

Yaban hayatı araç çarpışmalarının zamansal ve mekânsal analizi: Ankara-Çankırı Karayolu

Ali Uğur Özcan^{a,b}, İbrahim Aytaş^{a,*}, Semih Kuter^c

Özet: Ulaşım ağları habitatları parçalayarak yaban hayvanları üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu etkilerden belki de en önemlisi yaban hayatı araç çarpışmalarıdır (YHAÇ). YHAÇ'ndan sadece yaban hayvanları etkilenmez aynı zamanda insanlara da maddi ve manevi etkilere sahiptir. Bu çalışma ile Ankara-Çankırı Karayolu'nun 50 kilometrelik kısmında; *i*) YHAÇ sonucu meydana gelen kazaların yerlerinin belirlenmesi, *ii*) sıcak noktaların tanımlanması hedeflenmiştir. Bu amaç için haftada bir kez YHAÇ verileri toplanmıştır. YHAÇ yerlerine ait sıcak noktaları için CrimeStat3 yazılımı ile nüve yoğunluk haritaları oluşturulmuştur. YHAÇ sonucunda 10 türden, 114 adet orta ve büyük memeli kaydedilmiştir. En fazla ölen türler, kirpi (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) ($n = 43$), tilki (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) ($n = 34$) ve sansar (*Martes foina* Erxleben, 1777) ($n = 18$) olmuştur. Yaban hayatı araç çarpışmaları sıcak noktalar haritasında beş adet çok yüksek, bir adet yüksek ve iki adet de orta yoğunlukta kümelenme meydana gelmiştir. Çalışmanın sonuçları biyolojik çeşitliliğin korunmasına ve YHAÇ'nin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Yaban hayatı araç çarpışmalarının konumunun, zamanının ve sıklığının bilinmesi, çarpışmaların azaltılması için ulaşım planlamalarının yapılmasında önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Ankara-Çankırı Karayolu, Nüve yoğunluk kestirimi, Memeli, Sıcak nokta, Yaban hayatı

Temporal and spatial analysis of wildlife vehicle collisions: Ankara-Çankırı Highway

Abstract: Transportation networks disrupt habitats and cause adverse effects on wildlife. Perhaps the most important of these effects is wildlife vehicle collisions (WVC). WVC not only harms wildlife, but also has economically and mortal effects on humans. With this study, in the 50-kilometer section of the Ankara-Çankırı Highway, it was aimed to *i*) identify the locations of the WVC events, *ii*) identify the hotspots. For this purpose, roadkill data was collected once a week. The hotspots of WVC sites were generated by CrimeStat3 software. A total of 114 medium and large mammal wild animals were recorded from 10 species that died because of WVC. The species that died the most were hedgehog (*Erinaceus concolor* Martin, 1838) ($n = 43$), fox (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) ($n = 34$) and marten (*Martes foina* Erxleben, 1777) ($n = 18$). In the WVC hotspots map, five very high, one high and two medium intensity clusters occurred. The results of the study will contribute to the protection of biodiversity and the reduction of WVC. Determining the spatial, temporal and frequency of WVC is important in making transportation plans to reduce collisions.

Keywords: Ankara-Çankırı Highway, Kernel density estimation, Mammal, Hotspot, Wildlife

1. Giriş

Ulaşım ağları; yaban hayatı araç çarpışmaları (YHAÇ) (Özcan, 2018), habitat tahribatının (Gülçin, 2020; Gülçin ve Yılmaz, 2020) ve kaçak avlanma oranlarının artması (Coffin, 2007), bariyer etkisi sonucu bazı türlerin hareketlerinin kısıtlanması (Barrientos vd., 2019), demografideki değişimler (Hostetler vd., 2009), genetik çeşitliliğin azalması veya değişimi (Balkenhol ve Waits, 2009; Jackson ve Fahrig, 2011) gibi olumsuz etkilere sahiptir. İnsanlığın birçok alanda gelişmesi, dünya yüzeyinde yaklaşık 64 milyon km uzunluğunda asfaltlı ve asfaltsız yolun olduğu bir yol ağının oluşmasına neden olmuştur (CIA, 2019). Bununla birlikte, yıllık araç üretimi

2000 yılında yaklaşık 58 milyon iken, 20 yıllık sürede neredeyse iki katına çıkarak 100 milyona ulaşmıştır (Placek, 2024). Buna bağlı olarak, son yirmi yılda YHAÇ kaynaklı ölüm oranı artmıştır (Hill vd., 2020). Hatta dünyadaki memeli ölümlerinin yaklaşık olarak %5'inin doğrudan sorumlusu araç çarpışmalarıdır (Hill vd., 2019).

Son yıllarda, yol güvenliğinin giderek tehlikeye girmesi nedeniyle insan-yaban hayatı çatışmaları bir hayli hız kazanmıştır. Örneğin, Avrupa ve ABD'de geyik-arac çarpışmalarının yılda yaklaşık 2 milyon olduğu ve bu vakalarda yılda 200'den fazla insanın yaşamını yitirdiği ve 30.000'den fazla yaralanma vakasının meydana geldiği tahmin edilmektedir. Her yıl Avrupa yollarında yaklaşık 194 milyon kuş ve 29 milyon memelinin öldüğü kayıtlar

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 18200, Çankırı

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yaban Hayatı ABD, 18200, Çankırı

^c Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): aytasibrahim@karatekin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 30.04.2024, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.07.2024



Citation (Atıf): Özcan, A.U., Aytaş, İ., Kuter, S., 2024. Yaban hayatı araç çarpışmalarının zamansal ve mekânsal analizi: Ankara-Çankırı Karayolu. Turkish Journal of Forestry, 25(3): 275-282.

