



## Camera trap method in highway drainage structures as an alternative method for bat monitoring

Şirin Bahar CAN <sup>\*1</sup>, Abdullah HASBENLİ <sup>1</sup>  
ORCID: 0000-0001-5787-5228; 0000-0002-2919-7594

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06500, Teknikokullar, Ankara, Türkiye

### Abstract

Roads can impede the feeding, breeding and distribution of many wild animals as they cause fragmentation, destruction and loss of habitats. It is necessary to develop strategies in order to reduce the devastating effects of roads on wildlife. Although not built to reduce the impact on the road route, drainage structures are effective in limiting road-related negativity on wildlife. Consequently, it is critical to monitor drainage structures in order to comprehend its usage by wildlife. The camera trap method and its effectiveness were investigated as an alternative method in long-term monitoring for detecting bat passing in drainage structures. In order to determine the size of the building where the camera trap method is effective, photo-trapping studies were carried out in 25 drainage structures in the section of the Anatolian Highway between Kahramankazan Gerede in 2018-2019. As a result of the studies, a total of 1727 bat passages were recorded in all drainage structures except one drainage structure. According to the number of bat passes, the maximum passage is in the drainage structure on the 1st water channel, while the passage in the drainage structure on the 3rd stream is not recorded. It has been determined that the height and length of the drainage structure dimensions are not an important variable in the camera trap efficiency, but the camera trap efficiency decreases as the width of the structure increases. Accordingly, the camera trap method can be used effectively in drainage structures with a cross-sectional area of 3-4 square meters.

**Key words:** Spearman correlation, wildlife passages, bat, culvert, HC-300A

----- \* -----

## Otoyol drenaj yapılarında yarasa izlemesi için alternatif bir yöntem olarak fotokapan yöntemi

### Özet

Yollar, habitatların parçalanmasına, tahrip edilmesine ve kaybına neden olarak birçok yaban hayvanlarının beslenme, üreme ve dağılımını engelleyebilirler. Yolların yaban hayatı üzerine olumsuz etkilerinin azaltmak için stratejiler geliştirmek gereklidir. Yol güzergâhında etki azaltmak amacıyla inşa edilmiş olmasa da, drenaj yapıları, bu olumsuzlukları azaltmada etkili olmaktadır. Bu yüzden drenaj yapılarını, yaban hayatı tarafından kullanımı anlayabilmek için izlemek önemlidir. Drenaj yapılarında yarasa geçişlerinin tespiti için uzun süreli izlemelerde alternatif bir yöntem olarak fotokapan yönteminin etkinliği araştırılmıştır. Fotokapan yönteminin etkin olduğu yapı ebatlarını belirleyebilmek için Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede arasında kalan bölümündeki 25 drenaj yapısında 2018-2019 yıllarında fotokapan çalışmaları yapılmıştır. Çalışmaların sonucunda bir drenaj yapısı hariç tüm drenaj yapılarında toplam 1727 yarasa geçişi kaydedilmiştir. Yarasa geçiş sayılarına göre en fazla geçiş 1. su kanalında olurken 3. dere geçişinde geçiş kaydedilmemiştir. Yapı ebatlarından yükseklik ve uzunluğun fotokapan etkinliğinde önemli bir değişken olmadığı ancak yapı eni arttıkça fotokapan etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Buna göre 3-4 metre kare kesit alanına sahip drenaj yapılarında fotokapan yöntemi etkin olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Spearman korelasyonu, yaban hayatı geçitleri, yarasa, menfez, HC-300A

\* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905076097599; Fax.: +905076097599; E-mail: sirinbahar@gmail.com

© Copyright 2021 by Biological Diversity and Conservation

Geliş tarihi: 23.04.2021; Yayın tarihi: 15.08.2021

BioDiCon. 972-240421

## 1. Giriş

Fotokapanlar, birçok farklı uygulamada, farklı alansal koşullarda ve çok çeşitli hedef türler için kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Fotokapan çalışmaları, avcılık ve yaban hayatı izleme uygulamaları, araştırmalar, yuva ekolojisi, nadir türlerin tespiti, ayrıca türlerin morfolojisi, fenolojisi, etkinliği, habitat kullanımları, dağılımları, bolluğu, popülasyon büyüklüğü, tür zenginliği tahminleri ve insan yapımı yapıların işgali üzerine yapılan araştırmaları içerir [1, 2, 3].

İnsan kaynaklı habitat parçalanması, biyolojik çeşitliliğin dünya çapında azalmasının ana nedenlerinden biridir [4]. Bu parçalanmanın farklı hayvan türlerini nasıl etkilediğini tahmin etmek bu nedenle koruma biyolojisinde büyük önem taşımaktadır [5, 6, 7].

Yollar ve trafik, yaban hayatını çeşitli şekillerde etkilemektedir ve bazı hayvan popülasyonlarında mortaliteyi artırır, hareketliliği sınırlar, habitat miktarını ve kalitesini azaltır. Bu durum da türlerin hayatta kalması için temel olan gıda, barınak ve alan varlığını da sınırlar. Bu etkiler ve bununla ilişkili etki azaltmalar, peyzaj ve yol ekolojisi gibi önemli ve gelişmekte olan alanlar için önemli bir araştırma odağı haline gelmektedir [8].

