GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

ANADOLU OTOYOLU KAHRAMANKAZAN -GEREDE ARASINDAKİ DRENAJ YAPILARININ YARASALAR (CHIROPTERA) TARAFINDAN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Şirin Bahar CAN

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKİM 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Şirin Bahar CAN

27/10/2021

ANADOLU OTOYOLU KAHRAMANKAZAN -GEREDE ARASINDAKI DRENAJ YAPILARININ YARASALAR (CHIROPTERA) TARAFINDAN KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

(Doktora Tezi)

Şirin Bahar CAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 2021

ÖZET

Bu çalışma, Anadolu Otoyolu'daki (Kahramankazan –Gerede) drenaj yapılarının yarasalar için bariyer etkilerini azaltmada rolü olup olmadığını belirlemek ve Türkiye'de de yapılacak bu tip çalışmalar için ön bilgiler toplamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 2018 ve 2019 yıllarında otoyol ve altında bulunan 25 drenaj yapısında yapılmıştır. Drenaj yapılarında yarasa aktivitesinin belirlenmesi amacıyla fotokapan, sabit ultrasonik ses kayıt cihazları kullanılmış, iz ve işaretler araştırılmıştır. Otoyoldaki yarasaların aktivitelerini belirlemek amacıyla mobil ultrasonik ses kayıt cihazı kullanılmıştır. Yarasaların kullanımı açısından drenaj yapılarını değerlendirebilmek amacıyla yapıların ve çevresindeki habitat özellikleri kaydedilmiştir. Bu çalışmalara göre 25 yapıdan 24'ünde yarasa geçişi kaydedilmiştir. Alanda tespit edilen 18 türden 6 tanesi (*Myotis nattereri, Myotis emarginatus, Nyctalus noctula, Nyctalus leisleri, Pipistrellus pygmaeus, Rhinolophus euryale*) Ankara için, 4 tanesi de (*Myotis nattereri, Nyctalus noctula, Pipistrellus pygmaeus, Rhinolophus euryale*) Bolu için ilk kez kaydedilmiştir. Drenaj yapılarında en yüksek aktivite *Myotis emarginatus* ve *Pipistellus pipistrellus*'a, en düşük aktivite ise *Pipistrellus pygmaeus*'a aittir. Drenaj yapılarının ebatları ile yarasa aktivitesi arasındaki ilişkiyi belirlemek için Spearman kolerasyon analizi kullanılmış ve buna göre yapı eni yarasa geçişleri için belirleyici faktör olarak bulunmuştur. Drenaj yapılarının giriş görünürlükleri 'görünmez' özellikte olanlarda 'görünür' olanlara göre aktivite seviyesi oldukça düşüktür. 6 EUNIS habitat tipinin (E1, G1, G3, G5, I1, X18) tamamında yarasa aktivitesi tespit edilmiştir. Potansiyel tünek, beslenme ve gidiş dönüş habitatlarının yarasa aktivitesinde önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Yakınında alternatif geçiş yapıları olan yapılarda yarasa aktivite seviyesi oldukça düşük bulunmuştur. Bu bulgular, yarasaların geniş ve görünür olan, çevrede potansiyel tünek habitatları olan ve gidiş/dönüş yapabildikleri kılavuz hatlarla bağlantılı drenaj yapılarını daha fazla tercih ettikleri fikrini vermektedir. Mevcut ve inşa edilecek otoyollarda, özellikle yarasaların yoğun aktivite gösterdiği habitatlar belirlenerek, bu özellikleri taşıyan drenaj yapılarının oluşturulması koruma biyolojisi açısından oldukça önemli olduğu değerlendirimiştir.

Bilim Kodu : 20312

Anahtar Kelimeler : Fotokapan, Ultrasonik ses kaydı, EUNIS, Menfez, Spearman kolerasyon, Yaban hayatı, Koruma biyolojisi

Sayfa Adedi : 218

Danışman : Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ

INVESTIGATION ON THE USAGE OF DRAINAGE STRUCTURES BETWEEN KAHRAMANKAZAN AND GEREDE SECTIONS OF ANADOLU HIGHWAY BY BATS (CHIROPTERA)

(Ph. D. Thesis)

Şirin Bahar CAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

October 2021

ABSTRACT

This study was carried out to determine if the drainage structures on the Anadolu Highway (Kahramankazan - Gerede) have a role in reducing the barrier effects for bats and to gather preliminary information for such studies to be carried out in Turkey. The study was carried out in 2018 and 2019, on the highway and 25 drainage structures under it. In order to determine bat activity in drainage structures, Photo traps and fixed ultrasonic recorders were used, and traces and signs were investigated. A mobile ultrasonic recorder was used to determine the activities of bats on the highway. Habitat characteristics of the structures and their surroundings were recorded in order to evaluate the drainage structures in terms of bat usege. According to these studies, bat passing was recorded in 24 out of 25 structures. A total of 18 species identified in the area, for Ankara 6 of them (*Myotis nattereri*, *Myotis emarginatus*, *Nyctalus noctula*, *Nyctalus leisleri*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Rhinolophus euryale*), for Bolu 4 of them (*Myotis nattereri*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Rhinolophus euryale*) were recorded for the first time. The highest activity in drainage structures belongs to *Myotis emarginatus* and *Pipistellus pipistrellus*, and the lowest activity belongs to *Pipistrellus pygmaeus*. Spearman correlation analysis was used to determine the relationship between the size of the drainage structures and bat activity, and accordingly the width of the structure was found to be the determining factor for bat passing. The activity level of the drainage structures in the 'invisible' entrance visibility is quite low compared to the 'visible' ones. Bat activity was detected in all 6 EUNIS habitat types (E1, G1, G3, G5, I1, X18). It has been determined that potential roost, feeding and round-trip habitats play an important role in bat activity. The bat activity level was found to be quite low in the structures with alternative passing structures nearby. These findings suggest that bats are more likely to prefer drainage structures that are wide and visible, with potential roosting habitats in the environment, and linked to guide lines through which they can make a round-trip. It has been evaluated that it is very important in terms of conservation biology to determine the habitats where especially bats show intense activity on the existing and to be built highways, and to construct drainage structures with these characteristics.

Science Code : 20312

Key Words : Phototrap, Ultrasonic sound recording, EUNIS, Culvert, Spearman correlation, Wildlife, Conservation biology

Page Number : 218

Supervisor : Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ

TEŞEKKÜR

Saha çalışmaları ve tez yazım aşamalarının hepsinde yanımda olan; bilgisini ve maddi manevi desteğini esirgemeyen; tez için ilgisini, heyecanını ve hevesini asla kaybetmeyip bu yorucu süreçte hep yanımda olarak yükümü paylaşan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Kullanılan cihazlar için koruyucu metal kılıfların hazırlanmasında yardımcı olduğu için Öğr. Gör. Hakan ÖZDAMAR'a; bazı telefon uygulamaları için emek veren Arş. Gör. Doğan Erhan ERSOY'a; saha çalışmalarının bazı aşamalarında yanımda olan ve manevi desteklerini esirgemeyen Melike ve Merve SEYFE kardeşlere teşekkür ederim.

Bu araştırma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) tarafından 05/2019-10 kodu ile desteklenmiştir. 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 ederim.

Bu süreçte bana inancını kaybetmeyen ve her koşulda destekleyen annem Lütfiye KARAHASAN, babam Günay KARAHASAN, eşim Haşim CAN ve kuzenim Leyla YAĞLI'ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xi

RESİMLERİN LİSTESİ xiii

HARİTALARIN LİSTESİ xviii

SİMGELER VE KISALTMALAR xxiii

1. GİRİŞ 1

2. MATERYAL METOT 45

3. BULGULAR 77

3.1. Birinci Su Kanalı 84

3.2. Altıncı Menfez 88

3.3. On Birinci Menfez 91

3.4. On Üçüncü Menfez 95

3.5. Yirmi Sekizinci Menfez 98

3.6. Otuz Dördüncü Menfez 101

3.7. Otuz Sekizinci Menfez 104

3.8. Kırk Dördüncü Menfez 107

3.9. Elli Beşinci Menfez 110

3.10. Elli Altıncı Menfez 113

3.11. Altmış Altıncı Menfez 116

3.12. Yetmiş Beşinci Menfez 119

Sayfa

3.13. Seksen Beşinci Menfez 122
3.14. Seksen Altıncı Menfez 125
3.15. Doksanıncı Menfez 128
3.16. İkinci Dere Geçişi 131
3.17. Beşinci Su Kanalı 134
3.18. Üçüncü Dere Geçişi 137
3.19. Dördüncü Dere Geçişi 139
3.20. Yüz İkinci Menfez 142
3.21. Yüz Altıncı Menfez 145
3.22. Yüz Sekizinci Menfez 148
3.23. Beşinci Dere Geçişi 151
3.24. Altıncı Dere Geçişi 154
3.25. Yüz On ikinci Menfez 157
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 167
KAYNAKLAR 195
ÖZGEÇMİŞ 217

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 1.1. Gece yapay ışık alanlarıyla ilgili yarasa taksonlarına özgü yanıtlar..... 21

Çizelge 1.2. Türkiye'den kaydedilmiş veya bulunması muhtemel yarasa türlerinin tipik uçuş davranışları ve boylarına göre fonksiyonel gruplarda geçici sınıflandırılması 40

Çizelge 1.3. Alçak ve yüksekten uçan yarasa türler üzerindeki yol etkilerini azaltmak için önlemlerin ve bunların potansiyel etkinliklerinin değerlendirilmesi. . 43

Çizelge 2.1. Saha çalışma dönemleri 45

Çizelge 2.2. Otoyoldaki tüm menfezlerin kriterleri 50

Çizelge 2.3. Otoyoldaki dere geçişleri ve su kanalları girişlerinin açıldığı habitatlar.... 52

Çizelge 2.4. Random UX programı ile rastgele seçilen yapılar..... 53

Çizelge 2.5. Çalışma yapılan drenaj yapılarının konumları..... 55

Çizelge 2.6. Saha çalışmalarında kullanılan malzemeler..... 62

Çizelge 2.7. Fotokapanların aktif dönem çalışma süreleri..... 65

Çizelge 2.8. Yapıların ultrasonik ses çalışmaları için gruplandırılması 66

Çizelge 2.9. Ultrasonik ses kayıt çalışmaları yapılan yapılar 67

Çizelge 2.10. Mobil ses çalışmaları ile ilgili transekt verileri 69

Çizelge 2.11. Çalışma yapılan drenaj yapılarının ebatları 70

Çizelge 2.12. Yapı giriş görünürlükleri 71

Çizelge 2.13. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tipleri ve özellikleri..... 73

Çizelge 2.14. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tiplerinin kapladıkları alanlar 73

Çizelge 3.1. Drenaj yapılarında fotokapan yöntemi ile belirlenen yarasa aktiviteleri.... 77

Çizelge 3.2. Yapı ve transekt çalışmalarında tespit edilen türler..... 78

Çizelge 3.3. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmaları ile belirlenen yarasa aktiviteleri 79

Çizelge 3.4. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmaları ile tespit edilen yarasa türleri ve kayıt sayıları 80

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.5. Drenaj yapılarındaki gece tüneği yoğunluğu 81

Çizelge 3.6. Drenaj yapılarının çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 83

Çizelge 4.1. Çalışmada tespit edilen türlerin koruma statüleri 169

Çizelge 4.2. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı ebatları arasındaki ilişki 175

Çizelge 4.3. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı ebatları arasındaki ilişki..... 175

Çizelge 4 .4. Çalışma yapılan drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi ve aktiviteyi etkileyen özellikler..... 182

Çizelge 4.5. Yapı enine göre türlerin dağılımı..... 185

Çizelge 4.6. Yapı yüksekliğine göre türlerin dağılımı..... 185

Çizelge 4.7. Yapı uzunluğuna göre türlerin dağılımı..... 186

Çizelge 4.8. Transekt çalışmasında tespit edilen türler ile aktivite seviyeleri..... 188

Çizelge 4.9. Tespit edilen türlerin ekolokasyon özellikleri 189

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Kara ve demir yollarının tehdit ettiği hayvan türlerinin IUCN tehlike kategorilerine göre dağılımı. 12

Şekil 1.2. Kara ve demir yollarının etkilediği habitatlar 12

Şekil 1.3. Türkiye'de bulunan karasal habitat tiplerinde kara ve demir yollarının etkilediği hayvanların tür sayıları. 13

Şekil 3.1. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmalarında tespit edilen türler ve aktivite (geçiş) sayıları. 78

Şekil 3.2. Transekt hattında tespit edilen türler ve aktivite sayıları 79

Şekil 3.3. Drenaj yapılardaki yarasa geçiş sayıları 80

Şekil 4.1. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı eni arasındaki ilişki 170

Şekil 4.2. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı eni arasındaki ilişki 171

Şekil 4.3. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı uzunluğu arasındaki ilişki 172

Şekil 4.4. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı uzunluk arasındaki ilişki 172

Şekil 4.5. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı yükseklik arasındaki ilişki 173

Şekil 4.6. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile kesit alanı arasındaki ilişki 173

Şekil 4.7. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile kesit arasındaki ilişki 174

Şekil 4.8. Yapı görünürlüğüne göre fotokapanlardaki yarasa geçiş oranları 176

Şekil 4.9. Yapı görünürlüğüne göre Ultrasonik ses kayıt cihazlarındaki yarasa geçiş oranları 176

Şekil 4.10. Yapı civarındaki ağırlıklı EUNIS habitat tipleri ile yapılardaki yarasa aktivite yoğunlukları 178

Şekil 4.11. Potansiyel tünek alanı sınıflandırmasına göre drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi 179

Şekil 4.12. Potansiyel beslenme ve gidiş dönüş alanı sınıflandırmasına göre drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi 179

Şekil 4.13. Drenaj yapılarındaki kanal sayısına göre yarasa aktivitesi 180

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.14. Drenaj yapısı yakınında alternatif geçiş yapılarının bulunmasına göre yarasa aktivitesi 181

Şekil 4.15. Drenaj yapılarında tespit edilen tür çeşitliliği..... 183

Şekil 4.16. Türlerin tespit edildikleri drenaj yapı sayısı 184

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 1.1. Yolların; yaban hayatı, popülasyonlar ve ekosistemler üzerindeki etkileri.. 11

Resim 1.2. IUCN kırmızı listesinde yolların hayvanlar üzerinde etkilerini anlamak için yapılan taramada kullanılan anahtar kelimeler..... 12

Resim 1.3. Yolların ve trafiğin ekolojik etkilerinin yayıldığı alanı gösteren yol etki bölgesi..... 14

Resim 1.4. Yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki kümülatif ve gecikmeli etkileri..... 23

Resim 1.5. Bir basınç dalgası olan sesin grafiksel gösterimi..... 25

Resim 1.6. Bazı yarasa türlerinin ekolokasyon çağrıları (Nn*: Nyctalus noctula*, Pa: *Plecotus auritus*, Mm: *Myotis mystacinus*, Pp: *Pipistrellus pygmaeus*, Rf: *Rhinolophus ferrumequinum*) 27

Resim 1.7. Uçan böceğe yaklaşma ve yakalama, bir böcek yakalayan *Pipistrellus pipistrellus*'un arama, yaklaşma ve yakalama sinyal dizisi. Ekolokasyon sinyalleri dizisinde, oklar ekolokasyon davranışında aşağıdaki aşamaları gösterir; SP: arama fazı, AP: yaklaşım aşaması, BI: vızıltı I, BII: vızıltı II, P: duraklama. 28

Resim 2.1. Menfez yapısının girişi 47

Resim 2.2. Su kanalı yapısının girişi 47

Resim 2.3. İki girişli dere geçişi yapısının girişi 48

Resim 2.4. Üç girişli dere geçişi yapısının girişi 48

Resim 2.5. Yüksek duvarlı dar kanala sahip menfez..... 50

Resim 2.6. Drenaj yapısının içinin kesilen ağaçlarla kapatılması 54

Resim 2.7. Drenaj yapısının girişinin kapı ile kapatılması..... 54

Resim 2.8. Drenaj yapı girişinin sabit tel örgü ile kapatılması..... 54

Resim 2.9. Drenaj yapısının tavanına metal muhafaza içinde monte edilmiş bir fotokapan 57

Resim 2.10. Metal muhafaza içerisindeki ultrasonik ses kayıt cihazı 57

Resim 2.11. Araçtaki uyarılar..... 58

Resim 2.12. Beklemelerde yola yerleştirilen dubalar..... 58

Resim **Sayfa**

Resim 2.13. Gece yapılan transekt çalışması 59

Resim 2.14. İş sağlığı ve güvenliğine uygun kıyafet kullanımı 59

Resim 2.15. İş sağlığı ve güvenliğine uygun kıyafet kullanımı 59

Resim 2.16. Tel çitlerden geçiş 60

Resim 2.17. Çekiç, şarjlı matkaplar ve şarj aletleri 61

Resim 2.18. Dübeller ve skala 10 cm'lik 61

Resim 2.19. Sıcaklık ve bağıl nemölçer 62

Resim 2.20. Fotokapanların montajı 63

Resim 2.21. Drenaj yapısının orta bölümene yerleştirilen bir fotokapan 63

Resim 2.22. Kartondan uyarı işaretlemesi 64

Resim 2.23. Yapılara metal muhafaza içerisinde yerleştirilen ses kayıt cihazı 66

Resim 2.24. Ultrasonik ses kayıt cihazının ayarı 67

Resim 2.25. Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazı 68

Resim 2.26. Aracın ön camına monte edilen Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazın ve bağlandığı cep telefonu 68

Resim 2.27. Yapı ebatlarının lazer mesafe ölçer ile ölçümü 69

Resim 2.28. Yapı giriş bilgilerinin kaydedilmesi 70

Resim 2.29. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tipleri 72

Resim 2.30. Otoyol güzergâhında tünek habitatlarının önem sınıflandırması 74

Resim 2.31. Otoyol güzergâhında beslenme ve gidiş-dönüş habitatlarının sınıflandırması 75

Resim 2.32. Endoskopi kamerası ile kırlangıç yuvası kontrolü 76

Resim 2.33 Endoskopi kamerası ile yarık kontrolü 76

Resim 3.1. Gece tüneği olarak kullanılan drenaj yapılarında yarasaların tutunma iz ve işaretlerinin belirlendiği zeminler 82

Resim 3.2. Drenaj yapılarındaki gece tüneklerinin altında bulunan yarasa dışkıları 83

Resim 3.3. Birinci su kanalının girişi ve çıkışı 84

Resim **Sayfa**

Resim 3.4. Birinci su kanalındaki *Plecotus macrobullaris* türünün fotokapan görüntüsü 86

Resim 3.5. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis emarginatus*'un sonogramı..... 87

Resim 3.6. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Plecotus macrobullaris'*in sonogramı 87

Resim 3.7. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus euryale*'nin türünün sonogramı 87

Resim 3.8. Altıncı menfezin girişi ve çıkışı..... 88

Resim 3.9. Altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 90

Resim 3.10. On birinci menfezin girişi ve çıkışı 91

Resim 3.11. On birinci menfezdeki yarasa görüntüsü 93

Resim 3.12. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis nattereri'*nin sonogramı..... 94

Resim 3.13. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus ferrumequinum*'un sonogramı 94

Resim 3.14. On birinci menfezde bulunan kalıcı tünekteki yarasa bireyi 94

Resim 3.15. On üçüncü menfezin girişi ve çıkışı 95

Resim 3.16. On üçüncü menfezdeki yarasa görüntüsü 97

Resim 3.17. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis daubentonii*'nin sonogramı 98

Resim 3.18. Yirmi sekizinci menfezin girişi ve çıkışı 98

Resim 3.19. Yirmi sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü..... 100

Resim 3.20. Otuz dördüncü menfezin girişi ve çıkışı 101

Resim 3.21. Otuz dördüncü menfezdeki yarasa görüntüsü..... 103

Resim 3.22. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus hipposideros*'un sonogramı. 104

Resim 3.23. Otuz sekizinci menfezin girişi ve çıkışı..... 104

Resim 3.24. Otuz sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü 106

Resim 3.25. Kırk dördüncü menfezin girişi ve çıkışı 107

Resim 3.26. Kırk dördüncü menfezdeki *Plecotus* sp. türüne ait fotokapan görüntüsü... 109

Resim 3.27. Elli beşinci menfezin girişi ve çıkışı..... 110

Resim **Sayfa**

Resim 3.29. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Miniopterus schreibersii* türünün sonogramı 113

Resim 3.30. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus pygmaeus* türünün sonogramı 113

Resim 3.31. Elli altıncı menfezin girişi ve çıkışı 114

Resim 3.32. Elli altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 116

Resim 3.33. Altmış altıncı menfezin girişi ve çıkışı 117

Resim 3.34. Altmış altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 119

Resim 3.35. Yetmiş beşinci menfezin girişi ve çıkışı 120

Resim 3.36. Yetmiş beşinci menfezdeki yarasa görüntüsü 122

Resim 3.37. Seksen beşinci menfezin girişi ve çıkışı 123

Resim 3.38. Seksen beşinci menfezdeki yarasa görüntüsü 125

Resim 3.39. Seksen altıncı menfezin girişi ve çıkışı 126

Resim 3.40. Seksen altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 128

Resim 3.41. Doksanıncı menfezin girişi ve çıkışı 129

Resim 3.42. Doksanıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 131

Resim 3.43. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus pipistrellus*'un sonogramı 131

Resim 3.44. İkinci dere geçişinin girişi ve çıkışı 132

Resim 3.45. Beşinci su kanalının girişi ve çıkışı 134

Resim 3.46. Beşinci su kanalındaki yarasa görüntüsü 136

Resim 3.47. Üçüncü dere geçişinin girişi ve çıkışı 137

Resim 3.48. Dördüncü dere geçişinin girişi ve çıkışı 140

Resim 3.49. Dördüncü dere geçişindeki *Plecotus* sp. fotokapan görüntüsü 142

Resim 3.50. Yüz ikinci menfezin girişi ve çıkışı 143

Resim 3.51. Yüz ikinci menfezdeki *Plecotus* sp. fotokapan görüntüsü 145

Resim 3.52. Yüz altıncı menfezin girişi ve çıkışı 146

Resim 3.53. Yüz altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü 148

Resim **Sayfa**

Resim 3.54. Yüz sekizinci menfezin girişi ve çıkışı 149

Resim 3.55. Yüz sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü..... 151

Resim 3.56. Beşinci dere geçişinin girişi ve çıkışı 152

Resim 3.57. Beşinci dere geçişindeki yarasa görüntüsü 154

Resim 3.58. Atıncı dere geçişinin girişi ve çıkışı 155

Resim 3.59. Atıncı dere geçişindeki yarasa görüntüsü 157

Resim 3.60. Yüz on ikinci menfezin girişi ve çıkışı 158

Resim 3.61. Yüz on ikinci menfezdeki yarasa görüntüsü..... 160

Resim 3.62. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Eptesicus serotinus*'un sonogramı..... 160

Resim 3.63. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Hypsugo savii*'nin sonogramı..... 161

Resim 3.64. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis myotis*'in sonogramı 161

Resim 3.65. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Nyctalus leisleri*'nin sonogramı 161

Resim 3.66. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Nyctalus noctula*'nın sonogramı 162

Resim 3.67. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus kuhlii*'nin sonogramı..... 162

Resim 3.68. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Tadarida teniotis*'in sonogramı..... 162

HARİTALARIN LİSTESİ

Harita **Sayfa**

Harita 1.1. Avrupa'daki Biyocoğrafik bölgeler. 2

Harita 1.2. Avrupa'da işaretlenmiş tüm yarasa türlerinin belgelenmiş uzun mesafe hareketlerinin özeti..... 5

Harita 2.1. Otoyolda belirlenen tüm drenaj yapıları ve çalışma güzergâhı 46

Harita 2.2. Otoyoldaki sınıflandırılan drenaj yapılarının konumları49

Harita 2.3. Otoyolda çalışma yapılan drenaj yapıları 56

Harita. 3.1. Birinci su kanalı çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 85

Harita. 3.2. Birinci su kanalı çevresindeki potansiyel tünek habitatları 85

Harita. 3.3. Birinci su kanalı çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 86

Harita 3.4. Altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 89

Harita 3.5. Altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 89

Harita 3.6. Altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 90

Harita 3.7. On birinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 92

Harita 3.8. On birinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 92

Harita 3.9. On birinci menfez çevresindeki beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 93

Harita 3.10. On üçüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 96

Harita 3.11. On üçüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 96

Harita 3.12. On üçüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 97

Harita 3.13. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 99

Harita 3.14. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 99

Harita 3.15. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 100

Harita 3.16. Otuz dördüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 102

Harita 3.17. Otuz dördüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 102

Harita **Sayfa**

Harita 3.18. Otuz dördüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 103

Harita 3.19. Otuz sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 105

Harita 3.20. Otuz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 105

Harita 3.21. Otuz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 106

Harita 3.22. Kırk dördüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 108

Harita 3.23. Kırk dördüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 108

Harita 3.24. Kırk dördüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 109

Harita 3.25. Elli beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 111

Harita 3.26. Elli beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 111

Harita 3.27. Elli beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 112

Harita 3.28. Elli altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 114

Harita 3.29. Elli altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 115

Harita 3.30. Elli altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları 115

Harita 3.31. Altmış altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 117

Harita 3.32. Altmış altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 118

Harita 3.33. Altmış altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 118

Harita 3.34. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 120

Harita 3.35. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 121

Harita 3.36. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 121

Harita 3.37. Seksen beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 123

Harita 3.38. Seksen beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 124

Harita 3.39. Seksen beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 124

Harita **Sayfa**

Harita 3.40. Seksen altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 126

Harita 3.41. Seksen altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 127

Harita 3.42. Seksen altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 127

Harita 3.43. Doksanıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 129

Harita 3.44. Doksanıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 130

Harita 3.45. Doksanıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 130

Harita 3.46. İkinci dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 132

Harita 3.47. İkinci dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları 133

Harita 3.48. İkinci dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 133

Harita 3.49. Beşinci su kanalı çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 135

Harita 3.50. Beşinci su kanalı çevresindeki potansiyel tünek habitatları 135

Harita 3.51. Beşinci su kanalı çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 136

Harita 3.52. Üçüncü dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri 138

Harita 3.53. Üçüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları 138

Harita 3.54. Üçüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 139

Harita 3.55. Dördüncü dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri 140

Harita 3.56. Dördüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 141

Harita 3.57. Dördüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 141

Harita 3.58. Yüz ikinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 143

Harita 3.59. Yüz ikinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 144

Harita 3.60. Yüz ikinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 144

Harita 3.61. Yüz altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 146

Harita **Sayfa**

Harita 3.62. Yüz altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 147

Harita 3.63. Yüz altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 147

Harita 3.64. Yüz sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri 149

Harita 3.65. Yüz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 150

Harita 3.66. Yüz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 150

Harita 3.67. Beşinci dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri 152

Harita 3.68. Beşinci dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 153

Harita 3.69. Beşinci dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 153

Harita 3.70. Atıncı dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 155

Harita 3.71. Atıncı dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları..... 156

Harita 3.72. Atıncı dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 156

Harita 3.73. Yüz on ikinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri..... 158

Harita 3.74. Yüz on ikinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları 159

Harita 3.75. Yüz on ikinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları..... 159

Harita 3.76. Transekt hat çalışmasında *Eptesicus serotinus* kaydedilen noktalar 163

Harita 3.77. Transekt hat çalışmasında *Hypsugo savii* kaydedilen noktalar..... 163

Harita 3.78. Transekt hat çalışmasında *Miniopterus schreibersii* kaydedilen noktalar.. 163

Harita 3.79. Transekt hat çalışmasında *Myotis myotis ve Myotis* sp. kaydedilen noktalar..... 164

Harita 3.80. Transekt hat çalışmasında *Nyctalus leisleri* kaydedilen noktaları 164

Harita 3.81. Transekt hat çalışmasında *Nyctalus noctula* kaydedilen noktalar 164

Harita 3.82. Transekt hat çalışmasında *Pipistrellus kuhlii* kaydedilen noktalar..... 165

Harita 3.83. Transekt hat çalışmasında *Pipistrellus pipistrellus* kaydedilen noktalar.... 165

Harita **Sayfa**

Harita 3.84. Transekt hat çalışmasında *Plecotus macrobullaris* kaydedilen noktalar.... 165

Harita 3.85. Transekt hat çalışmasında *Tadarida teniotis* kaydedilen noktalar..... 166

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
m	Metre
cm	Santimetre
km	Kilometre
m²	Metrekare
km^2	Kilometrekare
dB	Desibel
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
CO_2	Karbondioksit
Pa	Pascal
dk.	Dakika

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AB	Avrupa Birliği
ETP	Enerji Teknolojisi Perspektifleri
ÇED	Çevresel Etki Değerlendrimesi
EUROBAT	Avrupa Yarasa Nüfusunun Korunması anlaşması
EUNIS	Avrupa Doğa Bilgi Sistemi
IUCN	Uluslararası Doğayı Koruma Birliği
IEA	Uluslararası enerji ajansı

1. GİRİŞ

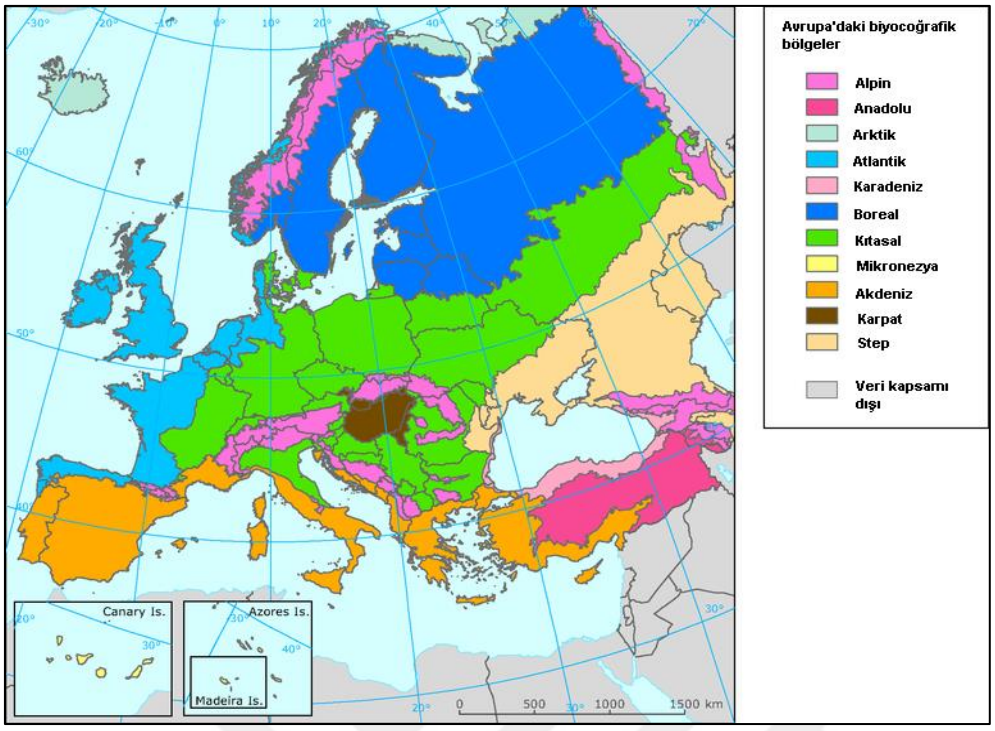
Yarasalar (Chiroptera), memeliler içindeki en büyük monofiletik gruplardan biridir. Yarasalar, morfolojilerine ve davranışlarına göre Megachiroptera ve Microchiroptera olarak iki alt takıma ayrılırlar. Son zamanlarda ise bazı araştırmacılar, yarasaları morfolojik, moleküler ve fosil kanıtlarına göre sınıflandırarak Yinpterochiroptera ve Yangochiroptera alt takımlarını önermişlerdir. Yarasalar, 20 familya altında toplanmıştır ve yaşayan memeli türlerinin yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır (Kunz ve Fenton, 2003; Lei ve Dong, 2016).

Yarasalar, Dünya üzerinde en yaygın dağılıma sahip karasal memelilerdir; yaklaşık 1400 kadar türüyle memelilerin beşte birini oluştururlar. En güncel tür sayısı 1445 olarak verilmektedir (American Society of Mammalogists, 2021).

Bilenen en eski yarasa fosilleri yaklaşık 50 milyon yaşında olup bugün var olan yarasa türlerine çok benzemektedir. Yarasalar, yaklaşık 65 milyon yıl önce Geç Kretase /Erken Paleosen'de ortaya çıkan ve Eosen'de hızlı bir radyasyon etkisinde kalan eski ve çok çeşitliliğe sahip bir gruptur. Bununla birlikte, yarasaların en yakın memeli akrabalarıyla tam evrimsel ilişkisi; uçuşları ile ilişkili benzersiz morfolojik özellikleri, ara formların eksikliği ve zayıf fosil kaydı nedeniyle iyi anlaşılamamıştır (Teeling ve diğerleri, 2005).

Uçma yetenekleri, yarasaların dünyanın büyük bölümüne dağılabilmelerini sağlamaktadır. Yarasalar, ağaçların büyümediği kuzey ve güney yarım kürelerin soğuk kısımları veya bazı okyanus adaları hariç çoğu karasal habitatta bulunurlar. Besin kaynağı çeşitliliğinin ve bolluğunun fazla olması nedeniyle ılıman bölgelerden ekvatora doğru gidildikçe tür sayısı da artmaktadır. Yarasalar Avrupa'daki en fazla tür çeşitliliğine sahip ikinci memeli grubudur (Mitchell-Jones ve diğerleri, 1999). Alan, enlem ve sıcaklık aralığı bir bölgenin yarasa tür çeşitliliğindeki önemli faktörlerdir (Ulrich ve diğerleri, 2007).

Avrupa yarasa türlerinin daha sıcak olan Akdeniz'den daha soğuk Boreal ve Alpin bölgelerine kadar tüm büyük biyocoğrafik bölgeleri kapsayan yaygın bir dağılımı vardır (Harita 1.1) (Barova ve diğerleri, 2018).



Harita 1.1. Avrupa'daki Biyocoğrafik bölgeler (Barova ve diğerleri, 2018).

Microchiroptera ve bazı Megachiroptera türleri, eko üretmek için ultrasonik sesler yayarlar. Bu ekoların ses yoğunluğu subglottik basınca bağlıdır. Yarasaların krikotiroid kası, önemli bir fonksiyon olan oryantasyon nabız frekansını kontrol eder. Bu kas larinksin içinde bulunur ve ses üretimine yardımcı olabilecek tek tensör (geren) kasıdır (Suthers ve Fattu, 1973).

Yarasalar, giden çağrıları geri dönen yankılarla karşılaştırarak, beyin ve işitsel sinir sistemi yardımıyla çevresinin ayrıntılı görüntülerini ortaya çıkarabilirler. Bu, yarasaların avlarını karanlıkta tespit etmelerini, yerini belirlemelerini ve avı sınıflandırmalarını sağlar. Yarasa çağrıları havadaki yüksek frekanslı seslerden bazılarıdır ve yoğunluğu 60 ila 140 desibel arasında değişebilir (Surlykke ve Kalko, 2008).

Microchiroptera türleri ses üretmek için larinksi kullanırlar ve sesleri ağızdan, bazen de burundan yayarlar. Burundan ses yayma en çok nal burunlu yarasalarda (*Rhinolophus* spp.) görülmektedir (R. Müller, 2004).

Popüler mitolojinin aksine, kör yarasa yoktur ve görme yeteneği birçok yarasa için bir zamanlar düşünülenden daha önemlidir (Klinkenberg, 2018). Çoğu sadece düşük

seviyelerde ışığı tespit edebilirler. Megachiroptera türleri genellikle insan görüşünden daha iyi olmasa da görme yeteneğine sahiptir. Görme yetileri, bazı renkleri görmek de dâhil olmak üzere hem gece hem de gün ışığına uyarlanmıştır (D. Wang ve diğerleri, 2003).

Çoğu yarasa homeotermiktir (sabit bir vücut sıcaklığına sahiptir), istisna olarak Vespertilionidae, Rhinolophidae, Molossidae ve Miniopteridae familyaları vücut ısısının değişebileceği yerlerde heterotermi kullanırlar (Nowack ve diğerleri, 2017).

Diğer memelilere kıyasla yarasalar yüksek bir termal iletkenliğe sahiptir. Kanatlar kan damarlarıyla doludur ve açıldığında vücut, ısıyı kaybetmeye başlar. Dinlenirken bir sıcak hava tabakası sağlayabilmek için kanatlarını kendi vücut çevrelerine sararlar. Daha küçük yarasaların, genellikle büyük yarasalardan daha yüksek metabolik hıza sahip olmaları, ısılarını korumak için daha fazla besin tüketmelerine neden olmaktadır (Altringham, 2011).

Torpor (uyuşukluk hali), aktivitenin azaldığı, buna bağlı olarak da vücut sıcaklığının ve metabolizman hızının düşürüldüğü bir durumdur. Yarasalar aktifken büyük miktarda enerji kullandıkları, sürekliliği güvenli olmayan bir besin kaynağına bağlı oldukları ve sınırlı yağ depolama kabiliyetine sahip oldukları için (özellikle Mikrochiroptera için) uyuşukluk hali olumlu bir özelliktir. Bu durumda, vücut sıcaklıklarını genellikle 6-30 °C'ye düşürürken harcadıkları enerjiyi %50 ile %99 oranında azaltabilirler. Microchroptera türlerinin yaklaşık %97'si uyuşukluk halini kullanmaktadır (Geiser ve Stawski, 2011).

Yarasa türleri böcek, nektar, polen, meyve ve hatta omurgalılar gibi farklı besin kaynaklarını kullanmaktadırlar. Megachiroptera türleri çoğunlukla meyve, nektar ve polen kaynaklarından beslenirler (Schwab ve Pettigrew, 2005). Microchiroptera türleri ise küçük boyutları, yüksek metabolizma hızları ve uçuş sırasında fazla enerji harcamaları nedeniyle çok miktarda besin tüketmektedirler. Bu böcekçil yarasalar vücut ağırlığının %120'sinden fazla böcek yiyebilirken meyve yiyen yarasalar ağırlıklarının iki katından fazlasını yiyebilmektedirler (Fenton ve Simmons, 2014).

Yarasalar, uçarken baykuşlar, şahinler ve atmacalar gibi yırtıcı kuşların; tünerken de kediler gibi tırmanabilen karasal yırtıcıların avı olmaktadır (Rydell ve Speakman, 1995). Bazı yılanların da yarasa avladıkları bilinmektedir (Esbérard ve Vrcibradic, 2007).

Bazı yarasalar yalnız, bazıları da çeşitli büyüklüklerde koloniler halinde yaşarlar. Çoğu yarasa türünde dişiler yavrularını ortaklaşa yetiştirmek için annelik kolonileri oluşturmaktadırlar. Erkek bireyler ise ya yalnızdır ya da dişi veya erkek gruplarına katılırlar. Sadece birkaç türde her iki cinsiyet de yalnızdır ve sadece çiftleşmek için buluşurlar. Birçok ılıman bölgede yarasa türünün yetişkin erkekleri bu kategoriye girmektedir. Yalnız olan dişiler ise yarasalar arasında nadirdir. Birçok böcekçil yarasa, birkaç milyon kadar birey içeren büyük koloniler oluşturabilirler (Kerth, 2008). Çoğu yarasa türü diğer memelilerde olduğu gibi poligamdır veya seçici değildir (Murray ve Fleming, 2008).

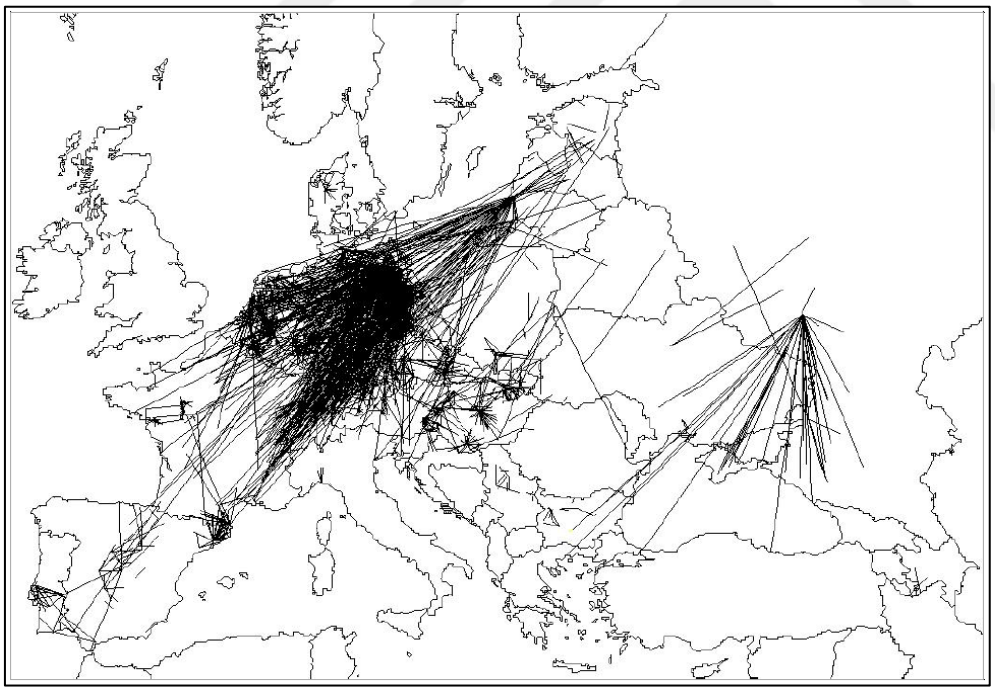
Yarasaların üremesi diğer memelilere göre oldukça dikkat çekicidir. Ilıman iklim bölgelerinde yaşayan yarasalar yaz sonu ve sonbahar başında çiftleşirler (Altringham, 2011). Çiftleşmeden sonra erkek, diğer erkeklerin spermlerini engellemek için bir çiftleşme tıkacı bırakabilir (McCracken ve Wilkinson, 2000). Dişi yarasalar doğumu, en bol gıda ve uygun ekolojik şartların olduğu döneme denk getirmek için çeşitli stratejiler kullanır. Bunlar genellikle bir çeşit üreme gecikmesi şeklindedir. Üreme gecikmeleri üreme döngüsünü kesintiye uğratır, böylece çiftleşme ve doğum arasındaki süreyi ya gebelik süresini artırarak ya da gebe kalmayı geciktirerek sağlarlar (Racey ve Entwistle, 2000).

Ilıman enlemlerde iklim kış ve yaz arasında önemli ölçüde değişir ve bundan dolayı yarasaların çoğalmasında mevsimsellik belirgindir (Tuttle ve Stevenson, 1982). Ilıman enlemlerde böcek mevcudiyeti mevsimsel olarak kısıtlanmaktadır; böcekler yaz aylarında oldukça bol bulunurken kışın uzun süre boyunca olmamaları yarasa aktivitesini sınırlar. Böcek sayıları, sıcaklıklar arttıkça ilkbaharda (kuzey enlemlerinde mart, nisan) kademeli olarak artar, yaz ortasında (temmuz, ağustos) zirveye çıkar ve daha sonra sonbaharda (eylül, ekim) azalır. Ilıman bölgelerde, yarasaların üreme aktiviteleri bu nedenle iklim ve böcek mevcudiyetine bağlı olarak düzenlenir (Wilson, 1979: 317, 378). Yaz ortasında doğum meydana gelir ve ardından hızlı bir büyüme dönemi başlar (Kunz ve Stern, 1995). Çoğu yarasa türünde dişiler, her yavrulama döneminde tek bir yavru taşır ve doğururlar (Kunz ve Fenton, 2003).

Yarasaların maksimum ömrü, benzer büyüklükteki diğer memelilerden üç buçuk kat daha uzundur. Bazı türlerin doğada 30 yıldan fazla yaşadığı kaydedilmiştir (Wilkinson ve South, 2002).

Yarasalar kuşlarınkine benzer uçuş kabiliyetine sahip olan tek memeli grubudur. Kanatların gelişmesi ve bir dizi diğer anatomik ve fizyolojik adaptasyon, yarasaların uçması için gerekli olan süzülme, asılı durma ve kanat çırpma hareketlerini yapmasını sağlar. Bu uçuş tiplerinin çoğu yem arama, avlanma, tünek değiştirme veya sosyal davranışlar sırasında kısa mesafelerde kullanılır. Yarasa türlerinin çoğu yerleşiktir, fakat özellikle ılıman iklim bölgelerinde yaşayan bazı yarasalar yıllık uzun mesafeli uçuşlar gerçekleştirmektedir (Hutterer ve diğerleri, 2005).

Şu ana kadar yapılan çalışmalar göre Avrupa'da 32 türün göç ettiği tespit edilmiştir. Avrupa'da yaşayan ancak göç yapıp yapmadığı ile ilgili çalışma olmayan türler de bulunmaktadır. Avrupa'da 23 ülkede kapsamlı yarasa göç izleme çalışmaları yapılmıştır. Andorra, Gürcistan, Makedonya, Monako, San Marino, Vatikan ve Türkiye'de göç kayıtları konusunda çalışma yapılmadığı için herhangi bir veri mevcut değildir (Harita 1.2) (Hutterer ve diğerleri, 2005).



Harita 1.2. Avrupa'da işaretlenmiş tüm yarasa türlerinin belgelenmiş uzun mesafe hareketlerinin özeti (Hutterer ve diğerleri, 2005).

Uzun mesafe göçenler kategorisinde *Nyctalus leisleri*, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus nathusii* ve *Vespertilio murinus* türleri bulunmaktadır. Bu türler düzenli olarak yaz üreme alanlarından kış habitatına, gidiş dönüş için toplam 3 000-4 000 km uçmaktadır. Bölgesel

göçmenler ise *Barbastella barbastellus, Eptesicus nilssonii, E. serotinus, Myotis blythii, M. brandtii, M. capaccinii, M. dasycneme, M. daubentonii, M. myotis, M. mystacinus, Pipistrellus pipistrellus* ve *Miniopterus schreibersii* türleridir. Bu türler birkaç yüz kilometrelik mevsimsel göçler yaparlar, fakat aynı zamanda 800 km'ye kadar mesafelerde dağılır veya zorunlu olmayan göçler yaparlar. Yerleşik olanlar ise *Rhinolophus blasii, R. euryale, R. ferrumequinum, R. hipposideros, R. mehelyi, Myotis bechsteinii, M. emarginatus, M. nattereri, Pipistrellus kuhlii, Plecotus auritus, P. austriacus, P. teneriffae* ve *Tadarida teniotis* türleridir. Bu türler onlarca kilometre aralığındaki tünekler arasında hareket eder ve 100 km'den fazla mesafelere dağılır veya göç ederler (Hutterer ve diğerleri, 2005).

Yarasalar küresel biyolojik çeşitlilik değerlerinin yanı sıra hem ekonomik hem de ekolojik değere sahip ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Gececi böceklerin birincil tüketicisi olan yarasalar tarımsal böcek zararlılarını tüketmektedir. Bu şekilde sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde bile tarım endüstrisine yıllık hizmetlerinin milyarlarca dolar olduğu tahmin edilmektedir. Deneysel çalışmalar, yarasaların hem ılıman hem de tropik bölgelerde bir dizi tarımsal alanda mahsul hasarını azalttığını, yarasaların mahsul zararlılarını tüketerek tarımsal ekonomilere nicel bir değer sunduğunu göstermiştir. Nektarla ve meyve ile beslenen yarasalar ise bitkileri tozlaştırarak ve tohumları dağıtarak ekosistem hizmetleri gerçekleştirirler (Frick ve diğerleri, 2019). Çok az tür ise kurbağa, kertenkele, balık, kan, kuş veya diğer memeliler ile beslenirler (van der Ree ve diğerleri, 2015).

Türkiye, Palearktik zoocoğrafik bölgesinin Batı Palearktik alt bölgesinde yer almaktadır. Bu coğrafik bölge İran-Turan, Doğu Akdeniz ve Avrupa-Sibirya provinslerinin birleştiği yerdedir ve buna bağlı olarak da topoğrafik, iklimsel ve ekolojik olarak farklılıklara sahiptir. Bu farklılıklar Türkiye biyoçeşitliliğini zenginleştirmektedir. Diğer gruplarda olduğu gibi yarasa çeşitliliği de zengindir. Akdeniz bölgesinin biyocoğrafyası, sadece bölgenin farklı alanlarının büyük ölçüde çeşitlenmiş özellikleri nedeniyle ilgi çekici değil, aynı zamanda Batı Palearktikteki tüm biyoçeşitlilik için bir sığınak bölge olması ve Orta Avrupa çağdaş topluluklarının geçmiş gelişimini yöneten tarihi ve evrimsel yolları anlamak için de kilit bir bölge olarak ilgi çekicidir (Benda ve Horáček, 1998).

Türkiye yarasa faunası konusundaki ilk bilgiler Danford ve Alston (1877 ve 1880), Dobson (1878) ve Doria (1887) gibi araştırıcılar tarafından verilmiştir. Türk araştırıcılarının yarasalar konusunda ilk makalesi Sadoğlu (1953) tarafından yayınlanmıştır. Sonrasında,

1960’lı yılların başlangıcında, Türk araştırıcılardan Melahat Çağlar ve yabancı birçok araştırıcı Türkiye yarasaları konusunda münferit çalışmalar yayınlamıştır (Benda ve Horáček, 1998).

Türkiye yarasaları konusunda en fazla çalışma yapan Türk araştırıcı Prof. Dr. İrfan Albayrak olmuştur. Ayrıca, Karataş, Baydemir ve Yorulmaz da Türkiye yarasa faunasına önemli katkılarda bulunmaktadır (Albayrak, 1985, 2003, 2013, 2017; Albayrak ve diğerleri, 2008; Albayrak ve Aşan, 1999; Aşan ve diğerleri, 2010; Baydemir, 2014; Baydemir ve Albayrak, 2006; Benda ve Karataş, 2005; Dietz ve diğerleri, 2005; Karataş ve diğerleri, 2003; Karataş ve Özgül, 2003; Karataş ve Sözen, 2004, 2006). Türkiye yarasa faunası ile ilgili çalışmalara göre hazırlanan IUCN Kırmızı Liste değerlendirmesinde Türkiye’de 5 familyadan 14 cinse ait 39 türün dağılım gösterdiği belirtilmektedir (IUCN, 2021).

Yollar, insanların ve malzemelerin hareketi için insanlar tarafından yapılan çevre üzerindeki taşıyıcı koridorlarıdır. Karayolu sistemleri, uzunlukları ve işgal ettikleri alan bakımından oldukça geniştir ve çoğu karasal peyzaja ve habitatlara yayılır (A. F. Bennett, 1991).

Yollar binlerce yıldır var olmuş ve uzun zamandır insanlar, hayvanlar veya taşımada kullanılan araçlar tarafından kullanılmıştır. Yirminci yüzyılda, motorlu araçların sayısındaki büyük artış ve daha büyük hareket ölçeği yol sistemleri ağında önemli bir genişlemeye neden olmuştur. Yollar ve motorlu ulaşım, dünyanın birçok yerinde yaşama biçiminin ayrılmaz bir parçası olmuş ve günümüz teknolojik uygarlığının özelliği olan yüksek iletişim ve mobilite düzeyine önemli katkılarda bulunmaktadır (A. F. Bennett, 1991).

Küresel hareketlilikteki büyümenin enerji ve emisyonların ötesinde sonuçları olacaktır. IEA (Uluslararası Enerji Ajansı) analizi, önümüzdeki 40 yıl içinde küresel yolcu ve yük seyahati büyüdükçe ulaşım sektöründeki altyapının (karayolu ve demiryolu) 2050'ye kadar önemli ölçüde artması gerektiğini göstermektedir. ETP (Enerji Teknolojisi Perspektifleri) 2012 analizinde 4 DS (4 °C artış) senaryosuna göre, 2050 yılına kadar dünyada yaklaşık 25 milyon kilometre asfaltlı yol şeridi ve 335 bin kilometre demiryolu güzergâhı veya 2010 yılına göre karayolu ve demiryolu miktarında %60 artış olması beklenmektedir (Dulac, 2013) .

2019 yılı verilerine göre ülkemizde, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı kontrolünde toplam 68 170 km'lik yol ağı bulunmaktadır. Bunların 2 969 km'si otoyol, 31 008 km'si devlet yolu ve 34 193 km'lik bölümü ise il yoludur (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2019)

Yolun, toprak işi sonunda, daha önceden belirlenmiş kot ve enkesit şekline getirilen kısmına altyapı denir. Altyapı yolun esas taşıyıcı kısmıdır. Altyapının taşıyıcılık görevini iyi şekilde yapabilmesi için üzerine başka tabakaların da inşa olunması zorunluluğu vardır. Köprü, viyadük, tünel, menfez, drenaj tesisleri ve istinat duvarı gibi sanat yapıları da altyapı içine girer (Yayla, 2004).

Yol altyapısını oluşturan sanat yapıları çeşitli amaçlar için inşa edilmektedir. Drenaj, yeraltı ve yüzeysel suların yol gövdesine zarar vermeden uzaklaştırılmasıdır. Karayolu drenajı, yüzeysel drenaj yapıları ve yüzey altı drenaj yapıları olmak üzere iki farklı şekilde tasarlanmaktadır. Yüzeysel drenaj tasarımı, yol tasarımının önemli bir aşaması olup, yağışla akışa geçen doğal dere yataklarının (kuru derelerin) yolu kesmesi durumunda, yağıştan dolayı yüzeysel akışa geçen yağmur sularının yola zarar vermeden yolun altından geçirilmesi amacıyla yapılan drenaj yapılarına menfez denilmektedir. Menfezler, inşası yapılacak yol yapısı ile akım çizgileri kesilen mecra, dere ve akarsulardaki akışı uygun şekilde devam ettirmek ve mücavir alanlardan yola gelecek her türlü suyu, yolun işletme süresi boyunca yerine getireceği fonksiyonu zedelemeyecek şekilde yoldan geçirerek uzaklaştırmak için yerel trafik ile yaya ve hayvan geçişleri için yol gövdesi altında inşa edilen ve açıklığı 10 metreye kadar olan sanat yapılarıdır (KGM, 2005).

Karayolundaki hidrolik yapılar, suyolunun yapısı, eğimi, suyun debisi, hızı gibi kriterlere göre 5 farklı tipte inşa edilmektedir. Fazla yüksek olmayan dolgu altlarında kullanılan boru menfezler (büzler), beton veya betonarme olarak daire kesitli ya da sepetkulpu şeklinde dökülürler. Kırılma ve çatlamaları kolay olduğu için yüksek dolgularda kullanılmazlar. Kutu menfezler, serbest açıklıktan 1,00-1,50-2,00-2,50-3,00 m ve serbest yükseklikleri de 0,60-1,00-1,50-2,00-3,00 m olan, her iki ucunda kanat duvarları bulunan kutu kesitli, betonarme menfezlerdir. Kemerli menfezler, büzler ve kutu menfezler belli bir dolgu yüksekliğine kadar kullanılabildiklerinden yüksek dolgular altında kemerli menfezler uygulanır. Bu menfezler kagir veya beton kemerli olurlar. Üzerindeki dolgu yüksekliğine, geçireceği debiye ve taban eğimine göre boyutları belirlendikten sonra önceden hazırlanmış olan tiplere göre inşa edilirler. Tabliyeli menfezler (Standart köprüler), beton veya kagir kenar ayaklar

ve ricat duvarları ile üst tahliyeden oluşurlar. Bu menfezler için açıklıkları 1,20 m ile 15,70 m arasında değişen muhtelif tip projeler geliştirilmiştir. Açıklık, adedi ne olursa olsun iki kenar ayak mesnedi arasındaki mesafe 8 m'den küçük ise tabliyeli menfez, 8 m'den büyük ise köprü olarak isimlendirilir (Yayla, 2004).

Yol Ekolojisi terimi ilk kez 22 yıl önce bilim dergilerinde yayınlanan makalelerde kullanılmıştır (Forman, 1998; Forman ve Alexander, 1998). Bu disiplinin amacı yollar, trafik ve çevre arasındaki etkileşimleri anlamaktır (Forman, 1998; Forman ve diğerleri, 2003). Yol ekolojisi, yaban hayatı-araç çarpışmaları, yoldan kaçınma, peyzaj bağlantıları, habitat parçalanması, bariyer etkileri, biyolojik istila yolları, kirlilik ve hayvan davranışlarındaki değişiklikler gibi çeşitli araştırma alanlarını kapsamaktadır (Forman ve Alexander, 1998; Trombulak ve Frissell, 2000). Yol Ekolojisi ayrıca etki azaltma önlemlerinin (yaban hayatı geçiş yapıları gibi) etkinliği ve potansiyel faydaların araştırılması ile de ilgilenmektedir (D'Amico ve diğerleri, 2018).

Yol ekolojisi, çok disiplinli ve çok ortaklı çaba gerektiren yolların yönetimi ve tasarımında nispeten yeni bir konudur. Entegrasyon, ulaşım planlamacıları, ekologlar ve mühendislerin tasarımları hazırlamasını gerektirirken, politika ve karar vericiler gelişmekte olan bir disiplinin devam eden bir yol iyileştirme sürecine de (planlama, tasarım, inşaat ve işletme/bakım) uygulanmasını kolaylaştırır (Smith ve Stevenson, 2014).

Dünyadaki ekonomik ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak yapılmış mevcut yollar, yeni yol inşaatları ve bu yollar üzerindeki araç trafiği hızla artmaktadır. Yollar ve trafik, yaban hayatı popülasyonlarını ve peyzajı önemli ölçüde etkileyebilir. Bu etkiler inşaat sırasında başlayabilir ve yol çalışır durumda olduğu sürece veya etkiler hafifletilene kadar devam edebilir. Etkilerin çoğunluğu tipik olarak zararlıdır ve yeterince şiddetli ise yerel yok olma riskinde artışla birlikte yaban hayatı popülasyonlarının boyutunu azaltabilir (van der Ree ve diğerleri, 2015).

Yollar, doğayı hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkiler. Peyzaj içindeki yolların fiziksel varlığı yeni habitat kenarları oluşturur, hidrolojik dinamikleri değiştirir, doğal süreçleri ve habitatları bozar. Yol bakımı ve trafik, çevreyi çeşitli kimyasal kirleticiler ve gürültü ile kirletir. Buna ek olarak, altyapı ve trafik, uçamayan karasal hayvanların çoğunun dağılımını engeller ve araç trafiği yılda milyonlarca hayvanın ölümüne neden olur. Çeşitli biyotik ve

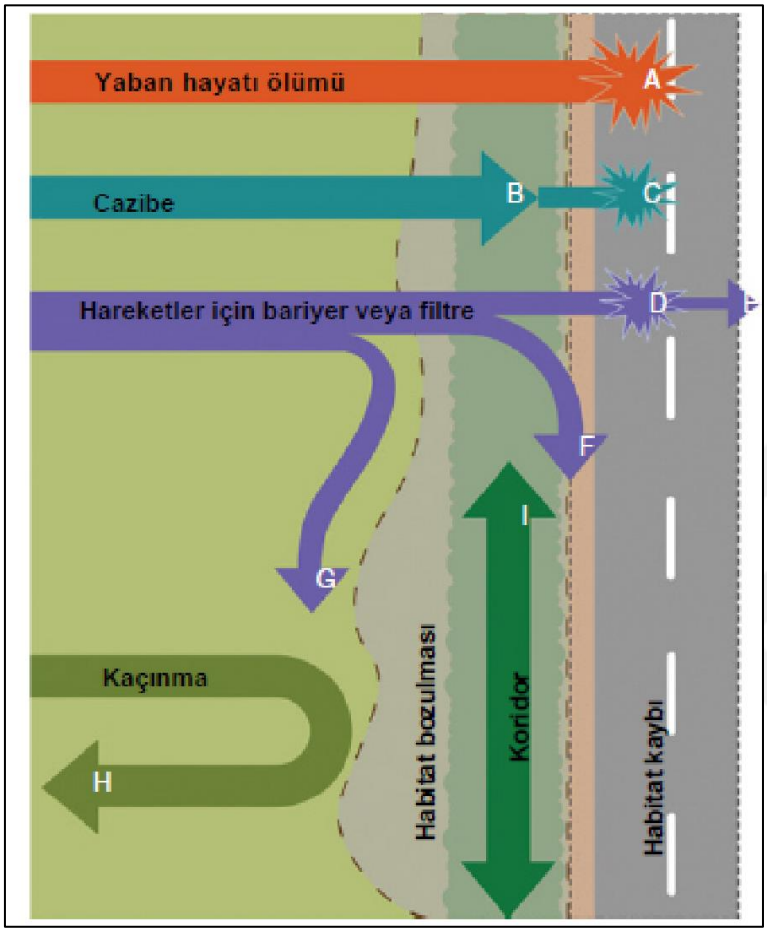
abiyotik faktörler farklı ölçeklerde sinerjik bir şekilde çalışır ve sadece yaban hayatı habitatında genel bir kayıp ve izolasyona neden olmaz, aynı zamanda peyzajı tam anlamıyla böler (Seiler, 2001).

Yolların yaban hayatı üzerindeki birincil ekolojik etkileri 5 ana grup altında toplanabilir (A. F. Bennett, 1991; van der Ree ve diğerleri, 2015; Zande ve Vos, 1984).

1. Habitat kaybı: Kara ve demiryollarının inşası her zaman doğal habitatlarda net habitat kaybına neden olur ve yol kenarındaki habitatlar bozulur. Arazide altyapıdan dolayı oluşan fiziksel bir istila, genel olarak habitat parçalanmasına katkıda bulunur. Bu da rahatsızlığa ve bariyer etkisinin artmasına neden olur.
2. Rahatsızlık: Yollar ve trafik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak çevreyi rahatsız eder ve kirletir. Sonuç olarak birçok bitki ve hayvan türü için, yolun kendisinden çok daha geniş alanlardaki habitatların uygunluğunu değiştirir.
3. Koridor: Yolun kendisi ve yol kenarlarındaki sığınaklar yeni yaşam alanları sağlayabilir veya doğal yaşam için hareket koridorları oluşturabilir. Yolun bu yararlı etkisinin yönetimi ve tasarımı daha geniş bir peyzaja uygulanması gerektiğinden planlamacılara ve biyologlara büyük bir iş düşmektedir.
4. Ölüm Oranı: Trafik, yol sınır alanlarını kullanan veya yolu geçmeye çalışan birçok hayvanın ölümüne neden olur. Yol ölümleri yıllar içinde sürekli olarak artmaktadır, ancak sadece birkaç türde ciddi bir tehdit olarak görülmektedir. Aynı zamanda araçlar ve vahşi yaşam arasındaki çarpışmalar da önemli bir trafik güvenliği konusudur.
5. Bariyer: Çoğu uçamayan karasal hayvanlar için yollar, hayvanların alanını kısıtlayan, habitatlara erişmeyi engelleyen ve nihayetinde bir popülasyonun izolasyonuna yol açabilen hareket engelleri anlamına gelir. Bariyer etkisi, yolların neden olduğu genel parçalanmada en belirgin faktördür.

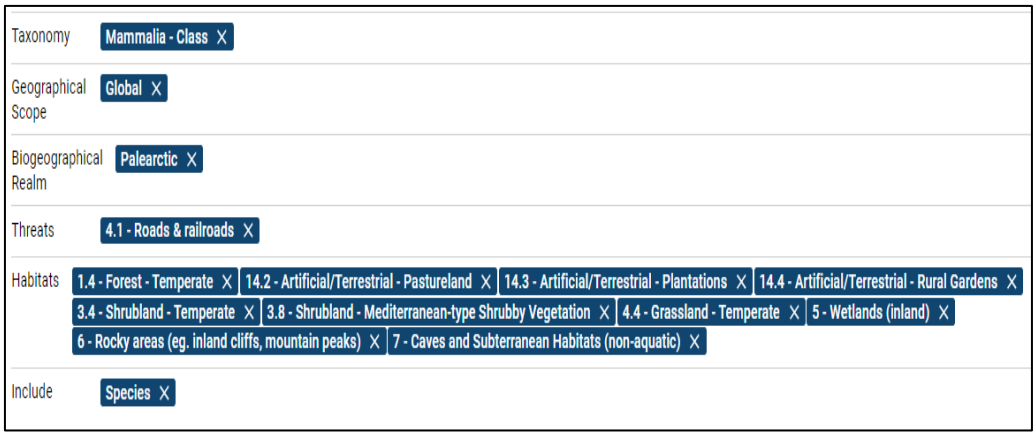
Yolların ve trafiğin yaban hayatı üzerindeki en belirgin etkisi yaban hayatı araç çarpışmalarıdır (A). Bazı türler, yoldaki veya yol kenarındaki kaynaklara (örneğin leş, dökülen tahıl veya sığınak için ısı) çekilirler (B) ve bu durum hayvanların trafikten kaçınma yeteneğine bağlı olarak ölümle sonuçlanabilir (C). Bariyer veya filtre etkisi, hayvanların yol boyunca hareketini azaltır (D) ve geçmeye çalışan bireylerin bir kısmı ölür (E). Bazı bireyler üzerinden geçerken (F) diğerleri yoldan geçmekten kaçınır (G) ve hatta bozulmuş yol

kenarındaki habitattan da aktif olarak kaçınırlar (H) (Resim 1.1) (van der Ree ve diğerleri, 2015).

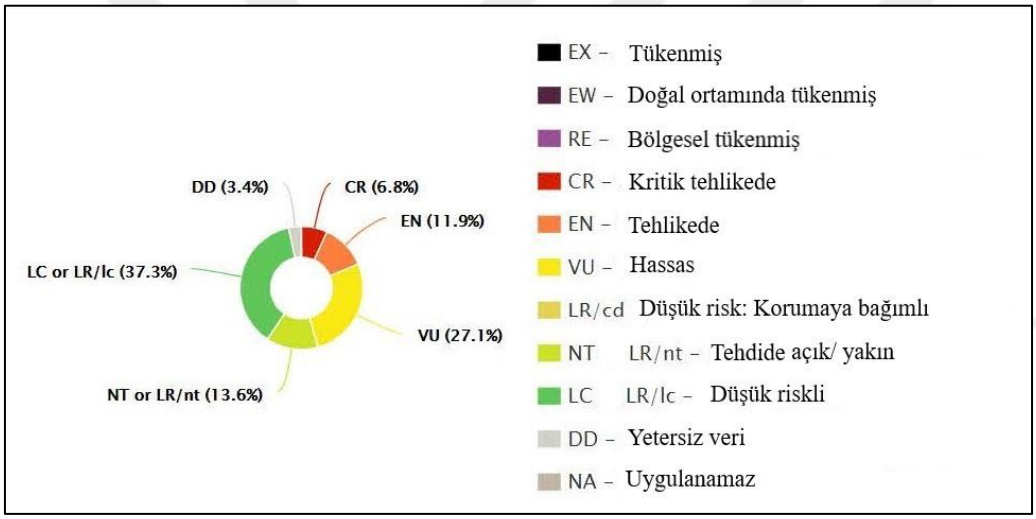


Resim 1.1. Yolların; yaban hayatı, popülasyonlar ve ekosistemler üzerindeki etkileri (van der Ree ve diğerleri, 2015).

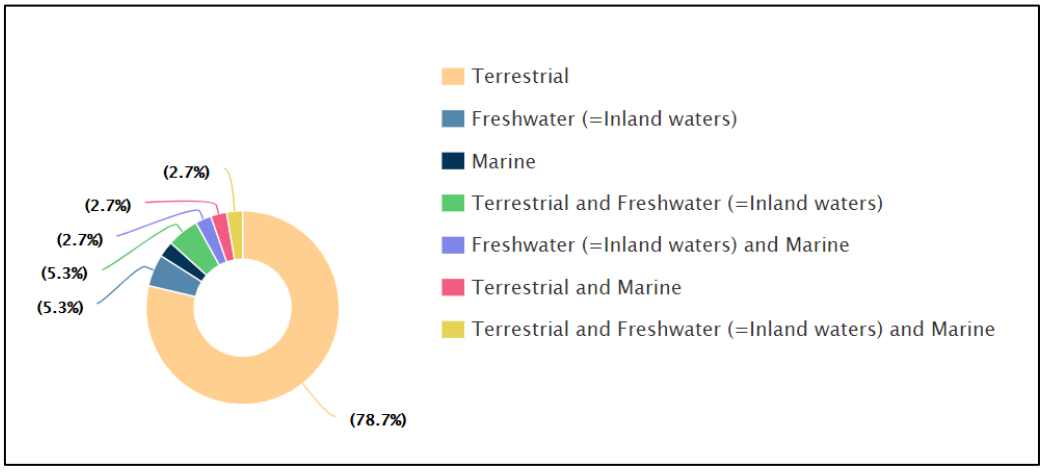
IUCN kırmızı listesinde 'Ulaşım ve hizmet koridorları' tehdit kategorisi kara, su ve havada çalışan çeşitli araçların işletilmesi ve yönetilmesinden kaynaklanan tehditler olarak tanımlanmaktadır. IUCN kırmızı listesi sayfasında aşağıdaki anahtar kelimelerle yapılan değerlendirmede (Resim 1.2), yolların tehdit faktörü olarak etkilediği hayvan türlerinin yaklaşık %50'si kritik tür olarak tanımlanan CR, EN ve VU tehlike kategorilerinde değerlendirilmiştir (Şekil 1.1). Yolların etkilediği ekosistemler arasında en fazla etkileneni karasal ekosistemlerken ikinci sırada tatlı su ekosistemleri bulunmaktadır (Şekil 1.2). Yine yolların etkilediği ve Türkiye'de bulunan yolların tehdidi altındaki habitat tiplerinden orman, çalılık ve çayırlık en fazla etkilenen habitatlarıdır (Şekil 1.3) (IUCN, 2021).



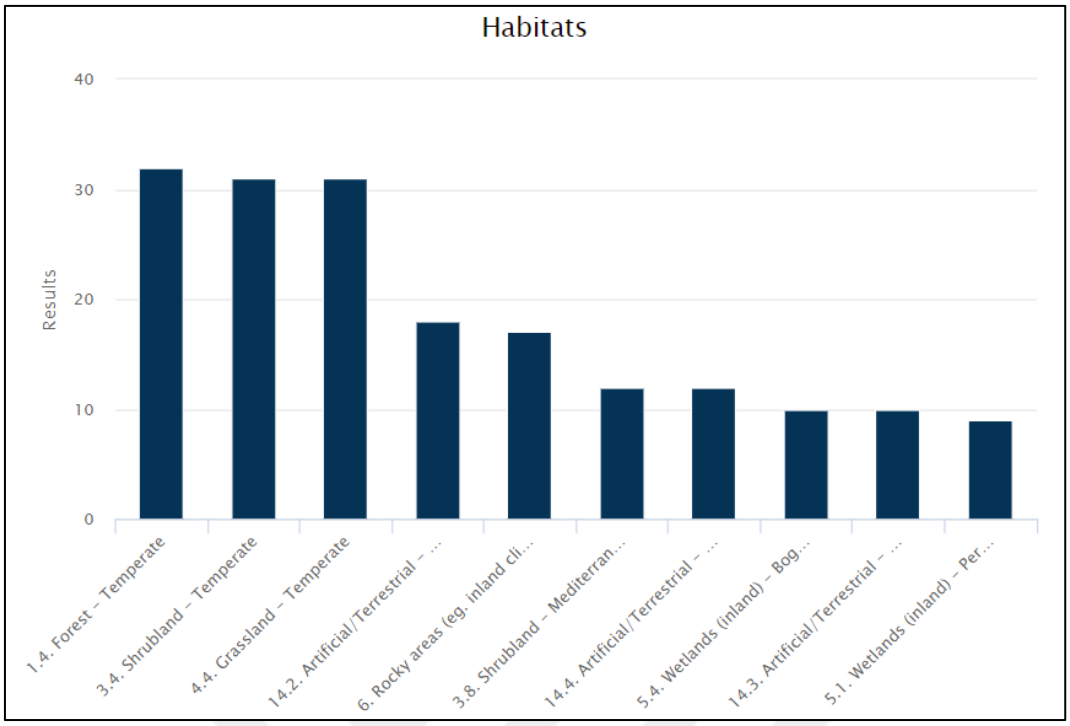
Resim 1.2. IUCN kırmızı listesinde yolların hayvanlar üzerinde etkilerini anlamak için yapılan taramada kullanılan anahtar kelimeler (IUCN, 2021).



Şekil 1.1. Kara ve demir yollarının tehdit ettiği hayvan türlerinin IUCN tehlike kategorilerine göre dağılımı (IUCN, 2021).

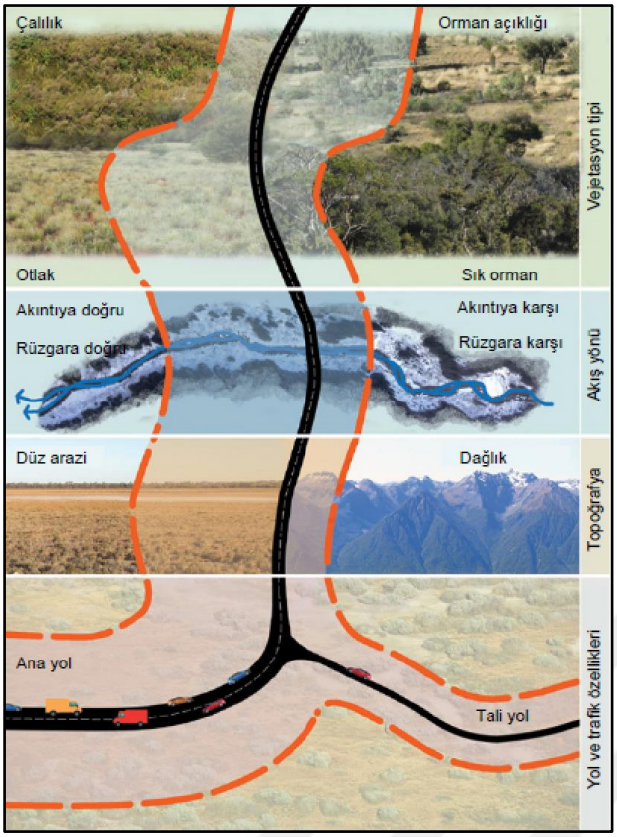


Şekil 1.2. Kara ve demir yollarının etkilediği habitatlar (IUCN, 2021).



Şekil 1.3. Türkiye'de bulunan karasal habitat tiplerinde kara ve demir yollarının etkilediği hayvanların tür sayıları (IUCN, 2021).

Yolların ve trafiğin etkisi, kendisi ve kenar habitatları ile sınırlı kalmaz. Rahatsızlık etkileri habitat modifikasyonu, gürültü, ışık ve kimyasal kirlilik dâhil olmak üzere, bitişik habitatlara kadar uzanır (Forman ve Deblinger, 2000). Bu alan ise 'yol etki bölgesi' olarak tanımlanmaktadır (Resim 1.3). Yol etki bölgesinin boyutu yolun karakteristikleri (genişlik, yüzey tipi, bitişik peyzaja göre yükseklik), trafik (yoğunluk, hız), bitişik peyzajın özellikleri (topografya, hidrografi, bitki türleri, habitat kalitesi), hâkim rüzgâr (hızı, yönü); tür özellikleri ve etkilere duyarlılıkları ile belirlenir. Yolun etkileri yola yüzlerce metreden binlerce metreye kadar olan uzaklıklarda gözlemlenmiştir (Benítez-López ve diğerleri, 2010; Boarman ve Sazaki, 2006; Eigenbrod ve diğerleri, 2009; Forman ve Deblinger, 2000; Reijnen ve diğerleri, 1995; Shanley ve Pyare, 2011). Etkilerin şiddeti genellikle yola yakın alanlarda fazlayken yoldan uzaklaştıkça kademeli olarak azalır (Eigenbrod vd., 2009). Yol etki bölgesi, karayolu ve trafiğin olumsuz etkilerini ölçmek ve azaltmak için yararlıdır, çünkü bölgesel planlamacıların mevcut yollardan etkilenen alanın kapsamının veya inşa edilmesi planlanan yollardan etkilenmesi muhtemel alanın hesaplamasına yardımcı olur (Forman, 2000; van der Ree ve diğerleri, 2015).



Resim 1.3. Yolların ve trafiğin ekolojik etkilerinin yayıldığı alanı gösteren yol etki bölgesi (van der Ree ve diğerleri, 2015).

Yol etki bölgesinin büyüklüğü bir dizi parametreden etkilenir. Bunlar vejetasyon tipi, rüzgâr ve su gibi akışların yönü, topografya, yol ve trafik özellikleridir. Her parametre için yol etki bölgesinin göreceli boyutu yalnızca açıklama amaçlıdır, gösterge olamaz (van der Ree ve diğerleri, 2015).

Bazı uluslararası düzenlemeler ve anlaşmalar, yaban hayvanlarının özellikle yollarda öldürülmesi ve yolların bariyer etkileri ile ilgilidir. AB (Avrupa Birliği) Habitatlar Direktifi, Kuşlar Direktifi, Çevresel Sorumluluk Direktifi, ÇED (Çevresel Etki Değerlendirmesi) Direktifi, Bonn Sözleşmesi ve Bern Sözleşmesi türlerin korunmasını açıkça ifade etmektedir. Bu yasal mevzuatlar türlerin koruma hedeflerini ve sorumlulukları, kabul edilebilir etki düzeylerini, öncelikli türleri, etki azaltma ilkelerini ve iyileştirici eylemleri, araştırma ve izleme gerekliliklerini belirler. Yol ölümleri bu mevzuatlarla yasaklanmıştır ve kasıtlı öldürme olarak kabul edilebilmektedir (van der Grift ve diğerleri, 2017).

Habitatlar Direktifi, Kuşlar Direktifi ve Bern Sözleşmesinde listelenen türlerin kasıtlı olarak öldürülmesini yasaklamaktadır. Kasıtlı veya kasıtlı olmayan öldürme hala tartışma konusudur, ancak mevcut yol tariflerinden anlaşılmaktadır ki, yol ölümleri otomatik olarak kasıtlı olmayan olarak nitelendirilmez. Yol projeleri türler üzerindeki etkilerin kabul edilebilir seviyelerde tutulmasını sağlamalıdır. Habitatlar Direktifi, Çevresel Sorumluluk Direktifi ve Bonn sözleşmesi yaygın türler üzerinde ortaklaşa kabul edilebilir bir etki düzeyini "elverişli bir koruma statüsü" olarak belirlemiştir. Uygun bir koruma durumunda nüfus dinamiği verilerinin, türlerin uzun vadede kendini koruduğunu ve dağılımlarının azalmadığını göstermesini gerektirir (van der Grift ve diğerleri, 2017).

Günümüzde diğer canlılarda olduğu gibi yarasalara yönelik de büyük tehditler ortaya çıkmaktadır. Bu tehditler genel olarak aşağıdaki ana başlıklarda sınıflandırılabilir.

1. Tomrukçuluk ve ağaç kesimi: Küresel olarak, yarasalar için en önemli habitatlardan birisi ormanlar ve diğeri yeraltı yapılarıdır (mağaralar ve madenler). Pek çok yarasa türü için ormanlar küresel ölçekte yerel bolluğu ve tür çeşitliliğini desteklemek için en kritik habitatlardır. Yarasalar tünemek için canlı veya ölü ağaçları kullanmaktadır. Ormanların kesilmesi ve ölü ağaçların ormandan çıkartılması önemli oranda tünek alanı kaybına sebep olmaktadır (Frick ve diğerleri, 2019; Mickleburgh ve diğerleri, 2002).
2. Tarım: Günümüzde tarımsal üretim için karasal arazi örtüsünün yaklaşık %40'ının tarımsal alanlara dönüştürülmesi, dünyada meydana gelen en önemli arazi kullanımı değişikliklerinden biridir. IUCN'e göre tarım, Kırmızı Liste değerlendirmelerinde tehdit altındaki yarasa türlerinin %50'sinden fazlası için tehdit olarak tanımlanmaktadır (IUCN, 2021). Tarım, doğal habitatlarda çoğu tür için beslenme ve tüneme kaynaklarını azalttığından, doğrudan habitat kaybı ve modifikasyonu yoluyla yarasa popülasyonlarını azaltmaktadır. Aynı zamanda, böcekçil türler için, insektisit ve böceklere dirençli ürün çeşitlerinin yaygın kullanımı, böcek bolluğunu düşürerek yarasaların yem kaynaklarını azaltmaktadır. Özellikle yasaklı pestisitlerin kullanımı ile alakalı düzenleme olmayan ülkelerde yarasalar doğrudan zehirlenebilmektedir (Barova ve diğerleri, 2018; Frick ve diğerleri, 2019; Mickleburgh ve diğerleri, 2002).
3. Hayvanların avlanması ve toplanması: Dünyadaki 167 yarasa türünün yiyecek ya da ilaç için avlanması Güneydoğu Asya, Batı ve Orta Afrika'da yarasalar için büyük bir koruma tehdidi olarak kabul edilmektedir. Bunların dışında, yarasalar, zoonotik hastalıkların bulaşma kaynağı olarak yarasa korkusu, yarasaların kötü ya da ürpertici olduğu kültürel

inançlar, insan yapılarında yaşayan yarasaların ortadan kaldırılması ve meyve mahsullerine verilen zararı azaltmaya yönelik nedenlerle kasten öldürülmektedirler (Duckworth ve diğerleri, 1999; Frick ve diğerleri, 2019).