DOI: [10.18182/tjf.1475350](https://doi.org/10.18182/tjf.1475350)

arasındadır (Bissonette vd., 2008; Langbein vd., 2011; Grilo vd., 2020). Son yıllarda, dünyada YHAÇ sıcak noktaları hakkında çok sayıda araştırma (Chen vd., 2019; Shilling vd., 2021; Valerio vd., 2021; Galinskaitė vd., 2022; Laube vd., 2023) gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de ise YHAÇ hakkında sınırlı sayıda çalışma (Tok vd., 2011; Arpacık vd., 2016; Özcan ve Özkazanç, 2017; Toyran vd., 2018; Bülbül vd., 2019; Özcan ve Özkazanç, 2020; Bülbül ve Koç Gür, 2022; Özcan vd., 2022; Dursun vd., 2023) bulunmaktadır. Arpacık vd. (2016), Kastamonu Azdavay Kartdağ Yaban Hayatı Geliştirme Sahası’nda 18 memeli türün yanında birçok kuş, sürüngen ve amfibi türünün YHAÇ nedeniyle öldüğünü veya yaralandığını belirlemiştir. Özcan (2018), Kırıkkale-Çankırı Karayolu’nda ve özellikle Nisan, Mayıs, Temmuz ve Ağustos aylarında daha sık olmak üzere, 9 orta ve büyük memeli yaban hayvanı türünden 389 adet ölümlü kaza vakası tespit etmiştir. Bu çalışmada en fazla kazayla karşılaşan türler; tilki (*Vulpes vulpes*), kirpi (*Erinaceus concolor*) ve kaya sansarı (*Martes foina*) olmuştur. Yine, Van Gölü çevresindeki Karayolu’nda sekiz memeli türü arasında bu üç tür en çok kaza sonucu ölmüştür (Toyran vd., 2018). Türkiye’deki farklı karayolları üzerindeki birçok noktada sürüngen ve amfibi türlerden çok sayıdaki ölümlü vaka kaydedilmiştir (Tok vd., 2011; Bülbül vd., 2019; Bülbül ve Koç Gür, 2022; Dursun vd., 2023).

YHAÇ sıcak noktaları dünyada kazaların azaltılmasında kullanılan en önemli mekânsal analizlerin başında gelmektedir (Gomes vd., 2009; Danks ve Porter, 2010; Gunson ve Teixeira, 2015; Shilling ve Waetjen, 2015; Bil ve Andrášik, 2020; Fedorca vd., 2021; Özcan vd., 2022). Sıcak noktaları doğru bir şekilde tasvir etmek, yaban hayatı araştırmaları için önemlidir çünkü bu noktalar genellikle yaban hayatı popülasyonlarını etkileyen süreçlerin bir göstergesidir (Snow vd., 2014; Tuttu vd., 2024). Birçok araştırma omurgalı türlerin çoğunda YHAÇ vakalarının rastgele gerçekleşmediğini ve kümelenme eğiliminde olduğunu göstermektedir (Clevenger vd., 2003; Ramp vd., 2006; Özcan vd., 2022). Bu tür vaka tespitleri YHAÇ sıcak noktalarının türler için önemini ortaya koymaktadır. Sıcak noktalar, yol ölümlerindeki istatistiksel ilişkileri anlama açısından önemli bir araç olabilir ve ölümlerin azaltılmasına yardımcı olabilir (Cain vd., 2003; Ramp vd., 2005; Gomes vd., 2009). Ayrıca sıcak noktalar, yaban hayvanlarının geçişlerinde uzun vadeli yapısal önlemlere tabi olmalıdır (Ascensão vd., 2013; Grilo vd., 2015). Vatandaş bilimi (vaka kayıtlarını halkın yerinde toplaması) de YHAÇ’nın geniş alanlarda izlenmesine ve sıcak noktaların belirlenmesine yardımcı olabilmektedir (Valerio vd., 2021).

Ankara-Çankırı Karayolu’nun 50 kilometrelik kısmında gerçekleşen ve 2021-2022 yıllarını kapsayan çalışmada; *i*) YHAÇ’nın meydana geldiği noktaların tespit edilmesi, *ii*) kazaya karışan orta ve büyük memeli türlerin belirlenmesi, *iii*) zamansal analizi ve *iv*) YHAÇ sıcak noktalarının mekânsal dağılımının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışma, aynı zamanda Ankara-Kırıkkale-Çankırı Karayollarında 2014 yılından beri yürütülen izleme çalışmalarının (Özcan ve Özkazanç, 2017; Özcan, 2018; Özcan ve Özkazanç, 2020; Özcan vd., 2022) devamı niteliğinde olması nedeniyle ayrıca önem arz etmektedir. Çalışmadan elde edilecek olan sonuçlar, yaban hayatı araç çarpışmalarının azaltılması için ulaşım ağı planlamacılarının ve koruma uzmanlara katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