Yollar peyzajda giderek daha da baskın duruma gelerek yarasa yaşamı için büyük bir tehlike haline gelmektedir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, diğer birçok yaban hayatı türleri gibi yarasaların da yoldan geçmek yerine bu alanlardan kaçındığını ortaya çıkarmaktadır. Bunun sonucu olarak yollar, harekete engel olarak filtre görevi görür ve yarasaların kritik kaynaklara erişimini kısıtlar. Yolların yarasa popülasyonları üzerindeki araç çarpmaları dışındaki diğer olumsuz etkileri ise yeni yeni tespit edilmektedir [9].

Yolların yarasalar üzerindeki ana etkileri belli başlıklarda tanımlanabilir: Bu etkiler; yarasaların gidiş-geliş rotalarının bölünmesi (inşaat ve işletme sırasında), araçlarla çarpışma/yol trafik ölümleri (işletme sırasında), yol aydınlatmalarının etkileri (inşaat ve işletme sırasında), beslenme habitatında değişiklikler/kayıp (inşaat ve işletme sırasında), tüneklerde/tünek girişlerinde değişiklikler ve tahribat (inşaat ve işletme sırasında) olarak sıralanabilir [10].

Yeni yol planlarının ekolojik olarak izlendiği yerlerde, yarasa faaliyetinin yol inşa edilmeden önce ve sonra karşılaştırılabilmesini sağlamak için tutarlı protokollerin kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu tür araştırmalardan elde edilen kanıtlar, gelecekte inşa edilecek herhangi bir yolun yarasalar için riskleri en aza indirmek ve yarasalar için güvenli geçiş noktaları tasarlamak için kullanılmalıdır [11].

Geçmişte, yollardaki geçitlerin yaban hayatı için etkililiğinin değerlendirilmesinde hem girişlerde hem de geçitlerin ortasında kurulan iz plakaları veya kum yolları kullanarak türlerin geçiş oranlarına odaklanılmıştır [12, 13, 14]. Daha yakın dönemlerde yapılan çalışmaların çoğunda, davranışı incelemek için hareketle tetiklenen kameralar da kullanılmaktadır [13, 15, 16].

Bu araştırmada, yarasaların Anadolu Otoyolu'ndaki (Kahramankazan-Gerede) drenaj yapılarından geçip geçmediklerini ve geçiş yoğunluklarını fotokapan yöntemi ile belirlemek için çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca, mevcut yollarda ve yeni yapılacak olanlarda etki azaltıcı önlem olarak bu yapay yapılar hakkında fikir edinmek ve bu yapılarla uzun süreli izlemeler için fotokapanların etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Yolların yarasalar üzerinde oluşturduğu etkinin azaltılmasında drenaj yapılarının rolü ve bu yapılarda fotokapan yönteminin etkinliğinin araştırıldığı bu çalışma Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede arasındaki bölümünde gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları 2018 yılında Mart ve Kasım ayları; 2019 yılında da Nisan ve Kasım ayları arasında olmak üzere toplam 34 gün sürmüştür.

Saha çalışmaları öncesi ofis çalışmalarında Kahramankazan-Gerede arasındaki drenaj yapıları ve uzunlukları uydu görüntüleri yardımıyla Google Earth programı üzerinden tespit edilmiş ve saha çalışmaları ile bu tespitler doğrulanmıştır. Saha ve ofis çalışmaları sonucunda güzergâh üzerinde toplam 158 drenaj yapısı tespit edilmiştir.

Çalışma alanındaki farklı habitatlardaki, farklı drenaj yapı tiplerinin temsil edilmesi amacıyla 158 drenaj yapısının %15'inde çalışma yapılması planlanmıştır. Çalışılacak olan drenaj yapıları seçilmeden önce drenaj yapıları bazı kriterler açısından sınıflandırılmıştır. Buna göre;

1. Drenaj yapıları; menfez, su kanalı ve dere geçişi olarak isimlendirilerek aşağıdaki gibi sınıflandırılmışlardır.

Menfezler, herhangi bir ek yapı olmadan yolun altından geçerek, yolun bir tarafındaki suyun diğer tarafına drene edilmesini sağlayan yapılardır. Su kanalları, yolun altından geçen bir ya da her iki tarafa açılan ağzının üstü açık bir kanal şeklinde devam ederek suyun yol kenarındaki habitata drene edilmeden uzaklaştırılmasını sağlayan yapılardır. Dere geçişleri ise dere akışının yolun altından bir taraftan diğer tarafa devam etmesini sağlayan yapılardır. Bu tanımlara göre, 158 drenaj yapısının 138'i menfez, 11'i su kanalı ve 9'u dere geçişi olarak belirlenmiş ve Ankara-Gerede istikametinde numaralandırılmıştır.