4. İnsan müdahaleleri ve rahatsızlığı: Mağaralarda tüneyen yarasalar, büyük ve yoğunlaşmış kümeler oluşturdukları için rahatsızlığa karşı özellikle savunmasızdır. Bu yarasaların büyük kolonilerinin bulunduğu alanlarda madencilik faaliyetleri, gübrelerinin çıkartılması, tünek yıkımı, mağara turizmi nedeniyle yapılan ışıklandırma ve restorasyonlar, kasıtlı öldürme ve avcılık gibi faaliyetler hem araştırmacılar hem de gönüllüler tarafından nispeten belgelenmiştir. Mağaralardaki rekreasyon faaliyetlerinin çeşitliliği ve doğası nedeniyle kasıtsız bozulmanın etkilerini ölçmek daha zordur. 1990'ların ortalarında dünya çapında 20 milyon insanı çekeceği tahmin edilen mağara turizmi, yeraltı habitatlarına bağımlı türler üzerinde stres yapmaya devam etmektedir (Frick ve diğerleri, 2019; Mickleburgh ve diğerleri, 2002; Smith ve Stevenson, 2014).
5. Kentsel gelişim: Kentleşme, ekolojik açıdan en zararlı arazi değişikliklerindendir ve küresel biyoçeşitlilik için önemli tehditler oluşturmaktadır (Gili ve diğerleri, 2020). Kentleşme, habitatları büyük ölçüde değiştirmektedir. Tropikal Afrika ve Asya gibi yüksek biyolojik çeşitlilik olan alanlarda orantısız genişleme devam etmektedir. 30 yıl boyunca üç kat artarak, 2030 yılına kadar arazi örtüsünde 1,2 milyon km^2'lik bir değişim öngörülmektedir. Yarasaların kentleşmeye tepkisi son derece türe özgüdür. Bazı türler kentsel yaşam alanlarını tolere eder veya tünek alanı olarak kullanmaları nedeniyle tercih ederken, diğerleri ise önemli doğal yaşam alanlarının kaybolması, parçalanması veya kentleşmeyle ilişkili fiziksel ve kimyasal kirlilikten etkilenir (Russo ve Ancillotto, 2015). Kentleşmenin yarasalar üzerindeki etkisi genel olarak olumsuzdur, ancak bazı yarasa türleri yıllık yaşam döngülerinin tamamı ya da bir kısmı için binalar ve köprüler gibi insan yapımı yapılarda tünemeye adapte olduğu için olumlu etkilenebilirler (Frick ve diğerleri, 2019; Mickleburgh ve diğerleri, 2002).
6. Madencilik: Madencilik ve taş ocağı faaliyetleri, tünemek için kullanılan yeraltı habitatlarını yok etmenin yanı sıra yüzey habitatlarını parçalayarak veya yok ederek yarasaları tehdit etmektedir. Madencilik faaliyetleri sonucunda meydana gelen habitat kayıpları nedeniyle böcek popülasyonundaki düşüşler bölgedeki yarasa popülasyonlarını da azaltmaktadır (Brown ve diğerleri, 1993). Özellikle endişe verici olan, tipik olarak yüksek doğal mağara tünek yoğunluğuna sahip karstik bölgelerde meydana gelen mermer çıkarılması küresel bir etkidir. Doğal mağaralardaki yarasa tünekleri, diğer mağara organizmalarının yüksek tür zenginliği ile ilişkilidir ve biyolojik çeşitlilik için yüksek

öncelikli alanlar olarak gösterilebilir. Etkin olmayan madenlerin kasıtlı olarak kapatılması, küresel olarak yarasalar için habitat kaybı endişesini artırmaktadır (Frick ve diğerleri, 2019).

7. Enerji üretimi: Şu anda IUCN değerlendirmelerinde "yenilenebilir enerji" tarafından yalnızca iki tür tehdit olduğu listelenmektedir. Bununla birlikte, rüzgâr enerjisi türbinleri ile çarpışmalardan kaynaklanan ölümler, şu anda küresel olarak gözlemlenen yarasa ölümlerinin önde gelen nedenlerinden biri olmuştur. Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda 500 000'den fazla yarasanın öldürüldüğü tahmin edilmektedir. Sadece Almanya'da ise rüzgâr enerjisi tesislerinde yıllık 300 000'den fazla yarasa ölmektedir (Frick ve diğerleri, 2019).
8. İklim değişikliği: İklim değişikliği, yarasaların biyocoğrafyasını, yiyeceklere erişimini, tüneme zamanını, üreme ve gelişmesini, torporun sıklığını, süresini ve enerji harcama oranını etkiler (Sherwin ve diğerleri, 2013). İklim değişikliği artık küresel biyoçeşitliliğe karşı önemli bir tehdit olarak kabul edilmektedir ve etkilerinin 2070 yılına kadar arazi kullanımındaki etkilerden daha fazla olabileceği düşünülmektedir (Frick ve diğerleri, 2019).
9. Kirlilik: Kimyasal kirleticilerin yarasalar üzerine etkileri, kimyasal ürünlerdeki genel artışlara rağmen, yarasalara olan ilginin artmasına ve korunmalarına bağlı olarak, son on-yirmi yılda azalmıştır. Pestisitlerin yarasalar üzerindeki etkileri hakkında bildiklerimizin çoğu Kuzey Amerika'dan, yasaklı pestisitlerin etkisinden ve doğrudan ölümden veya demografik etkiler üzerine birkaç spesifik çalışmadan gelmektedir. Ilıman bölgelerde, yarasa dokularında bulunan organik kirletici madde konsantrasyonları, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada, Avustralya ve çoğu Avrupa ülkesinde yasaklı kalıcı etkisi olan pestisit kullanımının yasaklandığı 1970 ve 1980'lerden beri azalmıştır (Frick ve diğerleri, 2019). Işık kirliliği ve gürültü kirliliği gibi diğer kirlilik türleri, yarasaların besin arama davranışını bozma eğilimleri nedeniyle son zamanlarda dikkat çekmektedir (Voigt ve Kingston, 2016), ancak bu tehditler henüz tehdit altındaki yarasa türleri için IUCN değerlendirmelerinde açıkça listelenmemiştir (Frick ve diğerleri, 2019).
10. Jeolojik olaylar: Volkan patlamaları, depremler ve heyelanlar gibi jeolojik olaylar IUCN tehdit sınıflandırma şemasına dâhil edilmiştir (Frick ve diğerleri, 2019).

Neredeyse her yerde bulunmasına rağmen, karayollarının doğrudan ve dolaylı etkileri birçok takson için zayıf bir şekilde incelenmektedir (Zurcher ve diğerleri, 2010). Yollar ve altyapılarının uçamayan karasal memeliler üzerinde olumsuz etkileri olabileceği gibi,

yarasalar ve popülasyonları üzerinde de önemli olumsuz etkileri olabilir. İngiltere'de yapılan bir çalışmada, toplam yarasa etkinliği, tür sayısı ve *Pipistrellus pipistrellus*'un (en bol tür) aktivitesi, yoldan olan uzaklık ile pozitif korelasyon göstermiştir. Toplam aktivite yoldan 0 ile 1 600 m arasında üç kattan fazla artmıştır (Berthinussen ve Altringham, 2012a).

Yeni yolların yapımının başlıca etkileri yarasa tüneklerinin kaybı, yiyecek arama habitatlarının kaybı ve gidiş dönüş rotalarının kesilmesidir. İşletme aşamasında, yol ölümleri, ışık ve gürültü rahatsızlıkları nedeniyle yarasalar doğrudan etkilenirler. İşletme aşamasındaki yollarda yapılan bakım çalışmaları, viyadüklerde, köprülerde, menfezlerde veya yakınlarındaki ve ağaçlardaki tünekleri bozarak veya rahatsız ederek yarasa popülasyonlarını etkileyebilir (Abbott ve diğerleri, 2015: 290, 299; Fensome ve Mathews, 2016; Russell ve diğerleri, 2009; Schaub ve diğerleri, 2008; The Highways Agency, 2020).

Yarasaların yaşam öyküsü ve ekolojileri onları artan ölüm oranlarına ve insanların neden olduğu çevresel değişikliklere karşı oldukça savunmasız hale getirmektedir. Yarasalar nispeten uzun ömürlü ve düşük üreme oranına sahiptirler (Altringham, 2011; Chauvenet ve diğerleri, 2014; Sendor ve Simon, 2003). Bu nedenle, ölüm oranlarındaki artışla beraber üreme başarısının azalması yarasa popülasyonunu olumsuz yönde etkileyebilir (López-Roig ve Serra-Cobo, 2014; Schorcht ve diğerleri, 2009). Etkiler ortadan azaltılsa veya kaldırılsa bile popülasyondaki iyileşme yavaş olacaktır (Papadatou ve diğerleri, 2011; Sendor ve Simon, 2003). Yarasalar tipik olarak geniş yazlık yaşam alanına sahiptir ve birçoğu kış ve yaz tünekleri arasında önemli mesafelerde göç eder (Altringham, 2011). Bu nedenle yarasalar diğer birçok küçük memeliye göre geniş alanlardaki çevresel rahatsızlıklara karşı hassastır (Altringham ve Berthinussen, 2013).

Yollar, birçok yaban hayatı elamanında olduğu gibi yarasalarda da farklı etki mekanizmalarıyla onları olumsuz veya olumlu olarak etkileyebilir. Yolların yarasalar üzerindeki olumsuz etkileri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

Habitat kaybı, yol yapımları nedeniyle çoğunlukla potansiyel veya gerçek yarasa tüneklerini barındıran ağaçların ve binaların kaldırılmasını içerir. Bu da önemli oranda tünek alanı kaybına neden olur. Ağaçların, çitlerin, çalılıkların, su kütlelerinin ve doğal çayırlıkların kaldırılması da mevcut beslenme habitatlarını azaltır. Tek başına yol yüzeyi önemli miktarda

habitat alanını ortadan kaldırır. Örneğin 7 m genişliğinde iki şeritli bir yol yapımında, her 10 km için iki hektarlık alan kaybedilmektedir (Altringham ve Berthinussen, 2013).

Yolların bariyer etkisi, yarasaların tünek ve beslenme alanları arasında ve yaz, çiftleşme ve kış tünekleri arasında uçuşun önündeki potansiyel engellerdir. Bu nedenle, ev aralığı boyutunu ve kalitesini azaltabilir, mortaliteyi artırabilir ve üreme potansiyelini artırabilecek göçü kısıtlayabilirler. Yollar, mevcut doğrusal uçuş hatlarını kesintiye uğrattıkları için bariyer görevi görebilir, çünkü bazı türler açık zeminden geçmek istemez ve bazı türler aydınlatılmış alanlardan (yol ve araç ışıkları) kaçınır. Bu nedenle yollar yaşam alanını parçalayarak alanın miktarını ve kalitesini düşürebilir. Habitat alanı ve kalitesi popülasyon büyüklüğünün temel belirleyicileri olduğundan, habitat parçalanması sürdürülebilir popülasyon büyüklüğünü azaltacaktır (Altringham ve Berthinussen, 2013; Altringham ve Kerth, 2016; Fensome ve Mathews, 2016).

Yollar gibi bariyerler, bireyler için iki önemli sonucu olan popülasyonlar arasındaki akışı sınırlayabilir. Birincisi, komşu popülasyondan (kurtarma etkisi) bireylerin katılımını azaltacağından, yerel popülasyon azalmasındaki iyileşmeyi engeller, bu durum yerel yok olma ihtimalini daha da artıracaktır. İkincisi, bariyerler popülasyonlar arasındaki gen akışını azaltabilir ve akrabalığı artırabilir, bireysel sağlığı azaltabilir ve böylece yerel yok olma riskini artırabilir (Altringham ve Berthinussen, 2013; Altringham ve Kerth, 2016). Yarasalarda, yolların doğrudan bir sonucu olan genetik izolasyon konusu incelenmemiştir. Belçika'da yapılan bir çalışmada, yolların bazı memeli türlerine ait popülasyonların genetik yapısı üzerinde etkisi bulunmuştur (Frantz ve diğerleri, 2012).

Diğer yaban hayvanları gibi yarasaların da araç çarpışmaları sonucunda öldükleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır (Altringham ve Berthinussen, 2013; Altringham ve Kerth, 2016; Fensome ve Mathews, 2016; Gaisler ve diğerleri, 2009; Lesiński, 2007; Medinas ve diğerleri, 2013; Russell ve diğerleri, 2009; White-nose Syndrome Conservation and Recovery Working Group, 2018).

Yarasalar uçuş sırasında manevra kabiliyetine sahip ve çevik olmalarına rağmen, çoğu yarasa türü düşük hızlarda (<20 km/s) uçar ve özellikle açık alanları geçerken yere yakın uçarlar (0-4 m) (Russell ve diğerleri, 2009).

Fensome ve Mathews tarafında yayımlanan bir review çalışmasında, özellikle araç çarpışmaları nedeniyle yolların yarasalar için önemli bir risk olduğunu gösterilmektedir. Yarasa kayıplarının yüksek uçan yarasa türlerinden daha çok, düşük yüksekliklerde uçan yarasa türlerinde olma olasılığının daha yüksek olduğu belirtilmiştir. *Barbastella barbastellus* gibi bir dizi nadir tür; *Rhinolophu*s ve *Plecotus* cinsi türleri gibi coğrafi olarak kısıtlanmış türlerin de yollarda karkasları bulunmuştur. Nispeten düşük seviyelerde ölüm oranlarının potansiyel olarak yerel popülasyonun uzun vadeli sürdürülebilirliği üzerinde etkisi olabileceğinden, nadir türlerin yollarda ölmeleri özellikle endişe verici bulunmuştur (Fensome ve Mathews, 2016).

Yarasaların araçla çarpışma ihtimalleri olan yerler, yol ile diğer doğrusal habitatların birleşme noktaları olarak belirlenmiştir. Bu sıcak noktalar, yollara dik olarak uzanan ağaç hatlarının yolla çakıştığı noktalar, ağaç sıralarının yola yakın olduğu bölgelerdir (Fensome ve Mathews, 2016; Gaisler ve diğerleri, 2009).

Habitattaki bozulmalar da habitat kaybı gibi yarasa popülasyonları üzerinde önemli etkiye sahip faktörlerden biridir (Highways Agency, 2008). Habitat bozulması nedenlerinden birisi olan yapay ışık kirliliği, biyolojik çeşitliliğin korunmasında ortaya çıkan önemli bir konudur. Işık kirliliğinin etkilerinin yaban hayatı üzerine olumsuz etkileri fazla araştırılmamıştır. Gececi olan yarasalar, ışık kirliliğinden etkilenmesi muhtemel taksonlar arasındadır (Stone ve diğerleri, 2015). Yapay ışık, yarasaların besin arama, üreme, iletişim, göç ve diğer kritik davranışlarını etkileyebilir (Rowse, Lewanzik, ve diğerleri, 2016; Stone ve diğerleri, 2015).

Genel olarak, Avrupa yarasalarının tümü karanlık tarafından sağlanan koruyucu örtü ihtiyacı da dâhil olmak üzere gece koşullarına iyi adapte olmuştur ve çoğu durumda gece yapay ışığın onları etkilemesi beklenebilir. Avrupa yarasa cinslerinin (cinsin türlerinin benzer tepki göstereceği varsayılmış) gece yapay ışıklı alanlara karşı tepkileri kategorize edilmiş ve buna göre Avrupa yarasa cinslerinin ışıktan kaçındıkları görülmüştür (Çizelge 1.1) (Voigt ve diğerleri, 2018).

Çizelge 1.1. Gece yapay ışık alanlarıyla ilgili yarasa taksonlarına özgü yanıtlar. Çizelge, mevcut literatür ve yazarların kişisel gözlemlerine dayanmaktadır. n.a.: uygulanamaz, DD: veri eksikliği (Voigt ve diğerleri, 2018).

Cinsler	Gündüz tünekleri	Gidiş dönüş rotaları	Avlanma	Su içme	Kışlama alanı
Rousettus	İsteksiz	Tarafsız	Tarafsız	İsteksiz	İsteksiz
Rhinopoma	İsteksiz	Dd	Dd	İsteksiz	İsteksiz
Rhinolophus	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz
Barbastella	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz
Eptesicus	İsteksiz	İsteksiz	Fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz
Pipistrellus ve *Hypsugo*	İsteksiz	Tarafsız /Fırsatçı	Fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz
Myotis	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz
Plecotus	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz	İsteksiz
Vespertilio	İsteksiz	DD	n.a./ fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz
Nyctalus	İsteksiz	DD	n.a./ fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz
Miniopterus	İsteksiz	DD	n.a./ fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz
Tadarida	İsteksiz	DD	n.a./ fırsatçı	İsteksiz	İsteksiz

Birkaç çalışma yol aydınlatmasının birçok yarasa türünü etkilediğini, özellikle yavaş uçan, ormana adapte olmuş *Rhinolophus, Myotis* ve *Plecotus* cinsi üyelerinin ışıklandırılmış yollardan kaçındığını göstermektedir (Altringham ve Berthinussen, 2013).

Aydınlatma, habitat bozulmasına ilave olarak, muhtemelen yolların bariyer etkisini de artırmaktadır. Açık alanları geçmeye isteksiz olan yarasa türleri aynı zamanda ışıktan kaçınma olasılığı en yüksek türlerdir. Hem yüksek basınçlı sodyum hem de beyaz LED ışığı, düşük yoğunlukta olsa bile ormanlık alanlara adapte olmuş türleri caydırır (Stone ve diğerleri, 2009, 2015).

Yapay ışık, bazı yarasa türlerini, özellikle *Nyctalus* gibi açık hava avcıları ve *Pipistrellus* gibi genel avcıları çekebilir (Rydell, 1992), çünkü kısa dalga boyu ışık böcekleri çeker, onları ışıklar etrafında yoğunlaştırır ve yarasa avlanma verimliliğini arttırır. Yollar için bu durum olumlu olmayabilir, çünkü ışıkların etrafındaki böcek yığınlarını avlayan yarasaların araçlarla çarpışma riski daha yüksek olabilir (Rydell, 1992; U.S. Fish and Wildlife Service, 2016; van der Ree ve diğerleri, 2015; Voigt ve Kingston, 2016).

Bilindiği gibi böcekçil yarasaların çoğu, ultrasonik ekolokasyon çağrılarının geri dönen yankılarına göre yönlenir, avını tespit eder ve diğer bireylerle iletişim kurar. Bazı türler avları tarafından üretilen kanat hareketleri veya çiftleşme çağrıları gibi sesleri dinleyerek avı bulur ve yakalar. Trafik gürültüsü, avın ürettiği sesleri ve ekolokasyon çağrılarının düşük frekanslı bileşenlerini maskeleyebilir. Bu nedenle, gürültülü yollara bitişik habitatlar,

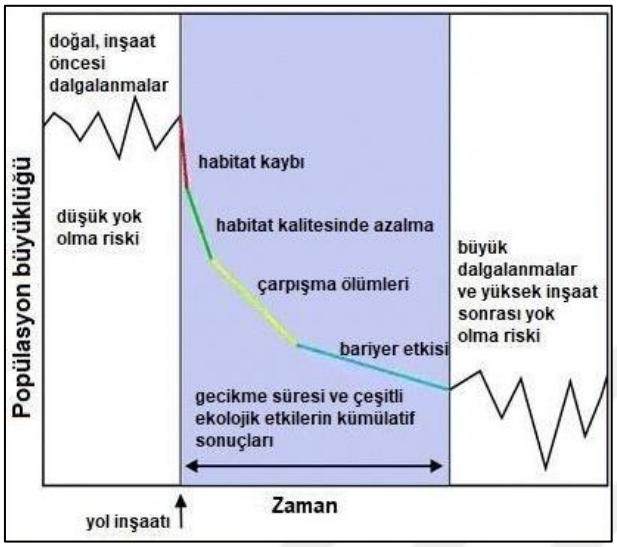
avlarının çıkardıkları sesleri dinleyerek avlanan, yerden veya bitki örtüsünden toplayan türler için beslenme alanları olarak çekici olmayacaktır. Böylece taşıt gürültüsü de habitat bozulması yanında yolların bariyer etkisini de artırabilir (Voigt ve Kingston, 2016). Trafik gürültüsü duyulabilir mesafede 66 dB'in üzerinde olduğunda yarasaların yol boyunca uçma olasılığı daha azalmaktadır (Bennett ve Zurcher, 2013). Şu anda, trafik gürültüsünün yarasa çeşitliliği, bolluğu veya üreme başarısı üzerindeki etkisini değerlendiren yayınlanmış bir saha çalışması bulunmamaktadır. Bununla birlikte, yukarıda açıklandığı gibi, trafik gürültüsü ve ışık gibi etkiler nispeten kısa mesafelerde önemli bir etkiye sahiptir (Voigt ve Kingston, 2016; Zurcher ve diğerleri, 2010).

Habitat bozulmasını sağlayan ve yollara yakın yarasaları potansiyel olarak etkileyen bir diğer önemli faktör de kimyasal kirliliktir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yerli CO_2 (Karbondioksit) emisyonlarının %50'sinden fazlası trafikteki araçlardan kaynaklanmaktır. Her yıl 1,7 milyar ton CO_2 atmosfere yayılmakta ve bu da iklim değişikliğine büyük katkıda bulunmaktadır. Buna ek olarak, diğer kimyasal kirleticilerin yerel yarasa popülasyonları üzerinde olumsuz etkileri vardır (Voigt ve Kingston, 2016). Trafikteki araçlardan çıkan egzoz gazları yol yakınındaki eklem bacaklı çeşitliliği ve bolluğunda önemli bir azalmaya neden olmaktadır (Muskett ve Jones, 1980).

Çoğu ekolojik sistemde, habitat bozulmasının gerçekleşmesi ile tam ekolojik etkilerinin tespit edilebilir olması arasında zaman farkı vardır. Yol etkileri geciken bir tepki gösterir, çünkü yolların yaban hayatı popülasyonları ve toplulukları üzerindeki farklı etkileri (örneğin habitat kaybı, düşük habitat kalitesi, ölüm ve azalan bağlantılar) tipik olarak farklı oranlarda ortaya çıkar (Resim 1.4). Habitat kaybı en öncü etkiye sahiptir. Habitat yol dönüşümüyle kaybolduğundan, birey sayılarında kabaca eşdeğer kayıpların meydana gelmesi beklenebilir. Bununla birlikte, kenar etkileri gibi düşük habitat kalitesi orman içi türleri üzerindeki etkiyi daha da artırmaktadır. Ayrıca, geniş ölçekli etkiler, yol yoğunluğu bir eşiğe ulaştığında doğrusal olmayan azalmalar veya popülasyon ve tür kayıplarıyla sonuçlanabilir (Forman ve diğerleri, 2003).

Yol etkilerinin her birinin yarasa popülasyonu üzerinde şiddetli bir etkiye sahip olması gerekmez. Habitat kaybının ve düşük habitat kalitesinin etkileri genellikle hızlı bir şekilde görülecektir, ancak çok yüksek olmadıkça çarpışma ölümlerinin birkaç nesilde önemli bir etkisi olmayacaktır. Ayrıca bariyer etkisinin de kendini göstermesi birkaç nesil sürebilir.

Özel olarak yarasalar için veri bulunmamasına rağmen, yolların sulak alan biyolojik çeşitliliği üzerindeki etkileri üzerine bir çalışmada (memeliler, kuşlar, sürüngenler, amfibi ve bitkiler) tam etkilerin onlarca yıl görülmeyebileceğini düşündürmektedir (Altringham, 2008).



Resim 1.4. Yolların yaban hayatı popülasyonları üzerindeki kümülatif ve gecikmeli etkileri (Forman ve diğerleri, 2003).

Avrupa'da yaşayan tüm yarasa türleri Habitatlar Direktifi kapsamındadır. 14 yarasa türü Habitat Direktifi'nin Ek II listesinde yer almaktadır ve bu nedenle korunmaları için temel alanların (Özel Koruma Alanları) belirlenmesini, türlerin uygun bir durumda korunmasını veya alanların restore edilmesini amaçlayan koruma önlemlerinin oluşturulmasını ve uygulanmasını gerektirmektedir (Barova ve diğerleri, 2018).

Diğer tüm yarasa türleri Habitat Direktifi'nin Ek IV listesinde yer almaktadır. Tüm doğal alanlardaki ve dolayısıyla korunan alanların dışındaki türlerin korunmasında hükümlerden yararlanırlar. Üreme alanlarının veya dinlenme yerlerinin bozulması veya yok edilmesi tüm Avrupa'da yasaklanmıştır (Habitats Directive, 1992).

Avrupa Yarasalarının Nüfusunun Korunması Anlaşması (EUROBAT) 1994 yılında yürürlüğe girmiştir ve şimdiye kadar kapsama alanındaki 63 devletten 37'si anlaşmaya katılmıştır. Anlaşma, türlerin göç alanlarında faaliyetler yürütüldüğünde düzgün bir şekilde korunabileceğini kabul eden Göç Eden Yabani Hayvan Türlerinin Korunması Sözleşmesi

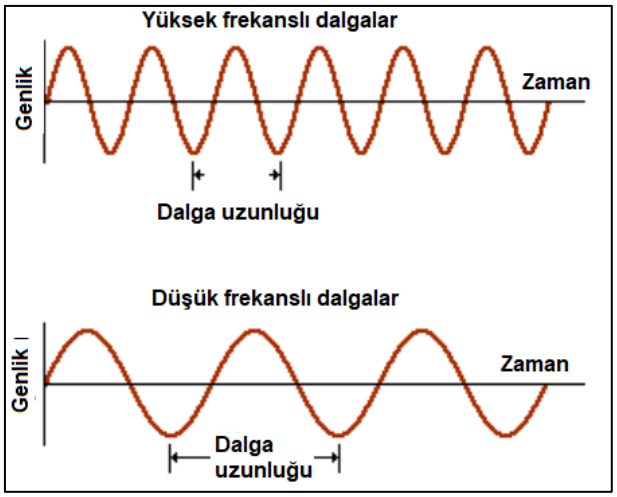
(Bonn, 1979) uyarınca oluşturulmuştur. Anlaşma, Avrupa, Kuzey Afrika ve Orta Doğu'daki yarasaların korunması için bir işbirliği çerçevesi sunmaktadır (*EUROBATS,* 1991).

Oluşturulan EUROBATS sekretaryası, Avrupa hükümetlerinin anlaşma kapsamındaki yükümlülüklerini yerine getirmelerine yardımcı olmak, bilgi alışverişini teşvik etmek, kamu bilincini teşvik etmek, araştırma ve izleme girişimlerini koordine etmek için kurulmuştur. Bu eylemler yoluyla, yarasa korumanın çeşitli yönleri ile ilgili bir dizi yayın üretilmiştir. Bunlar yarasa gözlemi ve izlenmesi, yeraltı ve yerüstü tüneklerin yönetimi ve korunması ve rüzgâr çiftliği projelerinde yarasaların dikkate alınması gibi kılavuz ilkelerinden oluşmaktadır (Papadatou ve diğerleri, 2011).

EUROBATS sözleşmesi kapsamında birçok üye devlet, yarasaların korunmasına yönelik hedefleri ve önlemleri içeren izleme programlarına veya alan yönetim planlarına sahiptir (örneğin Natura 2 000 siteleri için) (Barova ve diğerleri, 2018).

AB doğa direktifleri merkezi, üye Devletlerden, seçilmiş türler ve habitat tipleri için Natura 2 000 sahalarını belirlemelerini istemektedir. Natura 2 000 ağı, AB'nin kara alanının %18'i ve deniz alanlarında neredeyse %9'una ulaşan, dünyadaki en büyük koordineli korunan alan ağıdır. Natura 2 000 ağı, 1 322 630 km²'yi (2018 için rakamlar) kapsayan yaklaşık 27 500'den fazla karasal alan ve daha yakın zamanda Hırvatistan'da belirlenen birçok mağara dâhil 700'den fazla yeni alan içeriyor. Habitat Direktifi kapsamında yarasa popülasyonları için belirlenen tünek alanlarının yaklaşık üçte biri limanlardan oluşmaktadır. Toplanma alanları ve gidip gelme yolları da dikkate alınırsa, yarasa türlerini barındıran alanların sayısı daha da fazladır (Barova ve diğerleri, 2018).

Ses, titreşen bir nesne tarafından oluşturulan bir basınç dalgasıdır (Resim 1.5). Bu titreşimler, çevreleyen ortamdaki parçacıkları (tipik olarak hava) titreşim hareketine sokarak enerjiyi ortamda iletir (Penn, 2010).



Resim 1.5. Bir basınç dalgası olan sesin grafiksel gösterimi (Penn, 2010).

İnsan kulağı 20 Hz ile 20 kHz (20 000 Hertz) arasındaki sesleri algılayabilir. Bir sesin frekansına bağlı olarak o ses yüksek, orta veya düşük olabilir. Yüksek frekans 2 000 Hz ile 16 kHz arasında hareket eder. Bir sesin frekansı 20 000 Hz'den yüksek olduğunda buna ultrasonik ses denir ve sadece bazı hayvanlar ultrasonik sesleri duyabilir (Tonisr, 2014)

Ses yoğunluğunu ölçmek için kullanılan birim Desibel'dir (dB). En yumuşak ses hava basıncını 10^{-6} Pascal (Pa) kadar değiştirir. En yüksek (acı veren) ses, 10^{2} Pa ses çıkarır. Desibel fiziksel bir birim değildir, yalnızca iki sesin yoğunluğunu karşılaştırmak için kullanılır (Penn, 2010).

Hayvanların akustik emisyonları iletişimsel amaçlara hizmet eder ve çoğu zaman türe özel ve dinleyicilere bireysel açıklayıcı bilgi verir, bu da görsel olarak erişilemeyen habitatlarda biyoçeşitlilik izlemesi için biyoakustik bilgilerin kullanılabilmesini sağlar. Ses fiziği, böceklerden memelilere kadar birçok hayvan grubu tarafından kullanılan bu iletişimsel çerçevenin köşe taşlarını tanımlar. Biyoakustik sinyallerin kaydedilmesi, türlerin tekrarlanabilir şekilde tanımlanmasına ve belgelenmesine izin verir (Obrist ve diğerleri, 2010).

Yarasaların engellerle çarpışmadan nasıl hareket ettiklerine ve tam karanlıkta böcekleri nasıl avladıklarına ait bulmaca, yarasaların altıncı hislerinin olduklarını öneren Lazzaro Spallanzani'den yaklaşık 140 yıl sonra 1938'de, Donald Griffin tarafından Amerikan fizikçi George Washington Pierce'in tasarlanan dünyanın ilk ultrasonik mikrofonu yardımıyla

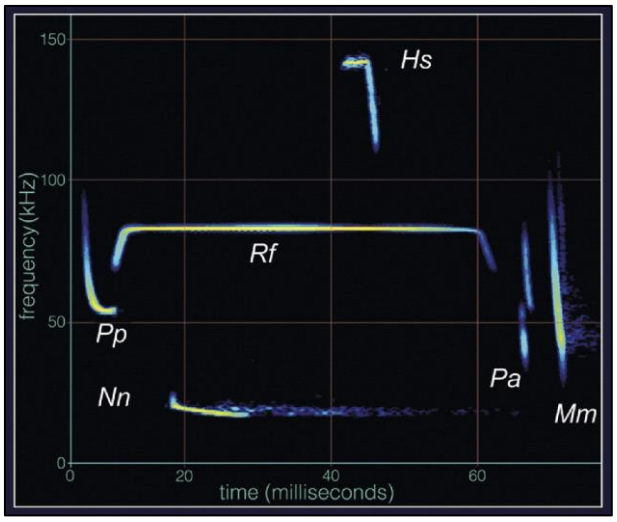
çözüldü. Balinalar, yunuslar ve böcekçil yarasaların karanlıkta yaşam sürmelerine imkân sağlayan bu altıncı duygu Griffin tarafından 'ekolokasyon' olarak adlandırdı (Raghuram ve Marimuthu, 2005).

Ekolokasyon (Yankı) hayvanlar tarafından üretilen ses ve bunun akustik yansımalarında kodlanan bilgilerden nesnelerin konumunun (ve diğer özelliklerinin) belirlenmesidir. Ekolokasyon veya biyosonar, geceleri veya bulanık suda görmenin etkisiz olduğu zamanlarda çevreyi algılama özelliğine sahip türler tarafından kullanılan aktif bir süreçtir. Üretilen ses ve nesnelerden geri dönen yankıların alınmasını içerir. Beyin, giden çağrı, giden çağrının modifiye edilmiş versiyonları olan geri dönen yankılarla karşılaştırarak çevrenin görüntülerini üretmektedir (G. Jones, 2005).

Bir hedefin üç boyuttaki yeri, onun mesafesinden ve yönünden belirlenebilir. Hayvanlar, ekolokasyon ile çağrı üretimi ve yankı alımı arasındaki zaman gecikmelerini ölçerek, nesnelerin ne kadar uzakta olduğunu belirleyebilir. Ses havada, saniyede 340 m hızla hareket eder ve bir nesneye çarparak geri döner, böylece 2 milisaniye gecikme 34 cm'lik bir aralığa karşılık gelir (G. Jones, 2005).

Ekolokasyon ile nesnelerin yönü dikey ve yatay düzlemlerde belirlenebilir. Birçok yarasa, dış kulaktaki tragustan yansıyan seslerin desenlerini yorumlayarak hedeflerin dikey açısını (yükseklik) belirler. Nal burunlu yarasalar kulaklarını birbirinden bağımsız olarak yukarı ve aşağı hareket ettirir ve her bir kulakta alınan yoğunluk farklılıklarından yüksekliği hesaplayabilir. Yarasalar, her kulaktan alınan ses yoğunluğundaki farklılıklardan hedeflerin yatay açısını belirler. Yankı gücü hedefin büyüklüğü hakkında ipuçları verebilir ve yüzey dokusu yankının frekans spektrumundaki tepe ve çukurlardan belirlenebilir. Genel olarak, ekolokasyon çevre hakkında zengin detaylar sağlayabilir (G. Jones, 2005).

Griffin 'ekolokasyon' terimini ortaya attı, yarasaların hedeflerine yaklaştıkça çağrı tasarımlarını nasıl değiştirdiğini açıkladı ve sonrasında yarasa ekolokasyon sinyallerindeki büyük çeşitlilik ortaya çıkmaya başladı (Resim 1.6) (G. Jones, 2005).



Resim 1.6. Bazı yarasa türlerinin ekolokasyon çağrıları (Nn*: Nyctalus noctula*, Pa: *Plecotus auritus*, Mm: *Myotis mystacinus*, Pp: *Pipistrellus pygmaeus*, Rf: *Rhinolophus ferrumequinum*) (G. Jones, 2005)

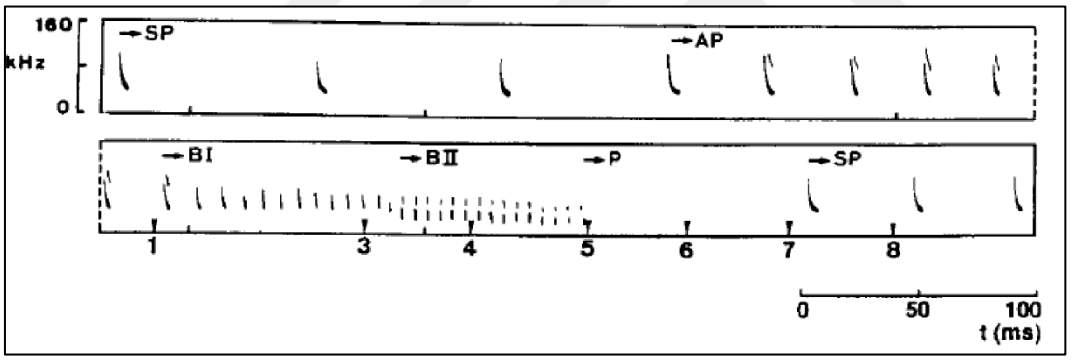
Küçük Ağaç Yarasası (*Nyctalus noctula*), nispeten düşük frekanslı, uzun süreli ve dar bantlı çağrılar üretir. Bu çağrılar uzak hedeflerin tespiti ve açık yaşam alanlarındaki gece avları için çok uygundur. Kahverengi uzun kulaklı yarasa (*Plecotus auritus*) ve bıyıklı yarasa (*Myotis mystacinus*) bireylerinin avlandığı ormanlık alan gibi dağınık habitatlardaki hedeflerinin yerini belirlemeye adapte olmuş kısa geniş bant sinyalleri yayarlar. Akdeniz Cüce Yarasası (*Pipistrellus pygmaeus*) geniş bant taramasıyla başlayan ve dar ile sona eren çağrıları kullanır. Bu türün bireyleri ağaç hatları boyunca böcekleri avlar. Büyük nalburunlu yarasa (*Rhinolophus ferrumequinum*), dağınıklıktaki böcek avını tespit etmek ve sınıflandırmak için güçlü bir potansiyel sağlayan uzun sabit frekanslı çağrılar üretir. Yarasa, çağrıların başlangıcında ve sonunda geniş bant taramaları ekler ve yer tespiti sırasında başlangıç taraması işlevlerini yerine getirir. Büyük nalburunlu yarasa Doppler kaydırma telafisini kullanır ve uçarken çağrı ve yankıyı ayırırlar (G. Jones, 2005).

Ekolokasyon özelliği bulunan yarasalar tarafından kullanılan frekans aralığı, akustik bakış açısından mükemmel bir anlam ifade eder. Yarasa ekolokasyon çağrıları baskın frekanslarında yaklaşık 11 kHz ve 212 kHz arasında değişmektedir. Böcekçil yarasaların çoğu 20 kHz ile 60 kHz arasında baskın frekanslar kullanırlar. Daha düşük frekanslardan kaçınılırlar, çünkü dalga boyu böcek kanat uzunluğundan daha uzun olduğunda böcek boyutundaki hedeflerden dönen yankılar zayıf olur. Örneğin, hedefin kanat uzunluğu/ses dalga boyu oranı 1'den 0,2'ye düştüğünde, hedef kuvvet (olay ve yankı ses basıncı arasındaki

oran) 1 m'de yaklaşık 25 dB azaltılır. Bu nedenle uçan böcekler gibi küçük hedefleri tespit etmek için yüksek frekanslar gereklidir (G. Jones ve Holderied, 2007).

Yarasaların ürettiği dar bant sinyalleri dar bir frekans aralığına yayılır ve süresi nispeten uzundur. Uzak hedeflerin değişmesine izin verir ve uçan böceklerden çıkan seslerin tespiti için iyi adapte olmuştur. Geniş bant çağrıları çok çeşitli frekanslara yayılır ve genellikle kısa (<5 milisaniye) sürelidir ve yer belirlemeye iyi adapte olmuşlardır (G. Jones, 2005).

Tespit ve yer belirleme performansı birbiriyle karşılaştırılır, bu nedenle tespit için iyi tasarlanmış bir sinyal, hedeflerin yerini belirlemek için zayıftır. Böcekçil yarasalar, hedef tespit edildikten sonra, yakalama için yer belirleme gerektiğinde, dar bant sinyallerinden geniş bant sinyallerine geçerler. Yarasa avına yaklaştıkça geniş bant sinyalleri giderek daha hızlı bir şekilde yayılır ve bu da besleme vızıltısı (buzz) ile sonuçlanır (Resim 1.7) (G. Jones, 2005).



Resim 1.7. Uçan böceğe yaklaşma ve yakalama, bir böcek yakalayan *Pipistrellus pipistrellus*'un arama, yaklaşma ve yakalama sinyal dizisi. Ekolokasyon sinyalleri dizisinde, oklar ekolokasyon davranışında aşağıdaki aşamaları gösterir; SP: arama fazı, AP: yaklaşım aşaması, BI: vızıltı I, BII: vızıltı II, P: duraklama (Schnitzler ve Kalko, 2001).

Muhtemelen en sofistike ekolokasyon çağrıları Eski Dünya'daki nal burunlu yarasalar tarafından kullanılmaktadır. Bu yarasalar verimli yer tespiti ve aynı zamanda hedefleri sınıflandırmasını sağlayan uzun sabit frekans bileşenli sinyaller yayar; örneğin, kanatlarını hızla çırpan sivrisinekleri, daha yavaş kanat çırpışına sahip bir böcekten ayırt edebilirler. Yarasalar ayrıca aramaların sonunda geniş bant taramaları kullanarak mükemmel yer belirleme performansı elde eder (G. Jones, 2005).

Yarasaların ekolokasyon sinyalleri tek yönlüdür ve bu çok yönlü sinyallere göre bir dizi avantaj sağlamaktadır; (1) doğal yön bilgisi: sesi ileri yönde odaklayarak, geri dönen yankıların da bu yönden kaynaklanması ihtimalini artırır ve nesnelerin yerinin belirlenmesini basitleştirir. (2) Dağınıklıkta bir azalma: yarasanın arkasına ve yanlarına daha az ses yayıldığında, hiç ilgisi olmayan nesnelerden daha az ses yansır ve yarasanın işlemesi gereken bilgi miktarı azaltılır. (3) Kaynak seviyesinde bir azalma (eksen üzerinde yoğunluk): enerjiyi her yöne yaymak yerine dar bir koniye odaklayarak sağlanmaktadır (Jakobsen ve diğerleri, 2013).

Yiyecek arayan yarasalar, avlanma yerlerine uçarken ve av ararken çok sayıda sorunla karşılaşırlar. Bu sorunlar yarasaların avlandığı yere, ne yediklerine ve yiyeceklerini nasıl aldıklarına bağlı olarak değişir. Örneğin, açık alandaki karşılaşmada böcekleri avlayan yarasalarınki, bitki örtüsünün kenarlarına yakın, bitki örtüsü boşluklarında, yoğun ormanlarda veya yere yakın av arayanlardan farklıdır. Sorunlar ayrıca, uçuş sırasında hareketli avı (hava modu) veya yapraklar veya toprak (toplayıcı modu) veya su (trolleme modu) gibi yüzeylerden çoğunlukla sabit avı yakalamalarına bağlı olarak da değişir. Yiyecek arayan yarasalar bir böceği tespit etmeli, sınıflandırmalı, yerini belirlemeli ve aynı zamanda av yankıları arasında basitçe 'karışıklık' olarak adlandırılan dallar, yapraklar veya toprak gibi istenmeyen hedeflerin yankılarından da ayırmalıdır (Schnitzler ve Kalko, 2001).

Bununla birlikte, bazı yarasalar avlarını bulmak için av tarafından üretilen sinyalleri (örneğin böceklerin çağrıları ve hışırtı sesleri) tespit etmek için pasif dinleme gibi diğer duyusal sistemlere kısmen veya tamamen güvenir. Belirli beslenme koşullarından bağımsız olarak, tüm yarasalar aşağıdaki temel algısal görevleri gerçekleştirirler (Schnitzler ve Kalko, 2001).

1. Tespit etme: Bir yarasa, av veya diğer ilgi çekici hedefleri gösteren bir şey için kendi ekolokasyon sinyalinin bir yankısını alıp almadığına; duyduğuna, gördüğüne, kokladığına veya hissettiğine karar vermelidir. Tespit etmeyi, sınıflandırma ve yer belirlemeden bağımsız kavramsallaştırmak zordur (Schnitzler ve Kalko, 2001).

2. Sınıflandırma: Yarasalar, hedefleri belirli yankı bilgileri (Ostwald ve ark. 1988) veya doğalarında bulunan diğer özellikler yoluyla sınıflandırırlar. Boyut, şekil, malzeme ve doku gibi hedef özellikleri, bir yankının karmaşık zamansal ve spektral parametrelerinde kodlanır (Schnitzler ve Kalko, 2001).

3. Yer belirleme: Yankı, bir hedefin mesafesine, yatay ve dikey uzamsal açılarına göre konumunu gösterir. Yayılan sinyal ile geri dönen yankı arasındaki zaman gecikmesi mesafeyi kodlar. Binaural (iki kulak kullanımı), eko işaretleri yatay açıyı ve monoaural (tek kulağın kullanımı) ise spektral dikey açıyı tanımlar. Hareketli yarasalar için, yansıyan sesin akış alanı hedefin yeri için kullanılabilecek ek bilgiler sağlar. Diğer duyusal ipuçlarını kullanan yarasalar, av tarafından üretilen bir duyusal sinyalin kaynağının gerçek konumunu belirler (Schnitzler ve Kalko, 2001).

Yarasa ses çalışmalarında, yarasa dedektörleri yarasalar tarafından üretilen insan kulağı tarafından duyulamayan ultrasonik sinyalleri duyulabilir sinyale dönüştürür ve bu nedenle yarasaları incelemek için önemli araçlardır (Pettersson, 2004). Farklı tipte yarasa dedektörleri, yarasa ekolojisinin belirli yönlerini incelemek için avantajlar ve dezavantajlar sağlar (Britzke, 2002: 79, 83).

Yarasa türlerinin seslerine dayanarak çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda en yetenekli gözlemcilerin bile türleri tanımlamasının mümkün olmadığı, bu nedenle, birçok çalışmada, bazı türlerin gruplara toplanması önerilmektedir (Ahlén, 2004).

Yarasalardan gelen ekolokasyon çağrılarının yoğunluğu ve yönlülüğü üzerine yapılan bir araştırmada, laboratuvar ve doğal ortamlarındaki yarasalar arasında net farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar ekolokasyon sisteminin muazzam esnekliğini ve ekolokasyon yoluyla algılama için aktif motor kontrolünün önemini vurgulamaktadır. Aynı zamanda, yarasaların ses kayıtlarının doğal ortamlarında doğal davranan yarasalardan elde edilmesinin önemine işaret edilmektedir (Jakobsen ve diğerleri, 2013).

Yarasalar tarafından üretilen ekolokasyon çağrılarının yapısındaki değişkenlik ve benzerlik, bir izleme aracı olarak sese bağlı türlerin sınıflandırılmasının gelişmesini engellemiştir. Bir tür içindeki yarasa bireyleri ekolokasyon çağrılarını konum, habitat, yem arama; çevresel özellikler ve bunlara yakınlığına bağlı olarak değiştirebilir. Çağrı yapısı cinsiyete ve yarasa bireylerinin yaşlarına göre değişebilir. Ayrıca araştırmacılar tarafından kullanılan kayıt cihazları ve fiziksel ortamın etkileri, örneğin frekansa bağlı atmosferik zayıflama, ilave değişkenlik getirebilir. Bir habitatı veya ekolojik nişi paylaşan bireyler ve türler, benzer duyusal zorluklarla başa çıkmak için hem geçici hem de spektral olarak benzer ekolokasyon çağrıları üretebilir (Redgwell ve diğerleri, 2009).

Her yarasa türünün diyetindeki güve yüzdesi, arama uçuşu sırasında çıkartılan frekans ve bazı güve odyogramları ile yakından ilişkilidir. Havada avlanan yarasalar arasında, son derece düşük frekanslar (11-12 kHz) kullanan *Tadarida teniotis*, diğer tüm türlerin beslendiğinden (18-55 kHz) çok daha fazla güve (%80) ile beslenmektedir. Toplayıcılar arasında, uzun kulaklı yarasalar *Plecotus auritus* ve *P. austriacus* güveler (%30-70) üzerinde yoğun olarak beslenirken, bugüne kadar çalışılan *Myotis* türleri çok az sayıda güve ile beslenmektedir (<%10). *Rhinolophus ferrumequinum* ve *R. hipposideros*, çok yüksek frekanslarda (sırasıyla 83 ve 115 kHz) ekolokasyon çağrıları kullanır ve her ikisi de güveler üzerinden yoğun olarak beslenirler (% 20-50) (Rydell ve diğerleri, 1995).

Hayvan seslerinin otomatik olarak tanınması, çeşitli biyolojik araştırma ve çevresel izleme uygulamaları için değerli bir araç olacaktır (Ruiz ve diğerleri, 2017; Taylor ve diğerleri, 1996). Pasif akustik izleme sistemleri, ses çıkartan çok çeşitli hayvanları araştırmak için giderek daha yaygınlaşmaktadır. Ekologlar bu sistemleri kuşların (Celis-Murillo ve diğerleri, 2012; Leach ve diğerleri, 2016), yarasaların (Limpens, 2002; K. E. Jones ve diğerleri, 2013: 213, 248; Russo ve Voigt, 2016; Stathopoulos ve diğerleri, 2018), amfibilerin (Aide ve diğerleri, 2013; Taylor ve diğerleri, 1996), böceklerin (Ganchev ve diğerleri, 2007; Jeliazkov ve diğerleri, 2016; Riede, 1998), uçmayan memeliler (Mielke ve Zuberbühler, 2013) ve deniz memelilerinin (Bittle ve Duncan, 2013; De Vreese ve diğerleri, 2018) tespiti ve izlenmesi amacıyla kullanmaktadır.

Dünyada yarasa türlerinin ses özellikleri ve buna bağlı olarak tür teşhis anahtarları ve ses sonogramlarının belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Ahmim ve diğerleri, 2019; Disca ve diğerleri, 2014; Fukui ve diğerleri, 2004; Heller ve Helversen, 1989). Avrupa yarasa türlerinin ses özellikleri ile ilgili çalışmalarda hemen hemen tüm yarasa türlerinin ses özellikleri tanımlanmıştır (Bartonièka ve Øehák, 2005; Cornes, 2008; Denzinger ve diğerleri, 2001; Dietrich ve diğerleri, 2006; Monadjem ve diğerleri, 2007; Obrist ve diğerleri, 2004; Parsons ve Jones, 2000; Redgwell ve diğerleri, 2009; Russo ve diğerleri, 2001; Russo ve Jones, 2002; Russo ve Papadatou, 2014; Salsamendi ve diğerleri, 2005; Schumm ve diğerleri, 1991; Siemers ve diğerleri, 2005; Siemers ve Ivanova, 2004; Skiba, 2009; Tupinier, 1997; Walters ve diğerleri, 2012).

Yarasalar insan eylemleri tarafından tehdit edildiklerinden ve aynı zamanda önemli biyoindikatörler olarak hizmet ettiklerinden, popülasyonlarının izlenmesi son derece

önemlidir. Ancak, yarasaları araştırmak, gece aktivite göstermeleri ve diğer çalışma zorlukları ve aynı zamanda rahatsızlığa duyarlılıkları nedeniyle zordur. Yarasa detektörleri, ekolokasyon özelliği bulunan yarasaları yakalama veya tünek araştırması ile gözlemlenmesi zor olan türlerini de kaydeder. Bundan dolayı yarasa ekolokasyon çağrılarını otomatik olarak sınıflandırıcılarının popülerliği ve satışı hızla artmaktadır. Bu tür ürünler, rüzgâr enerjisi üretiminin gelişmesiyle dünya çapında genişleyen izleme çabalarına bağlı olarak piyasadaki boşluğu doldurmak amacıyla geliştirilmektedir. Hiçbir sınıflandırıcı, türlerin %100'ünde doğru sınıflandırma sağlayabildiğini veya bu ideal performansa yeterince yaklaşabildiğini henüz kanıtlamamıştır. Bu tür araçların henüz sahada yeterince test edilmediği iddia edilmektedir. Otomatik sınıflandırmada şüpheli olarak değerlendirilen çağrıların görsel olarak incelenmesi önerilmektedir. Elle tanımlama için de bu konuda yeterli bir deneyim gereklidir (Russo ve Voigt, 2016).

Seslerle yapılan yarasa envanter ve izleme çalışmalarının artışına bağlı olarak, bu konuda çalışma standartlarını belirleyen birçok rehber doküman üretilmektedir. Bu dokümanlar envanter ve izleme çalışmalarının metot ve değerlendirme aşamalarını tanımlamaktadır (Battersby, 2004; Collins, 2016; Greene, 2012; Mcieem, 2016; Mitchell-Jones ve McLeish, 2004; Sedgeley, 2012a).

Yolların inşaat öncesi, inşaat esnasında ve işletme aşamalarında yarasa popülasyonları üzerindeki etkilerinin belirlenmesi ve inşaat esnasında veya sonrasında gerçekleştirilen etki azaltıcı önlemlerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla dünya çapında ses izleme çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar detektörlerin gelişimine bağlı olarak artmaktadır. Çalışmaların bir kısmı bilimsel amaçlarla gerçekleştirilmiş olup tezler veya bilimsel makale halinde sunulmuştur (Berthinussen ve Altringham, 2012a; Fensome ve Mathews, 2016; Kammonen, 2015; Pourshoushtari ve diğerleri, 2018; Russell ve diğerleri, 2009). Diğer bir kısmı da yollardan sorumlu kurumlar tarafından hazırlanan raporlardır (ECOFACT Environmental Consultants Ltd., 2013; Highways Agency, 2006; Highways England, 2019; Setra, 2009; U.S. Fish and Wildlife Service, 2016; White-nose Syndrome Conservation and Recovery Working Group, 2018).

Modern fotokapanlar, kızılötesi sensöre bağlı, hayvanlar gibi hareket eden sıcak nesneleri görebilen bir dijital kameradır. Bir hayvan sensörün yanından geçtiğinde, kameranın

tetiklenmesine neden olur ve daha sonra almak için hafıza kartına bir görüntü veya video kaydeder (Wearn ve Glover-Kapfer, 2017).

Otomatik olarak tetiklenen kameralar (veya fotokapanlar) orta ve büyük memeliler ve yerdeki kuşların karasal topluluklarını örneklemede etkili bir yöntemdir. Fotokapanlar, sürekli olarak alanı izleyerek gece, nadir ve gizlenen türlerin varlığını tespit edebilir. Ayrıca, fotokapanlar belirli türlerin morfolojisi, davranışı, fenolojisi, aktivitesi, habitat kullanımı, dağılımı, bolluğu ve popülasyon dinamikleri hakkında bilgi elde etmek için de kullanılabilir (Buxton ve diğerleri, 2018).

Fotokapanlar gözlemci etkilerini en aza indirir, çünkü ham veriler (yani görüntüler), veri toplandıktan uzun bir süre sonra sorgulama için kullanılabilir (Buxton ve diğerleri, 2018; Caravaggi ve diğerleri, 2017; Welbourne ve diğerleri, 2017).

Genellikle yarasa çalışmalarında benimsenen yaklaşımlar çok saldırgan ve rahatsız edici sis ağları veya tanımlama hatalarına eğilimli akustik yöntemlerdir (Rydell ve Russo, 2015). Fotokapanlar, gözlemcinin hayvan davranışı üzerindeki etkilerini en aza indiren bir araştırma yöntemidir (Kucera ve Barrett, 2011; Swann ve diğerleri, 2004). Bu müdahaleci olmayan yöntem, bazı türlerin dağılımı, bolluğu ve habitat kullanımı hakkında fotoğrafik veriler sağlayabilir (Long ve Zielinski, 2008; Mace ve diğerleri, 1994; Rydell ve Russo, 2015).

Yarasaların korunmasına ilişkin dünya çapındaki endişeye rağmen, birçok yarasa türünün durumu ve dağılımı bilinmemektedir (Racey ve Entwistle, 2003). Bu, özellikle tek başına veya ağaç kabuğu, yapraklar veya ağaç boşluklarında küçük gruplar halinde tüneyen orman yarasaları için geçerlidir (Hirakawa, 2005).

İtalya'da yarasaların su içme alanında fotokapanların yarasa türü zenginliğini araştırmak için uygunluğunu değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, daha önce sis ağı çalışmalarıyla elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir. Akustik çalışmalarında zayıf ekolokasyon çağrıları nedeniyle sıklıkla göz ardı edilen türlerin fotoğrafları çekilmiştir. Bu yaklaşımın rahatsızlık vermemesi nedeniyle, hassas bölgelerde yakalama yerine veya tanımlama oranlarını iyileştirmek için akustik çalışmalarla kombine edilmesi tavsiye edilmektedir (Rydell ve Russo, 2015).

Hirakawa, kızılötesi sensörlü kameralar kullanarak yaban hayatı çalışması yaparken fotoğraflarda ormanlardaki yarasaların olduğunu fark etmişti. Bununla birlikte, yarasalar sadece kameraların önünden geçtiklerinde tesadüfen fotoğraflandıkları için, sayı amaç için çok düşüktü ve elde edilen yarasa görüntülerinin çoğu çok zayıftı. Fotoğraflardaki yarasalar genellikle kameraya çok yakındı ve görüntüler çok parlak, odak dışı ya da çok uzaktı; görüntüleri ise çok küçüktü. Ayrıca, fotoğraflarda genellikle vücutlarının sadece kuyrukları ve kanat uçları gibi kısımları görülüyordu. Yarasa fotoğraflarının oranını ve kalitesini arttırmak ve böylece yarasa çalışmalarına otomatik fotoğrafçılığı uygulamak için kameranın ön tarafına sallanan bir silgi monte etti ve yarasalar av olarak buna saldırıp vazgeçtiklerinde fotoğraflarını çekti. Böylece bu cihazın otomatik fotoğrafçılık kullanarak yarasa araştırmaları için yararlı bir araç olabileceğini ifade etti (Hirakawa, 2005).

Yarasa için temel saha araştırma tekniklerinden birisi de bir alanın yarasalar tarafından kullanılıp kullanılmadığını belirlemek amacıyla tüneklerde yarasa işareti olarak dışkılar, lekelenme, idrar lekeleri veya yiyecek kalıntılarının belirlenmesidir. Burada dikkat edilmesi gereken en önemli husus, yarasa ve küçük kemiricilerin dışkılarını ayırt etmektir. Yarasalar böcekçidir ve kuru yarasa dışkıları küçük parçalara ayrılır. Buna karşılık, fare dışkıları ufalandığında bulaşacaktır. Aynı zamanda yarasa dışkısı içinde böcek bacakları ve güve kanatları ile böceklerin diğer kalıntılar da bulunabilir. Bu kalıntılar yarasaların varlık yokluk verilerinde kullanılmaktadır (Sedgeley, 2012b). Yarasa iz ve işaretleri ile ilgili bazı çalışmalarda yarasaların tutundukları yerlerdeki lekelerin yüzey alanı veya tünek alanları altında zemindeki dışkıların yüzey alanı ve dışkıların kütlesi nüfus büyüklüğünü tahmin etmek için kullanılmıştır (O'Shea ve Bogan, 2003).

Ultrasonik yarasa dedektörlerinin ve kayıt cihazlarının maliyetinin azalması, gece boyunca kayıt yapabilen pasif akustik sensörlerin geliştirilmesi sonucunda ses olaylarını tespit etmek, çok sayıda akustik özelliği elde etmek ve yarasa türlerini otomatik olarak tanımlamak için birkaç güvenilir nicel yöntem geliştirilmiştir (Aide ve diğerleri, 2013; Disca ve diğerleri, 2014; Gorresen ve diğerleri, 2008; Obrist ve diğerleri, 2004; Russo ve Voigt, 2016; Rydell ve diğerleri, 2017; Skiba, 2009). Yarasaları rahatsız etmeden yarasaların habitat kullanımlarını (Gaisler ve diğerleri, 1998; Rainho, 2007; Rebelo ve Rainho, 2009; Russo ve Jones, 2003), insan faaliyetlerinin etkilerini veya etki azaltma önlemlerinin etkinliğini araştırmak amacıyla sese bağlı çok sayıda aktivite çalışmaları yapılmaktadır (Ellison, 2012;

Elmeros ve diğerleri, 2016; J. Müller ve diğerleri, 2013; Schaub ve diğerleri, 2008; Stone ve diğerleri, 2009; Straka ve diğerleri, 2019).

Bu çalışmalarda, yarasa etkinliği, ölçümü genellikle birim zaman başına bir sensör tarafından algılanan yarasa geçişlerinin sayısına dayanmaktadır. Bu metrik, çalışma alanındaki yarasa aktivitesinin bir indeksi olarak kullanılır. Yarasa aktivitesini değerlendirmek için kullanılan metrikler, çalışmalar arasında farklılık gösterir (Kerbiriou ve diğerleri, 2019a, 2019b). Bazı araştırıcılar birim zaman içerisinde kaydedilen nabızların sayısını kullanırken (Tibbels ve Kurta, 2003), bazı araştırıcılar ekolokasyon çağrısı kayıtlarını içeren dosya sayısını (Hohoff, 2016; Miller, 2001), bazı araştırıcılar da beslenme vızıltısını kullanmıştır (Rowse, Harris, ve diğerleri, 2016). Yarasa dedektörlerinin kullanıldığı akustik çalışmalarda, herhangi bir arazi sayımı tekniğinde olduğu gibi, ultrasonik tespitin de dikkate alınması gereken güçlü yönleri ve sınırlamaları vardır. Ultrasonik detektörler, tanınan türler başına birim zamandaki yarasa geçişini elde etmeye imkân sağlar. Bir yarasa geçişi, bir mikrofonun menzili içinde yarasa geçişleri olarak kaydedilen iki ya da daha fazla ekolokasyon darbesinin bir dizisi olarak tanımlanabilir. Detektörler, belirli bir sitede bir yarasa etkinliği dizini sağlar ve birden fazla alanda kullanılırlarsa, alanlar arasındaki faaliyet düzeylerinin karşılaştırılmasına izin verir (Thomas ve West, 1989).

Detektörler aynı yarasanın birkaç geçişini veya birkaç yarasanın birer geçişini birbirinden ayıramadığından, geçişler ile yarasa sayısı arasında basit bir korelasyon yoktur. Popülasyon yoğunluğu verilerine ulaşmak için ve şu anda bu ilişkiyi değerlendirmek için bilinen bir yöntem de yoktur (Thomas ve West, 1989).

Alanlar arasında aktivite yoğunluğunu karşılaştırabilmek için, bazı çalışmalarda kaydın başlangıç ve bitiş zamanı ultrasonik detektörde önceden tanımlanmaktadır (Lacoeuilhe ve diğerleri, 2016). Pek çok çalışmada ise, yarasa aktivitesi gece başına yarasa geçiş sayısı olarak hesaplamıştır (Adams, 2013; Barré ve diğerleri, 2018; Claireau ve diğerleri, 2019; Mcieem, 2016). Bu metrik çalışma alanındaki yarasa aktivitesinin bir indeksi olarak kullanılır (Miller, 2001; Tibbels ve Kurta, 2003).

Akustik araçları kullanan araştırmacılar için çeşitli teknikler mevcuttur. Ultrasonik detektörlerin bir peyzajda sabit bir noktada yerleştirildiği pasif izleme veya araştırmacının

detektörü önceden belirlenmiş bir yol boyunca (örneğin yürüme, araçla ve tekne gezintisi) belirli bir süre hareket ettirdiği aktif izleme yöntemleri yarasa aktivitesini veya varlığını belirlemek için kullanılmaktadır (Roche ve diğerleri, 2005, 2011; Stahlschmidt ve Brühl, 2012).

Pasif izleme, aynı anda birden fazla izleme istasyonunun kurulmasına izin verir, böylece büyük ölçekli habitat araştırmaları yürütülebilir. Kullanılan izleme türü kaynaklara (ekipman ve insanlar), çalışmanın uzunluğuna ve çalışma hedeflerine bağlıdır. Aktif akustik örnekleme, araştırmacıya detektör mikrofonunu yarasa etkinliği alanına yönlendirme imkânı verirken; pasif örnekleme, detektörün tüm örnekleme süresi boyunca aynı yöne yönlendirilmesini içerir (Britzke, 2002: 79, 83; D'Acunto ve diğerleri, 2018).

Birçok ülkede, altyapı gelişmelerinin çevre üzerindeki ve özellikle yarasalar gibi korunan türler üzerindeki etkilerini en aza indirecek şekilde yapılması gerektiği yönünde mevzuatlar bulunmaktadır. Bu mevzuatlarda ilke olarak, çevrede net bir kayıp olmamalıdır. Avrupa Birliği'nde, bu Habitatlar Direktifi ile (Konsey Direktifi 92/43/EEC) resmileştirilmiştir. Bilgi, kaynak, ticari ve siyasi irade eksikliği nedeniyle mevzuatlar genellikle ciddi şekilde eksik uygulanmaktadır (Altringham ve Kerth, 2016).

Avrupa politikası ve uygulaması hiyerarşik olarak, çevresel zararlardan kaçınmakla başlayarak, zararın kaçınılmaz olduğu kabul edildiğinde etkinin azaltılmasına geçerek, azaltmanın mümkün olmadığında ise sadece kısmi tazminat (dengeleme) yaklaşımını içerir. Habitat kaybolduğunda veya bozulduğunda, prensipte habitatın faaliyetlerden öncekinden daha iyi olması için faaliyetlerle birlikte bir miktar habitat geliştirilmesi gerekir (Altringham ve Kerth, 2016).

Pek çok ülkede, yolların yaban hayatı üzerine olan etkilerini azaltmak için inşaat öncesi, inşaat esnası ve işletme aşaması ile bu dönemdeki bakım ve onarım çalışmalarında dikkat edilecek konuları açıklayan yol yapım kılavuzlar yayınlanmıştır (Brenda ve diğerleri, 2010; *British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure*, 2018; MassDOT, 2010; Ministry Of Transportation, 2017; The Highways Agency, 2019, 2020).

Yolların yaban hayatının üzerindeki bariyer etkisini azaltmak ve etki azaltma önlemleri sonrasında işlevselliğini izlemek için çok sayıda bilimsel makale, konferans bildirisi, kılavuz

veya teknik raporlar hazırlanmıştır (Abson ve Lawrence, 2003; Achiron-Frumkin, 2009; Clevenger ve diğerleri, 2003; Mata ve diğerleri, 2003: 265, 276; Roedenbeck ve diğerleri, 2007; Rytwinski ve diğerleri, 2015; van der Grift ve diğerleri, 2013; Y. Wang ve diğerleri, 2017).

Yolların yaban hayatı üzerindeki bariyer etkisini azaltmak için yaban hayatı geçiş yapıları yaygın olarak kullanılmaktadır. Böylece hayvanların yolu alttan veya üstten güvenli olarak geçmelerini sağlayacak geçiş yapıları inşa edilirken yaban hayvanlarının bu yapıların kullanımını izleyen çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Beckman ve Hilty, 2010; Murphy-Mariscal ve diğerleri, 2015; OBrien ve diğerleri, 2018; van der Grift ve diğerleri, 2017; Veenbaas ve Brandjes, 1999).

Yapılan çalışmaların çoğunda, yapıların özelliklerine göre değişse de, bu yapıların memeliler tarafından kullanıldığı bildirmektedir (Clevenger ve diğerleri, 2001, 2003; DKMP, 2017; Eldridge ve Wynn, 2011; Georgii ve diğerleri, 2011; Jr ve diğerleri, 2012; Pfister ve diğerleri, 1997; Veenbaas ve Brandjes, 1999; Yanes ve diğerleri, 1995). Bununla birlikte, yaygın olarak kabul edilen bir etki azaltma eyleminin kullanılması, onun başarılı olduğu anlamına gelmez. Etkili olabilmesi için yerel popülasyon büyüklüklerinin korunmasında önemli bir rol oynaması gerekir. Bir yoldan geçmek için bir yapıyı kullanan az sayıda bireyin tespit edilmesi etkili bir etki azaltmanın kanıtı değildir. Geriye kalan çok sayıda birey yoldan güvensiz geçecek, yaşam alanı boyutunu azaltacak veya alternatif bir rota bulmak için daha uzun yolculuklar yapmak zorunda kalacaktır (Berthinussen ve Altringham, 2012b).

Yaban hayatı geçiş yapıları, yollardaki geçirgenliği ve habitat bağlantısını arttırmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, az sayıda çalışma bu etki azaltma önlemlerinin etkinliğini çoklu türlerde veya topluluk düzeyinde değerlendirmiştir (Clevenger ve Waltho, 2000).

Bir gözden geçirme çalışmasında, etki azaltma önlemlerinin etkinliği konusundaki danışman raporlarında, tezlerde, konferans bildirilerinde ve hakemli dergi makalelerinde yayınlanan çeşitli yaban hayatı geçiş yapılarının kullanımı hakkındaki 123 çalışma özetlenmiştir. Buna göre geçiş yapılarının çoğunun yaban hayatı tarafından kullanıldığı kaydedilmiştir. Buna rağmen sadece iki çalışmada, etki hafifletme amacıyla yapılan yapıların popülasyon düzeyinde etkili olduğu gösterilmiştir. Çoğunluğu altgeçitler (%83) ve özellikle menfezler

(%40) olmak üzere toplam 1864 yaban hayatı geçiş yapısı değerlendirilmiştir (van der Ree ve diğerleri, 2015).

Ulaştırma altyapıları, yarasa popülasyonları üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. Yarasalar doğrudan araç çarpışmalarından, ışık ve gürültü rahatsızlığından, bölgedeki tünek tahribatından, habitat kaybından ve bozulmasından ve dolaylı olarak popülasyon ve habitatlarının parçalanmasından etkilenebilir (Møller ve diğerleri, 2016). Daha ekolojik olarak sürdürülebilir altyapılar geliştirmek için, karayolu makamları yeni yol planlarını yaparken veya inşa ederken yarasalar için etki azaltma ve dengeleme önlemleri uygulamalıdır (Abbott ve diğerleri, 2015: 290, 299; Møller ve diğerleri, 2016).

Dikey yapılara, peyzaj yapılarına ve topografyaya göre yarasaların ekolokasyonu, manevra kabiliyeti, uçuş davranışı ve türe özgü uçuş yüksekliğinde büyük farklılıklar görülür (Norberg ve Rayner, 1987; OBrien ve diğerleri, 2018; Schnitzler ve Kalko, 2001). Bundan dolayı, etki azaltma önlemlerinin etkinliği, yarasa grupları arasında değişiklik gösterir; örneğin alt geçitler alçaktan uçan türler için etkili olabilir, ancak açık hava sahasında gidip gelen türler için etkili olmayabilir (Elmeros ve diğerleri, 2016). Son çalışmalar bazı etki hafifletme yapılarının yarasaların sadece küçük bir kısmı tarafından kullanıldığını göstermiştir. Genel olarak, hâlihazırda tavsiye edilen önlemlerin sahaya özgü düzeyde, nüfus veya peyzaj ölçeklerindeki yol etkilerini azaltmak için yeterli olduğunu gösteren çok az sayıda çalışma vardır (OBrien ve diğerleri, 2018). Bu nedenle, yol geliştiricilerinin bir yol için proje alanında hangi yarasa türlerinin bulunduğu hakkında ayrıntılı bilgi edinmeleri önemlidir. Bu temel bilgiler bilinçli kararlar vermek ve en etkili azaltma planlarını uygulamak için çok önemlidir (Elmeros ve diğerleri, 2016).

Avrupa'da etki azaltma önlemlerinin etkin şekilde planlanması amacıyla yarasalar fonksiyonel özelliklerine göre aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır (OBrien ve diğerleri, 2018).

A- Genellikle ağaç yaprakları içinde veya bitki örtüsüne, yüzeylere ve yapılara yakın uçan manevra kabiliyeti son derece yüksek olan türlerdir. Gidiş-dönüşlerde, genellikle doğrusal ve uzunlamasına peyzaj elemanlarını takip ederler. Açık boşluklar üzerinden hareket ederken düşük yüksekliklerde uçarlar (tipik olarak <2 m).

B- Çoğu zaman bitki örtüsünün ve yüzeylerinin yakınında uçar, ancak bazen yapraklar içinde avlanabilen manevra kabiliyeti çok iyi olan türlerdir. Gidiş-dönüşlerde, genellikle doğrusal ve uzunlamasına peyzaj elemanlarını takip ederler. Açık havadaki uçuşlarda düşük-orta mesafeli uçuş yaparlar (tipik olarak <5 m).

C- Orta manevra kabiliyetine sahip yarasa türleridir. Genellikle bitki örtüsü veya yapılar boyunca avlanır ve gidiş-dönüşlerde, nadiren bitki örtüsüne yakın veya bitki örtüsünün içinde bulunurlar. Açık alanlarda da uçabilirler. Tipik olarak düşük ile orta yüksekliklerde uçarlar, açıklıkları uzunlamasına geçerler (tipik olarak 2–10 m).

D- Orta manevra kabiliyetine sahip yarasalardır. Daha düz uçuş desenleriyle çeşitli uçuş yüksekliklerinde bitki örtüsü ve yapılarda avlanır ve gidip dönerler. Açık alanlarda gidiş-dönüşleri orta yüksekliklerdedir (2–10 m).

E- Bitki örtüsü ve diğer yapılardan uzakta, çoğunlukla yüksekte ve açık hava sahasında uçan daha az manevra kabiliyeti olan yarasa türleridir. Bu yarasalar, açık alanlarda genellikle orta yükseklikte veya daha yüksekte (10 m ve genellikle daha yüksek) gidiş-dönüş yaparlar. Bununla birlikte, böcekleri sıcak yüzeyler (yol) üzerinde avlarken veya bir tünek bölgesinden çıktıklarında oldukça düşük seviyelerde de uçabilirler.

Etki azaltma önlemlerinin uygun şekilde yapılabilmesi için yarasa türlerinin fonksiyonel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Şu ana kadar, Türkiye'de kaydedilen veya bulunması muhtemel yarasa türlerinin tipik uçuş davranışları ve boylarına göre fonksiyonel grupları geçici olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 1.2) (OBrien ve diğerleri, 2018)

Çizelge 1.2. Türkiye'den kaydedilmiş veya bulunması muhtemel yarasa türlerinin tipik uçuş davranışları ve boylarına göre fonksiyonel gruplarda geçici sınıflandırılması (A: Manevra kabiliyeti oldukça yüksek yarasalar, B: Manevra kabiliyeti yüksek olanlar, C: Orta manevra kabiliyeti olan yarasalar- genellikle bitki örtüsü ve yapılar boyunca uçar, D: Orta manevra kabiliyeti olan yarasalar- Daha düz uçuş düzeni olanlar, E: Daha az manevra kabiliyeti olan yarasalar), Parantez içindekiler, türün uçuş davranışı hakkındaki bilginin sınırlı olduğunu göstermektedir (OBrien vd., 2018).

Bilimsel Adı	**Türkçe adı**	**Vejetasyonun içinde, kenarında ve yüzeyinde**			**Açık hava alanında**	
		A	**B**	**C**	**D**	**E**
Rousettus aegyptiacus	Mısır Meyve Yarasası				(X)	
Rhinolophus hipposideros	Küçük Nalburunlu Yarasa	X				
Rhinolophus ferrumequinum	Büyük Nalburunlu Yarasa		X			
Rhinolophus euryale	Akdeniz Nalburunlu Yarasası		X			
Rhinolophus mehelyi	Mehely Nalburunlu Yarasası		X			
Rhinolophus blasii	Blasius Nalburunlu Yarasası		(X)			
Myotis daubentonii	Farekulaklı Su Yarasası		X			
Myotis dasycneme	Havuz Yarasası			X		
Myotis capaccinii	Uzunayaklı Yarasa			X		
Myotis brandtii	Sakallı Yarasa		X			
Myotis mystacinus	Bıyıklı Siyah Yarasa		X			
Myotis aurascens	Bıyıklı Kahverengi Yarasa		(X)			
Myotis alcathoe	Balkan Bıyıklı Yarasası		X			
Myotis nipalensis	Kafkas Bıyıklı Yarasası		(X)			
Myotis nattereri	Saçaklı Yarasa	X				
Myotis emarginatus	Kirpikli Yarasa	X				
Myotis bechsteinii	Büyükkulaklı Yarasa	X				
Myotis myotis	Büyük Farekulaklı Yarasa			X		
Myotis blythii	Küçük Farekulaklı Yarasa			X		
Nyctalus noctula	Akşamcı Yarasa					X
Nyctalus lasiopterus	Büyük Akşamcı Yarasa					X
Nyctalus leisleri	Küçük Ağaç Yarasası					X
Pipistrellus pipistrellus	Cüce Yarasa			X		
Pipistrellus pygmaeus	Akdeniz Cüce Yarasası			X		
Pipistrellus hanaki	Hanaki'nin Cüce Yarasası			(X)		
Pipistrellus nathusii	Sertderili Yarasa			X		
Pipistrellus kuhlii	Beyazseritli Yarasa			X		
Hypsugo savii	Savi'nin Cüce Yarasası				X	
Vespertilio murinus	Çiftrenkli Yarasa					X
Eptesicus serotinus	Genişkanatlı Yarasa				X	
Eptesicus nilssonii	Kuzey Yarasası				X	
Eptesicus isabellinus	Güney Serotin Yarasası				X	
Eptesicus bottae	Akdeniz Genişkanatlı Yarasası				X	
Barbastella barbastellus	Basıkburunlu Yarasa				X	
Plecotus auritus	Kahverengi Uzunkulaklı Yarasa	X				
Plecotus macrobullaris	Uzunkulaklı Kafkas Yarasası	X				
Plecotus austriacus	Gri Uzunkulaklı Yarasa	X				
Plecotus kolombatovici	Balkan Uzunkulaklı Yarasası	(X)				
Miniopterus schreibersii	Uzunkanatlı Yarasa				X	
Tadarida teniotis	Buldog Yarasa					(X)

Planlanan bir yol projesinde etkilenebilecek tüm türler için etkili bir etki azaltma stratejisi belirleyebilmek amacıyla kapsamlı bir inşaat öncesi çalışması şarttır. İnşaat sonrası çalışmalar ve izleme, etki azaltma önlemlerinin hedeflerine ulaştığını belgelemek ve

önlemlerin işlevselliğinin korunmasını sağlamak için çok önemlidir (Elmeros ve diğerleri, 2016; OBrien ve diğerleri, 2018).

Dünyada, birçok ülkede yol inşası ve işletme aşamalarında yarasaların korunması ile ilgili kılavuzlar hazırlanmıştır (Elmeros ve diğerleri, 2016; MassDOT, 2010; National Roads Authority, 2006; The Highways Agency, 2019, 2020; van der Ree ve diğerleri, 2015; VicRoads, 2012).

Yolların ve trafiğin yarasalar üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak ve telafi etmek için dünyada çeşitli önlemler alınmaktadır. Bu etkileri azaltma metotları aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Elmeros ve diğerleri, 2016; O'Connor ve Green, 2011);

A- Fauna geçitleri

1. Yaban hayatı üst geçitleri: Fauna için yapılmış bitki örtülü üst geçitler. Çok işlevli olabilir, örneğin küçük yollar, yaya/bisiklet yolları.
2. Modifiye edilmiş köprüler: Yarasa geçişleri için uygunluklarını artırmak amacıyla üzerindeki yolda değişiklikler yapılan köprüler.
3. Yarasa geçitleri: Hafif yapılardır. Yarasaların trafiğin yukarısından, güvenli yüksekliklerde geçişlerini sağlamak için inşa edilir.
4. Atlamalar (Hopover): Yolun her iki yanındaki uzun bitki örtüsü ve/veya panolar, yol boyunca yarasaların uçuş yüksekliğini güvenli yüksekliklerde tutmak ve korumak için kullanılır.
5. Viyadük ve Nehir köprüleri: Vadideki peyzaj koridorlarını korumak için nehirler ve vadiler arasındaki karayolu köprüleri.
6. Tünel ve menfezler: Tüneller veya bir dolgu üzerinde yükselen yolların altındaki menfezler.

B- Ekolojik etki azaltma

1. Yarasa kutuları: Eski tünek yakınında yeni yapay tüneklerin kurulmasıdır. Örneğin ağaçlara, binalara yarasa kutuları monte etmek veya yeni yapılara, köprüler gibi yol yapılarına tünek yapıları eklemek.

2. Ağaçlarda yapay delikler: Etki alanı dışındaki uygun ağaçlara yarasaların tünemesi için yapay delik açılması.
3. Ağaç koruma: Kesilecek veya etkilenecek ağaç gövdelerinin yarasa tünekleri ile taşınması.
4. Habitat düzenleme: Habitatın iyileştirilmesi ve yeni doğal habitatların oluşturulması, tahrip edilen ve bozulan beslenme alanlarının ve kesilen peyzaj bağlantılarının etkilerini dengeleyebilir. Yarasalar için bu tür eylemler arasında gölet ve sulak alanların geliştirilmesi veya oluşturulması, çitlerin ve ormanlık alanların ekilmesi ve doğal otlak habitatlarının genişletilmesi yer alabilir.

C- Diğer müdahaleler

1. Çitler veya ağaç sıraları: Yarasaları daha güvenli geçiş noktalarına yönlendirmek için yapılan çit, ağaç veya çalı sıraları.
2. Bariyerler: Yarasaların yolu emniyetli bir yükseklikten geçişlerini sağlamak için önleyici veya rehberlik yapan bariyer file veya panolar.
3. Yapay Işık: Güçlü ışıklar, yarasaları yoldan uzaklaştırmak ve yarasaları daha güvenli geçiş alanına yönlendirmek için kullanılır.
4. Sesli uyarı: Çarpışma riski yüksek olduğunda yarasaların geçmesini önlemek için yol yüzeyinin araç geçişi sırasında ses çıkartacak şekilde uyarlanması. Gürültü kirliliğini azaltmak için asfaltın yol yüzeylerinde uyarlama yapılması veya ses kesici panoların uygulanması.
5. Hız azaltması: Çarpışma riski olan bölgelerde, çarpışma sayısını azaltmak için araç hızlarının sınırlandırılması.

Hali hazırda uygulanan bu etki azaltma önlemlerinin çoğunun amaçlandığı şekilde yarasalar tarafından kullanıldığı gözlemlenmiştir, ancak yarasaların davranışları ve önlemlerin kullanım etkinliğini değerlendirmek için yeterince çalışılma yapılmamıştır (Møller ve diğerleri, 2016).

Møller ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, yarasalar üzerinde yol etkilerinin azaltılması işlemlerinin etkinliğini değerlendirmek için, etki azaltma ve dengeleme önlemleri üzerine yapılan bilimsel makaleler, danışmanlık notları, sektör raporları, öğrenci raporları ve konferans sunumları gözden geçirilmiştir. Bir etki azaltma işleminin etkinliğinin

kalitesi çalışma tasarımına göre tekrarlı, rastgele, kontrollü, inşaat öncesi ve sonrası çalışmaların en iyi kanıtı sağlayacağı değerlendirilmiştir. Bir yapı, yarasaların en az %90'ının yolu güvenli bir şekilde geçmek için yapıyı kullanması durumunda etkili olarak tanımlanmıştır (Çizelge 1.3) (Møller ve diğerleri, 2016).

1- Önerilen müdahale doğru yerleştirilir ve iyi inşa edilirse. Yarasaların yapıyı kullandığına veya yöntemin etkili olduğuna dair kanıtlar iyi.
2- Teşvik edici sonuçları gösteren potansiyel etkili bir müdahale. Daha fazla değerlendirme, önlemin etkinliğinin veya geliştirilmesinin daha iyi belgelendirilmesi gerekir.
3- Potansiyelini değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulan bir müdahale. Çalışmalar, bazı türler için bir miktar kullanım ve etkinliği göstermektedir.
4- Etkili olmadığı kanıtlanan bir müdahale, çok belirsiz sonuçlar vermiştir veya ekolojik etki azaltma için kullanılamıyordur. Tavsiye edilmez.

Çizelge 1.3. Alçak ve yüksekten uçan yarasa türler üzerindeki yol etkilerini azaltmak için önlemlerin ve bunların potansiyel etkinliklerinin değerlendirilmesi. E/H: Çalışmaların belirsiz sonuçlar verdiğini belirtir. ?: Kullanım veya etkinlikle ilgili hiçbir bilginin mevcut olmadığını gösterir. ( ): Bazı çalışmalarda önlemin kullanıldığını veya etkili olduğunu belirtir, ancak çok az çalışma bu verilerin kesin olması için kusursuz bir tasarıma sahiptir (Møller ve diğerleri, 2016).

Etki azaltma metodu		**Kullanılır**	**Etkili**	**Değerlendirme**	
		E/H	**E/H**	**Bitki örtüsü kenarında, içinde veya yüzeyinde**	**Açık alanda**
Fauna Geçitleri					
Yaban hayatı geçitleri		E	E	1	1
Modifiye edilmiş köprüler	Yeşil kenarlı	E	(E)	1	1
	Paneller	E	?	3	n/a
Yarasa geçitleri	Açık yapılar	Sınırlı	H	4	4
	Kapalı yapılar	E	?	3	3
Atlamalar (Hopover)		E	?/H	3	3*
Viyadük ve Nehir köprüleri		E	E	1	2
Tünel ve menfezler		E	E/?	2**	4
Diğer müdahaleler					
Çitler veya ağaç sıraları		E	?	2	3
Bariyerler		E	(E)	2	3
Yapay Işık	Yarasaları kaçırıcı yapay ışıklar	E	?	3	3
	Işık spektrumunun uyarlanması	(E)	?	3	3
	Işık dağılımının kısıtlanması	(E)	?	2	2
Sesli uyarılar		(E)	?	3	3
Hız azaltması		?	?	3	3
Ekolojik etki azaltma					
Yarasa kutuları		E	H	4	4
Ağaçlarda yapay delikler		?	?	3	3
Ağaç koruma		?	?	2	2
Habitat düzenleme		E	?	2	2

* Tüneller ve menfezler üzerindeki setler üstünde bulunan alçak köprüler ve yollarda.

