



**DATÇA – BOZBURUN ÖZEL ÇEVRE KORUMA BÖLGESİNDE RÜZGÂR
ENERJİ SANTRALLERİNİN (RES) YARASALARA ETKİLERİ VE
YARASALARIN GÜNLÜK AKTİVİTELERİ**

Gözde REŞBER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Gözde REŞBER tarafından hazırlanan “DATÇA-BOZBURUN ÖZEL ÇEVRE KORUMA BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİ SANTRALLERİNİN (RES) YARASALARA ETKİLERİ VE YARASALARIN GÜNLÜK AKTİVİTELERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Biyoloji Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ

Biyoloji Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Zafer AYAŞ

Biyoloji Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Prof. Dr. Selma SEVEN ÇALIŞKAN

Biyoloji Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 19/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

- 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 çalışmada 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.

.....
Gözde REŞBER
19/07/2019

DATÇA – BOZBURUN ÖZEL ÇEVRE KORUMA BÖLGESİNDE RÜZGÂR ENERJİ
SANTRALLERİNİN (RES) YARASALARA ETKİLERİ VE YARASALARIN
GÜNLÜK AKTİVİTELERİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Gözde REŞBER

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2019

ÖZET

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynağı olarak kullanımı yaygınlaşan rüzgâr enerji santrallerinde, yüksek miktarda yarasa ölümleri gözlenmiştir. Türkiye’de bu konuda yapılan çalışmaların az olması sebebiyle, santrallerin, yarasa popülasyonlarına olan etkilerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile, proje alanı ve etki alanı içerisinde mevcut yarasa türlerini belirlemek; türlerin tünek alanlarını ve yoğunlaştıkları noktaları tespit etmek; yarasa aktivitesinin rüzgâr, sıcaklık ve zamana bağlı değişimini belirlemek ve türbin altlarında karkas olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır. Akustik izleme yöntemi ile; yarasa ekolojyon çağrıları, Pettersson D500X marka tam spektrumlu ve gerçek zamanlı ultrasonik kayıt cihazları ile kaydedilmiş ve Batexplorer yazılımı ile analiz edilmiştir. Karkas arama metodolojisi ile, yarasa ölümleri araştırılmıştır. Santral sahasında, Batbox Duet ve GPS logger cihazı kullanılarak, yarasaların aktiviteleri belirlenmiştir. *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Tadarida teniotis*, *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii*, *Nyctalus leisleri* ve *Eptesicus serotinus* olmak üzere, 7 yarasa türü tespit edilmiştir. Tespit edilen bu türler içerisinde, öncelikle *Pipistrellus pipistrellus*, sonrasında *Pipistrellus kuhlii* türünün, en yüksek aktiviteye sahip olduğu; en fazla aktivitenin, Mayıs ve Temmuz döneminde, en az ise, Kasım döneminde olduğu tespit edilmiştir. *Hypsugo savii* ve *Nyctalus leisleri* türünün IUCN Tür Dağılım Haritasındaki yayılımlarına göre, proje sahasının, bu sınırlar kapsamında kalmadığı görülmüştür. Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasında yürütülen karkas arama çalışmalarında, yarasa karkası bulunamamıştır. Yarasa aktivitesinin, rüzgâr hızının artmasıyla azaldığı fakat uygun sıcaklık değerlerinde aktivitenin devam ettirildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan yöntemlerin, yarasalarla ilgili yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bilim Kodu : 20312
Anahtar Kelimeler : Yarasa, akustik izleme, rüzgar enerjisi, Pettersson D500X, Batexplorer, karkas, CORINE
Sayfa Adedi : 98
Danışman : Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ

THE EFFECTS OF WIND POWER PLANTS TO BATS IN DATÇA – BOZBURUN
SPECIAL ENVIRONMENT PROTECTION AREAS AND THEIR DAILY ACTIVITIES

(M. Sc. Thesis)