2. Habitatlarla bağlantıları bakımından sınıflandırılmıştır.

Farklı yarasa türleri farklı habitatları tercih etmektedirler. Yapıların etki azaltmadaki rolünü tam olarak anlayabilmek için yapı girişlerinin açıldığı habitatlar kriter olarak değerlendirilmiştir. Bundan dolayı drenaj yapılarının

giriş ve çıkışındaki ağırlıklı habitat tipi dikkate alınarak bir sınıflandırma (tarım alanı, ağaçlı step, step, yerleşim yeri-sanayi, orman, riparian habitat, çalı habitatı şeklinde) yapılmıştır.

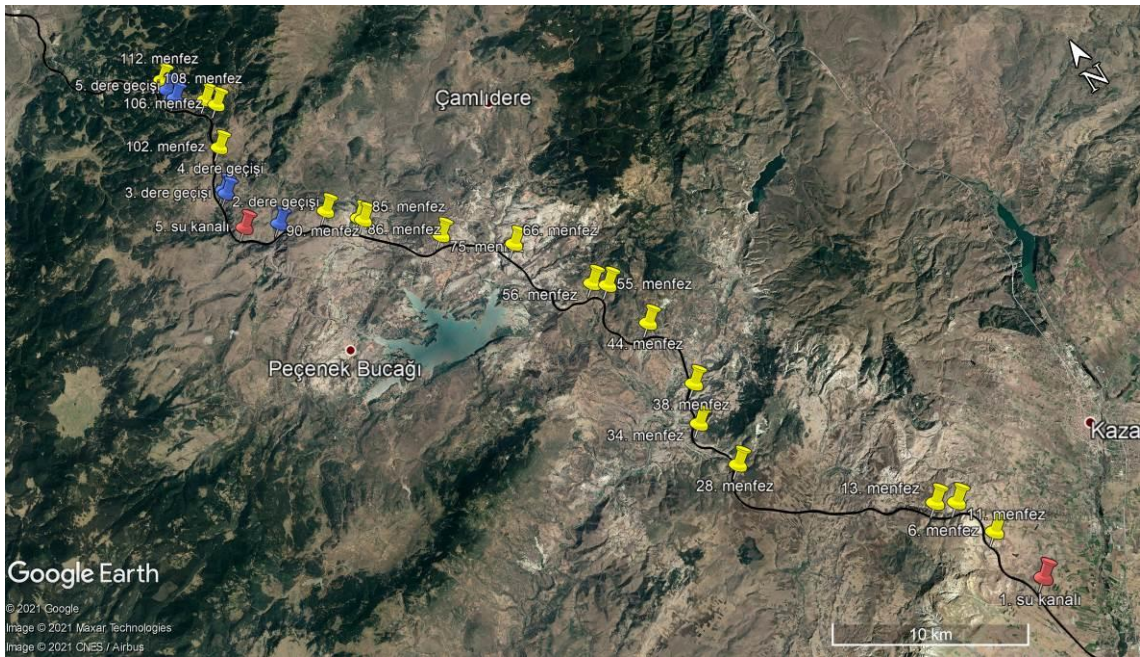
3. Otoyol güzergâhı boyunca uzanan tel çitlerin, drenaj yapılarının giriş veya çıkışlarını içeride veya dışarıda bırakması durumuna göre sınıflandırılmışlardır.

Anadolu Otoyolu her iki istikamette de otoyola farklı uzaklıklarda tel çitlerle çevrilidir. Tel çitin yol tarafında kalan kısmında doğal olmayan peyzaj çalışması yapıldığı için ağız açıklıkları tel çit içinde kalan drenaj yapılarında çalışma yapılmamasına karar verilmiştir.

4. Menfezlerin uzunlukları, 40-70, 71-120 ve 120 m'den büyükler şeklinde Google Earth programındaki uydu haritası üzerinden yapılan ölçümlere göre 3 sınıf altında değerlendirilmiştir.

5. Menfez açıklıklarının bir tarafında yüksek duvarlı dar kanal olanlar yarasa giriş-çıkışı için uygun olmadığı için çalışmaya dâhil edilmemiştir.

Çalışmada herhangi bir önyargı oluşmaması için bu kriterlere göre sınıflandırılan drenaj yapılarının %15'inde çalışma yapılması planlanmıştır. Saha çalışmaları sırasında uygun olmayan ya da ulaşımı mümkün olmayan yapıların elenebileceği de göz önünde bulundurularak yaklaşık %30'u Random UX programı ile rastgele seçilmiştir. Saha çalışmaları sırasında uygun olmayan ve ulaşılamayanlar elendikten sonra 25 yapıda (18 menfez, 5 dere geçişi ve 2 su kanalı) çalışma yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede (sağdan-sola doğru) arasındaki bölümünde su geçiş şekline göre sınıflandırılan çalışmaların gerçekleştirildiği drenaj yapıları (Sarı yer işareti: Menfezler, Kırmızı yer işareti: Su kanalları, Mavi yer işareti: Dere geçişleri, Siyah çizgi: Yol güzergâhı).