** Alçaktan uçan türler için etkinliği büyüklüğe bağlıdır.

Bu gözden geçirme çalışmasında, sadece birkaç önlem, optimum şekilde tasarlanması ve yerleştirilmesi koşuluyla, etkili ve tavsiye edilebilir olarak değerlendirilmiştir. Tedbirlerin çoğu için etkili olduklarını gösteren kanıtlar çok azdır (Elmeros ve diğerleri, 2016).

Yolların yaban hayatı üzerinde zararlı etkileri olabileceği açıktır. Yollar habitatı yok eder ve parçalara ayırır, yoldan geçmeye çalışırken hayvanlar ölümle karşılaşır. Trafikten kaynaklanan gürültü iletişimi, yiyecek arama davranışını engelleyebilir ve olumsuzlukların listesi bu şekilde devam eder. Yolların yaban hayatı üzerindeki etkilerini anlamak, genel olarak türlerin korunmasını amaçlayan ve olumsuz etkileri azaltan etkili etki azaltma stratejileri geliştirmek için şarttır. Bu tez çalışmasında Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan- Gerede arasındaki bölümündeki Drenaj yapılarını, yol ve yol kenarı habitatlarını kullanan yarasa türleri araştırılmıştır.

Türkiye'de yol ve yol yapıları ile yarasa ilişkisi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tüm dünyada olduğu gibi yolların Türkiye'de de yarasalar üzerinde önemli etkileri olması muhtemeldir. Yeni planlanan yol projelerinde veya işletme aşamasındaki yollarda yol etkilerini azaltabilmek için yarasaların yol yapıları ve bağlantılı habitatlarla ilişkisinin belirlenmesi önemlidir.

Tez çalışmasının ana hipotezi 'yarasalar drenaj yapılarını geçiş için kullanıyor mu?'dur. Bu ana hipotez, 'drenaj yapılarında yarasa aktivitesi izlemede fotokapan kullanımı etkin mi?, yapı içlerinde yarasa iz ve işaret yoğunlukları ile aktivite arasında bir ilişki var mı?, yapı ebatları aktivite üzerinde etkili mi?, çevredeki habitatlar yapı içerisindeki aktivite üzerinde etkili mi?, türlerin yapı tercihi var mı?, yol güzergahında drenaj yapılarını kullanmayan türler var mı?' ek hipotezlerini de test etmeye izin vermiştir.

2. MATERYAL METOT

Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede arasındaki bölümünde bulunan drenaj yapılarını ve yol kenarı habitatlarını kullanan yarasaların türlerini ve aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma, saha ve ofis çalışmaları olarak iki şekilde yürütülmüştür. Saha çalışmaları 2018-2019 yıllarında Mart ve Kasım ayları arasında toplam 34 gün sürmüştür (Çizelge 2.1). Saha çalışmaları yaklaşık 15 günde bir tekrarlanmıştır. Ofis çalışmaları ise saha çalışmaları öncesi hazırlık çalışmaları, sonrasında ise verilerin düzenlenmesi ve değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Çizelge 2.1. Saha çalışma dönemleri

	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
2018	2	0	2	3	2	3	2	1	1
2019	0	1	3	1	2	3	4	1	3

Saha çalışmalarının otoyolda ve drenaj yapılarında gerçekleştirilmesi için Karayolları 4. Bölge Müdürlüğünden ve Bilimsel araştırma izinleri için de T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünden gerekli izinler alınmıştır.

Anadolu Otoyolu (Otoyol 4), Türkiye'nin Ankara ve İstanbul şehirlerini birbirine bağlayan 3 gidiş ve 3 geliş olmak üzere toplam 6 şeritten oluşan otoyoldur. Otoyol, bu şehirleri birbirine bağlarken aynı zamanda güzergâhı üzerinde 4 şehre (Bolu, Düzce, Sakarya, Kocaeli) daha uğrar ve kullanımı ücretlidir. Otoyol 4'ün ilk etabı olan Ankara-Gerede bölümünün inşaatı 31 Temmuz 1987'de düzenlenen törenle başlayıp 28 Ekim 1992'de tamamlanmıştır (Vikipedi, 2021). Saha çalışmaları ise otoyolun bu ilk bölümü olan Ankara-Gerede kısmında gerçekleştirilmiştir. Bu güzergâh Ankara'nın Kahramankazan ilçesinden başlayıp Bolu'nun Gerede ilçesinde bitmektedir. Bu hattın uzunluğu yaklaşık 100 km'dir. Hattın eni ise 6 şeritli yol, emniyet şeritleri ve orta refüj ile birlikte ortalama 45 m'dir. Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan-Gerede arasında kalan ve tez çalışmasının konusu olan bu kısım, tezin bundan sonrasında 'Otoyol' olarak adlandırılacaktır.

Ofis çalışmalarında, otoyoldaki drenaj yapılarının konumları Google Earth programı yardımıyla, uydu görüntüleri üzerinden tespit edilmiştir (Harita 2.1). Uydu görüntülerine

göre belirlenen noktalar 2018 Mart ayındaki iki günlük saha çalışması ile görsel olarak doğrulanmıştır. Bu çalışmalara göre otoyolda toplam 158 drenaj yapısı bulunmaktadır.

Harita 2.1. Otoyolda belirlenen tüm drenaj yapıları ve çalışma güzergâhı (*Google,* 2021a)

158 adet drenaj yapısını temsil etmesi amacıyla %15'inde çalışma yapılması planlanmıştır. Çalışma yapılacak drenaj yapılarının seçilebilmesi için ofis çalışmaları ile öncelikle yapılar aşağıdaki özellikler bakımından sınıflandırılmıştır (Çizelge 2.2; Çizelge 2.3).

1. Drenaj yapıları; menfez, su kanalı ve dere geçişi olarak adlandırılarak sınıflandırılmışlardır.

Menfezler, herhangi bir ek yapı olmadan yolun altından geçerek, yolun bir tarafındaki suyun diğer tarafına drene edilmesini sağlayan yapılardır (Resim 2.1). 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 (Resim 2.2).

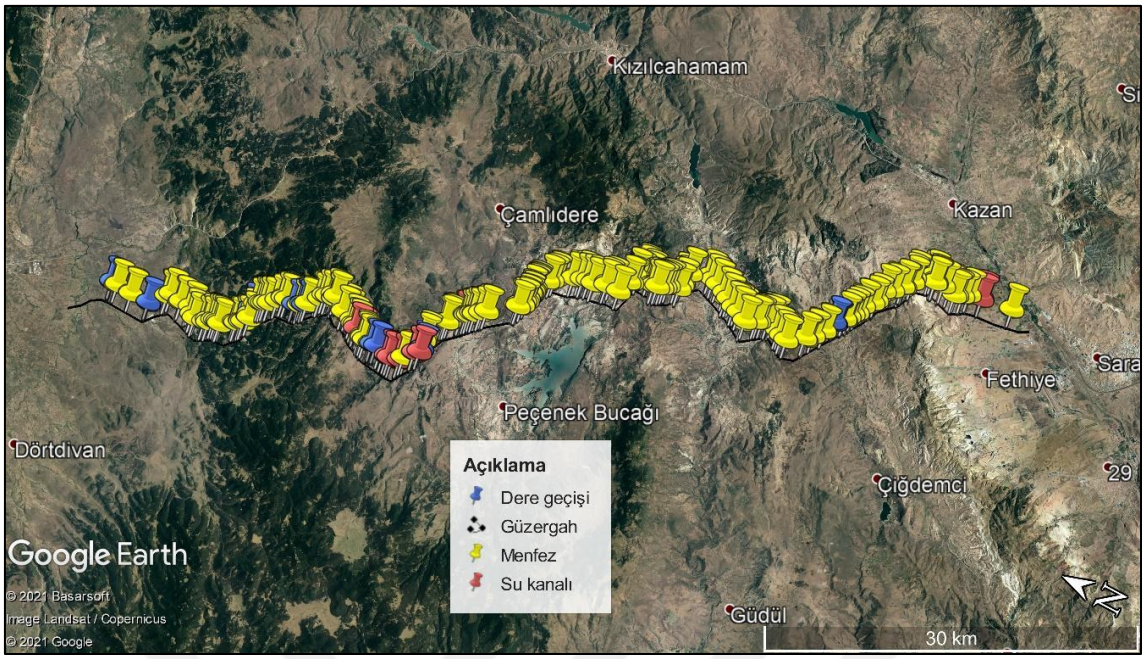
Resim 2.1. Menfez yapısının girişi

Resim 2.2. Su kanalı yapısının girişi

Dere geçişleri ise dere akışının yolun altından bir taraftan diğer tarafa devam etmesini sağlayan yapılardır (Resim 2.3; Resim 2.4). Bu tanımlara göre, 158 drenaj yapısının 138'i menfez, 11'i su kanalı ve 9'u dere geçişi olarak belirlenmiştir. Drenaj yapılarının giriş ve çıkış noktalarının konumları Google Earth programında işaretlenmiş ve Ankara-Gerede istikametinden başlamak üzere 1'den başlayarak numaralandırılmıştır (Harita 2.2).

Resim 2.3. İki girişli dere geçişi yapısının girişi

Resim 2.4. Üç girişli dere geçişi yapısının girişi



Harita 2.2. Otoyoldaki sınıflandırılan drenaj yapılarının konumları (*Google*, 2021a)

2. Drenaj yapıları, habitatlarla bağlantıları bakımından sınıflandırılmıştır.

Farklı yarasa türleri farklı habitatları tercih ettiklerinden dolayı drenaj yapılarının girişlerinin açıldığı alanın ağırlıklı habitat tipi dikkate alınmıştır. Bu sınıflandırma yarasaların hangi habitat tipleri ile bağlantılı drenaj yapılarını kullandıklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca bu sınıflandırma yapıların etki azaltmadaki rolünü tam olarak anlayabilmek için de önemlidir. Dere geçişlerinin ve su kanallarının sayılarının az olması nedeniyle seçim yapılırken sadece bulundukları yerin habitatları açısından değerlendirilmiştir. Bundan dolayı sonraki kriterler sadece menfezler için kullanılmıştır.

3. Menfezler uzunluklarına göre sınıflandırılmıştır.

Menfez uzunlukları uydu görüntüleri yardımı ile Google Earth üzerinden metre olarak ölçülmüş ve çalışılacak yapıların seçimlerinde kullanılmak üzere 3 grupta sınıflandırılmıştır (40-70 m, 71-120 m, 121 m ≤).

4. Menfezler, bir tarafında yüksek duvarlı dar kanal bulunup bulunmamasına göre sınıflandırılmışlardır (Resim 2.5).

Resim 2.5. Yüksek duvarlı dar kanala sahip menfez (*Google*, 2021b)

Çizelge 2.2. Otoyoldaki tüm menfezlerin kriterleri

Menfez	Habitat	Menfez uzunluk sınıfları (metre)	Menfez uzunluğu (metre)	Yüksek Dar Kanal durumu
1	Tarım	40-70	63	Yok
2	Tarım	71-120	96	Yok
3	Tarım	40-70	77	Yok
4	Tarım	121≤	182	Yok
5	Tarım	71-120	104	Yok
6	Tarım	121≤	132	Yok
7	Tarım	71-120	95	Yok
8	Yerleşim Yeri-Sanayi	121≤	165	Yok
9	Step	121≤	215	Yok
10	Step	121≤	163	Yok
11	Ağaçlık	121≤	232	Yok
12	Ağaçlık	40-70	60	Yok
13	Riperyan	121≤	285	Yok
14	Ağaçlık	71-120	110	Yok
15	Ağaçlık	121≤	150	Yok
16	Tarım	71-120	105	Yok
17	Tarım	71-120	100	Yok
18	Tarım	40-70	60	Yok
19	Step	71-120	108	Yok
20	Tarım	71-120	98	Yok
21	Tarım	121≤	122	Yok
22	Tarım	71-120	90	Yok
23	Tarım	40-70	50	Yok
24	Tarım	40-70	78	Yok
25	Tarım	71-120	115	Yok
26	Tarım	121≤	145	Var
27	Step	121≤	135	Yok
28	Step	121≤	195	Yok
29	Riperyan	121≤	200	Yok
30	Ağaçlık	121≤	205	Yok
31	Ağaçlık	121≤	122	Var
32	Ağaçlık	71-120	105	Var
33	Ağaçlık	40-70	54	Var
34	Ağaçlık	121≤	225	Yok
35	Riperyan	121≤	390	Yok
36	Ağaçlık	71-120	83	Var
37	Ağaçlık	121≤	215	Yok

Çizelge 2.2.(devamı) Otoyoldaki tüm menfezlerin kriterleri

38	Ağaçlık	121≤	260	Yok
39	Ağaçlık	40-70	72	Yok
40	Yerleşim Yeri-Sanayi	40-70	54	Yok
41	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	87	Yok
42	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	75	Yok
43	Tarım	71-120	90	Yok
44	Ağaçlık	121≤	270	Yok
45	Ağaçlık	121≤	220	Yok
46	Ağaçlık	121≤	290	Yok
47	Ağaçlık	71-120	105	Var
48	Ağaçlık	71-120	85	Var
49	Tarım	71-120	110	Yok
50	Step	71-120	90	Var
51	Step	121≤	180	Var
52	Yerleşim Yeri-Sanayi	121≤	205	Yok
53	Yerleşim Yeri-Sanayi	121≤	140	Yok
54	Ağaçlık	121≤	165	Yok
55	Ağaçlık	121≤	134	Yok
56	Yerleşim Yeri-Sanayi	121≤	312	Yok
57	Ağaçlık	121≤	210	Yok
58	Ağaçlık	121≤	210	Yok
59	Ağaçlık	121≤	250	Yok
60	Ağaçlık	121≤	133	Yok
61	Ağaçlık	121≤	150	Yok
62	Riperyan	121≤	197	Yok
63	Ağaçlık	121≤	123	Var
64	Riperyan	121≤	223	Yok
65	Ağaçlık	121≤	230	Var
66	Step	121≤	150	Yok
67	Ağaçlık	71-120	80	Yok
68	Ağaçlık	71-120	98	Yok
69	Step	71-120	90	Yok
70	Tarım	71-120	100	Yok
71	Tarım	71-120	82	Yok
72	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	120	Yok
73	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	96	Yok
74	Ağaçlık	121≤	136	Yok
75	Ağaçlık	121≤	140	Yok
76	Ağaçlık	121≤	150	Yok
77	Ağaçlık	121≤	170	Yok
78	Ağaçlık	71-120	100	Var
79	Ağaçlık	121≤	200	Yok
80	Ağaçlık	121≤	140	Yok
81	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	115	Yok
82	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	120	Yok
83	Yerleşim Yeri-Sanayi	40-70	65	Yok
84	Tarım	40-70	60	Yok
85	Tarım	71-120	93	Yok
86	Tarım	40-70	64	Yok
87	Tarım	71-120	90	Yok
88	Ağaçlık	121≤	124	Var
89	Ağaçlık	71-120	100	Yok
90	Ağaçlık	121≤	145	Yok
91	Ağaçlık	71-120	94	Yok
92	Ağaçlık	40-70	56	Var
93	Ağaçlık	71-120	97	Yok
94	Ağaçlık	71-120	82	Yok
95	Orman	40-70	48	Var
96	Ağaçlık	71-120	105	Var

Çizelge 2.2.(devamı) Otoyoldaki tüm menfezlerin kriterleri

97	Step	71-120	105	Yok
98	Step	71-120	85	Var
99	Step	121≤	164	Var
100	Ağaçlık	40-70	67	Var
101	Ağaçlık	121≤	138	Var
102	Ağaçlık	71-120	115	Yok
103	Ağaçlık	71-120	80	Var
104	Ağaçlık	121≤	270	Yok
105	Orman	121≤	240	Yok
106	Orman	121≤	335	Yok
107	Orman	71-120	120	Yok
108	Orman	121≤	176	Yok
109	Orman	121≤	160	Yok
110	Orman	40-70	65	Var
111	Orman	40-70	60	Yok
112	Orman	71-120	82	Yok
113	Orman	71-120	112	Yok
114	Orman	40-70	60	Var
115	Yerleşim Yeri-Sanayi	40-70	57	Var
116	Orman	40-70	58	Var
117	Orman	71-120	112	Var
118	Orman	40-70	50	Var
119	Orman	40-70	64	Yok
120	Yerleşim Yeri-Sanayi	40-70	55	Yok
121	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	95	Yok
122	Orman	40-70	60	Var
123	Orman	71-120	80	Var
124	Orman	71-120	115	Yok
125	Orman	121≤	190	Yok
126	Yerleşim Yeri-Sanayi	71-120	90	Var
127	Tarım	40-70	50	Var
128	Orman	40-70	63	Yok
129	Ağaçlık	121≤m	208	Yok
130	Orman	40-70	59	Yok
131	Orman	121≤	195	Yok
132	Ağaçlık	121≤	140	Var
133	Ağaçlık	121≤	155	Yok
134	Tarım	121≤	190	Yok
135	Yerleşim Yeri-Sanayi	121≤	140	Yok
136	Tarım	71-120	75	Yok
137	Tarım	71-120	72	Yok
138	Tarım	71-120	88	Yok

Çizelge 2.3. Otoyoldaki dere geçişleri ve su kanalları girişlerinin açıldığı habitatlar

Dere geçişi no	**Habitat**	**Su kanalı no**	**Habitat**
1	Tarım	1	Tarım
2	Ağaçlık	2	Ağaçlık
3	Ağaçlık	3	Ağaçlık
4	Ağaçlık	4	Ağaçlık
5	Orman	5	Orman
6	Orman	6	Ağaçlık
7	Yerleşim Yeri-Sanayi	7	Ağaçlık
8	Tarım	8	Orman
9	Tarım	9	Orman
		10	Ağaçlık
		11	Ağaçlık

Çalışmada herhangi bir önyargı oluşmaması için bu kriterlere göre sınıflandırılan ve %15'inde çalışma yapılması planlanan drenaj yapılarının, çalışmalar sırasında uygun olmayan ya da ulaşımı mümkün olmayan yapıların elenebileceği de göz önünde bulundurularak yaklaşık %30'u Random UX programı (UX Apps, 2018) ile seçilmiştir (Çizelge 2.4). Bu seçimlerde belirlenen her bir özellik kendi içinde sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.4. Random UX programı ile rastgele seçilen yapılar.

Seçilen Drenajların Yapı Numaraları					
Menfezler				**Su kanalları**	**Dere geçişleri**
6	40	76	104	1	2
11	44	77	106	2	3
13	47	82	108	3	4
14	50	85	109	5	5
21	55	86	112	8	6
24	56	87	113		9
28	59	90	114		
34	66	96	130		
35	68	97	132		
38	75	102	136		
39					

2018 yılında saha çalışmalarının başlangıcında seçilen drenaj yapılarına girilerek uygunlukları kontrol edilmiştir. Yapılan kontroller sonrasında bazı yapılar elenmiştir. Elenen drenaj yapılarının uygunsuzlukları aşağıda gerekçelendirilmiştir;

1. Yapıların yarasa geçişini engelleyecek şekilde kapatılmış olması (Resim 2.6; Resim 2.7; Resim 2.8),

Resim 2.6. Drenaj yapısının içinin kesilen ağaçlarla kapatılması

Resim 2.7. Drenaj yapısının girişinin kapı ile kapatılması

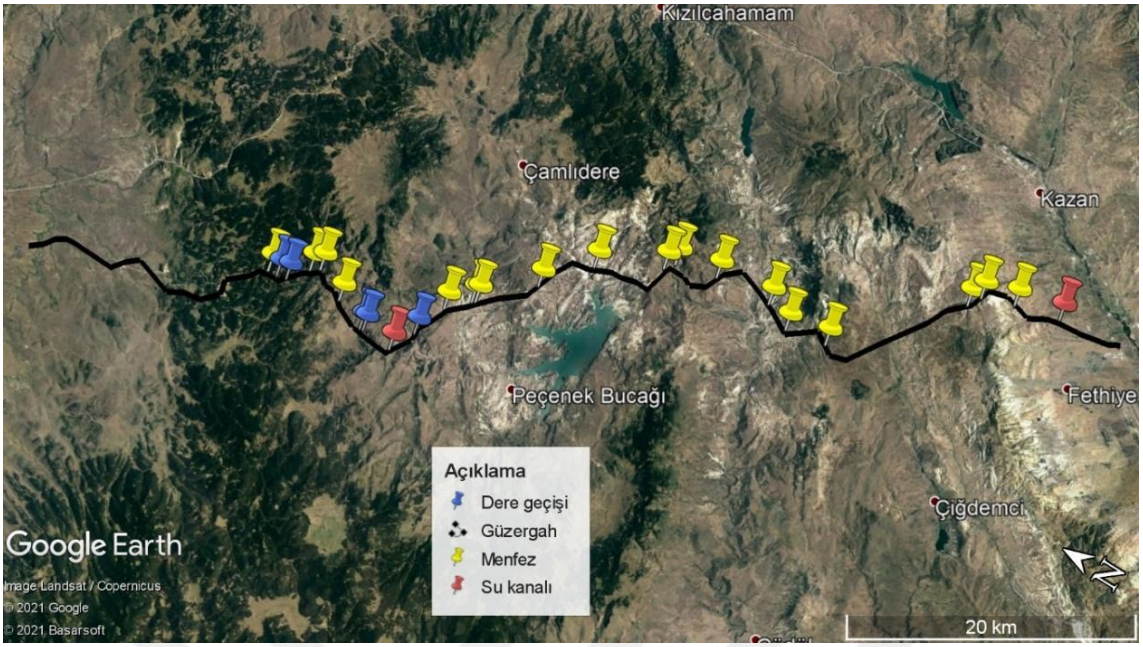
Resim 2.8. Drenaj yapı girişinin sabit tel örgü ile kapatılması

2. Yerleşim yerlerine çok yakın olan drenaj yapılarında kurulacak olan fotokapan ve ses kayıt cihazlarının güvenliğinin olmaması,
3. Çok yoğun ve derin su akışının olmasından dolayı yapı içine ulaşımın olmaması,
4. Bir tarafının yarasa geçişi için uygun olmayan yüksek dar kanallı olması,
5. Drenaj yapısının girişinin bahçe olarak kullanılması,
6. Derin vadi içlerinde ulaşımı mümkün olmayan veya tehlikeli olan yapılar.

Bu gerekçelerden dolayı elenen drenaj yapılarını çıkardıktan sonra çalışmalar, sırasıyla konumları verilen 25 adet drenaj yapısında gerçekleştirilmiştir. Drenaj yapı konumlarının yaklaşık rakımları da hesaplanmış ancak en yükseği ile en alçağı arasında yarasalar için belirleyici olabilecek derecede büyük bir fark bulunmamıştır. Bu yüzden sadece aktivite başlangıç dönemini değiştirebileceği için ses çalışmalarına öncelikli olarak başlanacak yapıların belirlenmesinde kullanılıştır (Çizelge 2.5; Harita 2.3).

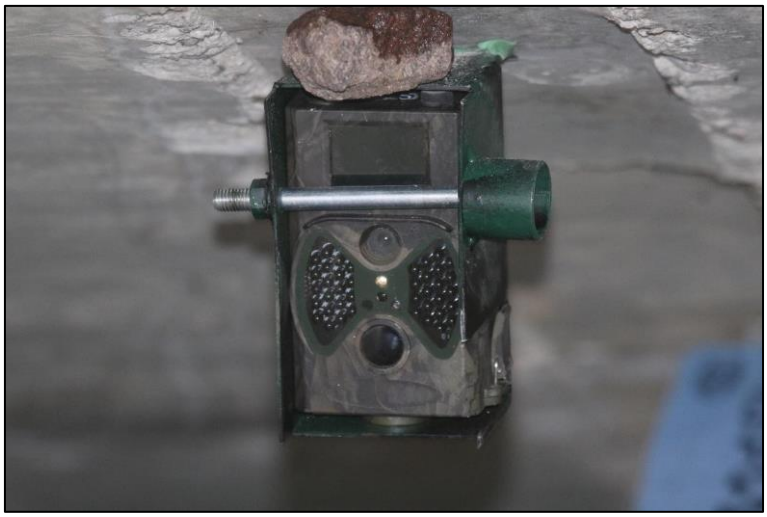
Çizelge 2.5. Çalışma yapılan drenaj yapılarının konumları

Yapılar	Yapıların Koordinatları			Rakım (metre)
	Bölge	Doğu yönü	Kuzey yönü	
1. Su Kanalı	36 T	465787.93	4444859.23	932
6. Menfez	36 T	465171.00	4447959.00	1015
11. Menfez	36 T	464267.00	4450272.00	1099
13. Menfez	36 T	463339.37	4450821.09	1129
28. Menfez	36 T	455786.21	4457839.52	1050
34. Menfez	36 T	455215.00	4460715.00	942
38. Menfez	36 T	456167.97	4462672.07	862
44. Menfez	36 T	455862.98	4466750.78	982
55. Menfez	36 T	455124.97	4469693.07	1075
56. Menfez	36 T	454470.81	4470217.90	1015
66. Menfez	36 T	452003.99	4474422.81	1027
75. Menfez	36 T	448827.00	4477067.00	1102
85. Menfez	36 T	445576.49	4480270.11	1043
86. Menfez	36 T	445392.89	4480479.18	1045
90. Menfez	36 T	443994.96	4481894.06	1132
2. Dere geçişi	36 T	441343.00	4482769.00	1145
5. Su Kanalı	36 T	439526.07	4483704.98	1196
3. Dere geçişi	36 T	439606.57	4485987.02	1290
4. Dere geçişi	36 T	439657.00	4486262.00	1300
102. Menfez	36 T	440634.00	4488521.00	1418
106. Menfez	36 T	441783.16	4490793.28	1522
108. Menfez	36 T	441363.00	4491392.00	1544
5. Dere geçişi	36 T	439872.00	4492513.00	1562
6. Dere geçişi	36 T	439567.00	4493243.00	1538
112. Menfez	36 T	439770.00	4493898.00	1522



Harita 2.3. Otoyolda çalışma yapılan drenaj yapıları (*Google*, 2021a)

Belirlenen kriterlere göre seçilen 25 drenaj yapısında ilk yıl (2018), yarasaların varlığını, drenaj yapılarındaki aktivite yoğunluğunu ve fotokapanların etkinliğini belirlenmek amacıyla daha ucuz ve sürekli veri alabilecek fotokapan yöntemi kullanılmıştır. İkinci yılda (2019) ise sürekli kayıt yapan fotokapan çalışmalarına ek olarak, bu yapıları kullanan yarasa türlerini belirleyebilmek amacıyla ultrasonik ses kayıt cihazları kullanılmıştır. Bu cihazlar drenaj yapılarına dönüşümlü yerleştirilerek yarasaların ultrasonik ses kayıtları alınmıştır. Tüm cihazlar, güvenliğini sağlamak ve böylece veri kaybını önlemek için özel olarak üretilen metal muhafazalar içerisine yerleştirilmişlerdir (Resim 2.9; Resim 2.10). Her bir metal kutunun üzerine uyarılar ve kaybolmasına karşın iletişim bilgileri yapıştırılmıştır. Ayrıca sabit kayıt cihazları ile yapılan bu çalışmalar dışında, otoyol güzergâhı boyunca araçla yapılan transekt çalışmalarında otoyol kenar habitatlarını kullanan veya otoyoldan geçiş yapan türleri belirlemek amacıyla 1 adet mobil ultrasonik ses kayıt cihazı daha kullanılmıştır. Tüm bu çalışmalar dışında yarasaların yapıları ve civarındaki alanları kullanımını etkileyebilecek saha ve yapılarla alakalı ek bazı bilgiler de kaydedilmiştir. Bu bilgiler, her bir çalışma metodu için ayrı ayrı hazırlanan saha formlarına kaydedilmiştir.

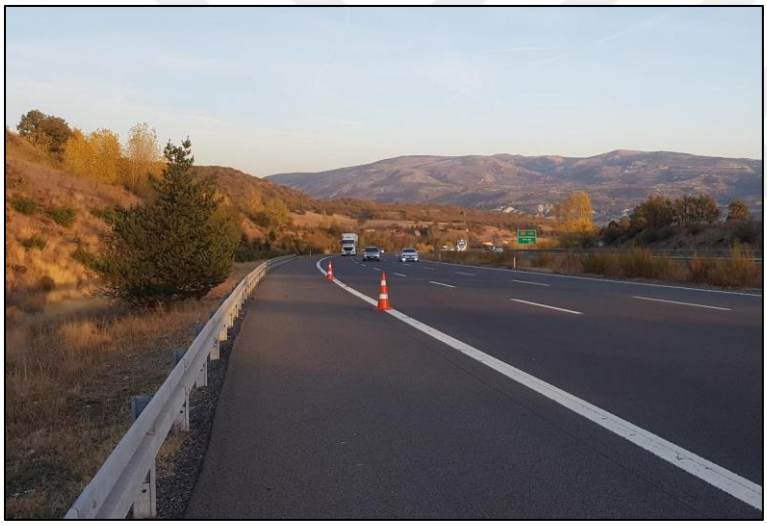


Resim 2.9. Drenaj yapısının tavanına metal muhafaza içinde monte edilmiş bir fotokapan

Resim 2.10. Metal muhafaza içerisindeki ultrasonik ses kayıt cihazı

Saha çalışmaları sırasında yapılara ulaşabilmek için otoyolda araçla yapılan tüm duraklamalarda gerekli güvenlik önlemleri alınmıştır. Her saha çalışmasında araç üzerine uyarı levhası yapıştırılmıştır (Resim 2.11). Otoyoldaki beklemelerde araç arkasında emniyet şeridi üzerine 30 ar metre aralıklarla büyük boy dubalar yerleştirilmiştir (Resim 2.12).

Resim 2.11. Araçtaki uyarılar



Resim 2.12. Beklemelerde yola yerleştirilen dubalar

Gece transekt çalışmalarında dörtlü flaşörler sürekli yakılmış, araç görünürlüğünü artırmak için dubalardan biri araç üzerine yerleştirilmiş ve ortalama 50-70 km/s hızla sürüş yapılmıştır (Resim 2.13). İş sağlığı ve güvenliğine uygun kıyafetler ve ayakkabılar kullanılmıştır (Resim 2.14). Su seviyesi yüksek olan drenaj yapılarında ise lastik çizmeler kullanılmıştır (Resim 2.15)

Resim 2.13. Gece yapılan transekt çalışması

Resim 2.14. İş sağlığı ve güvenliğine uygun kıyafet kullanımı

Resim 2.15. İş sağlığı ve güvenliğine uygun kıyafet kullanımı

Drenaj yapıları sürekli veya mevsimsel akışlı dereler veya ani su akışlarını drene etmek için yapıldığından dolayı yapıların girişleri derin vadi veya dik yamaçların tabanına inşa edilmiştir. Drenaj yapılarına gidişlerde dik yamaçlar kullanılarak yapı girişlerine ulaşılmıştır. Tüm otoyol güzergâhının her iki tarafı da değişik yüksekliklerde (2 m ve üzeri) tel çitlerle çevrilmiştir. Tel çitleri geçerek yapılara ulaşmak için tel çitlerin deforme olmuş veya gevşemiş açıklıkları, zemin topoğrafyası nedeniyle altı açık kalmış bölümleri kullanılmış veya merdiven ile tel çitlerin üzerinden geçilmiştir (Resim 2.16).

Resim 2.16. Tel çitlerden geçiş

Çalışmada farklı metotlar kullanıldığı için kullanılan malzeme çeşitliliği de fazladır (Resim 2.17; Resim 2.18; Resim 2.19). Bu yüzden saha çalışmalarında kullanılacak malzemelerin eksiksiz olarak hazırlanması için kontrol listeleri kullanılmıştır. Saha çalışmalarında kullanılan ana malzemeler aşağıda özetlenmiştir (Çizelge 2.6).

Resim 2.17. Çekiç, şarjlı matkaplar ve şarj aletleri

Resim 2.18. Dübeller ve skala 10 cm’lik

Resim 2.19. Sıcaklık ve bağıl nemölçer

Çizelge 2.6. Saha çalışmalarında kullanılan malzemeler

Malzemeler	
Saha Formları ve kurşun kalemler	Fotokapanlar, yedekleri ve hafıza kartları
Bilgisayar	Koli ve elektrik bandı
Cep telefonu (Android)	Koruyucu eldivenler
Metal muhafazaların montesi edilmesi için vida, dübel, pul, tornavida, çekiç vb.	Lazer mesafe ölçer
Cihazlar için metal muhafazalar	Nem ve sıcaklık ölçer
Cihazlar için piller	Pense
Dubalar	Skala (dışkı ölçmek için) (10 cm)
Endoskopi kamerası ve bağlamak için teleskopik fırça sapı	Şarjlı matkaplar, uçları, yedek bataryaları ve sarj aletleri
Fenerler, pilleri, pillerin yedekleri ve pillerin sarj aleti	Telsizler
Fotoğraf makinası	Ultrasonik Ses kayıt cihazları, kartları ve yedekleri

Verilerin analizi, kaydı ve cihazların kullanılması için Android işletim sistemine sahip cep telefonlarında MAPinr, CameraFi 2 ve Echo Meter Touch Bat Detector Recorder ve Analyzer uygulamaları kullanılmıştır. MAPinr, kml ve kmz uzantılı dosyaları farklı harita programlarında yönetebilmeyi sağlayan bir harita uygulamasıdır. Google Earth programında hazırlanan drenaj yapıları ve tel örgülere ait kml verileri bu uygulamaya aktarılarak saha çalışmaları sırasında mesafe ölçme, yapıların yerlerini bulma, yer işaretlerinin konumlarını değiştirme, yeni yer işaretleri ekleme ve işaretlere bağlı not veya fotoğraf ekleme işlemleri yapılmıştır. CameraFi uygulaması USB kameralardan görüntü almayı sağlayan bir kamera uygulamasıdır. Bu uygulama, ulaşılamayan dar ve karanlık çatlak, yarık ve kuş yuvası gibi tünek olabilecek yerlerdeki yarasa varlığını tespit edebilmek amacıyla endoskopi

kamerasından görüntü alma ve kaydetme için kullanılmıştır. Echo Meter Touch Bat Detector Recorder ve Analyzer uygulaması ise gece yapılan transekt çalışmalarında Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazı ile ultrasonik seslerin otomatik algılanması, kaydedilmesi ve yarasa türlerinin tanımlanması amacıyla kullanılan bir uygulamadır.

Fotokapan çalışmalarına 2018 yılı Mayıs ayında başlanmış ve 2019 yılı Kasım ayına kadar devam edilmiştir. Fotokapan yöntemi için 25 adet (2 adet de yedek) HC-300A marka/model fotokapan kullanılmıştır. Yarasa geçişleriyle alakalı bir tereddüt oluşturmaması için fotokapanlar yapıların orta bölümünde tavana metal muhafaza içinde dübel ve vida yardımı ile monte edilmiştir (Resim 2.20; Resim 2.21). Fotokapanlar 1 dk. arayla bir fotoğraf ve 10 saniyelik bir video çekmeye ayarlanmıştır.

Resim 2.20. Fotokapanların montajı

Resim 2.21. Drenaj yapısının orta bölümene yerleştirilen bir fotokapan

Her saha çalışması sonunda elde edilen fotokapan verileri bilgisayar ortamında yapının numarası ile tanımlanan klasörlerde depolanmıştır. Fotoğraflar daha sonra incelenmiş, her bir yarasa geçişine ait tarih, saat ve sıcaklık bilgileri uygun istatistiksel metotlarda kullanılmak üzere Excel tablosuna işlenmiştir. 2 m ve daha düşük yüksekliğe sahip drenaj yapılarının içi karanlık olduğundan ve yapıyı kullanan insanların fotokapanların metal muhafazalarına çarparak yaralanmalarını önlemek amacıyla tavanda fotokapanların ön ve arkalarına kartondan uyarı işaretleri yerleştirilmiştir (Resim 2.22).

Resim 2.22. Kartondan uyarı işaretlemesi

Fotokapanın çalışma başlangıç zamanı 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 kartlar yerleştirilmiştir. Fotokapanlar, farklı zamanlarda monte edilmeleri dışında arızalanmalar, pil bitmesi ve hafıza kartının dolması nedenleriyle alanda farklı sürelerde çalışmışlardır. Değerlendirmelerde her bir fotokapanın sadece çalıştığı süreler dikkate alınmıştır. Fotokapanların aktif çalışma dönemi olarak yarasaların çalışma bölgesindeki aktivite dönemi olan nisan ve ekim sonu arasındaki süre alınmıştır (Çizelge 2.7).

Çizelge 2.7. Fotokapanların aktif dönem 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	Toplam	4917

Fotokapana bağlı aktivite değerlendirmelerinde, her fotokapandaki yarasa geçiş sayısının aktif döneme oranı ortalama günlük geçiş sayısı olarak hesaplanmıştır. Ortalama günlük geçiş sayılarına göre yarasaların aktivitesi 0,001-0,20 düşük aktivite, 0,21-0,5 orta aktivite ve 0,5'ten büyük ise yüksek aktivite şeklinde sınıflandırılmıştır.

2019 yılında fotokapan çalışmalarının yanı sıra yarasa türlerini ve aktivite yoğunluklarını belirlemek amacıyla ultrasonik ses kayıt çalışmaları da yapılmıştır. Bu çalışmalar iki farklı şekilde yürütülmüştür. Bunlardan biri drenaj yapılarını kullanan yarasa türlerini belirleyebilmek için yapılara monte edilen sabit ultrasonik ses kayıt cihazları ile yapılırken, diğeri gece yol ve kenarını kullanan yarasa türlerini belirleyebilmek için mobil ultrasonik ses kayıt cihazı ile yapılmıştır.

Drenaj yapılarında 4 adet sabit ultrasonik ses cihazı kullanılması planlanmıştır. 25 drenaj yapısı, bulundukları yerin rakımı ve habitat durumuna göz önüne alınarak gruplandırılmıştır (Çizelge 2.8). Yüksek rakımlı alanlarda havaların daha geç ısınacağı ve aktivitenin geç başlayacağı göz önünde bulundurularak bu bölgelerde bulunan yapılarda daha geç dönemlerde çalışma yapılması planlanmıştır. Aynı zamanda her bir grupta farklı habitat tiplerine sahip drenaj yapılarından birer tane çalışılacak şekilde gruplar oluşturulmuştur.

Çizelge 2.8. Yapıların ultrasonik ses çalışmaları için gruplandırılması

A Grubu	1. 34. Menfez 2. 2. Dere Geçişi 3. 3. 112. Menfez 4. 4. 1. Su Kanalı	**B Grubu**	1. 55. Menfez 2. 75. Menfez 3. 106. Menfez 4. 11. Menfez	**C Grubu**	5. 102. Menfez 6. 90. Menfez 7. 5. Deregeçişi 8. 28. Menfez	**D Grubu**	1. 44. Menfez 2. 4. Dere Geçişi 3. 6. Dere Geçişi 4. 13. Menfez	**E Grubu**	1. 66. Menfez 2. 5. Su Kanalı 3. 108. Menfez 4. 6. Menfez

Her bir gruptaki drenaj yapılarına ultrasonik ses kayıt cihazları dönüşümlü olarak yerleştirilmiştir. İlk olarak A grubuna yerleştirilen ses kayıt cihazları yaklaşık 15 günde bir sökülerek bir sonraki gruba ait yapıya monte edilmiştir (Resim 2.23). Bu şekildeki yer değiştirme işlemleri ile her bir yapıdan farklı tarihlerde en az 2 kez ses kaydı alınması planlanmıştır. Her yer değiştirmede cihazın içindeki kartlar yedekleri ile piller ise yenileri ile değiştirilmiştir. Saha çalışması sırasında hafıza kartlarındaki veriler, yapı numarası ve günün tarihi ile adlandırılan klasörler içine dizüstü bilgisayar yardımı ile aktarılarak taşınabilir hard diskte depolanmıştır. Kullanılan Pettersson D500X marka/model ultrasonik ses cihazlarının kayıt ayarları otomatik kayıt açık, kazanç (input gain) 80, tetikleme seviyesi (trigger level) 40, tetikleme aralığı (interval) 30 saniye ve kayıt uzunluğu ise 0,5 saniye olarak ayarlanmıştır (Resim 2.24).

Resim 2.23. Yapılara metal muhafaza içerisinde yerleştirilen ses kayıt cihazı

Resim 2.24. Ultrasonik ses kayıt cihazının ayarı

2019 Haziran ayı sonunda aşırı yağış olması nedeniyle cihazlardan iki tanesi su alarak arızalanmıştır. Cihazlardan biri birkaç kez tamir görmüş, çalıştığı zamanlar içerisinde de yapılarda kullanılmıştır. Bu yüzden Temmuz ayından sonra yapılardaki çalışmalara bazen 2 bazen de 3 adet Pettersson D500X model cihazlarla devam edilmiştir. Cihaz sayısı azaldığı için çalışma yapılacak olan drenaj yapıları da azaltılmıştır. İlk çalışmalarda arızalanan cihazlardan dolayı ses kaydı alınamayan drenaj yapıları, ikinci kez çalışma yapılmayarak elenmiştir. Böylece ses çalışmaları fotokapan çalışmalarının aksine seçilen 25 yapıdan 16 tanesinde gerçekleştirilmiştir ve bu yapılardan farklı dönemlerde 2 kez ses kaydı alınmıştır (Çizelge 2.9). Ses kaydı alınamayan yapılar ise sadece fotokapan çalışmalarına bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.9. Ultrasonik ses kayıt çalışmaları yapılan yapılar

1. su kanalı	90. menfez
11. menfez	2. dere geçişi
13. menfez	5. su kanalı
28. menfez	106. menfez
34. menfez	108. menfez
44. menfez	5. dere geçişi
55. menfez	6. dere geçişi
75. menfez	112. menfez

Drenaj yapılarındaki ultrasonik ses kayıt çalışmalarından elde edilen her bir yarasa kaydı bir geçiş olarak kabul edilmiştir. Ses kayıt cihazları fotokapanların aksine tüm gün yerine akşam 6:30 ile sabah 6:30 saatleri arasında çalışmıştır. Yapılarda çalışan cihazlar için ortalama günlük geçiş sayısı fotokapanlardaki gibi hesaplanmıştır. Ortalama günlük geçiş sayısı, her

bir yapı için alınan ses kayıt sayısının cihazın çalıştığı gece sayısına oranından elde edilmiştir. Buna göre kayıt (geçiş) sayısı; 0,1-1,3 düşük, 1,4-10 orta ve 10,1'den büyük ise yüksek aktivite seviyesi olarak sınıflandırılmıştır.

Gece yol güzergâhında mobil ultrasonik ses kayıt cihazı ile yapılan transekt çalışmaları farklı dönemlerde 10 kez tekrarlanmıştır. Bu çalışmalarda Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazı kullanılmıştır (Resim 2.25). Cihaz aracın ön camına monte edilmiştir (Resim 2.26). Otoyolda araç hızı, trafik akışını tehlikeye atmamak amacıyla yaklaşık olarak 50-70 km/sa aralığında tutulmuş ve emniyet şeritleri kullanılmıştır. Bu çalışmalarda alınan veriler değerlendirilmek üzere Excel tablolarına işlenmiştir (Çizelge 2.10).

Resim 2.25. Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazı

Resim 2.26. Aracın ön camına monte edilen Echo Meter Touch 2 Pro ultrasonik ses kayıt cihazın ve bağlandığı cep telefonu

Çizelge 2.10. Mobil ses çalışmaları ile ilgili transekt verileri

Transekt	Tarih			Gün Batımı		Transekt Zamanı		Kilometre Sayacı		Sıcaklık (°C)		Rüzgâr (Km/Sa)	
	Gün	Ay	Yıl	Saati	Yeri	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş	Başlangıç	Bitiş
1	4	5	2019	19:53	Gerede	20:10	22:35	9940	10030	12	14	2	4
2	22	5	2019	20:04	Gerede	20:19	23:40	2194	2285	14	15	6	11
3	23	6	2019	20:26	Gerede	20:25	23:34	14778	14867	19	19	12	19
4	2	7	2019	20:27	Gerede	20:35	00:38	15102	15200	19	20	3	15
5	22	7	2019	20:17	Gerede	20:33	00:03	17669	17762	20	18	15	9
6	2	8	2019	20:03	Ankara	20:44	23:40	18089	18172	25	16	32	24
7	23	8	2019	19:38	Gerede	20:26	23:49	18911	19009	18	21	8	15
8	12	9	2019	19:04	Ankara	19:25	02:55	19746	19919	25	17	2	8
9	10	10	2019	18:19	Gerede	18:21	23:15	22551	22642	18	15	8	3
10	7	11	2019	17:41	Gerede	18:13	22:32	26670	26789	13	11	7	16

Yapılarda ve transekt çalışmalarında kaydedilen tüm sesler Batexplorer 2.1 programında analiz edilmiş ve tür teşhisleri yapılmıştır. Bulgularda her bir türün sonogramı sadece bir kez verilmiştir.

Saha çalışmalarında drenaj yapılarının özellikleri ile alakalı bilgiler de kaydedilmiştir. Bu bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

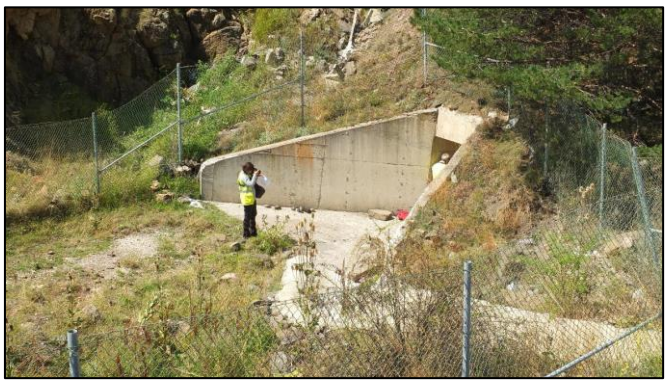
Yarasaların hangi ebatlardaki yapıları tercih ettiklerini belirlemek amacıyla drenaj yapılarının ölçüleri (en, yükseklik, uzunluk) lazer mesafe ölçer ile ölçülmüştür (Resim 2.27; (Çizelge 2.11).

Resim 2.27. Yapı ebatlarının lazer mesafe ölçer ile ölçümü

Çizelge 2.11. Çalışma yapılan drenaj yapılarının ebatları

Yapılar	Yapı En (metre)	Yapı Yükseklik (metre)	Yapı Uzunluk (metre)
1. Su Kanalı	2	2	188
6. Menfez	2	2	126
11. Menfez	1,6	2	228
13. Menfez	2	2	280
28. Menfez	1,5	2	161
34. Menfez	1,5	2	213
38. Menfez	2	2	270
44. Menfez	1,5	2,1	264
55. Menfez	2	2	162
56. Menfez	2	2	316
66. Menfez	1,5	2,5	154
75. Menfez	1,5	2	138
85. Menfez	1,5	2	92
86. Menfez	1,5	2	68
90. Menfez	3	3	138
2. Dere geçişi	6	3	212
5. Su Kanalı	2,5	2	76
3. Dere geçişi	3	2,7	90
4. Dere geçişi	3	3	74
102. Menfez	1,5	2	116
106. Menfez	2	2	337
108. Menfez	1,5	2	242
5. Dere geçişi	3	3	159
6. Dere geçişi	2	2	142
112. Menfez	1,6	1,6	85

Yarasaların yapıları tercih etmesinde yapı girişlerinin görünürlüğü yarasaların yapıları kullana bilirliği açısından değerlendirmek üzere kaydedilmiştir. Yapı girişlerinin önündeki vejetasyonun veya biriken materyallerin yapı girişini kapatmasına, yapı giriş seviyesinin yarasa uçuş seviyesinin altında kalmasına (örneğin derin vadi tabanı veya derin çukurluk) bağlı olarak yapı girişleri ‘görünür’ veya ‘görünmez’ olarak sınıflandırılmıştır. En az bir girişi ‘görünmez’ olan yapılar değerlendirmelerde ‘görünmez’ olarak sınıflandırılmıştır. Bu bilgiler yapıların her iki girişi için de ayrı ayrı fotoğraflanarak kaydedilmiştir (Resim 2.28; (Çizelge 2.12).



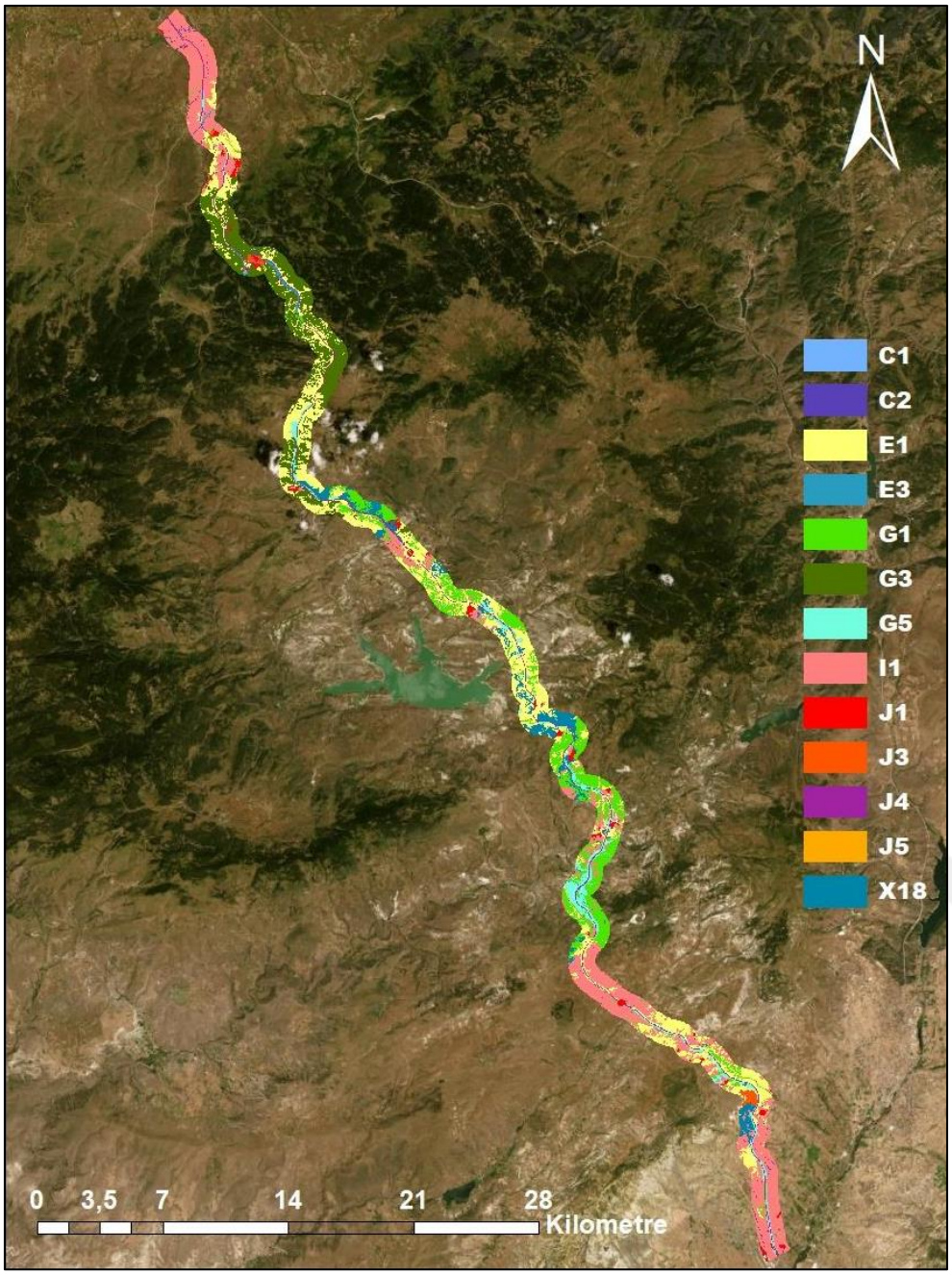
Resim 2.28. Yapı giriş bilgilerinin kaydedilmesi

Çizelge 2.12. Yapı giriş görünürlükleri

Yapılar	Yapı giriş görünürlüğü		Değerlendirmelerde kullanılan ortak veri
	Ankara-Gerede yönündeki giriş	**Gerede-Ankara yönündeki giriş**	
1. su kanalı	Görünür	Görünür	Görünür
6. menfez	Görünmez	Görünür	Görünmez
11. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
13. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
28. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
34. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
38. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
44. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
55. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
56. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
66. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
75. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
85. menfez	Görünür	Görünmez	Görünmez
86. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
90. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
2. dere geçişi	Görünür	Görünür	Görünür
5. su kanalı	Görünmez	Görünmez	Görünmez
3. dere geçişi	Görünmez	Görünür	Görünmez
4. dere geçişi	Görünür	Görünür	Görünür
102. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
106. menfez	Görünmez	Görünür	Görünmez
108. menfez	Görünür	Görünür	Görünür
5. dere geçişi	Görünür	Görünür	Görünür
6. dere geçişi	Görünür	Görünür	Görünür
112. menfez	Görünmez	Görünür	Görünmez

Yapı çevresindeki potansiyel tünek, beslenme ve gidiş dönüş habitatları önem sınıflandırmaları (Collins, 2016) ve EUNIS habitat tipleri (Davies ve diğerleri, 2004) kaydedilmiştir. Bunlara ait haritalar ArcGIS programında hazırlanmıştır (*ArcGIS*, 2010). Haritalar, otoyol merkez olacak şekilde, 1,5 km enindeki alanı kapsamaktadır.

EUNIS habitatları 2. derecede sınıflandırılmış, her bir habitat tipinin anlamı ve haritalanan sahada kapladığı alanlar verilmiştir (Resim 2.29; Çizelge 2.13, Çizelge 2.14).



Resim 2.29. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tipleri (*ArcGIS*, 2010)

Çizelge 2.13. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tipleri ve özellikleri (Davies ve diğerleri, 2004)

C1: Yüzey durgun suları	**G1:** Geniş yapraklı yaprak döken ağaçlıklar	**J1:** Şehir, kasaba ve köy binaları
C2: Yüzey akarsuları	**G5:** Ağaç sıraları, küçük Antropojenik ağaçlık alanlar, yakın zamanda kesilmiş ağaçlık alanlar, erken dönem ağaçlık alanlar ve çalılıklar	**J5:** Yapay sular ve bununla ilişkili alanlar
E1: Kuru çayırlar	**I1:** Tarıma elverişli alan ve pazar bahçeleri	**X18:** Ağaçlı çayırlar
E3: Mevsimsel ıslak ve ıslak çayırlar	**J3:** Doğal maddeleri işlemeye ait endüstriyel alanlar	
G3: Konifer ağaçlıklar	**J4:** Ulaşım ağları ve inşa edilmiş diğer sert yüzeyli alanlar	

Çizelge 2.14. Otoyol güzergâhında tanımlanan EUNIS habitat tiplerinin kapladıkları alanlar

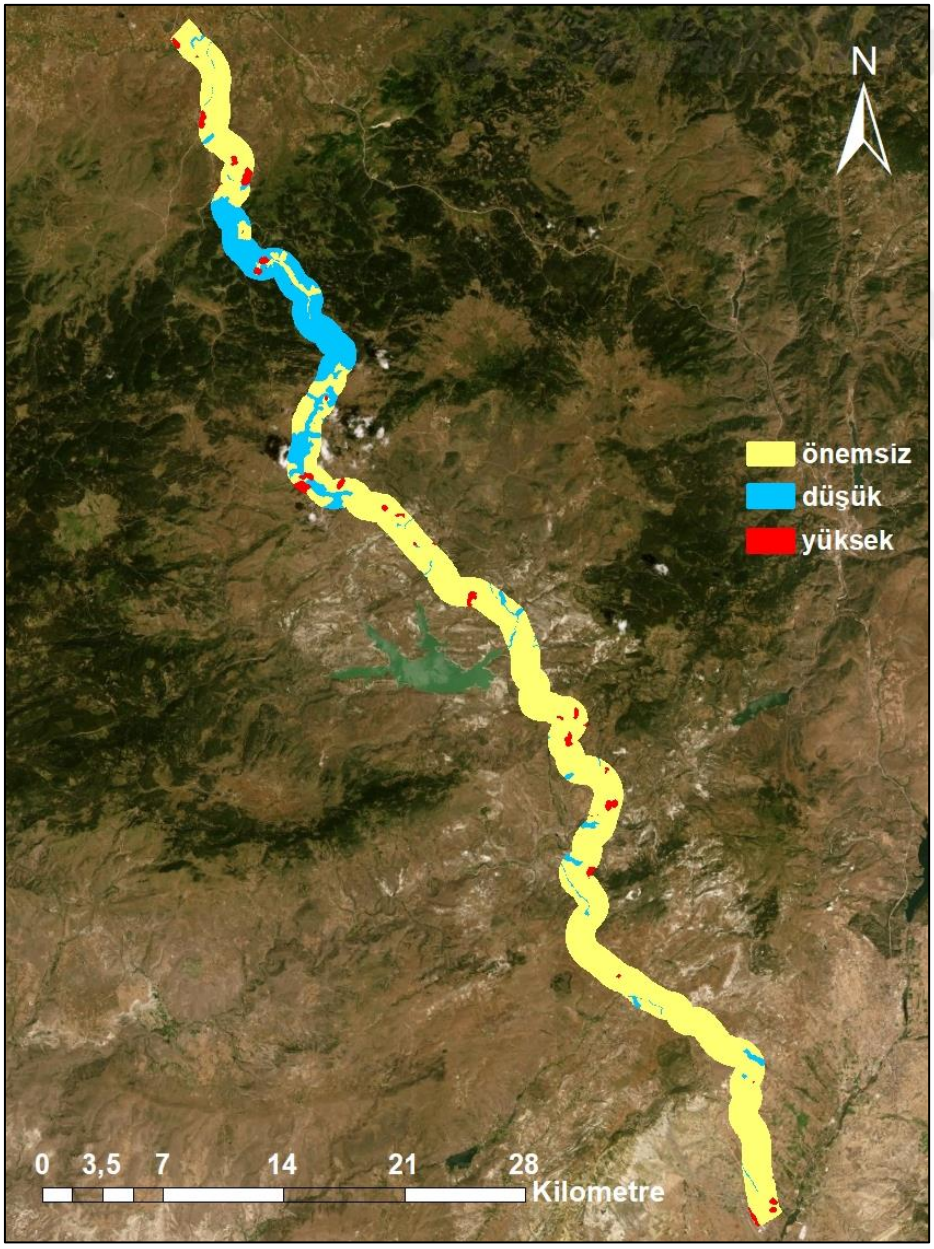
EUNİS	Toplam m²	Toplam km²
C1	40305	0,040305
C2	306771	0,306771
E1	39965838	39,965838
E3	744307	0,744307
G1	20400685	20,400685
G3	20533614	20,533614
G5	6788679	6,788679
I1	36234070	36,23407
J1	2471543	2,471543
J3	973577	0,973577
J4	5237226	5,237226
J5	49786	0,049786
X18	7724748	7,724748

Yarasalar için önemli olan potansiyel tünek habitatları (Collins, 2016); önemsiz, düşük önemde, orta önemde ve yüksek önemde şeklinde kategorize edilmiştir. Bu kategorilerin özellikleri aşağıda sırası ile verilmiştir.

1. Önemsiz: tarım alanları, stepler, çalılıklar veya bodur ağaçlıklar, seyrek ağaçlıklar, sulak alanlar, otobanlar, endüstri ve sanayi alanları,
2. Düşük önemde: Riperyan habitatlar ve nehir vadileri,
3. Orta önemde: İbreli ormanlar,
4. Yüksek önemde: Kayalıklar, yaprak döken ormanlar, kırsal yerleşim alanları.

Yukarıdaki sınıflandırmaya göre özellikle ormanlık alanlar orta ve yüksek önemde tünek habitatı olarak kabul edilmektedir. Buna karşın ormanlık alandaki ağaçların tüneme için

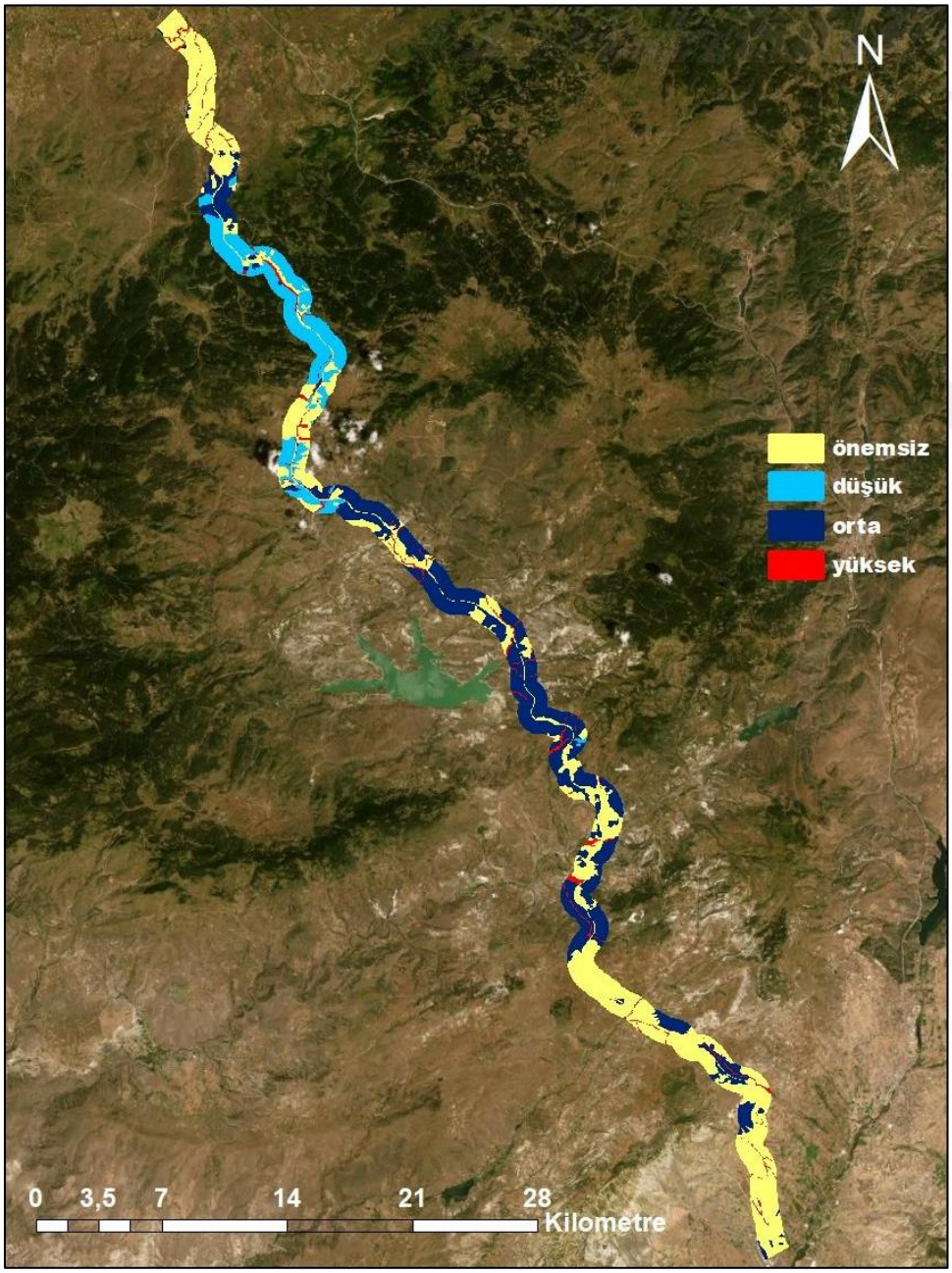
uygun olgunluğa erişmemiş olması (çatlak, yarık ve deliklerin oluşmaması), ormanların çok yoğun olup yarasa uçuşuna izin vermemesi, ibreli ormanlardaki ağaç türlerinin piramit şeklinde ağaçlardan oluşması yarasaların bu ağaçları tünek alanı olarak tercih etme olasılığını düşürmektedir (Yorkshire Dales National Park, 2015). Çalışma alanındaki çoğu yaprak döken ormanlar genç veya bodurdur. İbreli ormanlar ise genç veya yoğun bir örtüye sahiptir. Ayrıca çalışma alanındaki ibreli ormanların hepsinde piramit şeklinde ağaçlar bulunmaktadır. Bu yüzden potansiyel tünek habitatları haritasında yapılan sınıflandırmada bu özelliğe sahip olan alanlar orta veya yüksek önemde yerine düşük önemde habitatlar olarak kabul edilmiştir (Resim 2.30).



Resim 2.30. Otoyol güzergâhında tünek habitatlarının önem sınıflandırması

Yarasalar için önemli olan potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları önemsiz, düşük önemde, orta önemde ve yüksek önemde şeklinde kategorize edilmiştir (Collins, 2016) (Resim 2.31). Bu kategorilerin özellikleri aşağıda sırası ile verilmiştir.

1. Önemsiz: Tarım alanları, stepler, endüstri ve sanayi alanları, otobanlar,
2. Düşük önemde: İbreli ormanlar ve kayalıklar,
3. Orta önemde: Çalılıklar veya bodur ağaçlıklar, seyrek ağaçlıklar, kırsal yerleşim alanları,
4. Yüksek önemde: Yaprak döken ormanlar, riperyan habitatlar, nehir vadileri, sulak alanlar.



Resim 2.31. Otoyol güzergâhında beslenme ve gidiş-dönüş habitatlarının sınıflandırması

Drenaj yapılarında, tavanda ve hatta duvarlarda yarasaların tünediği yerler genellikle idrar lekeleri ile belli olmaktadır. Tünedikleri yerlerin zemininde de genellikle yarasa dışkıları bulunmaktadır. Yarasaların geceleri dinlenmek amacıyla kullandıkları tünekler gece tüneği olarak tanımlanmıştır (Kelleher ve Marnell, 2006). Gece tüneği izlerine bağlı olarak yarasa yoğunluğunu değerlendirebilmek için her 100 m uzunluğa düşen gece tünek izi sayısı 1-3 az, 4-6 orta, 7-10 bol, 10'dan fazla ise çok bol olarak sınıflandırılmıştır. Drenaj yapılarında sürekli su geçişi olması nedeniyle dışkılar yıkanarak temizlenmektedir. Bundan dolayı dışkı yoğunluğuna bağlı olarak bir değerlendirme yapılamamış, sadece dışkı var veya yok şeklinde değerlendirilmiştir. İz ve işaret çalışmaları ses kayıt çalışmalarının yapıldığı drenaj yapılarında gerçekleştirilmiştir. Drenaj yapılarında tünek alanı varlığı araştırılmış, bu amaçla kuş yuvaları, çatlak ve yarıklar gözle veya endoskopi kamerası yardımı ile kontrol edilmiştir (Resim 2.32; 2:33).

Resim 2.32. Endoskopi kamerası ile kırlangıç yuvası kontrolü

Resim 2.33 Endoskopi kamerası ile yarık kontrolü

3. BULGULAR

Saha çalışmaları, drenaj yapılarının yarasalar tarafından kullanımının değerlendirilmesi amacıyla 2018-2019 yıllarında fotokapan, ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda 25 yapıda fotokapan, 16 yapıda ve otoyol güzergâhında utrasonik ses ile yine ses çalışmalarının yapıldığı 16 yapıda ise iz ve işaret metotları kullanılmıştır.

Fotokapan çalışmalarında 25 drenaj yapısında toplam 14 412 görüntü kaydedilmiştir. Bu görüntülerden 1 767 tanesi yarasalara aittir. Fotokapan verilerine göre 24 yapıda yarasa geçişi olduğu belirlenmiştir. En çok yarasa geçişi 1. su kanalında iken 3. dere geçişinde çok sayıda görüntü olmasına rağmen yarasa geçişi tespit edilememiştir. En yüksek günlük geçiş ortalaması 2,3 ile 1. su kanalında, hiç geçiş olmayan 3. dere geçişini dâhil etmezsek, 0,008 ile en düşük geçiş 2. dere geçişindedir. Drenaj yapılarındaki yarasa geçişlerini karşılaştırabilmek için göreceli olarak belirlenen seviyelere göre 4 yapıda yüksek, 6 yapıda orta ve 14 yapıda düşük aktivite seviyesi tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Drenaj yapılarında fotokapan yöntemi ile belirlenen yarasa aktiviteleri

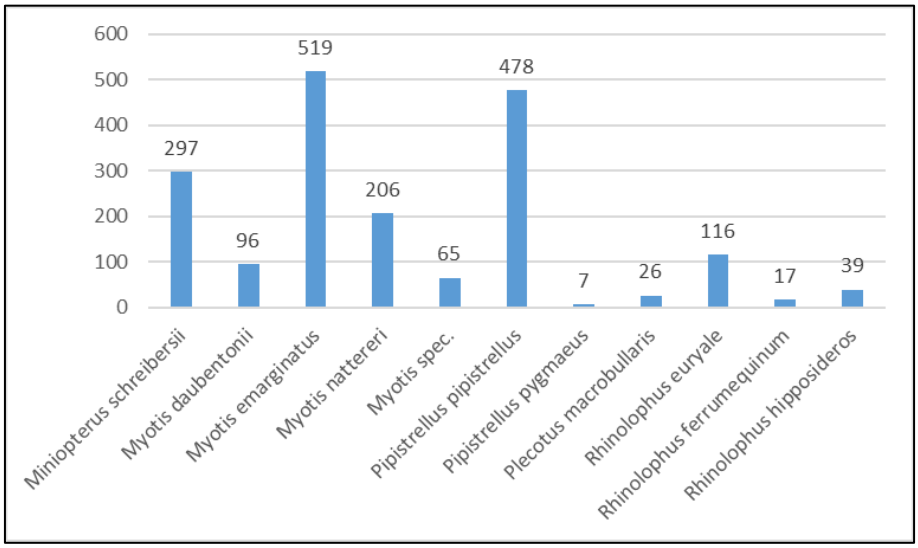
Yapılar	Toplam Yarasa Kaydı	Aktif dönem (gün)	Ortalama günlük geçiş sayısı	Aktivite Seviyesi
1. su kanalı	547	234	2,337	Yüksek
6. menfez	21	190	0,11	Düşük
11. menfez	187	316	0,591	Yüksek
13. menfez	12	92	0,129	Düşük
28. menfez	139	329	0,422	Orta
34. menfez	179	153	1,169	Yüksek
38. menfez	10	131	0,076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

Yapı ve transekt çalışmalarında alınan ultrasonik ses kayıtlarına göre çalışma sahasında toplam 18 yarasa türü tespit edilmiştir. Bunlardan 1 tanesi cins seviyesinde (*Myotis* sp.) belirlenmiştir. Drenaj yapılarında ve yol güzergâhındaki transekt hattında 11 er yarasa türü tespit edilmiştir (Çizelge 3.2). Bu türlerden 4 tanesi (*Plecotus macrobullaris, Pipistrellus pipistrellus, Miniopterus schreibersii* ve *Myotis* sp.) hem yapılarda, hem de transekt hattında kaydedilmiştir.

Çizelge 3.2. Yapı ve transekt çalışmalarında tespit edilen türler

Eptesicus serotinus (Schreber, 1774)	*Nyctalus noctula* (Schreber, 1774)
Hypsugo savii (Bonaparte, 1837)	*Pipistrellus kuhlii* (Kuhl, 1817)
Miniopterus schreibersii (Natterer, 1819)	*Pipistrellus pipistrellus* (Schreber, 1774)
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	*Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825)
Myotis emarginatus (E.Geoffroy, 1806)	*Plecotus macrobullaris* Kuzyakin, 1965
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)	*Rhinolophus euryale* Blasius, 1853
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)	*Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774)
Myotis sp.	*Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800)
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)	*Tadarida teniotis* (Rafinesque, 1814)

Drenaj yapılarında en fazla aktivite *M. emarginatus* ve *P. pipistrellus* türleri, en düşük aktivite gösteren ise *P. pygmaeus* olmuştur (Şekil 3.1). Türlerin aktivite seviyesi dışında drenaj yapılarının her birinden alınan ses kayıtları için ortalama günlük geçiş sayısı hesaplanmıştır (Çizelge 3.3).



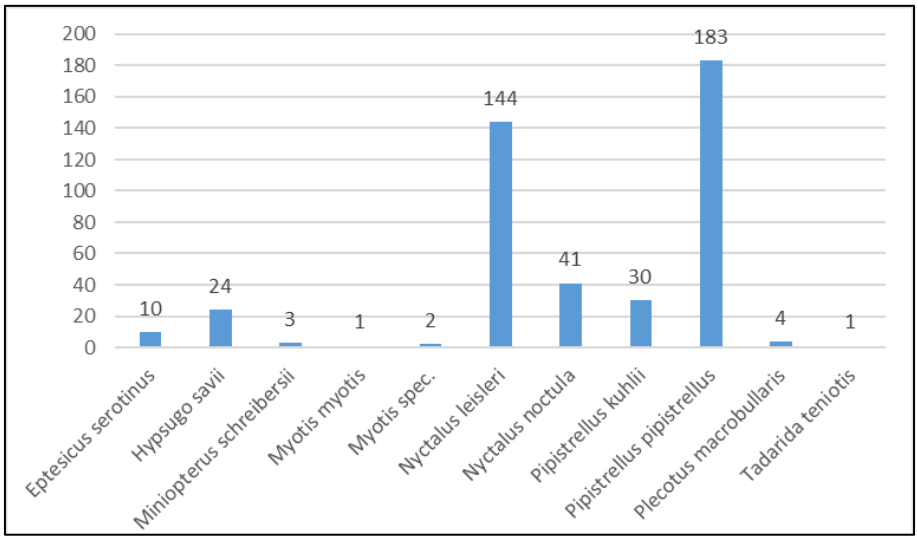
Şekil 3.1. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmalarında tespit edilen türler ve aktivite (geçiş) sayıları

Ultrasonik ses kayıtlarına göre, drenaj yapılarındaki yarasa geçişlerini karşılaştırabilmek için göreceli olarak belirlenen seviyelere göre 5 yapıda yüksek, 5 yapıda orta ve 4 yapıda düşük aktivite seviyesi tespit edilmiştir. 2 yapıda ise aktivite belirlenmemiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmaları ile belirlenen yarasa aktiviteleri

Yapılar	Kayıt Sayısı	Cihazın çalıştığı gece sayısı	Ortalama günlük geçiş sayısı	Aktivite seviyesi
1. su kanalı	47	6,5	7,2	Orta
11. menfez	200	16	12,5	Yüksek
13. menfez	132	17	7,7	Orta
28. menfez	0	16	0	Yok
34. menfez	137	12	11,4	Yüksek
44. menfez	14	10,5	1,3	Düşük
55. menfez	263	13	20,2	Yüksek
75. menfez	2	7,5	0,2	Düşük
90. menfez	759	5	151	Yüksek
2. dere geçişi	48	9	5,3	Orta
5. su kanalı	4	12,5	0,3	Düşük
106. menfez	1	7,5	0,1	Düşük
108. menfez	144	11	13	Yüksek
5. dere geçişi	51	14	3,8	Orta
6. dere geçişi	64	10,5	6	Orta
112. menfez	0	5	0	Yok

Transekt hat çalışmalarında 11 türden *P. pipistrellus* 183 kayıtla en fazla aktivite gösterirken birer kayıtla *M. myotis* ve *T. teniotis* en az aktivite gösteren türlerdir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Transekt hattında tespit edilen türler ve aktivite sayıları

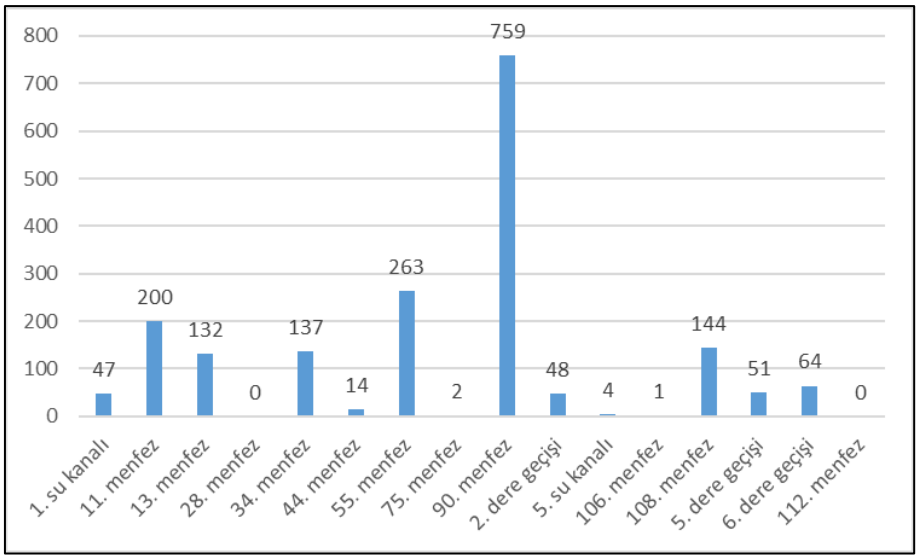
Drenaj yapılarından geçiş yapan yarasalar tür çeşitliliği açısından değerlendirildiğinde, en yüksek tür çeşitliliği 9 türle 55. menfezde, en düşük ise 1 er türle 5. su kanalı ve 106.

menfezde tespit edilmiştir. 28. ve 108. menfezlerde ise ses kaydedilmiş, ancak bunlar arasında yarasa sesine rastlanmamıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Drenaj yapılarında ultrasonik ses çalışmaları ile tespit edilen yarasa türleri ve kayıt sayıları

Türler/Yapılar	1. su kanalı	11. menfez	13. menfez	34. menfez	28. menfez	44. menfez	55. menfez	75. menfez	90. menfez	2. dere geçişi	5. su kanalı	106. menfez	108. menfez	5. dere geçişi	6. dere geçişi	112. menfez
Miniopterus schreibersii							41	1	246	8				1		
Myotis daubentonii			28				5		5	2			30	16	10	
Myotis emarginatus	40	150	53	34		1	32		32	17		1	74	29	54	
Myotis nattereri		15	8	91		6	83	1		2						
Myotis sp.		1	16	2		2	3		1	2			38			
Pipistrellus pipistrellus									470	7			1			
Pipistrellus pygmaeus							2		5							
Plecotus macrobullaris	2	1	5	2						10			1	5		
Rhinolophus euryale	3	31	20	2			56				4					
Rhinolophus ferrumequinum		2	2	3		5	5									
Rhinolophus hipposideros				3			36									

Drenaj yapılarında 759 geçiş ile en yüksek aktivite 90. menfezde, en düşük aktivite ise 1 geçiş ile 106. menfezde tespit edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Drenaj yapılardaki yarasa geçiş sayıları

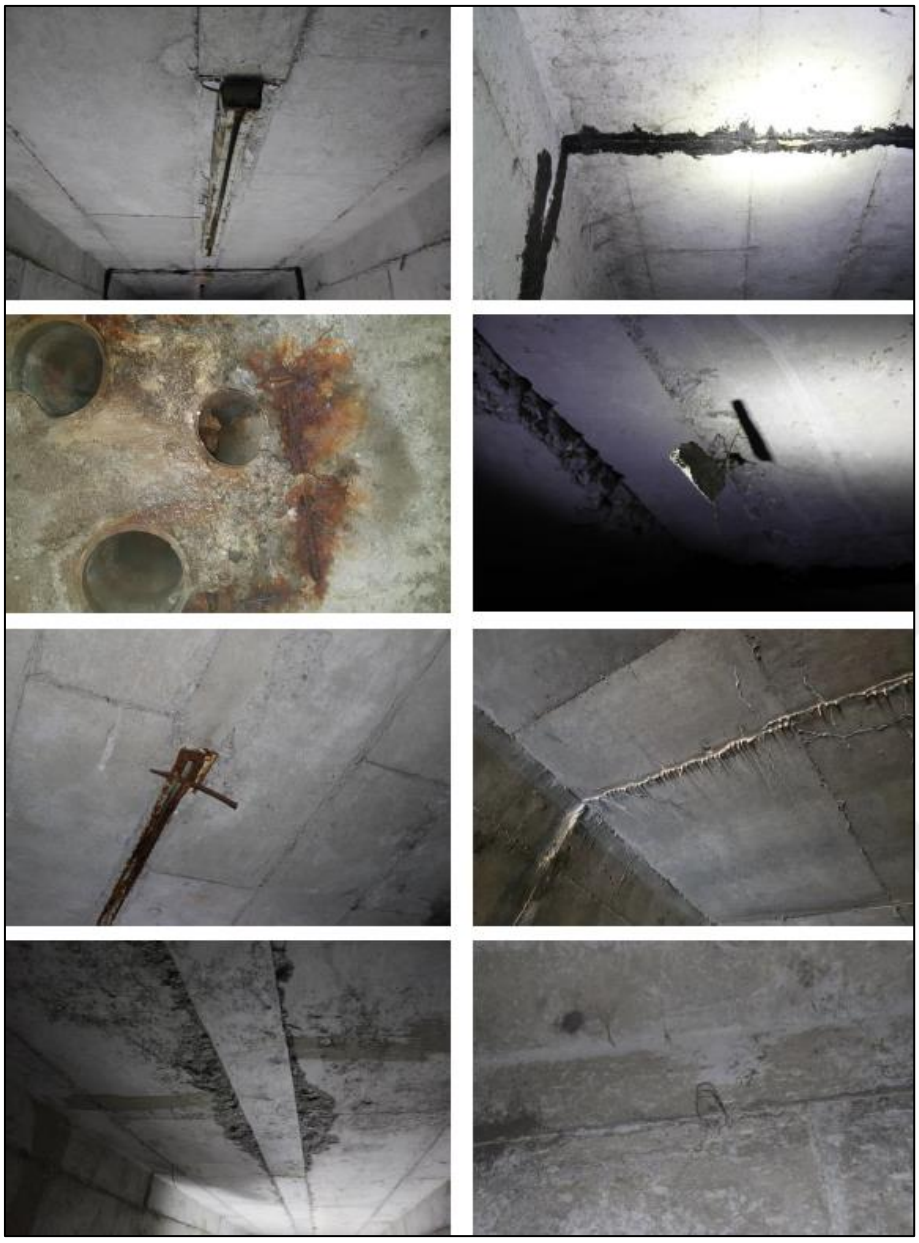
İz ve işaret çalışmalarında drenaj yapılarında kalıcı tünek varlığı araştırılmış, sadece 11. menfezde beton bloklarının birleşim hattındaki geniş çatlakta kalıcı yarasa tüneği tespit edilmiştir. 112. menfez dışındaki diğer yapılarda gece tüneği izi tespit edilmiştir. Tespit

edilen gece tünekleri yoğunluk açısından değerlendirilmiş buna göre 1. ve 5. su kanalları ve 11. menfezde çok bol seviyesinde gözlenmiştir. 6. dere geçişi, 106. ve 108. menfezlerde ise az seviyesindedir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Drenaj yapılarındaki gece tüneği yoğunluğu

Yapılar	Gece tüneği yoğunluğu	Yapılar	Gece tüneği yoğunluğu
1. su kanalı	Çok bol	90. menfez	Bol
11. menfez	Çok bol	2. dere geçişi	Orta
13. menfez	Orta	5. su kanalı	Çok bol
28. menfez	Orta	106. menfez	Az
34. menfez	Orta	108. menfez	Az
44. menfez	Bol	5. dere geçişi	Orta
55. menfez	Bol	6. dere geçişi	Az
75. menfez	Orta	112. menfez	Az

Gece tüneği olarak kullanılan drenaj yapılarında yarasaların tutundukları zeminler; beton bloklarının birleşme yerlerindeki çatlaklar, beton dökümü sırasında kullanılan kalıp tahtalarının aralarından çıkan beton çıkıntıları, kalıp tahtalarının kurulması sırasında kullanılan çivi ve tel kalıntıları, yüzeye çıkmış inşaat demirleri, beton bloklar arasında yapıştırıcı olarak kullanılan zift sarkıtları ve bazı yapılarda kullanılan demir profiller şeklinde sınıflandırılabilir (Resim 3.1).



