönetilmesi için öneriler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 5(2), 169-175.
- TÜİK, 2024 Motorlu Kara Taşıt Sayısı, 2024 <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Ocak-2024-53453>

- Valero, E., Picos, J., & Álvarez, X. (2015). Road and traffic factors correlated to wildlife–vehicle collisions in galicia (spain). *Wildlife Research*, 42(1), 25. <https://doi.org/10.1071/wr14060>
- Welegerima, K., Kibrom, F., Raman, P., Teferi, M., Kiros, S., & Meheretu, Y. (2016). Vehicle–wild vertebrate collision mortality on the highways of tigray, ethiopia, implications for conservation. *African Journal of Ecology*, 54(4), 442-449. <https://doi.org/10.1111/aje.12325>
- Wilson, D. E. (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. Johns Hopkins University Press.
- Wise, J. (2021). How to get the salamander across the road: exploring the policy intersection of biodiversity conservation and road projects in ontario.. <https://doi.org/10.32920/ryerson.14648697>
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1), 164-168.
- WWF- Türkiye’deki Memeli Hayvanların İz Rehberi. Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye, Temmuz 2016
- Yüksel, N. A., & Ambarlı, H. (2024). Artvin Şavşat’ta bozayı habitat uygunluğunun MaxEnt yöntemi ile belirlenmesi ve yönetimi için öneriler. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 20(1), 413-427.