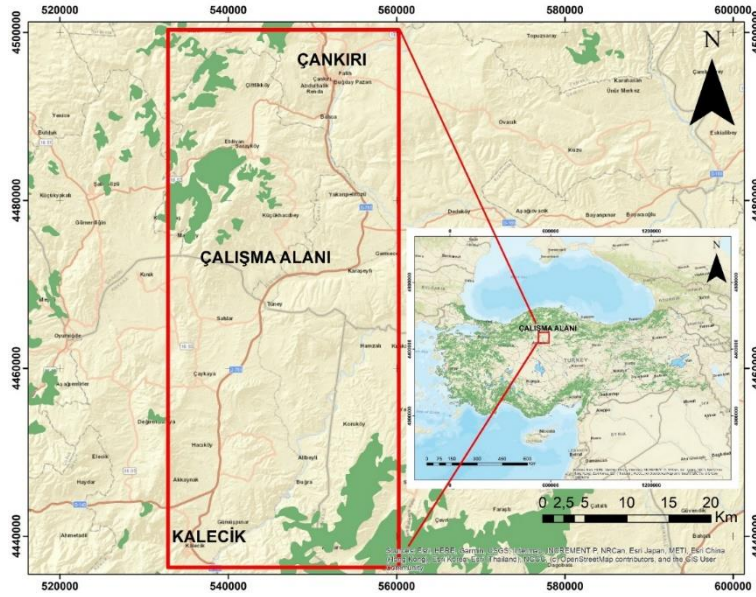
Çalışma alanı, Ankara-Çankırı Karayolu’nun Çankırı Merkez ile Kalecik Yol ayrımı arasında kalan yaklaşık olarak 50 kilometrelik kısmını içermektedir (Şekil 1). Yol hattının bulunduğu arazi engebeli bir topografya oluşturmakta olup, yükseltisi 656-1.371 m (ort. 894 m) arasındadır. Bölgenin arazi kullanımı antropojenik etkilere maruz kalmış ve yoğunluk yerleşim ve tarım alanlarından oluşmaktadır. Bazı yerlerde meraların hâkimiyeti bulunmaktadır. Çalışma alanı, önemli yaban hayatı alanlarını oluşturan Eldivan ile İdris Dağı gibi iki önemli dağ sığınağının ortasından geçmektedir. Bu iki dağ sığınağı doğal ormanları ve yaşam alanlarını barındırmaktadır. Ankara-Çankırı Karayolu’nda otomobiller için hız sınırı 110 km/saat iken ağır tonajlı araçlar için 90 km/saat’tir. KGM tarafından düzenli olarak toplanan trafik yoğunluğu verilerine göre; çalışma süresi boyunca Ankara-Çankırı Karayolu’nda trafik yoğunluğu 2021 yılı için 8.565 araç/gün (std. sp. 2.537) olmuştur. Trafik yoğunluğunun 2021 yılı için en yüksek olduğu ay Temmuz (ortalama 13.657 araç/gün), en düşük ise Ocak ayıdır (5.115 araç/gün). En düşük trafik yoğunluğu gece saat 03.00 ile 04.00 arasında (yıl ortalaması; 41 araç/gün, kışın 19 araç/gün), en yüksek trafik yoğunluğu ise akşam saat 18.00 ile 19.00 arasında (ortalama 627 araç/gün) gerçekleşmiştir. Saatlik bazda en yüksek trafik yoğunluğu Temmuz ayında 973 araç/gün ile akşam 19.00 ile 21.00 saatleri arasında olmuştur.

2.2. Arazi çalışması

Çalışma alanında araç çarpması veya ezilmesi ölen yaban hayvanlarına ait veriler toplanmıştır. Kayıtlar, haftada ortalama bir gün ve sabah gün aydınlanma vaktinde toplanmıştır. Arazi çalışması sırasında öncelikli olarak iş güvenliği sağlanmış herhangi bir kazaya yol açmamak için trafik kurallarına tam uyum sağlanmıştır. Tehlike arz etmemesi için tüm işlemler yol kenarında gerçekleştirilmiştir. Kaza nokta koordinatları (UTM/WGS84) 5 m hassasiyetle toplanmıştır. Çarpışmanın olduğu alanı kapsayacak şekilde fotoğraflar çekilmiştir.

2.3. Zamansal analizler

YHAÇ’nın 2021-2022 yılları arasındaki zamansal eğilimlerini ortaya koymak amacıyla yıllık ve aylık dağılımdaki farklılıklar analiz edilmiştir. Çalışma süresince 10 yaban hayvanı türü kazaya karışmasına rağmen bu türlerden yedisinde, beş bireyden daha az veri elde edilmiştir. Dolayısıyla değerlendirmeler kirpi, sansar ve tilki ($N = 96$) ölümleri üzerinden yapılmıştır. Varsayım, bu üç türün ölümleri arasında zamansal farklılığın olup olmadığı üzerine kurulmuştur. Analiz için normallik testi ve parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.4. Konumsal analizler

Nüve Yoğunluk Kestirimi (NYK) yöntemi (Kernel Density Estimation)'nin temel mantığı, altta yatan bilinmeyen yoğunluk fonksiyonunun parametrik olmayan tahmini yoluyla bir yüzey oluşturulmasıdır. Bu iki boyutlu veri de enlem ve boylam değerlerine sahip nokta verisine karşılık gelmektedir. Bunun için, gözlemlenen her nokta üzerine iki değişkenli olasılık yoğunluk fonksiyonu yerleştirilir ve çalışma sahası üzerine çakıştırılan coğrafi ızgaranın her kesişim noktasında yoğunluk hesaplanır.

Nüve yoğunluk kestirimi Eşitlik [1]'e kullanılarak hesaplanmaktadır (Silverman, 1986; Seaman ve Powell, 1996).

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

Eşitlik [1]'de n , incelenen noktaların sayısı; h , bant genişliği; K , Kernel fonksiyonu; x , fonksiyonun hesaplandığı lokasyonun x, y koordinatlarının vektörü; X_i , her bir gözlem noktasının tanımlandığı koordinatların vektörüdür.

Bütün ölüm olayları yol platformunda bir çizgi oluşturacak şekilde meydana geldiği için yolağı (network) mesafesi kullanılarak hesap edilmiştir (Gomes vd., 2009). Analizler için Crimstat III konumsal istatistik programı kullanılmıştır (Levine, 2006). Gomes vd. (2009) K fonksiyonunu hesaplaması Ripley's K -fonksiyon ve K fonksiyon ağı (Okabe ve Yamada, 2001) kullanılarak yapılmıştır. Haritalar, ArcGIS Kernel Density Tools ile elde edilmiştir. Bazı çalışmalarda farklı bant genişlikleri kullanılmıştır. Örneğin Ramp vd. (2005), Gomes vd. (2009) 500 metre, Ramp vd. (2006) 300 metre, Özcan ve Özkazanç (2017), Özcan vd. (2022) 750 metre olarak almıştır. Çalışma için farklı bant genişlikleri ile (250 m, 500 m, 750 m, 1.000 m, 1.250 m, 1.500 m, 2.000 m, 3.000 m) görsel değerlendirme yolu kullanılarak uygun bant genişliği seçilmiştir. Çalışmanın tamamı için sıcak alanlar belirlenmiştir. Ayrıca en fazla kazaya maruz kalan kirpi,