Resim 3.1. Gece tüneği olarak kullanılan drenaj yapılarında yarasaların tutunma iz ve işaretlerinin belirlendiği zeminler

İz ve işaret çalışma metotlarından bir diğeri olan dışkı çalışmaları sonucunda ise 112. menfez dışında tüm yapılarda yarasa dışkısı gözlenmiştir (Resim 3.2). Drenaj yapılarında zaman zaman su akması sonucunda dışkıların yıkanması nedeniyle, dışkı yoğunluğu ile ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır.

Resim 3.2. Drenaj yapılarındaki gece tüneklerinin altında bulunan yarasa dışkıları

Otoyolda toplam 13 EUNIS habitat sınıfı (2 derece) belirlenmiştir. Çalışma yapılan drenaj yapıları için yaklaşık 750 m yarıçapındaki alanın EUNIS habitat tipleri değerlendirilerek alansal olarak büyük olan ağırlıklı habitat tipi olarak verilmiştir. Buna göre 7 yapıda G1 habitat tipi en fazla ağırlıklı habitat tipi iken X18 habitat tipi sadece 1 yapı için ağırlıklı habitat tipi olarak tanımlanmıştır (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Drenaj yapılarının çevresindeki EUNIS habitat tipleri (A: ağırlıklı habitat tipi)

Yapılar	EUNIS Tipi												
	C1	C2	E1	E3	G1	G3	G5	I1	J1	J3	J4	J5	X18
1. su kanalı								A			*	*	
6. menfez					*			A			*		*
11. menfez			A		*						*		
13. menfez			*		A						*		
28. menfez			A		*			*			*		
34. menfez					*		A				*		
38. menfez					A			*			*		
44. menfez					A		*	*			*		
55. menfez					A						*		*
56. menfez			*						*		*		A
66. menfez			A								*		
75. menfez			*		A						*		
85. menfez			*					A			*		
86. menfez			*					A			*		
90. menfez					A						*		*
2. dere geçişi					A	*					*		*
5. su kanalı			A			*		*			*		
3. dere geçişi			*			A	*				*		
4. dere geçişi			A			*	*				*		
102. menfez			A			*					*		
106. menfez						A					*		
108. menfez			*			A					*		
5. dere geçişi			*		*	A					*		
6. dere geçişi			*	*		A					*		
112. menfez				*		A					*		

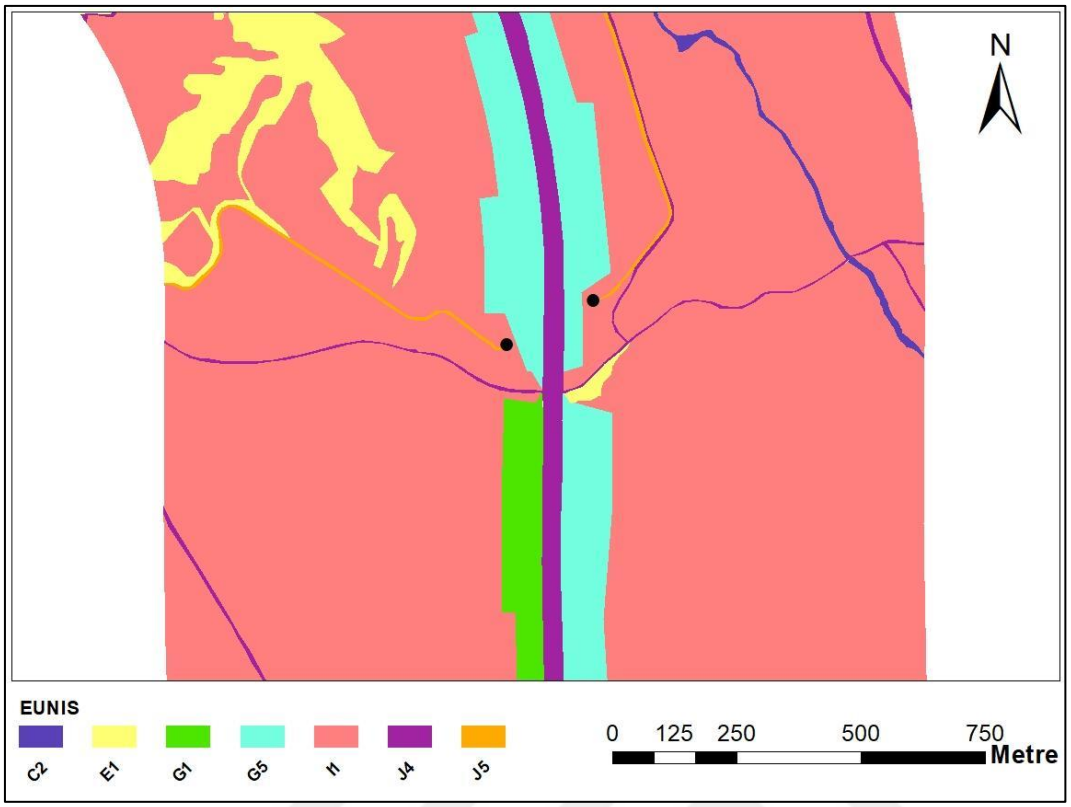
Her bir drenaj yapısı için, 750 metre yarıçapında EUNIS habitat sınıfı, potansiyel tünek alanı, beslenme ve gidiş dönüş habitatlarının önem sınıfı, fotokapan ve ses kayıt verileri, geçiş yapan türler ve geçiş sayıları aşağıda ayrı ayrı verilmiştir. Ayrıca her yapıdaki iz ve işaretlerin durumu ve drenaj yapısı ile ilgili bazı fotoğraflar aşağıda verilmiştir.

3.1. Birinci Su Kanalı

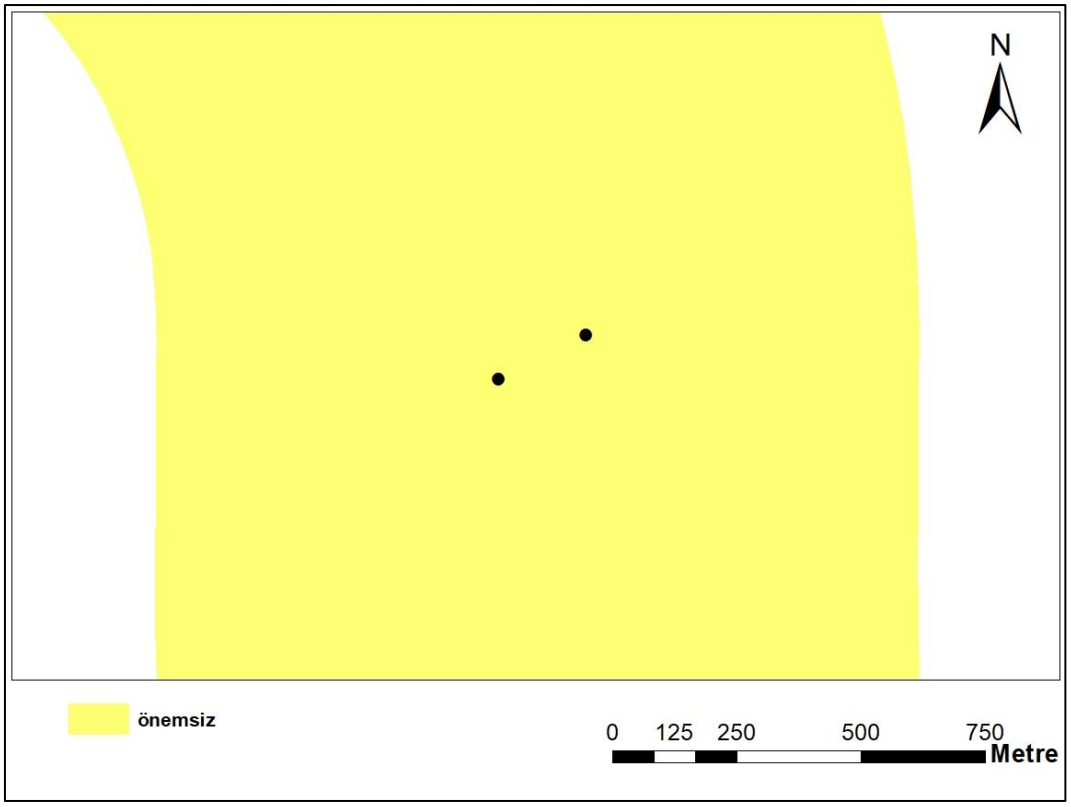
Bu drenaj yapısı boru menfez tipindedir ve otoyolun 4. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.3). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi I1'dir (Harita 3.1). Yapı çevresindeki habitatlar potansiyel tünek alanı açısından önemsiz tünek habitatı özelliğindedir (Harita 3.2). Yine bu habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı açısından su kanalı hattı yüksek önemde, çevresindeki tarım arazileri ise önemsiz habitat özelliğindedir (Harita 3.3).

Bu yapıda yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 547 geçiş kaydedilmiş, günlük ortalama geçiş ise 2,337 olarak hesaplanmıştır (Resim 3.4). Ses çalışmalarında toplam 47 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 3 türe *(M. emarginatus, P. macrobullaris ve R. euryale*) aittir (Resim 3.5; Resim 3.6; Resim 3.7). Bu türlerden *M. emarginatus* en yüksek aktiviteyi göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği iz ve işaretleri çok bol seviyesindedir. Yapı içerisinde suyun çekildiği dönemlerde dışkı gözlenmiştir.

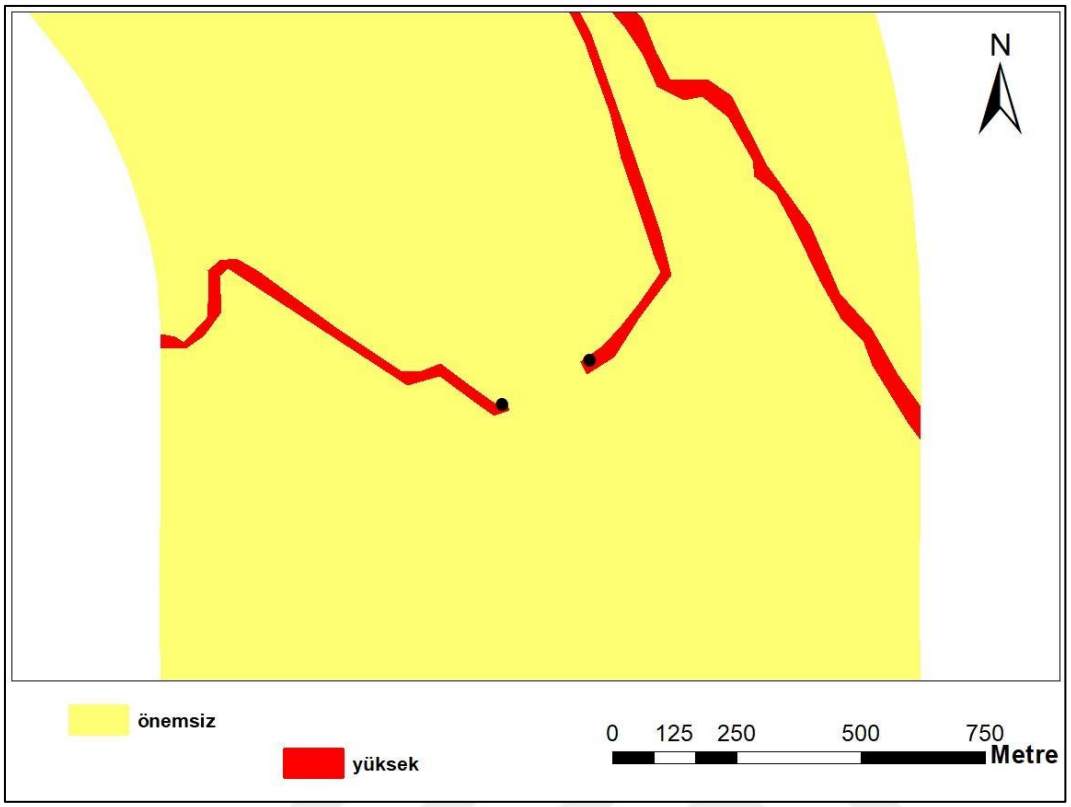
Resim 3.3. Birinci su kanalının girişi ve çıkışı



Harita. 3.1. Birinci su kanalı çevresindeki EUNIS habitat tipleri

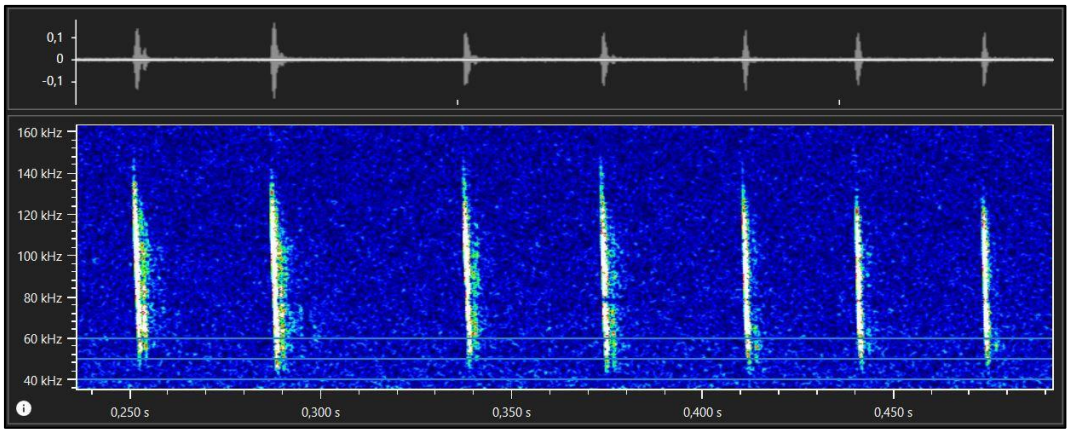


Harita. 3.2. Birinci su kanalı çevresindeki potansiyel tünek habitatları

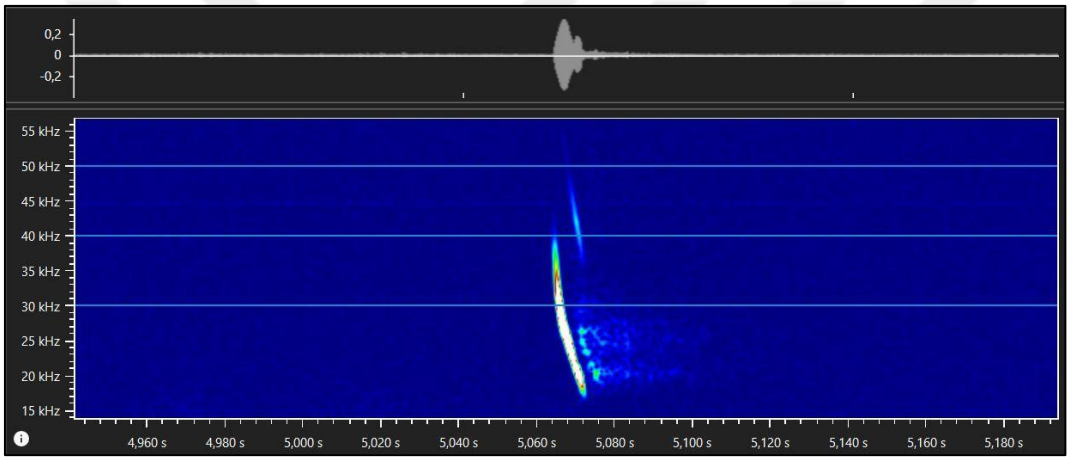


Harita. 3.3. Birinci su kanalı çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

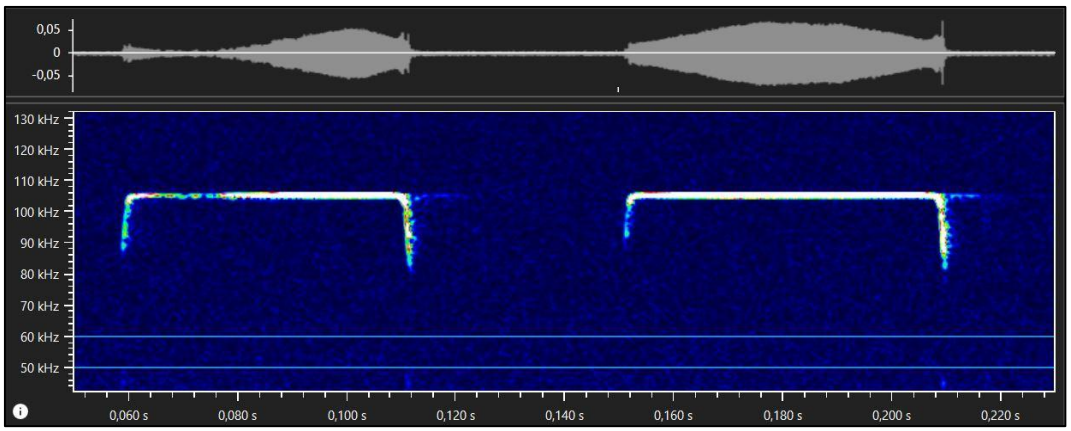
Resim 3.4. Birinci su kanalındaki *Plecotus macrobullaris* türünün fotokapan görüntüsü



Resim 3.5. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis emarginatus*'un sonogramı



Resim 3.6. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Plecotus macrobullaris'*in sonogramı



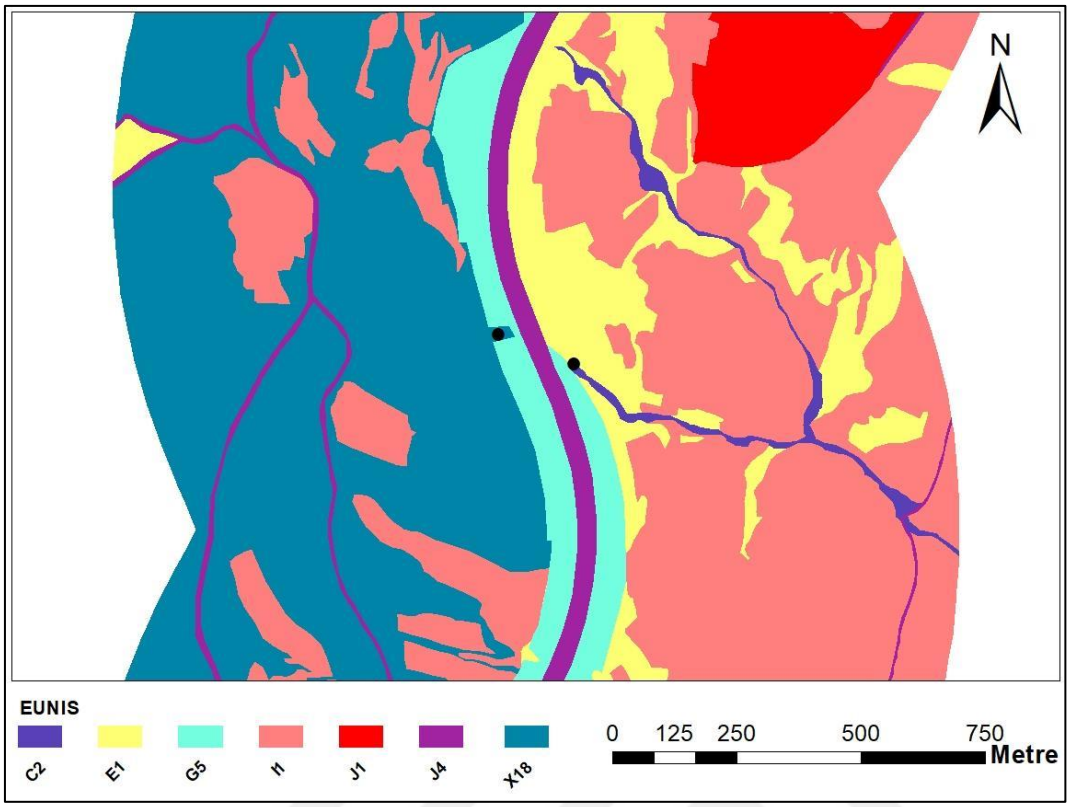
Resim 3.7. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus euryale*'nin türünün sonogramı

3.2. Altıncı Menfez

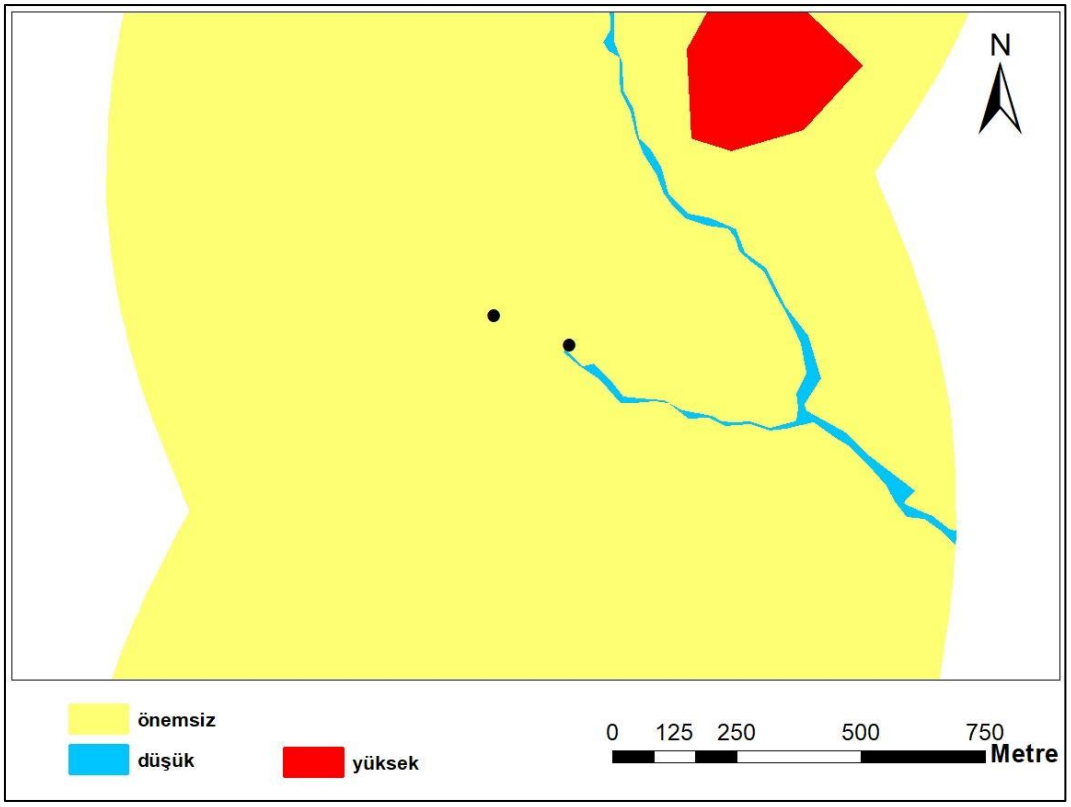
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 8. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.8). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi I1'dir (Harita 3.4). Yapı çevresi potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatlarına sahiptir (Harita 3.5). Aynı habitatlar ağaç sırasız dere hattı boyunca potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatı olarak yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.6).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 21 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.9). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,11 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

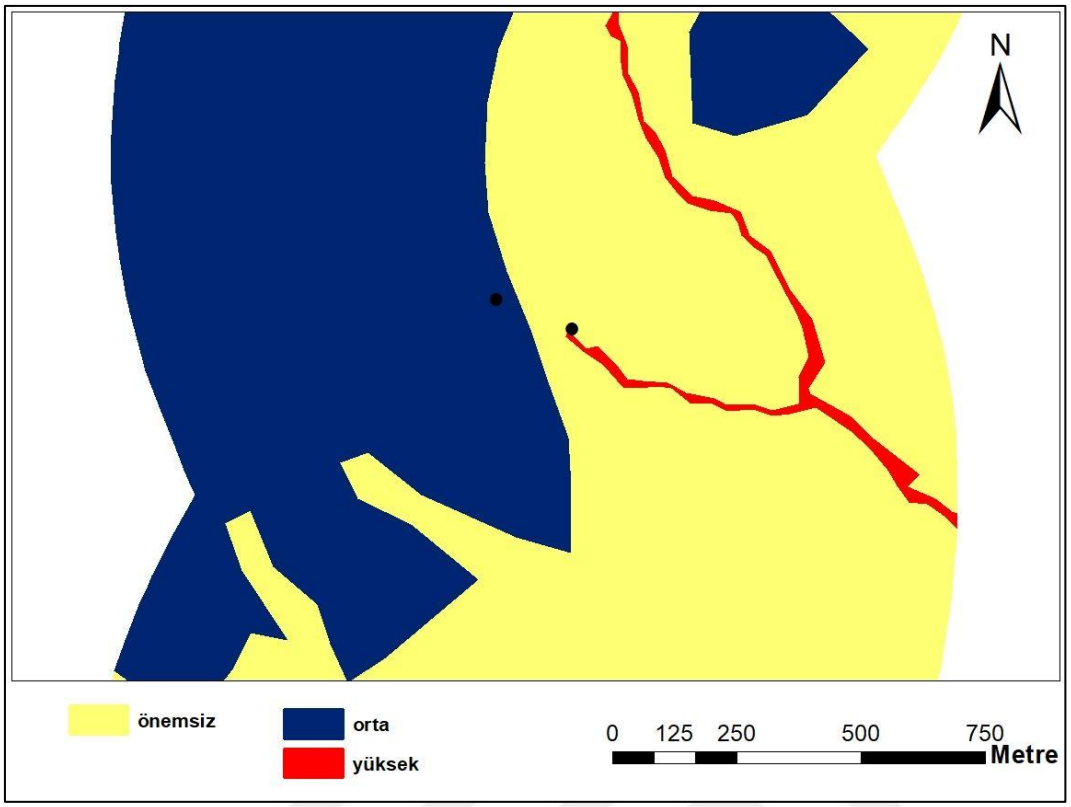
Resim 3.8. Altıncı menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.4. Altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.5. Altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.6. Altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

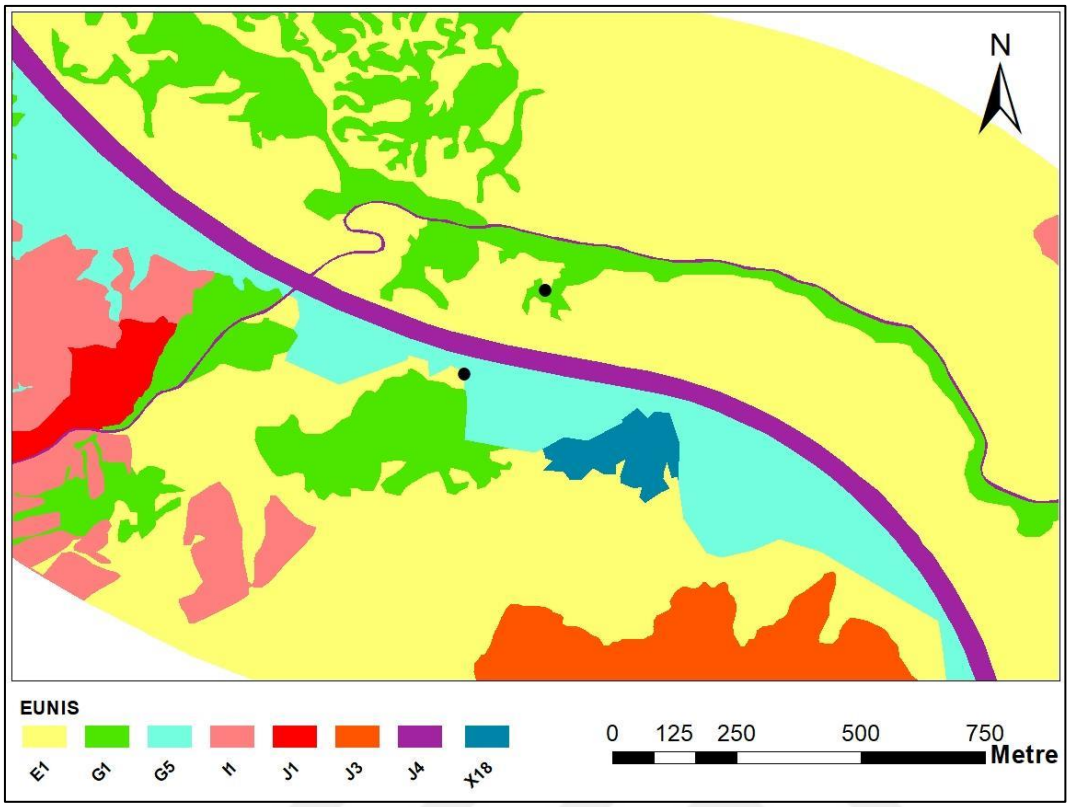
Resim 3.9. Altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü

3.3. On Birinci Menfez

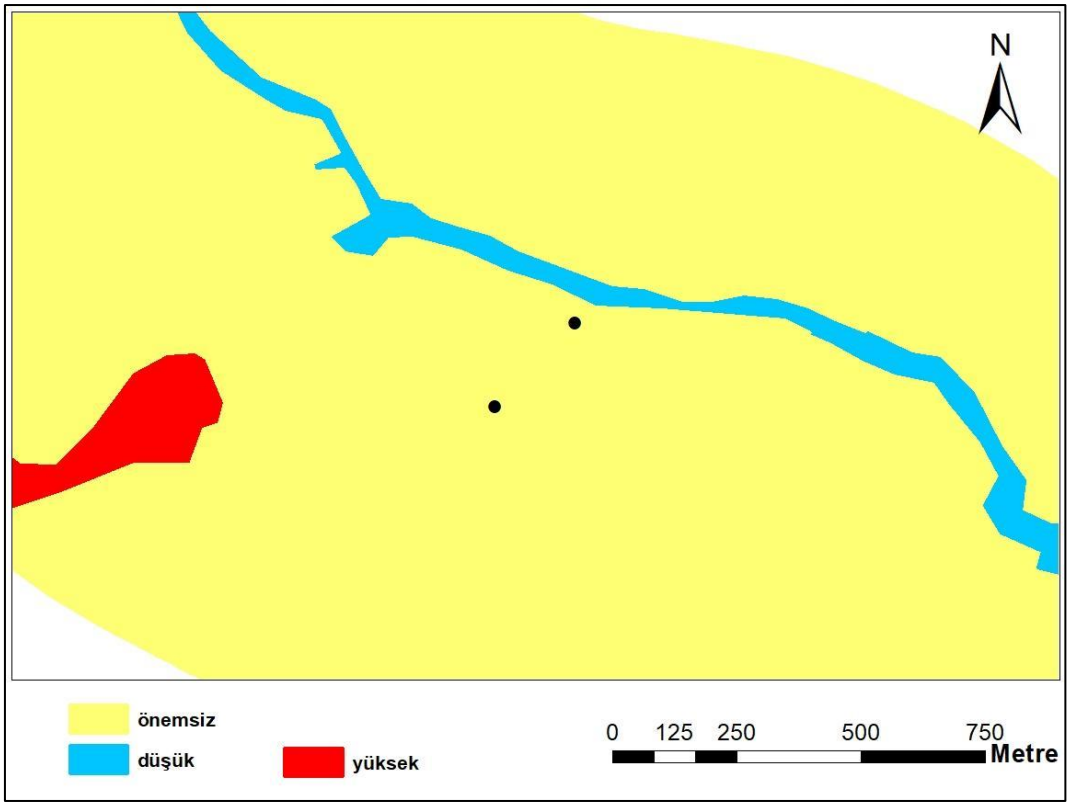
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 11. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.10). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 3.7). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.8). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak dere hattı boyunca bulunan riperyan sıralar yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.9).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 187 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.11). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,591 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 200 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 6 türe *(M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp.*, P. macrobullaris, R. euryale ve R. ferrumequinum*) aittir (Resim 3.12; Resim 3.13). Bu türlerden *M. emarginatus* en yüksek aktiviteyi (150 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmaktadır (Resim 3.14). Gece tüneği açısından iz ve işaretler çok bol seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

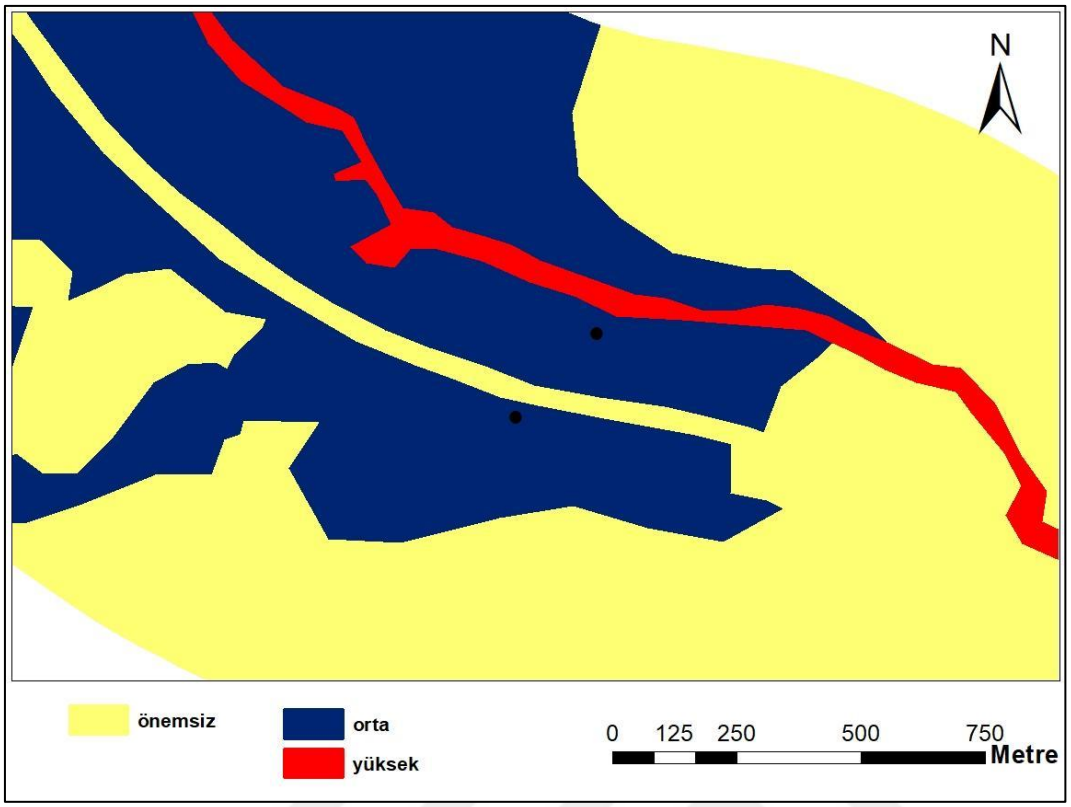
Resim 3.10. On birinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.7. On birinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri

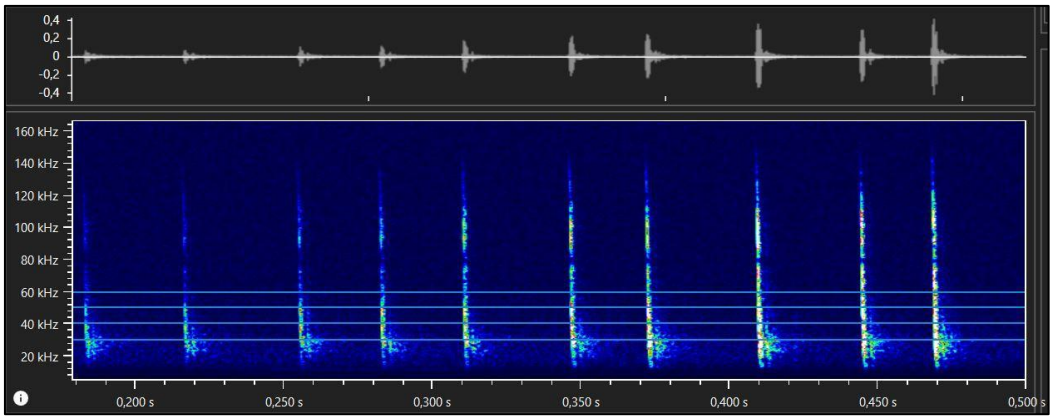


Harita 3.8. On birinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları

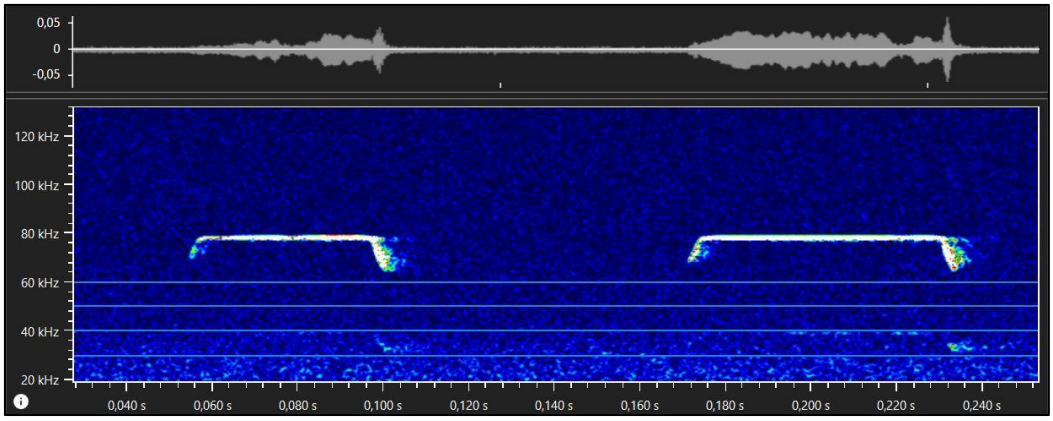


Harita 3.9. On birinci menfez çevresindeki beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

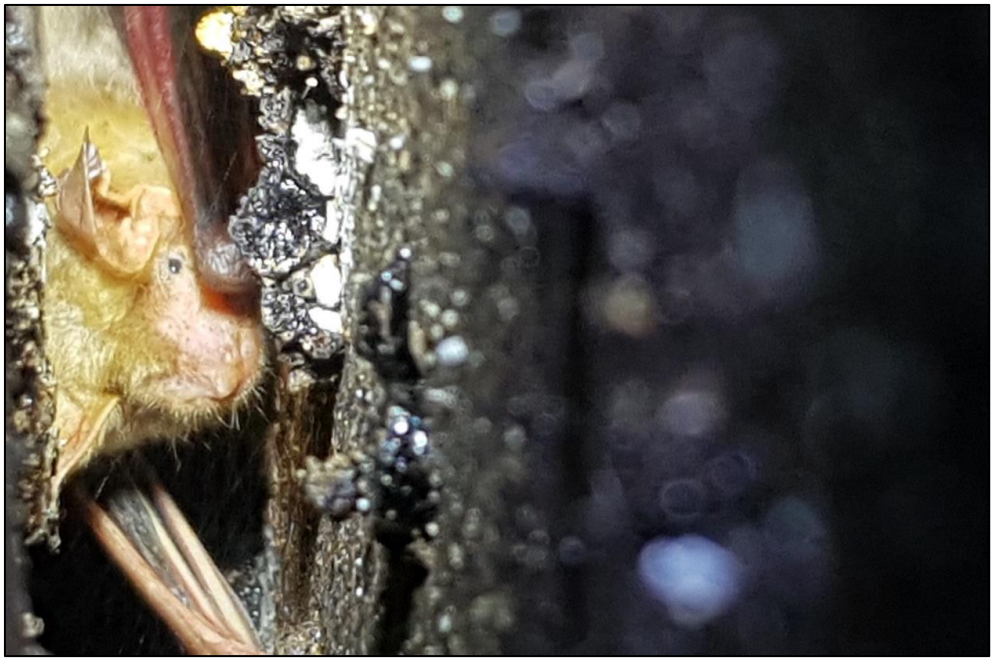
Resim 3.11. On birinci menfezdeki yarasa görüntüsü



Resim 3.12. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis nattereri*'nin sonogramı



Resim 3.13. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus ferrumequinum*'un sonogramı



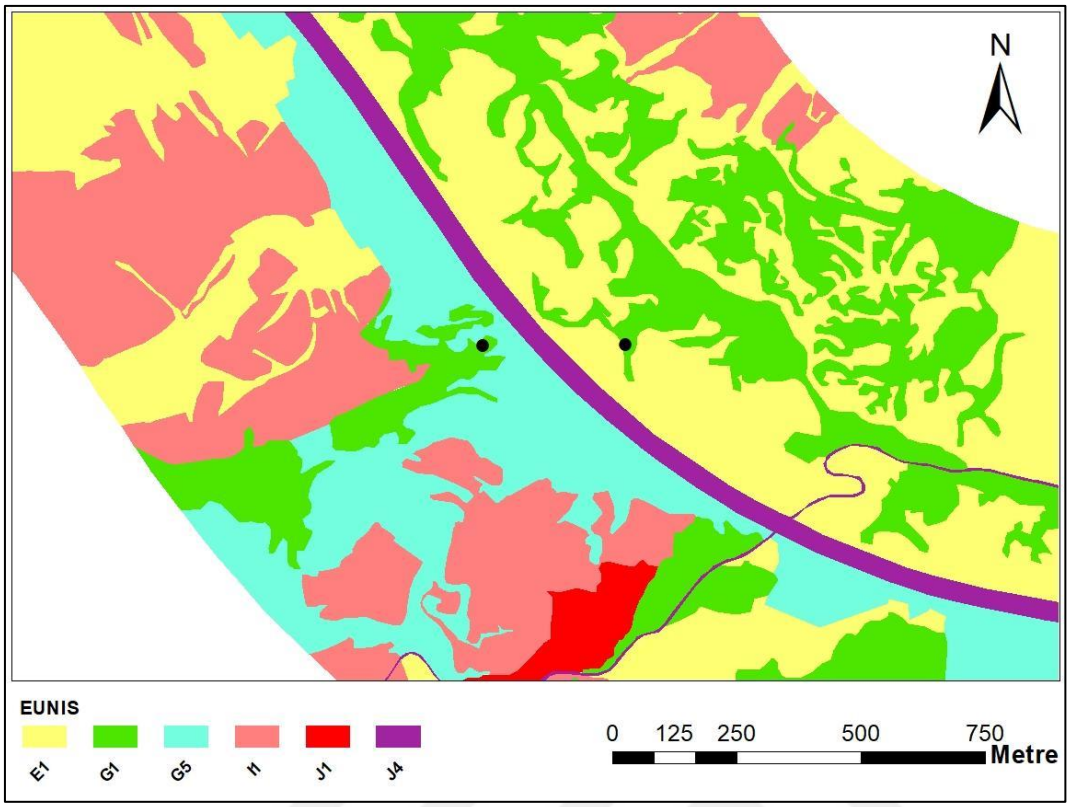
Resim 3.14. On birinci menfezde bulunan kalıcı tünekteki yarasa bireyi (*Myotis* sp.)

3.4. On Üçüncü Menfez

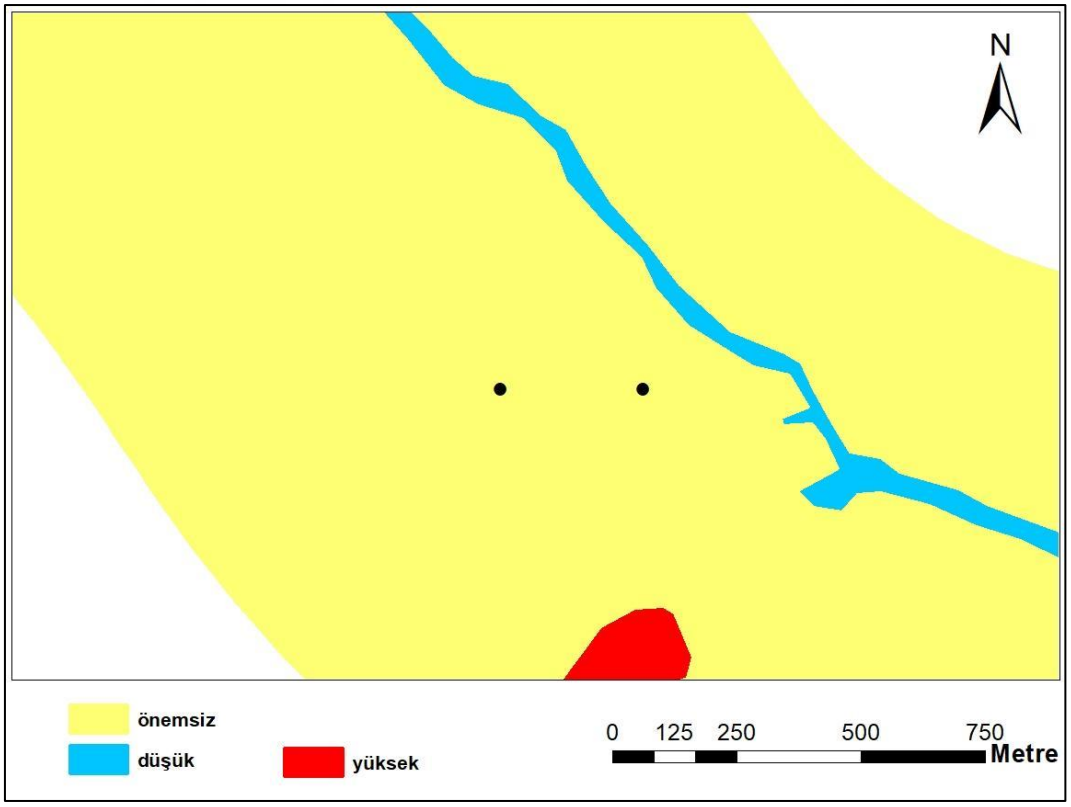
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve 2 kanallıdır. Bu menfez otoyolun 12. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.15). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.10). Yapı çevresinde, potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.11). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak dere hattı boyunca bulunan riperyan sıralar yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.12).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 12 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.16). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,129 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 132 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 6 türe *(M. daubentonii, M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp., *P. macrobullaris, R. euryale* ve *R. ferrumequinum*) aittir (Resim 3.17). Bu türlerden *M. emarginatus* en yüksek aktiviteyi (53 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından orta seviyededir. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

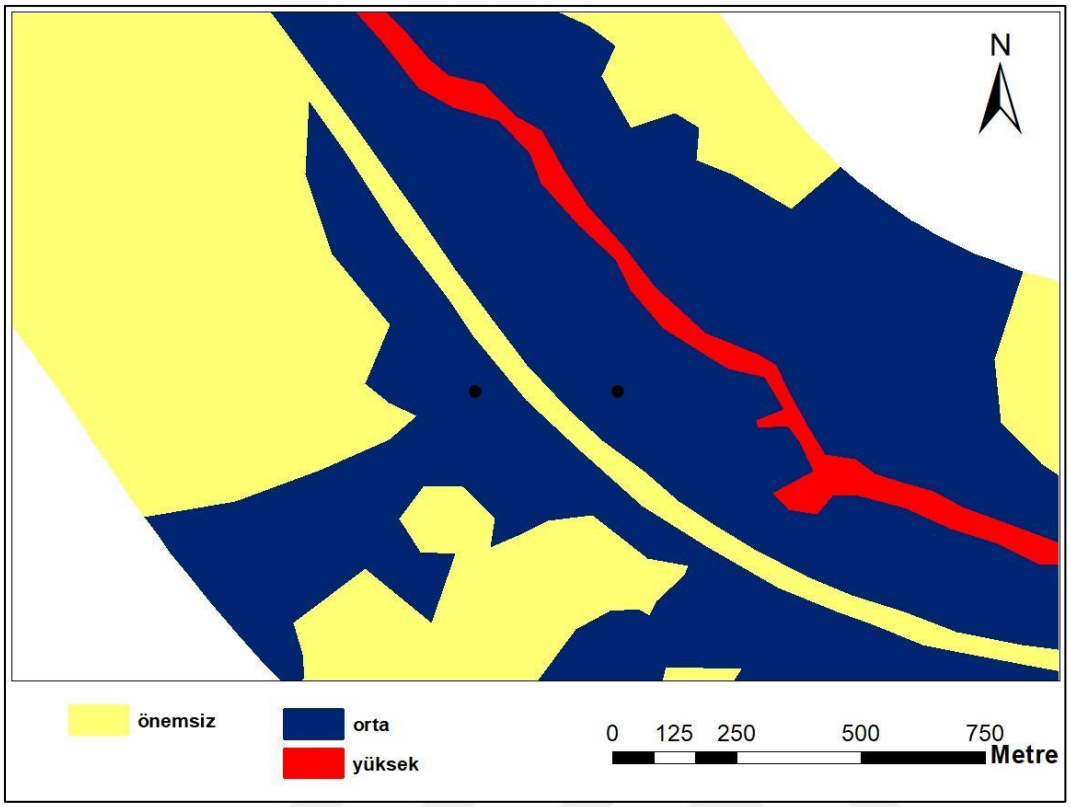
Resim 3.15. On üçüncü menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.10. On üçüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri

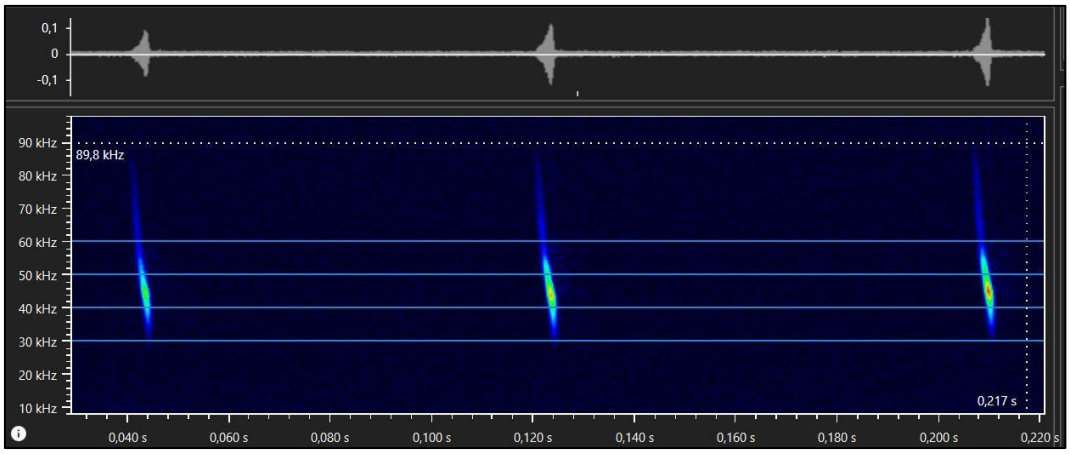


Harita 3.11. On üçüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.12. On üçüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

Resim 3.16. On üçüncü menfezdeki yarasa görüntüsü



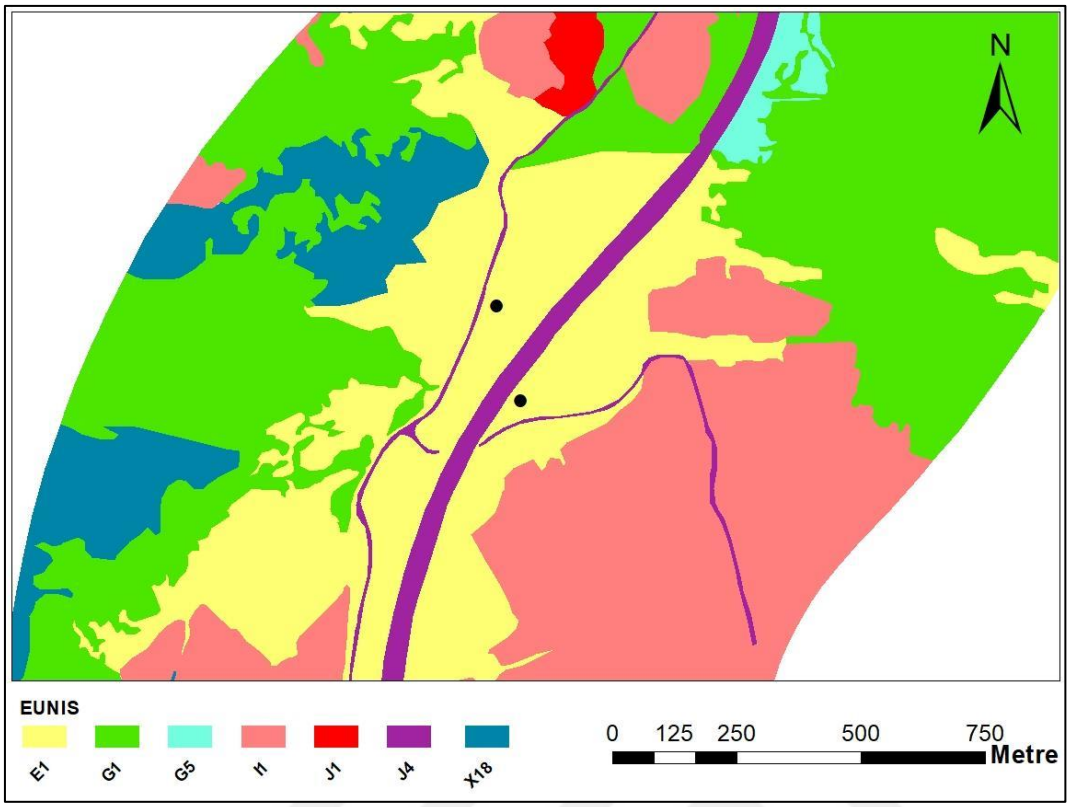
Resim 3.17. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis daubentonii*'nin sonogramı

3.5. Yirmi Sekizinci Menfez

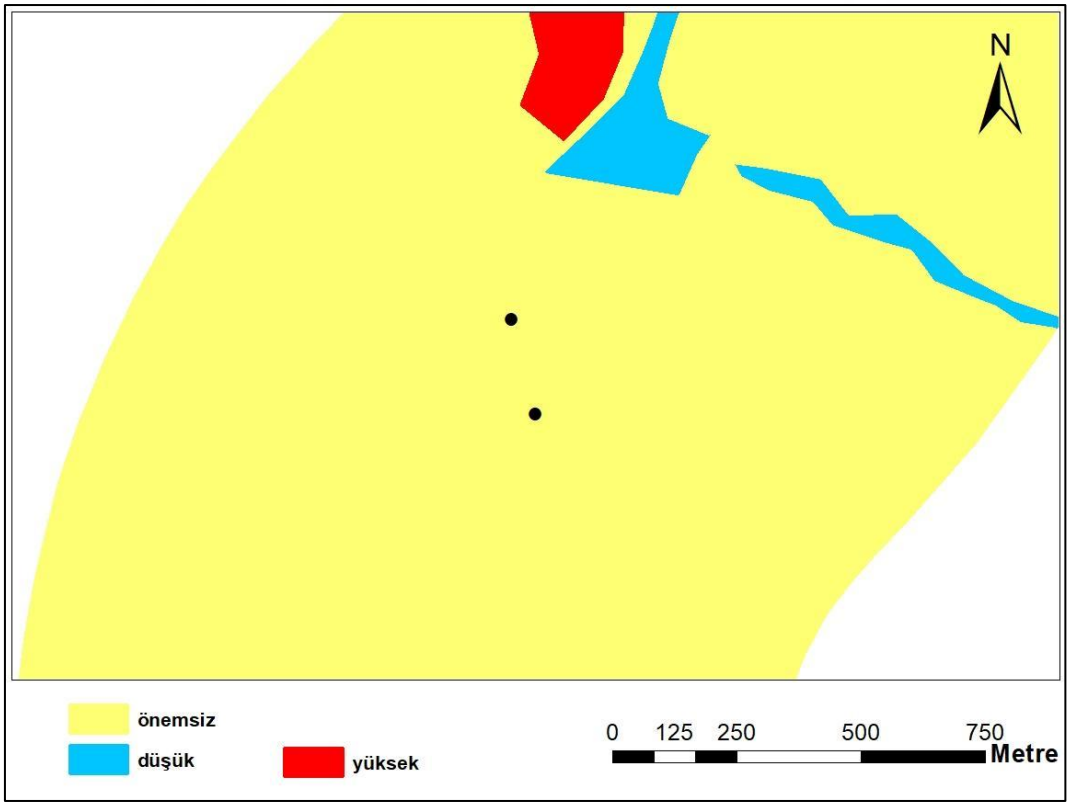
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 23. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.18). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 3.13). Menfezin çevresinde, potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.14). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak dere hattı boyunca uzanan riperyan sıralar yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.15).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 139 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.19). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,422 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses çalışmalarında yarasa sesi kaydedilmemiştir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından iz ve işaretler orta seviyededir. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

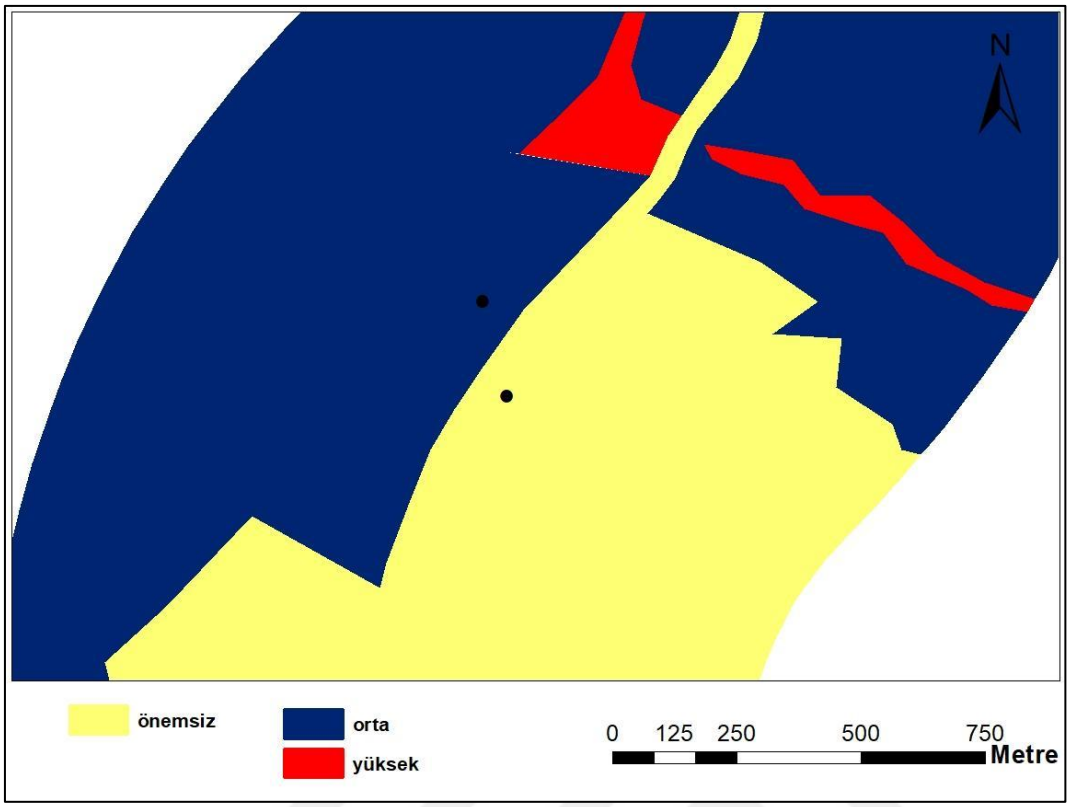
Resim 3.18. Yirmi sekizinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.13. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.14. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.15. Yirmi sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

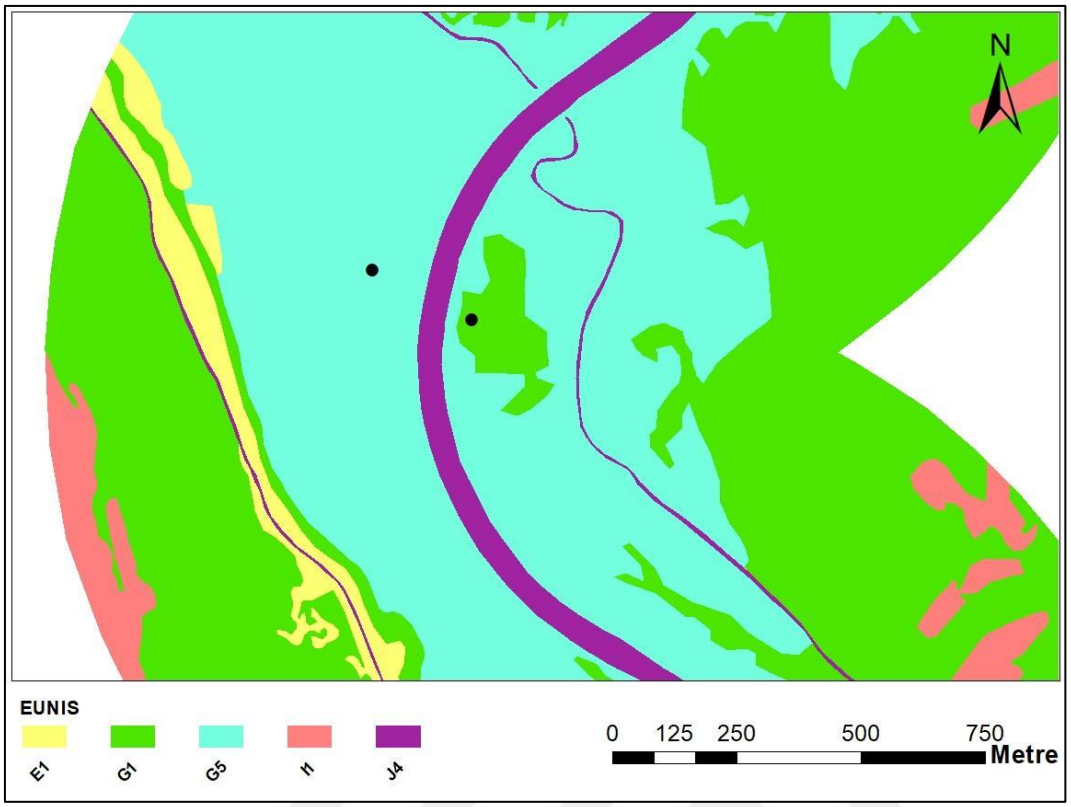
Resim 3.19. Yirmi sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü

3.6. Otuz Dördüncü Menfez

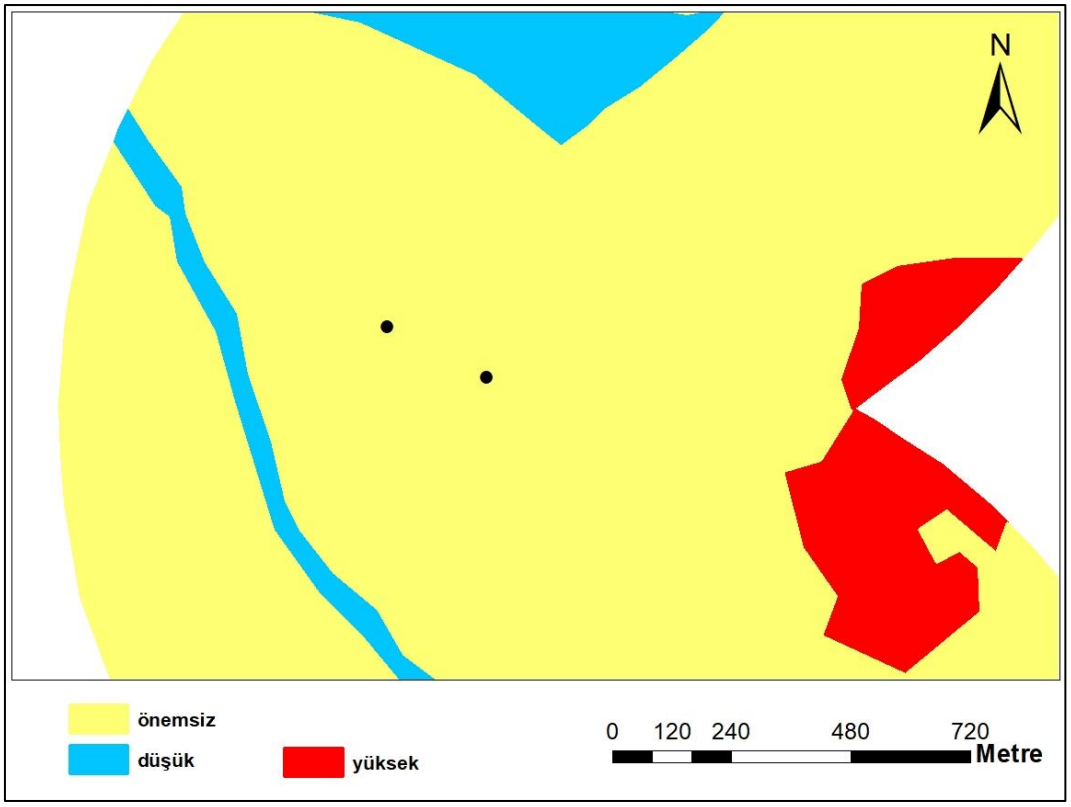
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 26. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.20). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G5'tir (Harita 3.16). Menfezin çevresinde, potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.17). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.18).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 179 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.21). Yapı için ortalama günlük geçiş 1,169 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 137 yarasa sesi kaydedilmiş, bu sesler 7 türe *(M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp.*, P. macrobullaris, R. euryale, R. ferrumequinum, R. hipposideros*) aittir (Resim 3.22). Bu türlerden *M. emarginatus* en yüksek aktiviteyi (34 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından orta yoğunluktadır. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

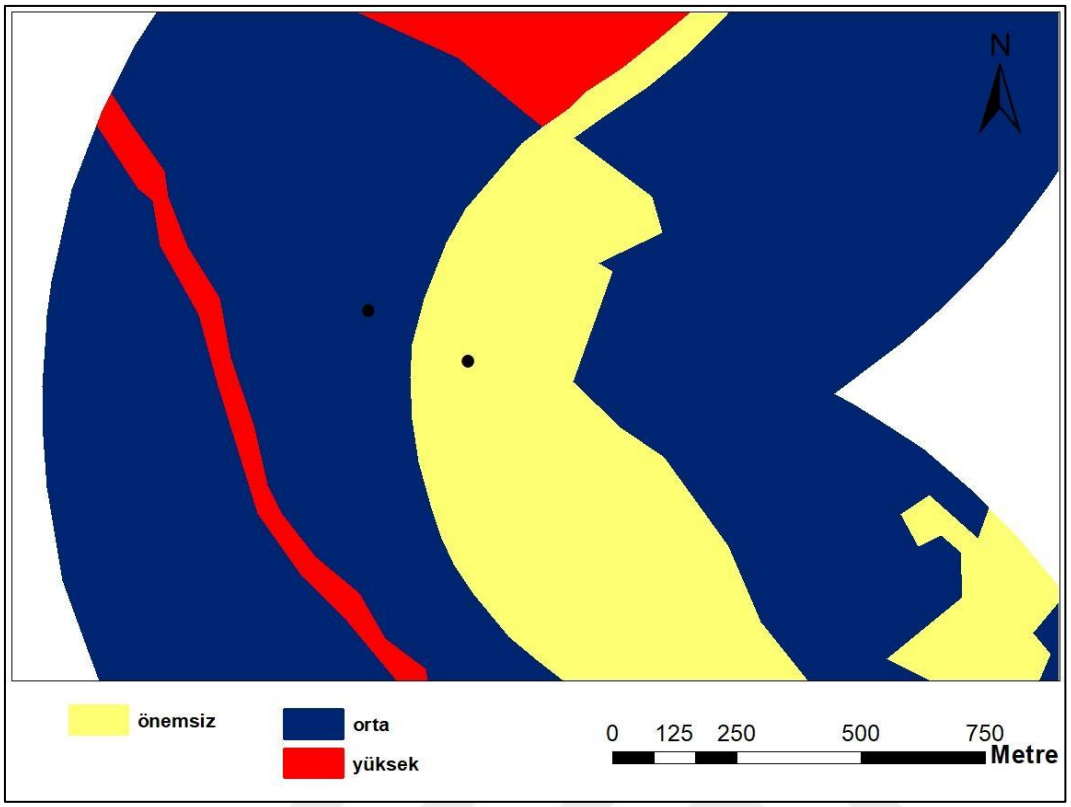
Resim 3.20. Otuz dördüncü menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.16. Otuz dördüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri

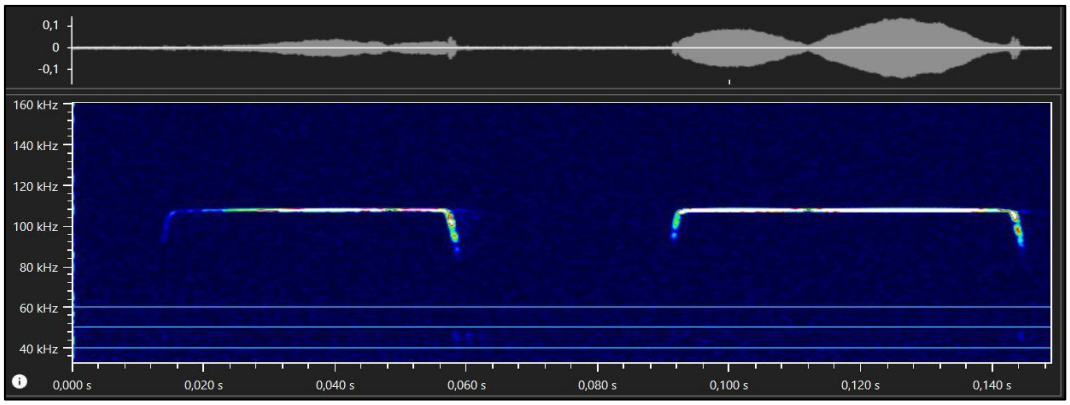


Harita 3.17. Otuz dördüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.18. Otuz dördüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

Resim 3.21. Otuz dördüncü menfezdeki yarasa görüntüsü



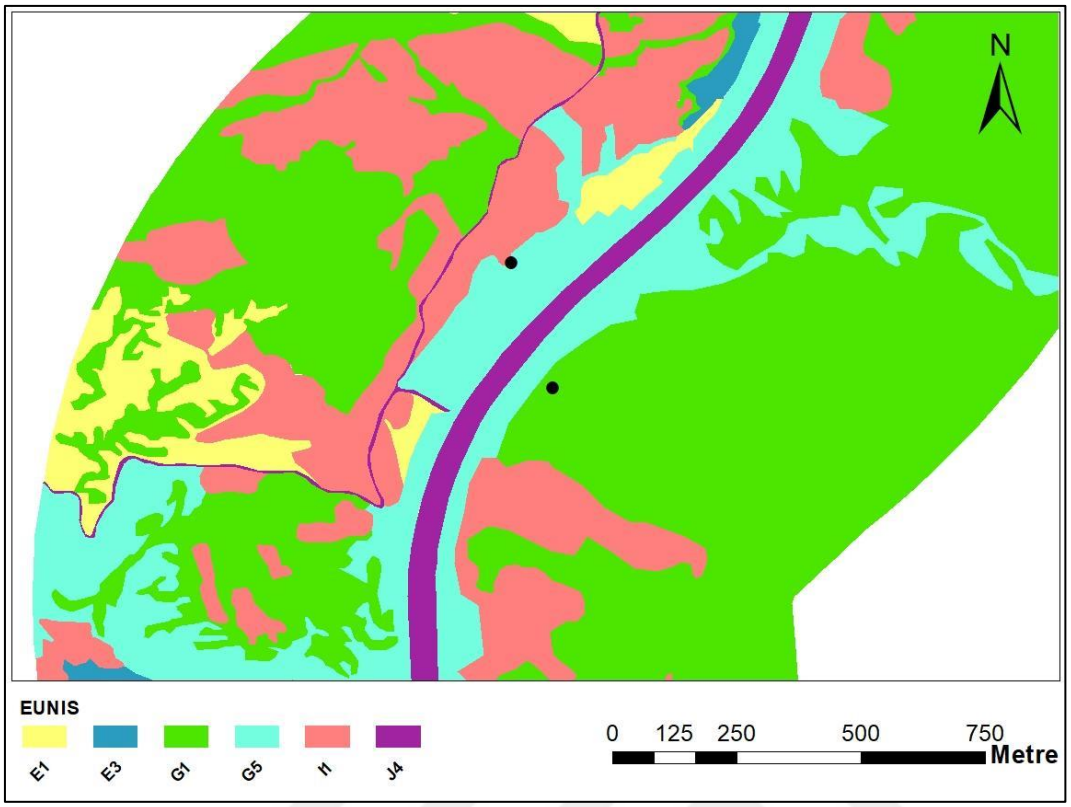
Resim 3.22. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Rhinolophus hipposideros*'un sonogramı

3.7. Otuz Sekizinci Menfez

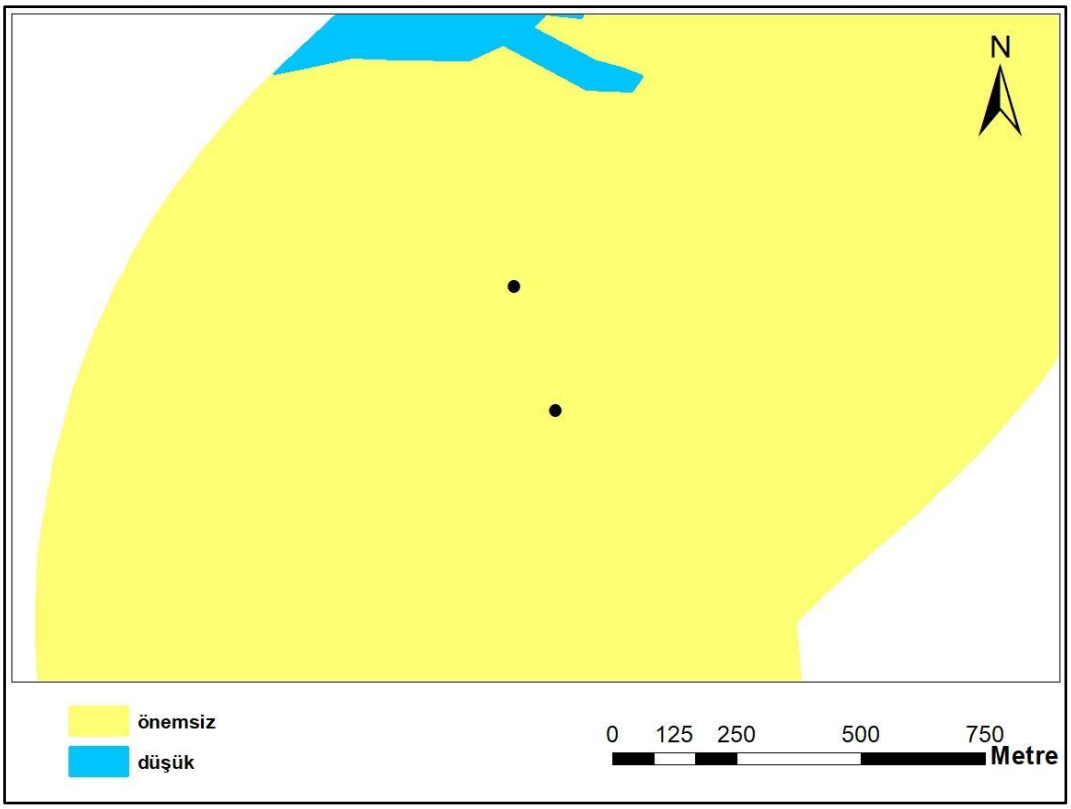
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve iki kanallıdır. Bu menfez otoyolun 29. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.23). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.19). Yapı çevresinde, potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.20). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise geniş bir dere hattı boyunca bulunan ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.21).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 10 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.24). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,076 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

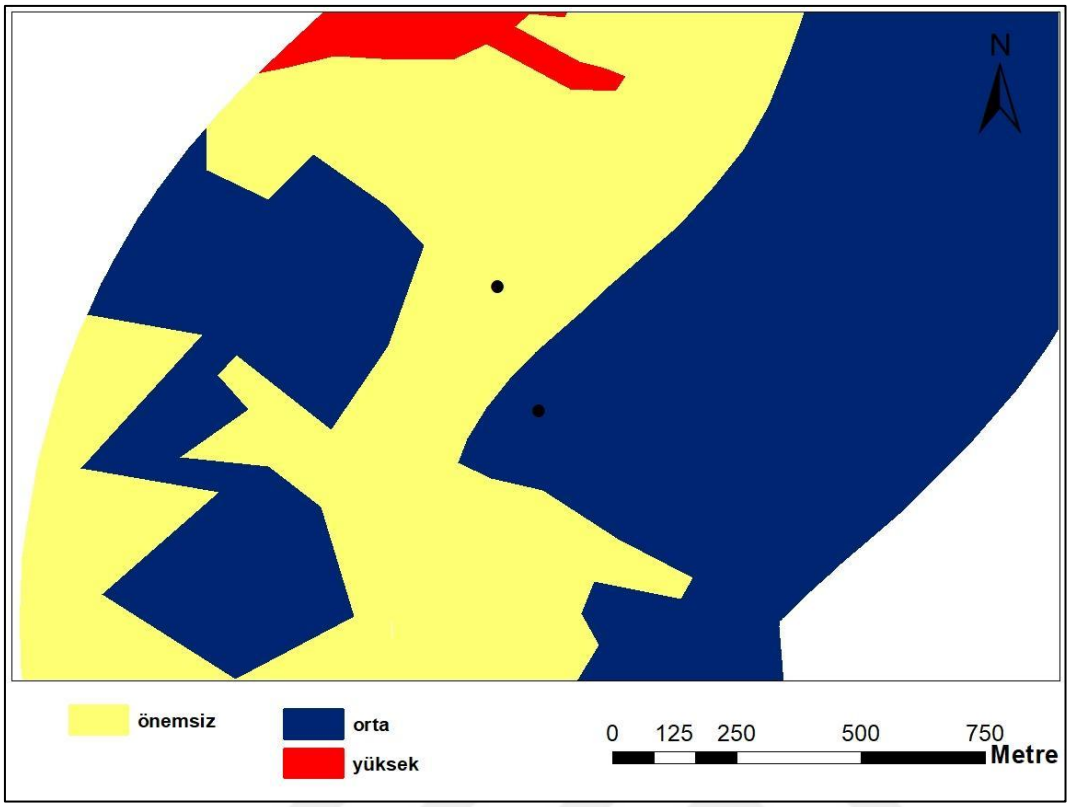
Resim 3.23. Otuz sekizinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.19. Otuz sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.20. Otuz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.21. Otuz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

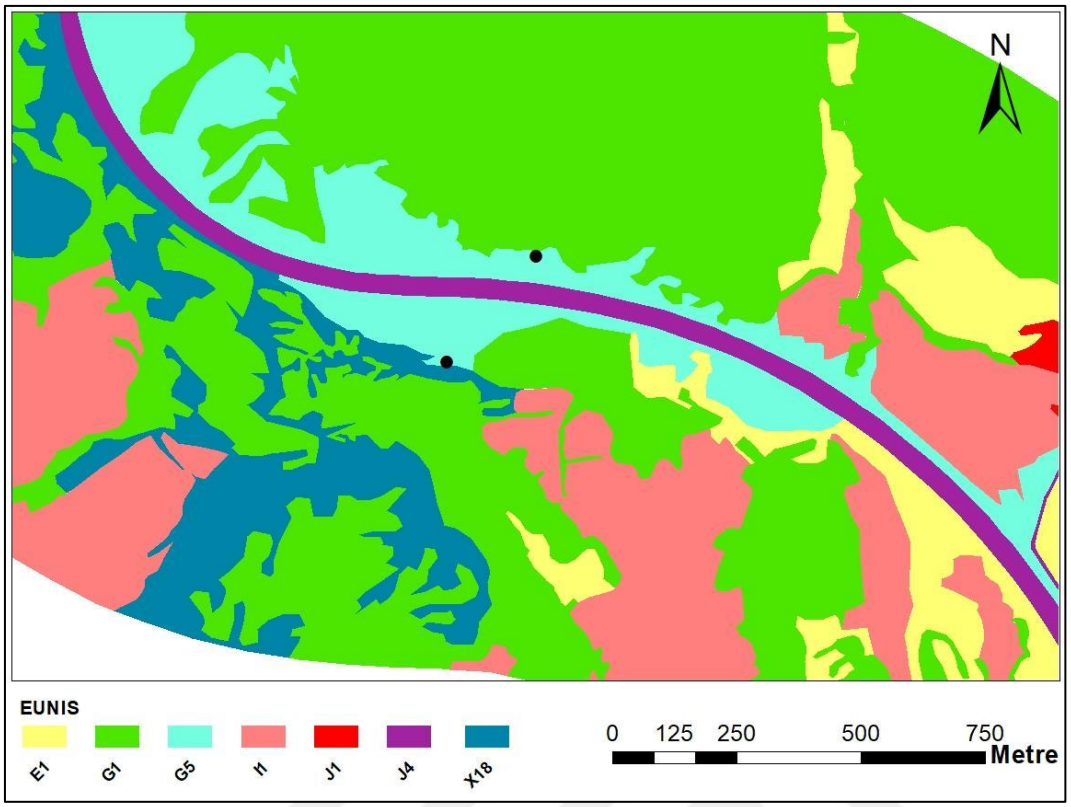
Resim 3.24. Otuz sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü

3.8. Kırk Dördüncü Menfez

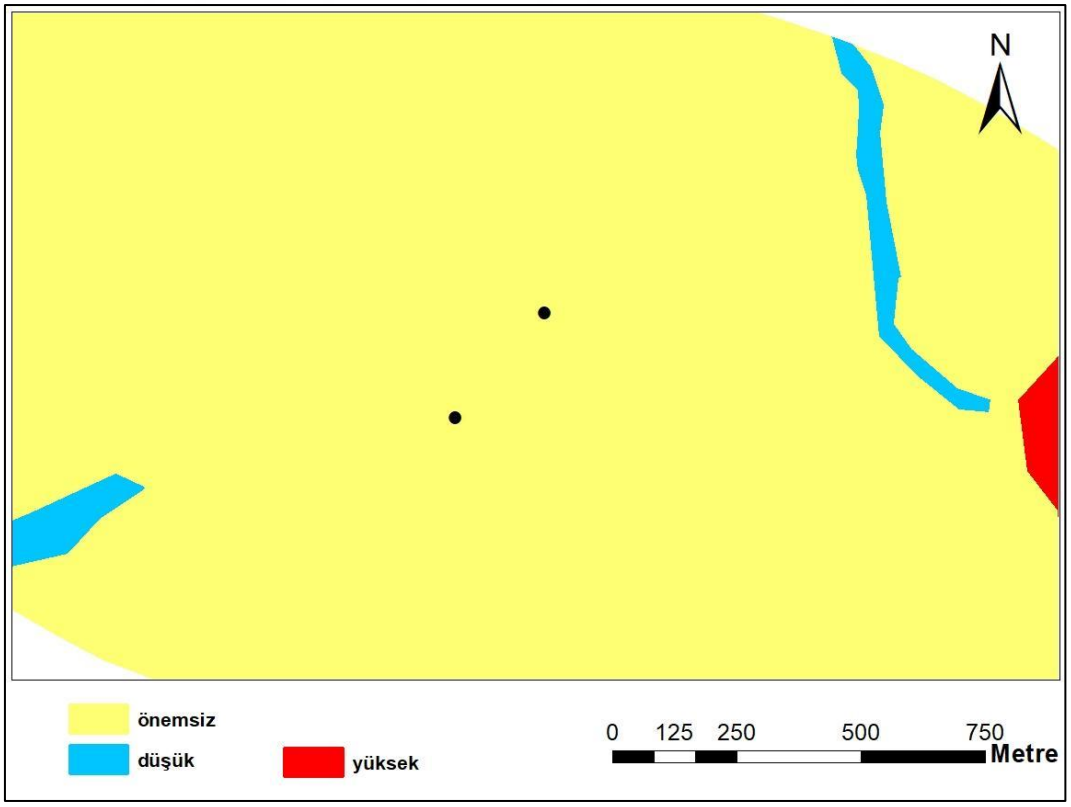
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 34. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.25). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.22). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde habitatlar bulunmaktadır (Harita 3.23). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.24).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 110 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.26). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,470 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 14 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 4 türe *(M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp. ve *R. ferrumequinum*) aittir. Bu türlerden *M. nattereri* en yüksek aktiviteyi (6 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından bol seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

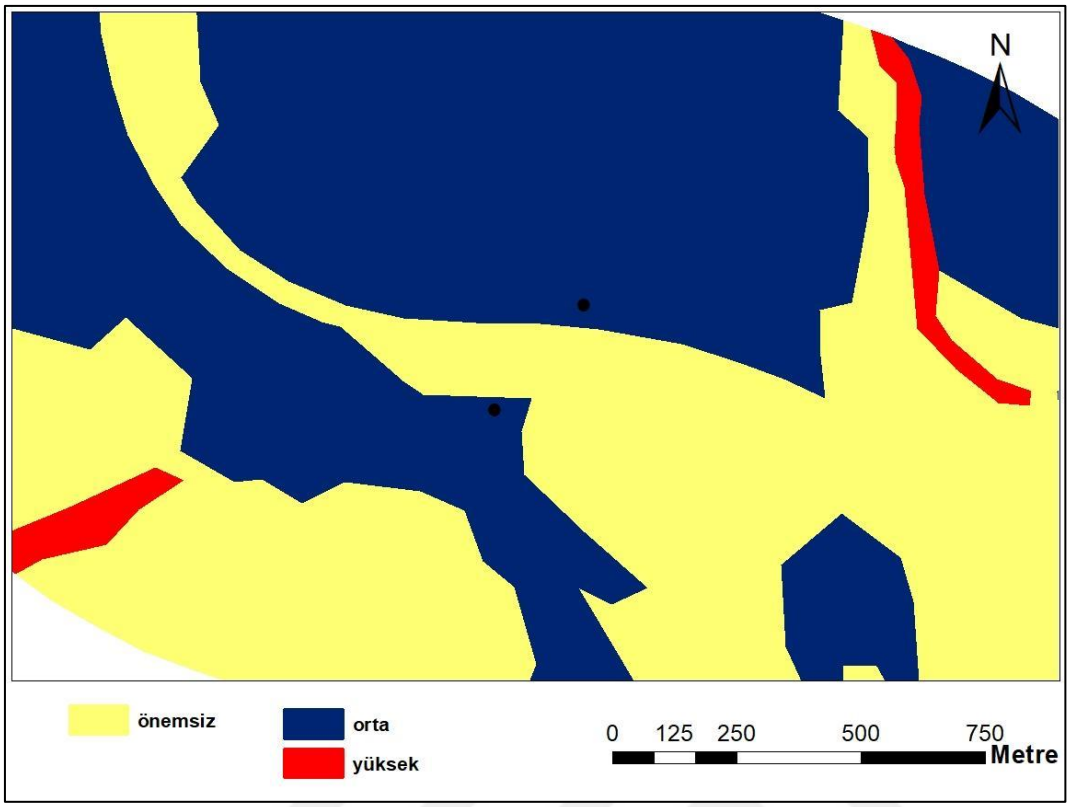
Resim 3.25. Kırk dördüncü menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.22. Kırk dördüncü menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.23. Kırk dördüncü menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.24. Kırk dördüncü menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

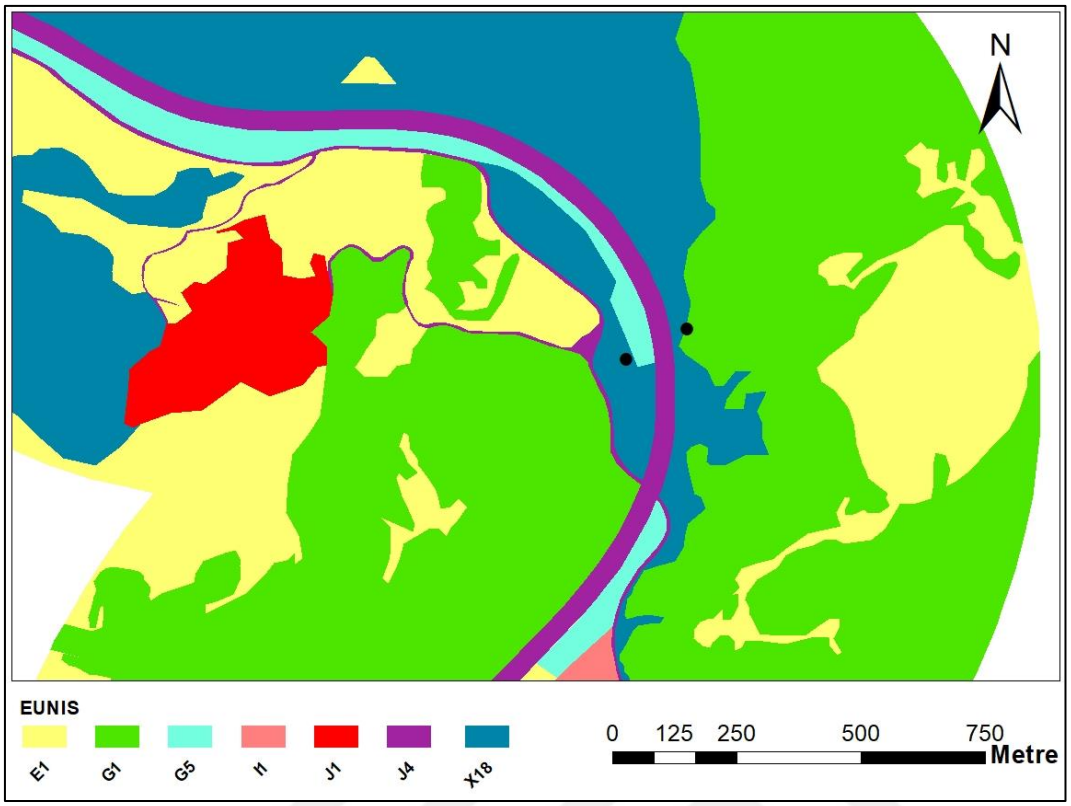
Resim 3.26. Kırk dördüncü menfezdeki *Plecotus* sp. türüne ait fotokapan görüntüsü

3.9. Elli Beşinci Menfez

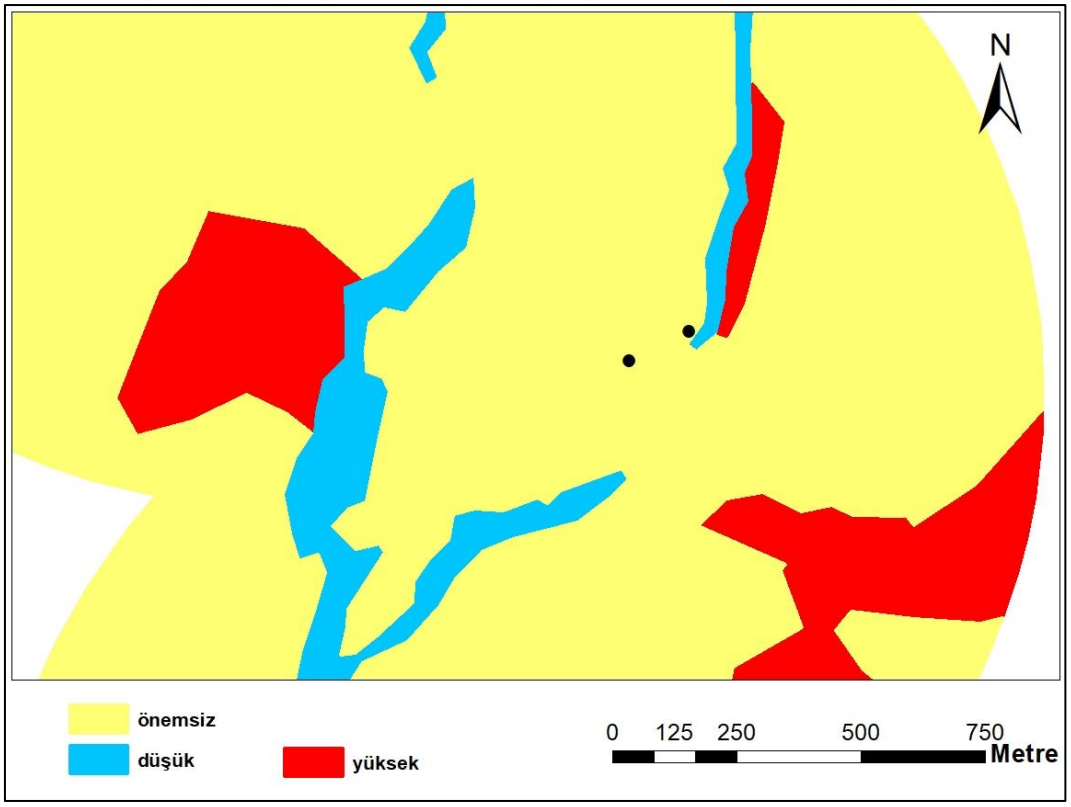
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 38. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.27). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.25). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.26). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta, düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.27).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 34 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.28). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,216 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 263 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 9 türe *(M. schreibersii, M. daubentonii, M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp., *P. pygmaeus, R. euryale, R. ferrumequinum* ve *R. hipposideros*) aittir (Resim 3.29; Resim 3.30). Bu türlerden *M. nattereri* en yüksek aktiviteyi (83 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından bol seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkı gözlenmiştir.