Fotokapan çalışmaları için 27 adet (2'si yedek) fotokapan kullanılmıştır. Fotokapanlar yarasa geçişleriyle ilgili bir tereddüt oluşmaması için drenaj yapı uzunluklarının orta bölümünde, tavana monte edilmiştir (Şekil 2). Fotokapanlar yarasaların aktif olduğu (ilkbahar, yaz ve sonbahar) dönemlerinde yaklaşık 15 günde bir ziyaret edilmiştir. Çalışmalarda, 1,1 sn tetiklenme hızında, gündüz ve gece çekimi yapabilen, çekim anındaki sıcaklığı kaydeden ve 12 megapiksel fotoğraf kalitesine sahip aynı marka/model (HC-300A) fotokapanlar kullanılmıştır. Fotokapanlar Mayıs-2018'de kurulmaya başlanmış ve Kasım-2019'a kadar aktif olarak çalışmıştır. Fotokapanlar 1 dakika arayla bir fotoğraf ve arkasından 10 saniyelik bir video çekecek şekilde ayarlanmıştır. Her bir tetiklenmede (dakikada bir) kaydedilen ve yarasa görüntüsü olduğu belirlenen fotoğraflara ait tarih ve saat verileri Excel tablosuna girilmiştir. Tek bir tetiklenme sırasında kaydedilen 1 fotoğraf ve 10 saniyelik videodaki yarasa görüntüleri de bir geçiş olarak kaydedilmiştir.



Şekil 2. Fotokapanın drenaj yapısının tavanına monte edilmesi

Fotokapanlar yapılar farklı zamanlarda monte edilmiştir ve her bir fotokapanın çalışmaya başlama günü, yapıya monte edildiği gün olarak alınmıştır. Her ziyarette, fotokapanlar kontrol edilerek arıza vermiş olanlar yedek fotokapanlarla değiştirilmiştir. Ayrıca bu ziyaretlerde fotokapanların pilleri değiştirilmiş, hafıza kartları değerlendirilmek üzere alınarak boş hafıza kartları yerleştirilmiştir. Fotokapanlar, farklı zamanlarda monte edilmeleri dışında arızalanmalar, pil bitmesi ve hafıza kartının dolması nedenleriyle alanda farklı sürelerde çalışmışlardır. Bundan dolayı, her bir fotokapanın sadece çalıştığı süreler dikkate alınmıştır. Ayrıca fotokapanların bu çalıştığı süreler içerisinde, yarasaların çalışma bölgesindeki aktivite dönemi olan Nisan başı ve Ekim ayı sonu arasındaki süre, “aktif dönem” olarak alınmış ve değerlendirmelerde kullanılmıştır (Tablo 1). Aktif dönem hesaplaması, yarasaların geçiş yoğunluklarını ve yapı ölçülerinin geçiş üzerindeki etkisini ve fotokapanların etkinliğini anlayabilmek için önemlidir.

Tablo 1. Fotokapanların aktif dönemlerdeki çalışma süreleri.

Yapılar	Aktif dönem (gün)	Yapılar	Aktif dönem (gün)
1. Su kanalı	234	86. Menfez	153
6. Menfez	190	90. Menfez	205
11. Menfez	316	2. Dere geçişi	118
13. Menfez	92	5. Su kanalı	339
28. Menfez	329	3. Dere geçişi	82
34. Menfez	153	4. Dere geçişi	313
38. Menfez	131	102. Menfez	270
44. Menfez	234	106. Menfez	132
55. Menfez	157	108. Menfez	230
56. Menfez	153	5. Dere geçişi	141
66. Menfez	343	6. Dere geçişi	68
75. Menfez	280	112. Menfez	131
85. Menfez	123	<b>Toplam</b>	<b>4917</b>

Yollardaki drenaj yapılarında yarasa izleme çalışmalarında fotokapanların etkinliğini belirleyebilmek için drenaj yapılarının ebatları (yükseklik, en ve uzunluk) ölçülmüştür. Ayrıca yapıların özellikle çalışmaların yapılabilmesi için giriş-çıkışlar için tercih edilen tarafın koordinatları da verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Drenaj yapılarının özellikleri.

Yapı	Yapı En (metre)	Yapı Yükseklik (metre)	Yapı Uzunluk (metre)	Yapı Koordinatları		
				Bölge	Doğu yönü	Kuzey yönü
1. Su Kanalı	2	2	188	36 T	465787.93	4444859.23
6. Menfez	2	2	126	36 T	465171.00	4447959.00
11. Menfez	1,6	2	228	36 T	464267.00	4450272.00
13. Menfez	2	2	280	36 T	463339.37	4450821.09
28. Menfez	1,5	2	161	36 T	455786.21	4457839.52
34. Menfez	1,5	2	213	36 T	455215.00	4460715.00
38. Menfez	2	2	270	36 T	456167.97	4462672.07
44. Menfez	1,5	2,1	264	36 T	455862.98	4466750.78
55. Menfez	2	2	162	36 T	455124.97	4469693.07
56. Menfez	2	2	316	36 T	454470.81	4470217.90
66. Menfez	1,5	2,5	154	36 T	452003.99	4474422.81
75. Menfez	1,5	2	138	36 T	448827.00	4477067.00
85. Menfez	1,5	2	92	36 T	445576.49	4480270.11
86. Menfez	1,5	2	68	36 T	445392.89	4480479.18
90. Menfez	3	3	138	36 T	443994.96	4481894.06
2. Dere geçişi	6	3	212	36 T	441343.00	4482769.00
5. Su Kanalı	2,5	2	76	36 T	439526.07	4483704.98
3. Dere geçişi	3	2,7	90	36 T	439606.57	4485987.02
4. Dere geçişi	3	3	74	36 T	439657.00	4486262.00
102. Menfez	1,5	2	116	36 T	440634.00	4488521.00
106. Menfez	2	2	337	36 T	441783.16	4490793.28
108. Menfez	1,5	2	242	36 T	441363.00	4491392.00
5. Dere geçişi	3	3	159	36 T	439872.00	4492513.00
6. Dere geçişi	2	2	142	36 T	439567.00	4493243.00
112. Menfez	1,6	1,6	85	36 T	439770.00	4493898.00