tilki ve sansar için üç farklı sıcak nokta analizi gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Çalışma süresi olan Ocak 2021-Aralık 2022 (Proje başlangıcı Ocak 2020) tarihleri arasında trafik kazası sonucu ölen 10 türden toplam 114 adet orta ve büyük memeli yabani hayvan kaydedilmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 2a). Bu kazaların 50 adedi birinci çalışma yılında ve 64 adedi ise ikinci çalışma yılında gerçekleşmiştir. En fazla ölüm toplamda 43 adet ile kirpi türünde (*Erinaceus concolor*) olmuştur (Şekil 2b). Kaza sonucu ölümlerde, kirpiyi sırasıyla tilki (*Vulpes vulpes*) ($n = 34$) (Şekil 2c), sansar (*Martes foina*) ($n = 18$) (Şekil 2d), tavşan (*Lepus europaeus*) ($n = 5$) türleri takip etmiştir. Özcan ve Özkazanç (2017) ve Özcan (2018) tarafından 2014-2018 yılları arasında Çankırı-Kırıkkale Karayolu'nda çalışma alanını da kapsayacak şekilde YHAÇ izlenmiştir. Özcan (2018), Kalecik yol ayırımından Çankırı il merkezine kadar olan kısımda 9 türe ait 297 YHAÇ raporlamıştır. Bu çalışmada ise 10 türe ait 114 YHAÇ tespit edilmiştir. Alacasansar (*Vormela peregusna*) ve çakal (*Canis aureus*) projeye bölgede ilk defa kayda geçirilmiştir.

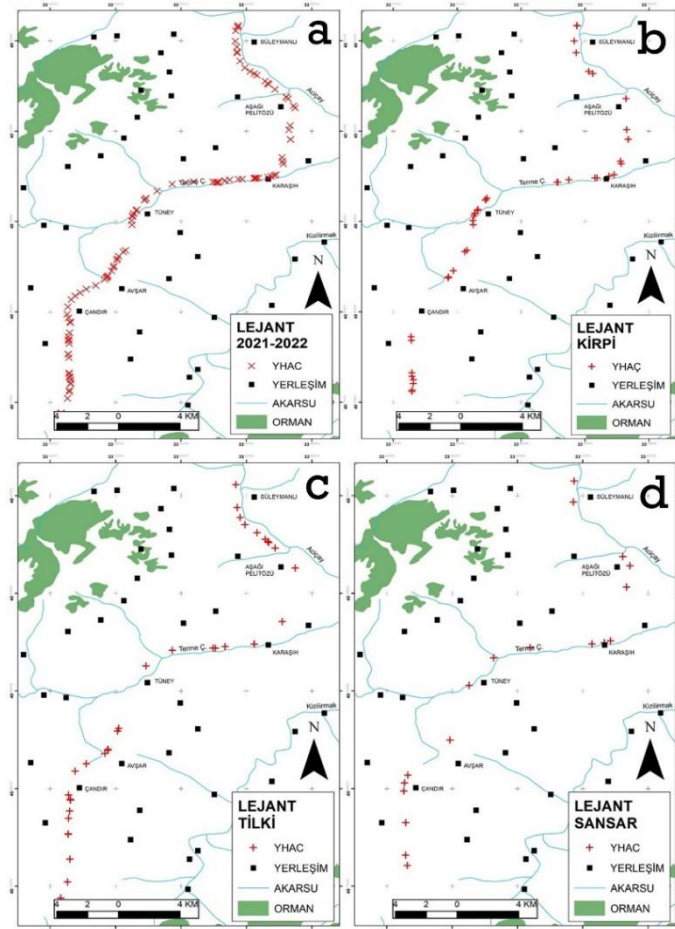
Proje süresince çalışma alanında 111 olayda (beş yaban domuzu aynı kazada ölmüştür) 10 türe ait 114 adet yaban hayvanı kayıt altına alınmıştır. Kazaların 50 adedi 2021 yılı ve 64 adedi 2022 yılında gerçekleşmiştir. En fazla kaza 29 adet ile Temmuz ayında en az kaza 1 adet ile Ocak ayında gerçekleşmiştir. Kazaların yaklaşık olarak %70'i Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında meydana gelmiştir. En fazla kazaya karışma vakası altı tür ile Mayıs ayında gerçekleşmiştir. Kazaya en çok karışan üç türün aylık bazda zamansal bir farklılığının olup olmadığı test edilmiştir. Değerler hem homojen dağılmadığı hem de normal dağılmadığı için parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi yapılmıştır. Kruskal-Wallis testine göre Ki kare sonucu 5,596 ve anlamlılık 0,061 ($p > 0,05$) bulunmuştur. Bu sonuca göre, bu üç gruptan hiçbiri bir şekilde diğer türler ile farklılaşmamaktadır. Diğer bir ifadeyle, bu üç türe ait

YHAÇ arasında zamansal olarak herhangi bir farklılık bulunmamaktadır. Bütün YHAÇ (Bütün, kirpi, sansar ve tilki için ayrı ayrı) K fonksiyonunu normal (gaussion) fonksiyon olarak CrimeStat III programı ile elde edilmiş, ArcGIS yazılımı kullanılarak haritaları hazırlanmış ve analiz edilmiştir. Çalışma alanında YHAÇ'nın rastgele olmasına rağmen kümelenmeler oluşturduğu görülmektedir. Bütün YHAÇ içeren sıcak noktalar haritasında başka bir deyişle çekirdek yoğunluk tahmini haritasında (ÇYT) beş adet çok yüksek yoğunlukta, bir adet yüksek yoğunlukta ve iki adet de orta yoğunlukta kümelenme meydana gelmektedir (Şekil 3a). Çok yüksek yoğunlukta kümelenmelerin üç tanesi Terme Çayı'na paralellik oluştururken bir tanesi Çandır Köyü civarındaki Avukatözü Deresi'nde yer almıştır.