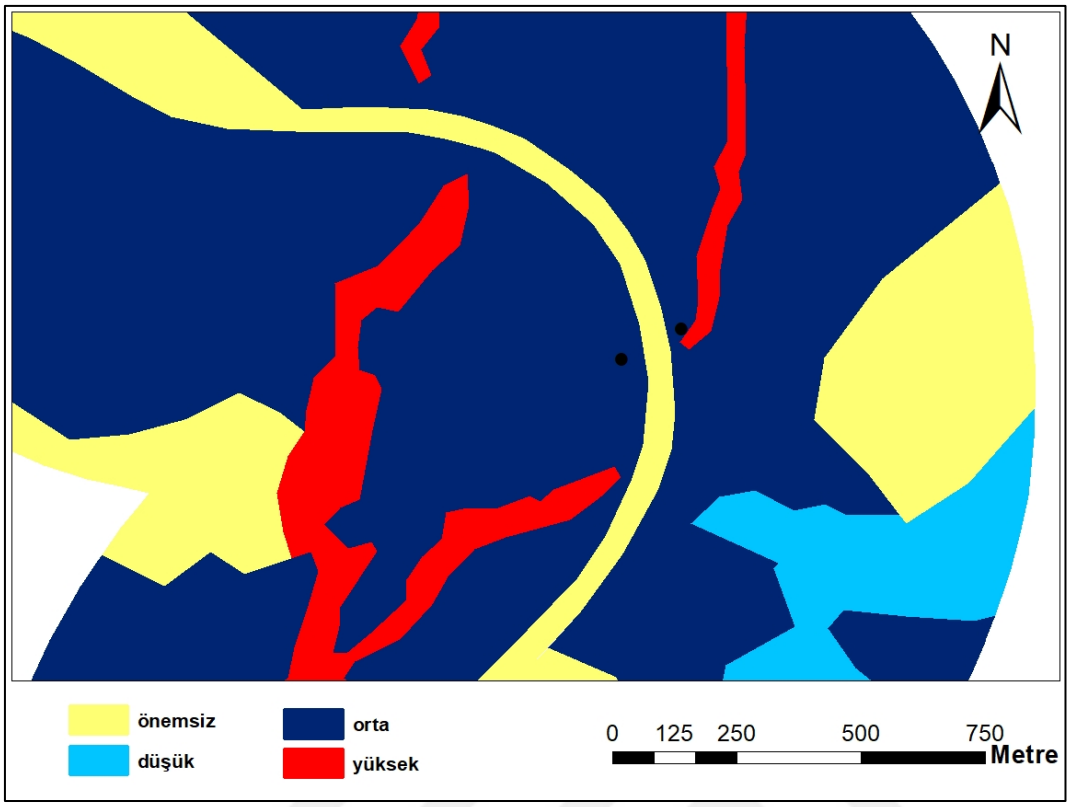
Resim 3.27. Elli beşinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.25. Elli beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri

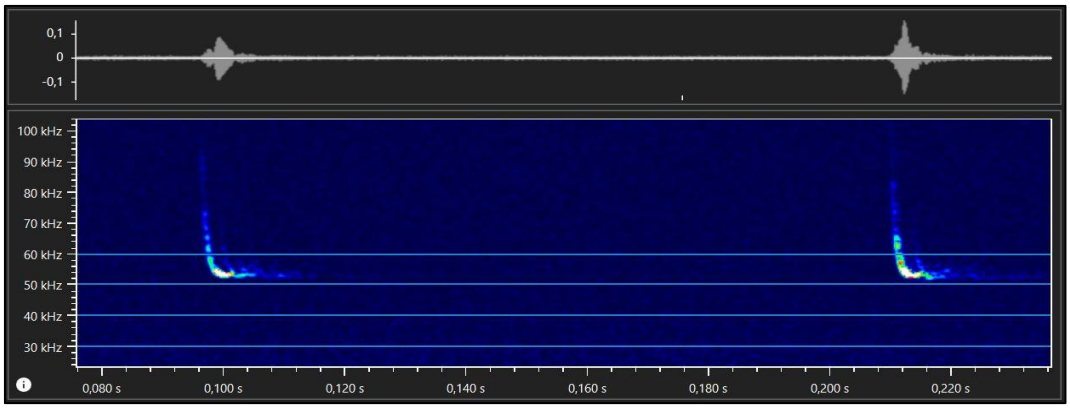


Harita 3.26. Elli beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları

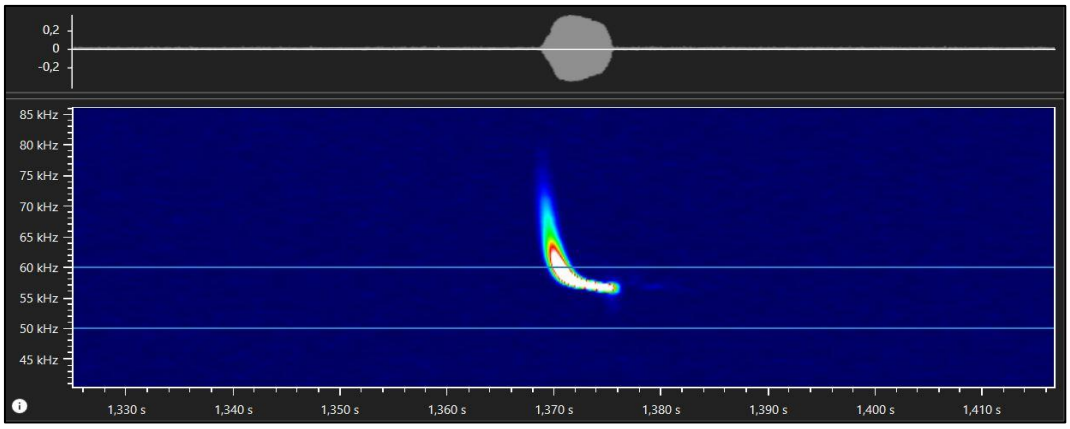


Harita 3.27. Elli beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

Resim 3.28. Elli beşinci menfezdeki yarasa görüntüsü



Resim 3.29. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Miniopterus schreibersii* türünün sonogramı



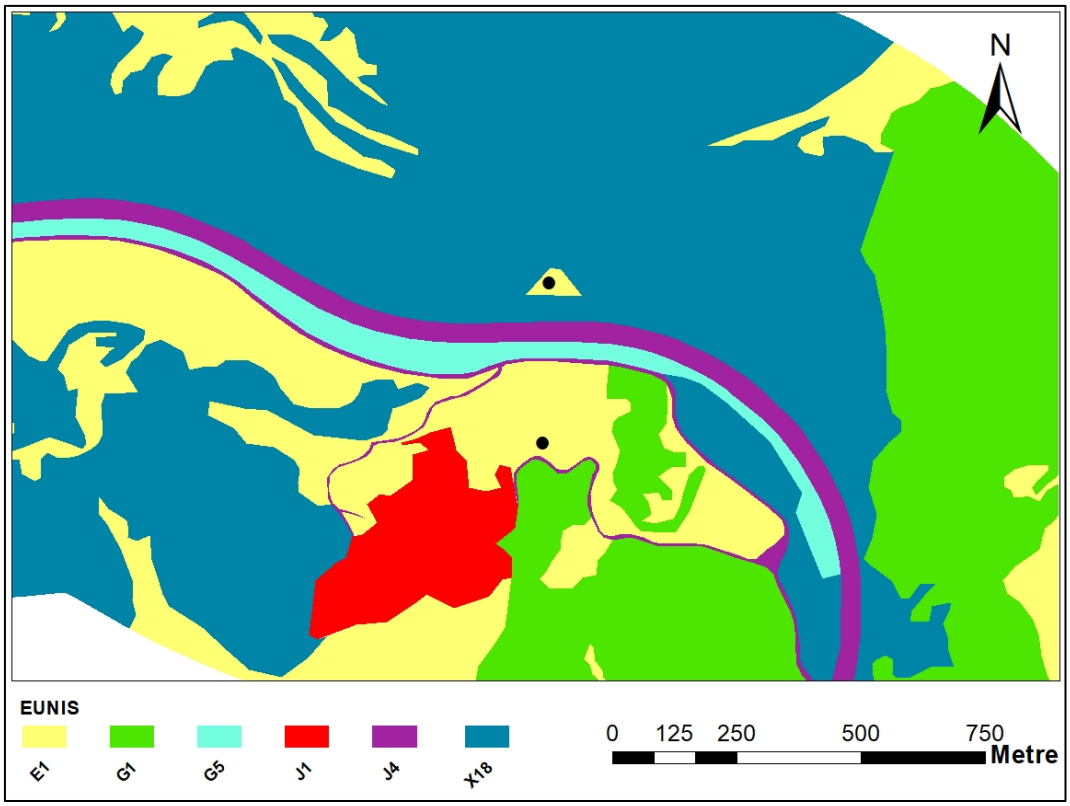
Resim 3.30. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus pygmaeus* türünün sonogramı

3.10. Elli Altıncı Menfez

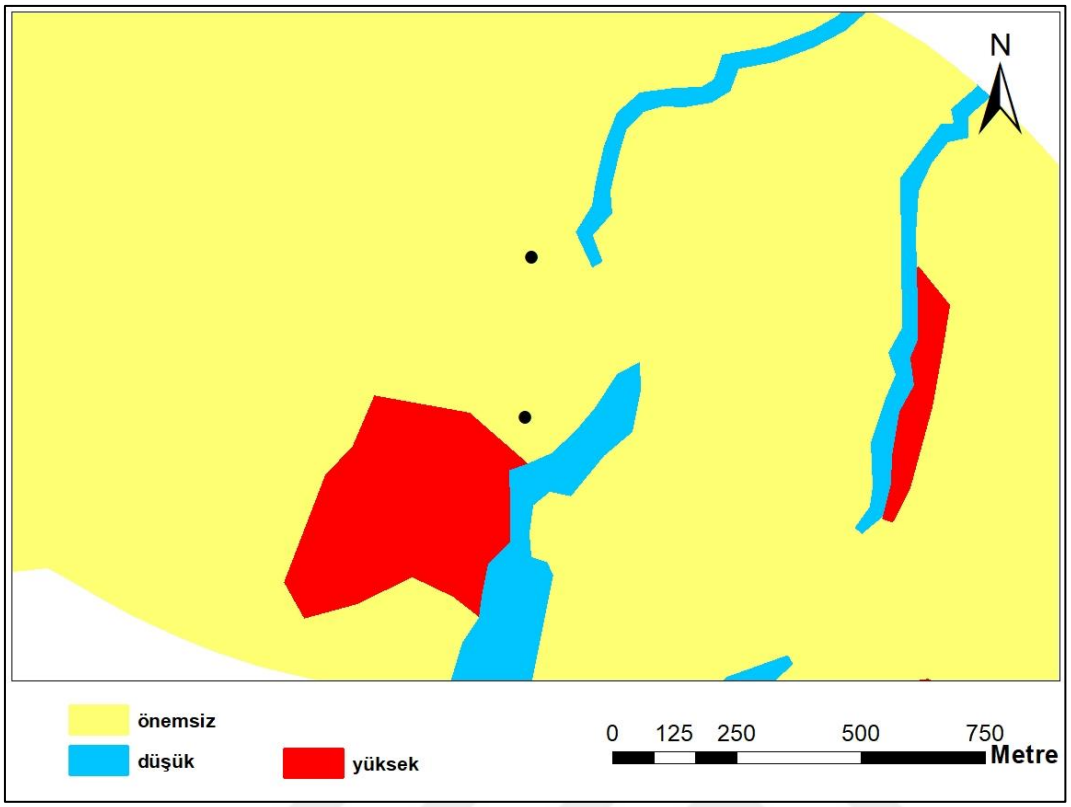
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 39. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.31). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi X18'dir (Harita 3.28). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.29). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise geniş ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.30).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 59 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.32). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,385 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

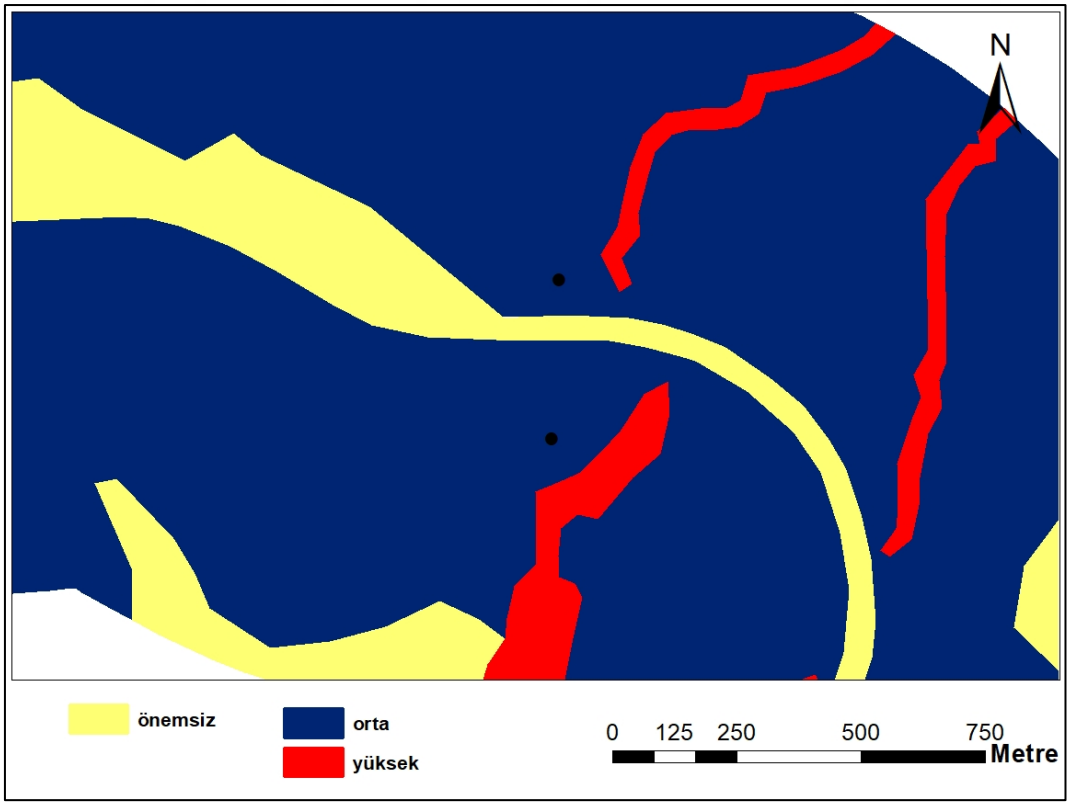
Resim 3.31. Elli altıncı menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.28. Elli altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.29. Elli altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.30. Elli altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

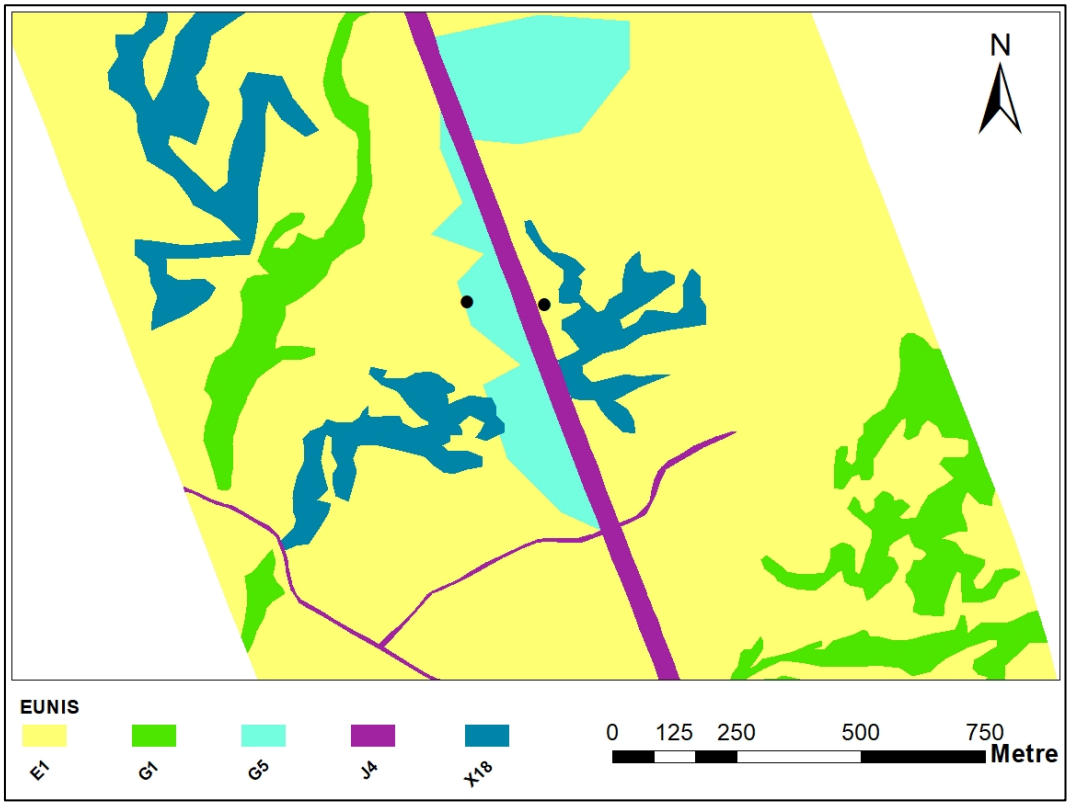
Resim 3.32. Elli altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü

3.11. Altmış Altıncı Menfez

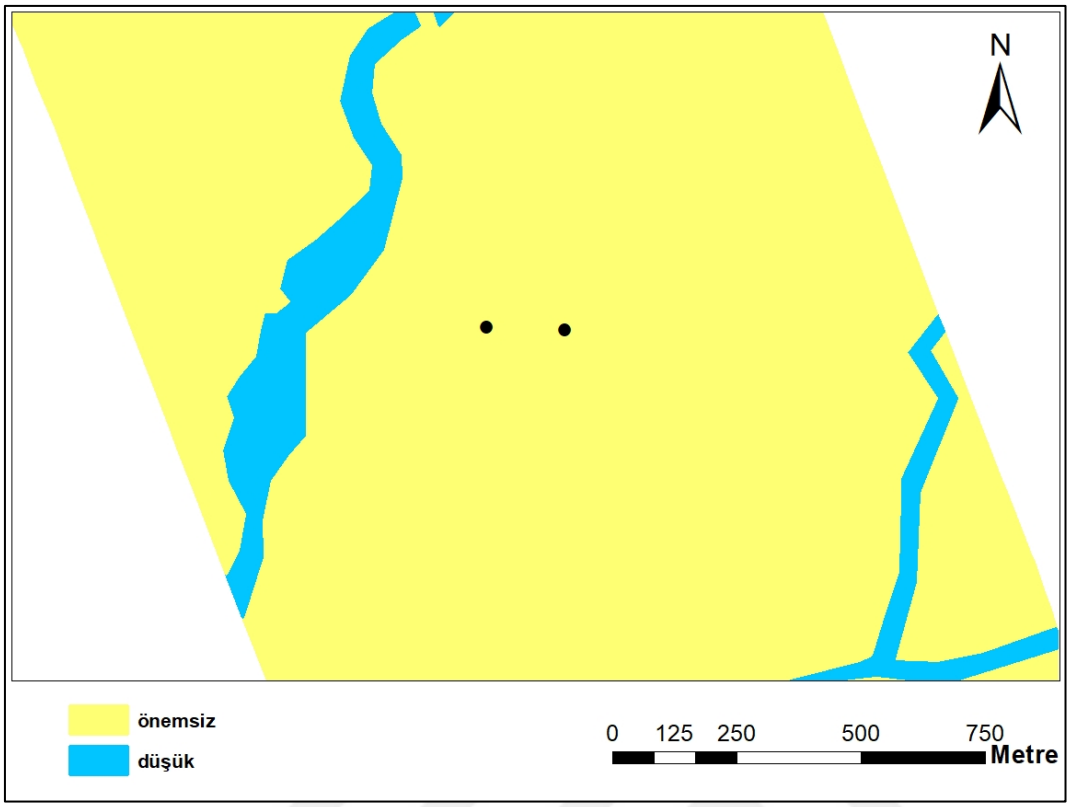
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 45. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.33). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 3.31). Yapı çevresindeki habitatlar potansiyel tünek alanı açısından değerlendirildiğinde 750 m yarıçaplı habitat haritasında görünmese de 800 m mesafede kırsal yerleşim alanı bulunması nedeniyle yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.32). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise dere kenarındaki geniş ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.33).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 223 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.34). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,650 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

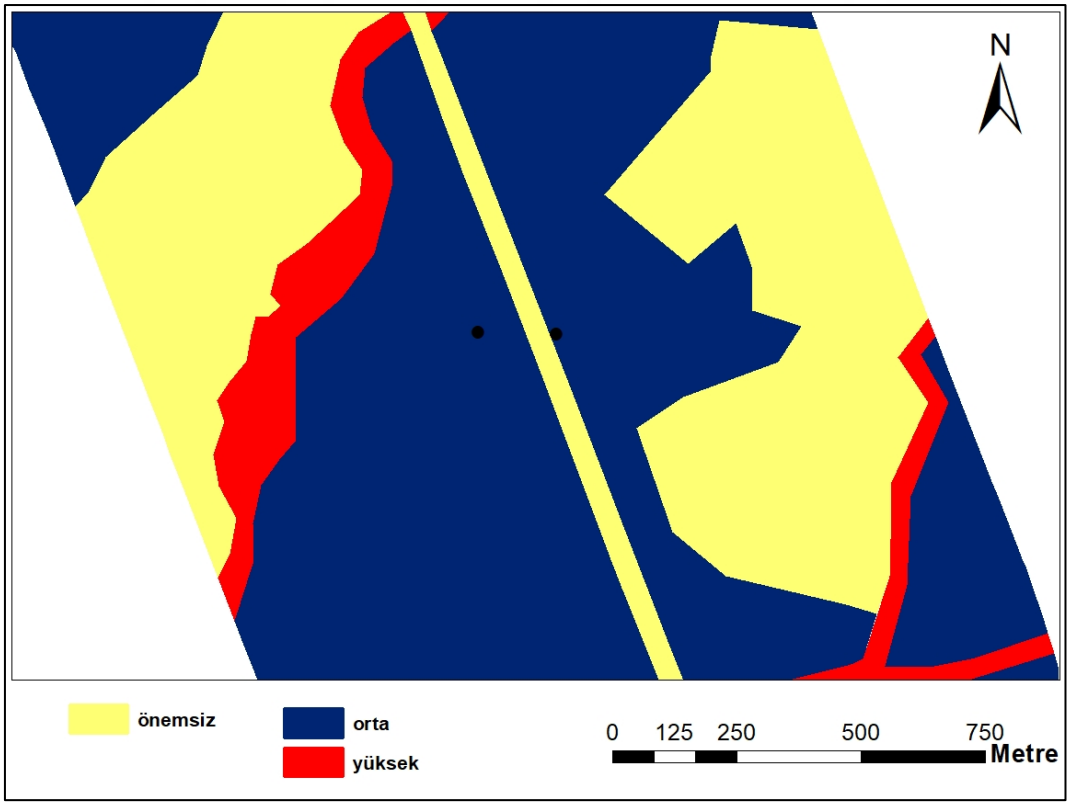
Resim 3.33. Altmış altıncı menfezin girişi ve çıkışı



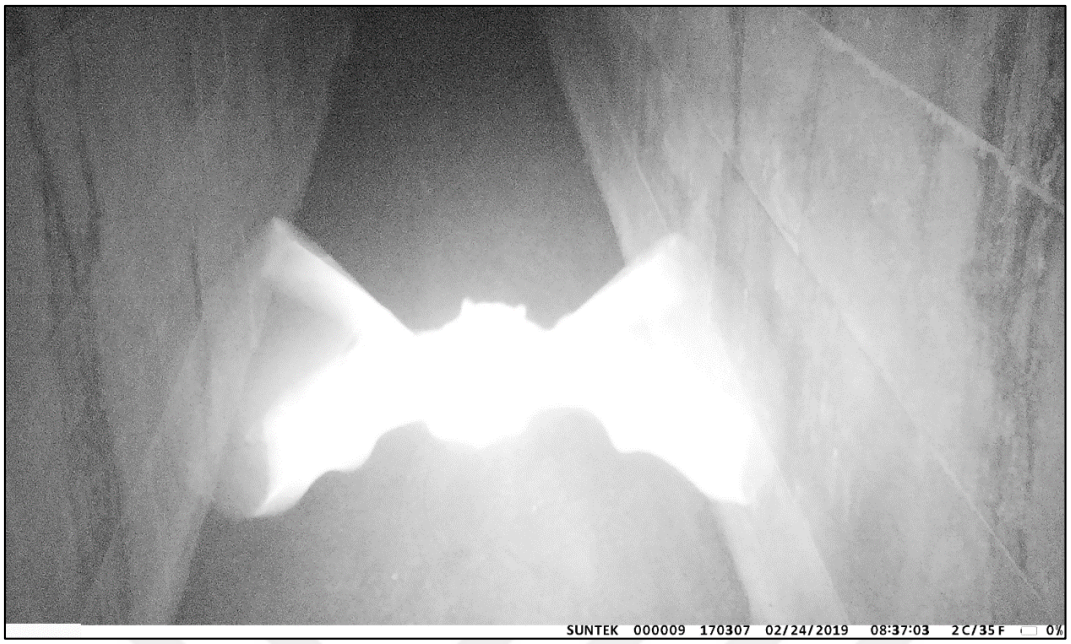
Harita 3.31. Altmış altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.32. Altmış altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.33. Altmış altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları



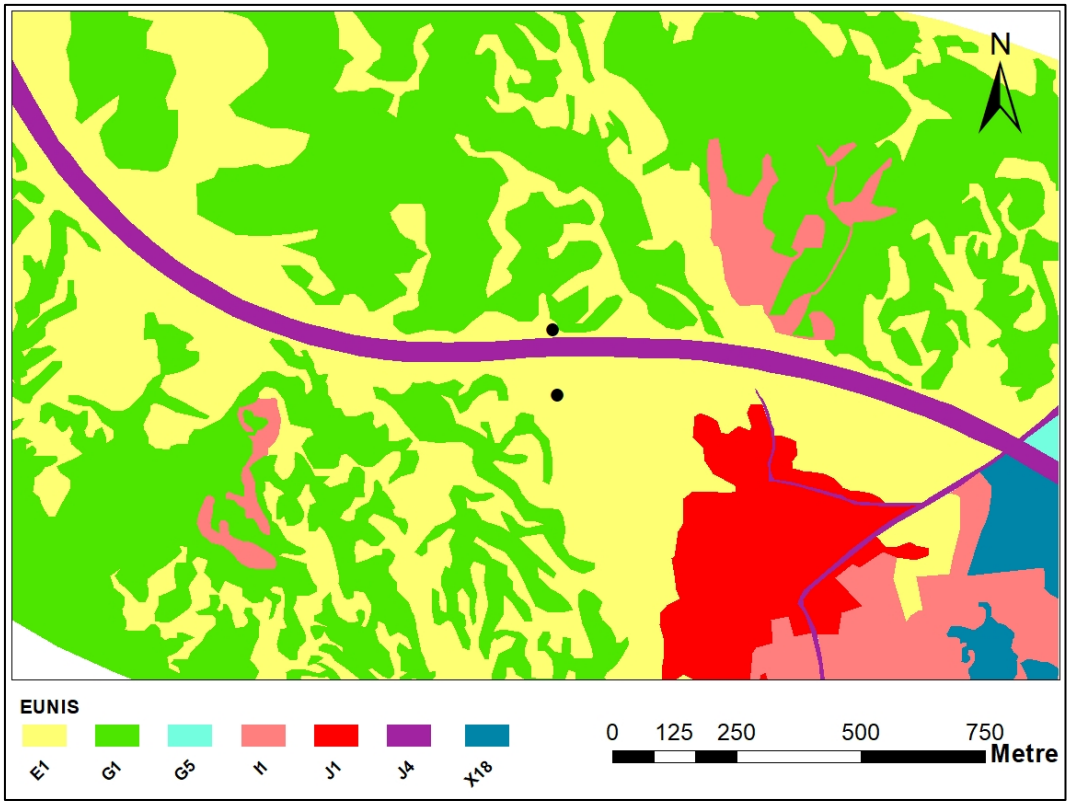
Resim 3.34. Altmış altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü

3.12. Yetmiş Beşinci Menfez

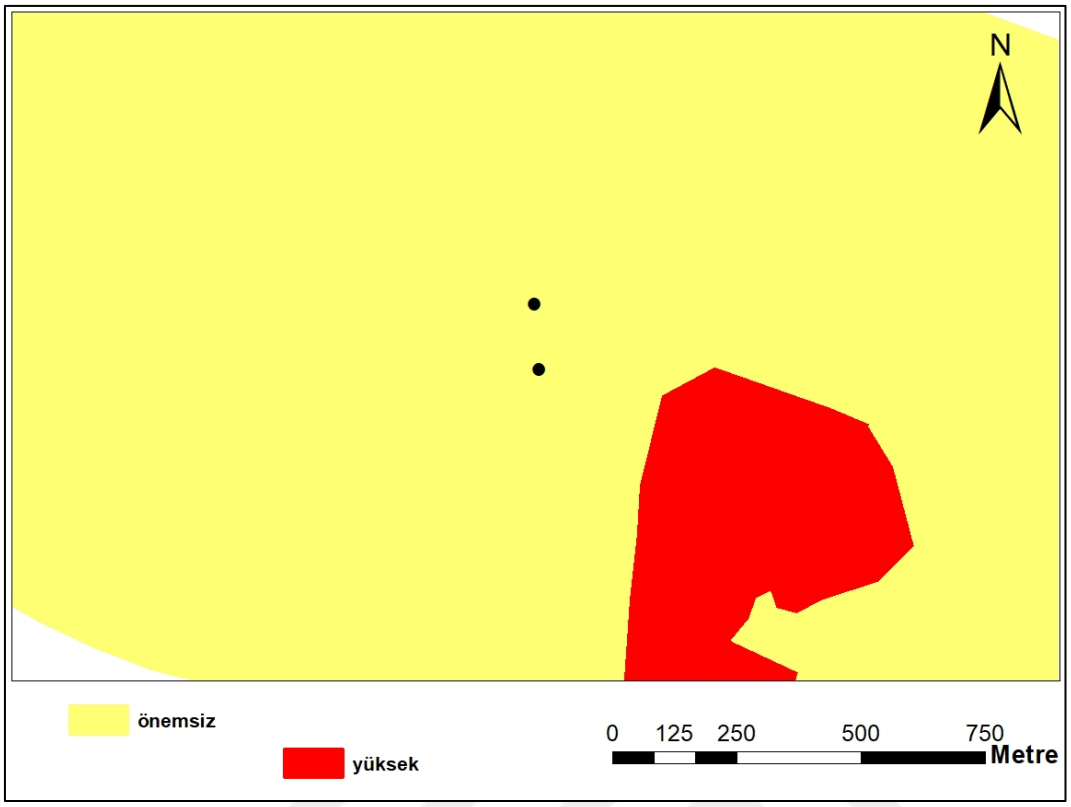
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 49. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.35). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.34). Menfez çevresindeki habitatlarda potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.35). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde orta önemdedir. Ayrıca, yapı çevresinde önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.36).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 40 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.36). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,142 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında sadece 2 yarasa sesi kaydedilmiştir. Bu sesler 2 türe *(M. schreibersii* ve *M. nattereri*) aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından iz ve işaretler orta seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

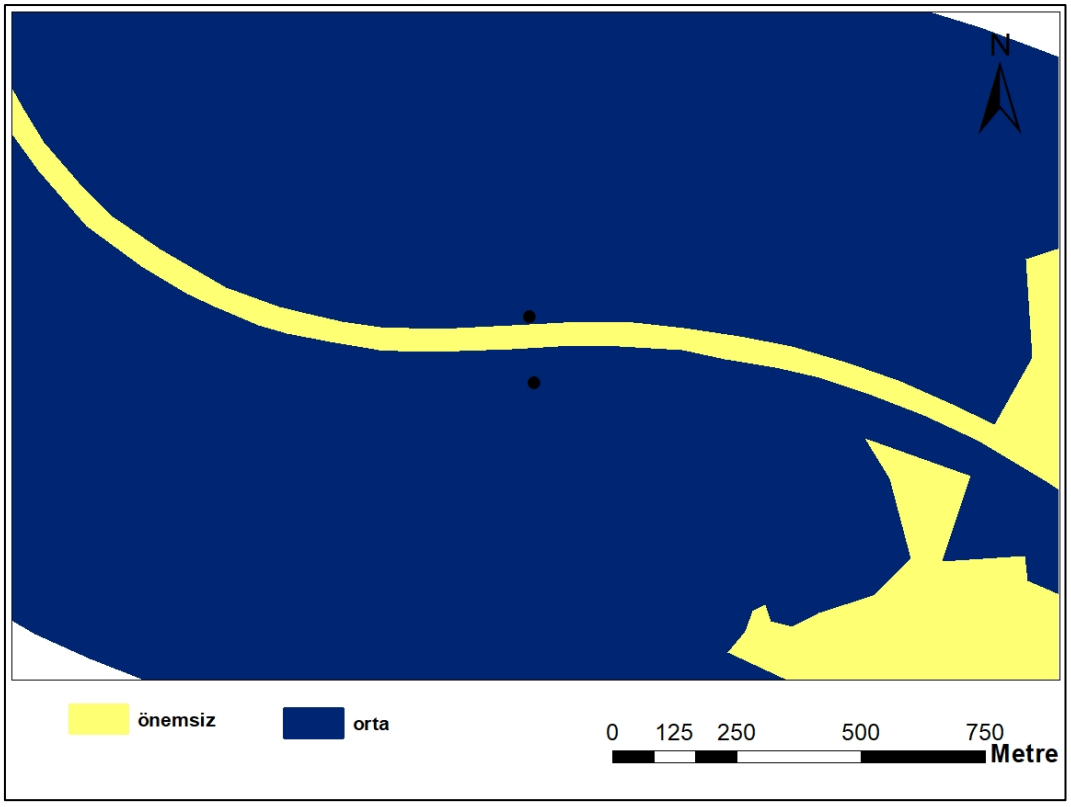
Resim 3.35. Yetmiş beşinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.34. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.35. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.36. Yetmiş beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

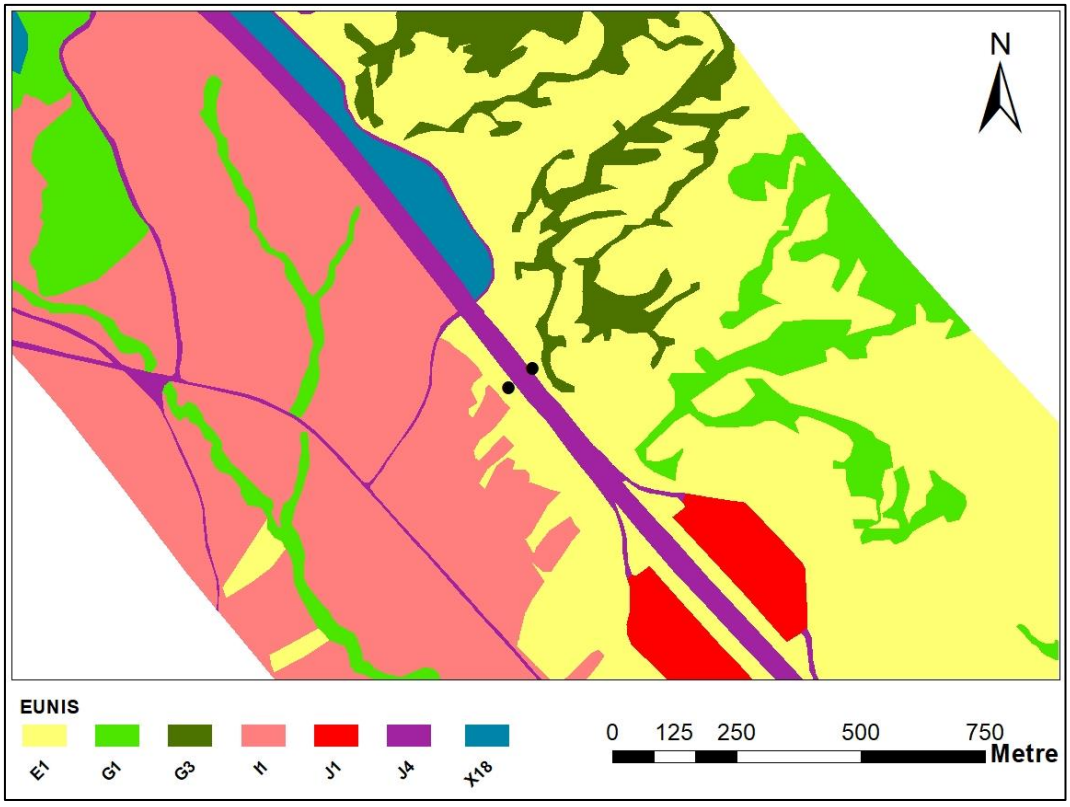
Resim 3.36. Yetmiş beşinci menfezdeki yarasa görüntüsü

3.13. Seksen Beşinci Menfez

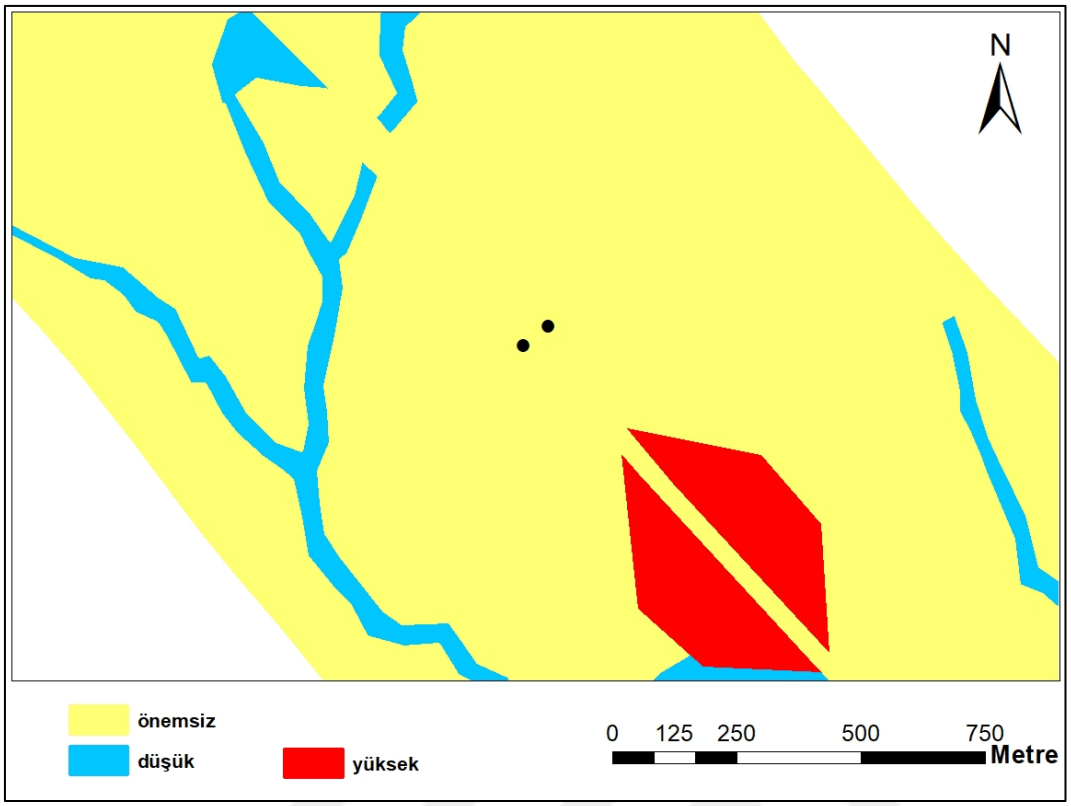
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 54. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.37). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi I1'dir (Harita 3.37). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.38). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarında ağaç sıraları bulunmaktadır, fakat bu ağaç sıraları başka bir drenaj yapısına bağlandığı için önemsiz olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.39).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 3 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.38). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,024 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

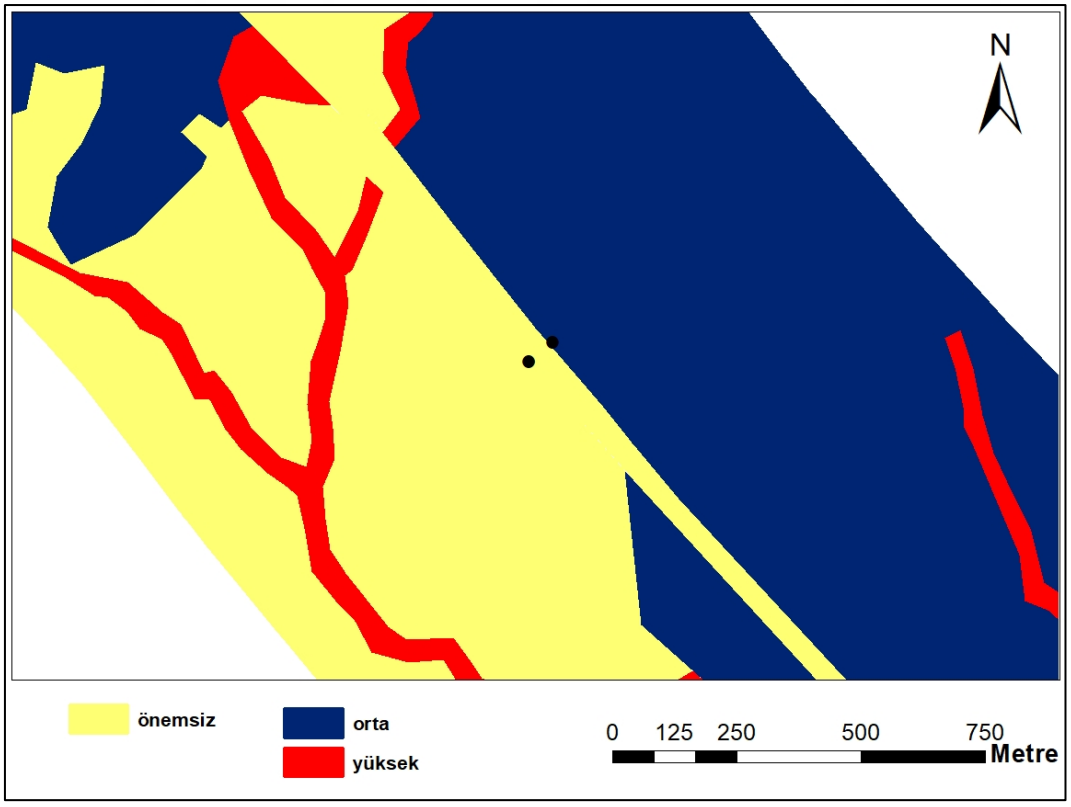
Resim 3.37. Seksen beşinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.37. Seksen beşinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.38. Seksen beşinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.39. Seksen beşinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

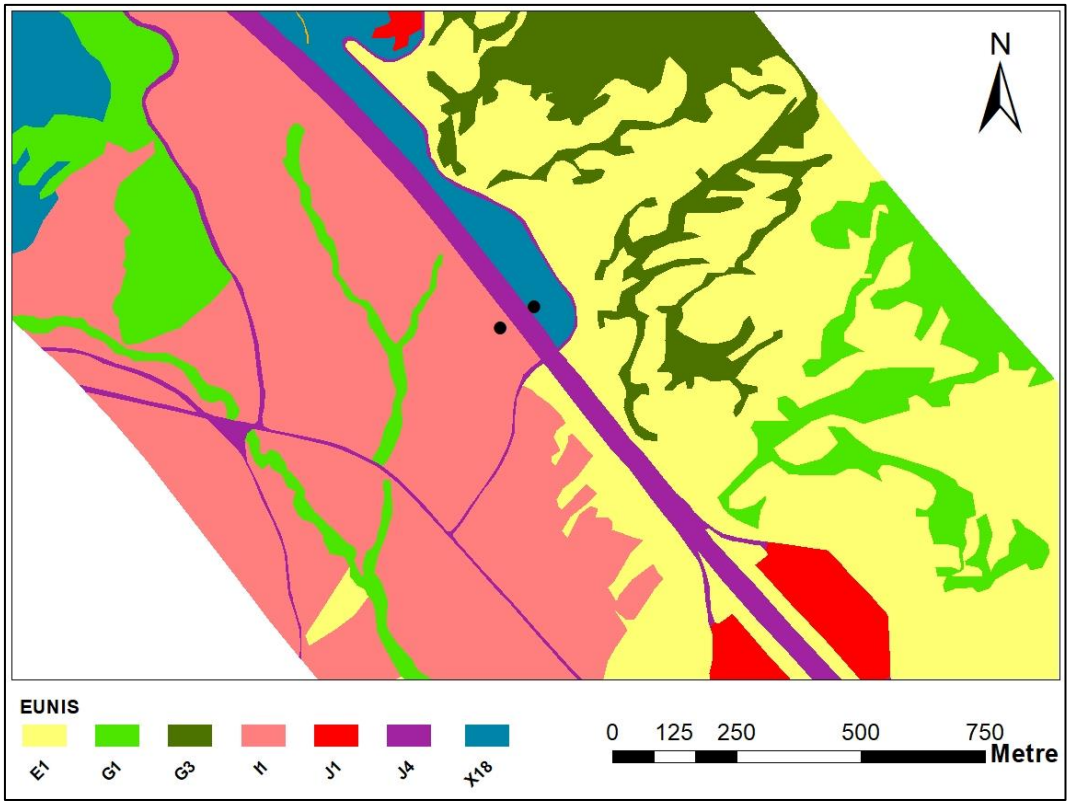
Resim 3.38. Seksen beşinci menfezdeki yarasa görüntüsü

3.14. Seksen Altıncı Menfez

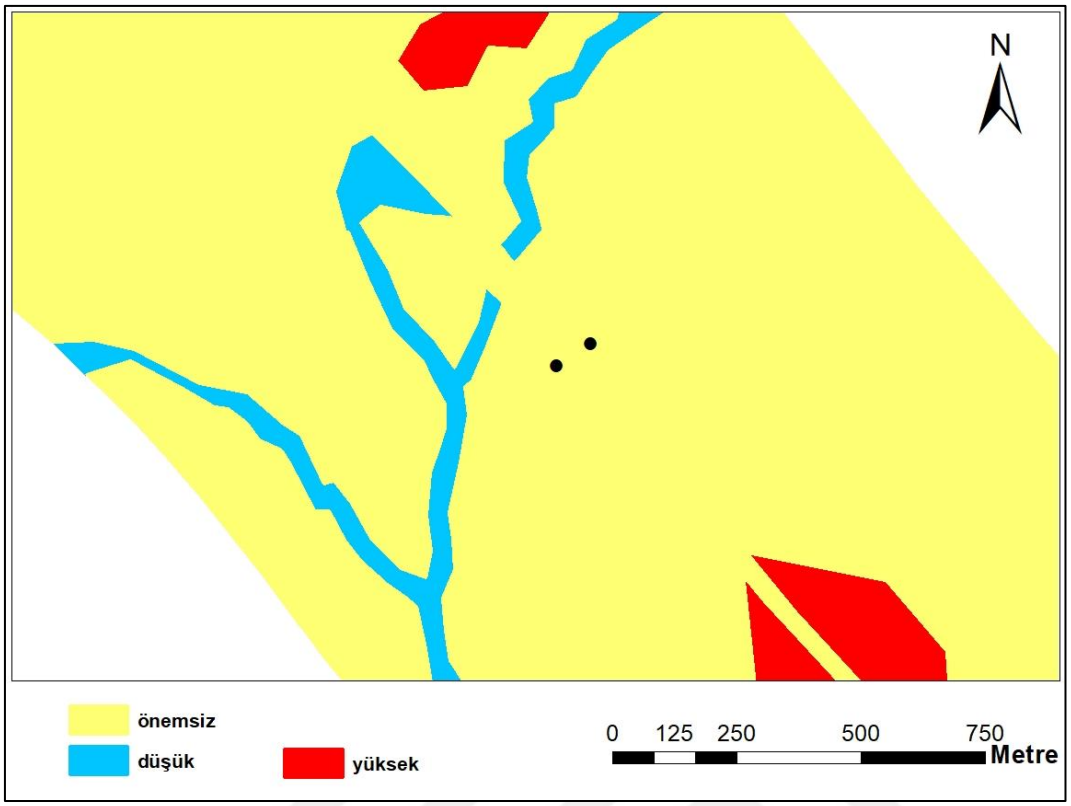
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 54. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.39). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi I1'dir (Harita 3.40). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.41). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarında ağaç sıraları bulunmaktadır, fakat bu ağaç sıraları başka bir drenaj yapısına bağlandığı için önemsiz olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, çevresinde orta önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.42).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 38 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.40). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,248 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

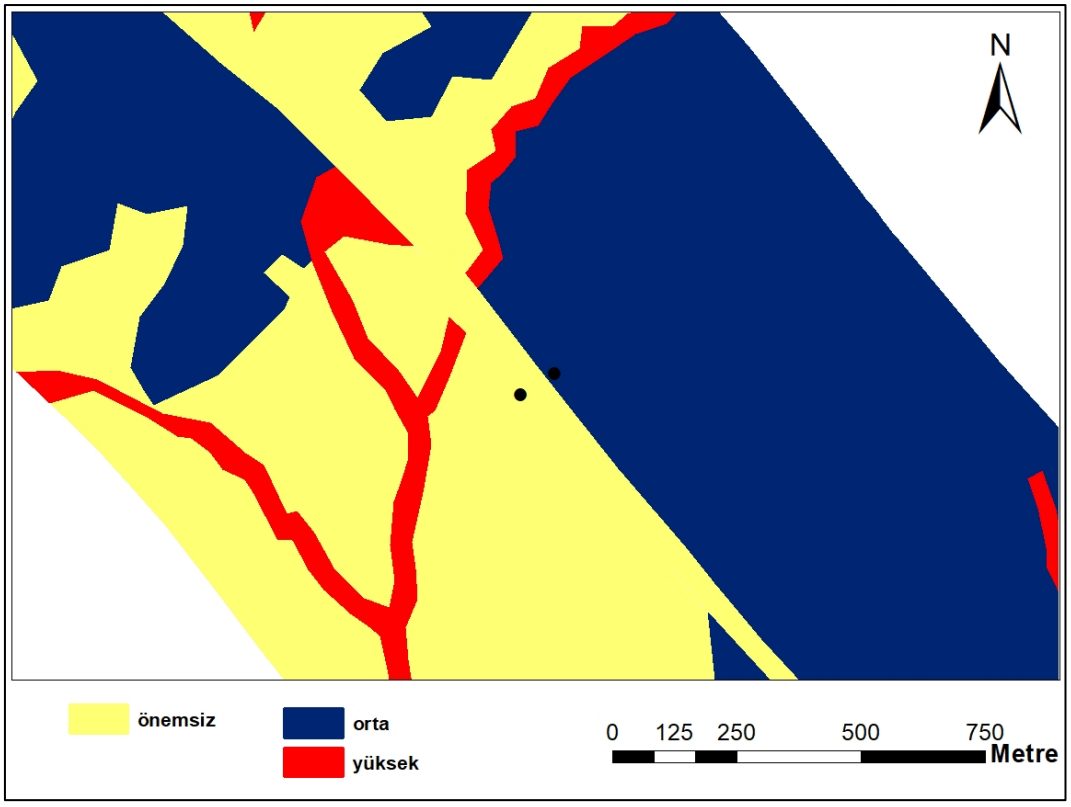
Resim 3.39. Seksen altıncı menfezin girişi ve çıkışı



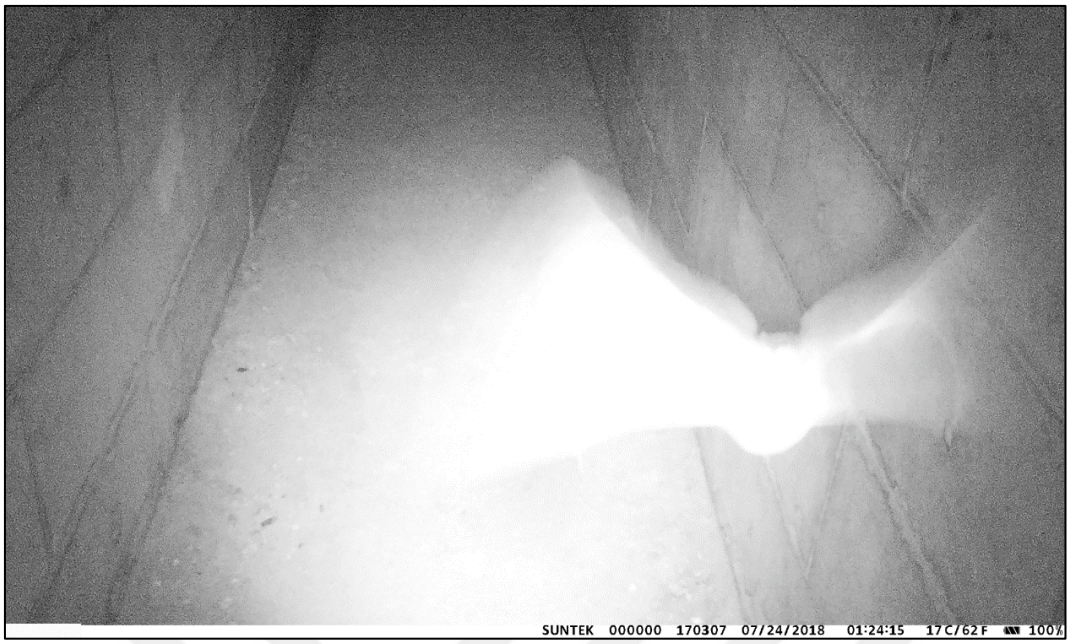
Harita 3.40. Seksen altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.41. Seksen altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.42. Seksen altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları



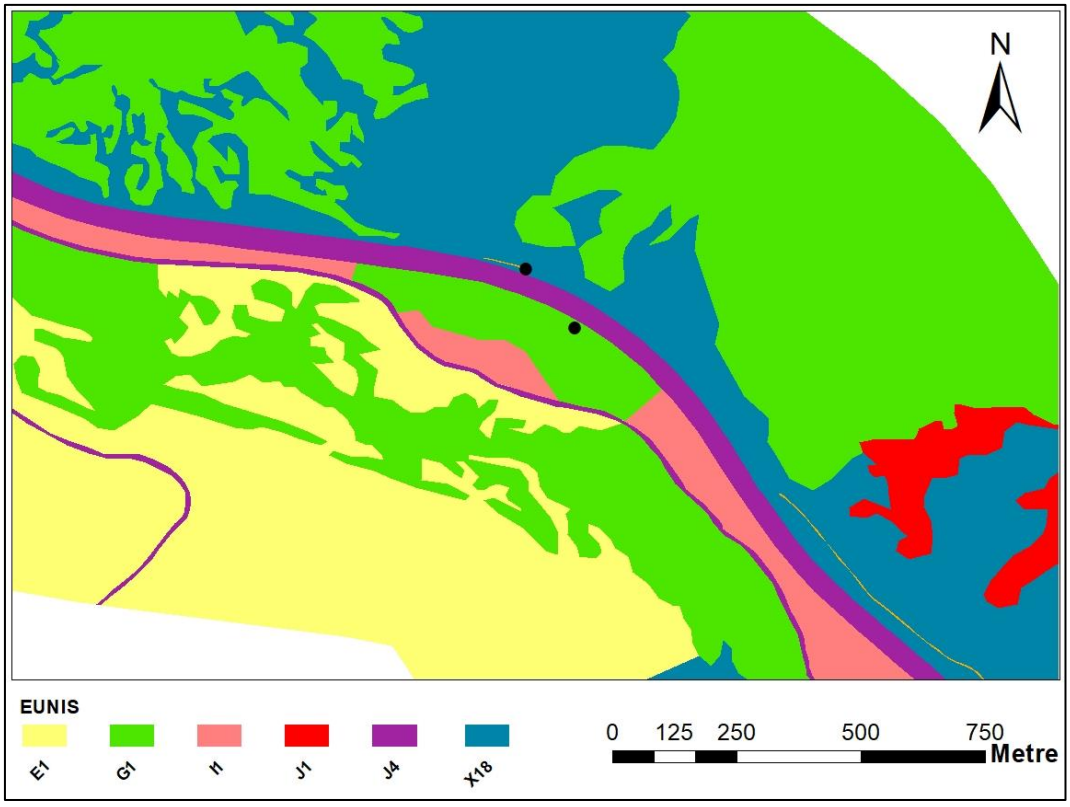
Resim 3.40. Seksen altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü

3.15. Doksanıncı Menfez

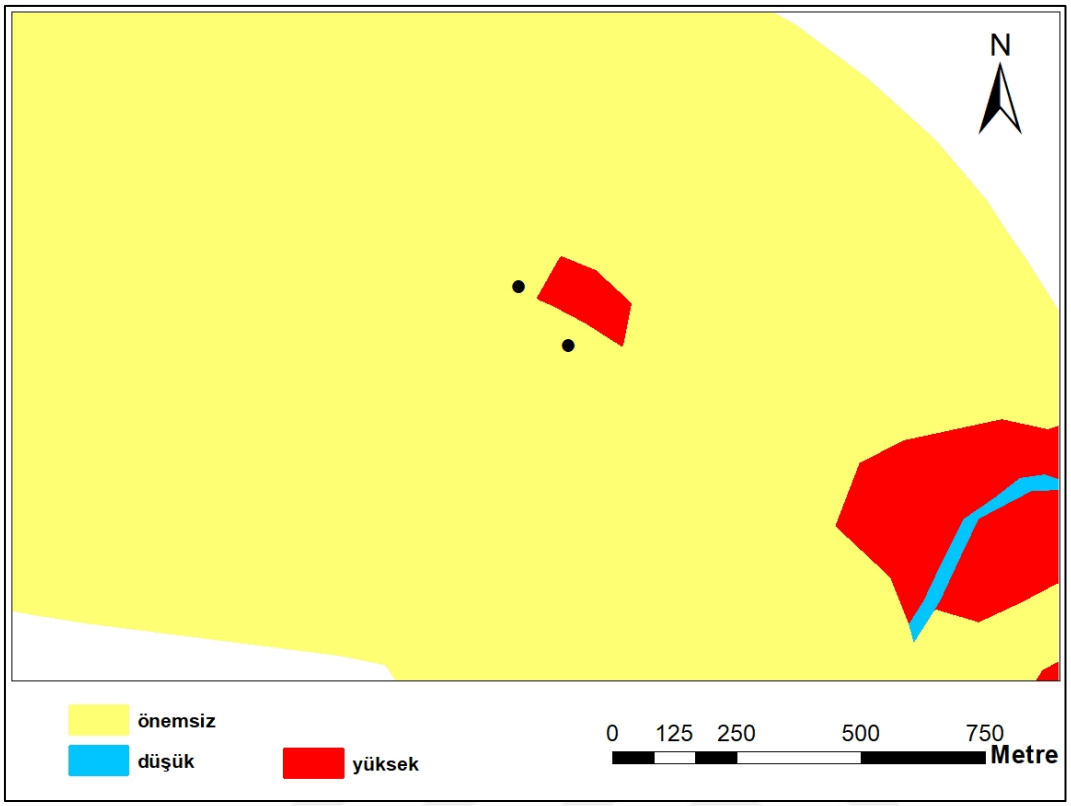
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 56. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.41). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.43). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.44). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde yüksek, orta önemde ve önemsiz habitatlar yer almaktadır (Harita 3.45).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 75 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.42). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,365 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 759 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 6 türe *(M. schreibersii, M. daubentonii, M. emarginatus, Myotis* sp.*, P. pipistrellus* ve *P. pygmaeus*) aittir (Resim 3.43). Bu türlerden *P. pipistrellus* en yüksek aktiviteyi (470 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından bol seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

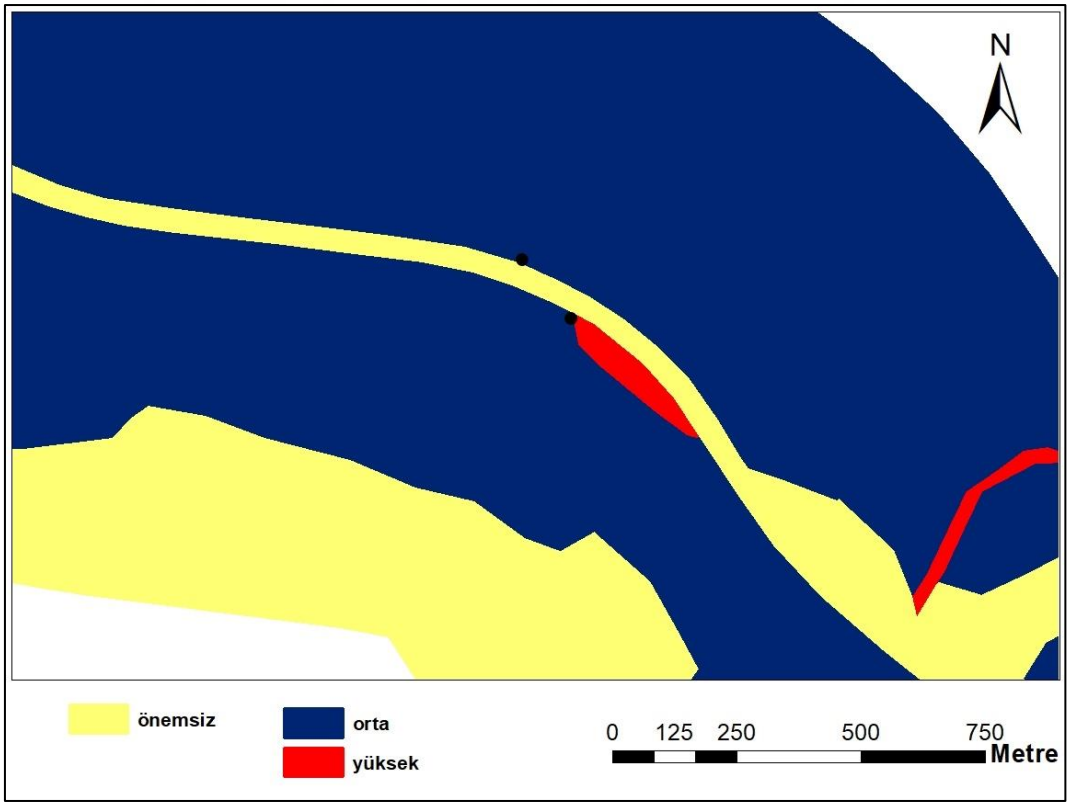
Resim 3.41. Doksanıncı menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.43. Doksanıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri

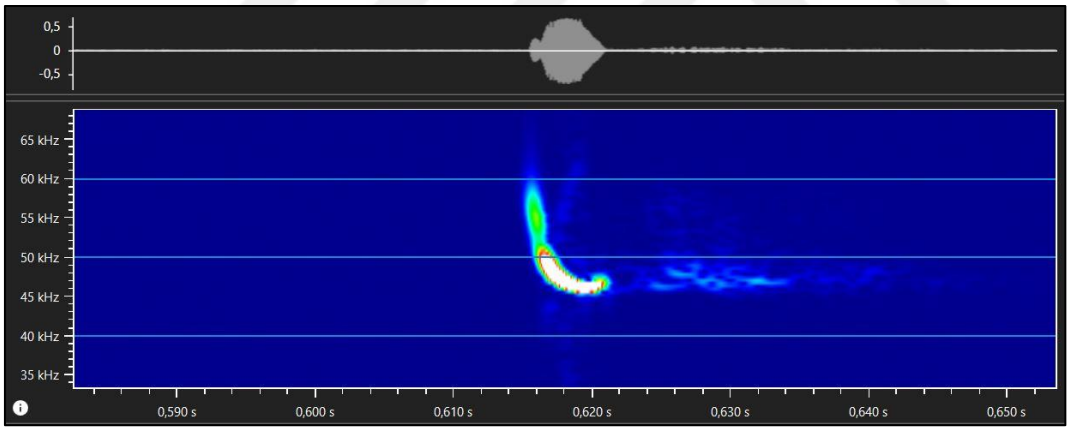


Harita 3.44. Doksanıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.45. Doksanıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

Resim 3.42. Doksanıncı menfezdeki yarasa görüntüsü



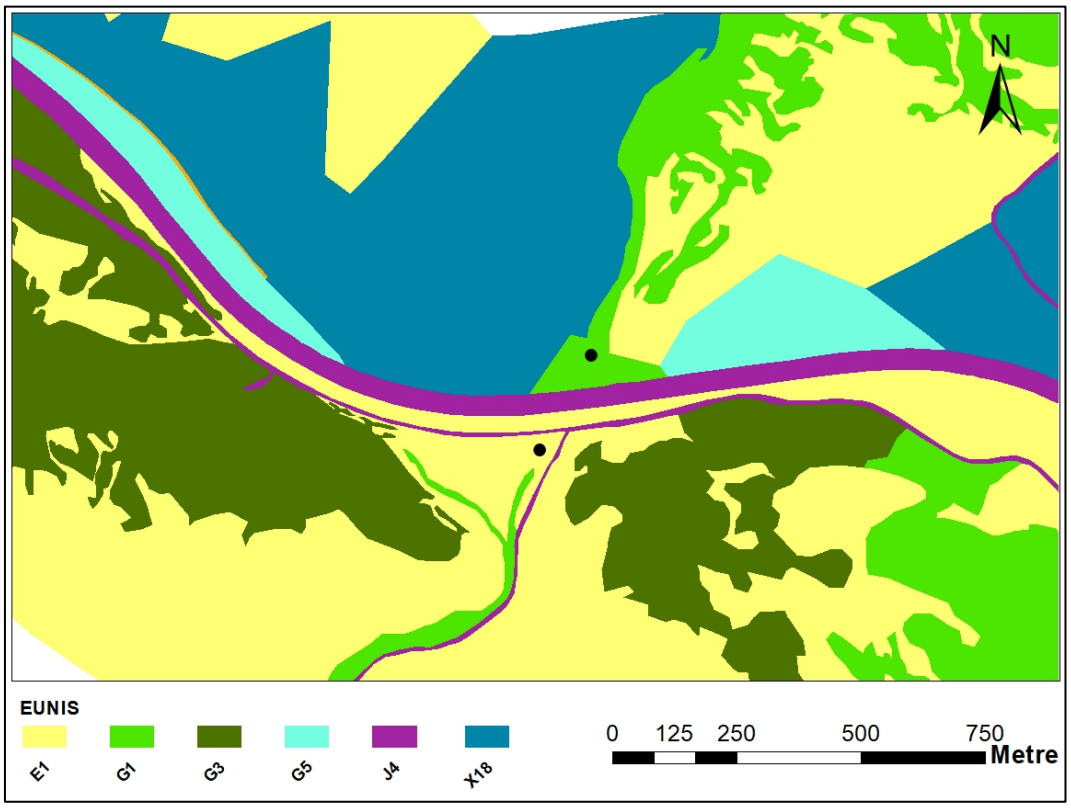
Resim 3.43. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus pipistrellus*'un sonogramı

3.16. İkinci Dere Geçişi

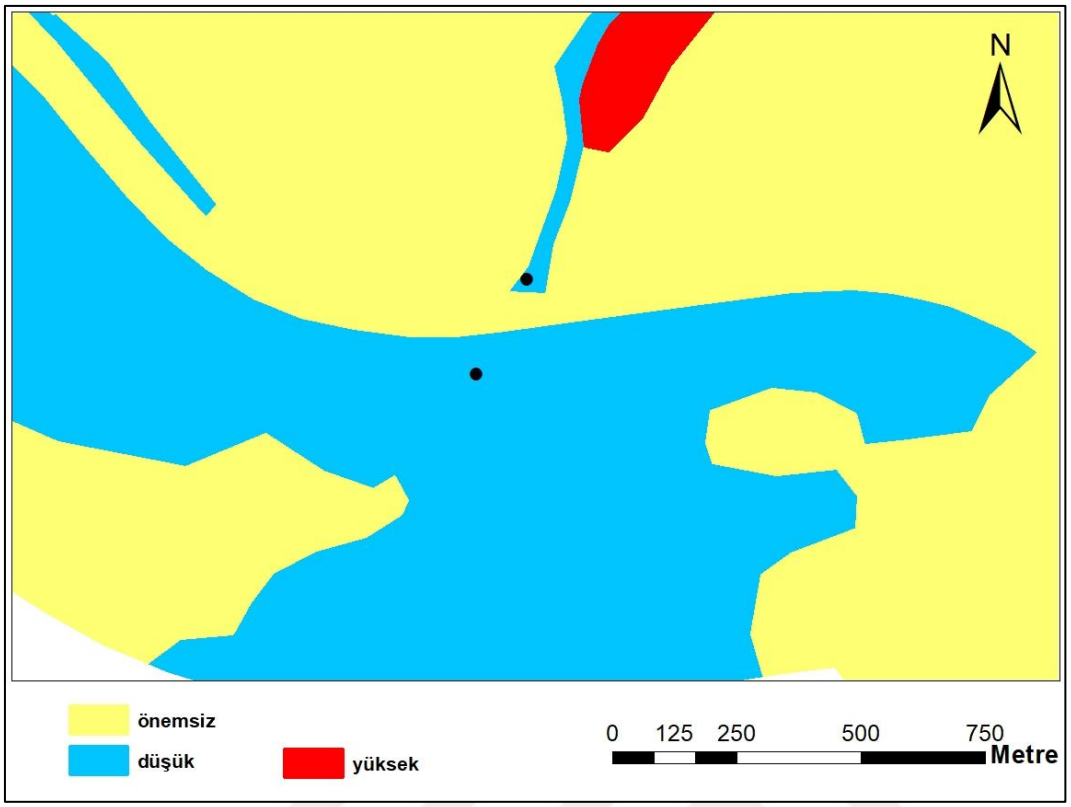
Drenaj yapısı kutu menfez tipinde ve 3 kanallıdır. Bu dere geçişi otoyolun 59. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.44). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G1'dir (Harita 3.46). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.47). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise dere hattı boyunca riperyan sıralar yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta ve düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.48).

Bu dere geçişinin bir kanalında yapılan fotokapan çalışmalarında sadece 1 geçiş video görüntüsü olarak kaydedilmiştir. Yapı için ortalama günlük geçiş 0,008 olarak hesaplanmıştır. Bu dere geçişinin aynı kanalında yapılan ses çalışmalarında toplam 48 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 7 türe *(M. schreibersii, M. daubentonii, M. emarginatus, M. nattereri, Myotis* sp., *P. pipistrellus ve P. macrobullaris*) aittir. Bu türlerden *M. emarginatus* en yüksek aktiviteyi (17 geçiş) göstermektedir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından orta seviyededir. Yapı içerisinde suyun azaldığı dönemlerde kuru zeminde dışkılar gözlenmiştir.