Drenaj yapılarında, yapı ölçülerinin, fotokapan etkinliğindeki etkisini test etmek için Spearman korelasyon analizi [17] yapılmıştır. Bu analizde, günlük geçiş sayısı ile yükseklik, en, uzunluk ve kesit alanı (en çarpı yükseklik) değerleri arasındaki korelasyon ayrı ayrı analiz edilmiştir. Korelasyon değerlerinin ne ifade ettiği bir tablo ile verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Korelasyon değerlerinin anlamları [18].

Bir korelasyonun gücü	
Katsayı değeri $R_s$ (pozitif veya negatif)	Anlamı
0,00 ile 0,19	Çok zayıf Korelasyon
0,20 ila 0,39	Zayıf Korelasyon
0,40 ila 0,69	Orta derecede Korelasyon
0,70 ila 0,89	Güçlü Korelasyon
0,90 ile 1,00	Çok Güçlü Korelasyon

Otoyol boyunca çalışmaların yapılabilmesi için Karayolları 4. Bölge Müdürlüğünden ve Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünden gerekli yasal izinler de alınmıştır. Bu makale, birinci yazarın doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

### 3. Bulgular

Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede bölümünde çalışılan 25 drenaj yapısında gerçekleştirilen fotokapan çalışmalar sonucunda 14412 fotoğraf ve aynı sayıda video kaydedilmiştir. Bu kayıtlardan %12'si yarası geçişlerine aittir. Diğer fotoğraf ve videolar drenaj yapısını kullanan yarası haricindeki yaban ve evcil hayvanlar, insan geçişleri ve çok az sayıda da uçan böceklere aittir. Tüm fotoğrafların değerlendirilmesine göre toplam 25 drenaj yapısında 1727 yarası geçişi kaydedilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Yapılardaki fotokapan verileri.

Yapılar	Toplam fotokapan verisi	Yarasa kaydı	Yapılar	Toplam fotokapan verisi	Yarasa kaydı
1. Su kanalı	1023	547	86. Menfez	663	38
6. Menfez	711	21	90. Menfez	1064	75
11. Menfez	997	187	2. Dere geçişi	118	1
13. Menfez	156	12	5. Su kanalı	146	23
28. Menfez	883	139	3. Dere geçişi	32	0
34. Menfez	987	179	4. Dere geçişi	914	10
38. Menfez	224	10	102. Menfez	1768	22
44. Menfez	714	110	106. Menfez	36	2
55. Menfez	315	34	108. Menfez	215	9
56. Menfez	361	59	5. Dere geçişi	89	2
66. Menfez	1140	223	6. Dere geçişi	544	12
75. Menfez	483	40	112. Menfez	213	9
85. Menfez	616	3	<b>Toplam</b>	<b>14412</b>	<b>1727</b>

Çalışma yapılan yapılardan sadece 3. dere geçişi olarak numaralandırılan yapıda yarasa geçişi tespit edilmemiştir. En çok yarasa 547 geçiş ile 1. su kanalında kaydedilmiştir. Her bir drenaj yapısındaki günlük geçiş ortalaması; kayıt sayısının, aktif dönemdeki gün sayısına bölünmesi ile elde edilmiştir (Tablo 5).

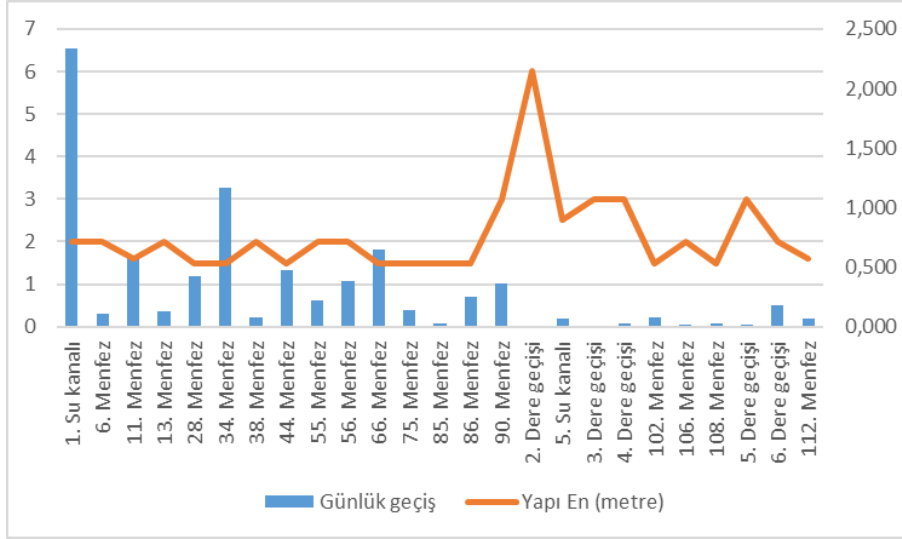
Tablo 5. Günlük geçiş ortalaması.