Gözde REŞBER

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

In recent years, large amounts of bat deaths have been observed in wind power plants, which have been used as renewable energy sources. Due to the scarcity of studies on this subject in Turkey, the investigation of the effects and developing necessary measures on bat population is of great importance. We aim to with this study, to determine the bat species present in the project area and the impact area, to determine the roost areas of the species and their concentration points, to determine the change of bat activity according to wind and temperature, to investigate whether there are carcasses under the turbine. With acoustic monitoring method; bat echolocation calls were recorded with Petterson D500X brand full-spectrum and real-time ultrasonic recorders and analyzed by Batexplorer software. With carcass search methodology, bat measurements were investigated. The activities of bats were determined by using Batbox Duet and GPS logger at the power plant site. 7 bat species including *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Tadarida teniotis*, *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii*, *Nyctalus leisleri* and *Eptesicus serotinus* were determined. Among the identified species, firstly, *Pipistrellus pipistrellus*, and then *Pipistrellus kuhlii* species had the highest activity; the highest number of activities were in May and July and the lowest in November. According to the propagation of the species *Hypsugo savii* and *Nyctalus leisleri* in the IUCN species distribution map, the project site was not covered by these limits. No carcasses were found in the carcass exploration studies carried out at Dares Datça Wind Power Plant. It has been determined that the activity of the bat decreases with the increase of the wind speed but the activity is maintained at the appropriate temperature values. It is thought that the methods used in this study will contribute to the studies about bats.

Science Code : 20312

Key Words : Bat, acoustic monitoring, wind energy, Petterson D500X, Batexplorer, carcass, CORINE

Page Number : 98

Supervisor : Prof. Dr. Abdullah HASBENLI

TEŞEKKÜR

Arazi ve tez çalışmalarım boyunca ilgi ve desteğiyle yanımda olan, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Abdullah HASBENLİ'ye teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen sevgili meslektaşlarım Yiğit ANTEPLİOĞLU ve Ülfet ŞAHİN'e; tezimin hazırlanması aşamasında yardımını ve desteğini her daim hissettiğim yol arkadaşlarım Melike SEYFE ve Merve SEYFE'ye ve Gazi Üniversitesi Prof.Dr. Metin AKTAŞ Zooloji Müzesi'nde yüksek lisans ve doktora yapan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Santrallerinde araştırma yapma talebimi geri çevirmeyen Demirer Holding'e ve izin sürecinde yardımcı olan Burak DERİNPINAR'a; arazilerimde bana her türlü kolaylığı ve desteği sağlayan, başta Mehmet BELDEK olmak üzere değerli Dares Datça Rüzgâr Enerjisi Santrali çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca; bu süreçte manevi desteği ile yanımda olan sevgili aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xxix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xxxii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE METOT.....	55
3. BULGULAR.....	69
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	85
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	95
EK-1. Formlar	96

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Yarasa tünek tipleri.....	12
Çizelge 1.2. Yarasalar üzerindeki olası etkilere genel bakış	34
Çizelge 2.1. Dares Datça RES Sahasında işletmede bulunan türbinlerin özellikleri.....	60
Çizelge 2.2. Dares Datça RES sahasında 2017 yılında farklı dönemlerde karkas araması yapılan türbinler	62
Çizelge 2.3. Görünürlük sınıfları	64
Çizelge 3.1. Dares Datça rüzgâr enerji santralının bulunduğu bölgede (Ege Bölgesi) yaşayan ve proje sahasında bulunması muhtemel türler	69
Çizelge 3.2. Dares Datça RES sahasında tespit edilen yarasa türleri, ulusal ve uluslararası koruma statüleri ve tünek alanı tercihleri.....	74
Çizelge 3.3. Dares Datça RES sahasında Mayıs-Kasım 2017 arasında yapılan akustik çalışmalarda seslerin tespit edildiği istasyonlar ve yarasa türleri	78

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Dünyada 1950'den 2050'ye kadar tarihsel ve tahmini birincil enerji tüketimi.....	1
Şekil 1.2. 1950'den 2100'e kadar yanan fosil yakıtlardan dolayı dünya karbondioksit emisyonları (1950-2014 yılları arasında hesaplanan ve 2015-2100 yılları arasında tahmini veri).....	2
Şekil 1.3. Kurulu güç kapasitesi AB 2000-2007 (MW)	4
Şekil 1.4. Yıllık net küresel rüzgâr kapasiteleri, 2001-2015.....	8
Şekil 1.5. Mormoopidae familyasına ait sekiz yaras türünün tipik arama ekolokasyon çağrılarının spektromları. Ppar, <i>Pteronotus parnellii</i> ; Mm, <i>Mormoops megalophylla</i> ; Pg, <i>Pteronotus gymnonotus</i> ; Mb, <i>Mormoops blainvillei</i> ; Pd, <i>Pteronotus davyi</i> ; Pm, <i>Pteronotus macleayii</i> ; Pper, <i>Pteronotus personatus</i> ; Pq, <i>Pteronotus quadridens</i>	16
Şekil 1.6. Ekolokasyon zamanlamasının grafik tasviri (arama, yaklaşma ve terminal/feeding buzz).....	18
Şekil 1.7. Yiyecek ararken <i>Eptesicus fuscus</i> tarafından yayınlanan seslerin sırasını gösteren şema.....	18
Şekil 1.8. (a) Farklı tip ekolokasyon atımlarının dalga boyları ve sonogramları ve (b) iletişim çağrıları.....	19
Şekil 1.9. Mexican free-tailed yarasalarının çeşitli iletişim çağrılarını gösteren spektogramlar.	20
Şekil 1.10. Kur yapma sesleri (a) <i>Tadarida brasiliensis</i> (b) <i>Saccopteryx bilineata</i> (c) <i>Carollia periscillata</i>	21
Şekil 1.11. <i>Saccopteryx bilineata</i> türünün (a) bölgesel ötüşü ve (b) kur ötüşü arasındaki farklılıklar	21
Şekil 1.12. Yarasa sesinin tanımlanma aşamaları.....	42
Şekil 1.13. Pik frekansı.....	48