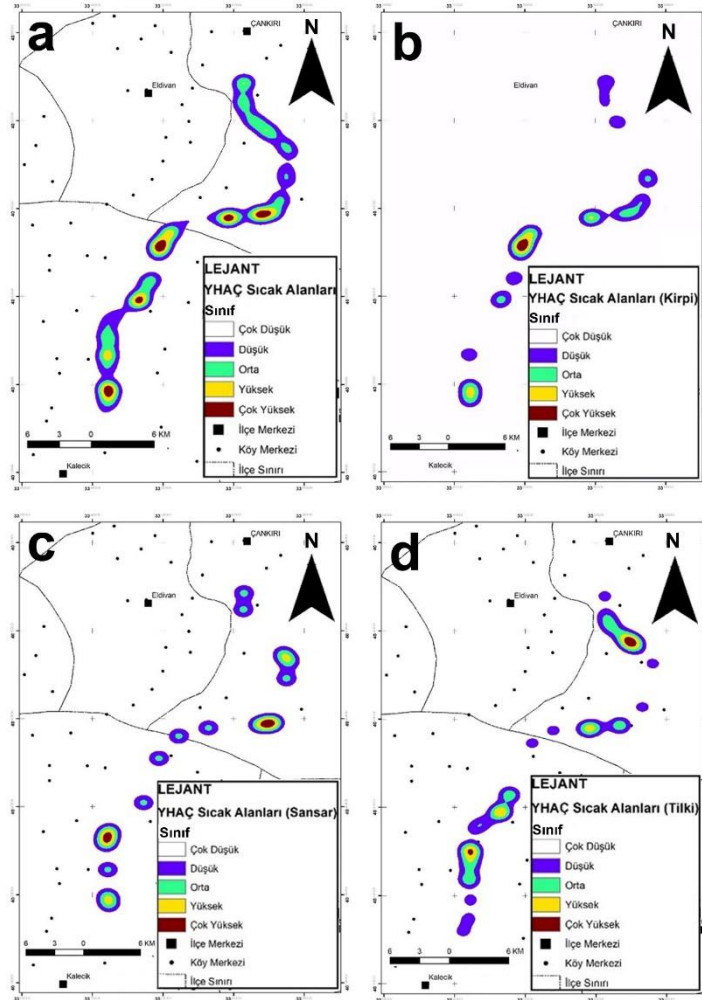
Analizi yapılan kirpi türü için yoğunluk haritası toplam 34 vakayı içermekte olup (Şekil 3b) bir adet çok yüksek, iki adet yüksek ve bir adet de orta yoğunluğa sahip YHAÇ sıcak alanı bulunmaktadır. YHAÇ olaylarında çalışma alanının kuzey bölgesi dışında kalan lokasyonlarda ciddi bir artış yaşanmıştır. Sansar türü için toplam 18 adet vaka meydana gelmiş ve iki çok yüksek ve iki yüksek YHAÇ sıcak alanı oluşmuştur (Şekil 3c). Tilki türü için toplam 35 adet vaka tespit edilirken, iki çok yüksek ve iki yüksek YHAÇ sıcak alanı oluşmuştur (Şekil 3d). Bu olaylar genellikle çalışma alanının tüm kısımlarında neredeyse homojen bir dağılıma sahip olup, orta bölgelerde küçük bir yoğunlaşma gözlemlenmektedir.

Çizelge 1. Proje süresi boyunca kaydedilen yaban hayvanı tür ve sayıları

Tür	IUCN	01/2021-01/2022		01/2022-01/2023		Toplam	
		Adet	%	Adet	%	Adet	%
Alaca Sansar	VU	2	3,92	0	0	2	1,74
Çakal	LC	0	0	2	3,13	2	1,74
Gelincik	LC	1	1,96	0	0	1	0,87
Kirpi	LC	17	33,33	26	40,63	43	37,39
Kurt	LC	1	1,96	2	3,13	3	2,61
Porsuk	LC	0	0	1	1,56	1	0,87
Sansar	LC	9	19,61	9	14,06	18	16,52
Tavşan	LC	4	7,84	1	1,56	5	4,35
Tilki	LC	16	31,37	18	28,13	34	29,57
Y. Domuzu	LC	0	0	5	7,81	5	4,35
Toplam		50	100	64	100	114	100



Şekil 2. a) Bütün YHAÇ vaka kayıtları, b) Kirpi YHAÇ vaka kayıtları, c) Tilki YHAÇ vaka kayıtları, d) Sansar YHAÇ vaka kayıtları



Şekil 3. a) Bütün YHAÇ sıcak alanları ÇYT, b) Kirpi YHAÇ sıcak alanları ÇYT, c) Sansar YHAÇ sıcak alanları ÇYT, d) Tilki YHAÇ sıcak alanları ÇYT

4. Tartışma ve sonuç

Ankara-Çankırı Karayolu'nun Kalecik yol ayrımından başlayıp Çankırı il girişine kadar olan kısmında orta-büyük memeliler ile araç çarpışmalarının mevcut durumunun ortaya konulması ve YHAÇ sıcak alanlarının belirlenmesi üzerine kaza verileri toplanmıştır. Araştırma süresi iki yılı kapsamıştır. Çalışmanın 2020-2022 yıllarında yapılması hedeflenmiştir. Fakat risk olarak tahmin edilemeyen COVID-19 salgını sebebiyle bu periyotta arazi çalışması yapılamamıştır. Ankara-Çankırı Karayolu'nda 2019-2020 yılları hariç 2014 yılından 2023 yılına kadar YHAÇ verileri toplanmıştır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye'nin YHAÇ için en uzun ve biyolojik çeşitlilik, varlık-yokluk gibi yaban hayatı izlemeleri arasında ise uzun sayılabilecek bir zamanı kapsamaktadır. Ramp vd. (2006), uzun periyotta verilerin toplanmasının sezonsal durumlar ve beslenme olayları ile hayvan davranışlarındaki değişiklikleri tespit edebilmek ve uzun dönem varyasyonunu ölçebilmek için oldukça ideal olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte uzun dönem çalışmalarını popülasyondaki dalgalanmalar hakkında da katkı sağlayabilir.

YHAÇ üzerine yapılacak olan çalışmaların daha uzun dönemleri kapsamaları doğru kararların alınabilmesi açısından önem arz etmektedir. Bu sayede hem kazaların sebepleri daha iyi anlaşılırken hem de popülasyonlardaki

dalgalanmalar ve bunların kazalara yansımaları daha iyi tespit edilebilir.