Yapılar	Toplam Yarasa Kaydı	Aktif dönem (gün)	Günlük geçiş ortalaması
1. Su kanalı	547	234	2,337
6. Menfez	21	190	0,11
11. Menfez	187	316	0,591
13. Menfez	12	92	0,129
28. Menfez	139	329	0,422
34. Menfez	179	153	1,169
38. Menfez	10	131	0,076
44. Menfez	110	234	0,47
55. Menfez	34	157	0,216
56. Menfez	59	153	0,385
66. Menfez	223	343	0,65
75. Menfez	40	280	0,142
85. Menfez	3	123	0,024
86. Menfez	38	153	0,248
90. Menfez	75	205	0,365
2. Dere geçişi	1	118	0,008
5. Su kanalı	23	339	0,067
3. Dere geçişi	0	82	0
4. Dere geçişi	10	313	0,031
102. Menfez	22	270	0,081
106. Menfez	2	132	0,015
108. Menfez	9	230	0,03
5. Dere geçişi	2	141	0,014
6. Dere geçişi	12	68	0,176
112. Menfez	9	131	0,068

#### 4. Sonuçlar ve Tartışma

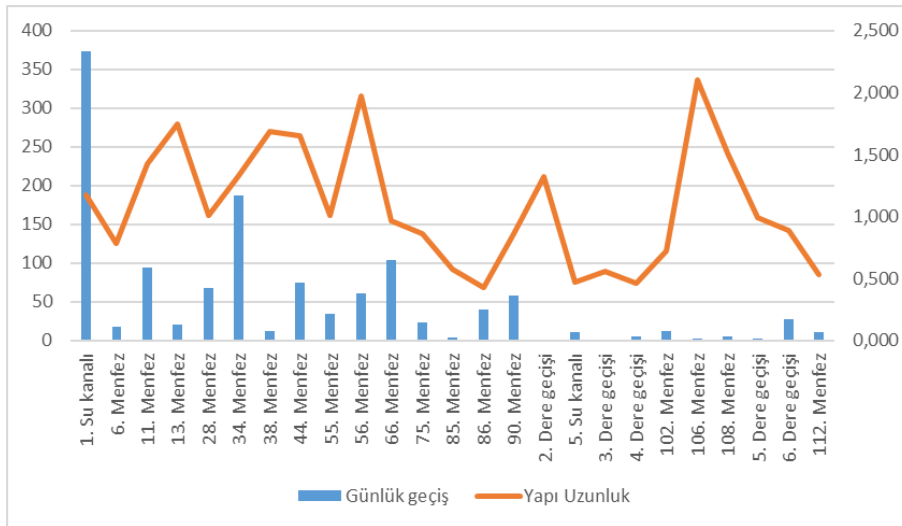
Kahramankazan Gerede arasındaki Anadolu Otoyolu'ndaki belirli kriterlere göre seçilen drenaj yapılarına yerleştirilen 25 adet fotokapan ile toplam 1727 yarasa görüntüsü kaydedilmiştir.

Drenaj yapılarından 3. dere geçişi hariç tüm yapılarda yarasa geçişi tespit edilmiştir. Her bir yapı için hesaplanan günlük geçiş ortalaması; uzunluk, yükseklik, en ve kesit alanı verileri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Buna göre, 3 m yüksekliğe kadar olan yapılarda, yapı eni azaldıkça fotokapanların etkinliği artmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Yapı eni ve günlük ortalama geçiş arasındaki ilişki.