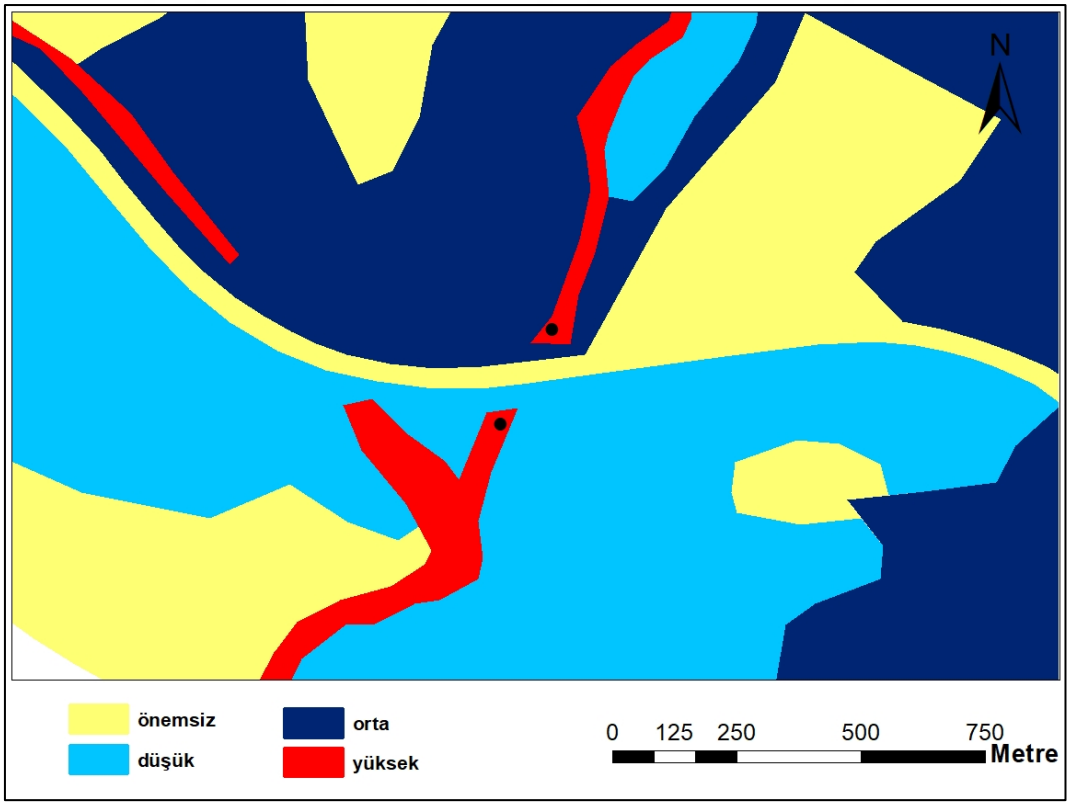
Resim 3.44. İkinci dere geçişinin girişi ve çıkışı



Harita 3.46. İkinci dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.47. İkinci dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları



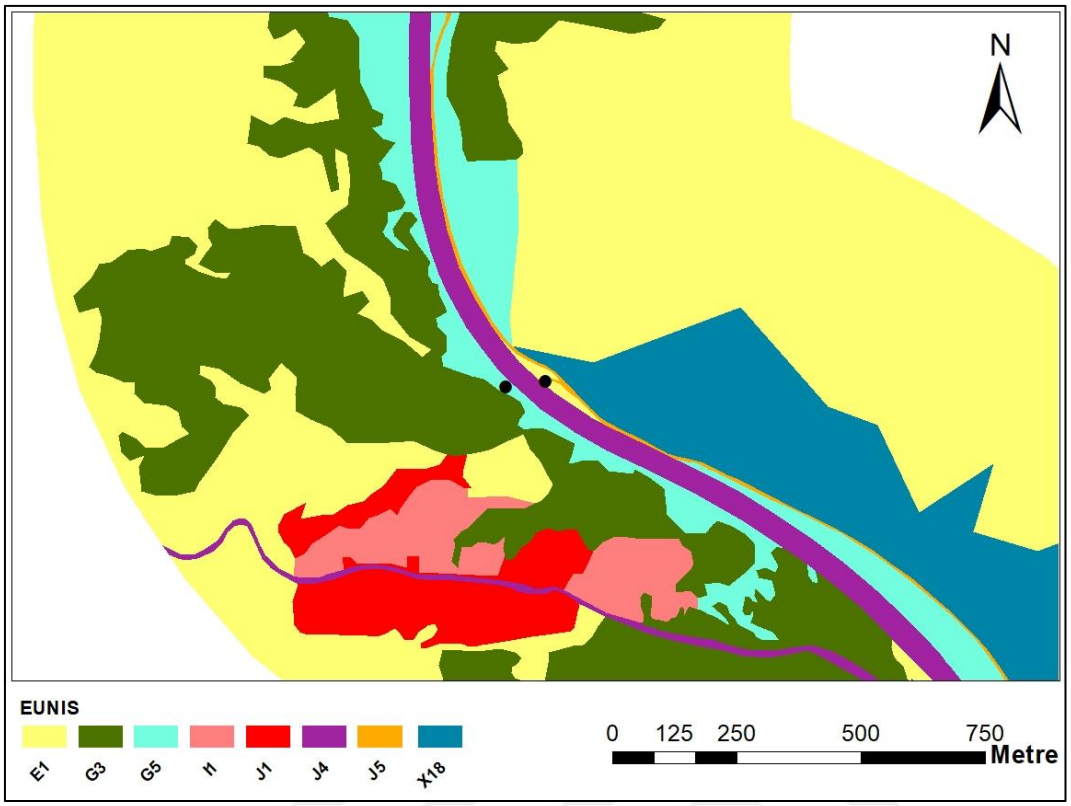
Harita 3.48. İkinci dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

3.17. Beşinci Su Kanalı

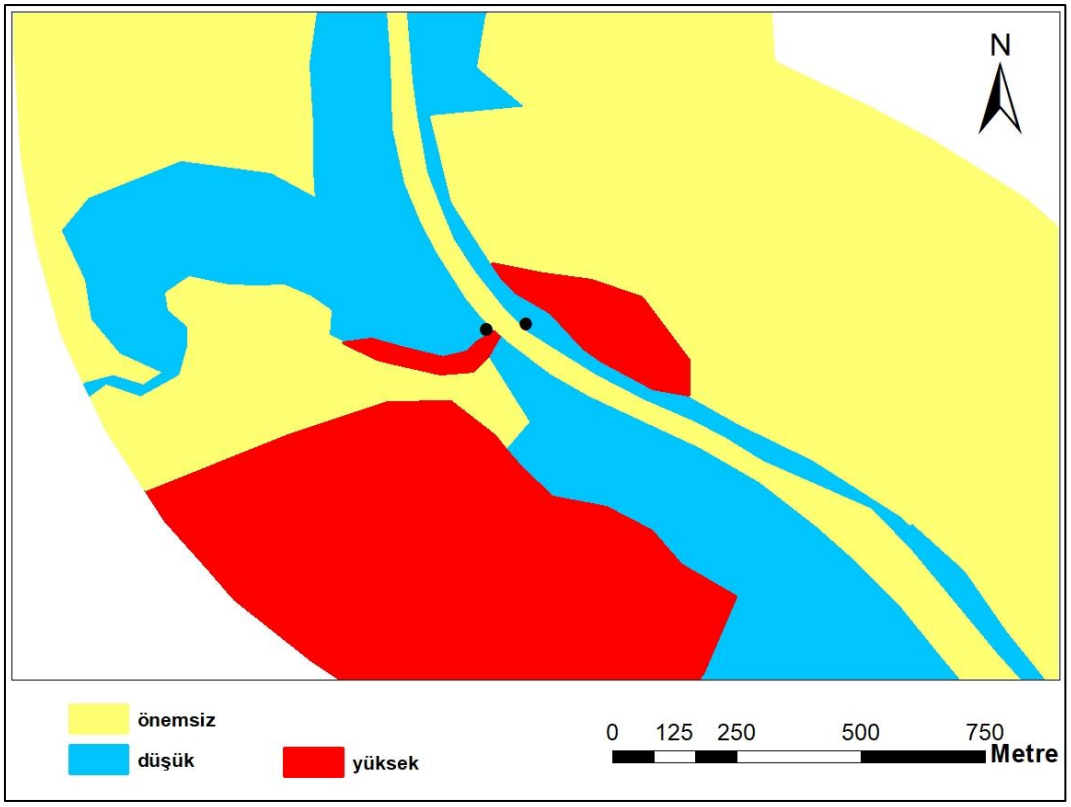
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve iki gözlüdür. Bu su kanalı otoyolun 61. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.45). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 4.49). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.50). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere hattı boyunca bulunan ağaç sıraları ve su kanalı yüksek önemdedir. Drenaj yapısının her iki girişinin önünde dik yamaçların bulunması yarasaların drenaj yapısına erişimini sınırlandırmaktadır. Bundan dolayı beslenme ve gidiş-dönüş habitatı olarak önemsiz kabul edilmiştir (Harita 3.51).

Bu su kanalında yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 23 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.46). Yapı için ortalama günlük geçiş 0,067 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 4 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler *R. euryale* türüne aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından iz ve işaretler çok bol seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

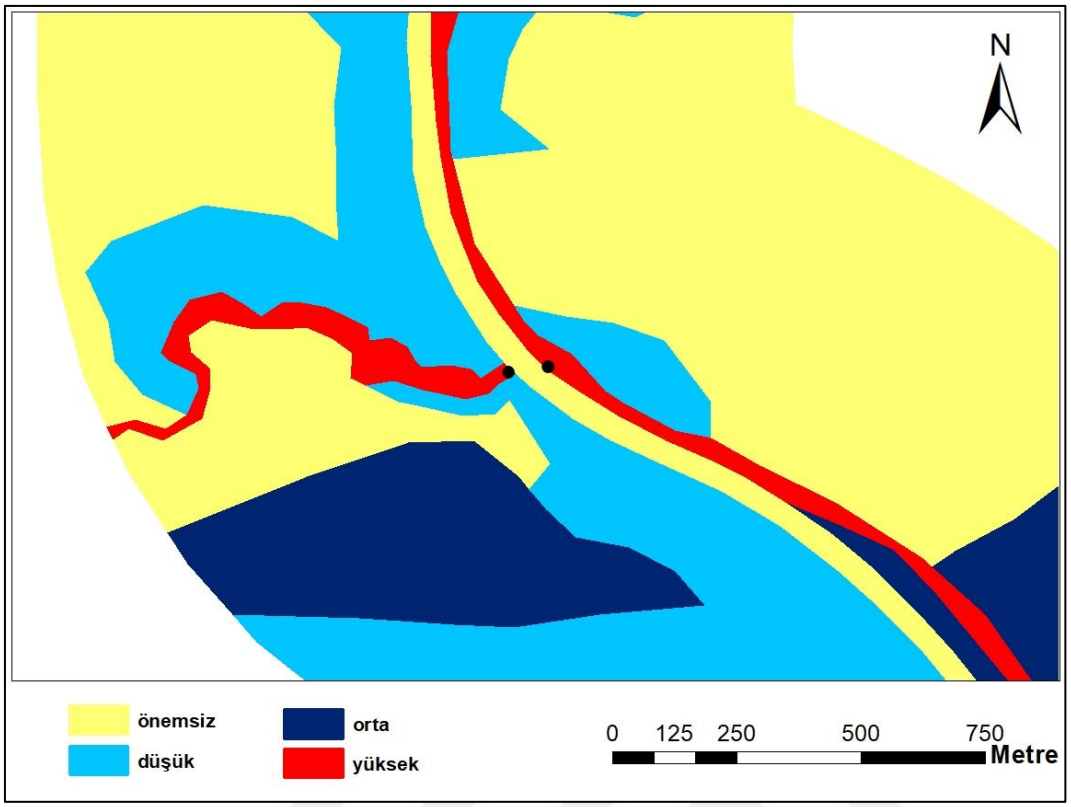
Resim 3.45. Beşinci su kanalının girişi ve çıkışı



Harita 3.49. Beşinci su kanalı çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.50. Beşinci su kanalı çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.51. Beşinci su kanalı çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

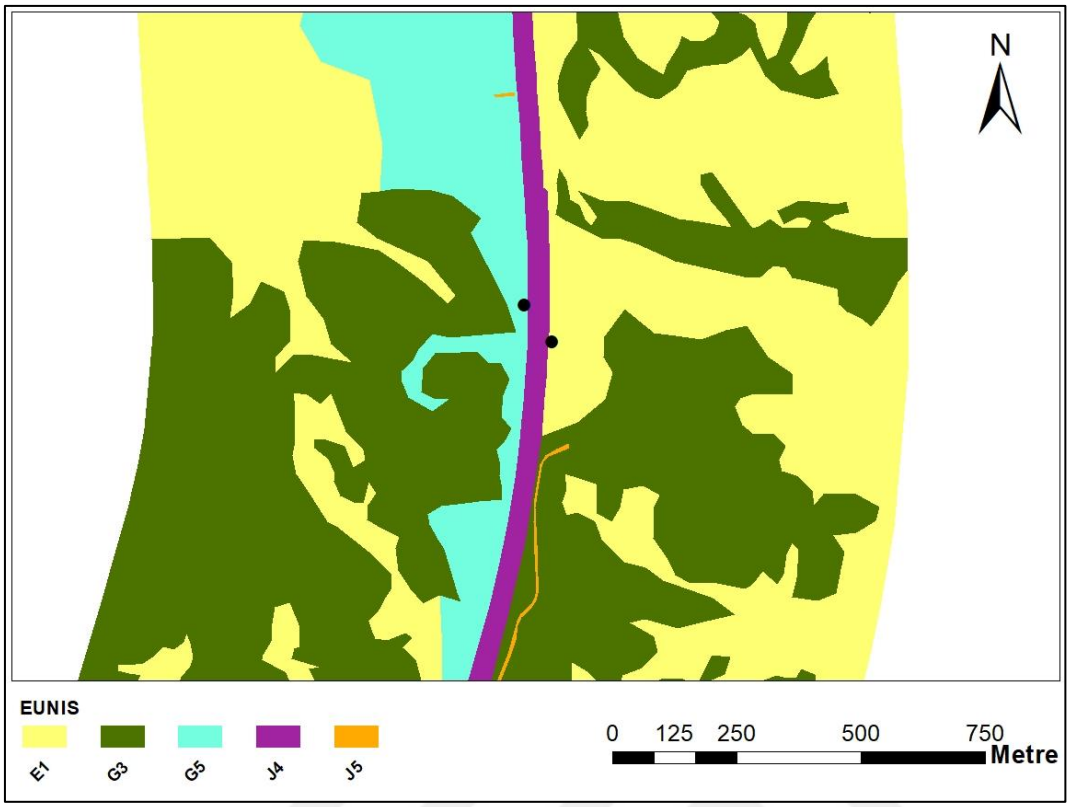
Resim 3.46. Beşinci su kanalındaki yarasa görüntüsü

3.18. Üçüncü Dere Geçişi

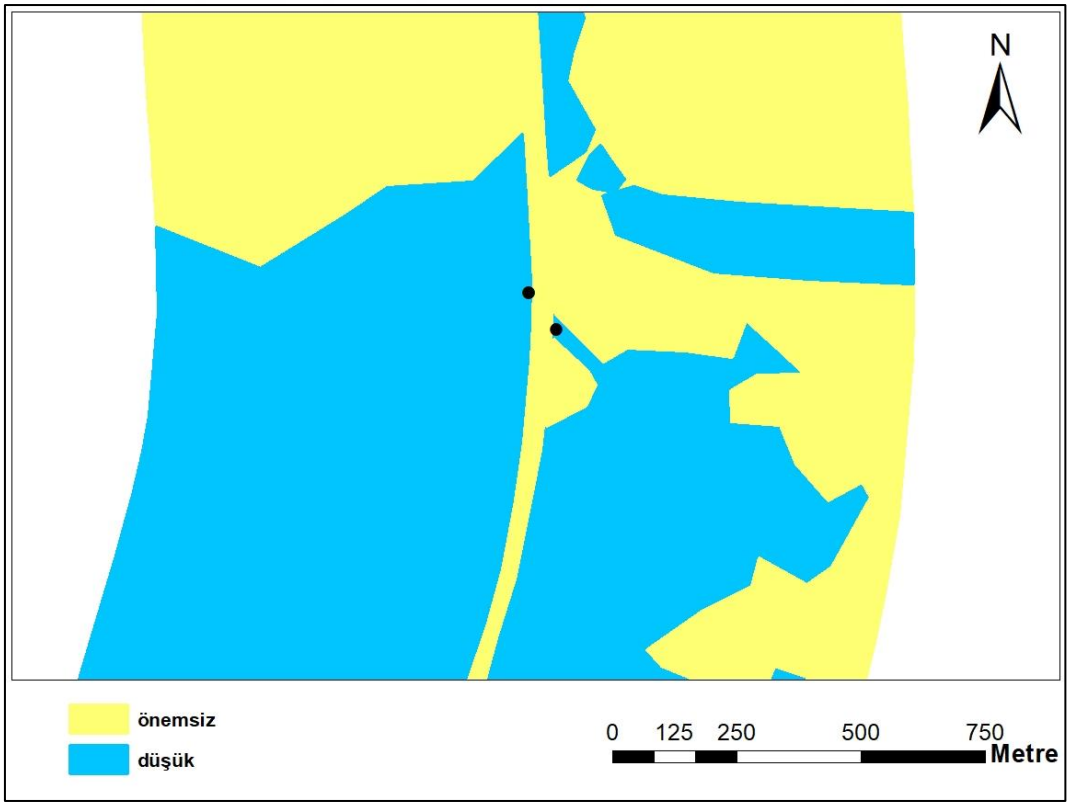
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve iki kanallıdır. Bu dere geçişi otoyolun 63. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.47). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.52). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.53). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta ve düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.54).

Bu dere geçişinde yapılan fotokapan çalışmalarında yarasa geçişi görüntülenmemiştir. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

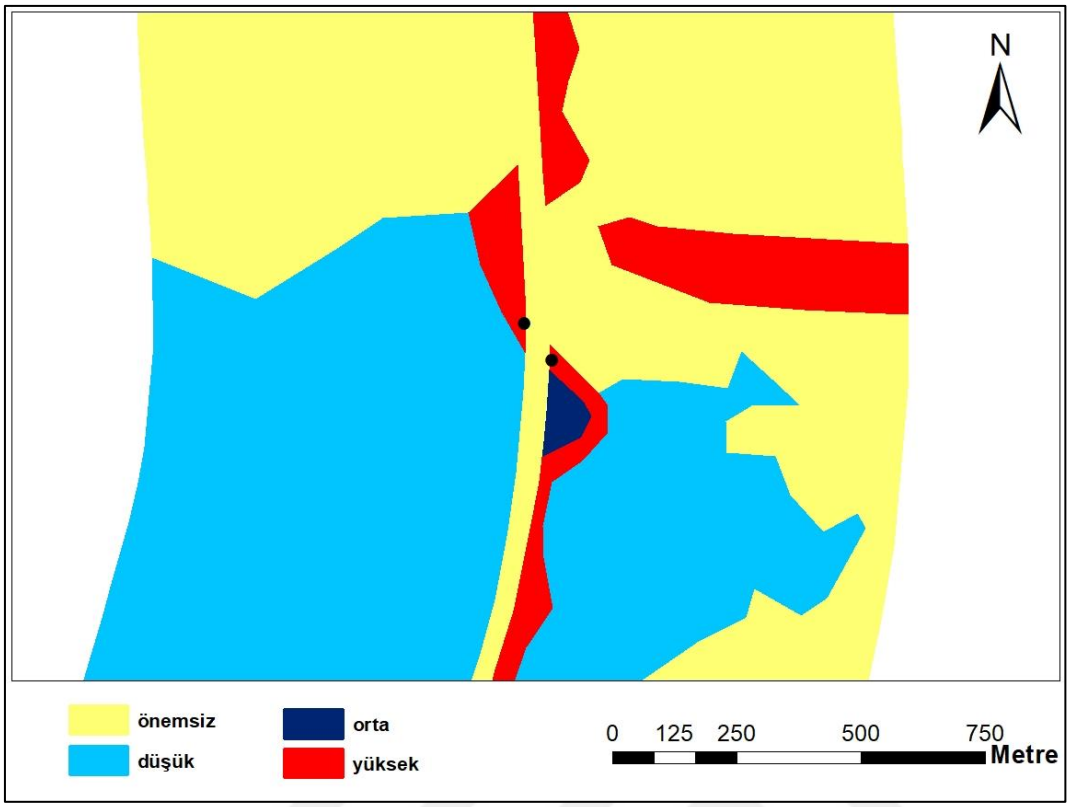
Resim 3.47. Üçüncü dere geçişinin girişi ve çıkışı



Harita 3.52. Üçüncü dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.53. Üçüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları



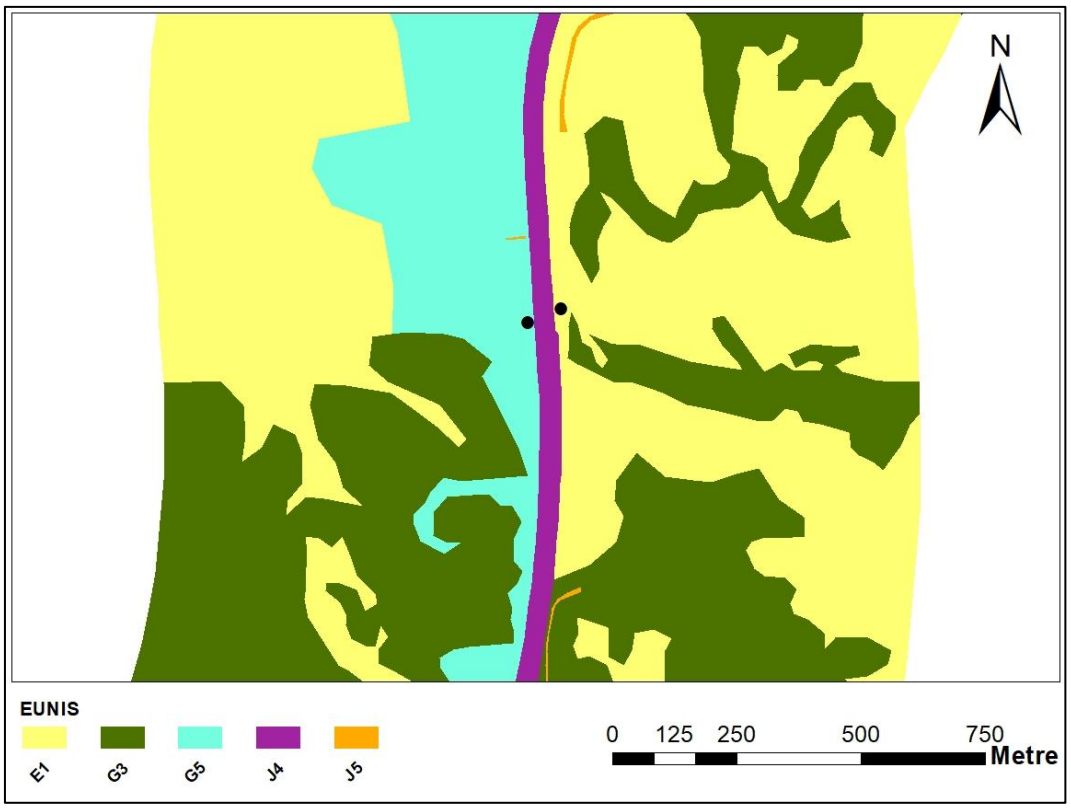
Harita 3.54. Üçüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

3.19. Dördüncü Dere Geçişi

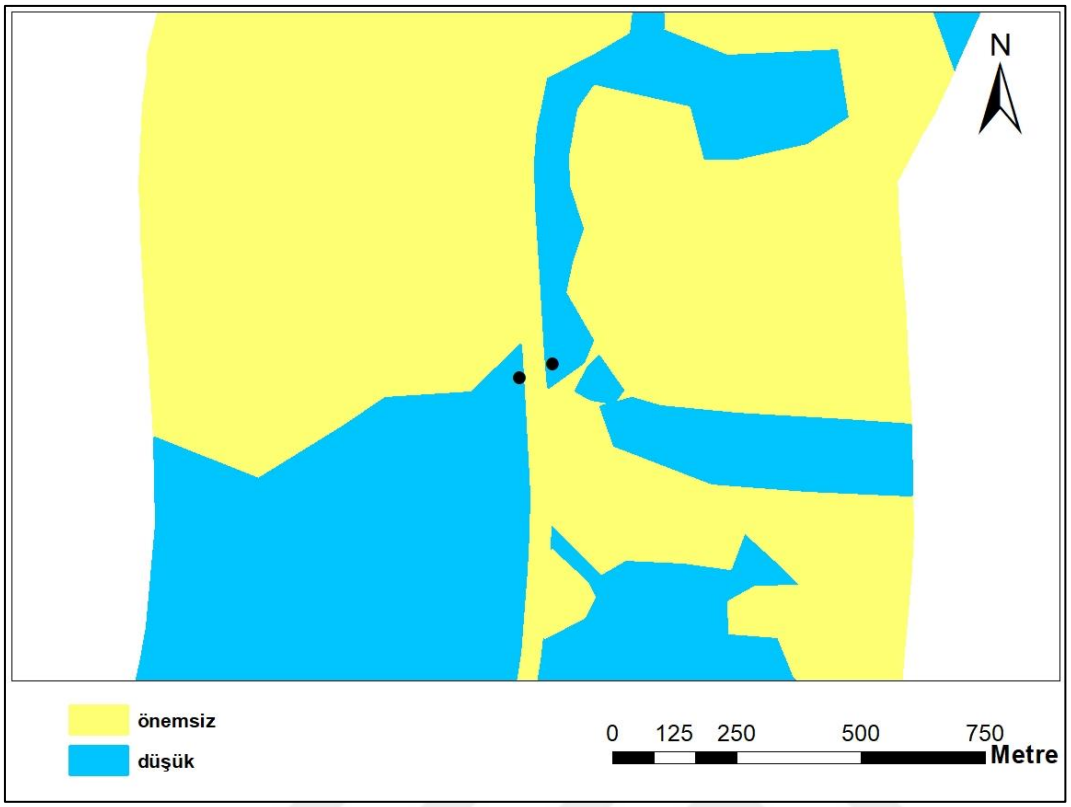
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve 2 kanallıdır. Bu dere geçişi otoyolun 63. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.48). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 3.55). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.56). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta ve düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.57).

Bu dere geçişinde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 10 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.49). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,031 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

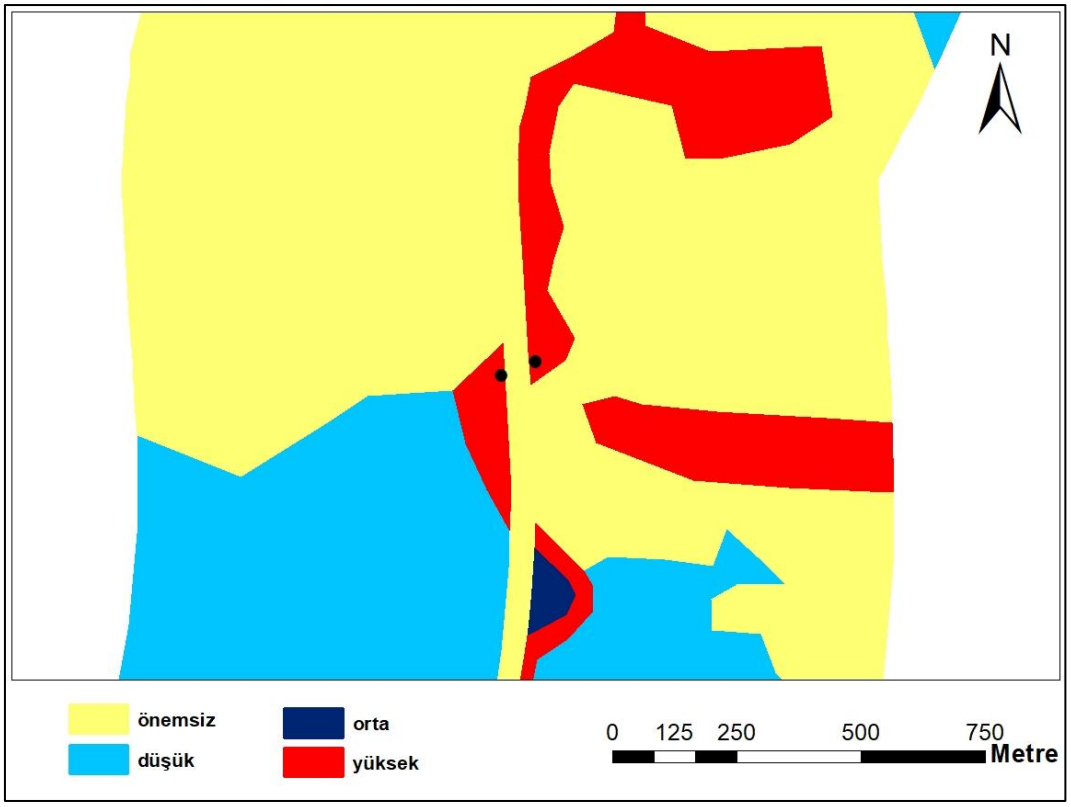
Resim 3.48. Dördüncü dere geçişinin girişi ve çıkışı



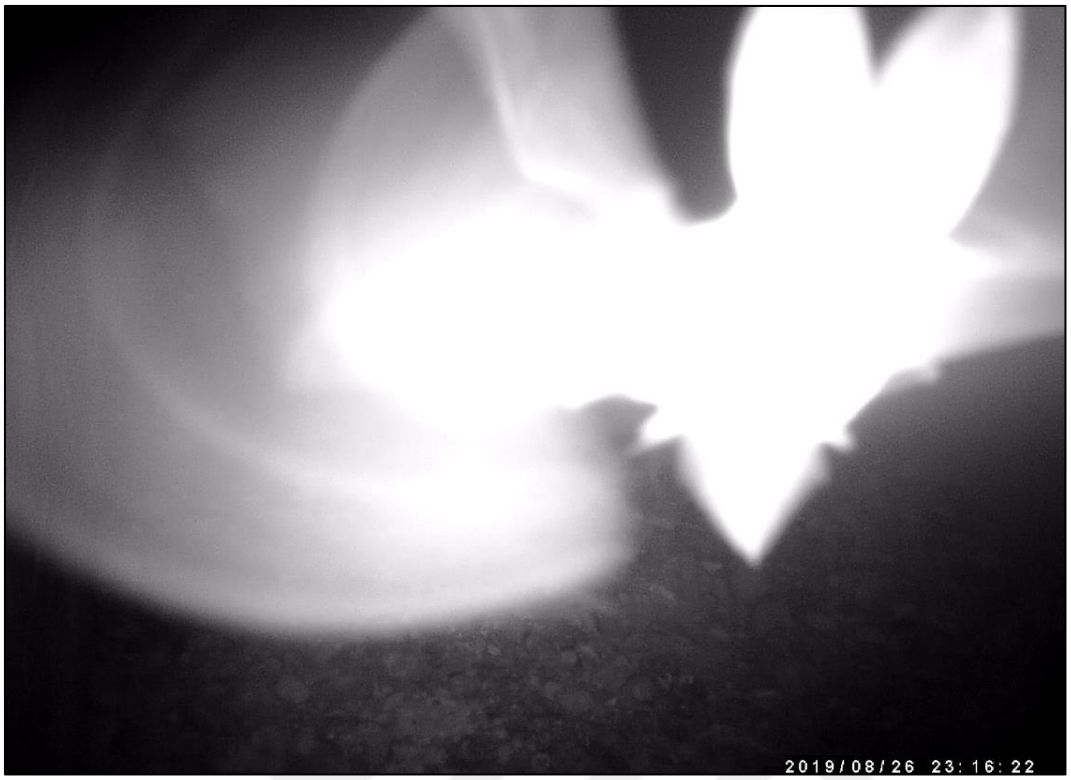
Harita 3.55. Dördüncü dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.56. Dördüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.57. Dördüncü dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları



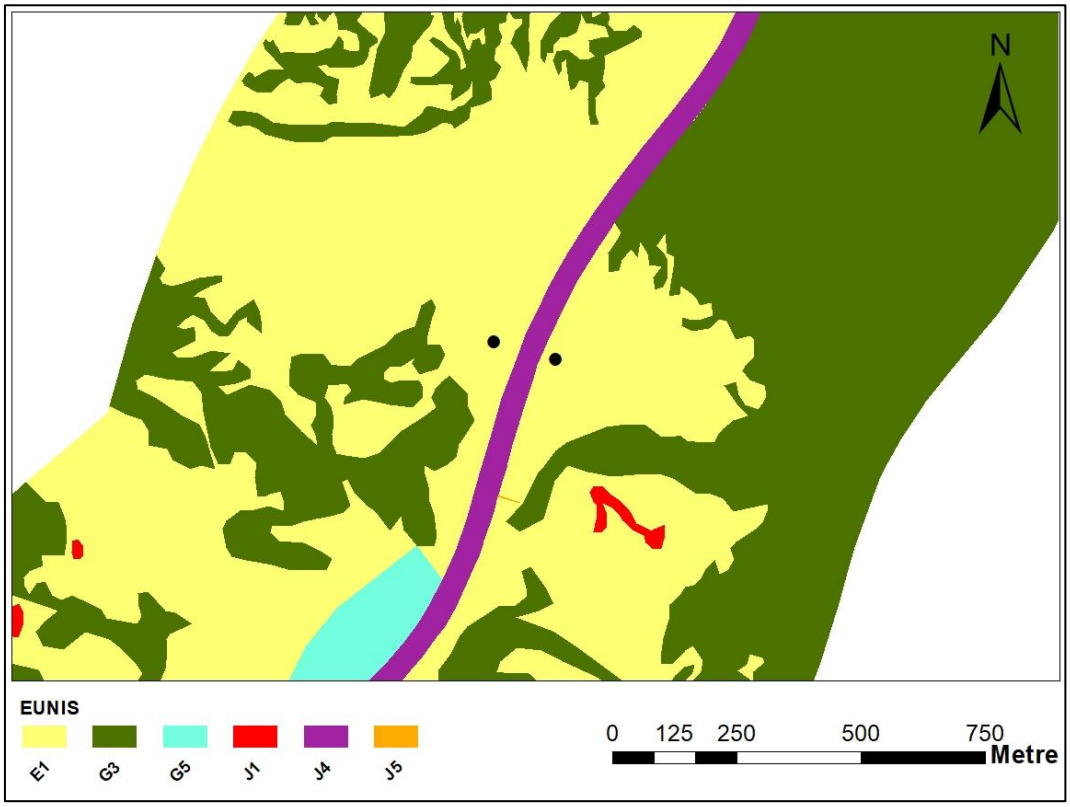
Resim 3.49. Dördüncü dere geçişindeki *Plecotus* sp. fotokapan görüntüsü

3.20. Yüz İkinci Menfez

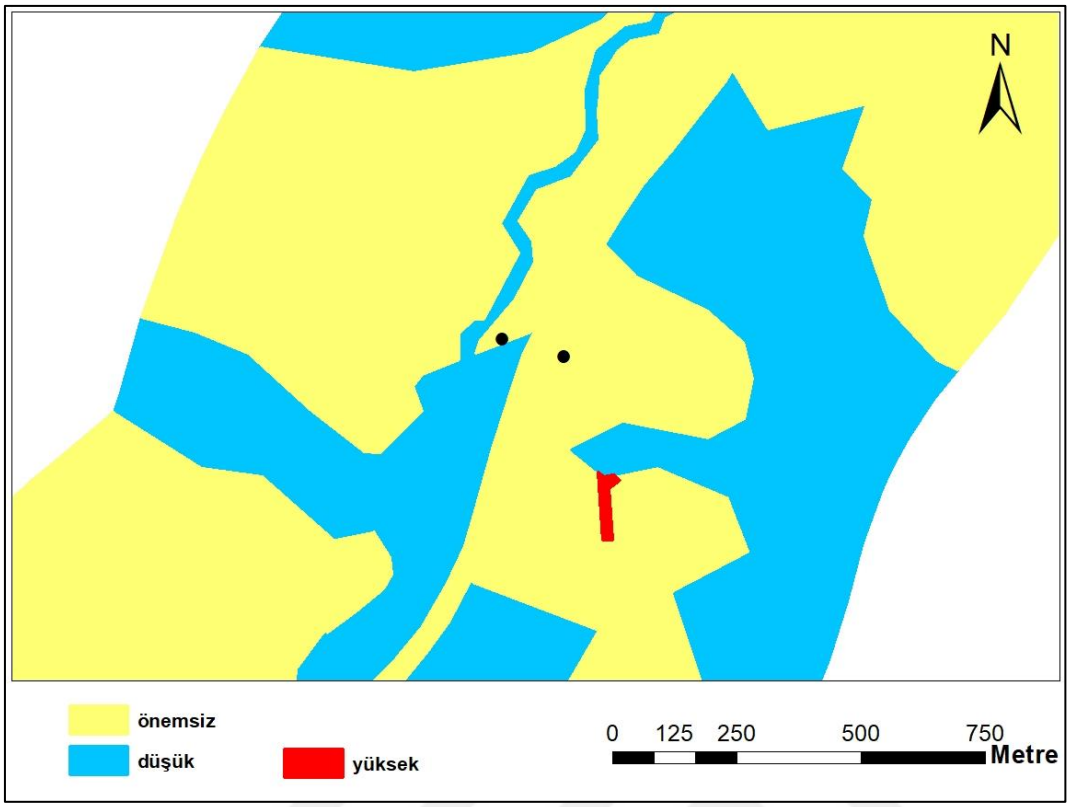
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 66. km'sinde bulunmaktadır (Resim 4.50). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi E1'dir (Harita 3.58). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından yüksek önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.59). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde orta ve düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.60).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında toplam 22 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.51). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,081 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses, iz ve işaret çalışmaları yapılmamıştır.

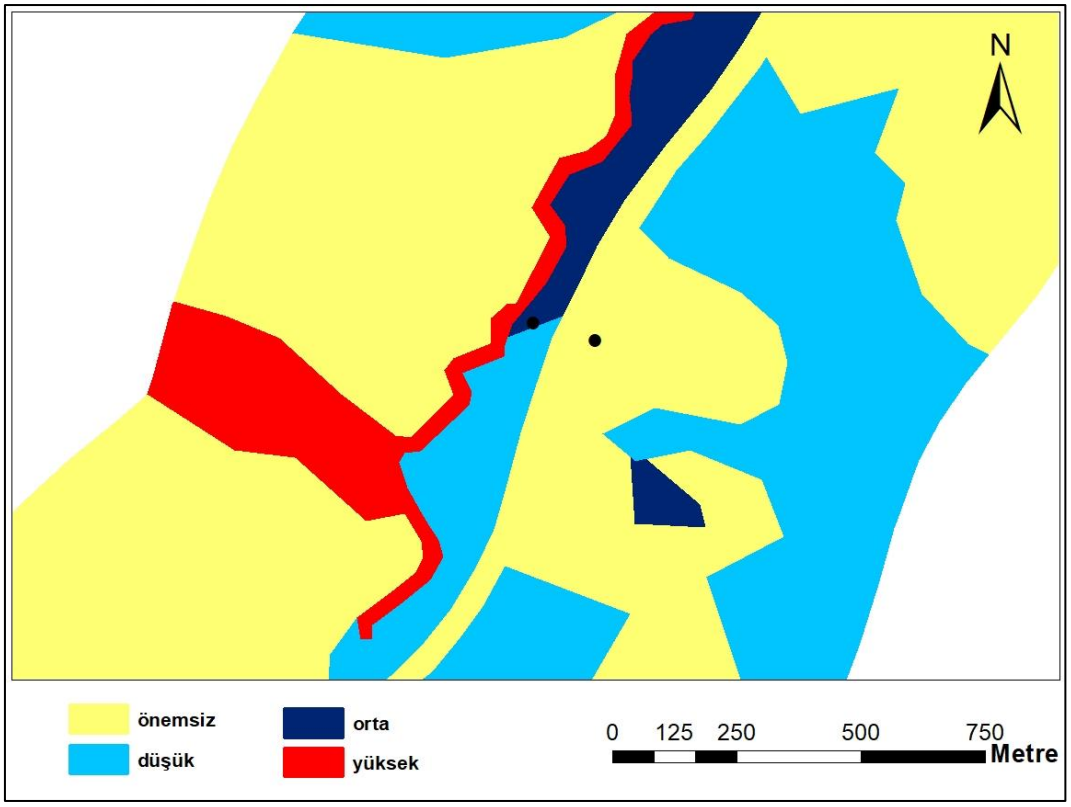
Resim 3.50. Yüz ikinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.58. Yüz ikinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.59. Yüz ikinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.60. Yüz ikinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

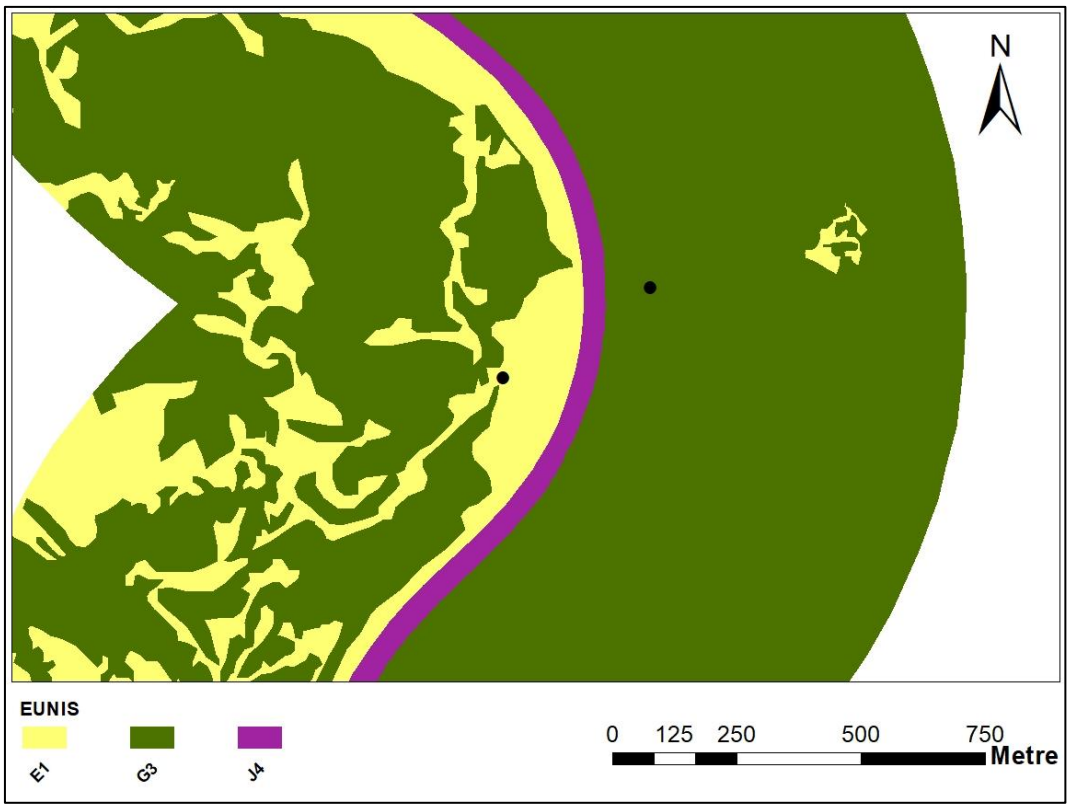
Resim 3.51. Yüz ikinci menfezdeki *Plecotus* sp. fotokapan görüntüsü

3.21. Yüz Altıncı Menfez

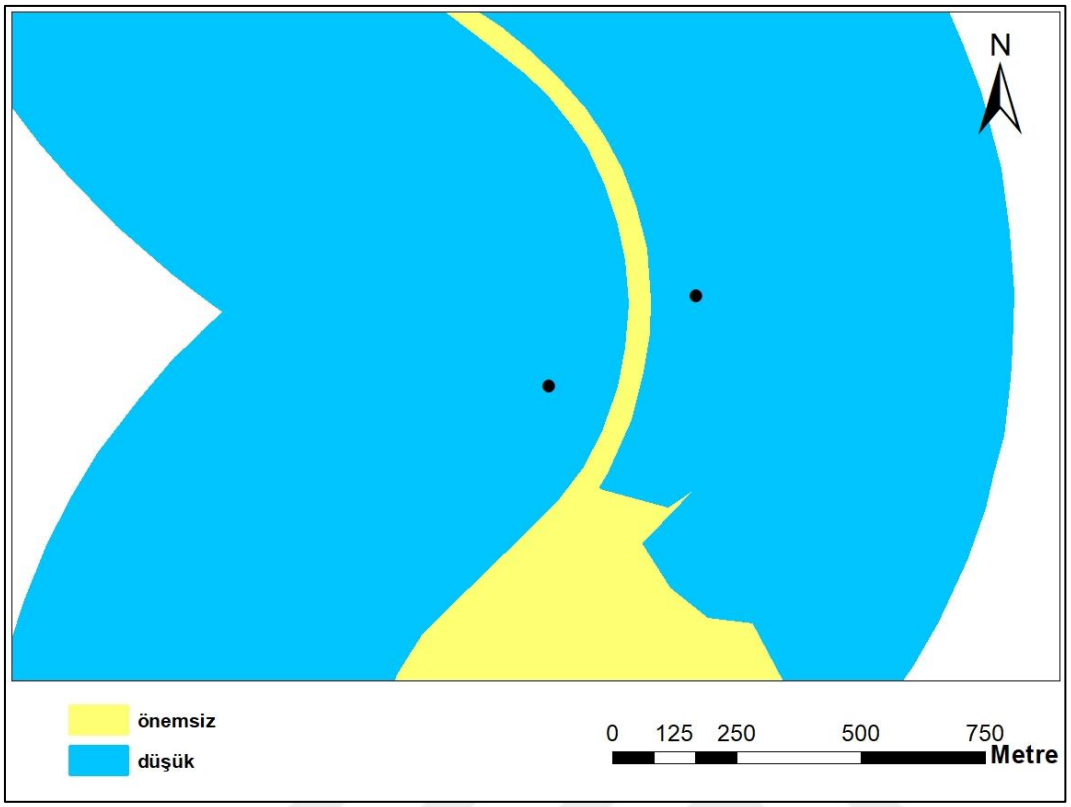
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve 2 kanallıdır. Bu menfez otoyolun 69. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.52). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.61). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.62). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde ise dere hattı boyunca bulunan ağaç sıraları yüksek önemdedir. Ayrıca, çevresinde düşük önemde ve önemsiz habitatlar da yer almaktadır (Harita 3.63).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında sadece 2 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.53). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,015 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında yalnızca 1 yarasa ses kaydı alınmış, bu ses *M. emarginatus* türüne aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından iz ve işatetler az seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

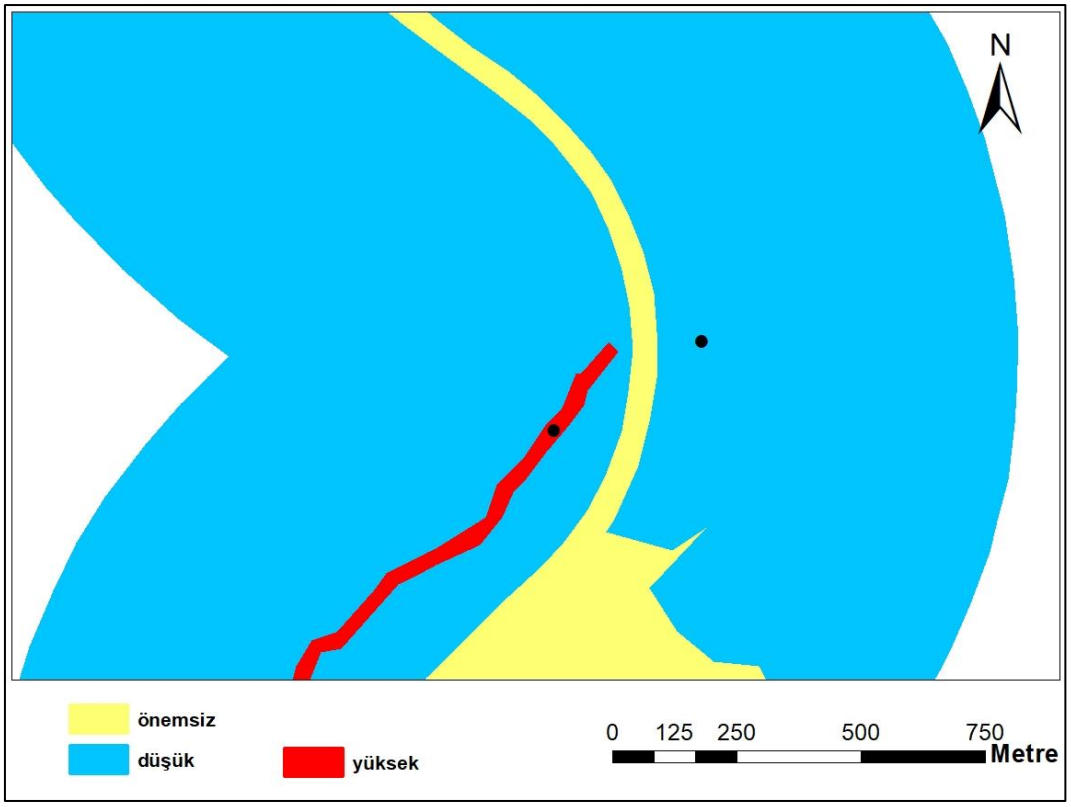
Resim 3.52. Yüz altıncı menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.61. Yüz altıncı menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.62. Yüz altıncı menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.63. Yüz altıncı menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

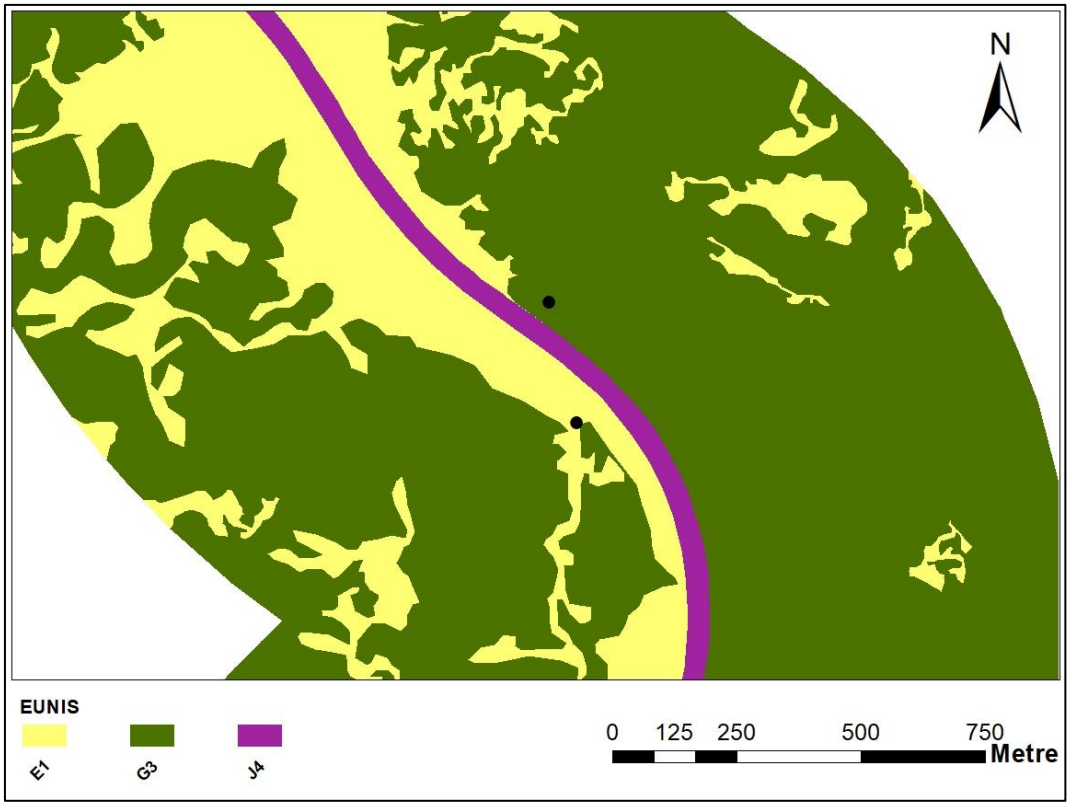
Resim 3.53. Yüz altıncı menfezdeki yarasa görüntüsü

3.22. Yüz Sekizinci Menfez

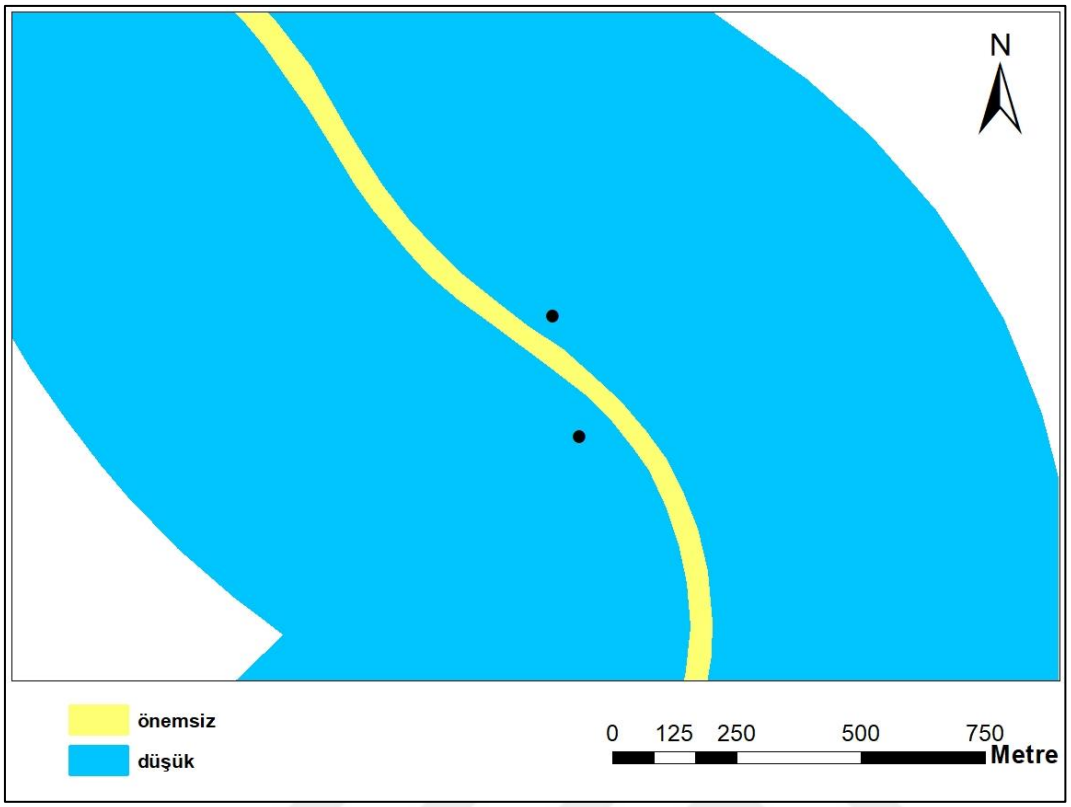
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 69. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.54). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.64). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından düşük önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.65). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde yüksek, düşük önemde ve önemsiz habitatlara sahiptir (Harita 3.66).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında 9 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.55). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,030 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 144 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 5 türe (*M. daubentonii, M. emarginatus, Myotis* sp., *P. pipistrellus, P. macrobullaris*) aittir. En yüksek aktivite (74 geçiş) *M. emarginatus* türüne aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından yoğunluk az seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

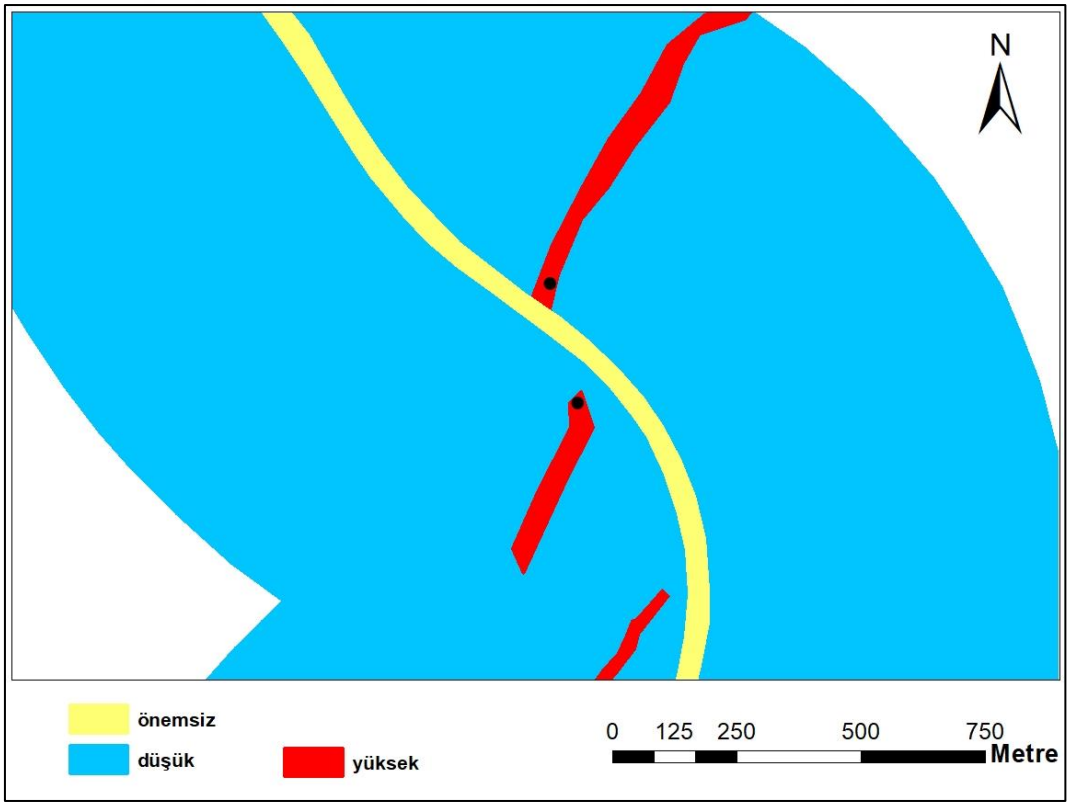
Resim 3.54. Yüz sekizinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.64. Yüz sekizinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.65. Yüz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.66. Yüz sekizinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

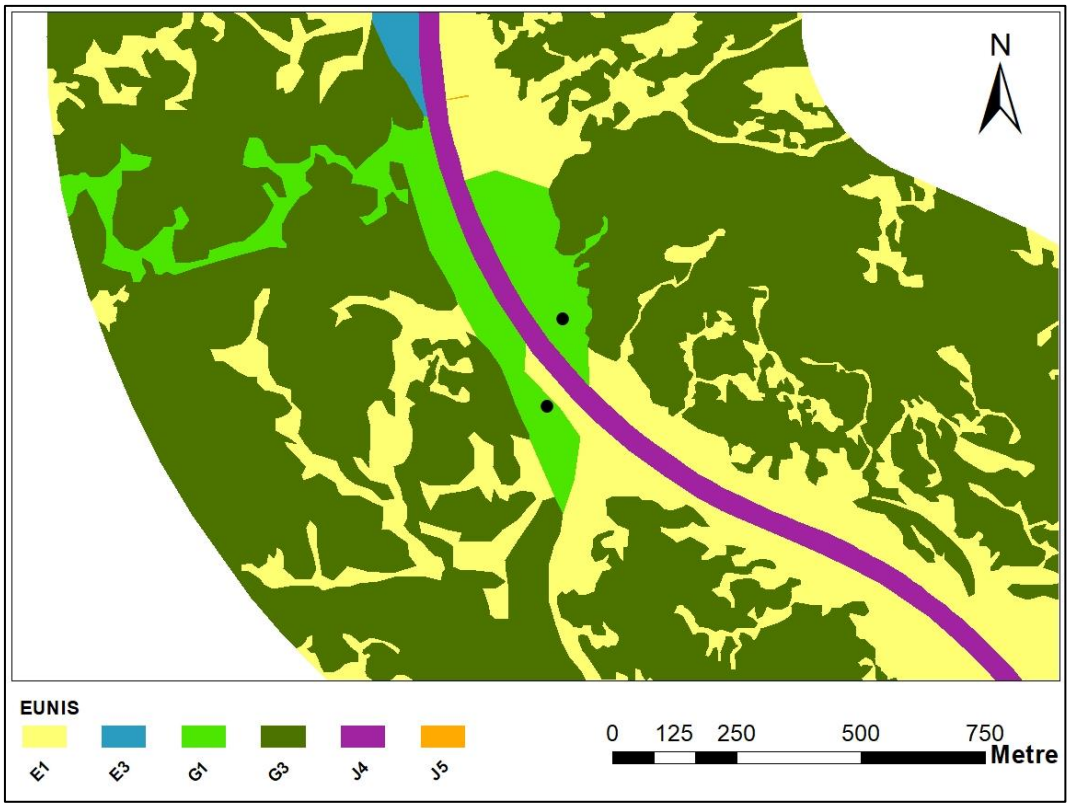
Resim 3.55. Yüz sekizinci menfezdeki yarasa görüntüsü

3.23. Beşinci Dere Geçişi

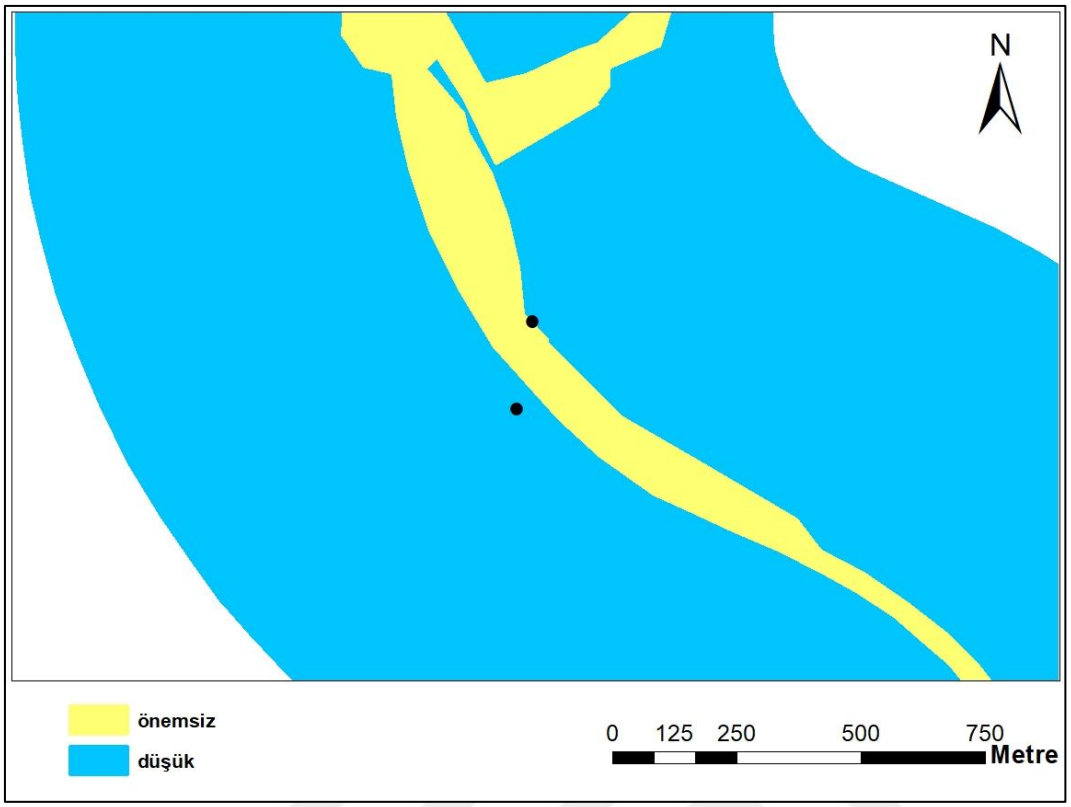
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 71. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.56). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.67). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından orta önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.68). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Aynı zamanda düşük önemde ve önemsiz habitatları da içermektedir (Harita 3.69).

Bu dere geçişinde yapılan fotokapan çalışmalarında 2 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.57). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,014 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 51 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 4 türe (*M. schreibersii, M. daubentonii, M. emarginatus* ve *P. macrobullaris*) aittir. En yüksek aktivite (29 geçiş) *M. emarginatus* türüne aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından yoğunluk orta seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

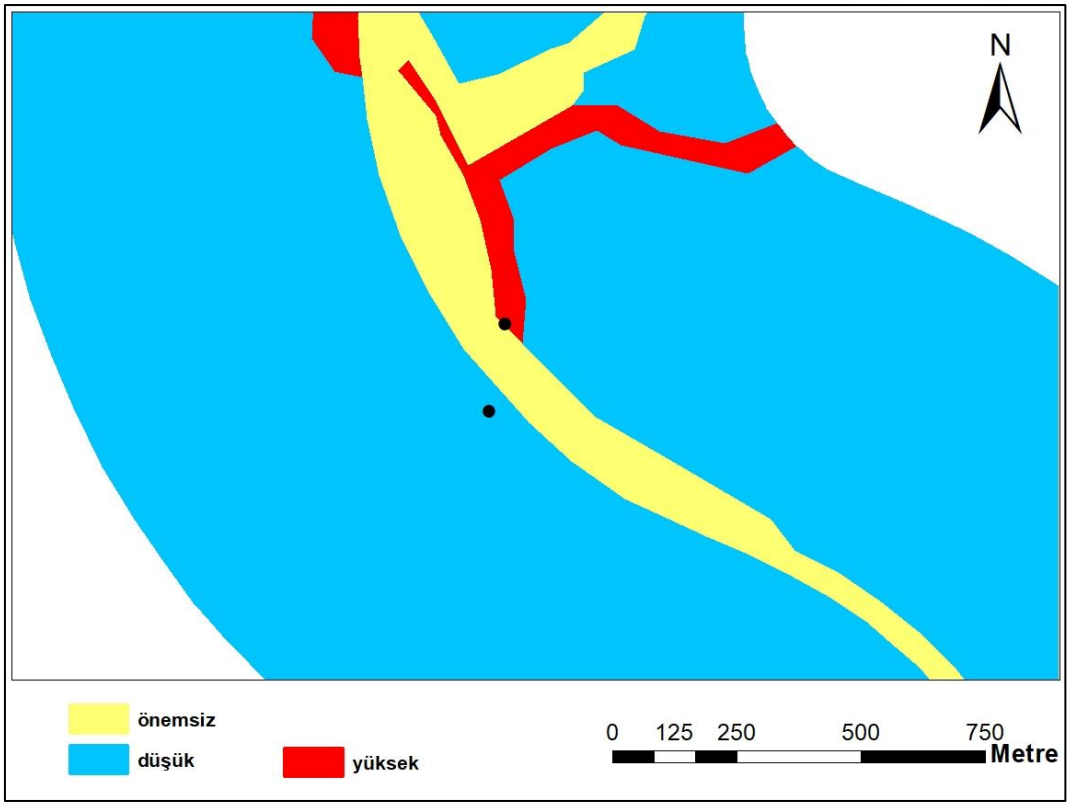
Resim 3.56. Beşinci dere geçişinin girişi ve çıkışı



Harita 3.67. Beşinci dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri



Harita 3.68. Beşinci dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları



Harita 3.69. Beşinci dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

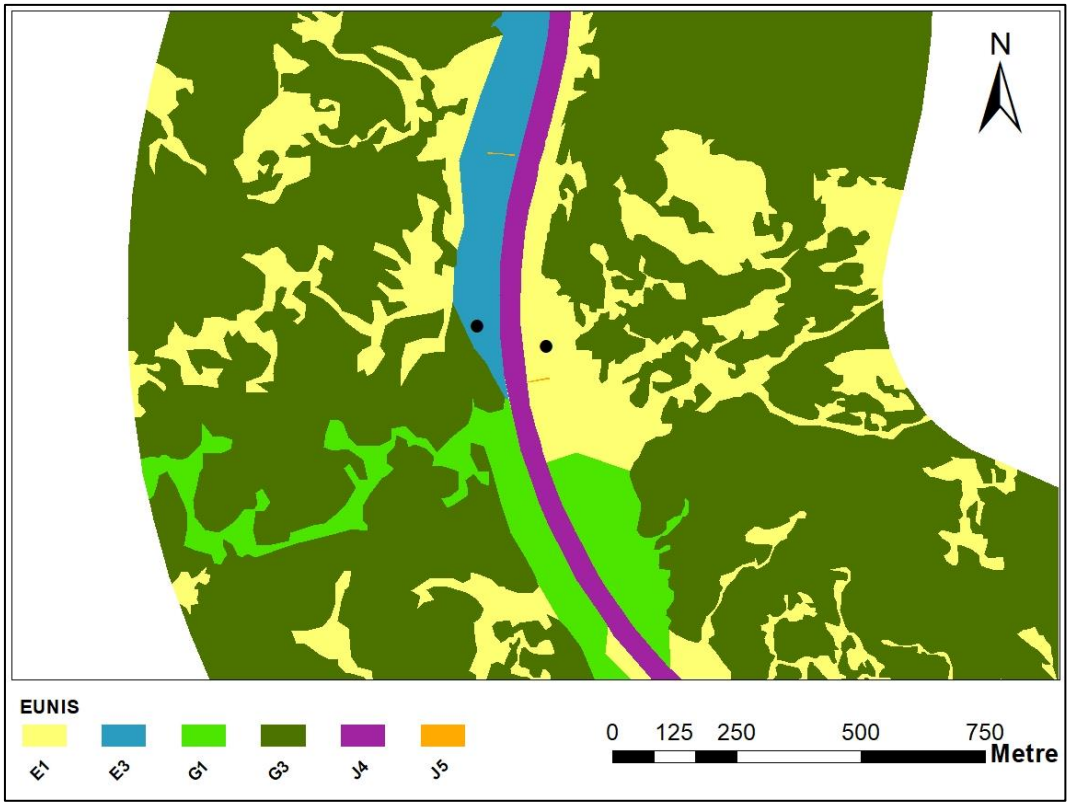
Resim 3.57. Beşinci dere geçişindeki yarasa görüntüsü

3.24. Altıncı Dere Geçişi

Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve 2 kanallıdır. Bu dere geçişi otoyolun 71. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.58). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.70). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından orta önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.71). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Aynı zamanda düşük önemde ve önemsiz habitatları da içermektedir (Harita 3.72).

Bu dere geçişinde yapılan fotokapan çalışmalarında 12 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.59). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,176 olarak hesaplanmıştır. Ses çalışmalarında toplam 64 yarasa ses kaydı alınmış, bu sesler 2 türe (*M. daubentonii ve M. emarginatus*) aittir. En yüksek aktivite (54 geçiş) *M. emarginatus* türüne aittir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Gece tüneği açısından yoğunluk az seviyesindedir. Yapı içerisinde dışkılar gözlenmiştir.

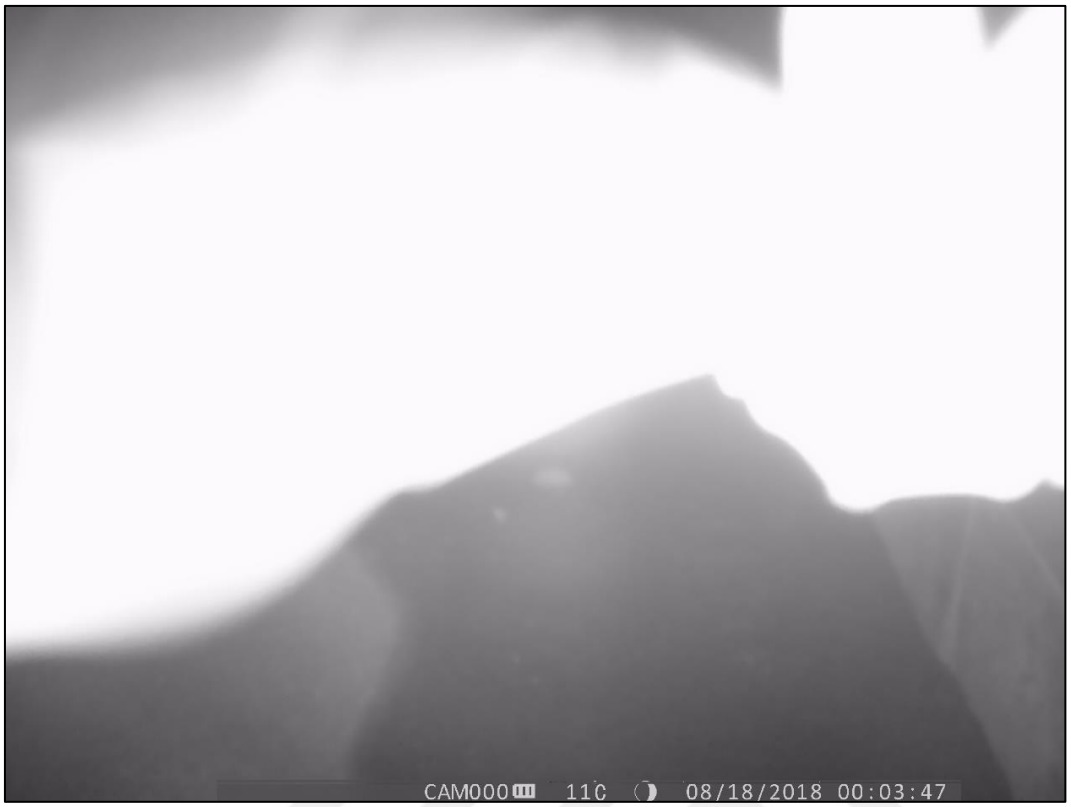
Resim 3.58. Atıncı dere geçişinin girişi ve çıkışı



Harita 3.70. Atıncı dere geçişi çevresindeki EUNIS habitat tipleri

Harita 3.71. Atıncı dere geçişi çevresindeki potansiyel tünek habitatları

Harita 3.72. Atıncı dere geçişi çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları



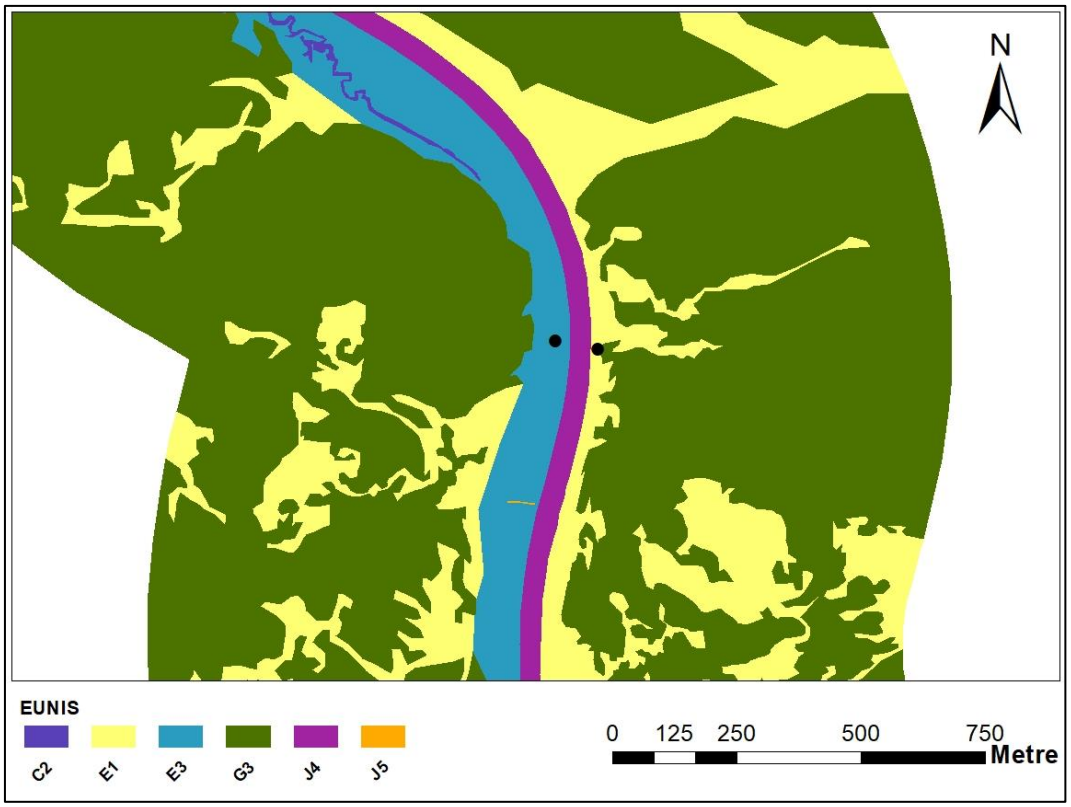
Resim 3.59. Atıncı dere geçişindeki yarasa görüntüsü

3.25. Yüz On ikinci Menfez

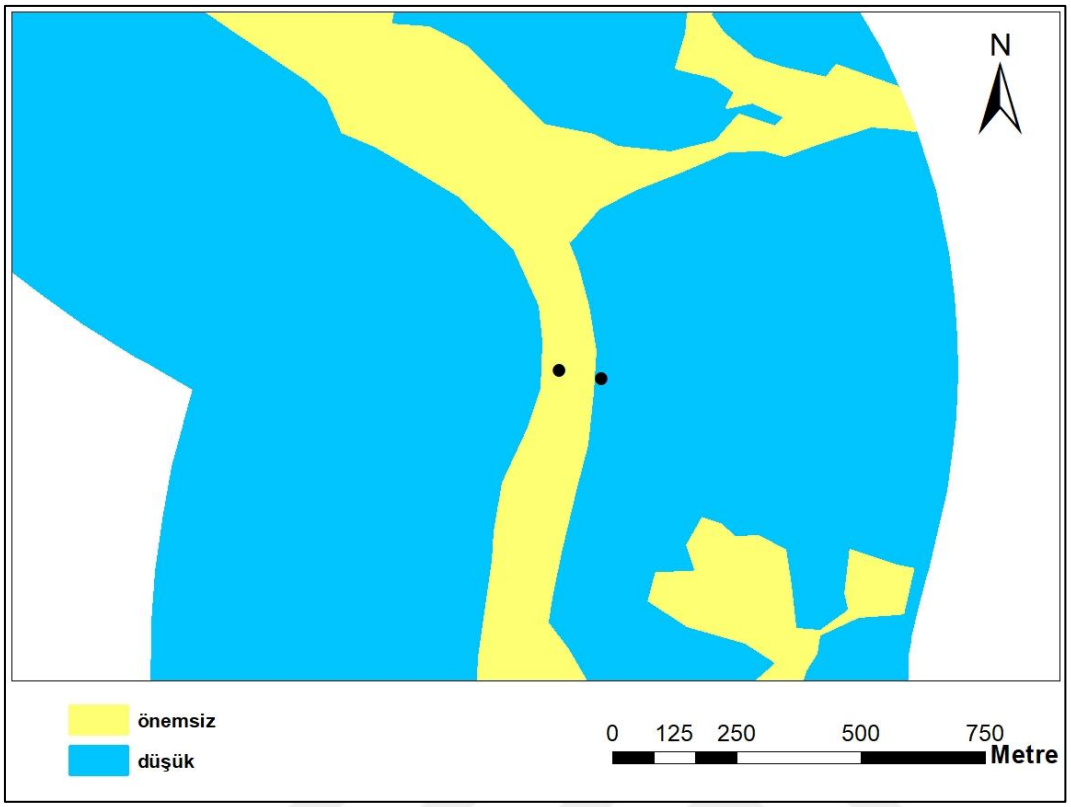
Drenaj yapısı kutu menfez tipindedir ve otoyolun 72. km'sinde bulunmaktadır (Resim 3.60). Yapının çevresinde ağırlıklı EUNIS habitat tipi G3'tür (Harita 3.73). Yapı çevresinde potansiyel tünek alanı açısından orta önemde tünek habitatları bulunmaktadır (Harita 3.74). Aynı habitatlar potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş alanı olarak değerlendirildiğinde dere kenarındaki ağaç sıraları yüksek önemdedir. Aynı zamanda düşük önemde ve önemsiz habitatları da içermektedir (Harita 3.75).

Bu menfezde yapılan fotokapan çalışmalarında 9 geçiş kaydedilmiştir (Resim 3.61). Yapı için günlük ortalama geçiş 0,068 olarak hesaplanmıştır. Bu yapıda ultrasonik ses çalışmalarında yarasa sesi kaydedilmemiştir. Bu drenaj yapısında kalıcı tünek bulunmamaktadır. Yapı içerisinde gece tüneği ve dışkı gözlenmemiştir.