Çalışma alanında 2021-2022 yılları arasında Ankara-Çankırı Karayolu'nun Kalecik yol ayrımından Çankırı il girişine kadar olan kesimde toplam 114 yaban hayvanı araç çarpması sonucunda ölmüştür. Bu kazalardan sadece birinde aynı anda beş yaban domuzu ölmüştür. Kazaların 50 adedi 2021 yılında ve 64 adedi 2022 yılında gerçekleşmiştir. YHAÇ sonucu ölen 114 yaban hayvanı 10 türden oluşmaktadır. Uzun izleme süresi boyunca (2014'ten başlayarak) toplam tür sayısı 11'e ulaşmıştır. Bu türlerden sadece Arap tavşanı (*Allactaga williamsi* Thomas, 1897) 2021-2022 yılları arasında kaydedilememiştir. Buna karşılık 2021 yılında iki adet alacasansar ve 2022 yılında iki adet çakal ilk defa kayıt altına alınmıştır. 2019 yılında Ankara-Çankırı Karayolu'nun Akyurt ilçesi Eskiköy Mevkii'nde (40°8'40.74"K, 33°17'19.22"D) ilk defa çakal ezilmesi gerçekleştiğinden sonra son üç yılda bu sayı altıya ulaşmıştır. Yine aynı yolda Kızılköy yol ayrımına (çalışma alanına 10km mesafede) yakın bir noktada (40°8'38.60"K, 33°22'4.36"D) 2022 yılında karaca (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758) ilk defa araç çarpması sonucunda ölmüştür. Bununla birlikte, 2021 yılında birer hafta arayla çok yakın iki noktada iki alacasansara araç çarpmıştır. Ankara-Kırıkkale, Kırıkkale-Çankırı ve Ankara-Çankırı Karayolu'nda daha önce alacasansar kazası tespit

edilmemiştir. Güven (2019), Çankırı ili sınırlarındaki (Çerkeş-Tosya) D100 Karayolu'nda YHAÇ üzerine yaptığı çalışmada bir adet alacasansar, bir adet çakal ve 14 adet karacayı kayıt altına almıştır. Güven (2019) tarafından kayda alınan bölgeler blok ormanların içinden veya kenarından geçmektedir. Aslında bu yeni kayıtlar bize yaban hayvanlarının dağılımı konusunda bilgiler sunmaktadır. Ankara-Çankırı Karayolu İç Anadolu için önemli lokasyondaki İdris Dağı gibi yaban hayatı sığınaklarının içinden geçmektedir. Hem çakal hem de karacanın alanda araç kazasına uğraması bu türlerin yurt alanlarını genişlettiğini ve popülasyonlarının büyüdüğünü gösterebilir. YHAÇ'lerin en önemli özelliklerinden bir tanesi de varlık-yokluk verilerinin oluşturulması ve popülasyon büyüklüklerinin ve trendlerinin tahmin edilmesinde kullanılabilir olmasıdır (Chandler vd., 2017). Çalışma alanında YHAÇ sonucunda ölen yaban hayvanlarının %80'inden fazlasını kirpi, sansar ve tilki oluşturmaktadır. Bu sonuçlar, 2014 yılından bu yana hiç değişmeden her yıl devam etmiştir. Kirpi, 2014 yılından itibaren en çok ölen memeli yaban hayvanıdır. Onu tilki ve sansar izlemektedir. Güven (2019), D100 Karayolu (Tosya-Çerkeş) ile D765 Ankara-Çankırı-Kastamonu Karayolu'nda (Ankara il sınırı Kastamonu il sınırı arası) yapmış olduğu çalışmada YHAÇ sonucu ölen 230 yaban hayvanının 163 adedini (%71) bu üç türün oluşturduğunu tespit etmiştir. Özcan vd. (2022) tarafından da yüksek trafik hacmine sahip Ankara-Samsun Karayolu'nda benzer sonuçlar elde edilmiştir. O çalışmada farklı olarak sansar sayısı tilki sayısından fazladır. Kırpilerin diyetinin %90'ını omurgasızlar oluşturmaktadır (Reeve vd., 2019) ve bu nedenle sonbahar-kış döneminde yiyecek eksikliğinden kurtulmanın tek yolu kış uykusuna yatmaktır (Jensen, 2004). Dolayısıyla, çalışma alanında kırpilerin araç çarpması ile 9 aylık bir süreçte öldüğünü unutmamak gerekmektedir. Üç tür de karnivor olup, ayrıca tilki ve sansar fırsatçı birer türdür. Bu üç tür de karayolundan sığınma faaliyeti içerisine girmediği gibi karayolu üzerinde yatay hareketlerde bulunmaktadır. Düşük bir kullanım alanına sahiptir. Son olarak, üç yaban hayvanının her türlü habitata uyum sağlayabilen çok yaygın birer tür olması da diğer bir etken olabilir. Bu üç tür 2014 yılından itibaren inişli çıkışlı YHAÇ profili gösterse de oldukça yüksek sayılarda devam etmektedir. Belki de Türkiye'de bu üç türün popülasyon dengesinde en büyük kısmı YHAÇ oluşturmaktadır. Çalışmada bütün zamanlar, her yıl ayrı ayrı ve kazada ölen üç tür için olmak üzere toplam altı farklı YHAÇ sıcak alan haritası oluşturulmuştur. Bu sıcak noktalar rastgele şekilde kümelenmiştir. Sansar, tilki ve kirpi YHAÇ sıcak alanları arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. Dolayısı ile, bu üç türün ölüm noktalarının dağılımları çok farklı alanlarda gerçekleşmektedir. Bu üç karnivor türünün yaşam kullanım alanlarındaki farklılığın bunda etken olabileceği düşünülmektedir. Aslında üç türün kazalarının yoğunlaştığı alanlar farklı farklı da olsa karayolunun Terme Çayı'na paralel hareket ettiği 20km'lik kısımda artmaktadır. Bu bölge özellikle Terme Çayı'nın ve çevresinin yoğun sebze ve meyve tarımından dolayı beslenme alanları oluşturması ve yaban hayvanlarının su ihtiyacının karşılanması için önemli bir alandır. Örneğin, Özcan'ın (2018) Kırıkkale-Çankırı Karayolu'nda yaptığı çalışmada, yolun düşük trafik yoğunluğuna sahip Kalecik-Kırıkkale kısmındaki en fazla kirpi ölüm vakaları Kızılırmak ile yolun paralel olduğu kesimlerde gerçekleşmiştir. Orlozski ve Nowak (2004)

Polonya'nın Wrocław kentinde yerleşim alanlarında kirpi yoğunluğunu 10-20 adet/km², bahçe alanlarında ise 100-200 adet/km² olarak tespit etmiştir.