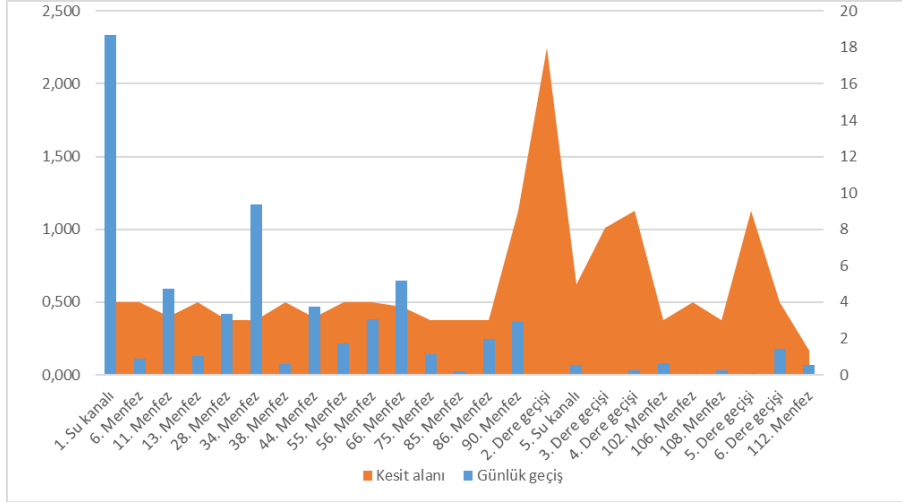
Günlük geçiş ortalaması ve yapı uzunluğu arasında anlamlı bir bağlantı olmadığı görülmektedir (Şekil 4). Uzunluk sınıflandırmasına göre aynı grupta olan yapılarda çok farklı geçiş sayıları tespit edilmiştir. Örneğin 2. dere geçişinin uzunluğu 212 m iken günlük geçiş sayısı 0,008'dir; 1. su kanalında ise uzunluk 188 m iken günlük geçiş sayısı en fazla olan yapıdır (2,337). Bunun tersi olarak da farklı uzunluklara sahip yapılarda birbirine yakın geçiş sayısı gözlenebilmektedir. Örneğin 13. menfezin uzunluğu 280 m ve günlük geçiş sayısı 0,129 iken; 86. menfezin uzunluğu 68 m ve günlük geçiş sayısı 0,248'dir. Almanya'da yapılan bir çalışmada yarasaların yapılar 30 m'den daha uzun olsa bile yüksekliği alçak (1,5 m) ve dar (2 m) tünelleri kullandıklarını bulunmuştur [19]. Hollanda yapılan bir çalışmada ise tespit edilen 3 tür için menfez uzunluğunun, yarasa kullanımını açıklamada önemli olmadığını vurgulanmıştır [20].



Şekil 4. Yapı uzunluk ve günlük ortalama geçiş arasındaki ilişki.

Yarasa türleri farklı uçuş yüksekliklerine sahip oldukları için birçok çalışmada yarasa geçişi ve yapı yüksekliği arasında anlamlı bir bağlantıdan bahsedilmektedir [20, 21]. Ancak bu çalışmada yapı yüksekleri 1,6 m ile 3 m arasındadır ve çok fazla çeşitlilik göstermemektedir. Bundan dolayı, fotokapanların yarasa geçişini tespit etmedeki etkinliği yapı yüksekliğine göre anlamlı değildir.

Yapı kesit alanlarında yapılan değerlendirmede fotokapanların 3-4 m<sup>2</sup> olan yapılarda etkinliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Hollanda'da 54 menfezde yapılan bir çalışmada kesit alanı 4 m<sup>2</sup>'den az olan 8 menfezin tamamında yarasa geçişi kaydedilmiştir. Menfezlerin minimum kullanım olasılığını 3 tür üzerinde değerlendirilmiş ve buna göre yapı kesit alanını *Myotis daubentonii* için 7 m<sup>2</sup>, *Myotis dasycneme* 18 m<sup>2</sup> ve *Pipistrellus pipistrellus* için 47 m<sup>2</sup> hesaplanmıştır [20].



Şekil 5. Kesit alanı ve günlük ortalama geçiş arasındaki ilişki.

Yapıların en, yükseklik, uzunluk ve enine kesit özellikleri ile fotokapan etkinliği arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile test edilmiştir. Buna göre yapı eni fotokapan etkinliği açısından en belirleyici faktör olarak bulunmuştur (Tablo 6). Diğer yapı özellikleri ile fotokapan etkinliği arasında zayıf bir korelasyon olduğu görülmektedir. Kesit alan değerinin, yükseklik ve uzunluk değerlerine göre yüksek çıkmasının nedeni kesit alanındaki en faktördür.

Tablo 6. Analizler sonucunda elde edilen Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı.

	Yükseklik	En	Kesit alanı	Uzunluk
<b>Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Rs)</b>	-0,20581	-0,45378	-0,33795	-0,22928

Yapı ebatlarının fotokapan etkinliği için optimum olduğu bazı drenaj yapılarının etrafında uygun beslenme alanlarının bulunmaması, yapının gidiş-dönüş rotaları üzerinde olmaması gibi nedenlerden dolayı geçiş sayıları düşük çıkmıştır.

Bu çalışma ile uygun ebatlardaki drenaj yapılarında yarası geçişlerini tespit etmede fotokapan yönteminin etkili olduğu belirlenmiştir. Rydell ve Russo yaptıkları bir çalışma ile yarasalara rahatsızlık vermeyen fotokapan yönteminin hassas bölgelerde örnek yakalama yerine veya akustik araştırmaları tamamlayıcı olarak kullanılmasını tavsiye etmektedir [22].

Uzun dönem izleme çalışmalarında tetikleme süre daha kısa, çekim kalitesi daha yüksek, renkli gece çekimi yapabilen fotokapanların kullanılması fotokapan etkinliğini artıracaktır.