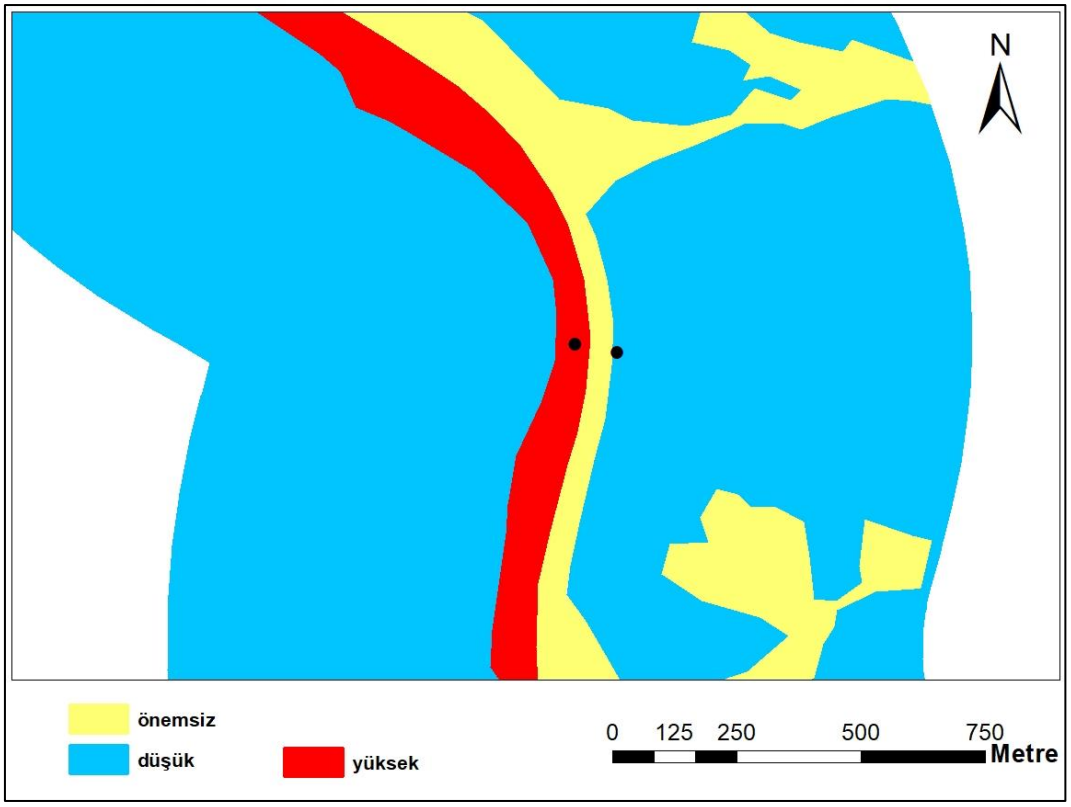
Resim 3.60. Yüz on ikinci menfezin girişi ve çıkışı



Harita 3.73. Yüz on ikinci menfez çevresindeki EUNIS habitat tipleri



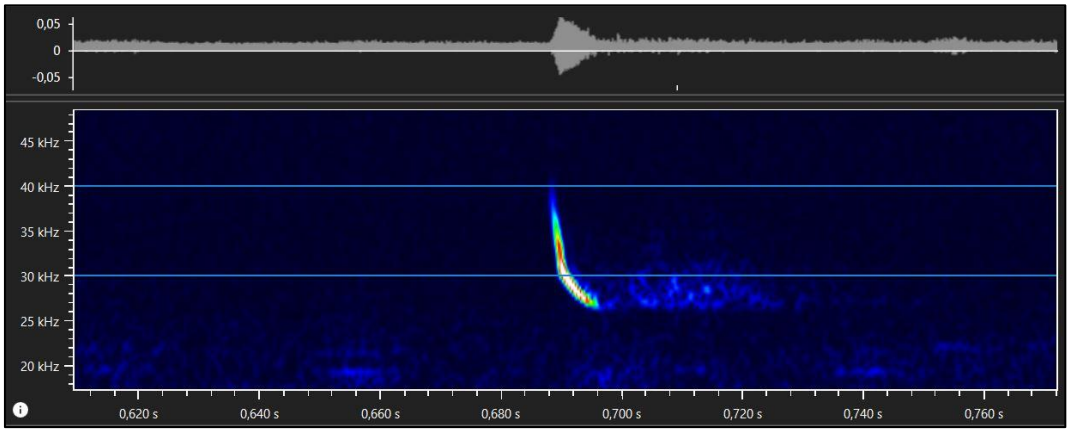
Harita 3.74. Yüz on ikinci menfez çevresindeki potansiyel tünek habitatları



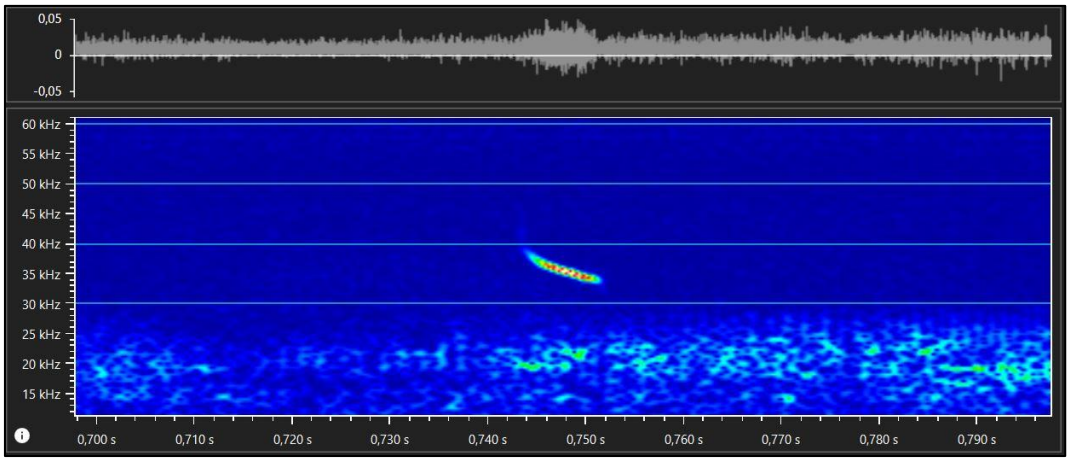
Harita 3.75. Yüz on ikinci menfez çevresindeki potansiyel beslenme ve gidiş-dönüş habitatları

Resim 3.61. Yüz on ikinci menfezdeki yarasa görüntüsü

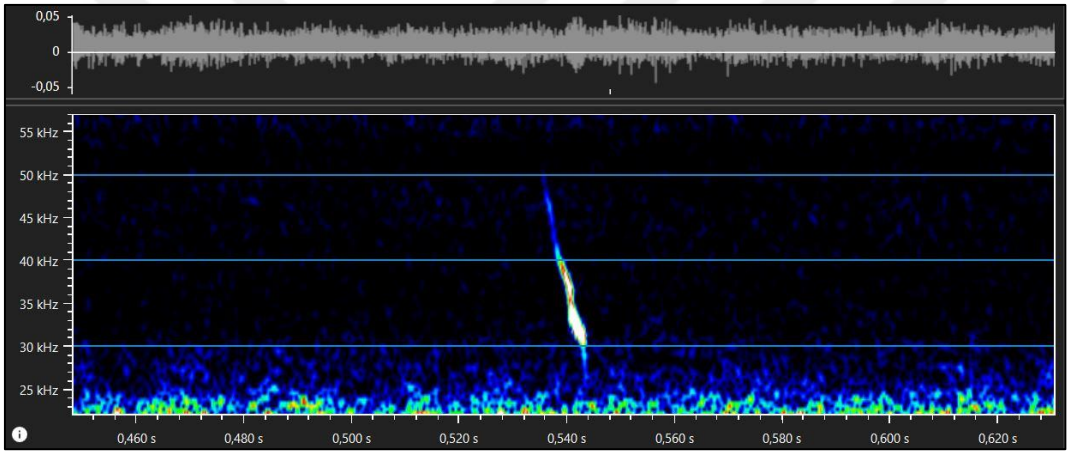
Otoyoldaki güzergâhta aracın ön camına monte edilen ultrasonik ses kayıt cihazı ile 10 kez transekt hat çalışması yapılmıştır. Transekt hat çalışmaları sonucunda kaydedilen seslere bağlı olarak toplam 10 tür ve 1 tane de cins seviyesinde yarasa taksonu tespit edilmiştir (Resim 3.62; Resim 3.63; Resim 3.64; Resim 3.65; Resim 3.66; Resim 3.67; Resim 3.68; Harita 3.76; Harita 3.77; Harita 3.78;. Harita 3.79; Harita 3.80; Harita 3.81; Harita 3.82; Harita 3.83; Harita 3.84; Harita 3.85);



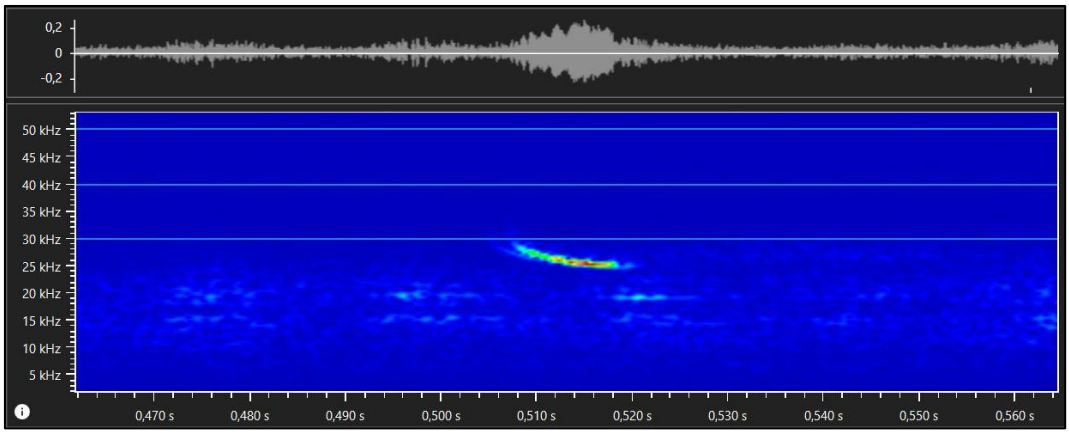
Resim 3.62. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Eptesicus serotinus*'un sonogramı



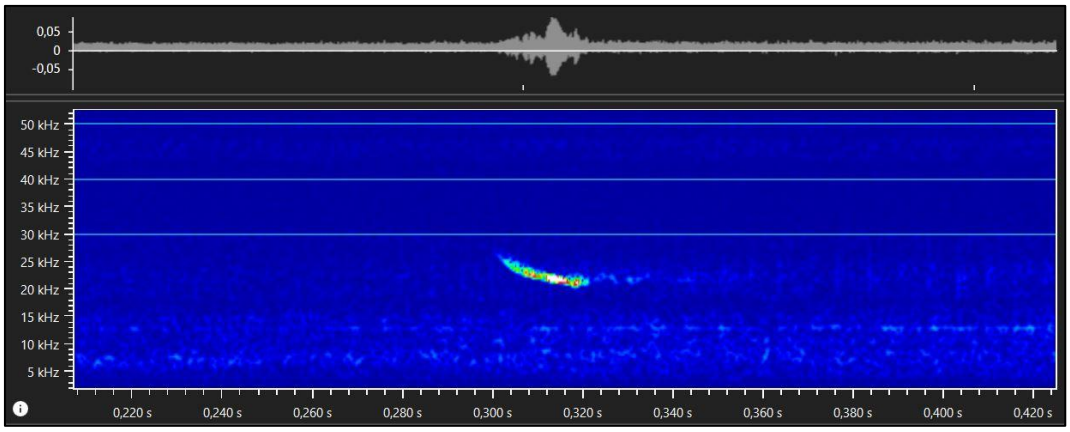
Resim 3.63. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Hypsugo savii*'nin sonogramı



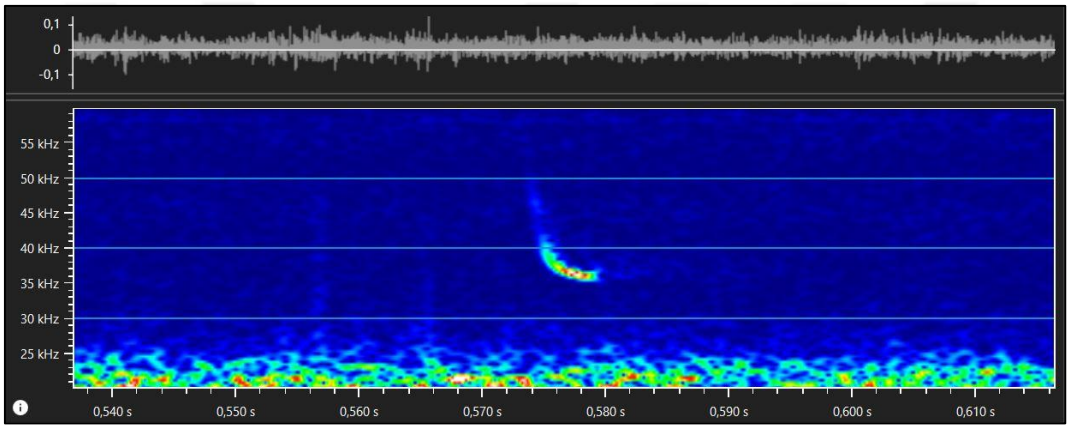
Resim 3.64. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Myotis myotis*'in sonogramı



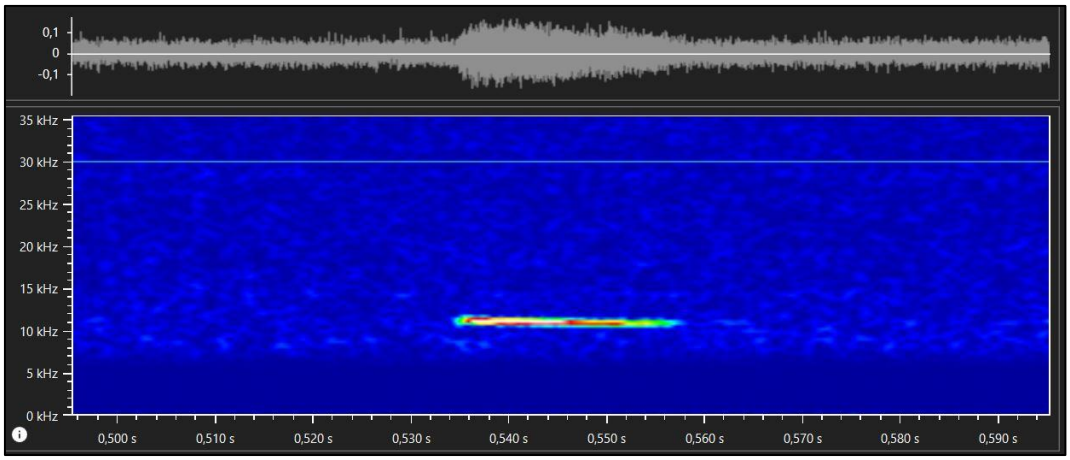
Resim 3.65. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Nyctalus leisleri*'nin sonogramı



Resim 3.66. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Nyctalus noctula*'nın sonogramı



Resim 3.67. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Pipistrellus kuhlii*'nin sonogramı

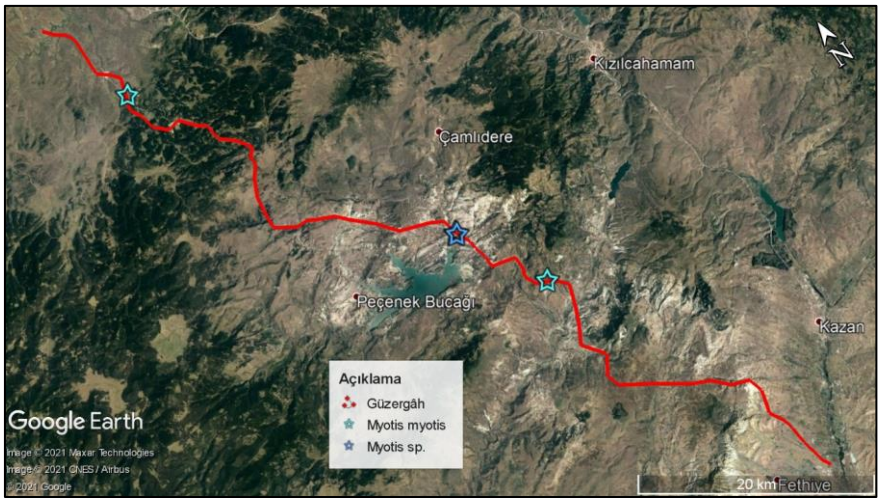


Resim 3.68. Ses çalışmaları ile tespit edilen *Tadarida teniotis*'in sonogramı

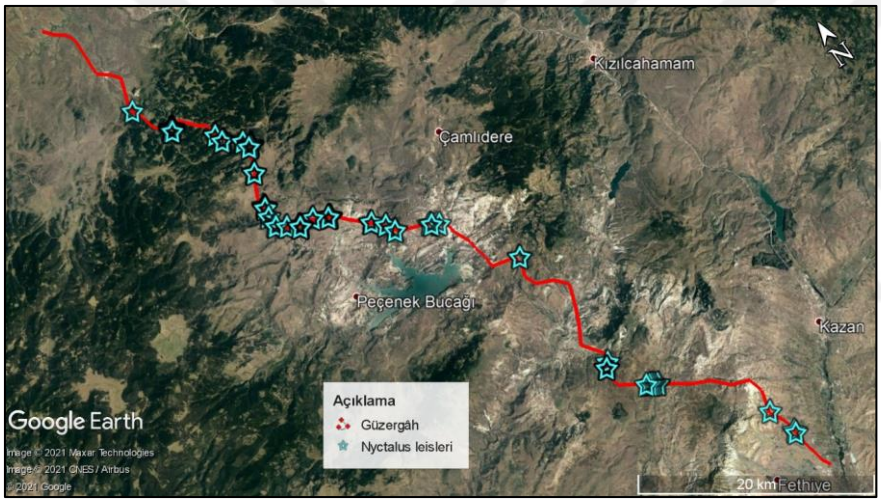
Harita 3.76. Transekt hat çalışmasında *Eptesicus serotinus* kaydedilen noktalar

Harita 3.77. Transekt hat çalışmasında *Hypsugo savii* kaydedilen noktalar

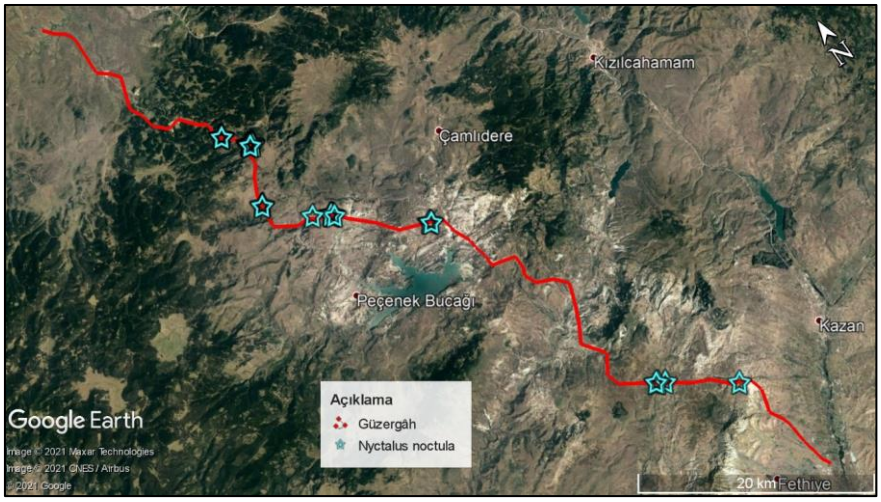
Harita 3.78. Transekt hat çalışmasında *Miniopterus schreibersii* kaydedilen noktalar



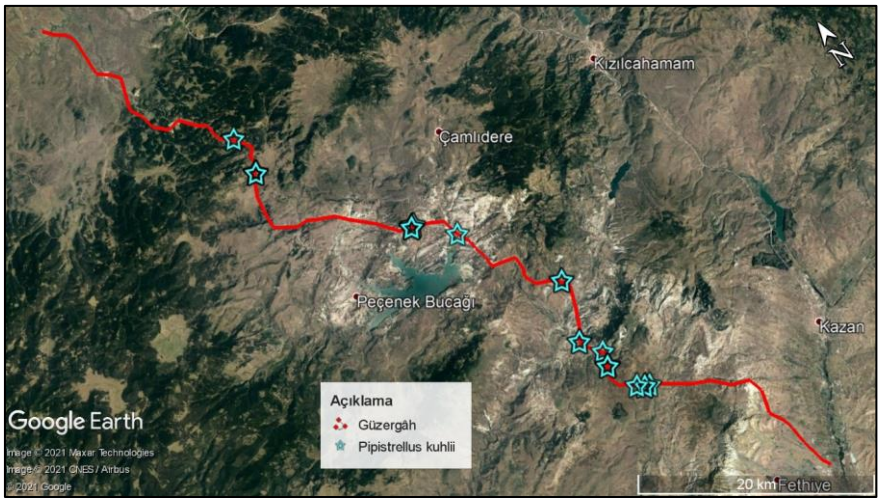
Harita 3.79. Transekt hat çalışmasında *Myotis myotis ve Myotis* sp. kaydedilen noktalar



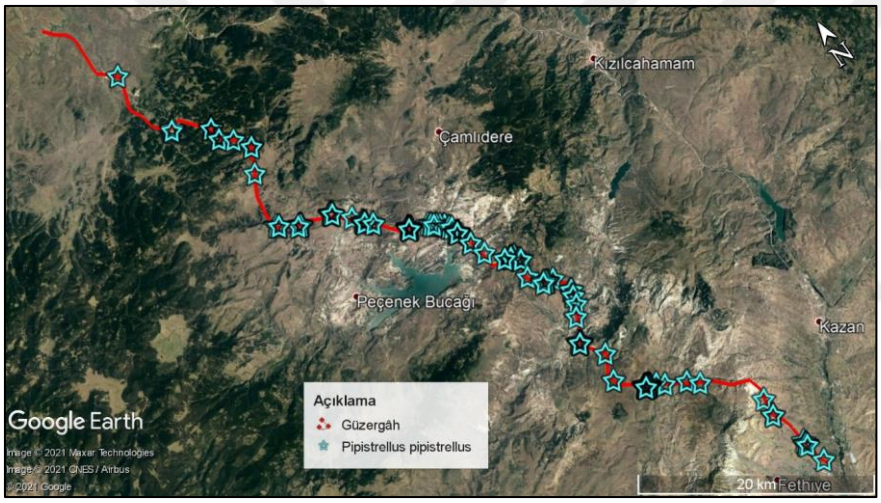
Harita 3.80. Transekt hat çalışmasında *Nyctalus leisleri* kaydedilen noktaları



Harita 3.81. Transekt hat çalışmasında *Nyctalus noctula* kaydedilen noktalar

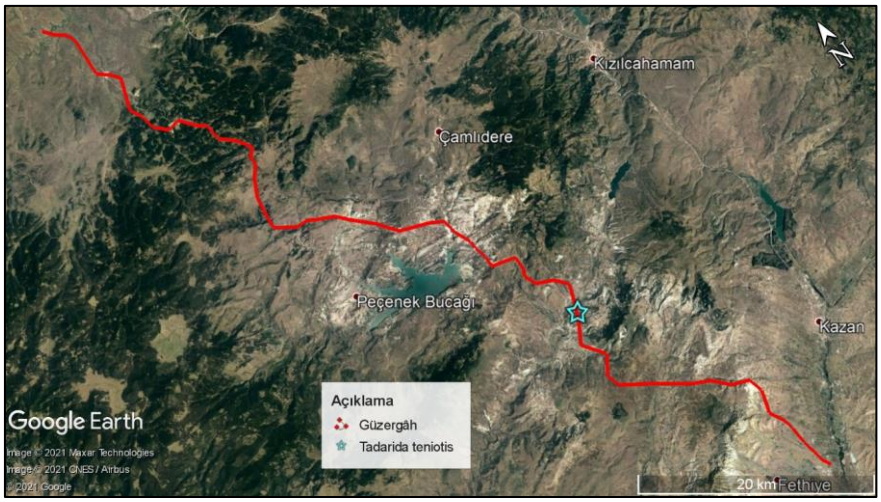


Harita 3.82. Transekt hat çalışmasında *Pipistrellus kuhlii* kaydedilen noktalar



Harita 3.83. Transekt hat çalışmasında *Pipistrellus pipistrellus* kaydedilen noktalar

Harita 3.84. Transekt hat çalışmasında *Plecotus macrobullaris* kaydedilen noktalar



Harita 3.85. Transekt hat çalışmasında *Tadarida teniotis* kaydedilen noktalar

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yolların ve trafiğin olumsuz çevresel etkilerini önlemek, en aza indirmek, azaltmak ve dengelemek için izleme ve veri toplama önemlidir. Bu amaç için 2018 ve 2019 yılları arasında, Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan Gerede arasındaki bölümünde yarasaların drenaj yapılarını kullanımı araştırılmıştır.

Çalışma alanında 17 tanesi tür seviyesinde 1 tanesi de cins seviyesinde olmak üzere toplam 18 takson tespit edilmiştir. Tespit edilen 17 türden 4 tanesi (*M. nattereri, N. noctula, P. pygmaeus, R. euryale*) Ankara ve Bolu illeri için ilk kez, 2 tanesi de (*M. emarginatus, N. leisleri*) sadece Ankara için ilk kez kaydedilmiştir.

Tespit edilen türlerin tamamı aşağıda açıklanan, bazılarında Türkiye'nin taraf olduğu farklı uluslararası sözleşmeler tarafından korunmaktadır.

Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) Kırmızı Listesi, devlet kurumları, yaban hayatı departmanları, korumayla ilgili sivil toplum kuruluşları, doğal kaynak planlayıcıları, eğitim kuruluşları, öğrenciler ve iş dünyası tarafından kullanılmak üzere, hayatta kalmak için ihtiyaç duyulan doğal kaynakları korumak için kritik öneme sahip, biyoçeşitliliğin korunması ve politika değişikliği için harekete geçmek ve harekete geçirmek için güçlü bir araçtır. IUCN, türlerin dağılımı, popülasyon büyüklüğü, habitatı ve ekolojisi, kullanımı veya ticareti, tehditler ve gerekli koruma kararlarının alınmasına yardımcı olacak koruma eylemleri hakkında bilgi sağlar (IUCN, 2021).

IUCN Kırmızı listesi küresel değerlendirmesine göre çalışmada belirlenen türlerden 2 tür hassas (VU), 2 tür tehlikeye yakın (NT) ve 13 tür ise düşük risk (LC) tehlike kategorisindedir. Akdeniz bölgesi için yapılan değerlendirmelere göre de; 1 tür hassas (VU), 4 tür tehlikeye yakın (NT) ve diğer türler ise düşük risk (LC) tehlike kategorisindedir (Çizelge 4.1).

IUCN göre yarasalar üzerindeki ana tehditler: konut ve ticari gelişme, tarım ve ürün yetiştiriciliği, enerji üretimi ve madencilik, ulaşım ve servis koridorları, biyolojik kaynak kullanımı, insan müdahaleleri ve rahatsızlıkları, doğal sistem değişiklikleri, istilacı ve diğer sorunlu türler, genler ve hastalıklar, kirlilik, iklim değişikliği ve meteorolojik olaylardır.

IUCN'e göre yaban hayatı için araştırma gereklilikleri olarak bilimsel araştırmalar başlığı altında taksonomi, popülasyon büyüklüğü, dağılımı ve eğilimler, yaşam tarihi/ekolojisi, tehditler, koruma eylemleri; koruma planlanması başlığı altında tür eylem/koruma planları ve alan bazı koruma planları; izleme başlığı altında ise popülasyon eğilimleri ve habitat eğilimleri önerilmektedir (IUCN, 2021).

Avrupa'da yaban hayatında flora ve faunanın korunmasını hedef alan ve Avrupa Konseyi tarafından hazırlanan BERN Sözleşmesi (Avrupa'nın Yaban Hayatı ve Yaşam Ortamlarının Korunması Sözleşmesi) 1984 yılında Türkiye tarafından onaylanmıştır. Sözleşmenin amacı; yabani flora ve faunayı ve bunların yaşam ortamlarını muhafaza etmek, özellikle birden fazla devletin işbirliğini gerektirenlerin muhafazasını sağlamak ve bu işbirliğini geliştirmek, nesli tehlikeye düşmüş ve düşebilecek türlere, özellikle göçmen olanlarına özel önem vermektir (*Bern Convention*, 1982).

BERN sözleşmesine göre çalışma alanında belirlenen türlerin tamamı Mutlak Korunması Gereken Türler (EK-2) listesinde yer almaktadır (Çizelge 4.1).

Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde tüm yarasalar, üye devletler tarafından kendi ülkelerinde uygulamaya konulan Habitatlar Direktifi tarafından sıkı bir şekilde korunmaktadır. Habitatlar Direktifi, yarasaların dinlenme ve tüneme alanlarının tahribini, kasıtlı olarak öldürülmesini ve rahatsız edilmesini yasaklar. Ayrıca direktif, yatırım projelerinin korunan türlerin koruma statüsü üzerinde hiçbir olumsuz etkisinin olmamasını şart koşmaktadır. Yatırım projelerinin yarasaları etkileme olasılığı varsa, bu etkilerden tercihen kaçınılmalıdır. Bir etki varsa ve kaçınılmazsa, yarasa popülasyonlarının koruma durumunun olumsuz etkilenmemesini sağlamak için proje programında hafifletici veya dengeleyici önlemlerin uygulanmasıyla etkiler azaltılmalıdır (*The Habitats Directive*, 1992).

Avrupa yarasalarının popülasyonlarının korunmasına ilişkin sözleşme (EUROBATS) 1991 yılında imzalanmıştır. Bu sözleşmeye göre; Taraflar, ilgili makamların izni olmaksızın yarasaların yakalanması, tutulması ve öldürülmesini yasaklayacak; yarasaların barınması ve korunması da dâhil olmak üzere, koruma statüsü için önemli olan yerleri belirleyecek; bu tür siteleri hasardan veya bozulmadan koruyacak; önemli beslenme alanlarını hasardan veya rahatsızlıktan korumak için çaba gösterecektir. Genel koruma amacıyla hangi habitatların korunacağına karar verirken, yarasalar için önemli olan habitatlara gereken ağırlığı verecek;

yarasaların korunmasını teşvik etmek için uygun önlemleri alacak ve yarasaların korunmasının önemi konusunda halkın bilincini geliştirecektir. Özellikle binalardaki yarasalarla ilgili olarak, kendi bölgesi içinde yarasaların korunması ve idaresine ilişkin tavsiyelerin sağlanması için uygun sorumluları tayin edecek; bu konudaki deneyimleri hakkında bilgi alışverişinde bulunacak; pestisitlerin yarasalar üzerindeki potansiyel etkilerini göz önünde bulunduracak ve yarasalar için oldukça zehirli olan kereste işleme kimyasallarını daha güvenli alternatiflerle değiştirmeye çalışacaktır (*EUROBATS*, 1991).

Çalışmada tespit edilen türlerin tamamı EUROBATS sözleşmesi kapsamında yer almaktadır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Çalışmada tespit edilen türlerin koruma statüleri

Tür Adı	**IUCN (Küresel)**	**IUCN (Akdeniz Bölgesi)**	**BERN Sözleşmesi**	**EUROBATS Sözleşmesi**
Eptesicus serotinus Schreber, 1774	LC	LC	EK-2	Var
Hypsugo savii Bonaparte, 1837	LC	LC	EK-2	Var
Miniopterus schreibersii (Kuhl, 1817)	VU	NT	EK-2	Var
Myotis daubentonii (Kuhl, 1817)	LC	LC	EK-2	Var
Myotis emarginatus (É. Geoffroy, 1806)	LC	LC	EK-2	Var
Myotis myotis (Borkhausen, 1797)	LC	LC	EK-2	Var
Myotis nattereri (Kuhl, 1817)	LC	LC	EK-2	Var
Nyctalus leisleri (Kuhl, 1817)	LC	LC	EK-2	Var
Nyctalus noctula (Schreber, 1774)	LC	LC	EK-2	Var
Pipistrellus kuhlii (Kuhl, 1817)	LC	LC	EK-2	Var
Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)	LC	LC	EK-2	Var
Pipistrellus pygmaeus (Leach, 1825)	LC	LC	EK-2	Var
Plecotus macrobullaris Kuzjakin, 1965	NT	NT	EK-2	Var
Rhinolophus euryale Blasius, 1853	VU	VU	EK-2	Var
Rhinolophus ferrumequinum (Schreber, 1774)	NT	NT	EK-2	Var
Rhinolophus hipposideros (Borkhausen, 1797)	LC	NT	EK-2	Var
Tadarida teniotis (Rafinesque, 1814)	LC	LC	EK-2	Var

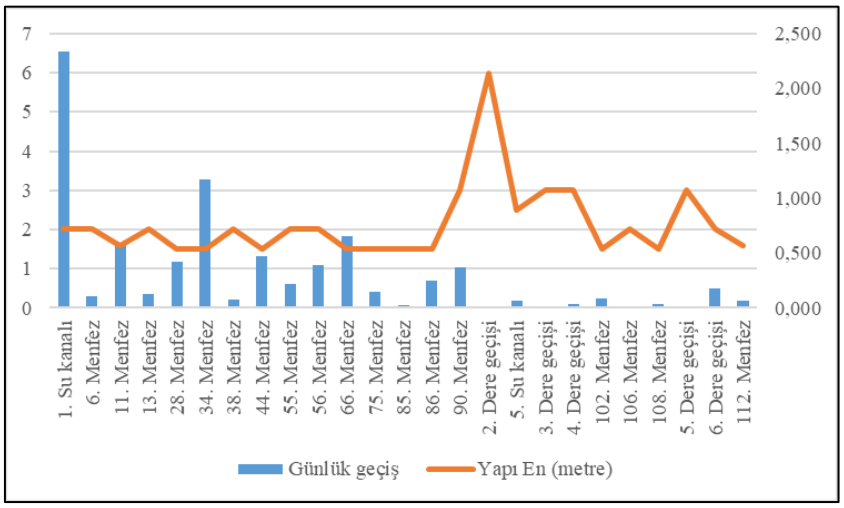
Fotokapan yöntemi, yarasa aktivite ve izleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmayan bir yöntemdir, ancak son zamanlarda bazı çalışmalarda kamera yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Buxton ve diğerleri, 2018; Hirakawa, 2005; G. Jones ve diğerleri, 2003: 83, 89; Rydell ve Russo, 2015). Fotokapanların avantajları yaban hayatı üzerindeki gözlemci etkilerini en aza indirmesidir (Buxton ve diğerleri, 2018; Caravaggi ve diğerleri, 2017; Welbourne ve diğerleri, 2017).

Fotokapan yöntemi, akustik çalışma yöntemi ile benzer sonuçlar verebilmektedir. Aynı yarasa bireylerinin birden fazla kaydedilmesi her iki yöntem için de aynı şekilde dezavantaj oluşturmaktadır (G. Jones ve diğerleri, 2003: 83, 89). Fotokapan yöntemi yarasaların mutlak popülasyon büyüklüğü hakkında kesin bilgi sağlamaz (Rydell ve Russo, 2015). Fotokapan çalışmaları ses çalışmalarına göre daha az çabayla daha uzun süreli izleme, daha düşük maliyet (seyahat, cihaz, yazılım, enerji kaynakları) imkânı sağlamaktadır.

Drenaj yapılarındaki fotokapan çalışmalarında yarasa geçişlerini karşılaştırabilmek için göreceli olarak belirlenen seviyelere göre 4 yapıda yüksek, 6 yapıda orta ve 14 yapıda düşük aktivite seviyesi tespit edilmiştir. 1 yapıda ise aktivite belirlenmemiştir.

Drenaj yapılarındaki ultrasonik ses çalışmalarında yarasa geçişlerini karşılaştırabilmek için göreceli olarak belirlenen seviyelere göre 5 yapıda yüksek, 5 yapıda orta ve 4 yapıda düşük aktivite seviyesi tespit edilmiştir. 2 yapıda ise aktivite belirlenmemiştir.

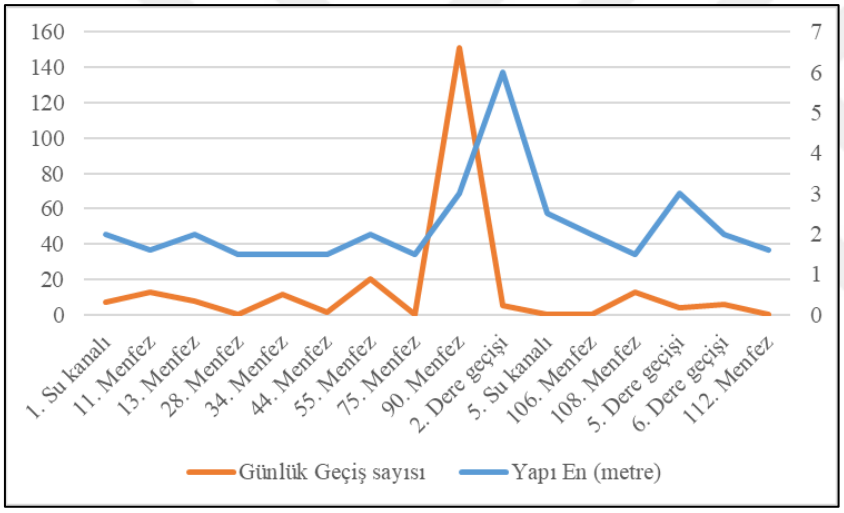
Fotokapan yöntemi ile otoyolda 25 drenaj yapısından 24 ünde yarasa geçişi tespit edilmiştir. Fotokapan etkinliği yapı ebatlarına göre değişiklik göstermektedir. Her bir yapı için hesaplanan günlük geçiş ortalaması; uzunluk, yükseklik, en ve yapı kesit alanı verileri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Buna göre, 3 m yüksekliğe kadar olan yapılarda, yapı eni azaldıkça fotokapanların etkinliği artmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı eni arasındaki ilişki

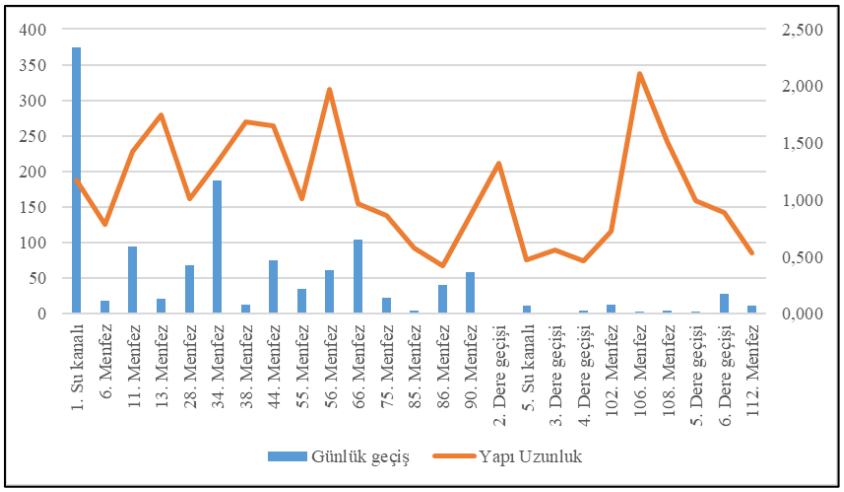
Ultrasonik ses kayıt yöntemi ile 16 drenaj yapısından 14'ünde yarasa geçişi tespit edilmiştir. Her bir yapı için hesaplanan günlük geçiş ortalaması; uzunluk, yükseklik, en ve kesit alanları ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Yükseklik *M. daubentonii* ve *P. pipistrellus* için önemli, en ise sadece *P. pipistrellus* için önemli bir faktör olarak bulunmuştur. Bu türler için yapı eni yüksekliğinden daha düşük bir öneme sahiptir. Bu nedenle de yükseklik, bu iki tür için enine kesit alanının en önemli bileşenidir (Boonman, 2011). Yaptığımız ultasonik ses çalışmalarında Boonman'dan farklı olarak birçok yapı için en arttıkça aktivitenin arttığı görülmektedir (Şekil 4.2). Yani yapı eni, kesit alanının önemli bileşenidir. Bunun aksine fotokapan çalışmalarında ise en arttıkça aktivite azalmıştır. Bunun nedeni de yapı eni arttıkça fotokapan etkinliğinin azalmasıdır.



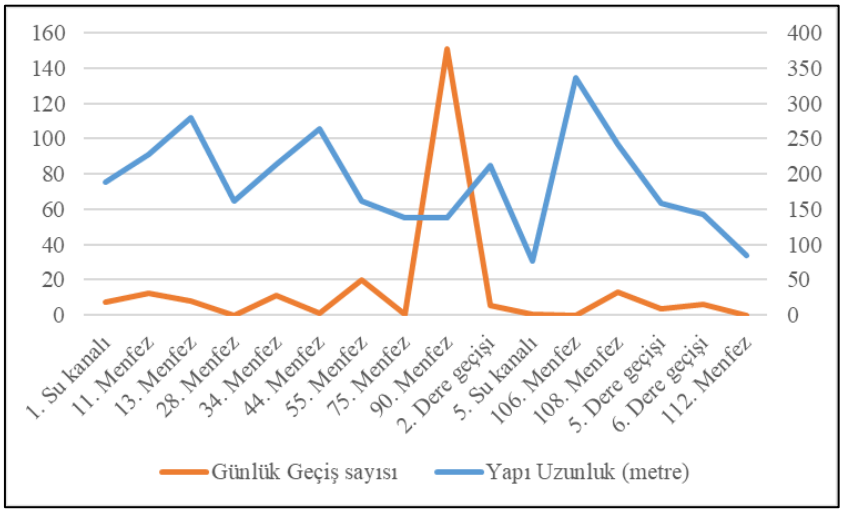
Şekil 4.2. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı eni arasındaki ilişki

Fotokapanlardaki günlük geçiş ortalaması ve yapı uzunluğu arasında anlamlı bir bağlantı olmadığı görülmektedir (Şekil 4.3). Uzunluk sınıflandırmasına göre aynı grupta olan yapılarda çok farklı geçiş sayıları tespit edilmiştir. Örneğin, 2. dere geçişinin uzunluğu 212 m ve günlük geçiş ortalaması 0,008'dir; en fazla yarasa geçişi olan 1. su kanalında uzunluk 188 m, günlük geçiş ortalaması 2,337'dir. Bunun tersi olarak da farklı uzunluklara sahip yapılarda birbirine yakın geçiş sayısı gözlenmiştir. Örneğin, 13. menfezin uzunluğu 280 m ve günlük geçiş ortalaması 0,129; 86. menfezin uzunluğu 68 m ve günlük geçiş ortalaması 0,248'dir.



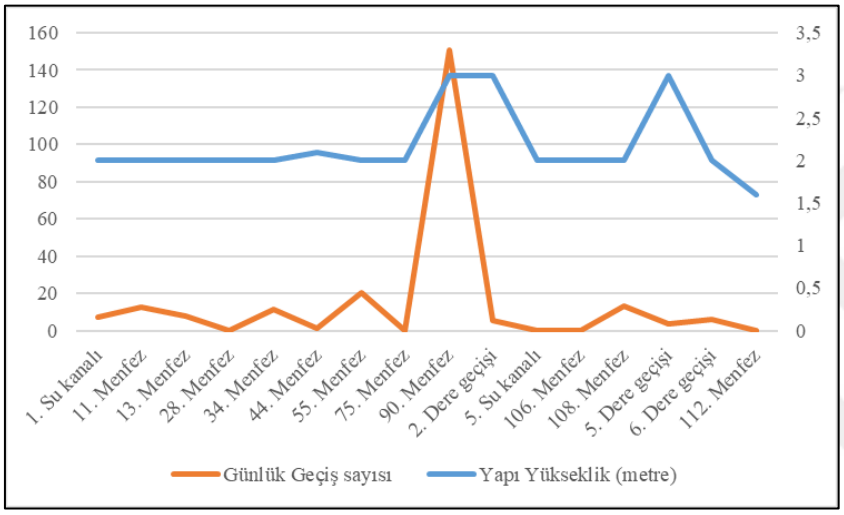
Şekil 4.3. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı uzunluğu arasındaki ilişki

Ultrasonik ses çalışmalarına göre de günlük geçiş ortalaması ile yapı uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Şekil 4.4). Uzun yapılarda düşük ve yüksek aktivite kaydedilirken kısa yapılarda da benzer aktive seviyeleri kaydedilmiştir. Almanya'da yapılan bir çalışmada yarasaların, yapılar 30 m'den daha uzun olsa bile alçak (1,5 m) ve dar (2 m) tünelleri kullandıkları belirtilmiştir (Bach ve diğerleri, 2004). Hollanda'da yapılan bir çalışmada da 3 tür için menfez uzunluğunun yarasa geçişlerini açıklamada önemli olmadığı vurgulanmıştır (Boonman, 2011). Bu sonuçlar bizim çalışmalarımızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.



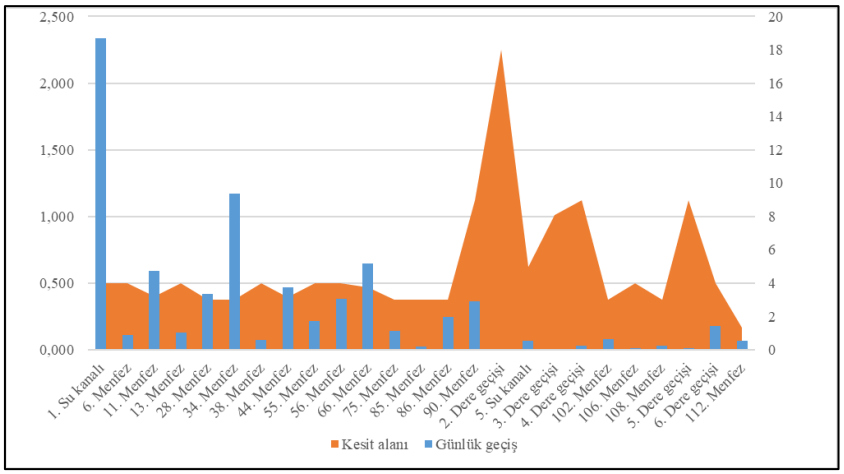
Şekil 4.4. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı uzunluk arasındaki ilişki

Yarasa türleri farklı uçuş yüksekliklerine sahip oldukları için birçok çalışmada yarasa geçişi ve yapı yüksekliği arasında anlamlı bir bağlantıdan bahsedilmektedir (Abbott ve diğerleri, 2015: 290, 299; Boonman, 2011). Çalıştığımız yapıların yükseklikleri 1,5 m ile 3 m arasında değişmekte ve bunların büyük çoğunluğu 2 m'dir. Bu yüzden yapı yükseklikleri yarasa aktivitesini analiz etmek için gerekli olan çeşitliliğe sahip değildir. Hem ultrasonik ses kayıt ve hem de fotokapan çalışmalarında kaydedilen günlük geçiş ortalaması ile yapı yüksekliği arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Şekil 4.5). Ayrıca yapı yüksekliği arttıkça fotokapanların etkinliğinin düşmesi de bu sonuçlarda etkilidir.



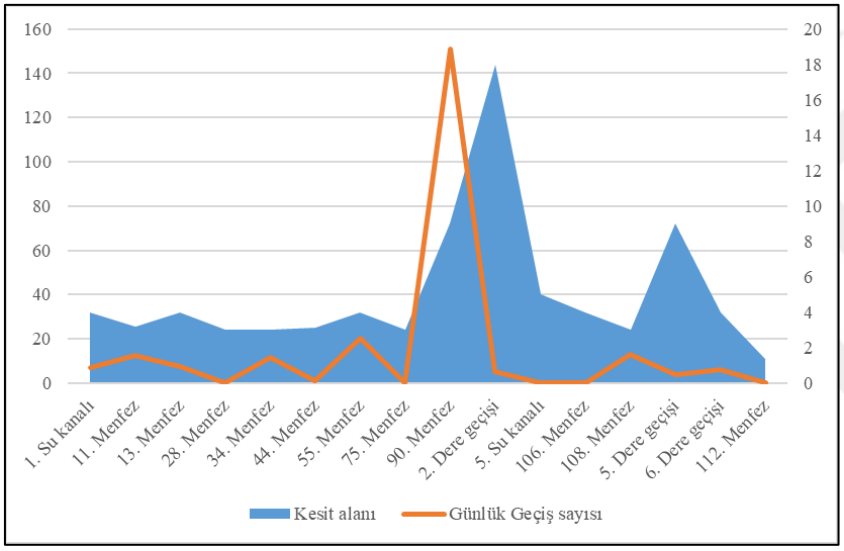
Şekil 4.5. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı yükseklik arasındaki ilişki

Fotokapan çalışmalarına göre 3-4 m² kesit alanına sahip olan yapılarda yarasa aktivitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile kesit alanı arasındaki ilişki

Ultrasonik ses çalışmalarında, günlük geçiş ortalamaları ile yapıların kesit alanları arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir (Şekil 4.7). Fotokapan çalışmalarında kesit alanının anlamlı bulunmasının nedeni ise yükseklik ve en azaldıkça fotokapan etkinliğinin artmasına bağlıdır. Kesit alanı ve yarasa geçişleri arasındaki ilişkiyi araştıran ve 54 menfezde yapılan bir ses çalışmasında kesit alanı 4 m²'den az olan 8 menfezin tamamında yarasa geçişi kaydedilmiştir. Menfezlerin minimum kullanım olasılığını 3 tür üzerinde değerlendirilmiş ve buna göre yapı kesit alanını *M. daubentonii* için 7 m², *Myotis dasycneme* için 18 m² ve *P. pipistrellus* için 47 m² hesaplamıştır (Boonman, 2011). Otoyolda yaptığımız bu çalışmada 1 drenaj yapısı (8,1 m²) hariç tüm yapılarda yarasa geçişi kaydedilmiştir.



Şekil 4.7. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile kesit arasındaki ilişki

Yapıların en, yükseklik, uzunluk ve kesit alanı özellikleri ile fotokapan etkinliği arasındaki ilişki Spearmen korelasyon analizi ile test edilmiştir (Barcelona Field Studies Centre, t.y.). Buna göre yapı eni, fotokapan etkinliği açısından belirleyici faktör olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). 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 (genişlik) faktörüdür.

Yapıların en, yükseklik, uzunluk ve kesit alanı özellikleri ile ultrasonik ses kayıt çalışmalarından elde edilen günlük geçiş ortalaması arasındaki ilişki de Spearmen korelasyon analizi ile test edilmiştir (Barcelona Field Studies Centre, t.y.) . Buna göre fotokapandakine benzer olarak yapı eni ve ayrıca yapı uzunluğu belirleyici faktör olarak

bulunmuştur (Çizelge 4.3). Diğer yapı özellikleri ile günlük geçiş ortalaması arasında zayıf bir korelasyon olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Fotokapan günlük geçiş ortalaması ile yapı ebatları arasındaki ilişki (Spearman'ın Sıralama Korelasyon)

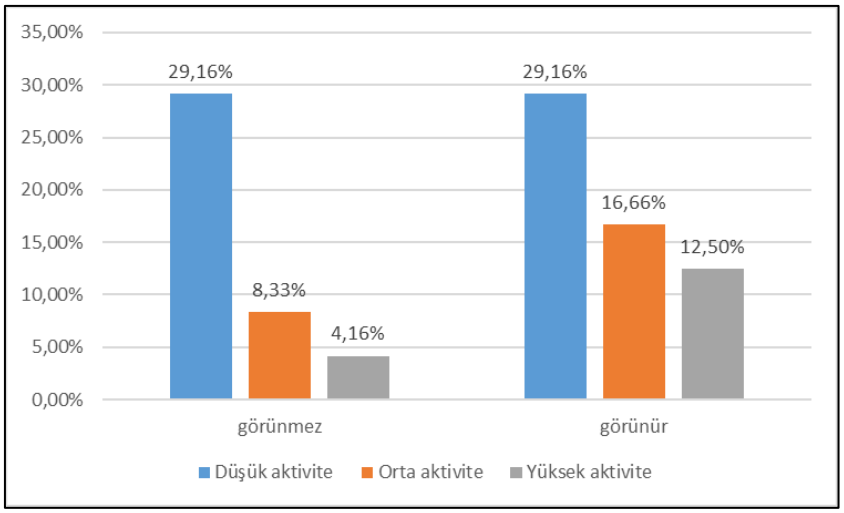
Fotokapan	Yükseklik	En	Kesit alanı	Uzunluk
Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Rs)	-0,20581	-0,45378	-0,33795	-0,22928

Çizelge 4.3. Ultrasonik seslerin günlük geçiş ortalaması ile yapı ebatları arasındaki ilişki (Spearman'ın Sıralama Korelasyon)

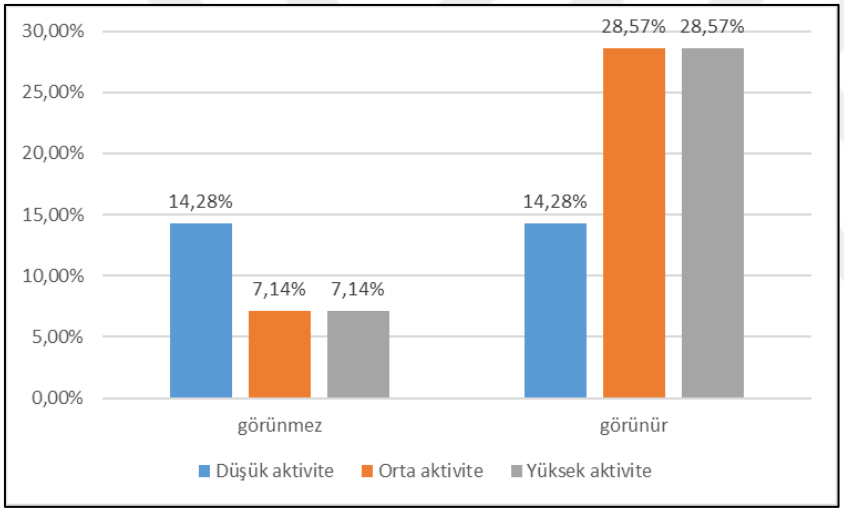
Ultrasonik ses	Yükseklik	En	Kesit alanı	Uzunluk
Spearman'ın Sıralama Korelasyon Katsayısı (Rs)	0,34014	0,51935	0,31392	0,40142

Yol altyapılarında yapı giriş görünürlüğünün orta ve büyük memelilerin geçişlerini etkilediği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Bond, 2003; Chambers ve Bencini, 2015; Clevenger ve diğerleri, 2001; Highways England, 2019; Kitzes ve Merenlender, 2014; O'Connor ve Green, 2011; Pourshoushtari ve diğerleri, 2018; van der Ree ve diğerleri, 2015). Bunun aksine yapı giriş görünürlüğü ile yarasaların geçişleri arasındaki ilişkiyi değerlendiren herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Drenaj yapı girişlerinin yararasalar tarafından görünürlüğü yapılardaki yarasa geçişini etkileyen önemli parametrelerden biri olarak bulunmuştur. Çalışma yapılan yapılarından 14 tanesinde girişlerinin her ikisi de görünür, 10 tanesinde girişlerinden biri görünmez, sadece bir yapıda (6. menfez) iki giriş de görünmez özelliktedir. Fotokapandaki günlük geçiş ortalamasına göre sınıflandırılan yapılardan 15 tanesi görünür, 9 tanesi ise görünmez yapı girişine sahiptir (Şekil 4.8). Ultrasonik ses günlük geçiş ortalamasına göre sınıflandırıan yapılardan 10 tanesi görünür 4 tanesi de görünmez girişi olan yapılardır (Şekil 4.9). Fotokapan ve ultrasonik ses çalışmalarının sonuçlarına göre görünür yapılar yarasalar tarafından geçiş için daha çok tercih edilmektedir.



Şekil 4.8. Yapı görünürlüğüne göre fotokapanlardaki yarasa geçiş oranları



Şekil 4.9. Yapı görünürlüğüne göre Ultrasonik ses kayıt cihazlarındaki yarasa geçiş oranları

Fotokapan ve ultrasonik ses çalışmalarının sonuçlarında yapı civarındaki habitatların yarasalar için uygunluğu da önemlidir. Böceklerin bol olduğu su kütleleri, annelik kolonileri, tüneme alanları, kış tünekleri ve göç yolları olan alanlarda yarasalar yüksek yoğunluklarda toplandığı için böyle alanlarda daha yüksek aktivite seviyesi tespit edilebilir (Adams, 2013).

Tüm canlılarda olduğu gibi yarasalarda da habitat seçimi türdeşlerin varlığı ve başarısı ile ölçülmektedir. Habitatlar ile yarasalar arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan bazı çalışmalar yapılmıştır (Hillen ve diğerleri, 2011; Kaňuch ve diğerleri, 2008; Kipson ve diğerleri, 2018; Zeale ve diğerleri, 2012; Zukal ve Řehák, 2006). Ancak EUNIS habitat tipleri ile yarasa aktivitesi arasındaki ilişki konusunda herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

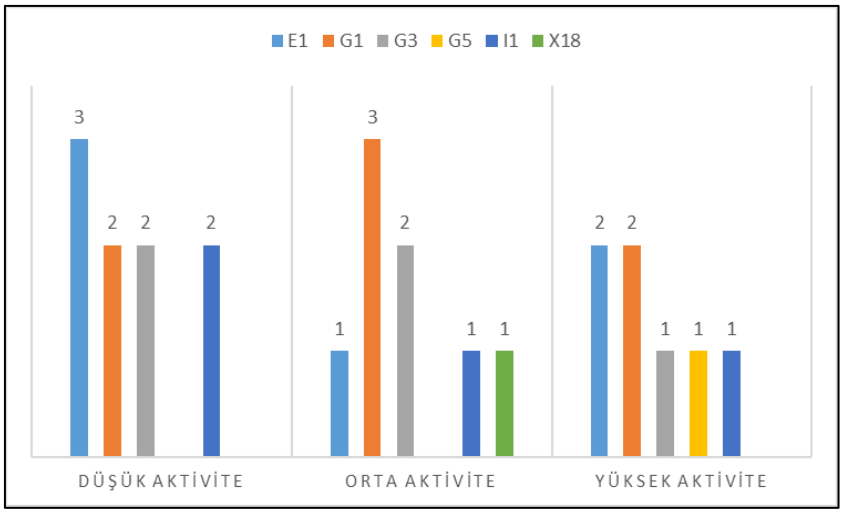
Habitat tipleri, yol ve türlerin aktivite seviyesindeki etkileşimi incelemek amacıyla Amerika'nın Indiana eyalet ormanlarında ve çevresinde yapılan 28 mobil akustik araştırmada, asfaltsız yerel yollar, açık gölgelik orman ve orman kenarlarıyla kaplı yollarda aktivite beklenenden daha yüksek, devlet karayolları, diğer yollar ve ayrıca açık alanlardaki yollarda aktivite beklenenden düşük bulunmuştur. Buna göre bir yolun yarasa aktivitesi üzerindeki etkisi, çevredeki habitat özelliklerine bağlıdır (Pourshoushtari ve diğerleri, 2018).

Böcekçil yarasa aktivitesi, genel bitki örtüsü yoğunluğu ile pozitif korelasyon gösterme eğilimindeyken (Bullen ve Dunlop, 2012), doğal bitki örtüsünün olmaması nedeniyle tarım alanları gibi açık alanlarda genellikle düşük seviyededir (Henderson ve Broders, 2008).

Orta Avrupa'da orta büyüklükte bir kent ve civarındaki 7 habitat tipinde ultrasonik ses cihazıyla yapılan bir çalışmada, incelenen yedi habitat tipinin tamamında yarasa kaydedilmiştir, ancak her bir tür ve habitat tipi için aktivite seviyeleri önemli ölçüde farklı bulunmuştur (Gaisler ve diğerleri, 1998).

Moravian Karst'ta (Çek Cumhuriyeti) 21 bölgede yarasa dedektörleri kullanılarak yapılan bir çalışmada dokuz habitat belirlenmiştir. Yarasa türlerinin sayısı en yüksek kayalık habitatlarda (13 tür) ve en düşük tarım alanlarında kaydedilmiştir (3 tür). Yarasa topluluğunun uçuş aktivitesinin en yüksek yoğunluğu göletler ve akarsularda gözlemlenmiştir (Zukal ve Řehák, 2006).

Bu çalışma ile tüm otoyol güzergâhı boyunca 13 EUNIS habitat tipinin varlığı belirlenmiştir. Çalışma yapılan yapılar etrafında ise ağırlıklı habitat tipi olarak 6 habitat tipi tanımlanmıştır (Çizelge 4.4). Fotokapan ve ultrasonik ses çalışmalarına bağlı olarak bu 6 habitat tipi ile drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tüm ağırlıklı habitat tiplerinde yarası aktivitesi kaydedilmiştir. X18 haricindeki habitat tiplerinden en az bir yapıda yüksek aktivite gözlenmiştir. G5 ve X18 haricindeki tüm habitatlarda düşük aktivite gözlenmiştir. Buna göre yapı civarındaki ağırlıklı habitat tipi drenaj yapılarındaki yarasa geçişi üzerinde doğrudan bir etkiye sahip değildir (Şekil 4.10).



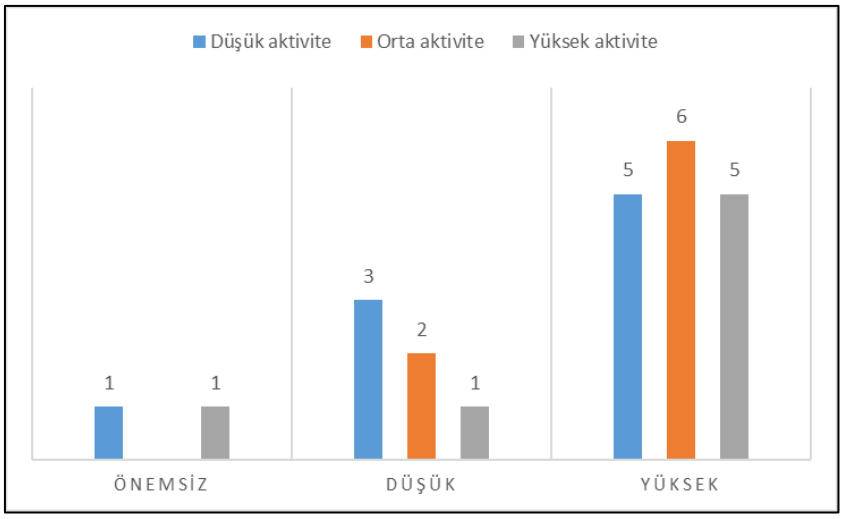
Şekil 4.10. Yapı civarındaki ağırlıklı EUNIS habitat tipleri ile yapılardaki yarasa aktivite yoğunlukları

Ilıman bölgelerdeki yarasalar, birden fazla tünek türü kullanır. Dişiler bazen gündüz ve gece tünekleri olarak kullanılan analık tüneklerinde yavru yetiştirir; erkekler ve üremeyen dişiler ise genellikle gündüzleri geceleri olduğundan farklı tünekler kullanırlar (Kunz, 1982). Gece tünekleri olarak kullanılan yapılar genellikle enerjinin korunması, yırtıcılardan korunma, bilgi aktarımı, sosyal etkileşim, avın tüketimi ve sindirimi gibi çeşitli işlevlere hizmet etmektedir (Kunz, 1982; Perlmeter ve diğerleri, 1996).

Yarasa aktivitesindeki değişkenlik rakım, yakın çevredeki habitat tiplerine bağlıyken tünek mevcudiyeti ve konumu da önemli bir rol oynamaktadır (Georgiakakis ve diğerleri, 2010).

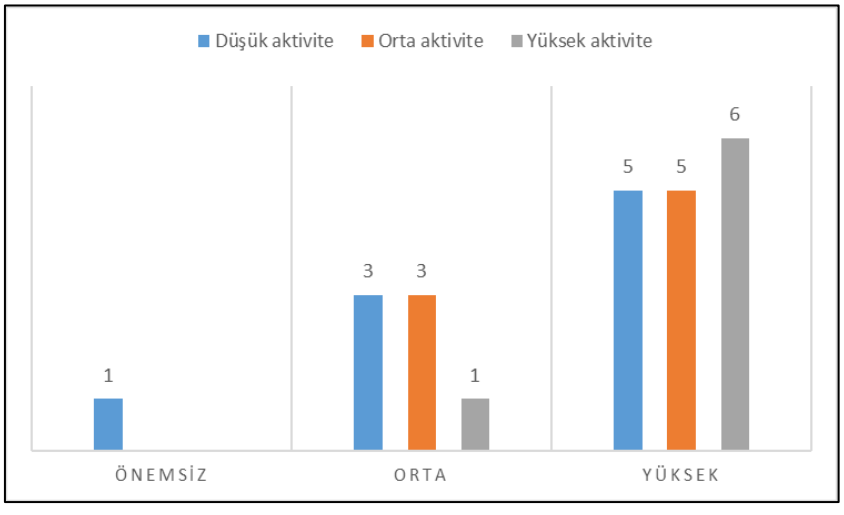
Drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi ile potansiyel tünek alanları, beslenme ve gidiş geliş habitatları arasındaki ilişki aşağıda ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Çalışma yapılan 25 yapıdan 24'ünde yarasa aktivitesi kaydedilmiştir. Potansiyel tünek alanı sınıflandırmasına göre yüksek öneme sahip 16 yapıdan 5 tanesinde yüksek aktivite belirlenmiştir. Aynı zamanda çevresinde yüksek önemde tünek alanı bulunan yapılarda düşük ve orta aktiviteye sahip yapı sayısı da diğer (önemsiz ve düşük) önemdeki habitatlardan daha fazladır. Fakat önemsiz habitatlardan birinde bulunan 1 yapıda yüksek aktivite gözlenmiştir (Şekil 4.11).



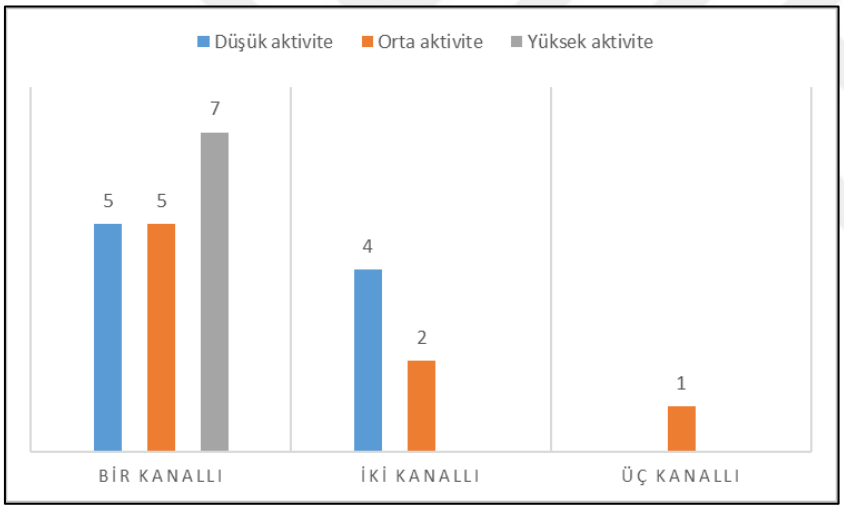
Şekil 4.11. Potansiyel tünek alanı sınıflandırmasına göre drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi

Potansiyel beslenme ve gidiş dönüş habitatlarının sınıflandırmasına göre yüksek öneme sahip habitat içerisinde bulunan 16 drenaj yapısından 6 tanesinde yüksek aktivite belirlenmiştir. Yüksek öneme sahip habitatlarda orta ve düşük aktivite seviyeleri de kaydedilmiştir. Aynı zamanda orta önemdeki habitatların birinde de yüksek aktivite belirlenmiştir. Sadece bir yapı etrafında önemsiz habitat bulunmakta ve bunda da düşük aktivite seviyesi kaydedilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Potansiyel beslenme ve gidiş dönüş alanı sınıflandırmasına göre drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi

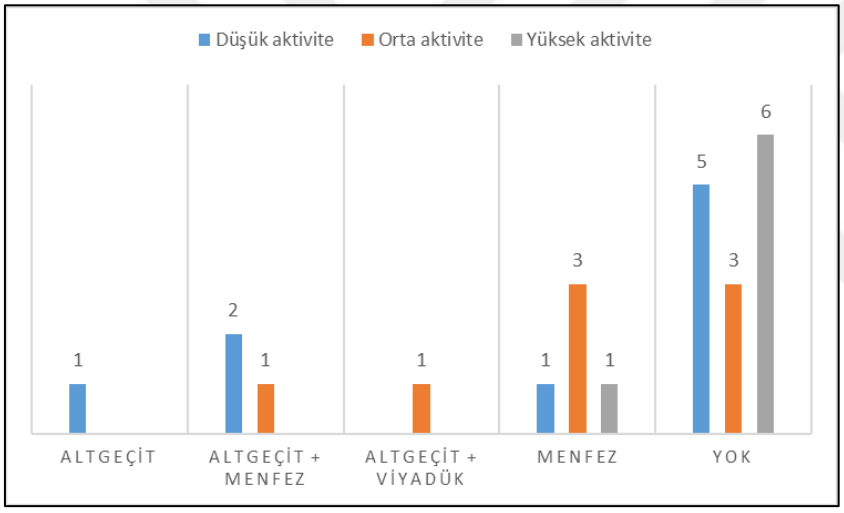
Çalışma yapılan 25 drenaj yapısından 17 tanesi bir, 6 tanesi iki ve 1 tanesi de üç kanallıdır. Hiç aktivite kaydedilmeyen 3. dere geçişi ise iki kanallıdır. Çalışmalarda kullanılan fotokapan ve ultrasonik ses kayıt cihazlarının kısıtlı sayıda bulunmaları nedeniyle, birden fazla kanalı olan yapılarda sadece bir kanalda çalışma yapılmıştır. Kanal sayısına göre drenaj yapısındaki aktivite değerlendirildiğinde bir kanallı yapılarda en fazla yüksek aktivite seviyesi kaydedilmiştir. Aynı zamanda orta ve düşük aktivite seviyeleri de en fazla bu yapılarda gözlenmiştir. İki kanallılarda yüksek aktivite seviyesi belirlenmemiştir, düşük ve orta aktivite seviyeleri de tek kanallılara göre yaklaşık %50 azalmıştır. Üç kanallı yapıda orta aktivite seviyesi kaydedilmiştir (Şekil 4.13). Bu sonuçlara göre otoyollardaki birden fazla kanalı olan yapıların tüm kanallarında çalışma yapılması yarasa aktivitelerinin tam olarak belirlenebilmesi sağlayacaktır. Kanal sayısı ve yarasa aktivitesi arasında ters korelasyon bulunmuştur.



Şekil 4.13. Drenaj yapılarındaki kanal sayısına göre yarasa aktivitesi

Yapılardaki yarasa aktivitesinin nedenlerini anlamak için bir yapının çevresindeki önemli özelliklerden sadece bir tanesini çalışılması yeterli değildir. Bir yapı sadece tünek alanı açısından değerlendirilmiş olsaydı, düşük ve önemsiz habitatlardaki yüksek yarasa aktivite seviyesini veya yüksek önemdeki habitatlardaki düşük yarasa aktivite seviyesini açıklamak mümkün olmayacaktı. Bundan dolayı yarasaların drenaj yapılarındaki aktivitelerinin anlaşılması için yapı etrafındaki tünek alanı, beslenme ve gidiş dönüş habitatları önem seviyeleri ile drenaj yapılarının yakınında alternatif geçiş yapılarının varlığı, kanal sayısı ve girişlerinin görünürlüğünün birlikte değerlendirilmesi daha uygun olacaktır (Çizelge 4.4).

Otoyolun çalışma yapılan bölümünde 27 altgeçit, 4 köprü, 2 viyadük, 138 menfez, 11 su kanalı ve 9 dere geçişi olmak üzere toplam 191 geçiş yapısı bulunmaktadır. Otoyolda yaklaşık 500 metrede bir geçiş yapısı bulunmaktadır. Bunlar bazen, arazinin topografyası, yerleşim yerlerinin bulunması gibi nedenlerle birbirlerine çok yakın (35 m) olabilmektedir. Dolayısı ile bazı yapıların yakınında yarasaların geçişi için birden fazla alternatif yapı bulunmaktadır. Çalışma yapılan drenaj yapılarına 150 metre mesafedeki alternatif yapıların varlığına göre yapı içindeki yarasa aktiviteleri değerlendirilmiştir (Çizelge 4.4). Buna göre 150 metre içerisinde yapı bulunmayanlardaki aktivite seviyesi diğerlerine göre yüksektir. Ancak yakınında alt geçit, viyadük ve köprü gibi daha büyük yapıların olduğu drenaj yapılarında, yakınında sadece menfez bulunanlara göre aktivite seviyeleri oldukça az bulunmuştur (Şekil 4.14).



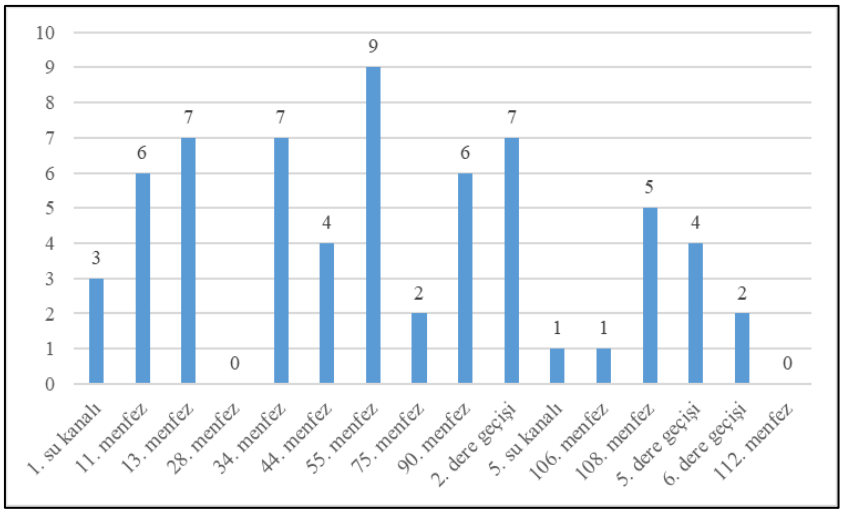
Şekil 4.14. Drenaj yapısı yakınında alternatif geçiş yapılarının bulunmasına göre yarasa aktivitesi

Fotokapan ve ultrasonik ses çalışmaları sonucunda yapıların çevrelerinde potansiyel tünek alanı ve beslenme habitatlarının uygunluğu ve yapının bu iki özelliği birbirine bağlar nitelikte olması (Medinas vd, 2019; Berthinussen and Altringham, 2012), yapıların bir kanallı olması, girişlerin yarasa geçişi için görünür olması, yapıların çevresinde alternatif daha uygun bir geçiş yapısının bulunmaması yüksek aktivitenin nedenleridir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Çalışma yapılan drenaj yapılarındaki yarasa aktivitesi ve aktiviteyi etkileyen özellikler (*: ultrasonik ses kayıt çalışmaları gerçekleştirilmeyen yapılar)

Yapılar	Fotokapan ortalama günlük geçiş	Ultrasonik ses kayıt cihazı ortalama günlük geçiş	Ağırlıklı EUNIS habitat tipi	Potansiyel tünek habitatları	Potansiyel beslenme ve gidiş dönüş habitatları	Yapı giriş görünürlüğü	Yapı Kanal Sayısı	Yakınınlarda alternatif geçiş yapısı (150 metre içindeki)
1. Su kanalı	Yüksek	Orta	I1	Önemsiz	Yüksek	Görünür	1	Yok
6. Menfez	Düşük	*	I1	Yüksek	Yüksek	Görünmez	1	Yok
11. Menfez	Yüksek	Yüksek	E1	Yüksek	Yüksek	Görünür	1	Yok
13. Menfez	Düşük	Orta	G1	Yüksek	Yüksek	Görünmez	2	Menfez
28. Menfez	Orta	Yok	E1	Yüksek	Orta	Görünmez	1	Altgeçit + Viyadük
34. Menfez	Yüksek	Yüksek	G5	Yüksek	Yüksek	Görünür	1	Yok
38. Menfez	Düşük	*	G1	Düşük	Orta	Görünmez	2	Altgeçit
44. Menfez	Orta	Düşük	G1	Yüksek	Orta	Görünür	1	Menfez
55. Menfez	Orta	Yüksek	G1	Yüksek	Yüksek	Görünmez	1	Yok
56. Menfez	Orta	*	X18	Yüksek	Yüksek	Görünür	1	Yok
66. Menfez	Yüksek	*	E1	Yüksek	Orta	Görünmez	1	Yok
75. Menfez	Düşük	Düşük	G1	Yüksek	Orta	Görünür	1	Altgeçit + Menfez
85. Menfez	Düşük	*	I1	Yüksek	Orta	Görünmez	1	Yok
86. Menfez	Orta	*	I1	Yüksek	Orta	Görünür	1	Altgeçit + Menfez
90. Menfez	Orta	Yüksek	G1	Yüksek	Yüksek	Görünür	1	Menfez
2. Dere geçişi	Düşük	Orta	G1	Yüksek	Yüksek	Görünür	3	Yok
5. Su kanalı	Düşük	Düşük	E1	Yüksek	Önemsiz	Görünmez	2	Yok
3. Dere geçişi	Yok	*	G3	Önemsiz	Yüksek	Görünmez	2	Yok
4. Dere geçişi	Düşük	*	E1	Önemsiz	Yüksek	Görünür	2	Menfez
102. Menfez	Düşük	*	E1	Yüksek	Yüksek	Görünür	1	Yok
106. Menfez	Düşük	Düşük	G3	Düşük	Yüksek	Görünmez	2	Altgeçit + Menfez
108. Menfez	Düşük	Yüksek	G3	Düşük	Yüksek	Görünür	1	Yok
5. Dere geçişi	Düşük	Orta	G3	Düşük	Yüksek	Görünür	1	Menfez
6. Dere geçişi	Düşük	Orta	G3	Düşük	Yüksek	Görünür	2	Yok
112. Menfez	Düşük	Yok	G3	Düşük	Yüksek	Görünmez	1	Yok

Ultrasonik ses çalışması gerçekleştirilen 16 yapından 2 tanesinde (28. menfez ve 112. menfez) yarasa sesi kaydedilmemiştir. Diğer 14 yapıda yarasalara ait sesler kaydedilmiştir. En fazla tür (9 tür) 55. menfezde kaydedilmiştir. En az tür ise birer tür ile 5. su kanalı ve 106. menfezde kaydedilmiştir (Şekil 4.15).



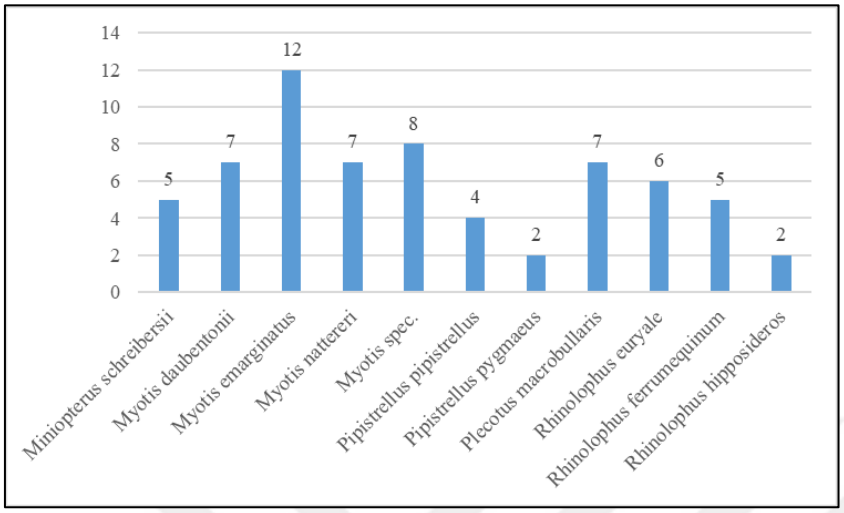
Şekil 4.15. Drenaj yapılarında tespit edilen tür çeşitliliği

Yarasa tünek alanları ile beslenme alanları arasındaki mesafeler türlere göre farklılık göstermektedir. *P. pipistrellus*'un tünekten 10 km uzaklıktaki bir alanda aktiviteleri tespit edilmiştir (Swift, 1980). *P. pipistrellus*'un yaklaşık 3,5 km, *P. pygmaeus*'un ise yaklaşık 2 km yarıçapındaki çekirdek alanı (core alan) kullandığı kaydedilmiştir (Nicholls ve Racey, 2006). *H. savii*'in ev alanını (home range) belirlemek için yapılan bir çalışmada gebe dişilerin yiyecek aramak için tünekten maksimum 14,2 km uzağa, emziren dişilerin ise maksimum mesafe 9,3 km uzağa gittikleri kaydedilmiştir (Kipson ve diğerleri, 2018). *R. euryale*'nin habitat seçimi ile ilgili yapılan bir çalışmada yarasaların tünek alanından 10 km uzaklıktaki beslenme alanlarında avlandıkları belirlenmiştir (Aihartza ve diğerleri, 2003). *M. emerginatus*'un tünek alanından 8,1 km uzakta yiyecek aradıkları kaydedilmiştir (Zahn ve diğerleri, 2010).

Yarasaların tünek ve beslenme alanları arasındaki mesafeleri dolaşma şekli türlere göre değişebilir. Örneğin, *N. noctula* ve *E. serotinus* gibi büyük türler düzenli olarak doğrudan beslenme alanlarına uçmayı seçerler. Onlarca metre yükseklikten uçarlar. *P. pipistrellus* ve *M. daubentonii* gibi küçük türler genellikle beslenme alanlarına doğrusal öğeleri takip ederek giderler. *M. daubentonii* ve *P. auritus* yarasaları yapay ışıktan kaçınırlar ve genellikle sakin alanları tercih ederler. Bir yolu geçmeleri gerekirse en karanlık yerini tercih ederler, açık bir menfez, alt geçit veya köprü altından geçerler (Limpens ve diğerleri, 2005).

Drenaj yapılarında ultrasonik ses kayıt yöntemi ile 10 tür bir cins seviyesinde takson tespit edilmiştir. Bu türlerden en fazla aktivite gösterenlerden *M. emarginatus*, yarasa sesi tespit

edilen 14 drenaj yapısından 12'sinde; *M. daubentonii*, *M. nattereri* ve *P. macrobullaris* ise 7'sinde tespit edilmiştir. *P. pygmeus* türü ise sadece 2 yapıda tespit edilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Türlerin tespit edildikleri drenaj yapı sayısı

Türlerin drenaj yapılarındaki aktivitelerinin yapıların en, yükseklik ve uzunluklarına göre dağılımları değerlendirilmiştir. *Rhinolophus* spp. geçiş için geniş ve yüksek yapıları tercih etmezken, diğer türlerin tercihlerinde en ve yüksekliğe bağlı bir seçim belirlenmemiştir.

O'brien vd., 2018 tarafından yarasa türlerinin tipik uçuş davranış ve boylarına göre yaptığı fonksiyonel grup sınıflandırmasına göre, drenaj yapılarında tespit edilen 10 türden 4'ü A (Manevra kabiliyeti oldukça yüksek yarasalar), 3'ü B (Manevra kabiliyeti yüksek olanlar), 2'si C (Orta manevra kabiliyeti olan yarasalar, genellikle bitki örtüsü ve yapılar boyunca uçar) ve 1'i D (Orta manevra kabiliyeti olan yarasalar, daha düz uçuş düzeni olanlar) sınıfında yer almaktadır. A sınıfındaki türler açık alanları geçerken 2 metrenin altında uçarlar (OBrien ve diğerleri, 2018), çalışmada da tespit ettiğimiz bu gruptaki *R. hipposideros, M. emarginatus, M. nattereri ve P. macrobullaris* 2 metrenin altındaki yapılarda tespit edilmiştir. *R. hipposideros* sadece otoyolundaki nehir köprülerinin altından geçerken kaydedilmiştir (Abbott, Butler, ve diğerleri, 2012). B sınıfındaki türler açık alanları geçerken 5 metrenin altındaki yüksekliklerde uçarlar (OBrien ve diğerleri, 2018), yapılarda tespit ettiğimiz *R. euryale* ve *R. ferrumequinum* 2,5 metrenin altındaki yapılarda tespit edilmiş, *M. daubentonii* ise hem alçak hem de yüksek olarak tanımlanan yapılarda belirlenmiştir. *M. daubentonii*'nin genellikle sürekli su akışı bulunan yapıları tercih ettiği belirlenmiştir. Bach vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur (Bach ve diğerleri,

2004). C ve D sınıflarındaki türler açık alanları geçerken 2-10 metre yüksekliklerden uçarlar (OBrien ve diğerleri, 2018), çalışmada tespit ettiğimiz bu sınıftaki yarasa türleri (*M. schreibersii, P. pipistrellus* ve *P. pygmaeus)* ise tüm yapı yüksekliklerinde gözlenmiştir. *R. hipposideros, R. euryale* ve *R. ferrumequinum* türleri için genişlik ve yükseklik sınırlayıcı faktördür. C ve D sınıflarındaki *M. schreibersii, P. pipistrellus* ve *P. pygmaeus* türlerine ait bireylerin dar ve alçak yapıları kullandıkları ancak bu yapılardan uzun olanlarını kullanmadıkları belirlenmiştir. Abbott'un çalışmasında, bizim çalışmamızın aksine bölgede aktif olan *P. pipistrellus* ve *P. pygmaeus* türlerinin dar (<1.5 m çapında) menfezlerden geçmedikleri ifade edilmiştir (Abbott, Harrison, ve diğerleri, 2012). *P. pipistrellus* gibi türlerin drenaj yapılarını geçmeleri için yapı uzunluğu arttıkça kesit alanının da artması gerekmektedir (Limpens ve diğerleri, 2005). *M. nattereri* ve *M. daubentonii*'nin uzun olsalar bile (> 30 m) zaten nispeten alçak(1,5 m) ve dar (2 m) yapıları kullanmaktadırlar (Bach ve diğerleri, 2004). Bizim çalışmamızda da benzer ebattaki yapıları kullandıkları belirlenmiştir (Çizelge 4.5; Çizelge 4.6; Çizelge 4.7).