Çankırı-Ankara karayolu üzerindeki yaban hayatı kazalarını azaltabilmek için bir dizi önlem alınabilir. Öncelikli olarak yol üzerine ekolojik üst geçitlerin yapılması kesinlikle ekonomik değildir. Fakat, özellikle menfez ve köprü geçişleri ekolojik alt geçit olarak yeniden düzenlenerek ve belirli mesafelerde çitler çekilerek yaban hayvanları geçişlerinin yönlendirilmesi durumunda kazalar azalacaktır. Yol ikaz işaretlerinin aşırı veya yanlış kullanımı, sürücüler açısından etkinliğini kaybetmesine yol açmaktadır (Krisp ve Durot, 2007). Yine de yaban hayatının düzenli ve sık olarak geçtiği kesimlerde ikaz levhalarının konulması gerekmele birlikte ölümcül/yaralamalı ve maddi hasarlı kazaların olduğu noktalarda gerekirse hız tespit cihazları kullanılmalıdır. Bu anlamda, çalışma alanında belirlenen YHAÇ sıcak noktaları/alanları bize hangi lokasyonların uyarı işaretlerine ihtiyaç duyduğuna dair göstergeler sunabilir. Buna karşın, sadece YHAÇ etkin noktalarını belirlemek de ekolojik koruma planlaması açısından tek başına yeterli olmayabilir ve bu çalışmayla YHAÇ vakası tespit edilen alacasansar gibi hassas türler konusunda da yaban hayatı uzmanları tarafından değerlendirilmeler yapılabilir.

Açıklama

Bu çalışma, Çankırı Karatekin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından OF080120B10 Numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü Çankırı Karatekin Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Arpacık, A., Sarı, A., Gündoğdu, E., Başkaya, Ş., 2016. Effects Of Roads On Wildlife In Azdavay Kartdağ Wildlife Reserve Area. *Forest Engineering and Technologies FETEC 2016*, 2-4 Haziran, Bursa, pp.155-163.
- Ascensão, F., Clevenger, A., Santos-Reis, M., Urbano, P., Jackson, N., 2013. Wildlife-vehicle collision mitigation: Is partial fencing the answer? An agent-based model approach. *Ecological Modelling*, 257, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.02.026>.
- 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*, 65: 1-9.
- Bil, M., Andrásik, R., 2020. The effect of wildlife carcass underreporting on KDE+ hotspots identification and importance. *Journal of Environmental Management*, 275: 111254.
- Bissonette, J.A., Kassar, C.A., Cook, L.J., 2008. Assessment of costs associated with deer-vehicle collisions: human death and injury, vehicle damage, and deer loss. *Hum Wildl Conflicts*, 2: 17-27.
- 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.
- Bülbül, U., Gür Koç, H., 2022. Road kills of *Bufo viridis* (Laurenti, 1768): A case study from Konya province of Turkey. *Journal of Zoological Research*, 4(1): 21-25.