## Teşekkür

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından desteklenmiştir. Proje kodu 05/2019-10'dur. Saha çalışmaları sırasında bizden destek ve yardımlarını eksik etmeyen Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Çeltikçi Bakım İşletme Şefliği ve Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Cankurtaran Bakım İşletme Şefliğine teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- [1] Cutler, T. L. & Swann, D. E. (1999). Using Remote Photography in Wildlife Ecology: A Review. *Wildlife Society Bulletin*, 27(3), 571–581.
- [2] O'Connell, A. F., Nichols, J. D. & Karanth, K. U. (Eds.). (2011). *Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses*. Switzerland: Springer.
- [3] Gözütok, S., Keten, A. (2018). Bolu ili çift toynaklı (Artiodactyla:Mammalia) memeli türleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11/1, 35-39.
- [4] Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34(1), 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>



- [5] Bender, D. J. & Fahrig, L. (2005). Matrix Structure Obscures the Relationship Between Interpatch Movement and Patch Size and Isolation. *Ecology*, 86(4), 1023–1033. <https://doi.org/10.1890/03-0769>
- [6] Kerth, G. & Melber, M. (2009). Species-Specific Barrier Effects of a Motorway on the Habitat Use of Two Threatened Forest-Living Bat Species. *Biological Conservation*, 142, 270–279. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.022>
- [7] Laurance, S. G. W., Stouffer, P. C. & Laurance, W. F. (2004). Effects of Road Clearings on Movement Patterns of Understory Rainforest Birds in Central Amazonia. *Conservation Biology*, 18(4), 1099–1109. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00268.x>
- [8] Grilo, C., Bissonette, J. A. & Cramer, P. C. (2010). Mitigation Measures to Reduce Impacts on Biodiversity. In S. R. Jones (Ed.), *Highways: Construction, Management, and Maintenance* (pp. 73–114). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.
- [9] Bennett, V. J. & Zurcher, A. A. (2013). When Corridors Collide: Road-Related Disturbance in Commuting Bats. *The Journal of Wildlife Management*, 77(1), 93–101. <https://doi.org/10.1002/jwmg.467>
- [10] Highways Agency. (2006). Best Practice in Enhancement of Highway Design for Bats. Highways Agency and Conservation Trust. Eriřim adresi: <http://programmeofficers.co.uk/Preston/CoreDocuments/LCC260.pdf>
- [11] Fensome, A. G. & Mathews, F. (2016). Roads and Bats: A Meta-Analysis and Review of the Evidence on Vehicle Collisions and Barrier Effects. *Mammal Review*, 46(4), 311–323. <https://doi.org/10.1111/mam.12072>
- [12] Clevenger, A. P., Chruszcz, B. & Gunson, K. (2001). Drainage Culverts as Habitat Linkages and Factors Affecting Passage by Mammals. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1340–1349. <https://doi.org/10.1046/j.0021-8901.2001.00678.x>
- [13] Donaldson, B. (2007). Use of Highway Underpasses by Large Mammals and Other Wildlife in Virginia: Factors Influencing Their Effectiveness. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2011(1), 157–164. <https://doi.org/10.3141/2011-17>
- [14] Yanes, M., Velasco, J. M. & Suárez, F. (1995). Permeability of Roads and Railways to Vertebrates: The Importance of Culverts. *Biological Conservation*, 71(3), 217–222. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(94\)00028-O](https://doi.org/10.1016/0006-3207(94)00028-O)
- [15] Dodd, N. L., Gagnon, J. W., Manzo, A. L. & Schweinsburg, R. E. (2007). Video Surveillance to Assess Highway Underpass Use by Elk in Arizona. *Journal of Wildlife Management*, 71(2), 637–645.
- [16] Grilo, C., Bissonette, J. A. & Santos-Reis, M. (2008). Response of Carnivores to Existing Highway Culverts and Underpasses: Implications for Road Planning and Mitigation. *Biodiversity and Conservation*, 17(7), 1685–1699. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9374-8>
- [17] Spearman, C. (1904). “General intelligence,” Objectively Determined and Measured. *The American Journal of Psychology*, 15, 201–292.
- [18] Barcelona Field Studies Centre. (t.y.). Spearman's Rank Correlation Coefficient Rs and Probability (p) Value Calculator. Eriřim adresi: <https://geographyfieldwork.com/SpearmanRankCalculator.html>
- [19] Bach, L., Burkhardt, P. & Limpens, H. J. G. A. (2004). Tunnels as a Possibility to Connect Bat Habitats. *Mammalia*, 68(4), 411–420. <https://doi.org/10.1515/mamm.2004.041>
- [20] Boonman, M. (2011). Factors Determining the Use of Culverts Underneath Highways and Railway Tracks by Bats in Lowland Areas. *Lutra*, 54(1), 3–16.
- [21] Abbott, I. M., Berthinussen, A., Stone, E., Boonman, M., Melber, M. & Altringham, J. (2015). Bats and Roads. In R. van der Ree, D. J. Smith & C. Grilo (Eds.), *Handbook of Road Ecology* (pp. 290–299). West Sussex: John Wiley and Sons.
- [22] Rydell, J. & Russo, D. (2015). Photography as a Low-Impact Method to Survey Bats. *Mammalian Biology*, 80(3), 182–184. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2014.11.003>