Çizelge 4.5. Yapı enine göre türlerin dağılımı (Dar: 1,5-2,9 m; Geniş: 3-6 m)

Türler	**Dar**	**Geniş**
Miniopterus schreibersii	*	*
Myotis daubentonii	*	*
Myotis emarginatus	*	*
Myotis nattereri	*	*
Pipistrellus pipistrellus	*	*
Pipistrellus pygmaeus	*	*
Plecotus macrobullaris	*	*
Rhinolophus euryale	*	
Rhinolophus ferrumequinum	*	
Rhinolophus hipposideros	*	

Çizelge 4.6. Yapı yüksekliğine göre türlerin dağılımı (Alçak: 1,6-2,5 m; Yüksek: 2,6-3 m)

Türler	**Alçak**	**Yüksek**
Miniopterus schreibersii	*	*
Myotis daubentonii	*	*
Myotis emarginatus	*	*
Myotis nattereri	*	*
Pipistrellus pipistrellus	*	*
Pipistrellus pygmaeus	*	*
Plecotus macrobullaris	*	*
Rhinolophus euryale	*	
Rhinolophus ferrumequinum	*	
Rhinolophus hipposideros	*	

Çizelge 4.7. Yapı uzunluğuna göre türlerin dağılımı (Kısa: 70-170 m, Orta: 171-250 m, Uzun: 251 m ve üstü)

Türler	Kısa	Orta	Uzun
Miniopterus schreibersii	*	*	
Myotis daubentonii	*	*	*
Myotis emarginatus	*	*	*
Myotis nattereri	*	*	*
Pipistrellus pipistrellus	*	*	
Pipistrellus pygmaeus	*		
Plecotus macrobullaris	*	*	*
Rhinolophus euryale	*	*	*
Rhinolophus ferrumequinum	*	*	*
Rhinolophus hipposideros	*	*	

Yarasaların vücut boyutu, kanat formu, ekolokasyon çağrı yapısı, beslenme ve tüneme ekolojisi nasıl uçtuklarını ve araziyi nasıl kullandıklarını belirler (Altringham ve Berthinussen, 2013). Yol kenarı ve yol üstündeki yarasa türlerini belirlemek amacıyla yapılan transekt çalışmalarında 10'u tür ve 1'i cins seviyesinde olmak üzere 11 takson kaydedilmiştir (Çizelge 4.8). Yaptığımız çalışmanın metodu bu türlerin yolu üstten geçip geçmediklerine karar vermek için yeterli değildir. Ancak güzergah boyunca menfezleri kullanmayan türlerin varlığı konusunda bilgi sağlanmıştır.

Çoğunlukla yüksekte ve açık hava sahasında 10 m üzerinde uçan daha az manevra kabiliyetine sahip (E) (OBrien ve diğerleri, 2018) *T. teniotis, N. leisleri ve N. noctula* drenaj yapılarında kaydedilmemiştir. Abbott ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada da *N. leisleri* her zaman yol tünellerinin ve menfezlerinin üzerinde kaydedilmiştir (Abbott, Butler, ve diğerleri, 2012). Bizim çalışmamızda da bu tür yol üstünde veya kenarında yüksek aktivite seviyesinde kaydedilmiştir (Çizelge 4.8). Almanya'da yapılan bir çalışmada, *Nyctalus noctula*, yüksekliği bizim çalışmamızdaki ile aynı (3 m), çalışma yaptığımız yapılardan çok geniş (12 m) ve çok kısa (40 m) olan yapıların içinde kaydedilmiş, ancak üstündekinden daha az sayıda kaydedilmiştir (Ransmayr ve diğerleri, 2014).

Orta manevra kabiliyetine ve daha düz uçuş desenine sahip, 2-10 m yüksekliklerde uçan (D) (OBrien ve diğerleri, 2018) türlerden *E. serotinus* ve *H. savii* çalışılan drenaj yapılarında gözlenmemiştir (Çizelge 4.8). Benzer şekilde 120 metrekarenin altındaki menfezlerde *E. serotinus* kaydedilmemiştir (Boonman, 2011). *H. savii* de menfezin (1,7 m yükseklik, 18 m genişlik ve 30 m uzunluk) içinden çok dışında kaydedilmiştir (Ransmayr ve diğerleri, 2014).

Orta manevra kabiliyetine sahip ve genellikle bitki örtüsü veya yapılar boyunca avlanan, 2-10 m yükseklikte uçan (C) (OBrien ve diğerleri, 2018) *Myotis myotis, Pipistrellus kuhlii* ve *Pipistrellus pipistrellus* türlerden sadece *P. pipistrellus* en ve yükseklik özellikleri açısında seçici değilken, yani hepsinden geçerken, uzun olarak sınıflandırdığımız yapılarından geçmemiştir. Aynı zamanda *P. pipistrellus* transekt çalışmalarımızda en yoğun kaydedilen türdür. *P. pipistrellus* otoyol altı rotalarını, özellikle nehir köprülerini, otoyol üstü rotalardan daha fazla kullanmaktadır (Abbott, Butler, ve diğerleri, 2012). Bizim çalışmamızda *M. myotis* ve *P. kuhlii* drenaj yapılarında kaydedilmemiştir. *M. myotis* transekt çalışmalarında ve sadece bir noktada bir kez kaydedilmiştir. Bach ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada *M. myotis* en az 3,5 m yüksekliğe sahip tünellerde kaydedilmiştir (Bach ve diğerleri, 2004). Çalışma yaptığımız drenaj yapıları en fazla 3 m yüksekliğe sahip olduğu için bu tür için yüksekliğin sınırlayıcı bir faktör olabileceği düşünülmektedir. Sadece transekt çalışmalarımızda orta aktivite seviyesine kaydedilen *P. kuhlii* (Çizelge 4.8), Portekşzde yapılan bir çalışmada yüksekliği 4,2-4,3 m ve genişliği 9 m ve ortalama uzunluğu 34 m olan tünellerden en uzun olanlarında daha yüksek aktivite seviyesinde kaydedilmiştir (Barros, 2014).

Genellikle ağaç yaprakları içinde veya bitki örtüsüne, yüzeylere ve yapılara yakın 2 m ve altında uçan, manevra kabiliyeti son derece yüksek olan (A) (OBrien ve diğerleri, 2018) türlerden *P. macrobullaris* 3 farklı lokasyonda ağaçlık alanlar civarında kaydedilmiştir. Oto yolu geçtikleri tam olarak belirlenmemiştir. Ancak aynı sınıfta (A) olan *P. auritus*'un yolu 5 m'nin altında güvensiz bir şekilde geçtiği bir çalışmada kaydedilmiştir (Berthinussen ve Altringham, 2015). Aynı zamanda Barros tarafından yapılan çalışmada da yine aynı sınıfta olan (A) *P. austriacus*'un tünelleri (ortalama yükseklik 4,25 m, genişlik 9 m ve uzunluk 34 m) kullandığı kaydedilmiştir (Barros, 2014). Yine başka bir çalışmada *Plecotus* ssp. menfezlerin dışından çok (yükseklik 1,7 m, genişlik 18 m ve uzunluk 30 m) içinde kaydedilmiştir (Ransmayr ve diğerleri, 2014). *P. macrobullaris,* bizim çalışmamızda da yol kenarı ve üzerinden çok yapılardan geçerken kaydedildi. Otoyol güzergâhında yapılan transekt çalışmalarıyla yol kenarını veya yol üzerini (Çizelge 4.8) veya drenaj yapılarını hangi türlerin kulandıkları belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Transekt çalışmasında tespit edilen türler ile aktivite seviyeleri

Türler	**Aktivite**
Eptesicus serotinus	Düşük
Hypsugo savii	Orta
Miniopterus schreibersii	Düşük
Myotis myoti	Düşük
Myotis sp.	Düşük
Nyctalus leisleri	Yüksek
Nyctalus noctula	Orta
Pipistrellus kuhlii	Orta
Pipistrellus pipistrellu	Yüksek
Plecotus macrobullaris	Düşük
Tadarida tenioti	Düşük

Yarasalar, frekans yapısı, süre ve ses basıncı seviyesi bakımından farklılık gösteren, türe özgü çok çeşitli sinyal türleri kullanır. Ayrıca sinyal yapısı yarasanın karşı karşıya olduğu ekolokasyon görevine bağlı olarak değişmektedir (Schnitzler ve Kalko, 2001).

Otoyolda yapılan ses çalışmalarında tespit ettiğimiz türlerin ekolokasyon çağrıları açısından sınıflandırdığımızda, drenaj yapılarında aktivite gösteren türlerin çağrılarının maksimum frekansı yüksek (80-150 kHz), minimum çağrı aralıkları kısa (40-80 ms), çağrı uzunlukları kısadır (1-10 ms). Yüksek ve dar bant frekansa sahip *Rhinolophus* türlerinde ise çağrılar uzundur (30-75 ms).

Transekt çalışmalarında yol kenarı ve üstünden tespit edilen türlerin ekolokasyon çağrılarının maksimum frekansları düşük (22-75 kHz), minimum çağrı aralıkları uzun (90-200 ms), çağrıları uzunlukları da uzundur (5- 28 ms). Frekans şekilleri (dar bant veya geniş bant aralığı) türlerin yapıları kullanılmasında ayırıcı bir karakter olarak bulunmamıştır.

Hem transektlerde hem de yapılarda tespit edilen 3 türün maksimum frekansları orta (60-80 kHz), minimum çağrı aralıkları orta (40-75 ms), çağrı uzunlukları *P. macrobullaris* hariç ortadır (3-15 ms).

Çizelge 4.9. Tespit edilen türlerin ekolokasyon özellikleri (Cornes, 2008; Disca ve diğerleri, 2014; Obrist ve diğerleri, 2004; Parsons ve Jones, 2000; Redgwell ve diğerleri, 2009; Russo ve Jones, 2002; Tupinier, 1997; Walters ve diğerleri, 2012).

Türler	**Minimum Frekans (Khz)**	**Maksimum Frekans (Khz)**	**Minimum Çağrı Aralığı (Ms)**	**Maksimum Çağrı Aralığı (Ms)**	**Minimum Çağrı Uzunluğu (Ms)**	**Maksimum Çağrı Uzunluğu (Ms)**	**Çağrı Şekli (Fm - Geniş Bant)**	**Çağrı Şekli (Cf - Dar Bant)**
Eptesicus serotinus	22	60	130	360	7	18	d	n
Hypsugo savii	31	50	180	275	6	12	d	n, e
Miniopterus schreibersii	49	80	65	140	6	15	d, l	n
Myotis daubentonii	25	95	65	95	3	7	l	X
Myotis emarginatus	30	140	40	90	1	5	l	X
Myotis myotis	21	75	90	160	5	10	l, d, a	X
Myotis nattereri	12	150	75	110	2	5	l	X
Nyctalus leisleri	22	40	200	300	5	20	d	n, e
Nyctalus noctula	16	40	150	300	5	28	d	n, e
Pipistrellus kuhlii	35	60	170	230	5	12	d	n, e
Pipistrellus pipistrellus	42	70	150	260	3	10	d	n, e
Pipistrellus pygmaeus	51	80	130	180	3	10	d	n, e
Plecotus macrobullaris	18	60	80	120	2	30	l, d	X
Rhinolophus euryale	75	95	60	100	30	60	X	e
Rhinolophus ferrumequinum	50	70	80	120	35	75	X	e
Rhinolophus hipposideros	75	100	60	100	30	60	X	e
Tadarida teniotis	10	22	50	75	10	27	X	n, e

Yaz gecelerinde bir beslenme zamanından sonra, yarasalar oldukça serin bir gece tünek yeri seçebilir ve birkaç saat boyunca uyuşuk hale gelebilir. Bu, yiyecek arama uçuşları yoluyla kazandıkları enerjiyi korur (Howard ve Richardson, 2009).

Gece tüneği, bir veya birkaç yarasanın karanlıkta ve gündüz tüneklerinden çıktıktan sonra yararlandığı dinlenme yeridir. Gece tünekleri, beslenme baskınları, yırtıcılardan ve kötü hava koşullarından sığınma, manipülasyon gerektiren büyük avları tüketen ve aynı türün bireyleri arasında sosyal etkileşim ve bilgi aktarımına izin veren alanlar arasında dinlenme yeri olarak önemli bir işlev görür (Kunz, 1982)

Yarasaların drenaj yapılarını gece tüneği olarak kullanımlarını yapı tavanındaki idrar lekelerine ve bu lekeli alanların altındaki dışkılara bağlı olarak değerlendirdiğimizde sadece bir drenaj yapısı hariç tüm drenaj yapılarını gece tüneği olarak kullandıkları belirlenmiştir. Yaptığımız kullanım yoğunluk sınıflandırmasına göre yapılardaki az, orta, bol ve çok bol sınıfları birbirlerine yakın sayılarda bulunmuştur (Bkz. Çizelge 3.5). Fotokapan ve ses çalışmalarına göre yarasa aktivitesinin yüksek olduğu yapıların gece tüneği olarak kullanımı arasında doğrusal bir ilişki gözlenmemiştir. Bu durum drenaj yapılarının tavanlarında tutunabilecekleri girinti, çıkıntı, oyuk, çatlak gibi yerlerin, beton içindeki çivi, demir ve tel gibi materyallerin bulunması ile daha fazla ilişkili olduğu belirlenmiştir. Drenaj yapılarının zaman zaman veya sürekli su ile yıkanması nedeni ile dışkı yoğunluklarına bağlı olarak bir değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır. Tavanında gece tüneği izi (idrar lekesi) gözlenmeyen drenaj yapısı (112. menfez) hariç tüm yapılarda çoğu ziyarette yarasa dışkıları gözlenmiştir.

Anadolu Otoyolu'nun inşaatı öncesinde türler ve bu türlerin aktiviteleri ile alakalı herhangi bir çalışma bulunmadığı için bu çalışmada elde edilen veriler sonucunda yolun yarasalar üzerinde oluşturduğu etki ölçülemez. Yolların türler ve ekosistemler üzerinde genellikle olumsuz ve önemli bir etkiye sahip olduğu iyi bilinmektedir (Berthinussen ve Altringham, 2012a). Otoyolun çalışma yaptığımız bölümünde, topografyasının gereği olarak ortalama 500 m'de bir üst geçit, alt geçit, köprü, viyadük, drenaj yapıları gibi etki azaltma yöntemi olarak inşa edilmese de yarasaların geçişi için uygun yapılar bulunmaktadır. Bu yapıların yarasaların gidiş dönüş rotaları üzerinde olmayan, yarasaların uçuş yüksekliğini ve yönünü değiştirmeden geçmelerini sağlayacak özelliklerde olup olmadıklarını araştırmak amacıyla yeni ve daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Drenaj yapı girişlerinin yarasa uçuş yüksekliğinden aşağıda kalması, ağaç, çalı veya yüksek otsu bitkilerle kapalı olması, yarasaları menfezlere yönlendirecek ağaç veya çalı sıralarının kesikli olması veya olmaması, su hatlarının sık ağaçlarla kapalı olması, aynı zamanda yapı girişlerinin veya içlerinin insan yapımı tel örgü, tahta kapı veya kesilmiş kuru ağaçlarla kapatılması gibi etkiler yarasaların drenaj yapılarını kullanımını sınırlanmaktadır. Bundan dolayı yol işletmeleri tarafından drenaj yapıları önündeki ağaçların temizlenmesi, geçişi engelleyecek tel örgü, tahta kapı ve kesilmiş ağaçlar ile kapatılan yapılardan bu engellerin kaldırılması ve yarasaları yapı girişlerine yönlendirecek ağaç ve çalı sıralarının

oluşturulması gibi önlemlerin alınması ile hem yarasaların hem de diğer yaban hayvanlarının yolu güvenli şekilde geçişleri sağlanacaktır.

Doğa koruma ve çevresel etki değerlendirmesine (ÇED) ilişkin Avrupa Birliği mevzuatı göz önüne alındığında ve yarasaların karmaşık peyzaj ilişkilerinde iyi gösterge olduğu kabul edilmesi nedeni ile yol planlamasında yarasaların genel olarak göz önünde bulundurulması gerekir. Planlama yetkilileri, planlama sürecinin bir parçası olarak olumsuz etkileri dikkate almak, çevresel etkileri değerlendirmek ve azaltmak için yasal sorumluluğa sahiptir. Avrupa Birliği mevzuatına göre (örneğin Avrupa Habitatlar Direktifi), projenin planlanması için yeni ve ilgili bilgilerin toplanması gerektiği durumlarda ÇED çalışmalarında yarasaların araştırılması zorunludur (Bach ve diğerleri, 2004).

Türkiye'de yarasaları etkileyebilecek faaliyetler için yarasa araştırma kılavuzu/rehberi gibi herhangi bir doküman bulunmamaktadır. Özellikle birçok Avrupa Birliği ülkesi tarafından yol planlaması, yapımı ve işletilmesi aşamalarında yarasalar üzerindeki etkileri azaltmak için rehberler hazırlanmıştır. Bu rehberlere göre: Yarasaların davranışlarındaki zamansal değişiklik nedeniyle, yol planlamalarında etki değerlendirme çalışmaları için en az bir yıl gereklidir. Güzergâh ve etki azaltıcı önlemlere karar verildiğinde, etki azaltma alanlarında ve referans alanlarda inşaat öncesinde yarasa araştırmalarının yolun kullanıma alınmasından 2-3 yıl önce başlatılması şiddetle tavsiye edilir. Yol yapımının ilk aşamalarında zaten meydana gelen peyzaj değişikliklerine her bir yarasa türünün davranışsal tepkilerine ilişkin çalışmalara ihtiyaç olduğu açıktır. Peyzajdaki mevcut ve yeni kılavuz yapılardaki (çitler, ağaçlıklar, taş çitler, paravanlar vb.) tüm değişikliklerin, yol trafiğe açılmadan önce yerinde olması ve yarasalar tarafından benimsenmesi gerekir. Karayolu ve demiryolu projeleri için planlama ve inşaat aşamaları genellikle uzun olduğundan, altyapı projelerinde bu tür uzun vadeli hazırlıklar uygulanabilir (Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

İnşaat öncesi saha araştırma yöntemleri el dedektörleri, otomatik ultrasonik dedektörler ve tünek aramalarını gibi yöntemleri içerir. Sezon boyunca birkaç ayrı çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak gerekli araştırmaların tam sayısı proje alanının büyüklüğüne, peyzajın heterojenliğine ve yarasalar için kalitesine bağlıdır (Elmeros ve diğerleri, 2016; National Roads Authority, 2006; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Saha çalışmaları en uygun hava koşullarının olduğu gecelerde yapılmalıdır. Yol güzergâhı boyunca bir koridordaki seçilen alanlar ve habitatlar, yarasa aktivitesinin en yoğun olduğu gün batımından sonraki ilk saatlerde yüksek kaliteli yarasa dedektörleriyle devriye gezilerek yapılmalıdır. Bu devriye, mümkün olduğu kadar çok türün aktivitesini kaydetmek için aynı gece birkaç kez yapılmalıdır. Buna paralel olarak, gözlem alanlarının sayısının artırılması ve nicel verilerin toplanması amacıyla otomatik ultrasonik dedektörler seçilen alanlara yerleştirilmelidir. Ek olarak, sis ağı çalışmaları dedektörlerde teşhis edilemeyen belirsiz yarasa türlerini tanımlayabilmek için yapılmalıdır (Elmeros ve diğerleri, 2016; National Roads Authority, 2006; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Tünek arama çalışmaları, yarasa çalışmalarının bütünleşmiş bir parçasıdır. Bilindiği gibi yarasalar, gündüzleri binalarda, mağaralarda ve ağaçlarda tünemektedir. Akşamları tünekten çıkanların görsel gözlemi ile birlikte seslerini yarasa dedektörleriyle, sabah geri dönenleri ve sosyal sesleri dinleyerek, tür tanımlanması ve kolonideki bireylerin sayısının tahmini yapılırsa, bu, en ideal çalışma olarak tanımlanabilir (Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Farklı yarasa türleri arasında net benzerlikler olsa da, bunlar hakkında genelleme yapmamak önemlidir. Bir yarasa türü için mümkün olan bir diğeri için imkânsızdır. Bundan dolayı yol inşa planlamasında etki azaltıcı önlemler alınırken genellikle yarasa türlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir (Limpens ve diğerleri, 2005).

Alternatif olarak, fotokapanlar ve otomatik ultrasonik kayıt cihazları ile de yarasa tünek tanımlaması yapılabilir. Geçici tüneklerde ilkbahar, analık kolonilerinde ve diğer gündüz tüneklerinde ise yaz araştırmaları yapılır. Kışlık tünek araştırmaları tercihen Ocak-Şubat aylarında yapılmalıdır (Berthinussen ve Altringham, 2012b; Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Yol altyapısı için uygulanan etki azaltma planlarının hedeflerine ulaştığını ve bu hedeflerin sürekliliğini, yani yol inşasından etkilenen yarasa popülasyonlarının yaşayabilirliğini belgelemek için inşaat sonrası izleme yapılmalıdır.

İnşaat sonrası izleme programının amaçları şunlar olmalıdır. (Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

1. Etki azaltma ve dengeleme önlemlerinin etkinliğini değerlendirmek ve değişiklik veya bakım eylemlerinin gerekip gerekmediğini belirlemek.
2. Yol ve etki azaltma planlarının yerel peyzaj ve popülasyon ölçeği üzerindeki etkisini değerlendirmek.

Yarasa aktivitesini analiz etmek için yapılarda tür başına geçiş sayısı, uçuş yönü, yüksekliği ve etki azaltma yapılarına olan mesafesi kaydedilmelidir. Çalışma yöntemleri nicel, sağlam ve tekrarlanabilir olmalıdır. İstatistiksel analizlere uygun verileri toplamak için yeterince yüksek sayıda tekrarlanan çalışmalar yapılmalıdır (Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Bir geçiş yapısını etkili olarak nitelendirmek için, yarasaların en az %90'ının bu yapıyı trafik çarpışma riski olmadan güvenli bir şekilde geçmesi ve etki hafifletilmiş alandaki yarasa geçişlerinin sayısının öncekinden önemli ölçüde düşük olmaması gerekmektedir (Berthinussen ve Altringham, 2015).

Yarasa yol ölümlerini güvenilir bir şekilde tespit etmek ve toplam ölüm sayılarını tahmin etmek için, yarasa karkaslarının kalıcılığı kısa olduğundan günlük karkas araştırmaları gerekmektedir (Santos ve diğerleri, 2011).

Etkilenen yarasa popülasyonlarını korumak için gereken kesin değerler muhtemelen türe, popülasyon büyüklüğüne ve yoldaki trafik yüküne bağlıdır (Berthinussen ve Altringham, 2015). Yarasaların yolların etkilerinden korunmaları için yollarda etki azaltıcı önlemler olarak üst geçitler, yarasa köprüleri, atlamalar (hopever), yaban hayatı üst geçitleri, değiştirilmiş üst geçitler ve diğer teknik yapılar, altgeçitler, viyadükler ve nehir köprüleri gibi yapılar önerilmektedir (Elmeros ve diğerleri, 2016; van der Grift ve diğerleri, 2013).

Anadolu Otoyolu'nun Kahramankazan ve Gerede arasındaki bölümünde yapılan bu çalışma Türkiye'de yol ekolojisi konusundaki ilk çalışma olup, bundan sonra yapılacak çalışmalara öncülük edeceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abbott, I. M., Berthinussen, A., Stone, E., Boonman, M., Melber, M. and John Altringham. (2015). Bats and Roads. In R. van der Ree, Daniel J. Smith and C. Grilo (Eds.), *Handbook of Road Ecology*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd., 290–299.

Abbott, I. M., Butler, F. and Harrison, S. (2012). When Flyways Meet Highways – the Relative Permeability of Different Motorway Crossing Sites to Functionally Diverse Bat Species. *Landscape and Urban Planning*, 106, 293–302.

Abbott, I. M., Harrison, S. and Butler, F. (2012). Clutter-Adaptation of Bat Species Predicts Their Use of Under-Motorway Passageways of Contrasting Sizes - a Natural Experiment: Clutter Bats Cross Motorway Via Narrow Underground Tunnels. *Journal of Zoology*, 287, 124–132.

Abson, R. N. and Lawrence, R. E. (2003, August). *Monitoring the use of the Slaty Creek wildlife underpass, Calder Freeway, Blackforest, Macedon, Victoria, Australia.* Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation, Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh NC, USA, 303-308.

Achiron-Frumkin, T. (2009, September). *Re-Evaluating The Needs For Animal Passages In Israel: Towards A Long-Term Monitoring Scheme*. Design and Planning of Transport Infrastructure, Raleigh, NC, United States. 14.

Adams, A. M. (2013). *Assessing and Analyzing Bat Activity with Acoustic Monitoring: Challenges and Interpretations*. Electronic Thesis and Dissertation Repository. The University of Western Ontario, 1333.

Ahlén, I. (2004). Heterodyne and Time-Expansion Methods for Identification of Bats in the Field and Through Sound Analysis. In R. M. Brigham, E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, H. J. G. A. Limpens (Eds.), *Bat Echolocation Research- Tools, Techniques and Analysis.* Texas, USA: Bat Conservation International, Inc., 72–79.

Ahmim, M., Dalhoumi, R. and Măntoiu, D. S. (2019). First Data on the Acoustic Characteristics of Some Chiropteran Species from Northern Algeria. *Bioacoustics*, 1–19.

Aide, T. M., Corrada-Bravo, C., Campos-Cerqueira, M., Milan, C., Vega, G. and Alvarez, R. (2013). Real-Time Bioacoustics Monitoring and Automated Species Identification. *PeerJ*, 1, e103.

Aihartza, J. R., Garin, I., Goiti, U., Zabala, J. and Zuberogoitia, I. (2003). Spring habitat selection by the Mediterranean Horseshoe Bat (*Rhinolophus euryale*) in the Urdaibai Biosphere Reserve (Basque Country). *Mammalia*, 67(1).

Albayrak, İ. (1985). Researches on Bats of Ankara Province (Mammalia: Chiroptera). *Communications de La Faculte Des Sciences de l'Universite d'Ankara Series C*, 3, 1–20.

Albayrak, İ. (2003). The Bats of the Eastern Black Sea Region in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 27(4), 269–273.

Albayrak, İ. (2013). Türkiye'deki Meyve Yarasası (*Rousettus aegyptiacus*)'nın Diyeti. *Tabiat ve İnsan*, Mart, 3–5.

Albayrak, İ. (2017). *Türkiye Yarasalarının Geleceği* [Sözlü]. 3rd International Congress on Zoology and Technology, Nevşehir.

Albayrak, İ. and Aşan, N. (1999). Distributional Status of The Bats From Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Communications de La Faculte Des Sciences de l'Universite d'Ankara Series C*, 17, 59–68.

Albayrak, İ., Aşan, N. and Yorulmaz, T. (2008). The Natural History of the Egyptian Fruit Bat, Rousettus aegyptiacus, in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 32, 11–18.

Altringham, J. (2008). Bat Ecology and Mitigation: Report to the Public Enquiry on the a350 Westbury Bypass. *White Horse Alliance*. Neston, UK, 37.

Altringham, J. (2011). *Bats: From Evolution to Conservation* (Second edition). Oxford: Oxford University Press, 324.

Altringham, J. and Berthinussen, A. (2013). *Bats, Roads and Railways*. School of Biology, University of Leeds, Leeds, 18.

Altringham, J. and Kerth, G. (2016). Bats and Roads. In C. C. Voigt and T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Cham: Springer, 35-62.

ArcGIS (10.0). (2010). [Computer software]. CA: Environmental Systems Research Institute, Inc.

Aşan, N., Albayrak, İ. and Yorulmaz, T. (2010). Noteworthy Records of *Myotis myotis* and *Myotis blythii* in Turkey (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx*, 41, 145–150.

Bach, L., Burkhardt, P. and Limpens, H. J. G. A. (2004). Tunnels as a Possibility to Connect Bat Habitats. *Mammalia*, 68(4), 411–420.

Barova, S., Streit, A., Marchias, G., Thauront, M., Boyan, P., Dekker, J., Jung, L., Loutfi, E., Nuninger, L., Roué, S., Gazaryan, S., Hamidović, D., Juste, J., Kadlečík, J., Kyheröinen, E.-M., Hanmer, J., Leivits, M., Marneli, F., Petermann, R., … Vlasakova, L. (2018). *Action Plan for the Conservation of All Bat Species in the European Union 2018—2024*. 86.

Barré, K., Le Viol, I., Julliard, R., Chiron, F. and Kerbiriou, C. (2018). Tillage and Herbicide Reduction Mitigate the Gap Between Conventional and Organic Farming Effects on Foraging Activity of Insectivorous Bats. *Ecology and Evolution*, 8(3), 1496–1506.

Barros, P. (2014). Pasos agrícolas inferiores de carreteras. Su importancia para los murciélagos como refugio y lugar para cruzar la vía. *Barbastella*, 7(1).

Bartonièka, T. and Øehák, Z. (2005). Variability in Echolocation Calls of Pipistrellus pygmaeus (Chiroptera: Vespertilionidae) During Search Flight in Different Habitats. *Acta Theriologica*, 50(2), 145–160.

Battersby, J. (2004). *Common Standards Monitoring guidance for mammals*. Joint Nature Conversation Commitee. 57.

Baydemir, N. A. (2014). Bat Fauna of Turkey and Northern Cyprus: Species Diversity, Anthropogenic Roost Disturbance and Conservation Status. *J. Int. Environmental Application & Science*, 9(5), 590–596.

Baydemir, N. A. and Albayrak, İ. (2006). A Study on the Breeding Biology of Some Bat Species in Turkey (Mammalia: Chiroptera). *Turkish Journal of Zoology*, 30(103–110), 8.

Beckman, J. P. And Hilty J. A. (2010). Connecting wildlife populations in fractured landscapes. In J. P. Beckman, A. P. Clevenger, M. P. Huijser, J. A. Hilty (Eds.), *Safe passages: highways, wildlife and habitat connectivity*. Washington DC: Island Press, 3-16.

Benda, P. and Horáček, I. (1998). Bats (Mammalia- Chiroptera) of the Eastern Mediterranean-Part 1. Review of distribution and taxonomy of bats in Turkey. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 62, 255–313.

Benda, P. and Karataş, A. (2005). On Some Mediterranean Populations of Bats of the *Myotis mystacinus* Morpho-Group (Chiroptera: Vespertilionidae). *Lynx*, 36, 9–38.

Benítez-López, A., Alkemade, R. and Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307–1316.

Bennett, A. F. (1991). Roads, roadsides and wildlife conservation: A review. In D. A. Saunders and R. J. Hobbs (Eds.), *Nature Conservation 2: The Role of Corridors*. Chipping Norton, Australia: Surrey Beatty, 117.

Bennett, V. J. and Zurcher, A. A. (2013). When Corridors Collide: Road-Related Disturbance in Commuting Bats. *The Journal of Wildlife Management*, 77(1), 93–101.

Berthinussen, A. and Altringham, J. (2012a). The effect of a major road on bat activity and diversity. *Journal of Applied Ecology*, 49, 82–89.

Berthinussen, A. and Altringham, J. (2012b). Do Bat Gantries and Underpasses Help Bats Cross Roads Safely? *PLoS ONE*, 7(6), e38775.

Berthinussen, A. and Altringham, J. D. (2015). Wc1060: Development of a Cost-Effective Method for Monitoring the Effectiveness of Mitigation for Bats Crossing Linear Transport Infrastructure; DEFRA, WC1060. *UK Report*, 1-60.

Bittle, M. and Duncan, A. (2013, November). *A review of current marine mammal detection and classification algorithms for use in automated passive acoustic monitoring.* . Proceedings of the Acoustics: Science, Technology and Amenity. Australian Acoustical Society, Victor Harbour, South Australia. 1-8.

Boarman, W. I. and Sazaki, M. (2006). A highway's road-effect zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Journal of Arid Environments*, 65, 94–101.

Bond, M. (2003). Principles of Wildlife Corridor Design. *Center for Biological Diversity*, Tucson, AZ, 1-4.

Boonman, M. (2011). Factors Determining the Use of Culverts Underneath Highways and Railway Tracks by Bats in Lowland! Areas. *Lutra*, 54(1), 3–16.

Britzke, E. R. (2002). Designing Monitoring Programs Using Frequency-Division Bat Detectors: Active Versus Passive Sampling. In R. Bringham, E. Kalko, G. Jones, S. Parsons and H. Limpens (Eds.), *Bat Echolocation Research: Tools, techniques, and analysis*. Austin, TX: Bat Conservation International. 79–83

Brown, P. E., Berry, R. D. and Brown, C. (1993). Bats and Mines: Finding Solutions. *BATS Magazine Article*, 11(2), 1–3.

Bullen, R. D. and Dunlop, J. N. (2012). Assessment of habitat usage by bats in the rangelands of Western Australia: Comparison of echolocation call count and stable isotope analysis methods. *The Rangeland Journal*, 34(3), 277.

Buxton, R. T., Lendrum, P. E., Crooks, K. R. and Wittemyer, G. (2018). Pairing Camera Traps and Acoustic Recorders to Monitor the Ecological Impact of Human Disturbance. *Global Ecology and Conservation*, 16, 1–9.

Caravaggi, A., Banks, P. B., Burton, A. C., Finlay, C. M. V., Haswell, P. M., Hayward, M. W., Rowcliffe, M. J. and Wood, M. D. (2017). A Review of Camera Trapping for Conservation Behaviour Research. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3), 109–122.

Celis-Murillo, A., Deppe, J. L. and Ward, M. P. (2012). Effectiveness and utility of acoustic recordings for surveying tropical birds: Acoustic Recordings for Surveying Tropical Birds. *Journal of Field Ornithology*, 83(2), 166–179.

Chambers, B. and Bencini, R. (2015). Factors affecting the use of fauna underpasses by bandicoots and bobtail lizards: Underpass use by bandicoots and bobtail lizards. *Animal Conservation*, 18(5), 424–432.

Chauvenet, A. L. M., Hutson, A. M., Smith, G. C. and Aegerter, J. N. (2014). Demographic Variation in the U.k. Serotine Bat: Filling Gaps in Knowledge for Management. *Ecology and Evolution*, 4(19), 3820–3829.

Claireau, F., Bas, Y., Puechmaille, S. J., Julien, J., Allegrini, B. and Kerbiriou, C. (2019). Bat Overpasses: An Insufficient Solution to Restore Habitat Connectivity Across Roads. *Journal of Applied Ecology*, 56(3), 573–584

Clevenger, A. P., Chruszcz, B. and Gunson, K. (2001). Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1340–1349.

Clevenger, A. P. and Waltho, N. (2000). Factors Influencing the Effectiveness of Wildlife Underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conservation Biology*, 14(1), 47–56.

Clevenger, A. P., Waltho, N. and Waltho, N. (2003). Long-Term, Year-Round Monitoring of Wildlife Crossing Structures and The Importance of Temporal and Spatial Variability in Performance Studies. *Planning of Transport Infrastructure*, 12.

Collins, J. (2016). *Bat Surveys for Professional Ecologists: Good Practice Guidelines* (Third edition). London: Bat Conservation Trust. 103.

D'Acunto, L. E., Pauli, B. P., Moy, M., Johnson, K., Abu-Omar, J. and Zollner, P. A. (2018). Timing and Technique Impact the Effectiveness of Road-Based, Mobile Acoustic Surveys of Bats. *Ecology and Evolution*, 8(6), 3152–3160.

D'Amico, M., Ascensão, F., Fabrizio, M., Barrientos, R. and Gortázar, C. (2018). Twenty years of Road Ecology: A Topical Collection looking forward for new perspectives. *European Journal of Wildlife Research*, 64(3), 26.

Davies, C. E., Moss, D. and Hill, M. O. (2004). *European Nature Information System (EUNIS) Habitat Classification Revised 2004 Report to the European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity.* Paris: European Environment Agency, 307.

De Vreese, S., van der Schaar, M., Weissenberger, J., Erbs, F., Kosecka, M., Solé, M. and André, M. (2018). Marine mammal acoustic detections in the Greenland and Barents Sea, 2013-2014 seasons. *Scientific Reports*, 8(1), 16882.

Denzinger, A.and Schnitzler, H.U. (2013). Bat Guilds, a Concept to Classify the Highly Diverse Foraging and Echolocation Behaviors of Microchiropteran Bats. *Frontiers in Physiology*, 4, 1–15.

Denzinger, A., Siemers, B., Schaub, A. and Schnitzler, H. U. (2001). Echolocation by the Barbastelle Bat, Barbastella barbastellus. *Journal of Comparative Physiology A: Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 187, 521–528.

Dietrich, S., Szameitat, D. P., Kiefer, A., Schnitzler, H.-U. and Denzinger, A. (2006). Echolocation Signals of the Plecotine Bat, Plecotus macrobullaris Kuzyakin, 1965. *Acta Chiropterologica*, 8(2), 465–475.

Dietz, C., Schunger, I., Keşapli Didrickson, Ö., Karataş, A. and Mayer, F. (2005). First Record of *Pipistrellus pygmaeus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Anatolia. *Zoology in the Middle East*, 34(1), 5–10.

Disca, T., Allegrini, B. and Prié, V. (2014). Caractéristiques Acoustiques Des Cris D'écholocation De 16 Espèces De Chiroptères (mammalia, Chiroptera) Du Maroc. *Vespère*, 3, 209–229.

DKMP. (2017). *Yaban Hayatı Yol Geçişlerinin Düzenlenmesi Ve İzlenmesi İşi Teknik Kılavuzu*. Orman ve Su İşleri, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. 128.

Duckworth, W., Salter, R. E. and Khamkhoun Khounboline. (1999). *Wildlife in Lao PDR 1999 status report*. World Conservation Union : Wildlife Conservation Society : Centre for Protected Areas and Watershed Management. 275.

ECOFACT Environmental Consultants Ltd. (2013). *N4 Collooney to Castlebaldwin Road Scheme, Eis Volume 4*. National Road Design Department. 37.

Eigenbrod, F., Hecnar, S. J. and Fahrig, L. (2009). Quantifying the Road-Effect Zone: Threshold Effects of a Motorway on Anuran Populations in Ontario, Canada. *Ecology and Society*, 14(1), 18.

Eldridge, B. and Wynn, J. (2011). Monitoring the use of badger tunnels on Highways Agency Schemes. *Conservation Evidence*, 8, 53–57.

Ellison, L. E. (2012). Bats and Wind Energy—A Literature Synthesis and Annotated Bibliography; Open-File Report 2012-1110. *U.S. Geological Survey Reston*, Virginia, 57.

Elmeros, M., Jasja, D., Baagøe, H. J., Garin, I. and Christensen, M. (2016). *Bat mitigation measures on roads - a guideline: SafeBatPaths Technical Report.* CEDR Transnational Road Research Programme. 56.

Esbérard, C. E. L. and Vrcibradic, D. (2007). Snakes Preying on Bats: New Records from Brazil and a Review of Recorded Cases in the Neotropical Region. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(3), 848–853.

Estók, P. and Siemers, B. M. (2009). Calls of a Bird-Eater: The Echolocation Behaviour of the Enigmatic Greater Noctule, Nyctalus lasiopterus. *Acta Chiropterologica*, 11(2), 405–414.

Fensome, A. G. and 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.

Fenton, M. B. and Simmons, N. B. (2014). *Bats: A World of Science and Mystery*. The University of Chicago Press. 240.

Forman, R. T. T. (1998). Road ecology: A solution for the giant embracing us. *Landscape Ecology*, 13, iii–v.

Forman, R. T. T. (2000). Estimate of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. *Conservation Biology*, 14(1), 31–35.

Forman, R. T. T. and Alexander, L. E. (1998). Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 207–231.

Forman, R. T. T. and Deblinger, R. D. (2000). The Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts (U.S.A.) Suburban Highway. *Conservation Biology*, 14(1), 36–46.

Forman, R. T. T., Sperling, D., John A. Bissonette, Anthony P. Clevenger, Carol D. Cutshall, Virginia H. Dale, Lenore Fahrig, Virginia H. Dale, Lenore Fahrig, Robert France, Charles R. Goldman, Kevin Heanue, Julia A. Jones, Frederick J. Swanson and Thomas Turrentine. (2003). *Road Ecology—Science and Solutions*. Island Press. 504.

Frantz, A. C., Bertouille, S., Eloy, M. C., Licoppe, A., Chaumont, F. and Flamand, M. C. (2012). Comparative landscape genetic analyses show a Belgian motorway to be a gene flow barrier for red deer (*Cervus elaphus*), but not wild boars (*Sus scrofa*): A Belgian Motorway as a Barrier to Gene Flow. *Molecular Ecology*, 21(14), 3445–3457.

Frick, W. F., Kingston, T. and Flanders, J. (2019). A Review of the Major Threats and Challenges to Global Bat Conservation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1469(1), 5-25.

Fukui, D., Agetsuma, N. and Hill, D. A. (2004). Acoustic Identification of Eight Species of Bat (Mammalia: Chiroptera) Inhabiting Forests of Southern Hokkaido, Japan: Potential for Conservation Monitoring. *Zoological Science*, 21(9), 947–955.

Gaisler, J., Řehák, Z. and Bartonička, T. (2009). Bat Casualties by Road Traffic (brno-Vienna). *Acta Theriologica*, 54(2), 147–155.

Gaisler, J., Zukal, J., Rehak, Z. and Homolka, M. (1998). Habitat Preference and Flight Activity of Bats in a City. *Journal of Zoology*, 244, 439–445.

Ganchev, T., Potamitis, I. and Fakotakis, N. (2007). Acoustic Monitoring of Singing Insects. *2007 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing.* 4, 721-724.

Geiser, F. and Stawski, C. (2011). Hibernation and Torpor in Tropical and Subtropical Bats in Relation to Energetics, Extinctions, and the Evolution of Endothermy. *Integrative and Comparative Biology*, 51(3), 337–348.

Georgiakakis, P., Vasilakopoulos, P., Mylonas, M. and Russo, D. (2010). Bat Species Richness and Activity Over an Elevation Gradient in Mediterranean Shrublands of Crete. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 21(1), 43–56.

Georgii, B., Keller, V., Pfister, H. P., Reck, H. and Peters-Osten, E. (2011). *Use of wildlife passages by invertebrate and vertebrate species*. German Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development. 27.

Gili, F., Newson, S. E., Gillings, S., Chamberlain, D. E. and Border, J. A. (2020). Bats in Urbanising Landscapes: Habitat Selection and Recommendations for a Sustainable Future. *Biological Conservation*, 241, 1-10.

Gorresen, P. M., Miles, A. C., Todd, C. M., Bonaccorso, F. J. and Weller, T. J. (2008). Assessing Bat Detectability and Occupancy with Multiple Automated Echolocation Detectors. *Journal of Mammalogy*, 89(1), 11–17.

Heller, K. G. and Helversen, O. V. (1989). Resource Partitioning of Sonar Frequency Bands in Rhinolophoid Bats. *Oecologia*, 80(2), 178–186.

Henderson, L. E. and Broders, H. G. (2008). Movements and Resource Selection of the Northern Long-Eared Myotis (*Myotis septentrionalis*) in a Forest—Agriculture Landscape. *Journal of Mammalogy*, 89(4), 952–963.

Highways Agency. (2006). Best Practice in Enhancement of Highway Design for Bats. Literature Review Report. *Bat Conservation Trust and Highways Agency*. 83.

Highways Agency. (2008). Nature Conservation in Relation to Bats*;* Interim Advice Note 116/08. *Highways Agency*, 1-57.

Highways England. (2019). Bat Activity Interim Baseline Survey Report; Public-WSP 70038257. *Highways England*, 1- 85.

Hillen, J., Kaster, T., Pahle, J., Kiefer, A., Elle, O., Griebeler, E. M. and Veith, M. (2011). Sex-Specific Habitat Selection in an Edge Habitat Specialist, the Western Barbastelle Bat. *Annales Zoologici Fennici*, 48(3), 180–190.

Hirakawa, H. (2005). Luring Bats to the Camera—A New Technique for Bat Surveys. *Mammal Study*, 30, 69–71.

Hohoff, T. C. (2016). *Quantifying Bat Detection Survey Methods and Activity Patterns.* Master's Thesis, Eastern Illinois University, Charleston, Illinois. 1-51.

Holderied, M. W. and von Helversen, O. (2003). Echolocation Range and Wingbeat Period Match in Aerial-Hawking Bats. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270, 2293–2299.

Hutterer, R., Rodrigues, L., Ivanova, T. and Meyer-Cords, C. (2005). *Bat Migration in Europe. A review of Banding Data and Literature*. Federal Agency for Nature Conservation in Germany. 180.

İnternet: American Society of Mammalogists. (2021). ASM Mammal Diversity Database. American Society of Mammalogists. Web: https://www.mammaldiversity.org/taxa.html adresinden 10 Ağustos 2021.

İnternet: Barcelona Field Studies Centre. (t.y.). Spearman's Rank Correlation Coefficient Rs and Probability (p) Value Calculator. Web: https://geographyfieldwork.com/SpearmansRankCalculator.html adresinden 22 Temmuz 2021.

İnternet: Bern Convention. (1982). Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Web: https://www.coe.int/en/web/bern-convention adresinden 20 Nisan 2021.

İnternet: Brenda, C. M., Benjamin Zuckerberg, David G. Vesely and Christopher A. Jordan. (2010). Monitoring Animal Populations and Their Habitats: A Practitioner's Guide (Vol. 114). CRC Press. Web: https://academic.oup.com/condor/article/114/3/672-673/5152744 adresinden 30 Nisan 2021.

İnternet: British Columbia Ministry of Transportation and Infrastructure. (2018). Environmental Best Practices for Highway Maintenance Activities. Web: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/driving-and-transportation/transportation infrastructure/engineering-standards-and guidelines/environment/references/envir_best_practices_manual_complete.pdf adresinden 10 Temmuz 2021.

İnternet: Cornes, R. G. (2008). Key to the Echolocation Calls of British Bats. Bedfordshire Bat Group. Web: https://www.wildlifebcn.org/sites/default/files/2018-06/Key%20to%20echolocation%20calls%20v2.pdf adresinden 25 Aralık 2020.

İnternet: Dulac, J. (2013). Global Land Transport Infrastructure Requirements: Estimating road and railway infrastructure capacity and costs to 2050. Int. Energy Agency. Web: https://webstore.iea.org/global-land-transport-infrastructure-requirements adresinden 19 Ekim 2020.

İnternet: EUROBATS. (1991). [Kamu]. UNEP/EUROBATS. Web: https://www.eurobats.org/about_eurobats/introduction_to_agreement, Son Erişim Tarihi: 27 Nisan 2020.

İnternet: Google. (2021a). Anadolu Otoyolu, Kahramankazan-Gerede. Web: https://www.google.com.tr/maps/@40.4982388,32.1629311,84421m/data=!3m1!1e3?hl=tr&authuser=0, Son Erişim Tarihi: 20 Temmuz 2021.

İnternet: Google. (2021b). Google Maps. Web: https://www.google.com.tr/maps/@40.3049869,32.4811609,3a,75y,102.56h,90t/data=!3m6!1e1!3m4!1st1SXR53ajKOxEjdD_RRcqw!2e0!7i13312!8i6656?hl=tr, Son Erişim Tarihi: 20 Temmuz 2021.

İnternet: Greene, T. (2012). Docdm-870579 a Guideline to Monitoring Population V1.0. In T. Greene & K. McNutt (Eds.), Biodiversity Inventory and Monitoring Toolbox (p. 58). New Zelland: Department of Conservation. Web: https://www.doc.govt.nz/globalassets/documents/science-and-technical/inventory-monitoring/guideline-to-monitoring-populations.pdf, Son Erişim Tarihi: 11 Ekim 2020.

İnternet: Habitats Directive. (1992). Species Protected Under the Habitats Directive [Kamu]. Environment. Web: https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/habitats_dir_en.htm, Son Erişim Tarihi: 15 Ağustos 2021.

İnternet: Howard, J. and Richardson, P. (2009). Bats in Traditional Buildings. English Heritage. Web: https://historicengland.org.uk/images-books/publications/bats-in-traditional-buildings/batsaccessible20090429095157/, Son Erişim Tarihi: 12 Kasım 2020.

İnternet: IUCN. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species [Dernek]. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-1. Web: https://www.iucnredlist.org/en, Son Erişim Tarihi: 16 Ağustos 2021.

İnternet: Klinkenberg, B. (Ed.). (2018). E-Fauna BC: Electronic Atlas of the Fauna of British Columbia. University of British Columbia. Web:

https://ibis.geog.ubc.ca/biodiversity/efauna/BatsofBritishColumbia.html, Son Erişim Tarihi: 8 Eylül 2020.

İnternet: Penn, G. (2010). What Is Sound? Toronto University. Web: http://www.cs.toronto.edu/~gpenn/csc401/soundASR.pdf, Son Erişim Tarihi: 2 Nisan 2020.

İnternet: The Habitats Directive. (1992). Web: https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm, Son Erişim Tarihi: 14 Ekim 2020.

İnternet: The Highways Agency. (2019). Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) | Standards for Highways, Volume 11 Environmental Assessment. The Highways Agency. Web: http://www.standardsforhighways.co.uk/ha/standards/dmrb/index.htm, Son Erişim Tarihi: 2 Mayıs 2021.

İnternet: Tonisr. (October, 2014). Frequency Filtering. Digital Audio. Web: https://uvicaudio.wordpress.com/2014/10/29/frequency-filtering/, Son Erişim Tarihi: 17 Kasım 2020.

İnternet: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2019). Ulaşan ve Erişen Türkiye 2019. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. Web: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/bakanlik-yayinlari/ulasan-ve-erisen-turkiye-2019.pdf, Son Erişim Tarihi: 10 Ocak 2020.

İnternet: Vikipedi. (September, 2021). Otoyol 4. Vikipedi, Özgür Ansiklopedi. Web: https://tr.wikipedia.org/wiki/Otoyol_4, Son Erişim Tarihi: 8 Eylül 2021.

İnternet: Yorkshire Dales National Park. (2015). Bats in Trees (p. 4). Yorkshire Dales National Park. Web: https://www.yorkshiredales.org.uk/wp-content/uploads/sites/13/2019/06/Bats-in-trees-Oct-2015.pdf, Son Erişim Tarihi: 12 Temmuz 2021.

Jakobsen, L., Brinkløv, S. and Surlykke, A. (2013). Intensity and Directionality of Bat Echolocation Signals. *Frontiers in Physiology*, 4, 1–9.

Jeliazkov, A., Bas, Y., Kerbiriou, C., Julien, J.-F., Penone, C. and Le Viol, I. (2016). Large-scale semi-automated acoustic monitoring allows to detect temporal decline of bush-crickets. *Global Ecology and Conservation*, 6, 208–218.

Jensen, M. E. and Miller, L. A. (1999). Echolocation Signals of the Bat Eptesicus serotinus Recorded Using a Vertical Microphone Array: Effect of Flight Altitude on Searching Signals. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47(1–2), 60–69.

Jones, G. (2005). Echolocation. *Current Biology*, *15*(13), R484–R488.

Jones, G. and Holderied, M. W. (2007). Bat Echolocation Calls: Adaptation and Convergent Evolution. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274, 905–912.

Jones, G., Vaughan, N., Russo, D. and Wickramasinghe, L. P. (2003). Designing bat activity surveys using time expansion and direct sampling of ultrasound. In R. M. Brigham, G.

Jones, E. K. V. Kalko and S. Parsons (Eds.), *Proceedings of the 2002 International Bat Echolocation Symposium* Austin, TX: 83–89.

Jones, K. E., Russ, J. A., Bashta, A.-T., Bilhari, Z., Catto, C., Cso, I., Gorbachev, A., Gyo, P., Ivashkiv, I., Koryagina, N., Kurali, A., Langton, S., Collen, A., Margiean, G., Pandourski, I., Parsons, S., Prokofev, I., Szodoray-Paradi, A., Szodoray-Paradi, F., … Zavarzin, O. (2013). Indicator Bats Program: A System for the Global Acoustic Monitoring of Bats. In B. Collen, N. Pettorelli, J. E. M. Baillie and S. M. Durant (Eds.), *Biodiversity monitoring and conservation: Bridging the gaps between global commitment and local action*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 213-248.

Jr, J. L. S., Road, B. and Gates, J. E. (2012). An investigation into the use of road drainage structures by wildlife in Maryland, USA. *Human–Wildlife Interactions*, 6(2), 311–326.

Kammonen, J. (2015). *Foraging Behaviour of Myotis mystacinus and M. brandtii in Relation to a Big Road and Railway in Southcentral Sweden*. Bachelor's Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 1-21.

Kaňuch, P., Danko, Š., Celuch, M., Krištín, A., Pjenčák, P., Matis, Š. and Šmídt, J. (2008). Relating Bat Species Presence to Habitat Features in Natural Forests of Slovakia (Central Europe). *Mammalian Biology*, 73, 147–155.

Karataş, A., Benda, P., Toprak, F. and Karakaya, H. (2003). New and Significant Records of *Myotis capaccinii* (Chiroptera: Vespertilionidae) from Turkey, with Some Data on Its Biology. *Lynx*, 34, 39–46.

Karataş, A. and Özgül, S. A. (2003). On the Occurence of Geoffroy's Bat, Myotis emarginatus (geoffroy, 1806), in Turkey (Chiroptera Vespertilionidae). *Zoology in the Middle East*, 28(1), 17–24.

Karataş, A. and Sözen, M. (2004). Contribution to Karyology, Distribution and Taxonomic Status of the Long-Winged Bat, Miniopterus schreibersii (Chiroptera: Vespertilionidae), in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 33, 51–64.

Karataş, A. and Sözen, M. (2006). Bats of the Middle and Upper Kızılırmak Regions, Central Anatolia, Turkey (Chiroptera). *Lynx*, 37, 151–159.

Kelleher, C. and Marnell, F. (2006). Bat Mitigation Guidelines for Ireland. *Irish Wildlife Manuals, No. 25. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government*, Dublin, İreland, *1*- 93.

Kerbiriou, C., Bas, Y., Le Viol, I., Lorrillière, R., Mougnot, J. and Julien, J. F. (2019a). Potential of Bat Pass Duration Measures for Studies of Bat Activity. *Bioacoustics*, 28(2), 177–192.

Kerbiriou, C., Bas, Y., Le Viol, I., Lorrillière, R., Mougnot, J. and Julien, J.-F. (2019b). Bat Pass Duration Measurement: An Indirect Measure of Distance of Detection. *Diversity*, 11(47), 1–11.

Kerth, G. (2008). Causes and Consequences of Sociality in Bats. *BioScience*, 58(8), 737–746.

KGM. (2005). *Karayolu Tasarım El Kitabı*. Karayolları Genel Müdürlügü. 127.

Kipson, M., Šálek, M., Lučan, R., Uhrin, M., Maxinová, E., Bartonička, T., Andreas, M., Kipson, K., Pušić, A., Rnjak, D., Naďo, L. and Horáček, I. (2018). Foraging Habitat, Home-Range Size and Diet of a Mediterranean Bat Species, Savi's Pipistrelle. *Acta Chiropterologica*, 20(2), 351.

Kitzes, J. and Merenlender, A. (2014). Large Roads Reduce Bat Activity across Multiple Species. *PLoS ONE*, 9(5), e96341.

Kucera, T. E. and Barrett, R. H. (2011). A History of Camera Trapping. In A. F. O'Connell, J. D. Nichols and K. U. Karanth (Eds.), *Camera Traps in Animal Ecology*. Japan: Springer, 9–26.

Kunz, T. H. (1982). Roosting Ecology of Bats. In T. H. Kunz (Ed.), *Ecology of Bats.* US: Springer, 1–55.

Kunz, T. H. and Fenton, M. B. (2003). *Bat Ecology*. University of Chicago Press. 779.

Kunz, T. H. and Stern, A. A. (1995). Maternal investment and postnatal growth in bats. In *Symposia of the Zoological Society of London*. 67, 123–138.

Lacoeuilhe, A., Machon, N., Julien, J.-F. and Kerbiriou, C. (2016). Effects of Hedgerows on Bats and Bush Crickets at Different Spatial Scales. *Acta Oecologica*, 71, 61–72.

Leach, E. C., Burwell, C. J., Ashton, L. A., Jones, D. N. and Kitching, R. L. (2016). Comparison of point counts and automated acoustic monitoring: Detecting birds in a rainforest biodiversity survey. *Emu - Austral Ornithology*, 116(3), 305–309.

Lei, M. and Dong, D. (2016). Phylogenomic Analyses of Bat Subordinal Relationships Based on Transcriptome Data. *Scientific Reports*, 6(1), 1–8.

Lesiński, G. (2007). Bat Road Casualties and Factors Determining Their Number. *Mammalia*, 71(3), 138–142.

Limpens, H. (2002). Field identification: using bat detectors to identify species. pp 46–57 In R. M. Brigham, E. K. V. Kalko, G. Jones, S. Parsons, H. Limpens, (Eds.) *Bat echolocation research: tools, techniques and analysis.* Austin, TX: Bat Conservation International, 167.

Limpens, H. J. G. A., Twisk, P. and Veenbaas, G. (2005). *Bats and Road Construction*. Brochure about bats and the ways in which practical measures can be taken to observe the legal duty of care for bats in planning, constructing, reconstructing and managing roads. Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft, the Netherlands and the Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming. Arnhem, The Netherlands, 24.

Long, R. A. and W. J. Zielinski. (2008). Designing effective noninvasive carnivore surveys. In R. A. Long, P. MacKay, W. J. Zielinski, and J. C. Ray (Eds.). *Noninvasive survey methods for carnivores*. Washington DC, USA: Island Press, 8-44.

López-Roig, M. and Serra-Cobo, J. (2014). Impact of Human Disturbance, Density, and Environmental Conditions on the Survival Probabilities of Pipistrelle Bat (*Pipistrellus pipistrellus*). *Population Ecology*, 56(3), 471–480.

Mace, R. D., Steven C. Minta, Timothy L. Manley and Keith E. Aune. (1994). Estimating Grizzly Bear Population Size Using Camera Sightings. *Wildlife Society Bulletin*, 22(1), 74–83.

MassDOT. (2010). *Design of Bridges and Culverts for Wildlife Passages at Freshwater Streams*. Massachusetts Department of Transportation Highway Division. Massachusetts, Boston, 249.

Mata, C., Hervs, I., Herranz, J., Surez, F., Malo, J. E. and Cachón, J. (2003). *Effectiveness of Wildlife Crossing Structures and Adapted Culverts in A Highway in Northwest Spain*. Planning of Transport Infrastructure, 265-276.

McCracken, G. F. and Wilkinson, G. S. (2000). Bat Mating Systems. In E. G. Crichton and P. H. Krutzsch (Eds.) *Reproductive Biology of Bats.* New York: Academic Press, 1(8), 321–362.

Mcieem, M. C. (2016). New Bat Survey Guidelines. *Inpractice*, 92, 53–56.

Medinas, D., Marques, J. T. and Mira, A. (2013). Assessing Road Effects on Bats: The Role of Landscape, Road Features, and Bat Activity on Road-Kills. *Ecological Research*, 28, 227–237.

Mickleburgh, S. P., Hutson, A. M. and Racey, P. A. (2002). A Review of the Global Conservation Status of Bats. *Oryx*, 36(1), 18–34.

Mielke, A. and Zuberbühler, K. (2013). A method for automated individual, species and call type recognition in free-ranging animals. *Animal Behaviour*, 86(2), 475–482.

Miller, B. W. (2001). A Method for Determining Relative Activity of Free Flying Bats Using a New Activity Index for Acoustic Monitoring. *Acta Chiropterologica*, 3(1), 93–105.

Ministry Of Transportation. (2017). *Environmental Guide for Mitigating Road Impacts to Wildlife, Part of the Environmental Standards and Practices*. Environmental Policy Office Ministry Of Transportation Ministry Of Transportation. Canada, St. Catharines, 108.

Mitchell-Jones, A. J., Amori, G., Bogdanowicz, W., Kryštufek, B., Reijnders, P. J. H., Spitzenberger, F., Stubbe, M., Thissen, J. B. M., Vohralík, V. and Zima, J. (1999). *The Atlas of European Mammals*. Academic Press, 1, 250.

Mitchell-Jones, A. J. and McLeish, A. P. (2004). *Bat Workers' Manual* (Third Edition). Peterborough: JNCC, 178.

Møller, J. D., Dekker, J., Baagøe, H. J., Garin, I., Alberdi, A., Christensen, M. and Elmeros, M. (2016). *Effectiveness of Mitigating Measures for Bats – a Review: SafeBatPaths Technical Report.* CEDR Transnational Road Research Programme Call 2013: Roads and Wildlife, 79.

Monadjem, A., Reside, A. and Lumsden, L. (2007). Echolocation Calls of Rhinolophid and Hipposiderid Bats in Swaziland. *South African Journal of Wildlife Research*, 37(1), 9–15.

Müller, J., Brandl, R., Buchner, J., Pretzsch, H., Seifert, S., Strätz, C., Veith, M. and Fenton, B. (2013). From Ground to Above Canopy-Bat Activity in Mature Forests Is Driven by Vegetation Density and Height. *Forest Ecology and Management*, 306, 179–184.

Müller, R. (2004). A Numerical Study of the Role of the Tragus in the Big Brown Bat. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 116(6), 3701–3712.

Murphy-Mariscal, M. L., Barrows, C. W. and Allen, M. F. (2015). Native Wildlife Use Of Highway Underpasses In A Desert Environment. *The Southwestern Naturalist*, 60(4), 340–348.

Murray, K. L. and Fleming, T. H. (2008). Social Structure and Mating System of the Buffy Flower Bat, *Erophylla sezekorni* (Chiroptera, Phyllostomidae). *Journal of Mammalogy*, 89(6), 1391–1400.

Muskett, C. J. and Jones, M. P. (1980). The dispersal of lead, cadmium and nickel from motor vehicles and effects on roadside invertebrate macrofauna. *Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological*, 23(3), 231–242.

National Roads Authority. (2006). *Best Practice Guidelines for the Conservation of Bats in the Planning of National Road Schemes*. National Roads Authority, 48.

Nicholls, B. and Racey, P. A. (2006). Contrasting Home-Range Size and Spatial Partitioning in Cryptic and Sympatric Pipistrelle Bats. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *61*, 131–142.

Norberg, U. M. and Rayner, J. M. V. (1987). Ecological Morphology and Flight in Bats (Mammalia; Chiroptera): Wing Adaptations, Flight Performance, Foraging Strategy and Echolocation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 316(1179), 335–427.

Nowack, J., Stawski, C. and Geiser, F. (2017). More Functions of Torpor and Their Roles in a Changing World. *Journal of Comparative Physiology B*, 187(5–6), 889–897.

OBrien, E., Grift, E. van der, Elmeros, M., Wilson-Parr, R. and Carey, C. (2018). *The Roads and Wildlife Manual*. CEDR Contractor Report 2018-3 Call 2013: Roads and Wildlife The Roads and Wildlife Manual, 131.

Obrist, M. K., Boesch, R. and Flückiger, P. F. (2004). Variability in Echolocation Call Design of 26 Swiss Bat Species: Consequences, Limits and Options for Automated Field Identification with a Synergetic Pattern Recognition Approach. *Mammalia*, 68(4), 307–322.

Obrist, M. K., Pavan, G., Sueur, J., Riede, K., Llusia, D. and Márquez, R. (2010). Bioacoustics Approaches in Biodiversity Inventories. In J. Eymann, J. Degreef, C. Häuser, J. C. Monje, Y. Samyn and D. V. Spiegel (Eds.), *Manual on Field Recording Techniques and Protocols for All Taxa Biodiverity Inventories*. Belgium: ABC Taxa, Belgian Development Cooperation, 8, 68–99.

O'Connor, G. and Green, R. (2011). *A Review of Bat Mitigation in Relation to Highway Severance*. Highways Agency, 112.

O'Shea, T. J. and Bogan, D. A. (2003). *Monitoring Trends in Bat Populations of the United States and Territories: Problems and Prospects:* Information and Technology Report. United States Geological Survey, Biological Resources Discipline, 287.

Papadatou, E., Grémillet, X., Bego, F., Petkovski, S., Stojkoska, E. and Avramoski, O. (2011). *Status survey and conservation action plan for the bats of Prespa*. Society for the Protection of Prespa, 191.

Parsons, S. and Jones, G. (2000). Acoustic Identification of Twelve Species Of Echolocating Bat By Discriminant Function Analysis And Artificial Neural Networks. *The Journal of Experimental Biology*, 203, 2641–2656.

Perlmeter, S. I., Barclay, R. M. R. and Brigham, R. M. (1996). Bats and Bridges: Patterns of Night Roost Activity in the Willamette National Forest. In *Bats and Forest Symposium*. British Columbia Ministry of Forests Research Branch, 132–150.

Pettersson, L. (2004). The Properties of Sound and Bat Detectors. In *Bat Echolocation Research- Tools, Techniques and Analysis*. Bat Conservation International, 9–12.

Pfister, H. P., Keller, V., Reck, H. and Georgii, B. (1997). *Bio-okologische Wirksamkeit von Grunbrucken uber Verkehrswege*. Herausgegeben vom Bundesministerium fur Verkehr Abeteilung Straβenbau, 80.

Pourshoushtari, R. D., Pauli, B. P., Zollner, P. A. and Haulton, G. S. (2018). Road and Habitat Interact to Influence Selection and Avoidance Behavior of Bats in Indiana. *Northeastern Naturalist*, 25(2), 236–247.

Racey, P. A. and Entwistle, A. C. (2000). Life-history and Reproductive Strategies of Bats. In *Reproductive Biology of Bats*. Elsevier, 9, 363–414.

Racey, P. A. and Entwistle, A. C. (2003). Conservation Ecology of Bats. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat Ecology*. University of Chicago Press, 680–743.

Raghuram, H. and Marimuthu, G. (2005). Donald Redfield Griffin: The Discovery of Echolocation. *Resonance*, 10(2), 20–32.

Rainho, A. (2007). Summer Foraging Habitats of Bats in a Mediterranean Region of the Iberian Peninsula. *Acta Chiropterologica*, 9(1), 171–181.

Ransmayr, E., Zideck, R. and Wegleitner, S. (2014). *Fledermäuse und Strasse. Annahmewahrscheinlichkeit von Durchlässen*. Asfinag abschlussbericht, 52.

Rebelo, H. and Rainho, A. (2009). Bat Conservation and Large Dams: Spatial Changes in Habitat Use Caused by Europe's Largest Reservoir. *Endangered Species Research*, 8, 61–68.

Redgwell, R., Szewczak, J., Jones, G. and Parsons, S. (2009). Classification of Echolocation Calls from 14 Species of Bat by Support Vector Machines and Ensembles of Neural Networks. *Algorithms*, 2(3), 907–924.

Reijnen, R., Foppe, R., Foppen, R. and Braak, C. T. (1995). The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland. III. Reduction of Density in Relation to the Proximity of Main Roads. *The Journal of Applied Ecology*, 32(1), 187–202.

Riede, K. (1998). Acoustic Monitoring of Orthoptera and its Potential for Conservation. *Journal of Insect Conservation*, 2(3/4), 217–223.

Roche, N., Catto, C., Langton, S., Aughney, T. and Russ, J. (2005). Development of a Car-Based Bat Monitoring Protocol for the Republic of Ireland. In *Irish Wildlife Manuals*. National Parks and Wildlife Service, Department of Environment, Heritage and Local Government, 42.

Roche, N., Langton, S., Aughney, T., Russ, J. M., Marnell, F., Lynn, D. and Catto, C. (2011). A Car-Based Monitoring Method Reveals New Information on Bat Populations and Distributions in Ireland: Car-Based Bat Monitoring in Ireland. *Animal Conservation*, 14(6), 642–651.

Roedenbeck, I. A., Fahrig, L., Findlay, C. S., Houlahan, J. E., Jaeger, J. A. G., Klar, N., Kramer-Schadt, S. and van der Grift, E. A. (2007). The Rauischholzhausen Agenda for Road Ecology. *Ecology and Society*, 12(1).

Rowse, E. G., Harris, S. and Jones, G. (2016). The Switch from Low-Pressure Sodium to Light Emitting Diodes Does Not Affect Bat Activity at Street Lights. *Plos One*, 11(3), 14.

Rowse, E. G., Lewanzik, D., Stone, E. L., Harris, S. and Jones, G. (2016). Dark Matters: The Effects of Artificial Lighting on Bats. In C. C. Voigt and T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing, 187–213.

Ruiz, A. T., Jung, K., Tschapka, M., Schwenker, F. and Palm, G. (2017). Automated Identification Method for Detection and Classification of Neotropical Bats. *8th International Conference of Pattern Recognition Systems*, 6.

Russell, A., Butchkoski, C., Saidak, L. and McCracken, G. (2009). Road-Killed Bats, Highway Design, and the Commuting Ecology of Bats. *Endangered Species Research*, 8, 49–60.

Russo, D. and Ancillotto, L. (2015). Sensitivity of Bats to Urbanization: A Review. *Mammalian Biology*, 80(3), 205–212.

Russo, D. and Jones, G. (2002). Identification of Twenty-Two Bat Species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by Analysis of Time-Expanded Recordings of Echolocation Calls. *Journal of Zoology*, 258, 91–103.

Russo, D. and Jones, G. (2003). Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: Conservation implications. *Ecography*, *26*, 197–209.

Russo, D., Jones, G. and Mucedda, M. (2001). Influence of Age, Sex and Body Size on Echolocation Calls of Mediterranean and Mehely's Horseshoe Bats, *Rhinolophus euryale* and *R. mehelyi* (Chiroptera: Rhinolophidae). *Mammalia*, 65(4), 429–436.

Russo, D. and Papadatou, E. (2014). Acoustic Identification of Free-Flying Schreiber's Bat Miniopterus schreibersii by Social Calls. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 25(2), 119–120.

Russo, D. and Voigt, C. C. (2016). The Use of Automated Identification of Bat Echolocation Calls in Acoustic Monitoring: A Cautionary Note for a Sound Analysis. *Ecological Indicators*, 66, 598–602.

Rydell, J. (1992). Exploitation of Insects around Streetlamps by Bats in Sweden. *Functional Ecology*, 6(6), 744.

Rydell, J., Jones, G. and Waters, D. (1995). Echolocating Bats and Hearing Moths: Who Are the Winners?. *Oikos*, 73(3), 419.

Rydell, J., Nyman, S., Eklöf, J., Jones, G. and Russo, D. (2017). Testing the Performances of Automated Identification of Bat Echolocation Calls: A Request for Prudence. *Ecological Indicators*, 78, 416–420.

Rydell, J. and Russo, D. (2015). Photography as a Low-Impact Method to Survey Bats. *Mammalian Biology*, 80(3), 182–184.

Rydell, J. and Speakman, J. R. (1995). Evolution of Nocturnality in Bats: Potential Competitors and Predators During Their Early History. *Biological Journal of the Linnean Society*, 54(2), 183–191.

Rytwinski, T., van der Ree, R., Cunnington, G. M., Fahrig, L., Findlay, C. S., Houlahan, J., Jaeger, J. A. G., Soanes, K. and van der Grift, E. A. (2015). Experimental study designs to improve the evaluation of road mitigation measures for wildlife. *Journal of Environmental Management*, *154*, 48–64.

Salsamendi, E., Aihartza, J., Goiti, U., Almenar, D. and Garin, I. (2005). Echolocation Calls and Morphology In The Mehelyi's (*Rhinolophus Mehelyi*) And Mediterranean (R. Euryale) Horseshoe Bats: Implications For Resource Partitioning. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 16(2), 149–158.

Santos, S. M., Carvalho, F. and Mira, A. (2011). How Long Do the Dead Survive on the Road? Carcass Persistence Probability and Implications for Road-Kill Monitoring Surveys. *Plos One*, 6(9).

Schaub, A., Ostwald, J. and Siemers, B. M. (2008). Foraging Bats Avoid Noise. *The Journal Of Experimental Biology*, 211, 3174–3180.

Schnitzler, H. U. and Kalko, E. K. V. (2001). Echolocation by Insect-Eating Bats. *BioScience*, *51*(7), 557–569.

Schorcht, W., Bontadina, F. and Schaub, M. (2009). Variation of Adult Survival Drives Population Dynamics in a Migrating Forest Bat. *Journal of Animal Ecology*, 78, 1182–1190.

Schumm, A., Krull, D. and Neuweiler, G. (1991). Echolocation in the Notch-Eared Bat, Myotis emarginatus. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 28, 255–261.

Schwab, I. R. and Pettigrew, J. (2005). A Choroidal Sleight of Hand. *British Journal of Ophthalmology*, 89(11), 1398.

Sedgeley, J. (2012a). Bats: Counting Inside Roosts Version 1.0. In T. Greene and K. McNutt (Eds.), *Biodiversity Inventory and Monitoring Toolbox*. Department of Conservation, 15.

Sedgeley, J. (2012b). Bats: Roost Occupancy and Indices of Bat Activity Field Sign. In T. Greene and K. McNutt. (Eds.), *Biodiversity Inventory and Monitoring Toolbox*. Department of Conservation, 15.

Seiler, A. (2001). *Ecological Effects of Roads—A review*. Introductory Research Essay Department of Conservation Biology, 9, 40

Sendor, T. and Simon, M. (2003). Population Dynamics of the Pipistrelle Bat: Effects of Sex, Age and Winter Weather on Seasonal Survival. *Journal of Animal Ecology*, 72(2), 308–320.

Setra. (2009). *Chiroptères Et Infrastructures De Transports Terrestres*. Chiroptères Et Infrastructures De Transports Terrestres, 22.

Shanley, C. S. and Pyare, S. (2011). Evaluating the road-effect zone on wildlife distribution in a rural landscape. *Ecosphere*, 2(2), 1–16.

Sherwin, H. A., Montgomery, W. I. and Lundy, M. G. (2013). The Impact and Implications of Climate Change for Bats: Bats and Climate Change. *Mammal Review*, 43(3), 171–182.

Siemers, B. M., Beedholm, K., Dietz, C., Dietz, I. and Ivanova, T. (2005). Is Species Identity, Sex, Age or Individual Quality Conveyed by Echolocation Call Frequency in European Horseshoe Bats?. *Acta Chiropterologica*, 7(2), 259–274.

Siemers, B. M. and Ivanova, T. (2004). Ground Gleaning in Horseshoe Bats: Comparative Evidence from *Rhinolophus blasii, R. euryale* and *R. mehelyi*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56, 464–471.

Skiba, R. (2009). *Europäische Fledermäuse -Kennzeichen, Echoortung und Detektoranwendung*. Westarp Wissenschaften-Verlagsgesellschaft mbH. Hohenwarsleben, 648.

Smith, H. J. and Stevenson, J. S. (2014). *Best Management Practices for Bat Species Inhabiting Transportation Infrastructure*. New Mexico Department of Transportation, 95.

Stahlschmidt, P. and Brühl, C. A. (2012). Bats as Bioindicators - the Need of a Standardized Method for Acoustic Bat Activity Surveys: Standardized Bat Surveys. *Methods in Ecology and Evolution*, 3(3), 503–508.

Stathopoulos, V., Zamora-Gutierrez, V., Jones, K. E. and Girolami, M. (2018). Bat Echolocation Call Identification for Biodiversity Monitoring: A Probabilistic Approach. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 67(1), 165–183.

Stone, E. L., Harris, S. and Jones, G. (2015). Impacts of Artificial Lighting on Bats: A Review of Challenges and Solutions. *Mammalian Biology*, 80, 213–219.

Stone, E. L., Jones, G. and Harris, S. (2009). Street Lighting Disturbs Commuting Bats. *Current Biology*, 19, 1123–1127.

Straka, T. M., Wolf, M., Gras, P., Buchholz, S. and Voigt, C. C. (2019). Tree Cover Mediates the Effect of Artificial Light on Urban Bats. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 91.

Surlykke, A. and Kalko, E. K. V. (2008). Echolocating Bats Cry Out Loud to Detect Their Prey. *Plos One*, 3(4), 10.

Suthers, R. A. and Fattu, J. M. (1973). Mechanisms of Sound Production by Echolocating Bats. *American Zoologist*, 13(4), 1215–1226.

Swann, D. E., Hass, C. C., Dalton, D. C. and Wolf, S. A. (2004). Infrared-triggered cameras for detecting wildlife: An evaluation and review. *Wildlife Society Bulletin*, 32(2), 357–365.

Swift, S. M. (1980). Activity patterns of Pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*) in north-east Scotland. *Journal of Zoology*, 190(3), 285–295.

Taylor, A., Watson, G., Grigg, G. and McCallum, H. (1996). *Monitoring Frog Communities: An Application of Machine Learning*. 1564–1569.

Teeling, E. C., Springer, M. S., Madsen, O., Bates, P., O'Brien, S. J. and Murphy, W. J. (2005). A Molecular Phylogeny for Bats Illuminates Biogeography and the Fossil Record. *Science*, 307, 580–584.

The Highways Agency. (2020). *Design Manual for Roads and Bridges*. The Highways Agency, 23.

Thomas, D. W. and West, S. D. (1989). *Sampling Methods for Bats*. United States Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 26.

Tibbels, A. E. and Kurta, A. (2003). Bat Activity Is Low in Thinned and Unthinned Stands of Red Pine. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(12), 2436–2442.

Trombulak, S. C. and Frissell, C. A. (2000). Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology*, 14(1), 18–30.

Tupinier, Y. (1997). *European Bats: Their World of Sound*. Société Linnéenne de Lyon, 132.

Tuttle, M. D. and Stevenson, D. (1982). Growth and Survival of Bats. In T. H. Kunz (Ed.), *Ecology of Bats*. Springer US, 105–150

Ulrich, W., Sachanowicz, K. and Michalak, M. (2007). Environmental Correlates of Species Richness of European Bats (Mammalia: Chiroptera). *Acta Chiropterologica*, 9(2), 347–360.

U.S. Fish and Wildlife Service. (2016). *Programmatic Biological Opinion for Transportation Projects in the Range of the Indiana Bat and Northern Long-Eared Bat*. U.S. Fish and Wildlife Service, 157.

UX Apps. (2018). *Random number generator* (2.1.9) [Computer software].

van der Grift, E. A., Seiler, A., Rosell, C. and Simeonova, V. (2017). *Safe Roads for Wildlife and People*. CEDR Transnational Road Research Programme Call 2013: Roads and Wildlife, 56.

van der Grift, E. A., van der Ree, R., Fahrig, L., Findlay, S., Houlahan, J., Jaeger, J. A. G., Klar, N., Madriñan, L. F. and Olson, L. (2013). Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation*, 22, 425–448.

van der Ree, R., Smith, D. J. and Grilo, C. (2015). *Handbook of Road Ecology*. John Wiley & Sons, Ltd., 552.

Veenbaas, G. and Brandjes, J. (1999). *Use of Fauna Passages Along Waterways Under Highways*. Third International Conference on Wildlife Ecology and Transportation, Missoula Montana, USA.

VicRoads. (2012). *Fauna Sensitive Road Design Guidelines*. VicRoads Environmental Sustainability, 42.

Voigt, C. C., Azam, C., Dekker, J., Ferguson, J., Fritze, M., Gazaryan, S., Hölker, F., Jones, G., Leader, N., Lewanzik, D., Limpens, H., Mathews, F., Rydell, J., Schofield, H., Spoelstra, K. and Zagmajster, M. (2018). Guidelines for Consideration of Bats in Lighting Projects. In *EUROBATS Publication Series*, 64.

Voigt, C. C. and Kingston, T. (Editors). (2016). *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Springer International Publishing, 1-9.

Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Brock Fenton, M., Jones, G., Obrist, M. K., Puechmaille, S. J., Sattler, T., Siemers, B. M., Parsons, S. and Jones, K. E. (2012). A Continental-Scale Tool for Acoustic Identification of European Bats. *Journal of Applied Ecology*, 49, 1064–1074.

Wang, D., Oakley, T., Mower, J., Shimmin, L. C., Yim, S., Honeycutt, R. L., Tsao, H. and Li, W.-H. (2003). Molecular Evolution of Bat Color Vision Genes. *Molecular Biology and Evolution*, 21(2), 295–302.

Wang, Y., Guan, L., Piao, Z., Wang, Z. and Kong, Y. (2017). Monitoring wildlife crossing structures along highways in Changbai Mountain, China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 119–128.

Wearn, O. R. and Glover-Kapfer, P. (2017). Camera-Trapping for Conservation: A Guide to Best-Practices. *WWF Conservation Technology Series*, 1(1), 180.

Welbourne, D. J., Paull, D. J., Claridge, A. W. and Ford, F. (2017). A Frontier in the Use of Camera Traps: Surveying Terrestrial Squamate Assemblages. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 3(3), 133–145.

White-nose Syndrome Conservation and Recovery Working Group. (2018). *Acceptable Management Practices for Bat Species Inhabiting Transportation Infrastructure*. The White-nose Syndrome National Plan, 49.

Wilkinson, G. S. and South, J. M. (2002). Life History, Ecology and Longevity in Bats: Longevity in Bats, G. S. Wilkinson and J. M. South. *Aging Cell*, 1, 124–131.

Wilson, D. E. (1979). Reproductive patterns. In R. Baker, K. Jones and D. C. Carter (Eds.), *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, Part III*. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 317–378.

Yanes, M., Velasco, J. M. and Suárez, F. (1995). Permeability of roads and railways to vertebrates: The importance of culverts. *Biological Conservation*, 71(3), 217–222.

Yayla, N. (2004). *Karayolu Mühendisliği*. Birsen Yayınevi, 285.

Zahn, A., Bauer, S., Kriner, E. and Holzhaider, J. (2010). Foraging habitats of Myotis emarginatus in Central Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3), 395–400.

Zande, A. N. van der and Vos, P. (1984). Impact of a Semi-experimental increase in recreation intensity on the densities of birds in groves and hedges on a lake shore in The Netherlands. *Biological Conservation*, 30(3), 237–259.

Zeale, M. R. K., Davidson-Watts, I. and Jones, G. (2012). Home Range Use and Habitat Selection by Barbastelle Bats (*Barbastella barbastellus*): Implications for Conservation. *Journal of Mammalogy*, 93(4), 1110–1118.

Zukal, J. and Řehák, Z. (2006). Flight Activity and Habitat Preference of Bats in a Karstic Area, as Revealed by Bat Detectors. *Folia Zoologica*, 55(3), 273–281.

Zurcher, A. A., Sparks, D. W. and Bennett, V. J. (2010). Why the Bat Did Not Cross the Road?. *Acta Chiropterologica*, 12(2), 337–340.

GAZİ GELECEKTİR...