Şekil	Sayfa
Şekil 1.14. Ekolokasyon ses örnekleri a) 1- Rhinolophus; 2 – Pipistrellus, Miniopterus; 3 – Barbastella, Eptesicus, Hypsugo, Nyctalus, Tadarida, Vespertilio; 4 – Plecotus; 5 – Myotis ve b) <i>Nyctalus leisleri</i> türüne ait varyasyonlar.	52
Şekil 2.1. Dares Datça RES sahasının doğu-batı hattı boyunca yükseklik profili.....	56
Şekil 3.1. Çalışma dönemlerine göre geçiş sayıları	76
Şekil 3.2. Dinleme istasyonlarına göre geçiş sayısı.....	76
Şekil 3.3. Aylar ve istasyonlara göre geçiş sayıları (teşhis edilemeyen sesler dâhil).....	77
Şekil 3.4. Dares Datça RES sahasında sabit kayıt cihazları ile yapılan çalışmalarda belirlenen yarasa türlerinin aktivite yoğunlukları	77
Şekil 3.5. Mayıs dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi	81
Şekil 3.6. Temmuz dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi	82
Şekil 3.7. Eylül dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi.....	82
Şekil 3.8. Kasım dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi.....	83

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Rüzgâr türbini bölümleri.....	5
Resim 1.2. Yatay eksen türbinlerine örnekler.....	6
Resim 1.3. Dikey eksen türbinlerine örnekler	7
Resim 1.4. Bu fosil yarasa (<i>Onychonycteris finneyi</i>), 2002 yılında Wyoming’ın güneybatısında bulunmuştur. Eosen dönemindedir ve yaklaşık 52,5 milyon yaşındadır.....	9
Resim 1.5. Yarasa anatomisi (<i>Corynorhinus townsendii</i>)	10
Resim 1.6. <i>Rousettus aegyptiacus</i> (Megachiroptera) Türkiye’deki tek temsilcisi.....	10
Resim 1.7. Böceklerle beslenen bazı yarasa türleri, solda <i>Myotis myotis</i> , sağda <i>Rhinolophus mehelyi</i>	11
Resim 1.8. <i>Myotis lucifugus</i> tarafından bir böceğin ekolojisi. Frekans modülasyonlu ses titreşimleri yarasanın ağzından dar bir ses dalgası halinde yönlendirilir. Yarasa avına yaklaştıkça, daha hızlı oranda daha kısa ve daha düşük ses titreşimleri salar.....	15
Resim 1.9. İngiliz yarasalarının ekolojisi ses örnekleri.....	17
Resim 1.10. Rüzgâr türbinlerinde öldürülen yarasalardaki pulmoner barotravma (A) Kanamalı akciğer ve yırtık; (B) <i>L. noctivagans</i> ’ın normal akciğeri; (C) <i>Eptesicus fuscus</i> akciğerinde pulmoner kanama (H), tıkanıklık ve bül (b); (D) ölü bulunan <i>L. cinereus</i> ’un ödemle dolu alveol ve solunum yolları (- işaretli 100 mikron).....	32
Resim 1.11. a) Blunt force travması (<i>Nyctalus noctula</i>) b,c) Barotravma (<i>Nyctalus noctula</i>).	32
Resim 1.12. Soprano Pipistrelle ekolojisi sesleri (bir birey).....	42
Resim 1.13. Soprano ve yaygın Pipistrelle ekolojisi sesleri (ve sosyal ses) (Her bir türden bir birey)	43
Resim 1.14. Noctule ekolojisi sesi (bir birey)	43
Resim 1.15. Yaygın Pipistrelle ekolojisi sesi (bir birey).....	44
Resim 1.16. <i>Myotis</i> ekolojisi sesi (bir birey)	44