- 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: 189-197.
- CIA, 2019. The world factbook. Central Intelligence Agency, Washington, USA, <https://www.cia.gov/the-world-factbook/>, Accessed: 06.03.2024.
- Chandler, M., See, L., Buesching, C.D., Cousins, J.A., Gillies, C., Kays, R.W., et.al., 2017. Involving citizen scientists in biodiversity observation. In: *The GEO Handbook On Biodiversity Observation Networks* (Ed: Walters, M., Scholes, R.J.), Springer, Cham, pp. 211-237.
- Chen, J., Xu, H., Wu, J., Yue, R., Yuan, C., Wang, L., 2019. Deer crossing road detection with roadside LiDAR sensor. *Ieee Access*, 7: 65944-65954.
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B., Gunson, K.E., 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109: 15-26.
- Coffin, A.W., 2007. From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15(5): 396-406.
- Danks, Z.D., Porter, W.F., 2010. Temporal, spatial, and landscape habitat characteristics of moose-vehicle collisions in western Maine. *Journal of Wildlife Management*, 74: 1229-1241.
- Dursun, C., Özdemir, N., Gül, S., 2023. Road mortality report of the genus *bufo* in Northeastern Türkiye. *Biology Bulletin*, 50(Suppl 4): 746-755.
- Fedorca, A., Fedorca, M., Ionescu, O., Jurj, R., Ionescu, G., Popa, M., 2021. Sustainable landscape planning to mitigate wildlife-vehicle collisions. *Land*, 10(7): 737.
- Galinskaitė, L., Ulevičius, A., Valskys, V., Samas, A., Busher, P.E., Ignatavičius, G., 2022. The influence of landscape structure on Wildlife-Vehicle Collisions: Geostatistical analysis on hotspot and habitat proximity relations. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(1): 63. <https://doi.org/10.3390/ijgi11010063>.
- Gomes, L., Grilo, C., Silva, C., Mira, A., 2009. Identification methods and deterministic factors of owl roadkill hotspot locations in Mediterranean landscapes. *Ecological Research*, 24(2): 355-370.
- Grilo, C., Smith, D.J., Klar, N., 2015. Carnivores: struggling for survival in roaded landscapes. In: *Handbook of Road Ecology* (Ed: van der Ree, R., Smith, D.J., Grilo, C.), John Wiley & Sons Ltd, pp. 300-312.
- 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. <https://doi.org/10.1002/fee.2216>.
- Gunson, K., Teixeira, F.Z., 2015. Road-wildlife mitigation planning can be improved by identifying the patterns and processes associated with wildlife-vehicle collisions. In: *Handbook of Road Ecology* (Ed: van der Ree, R., Smith, D.J., Grilo, C.), John Wiley & Sons Ltd, New Jersey, U.S., pp. 101-109.
- Gülçin, D., 2020. Orman Ekosisteminde Habitat Parçalanmasının Mekânsal Ve Zamansal Değişiminin Analizi: Muğla Örneği (Ed., Kozlu, H.H.), Mimarlık Biliminde Akademik Çalışmalar, *Livre de Lyon*, s: 241-262.
- Gülçin, D., Yılmaz, K.T., 2020. Evaluation of forest fragmentation with particular reference to landscape-based ecological assessment and wildlife conservation. *Turkish Journal of Forestry*, 21(1): 84-93.
- Güven, Y., 2019. Çankırı ilinde trafik ve karayollarının memeli hayvanlar üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Hill, J.E., DeVault, T.L., Belant, J.L., 2019. Cause-specific mortality of the world's terrestrial vertebrates. *Global Ecology and Biogeography*, 28(5): 680-689.
- Hill, J.E., DeVault, T.L., Belant, J.L., 2020. Research note: A 50-year increase in vehicle mortality of North American mammals. *Landscape and Urban Planning*, 197: 103746.
- Hostetler, J.A., McCown, J.W., Garrison, E.P., Neils, A.M., Barrett, M.A., Sunquist, M.E., 2009. Demographic consequences of anthropogenic influences: Florida black bears in north-central Florida. *Biological Conservation*, 142(11): 2456-2463.
- Jackson, N.D., Fahrig, L., 2011. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, 144(12): 3143-3148.
- Jensen, A.B., 2004. Overwintering of European hedgehogs *Erinaceus europaeus* in a Danish rural area. *Acta Theriologica*, 49: 145-155.
- Krisp, J.M., Durot, S., 2007. Segmentation of lines based on point densities: an optimisation of wildlife warning sign placement in southern Finland. *Acc. Anal Prev.*, 39: 38-46.
- Langbein, J., Putman, R., Pokorny, B., 2011. Traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe and available measures for mitigation. In: *Ungulate Management in Europe* (Ed: Putman, R., Apollonio, M., Andersen, R.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 215-259.
- Laube, P., Ratnaweera, N., Wróbel, A., Kaelin, I., Stephani, A., Reifler-Baechtiger, M., Suter, S., 2023. Analysing and predicting wildlife-vehicle collision hotspots for the Swiss road network. *Landscape Ecol.*, 38: 1765-1783. <https://doi.org/10.1007/s10980-023-01655-5>.
- Levine, N., 2006. The CrimeStat program: characteristics, use and audience. *Geographical Analysis*, 38: 41-56.
- Okabe, A., Yamada, I. 2001. The K-function method on a network and its computational implementation. *Geographical Analysis*, 33: 271-290.
- Orlowski, 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.
- 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): 722-730.
- Özcan, A.U., 2018. Step bölgede mammalia sınıfı yaban hayvanları ile araç çarpışmalarının modellenmesi: Kırıkkale-Çankırı Karayolu örneği. Doktora tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Özcan, A.U., Özkazanç, N.K., 2020. Yaban hayvanı uyarı levhalarının konumlarının değerlendirilmesi Kırıkkale-Çankırı Karayolu örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1): 1-1.
- Özcan, A.U., Kutlutürk, M.M., Kuter, S., 2022. Modelling of road-kill hotspots in steppe landscape in Turkey. *Landscape and Ecological Engineering*, 18(4): 441-449.
- Placek, M., 2024. Estimated worldwide motor vehicle production from 2000 to 2023. Statista, <https://www.statista.com/statistics/262747/worldwide-automobile-production-since-2000/#:~:text=ln%202023%2C%20some%2094%20million,of%20cars%20and%20commercial%20vehicles>. Accessed: 24.04.2024.
- 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: 474-490.
- Ramp, D., Wilson, V.K., Croft, D.B., 2006. Assessing the impacts of roads in periurban reserves: road-based fatalities and road usage by wildlife in the Royal National Park, New South Wales, Australia. *Biological Conservation*, 129: 348-359.
- Reeve N., Bowen C., Gurnell J., 2019. An improved identification marking method for hedgehogs. *Mammal Communications*, 5: 1-5, London.
- Seaman, E.D., Powell, R., 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 77(7): 2075-2085.
- Shilling, F.M., Waetjen, D.P., 2015. Wildlife-vehicle collision hotspots at US highway extents: scale and data source effects. *Nature Conservation*, 11: 41-60.

- Shilling, F., Nguyen, T., Saleh, M., Kyaw, M.K., Tapia, K., Trujillo, G., Ham, E., 2021. A reprieve from US wildlife mortality on roads during the COVID-19 pandemic. *Biological Conservation*, 256: 109013.
- Silverman, B.W., 1986. *Density Estimation For Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall, London, UK.
- Snow, N.P., Williams, D.M., Porter, W.F., 2014. A landscape-based approach for delineating hotspots of wildlife-vehicle collisions. *Landscape Ecology*, 29(5): 817-829.
- Tok, C.V., Ayaz, D., Cicek, K., 2011. Road mortality of amphibians and reptiles in the Anatolian part of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 35(6): 851-857.
- Toyran, K., Adizel, Ö., Azizoğlu, E., 2018. Road kills of mammal species in the Van Lake Basin (Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 11(1): 40-44.
- Tuttu, U., Ulaş, E., Gülçin, D., Velázquez, J., Çiçek, K., Özcan, A.U., 2024. Assessment of ecological bridges at wildlife crossings in Türkiye: A case study of wild boar crossings on the İzmir-Çeşme Motorway. *Animals*, 14(1): 30. <https://doi.org/10.3390/ani14010030>.
- Valerio, F., Basile, M., Balestrieri, R., 2021. The identification of wildlife-vehicle collision hotspots: Citizen science reveals spatial and temporal patterns. *Ecological Processes*, 10(1): 6.