Resim	Sayfa
Resim 1.17. Click'	45
Resim 1.18. Bilinmeyen parazit.....	45
Resim 1.19. <i>Pipistrellus nathusii</i> ' nin sosyal ve ekolokasyon çağruları	46
Resim 1.20. Soprano (sağ) ve yaygın (sol) Pipistrelle sosyal çağruları (ve iki soprano Pipistrelle ekolokasyon sesi).....	46
Resim 1.21. İngiliz yarasalarının ekolokasyon ses örnekleri.....	47
Resim 1.22. <i>Rhinolophus hipposideros</i> (A) ve <i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (B) ekolokasyon sesleri	48
Resim 1.23. <i>Pipistrellus pygmaeus</i> (C), tanımlanamayan Pipistrelle 4.9-5.1 kHz [49-51 kHz] (D) ve <i>Pipistrellus pipistrellus</i> (E) ekolokasyon ses örnekleri	49
Resim 1.24. <i>Pipistrellus nathusii</i> ekolokasyon çağruları (F) ve Barbastelle ekolokasyon çağruları (G)	49
Resim 1.25. Serotine ekolokasyon ses örnekleri. Pik frekans yaklaşık 2.6 kHz [26 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur	50
Resim 1.26. Nyctalus leisleri ekolokasyon ses örnekleri. Pik frekans yaklaşık 2.3 kHz [23 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur	50
Resim 1.27. Noctule ekolokasyon ses örneği. Pik frekans yaklaşık 1.9 kHz [19 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur	51
Resim 2.1. Dares Datça RES sahası ve türbinleri.....	57
Resim 2.2. Dares Datça RES sahasında 3 numaralı türbin altında karkas arama çizgisi	65
Resim 2.3. Dares Datça RES sahasında türbin altlarındaki karkas arama çalışmaları ...	65
Resim 2.4. Dares Datça RES sahasında türbin altlarındaki karkas arama çalışmaları ...	66
Resim 2.5. Gündüz çalışmalarında türbin altlarındaki çalışmalarda verilerin formlara kaydedilmesi	66
Resim 2.6. Pettersson D500X ultrasonik ses kayıt cihazı kurulumundan görüntüler.....	67
Resim 2.7. Dares Datça Rüzgâr Enerji Santrali sahasından çıkan yangından.....	68

Resim	Sayfa
Resim 2.8. Batbox Duet cihazı ile gece dinleme çalışması	68
Resim 3.1. Emecik Dağı kayalıkları	70
Resim 3.2. Çalışma alanından görüntüler	71
Resim 3.3 Çalışma alanında kaydedilen yarasa seslerine ait ses sonogramları. a) <i>Pipistrellus pipistrellus</i> , b) <i>Pipistrellus kuhlii</i> , c) <i>Nyctalus leisleri</i> , d) <i>Tadarida teniotis</i> , e) <i>Hypsugo savii</i> , f) <i>Miniopterus schreibersii</i> , g) <i>Eptesicus serotinus</i>	75



HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 2.1. Alanın genel görüntüsü	56
Harita 2.2. Dares Datça RES Ruhsat sahası ve türbin konumları	57
Harita 2.3. 5 km yarıçaplı alan.....	58
Harita 2.4. Dares Datça RES sahası ve etki alanının CORINE'e göre sınıflandırılması	59
Harita 2.5. Dinleme istasyonlarını gösterir harita (kırmızı oklar)	67
Harita 3.1. Dares Datça RES sahası ve etki alanı içerisinde tünek alanlarının sınıflandırılması	72
Harita 3.2. Dares Datça RES sahası ve etki alanının habitat bazında sınıflandırılması	73
Harita 3.3. Dares Datça RES sahasında mayıs döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite)	79
Harita 3.4. Dares Datça RES sahasında temmuz döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite).....	79
Harita 3.5. Dares Datça RES sahasında eylül döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite)	80
Harita 3.6. Dares Datça RES sahasında kasım döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, yeşil: orta ve düşük aktivite)	80

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

gr	gram
GW	gigawatt
kHz	kilohertz
km	kilometre
km/s	kilometre/saat
KW	kilowatt
m	metre
m²	metrekare
mm	milimetre
Mph	miles per hour
m/s	metre/saat
MW	megawatt
%	yüzde

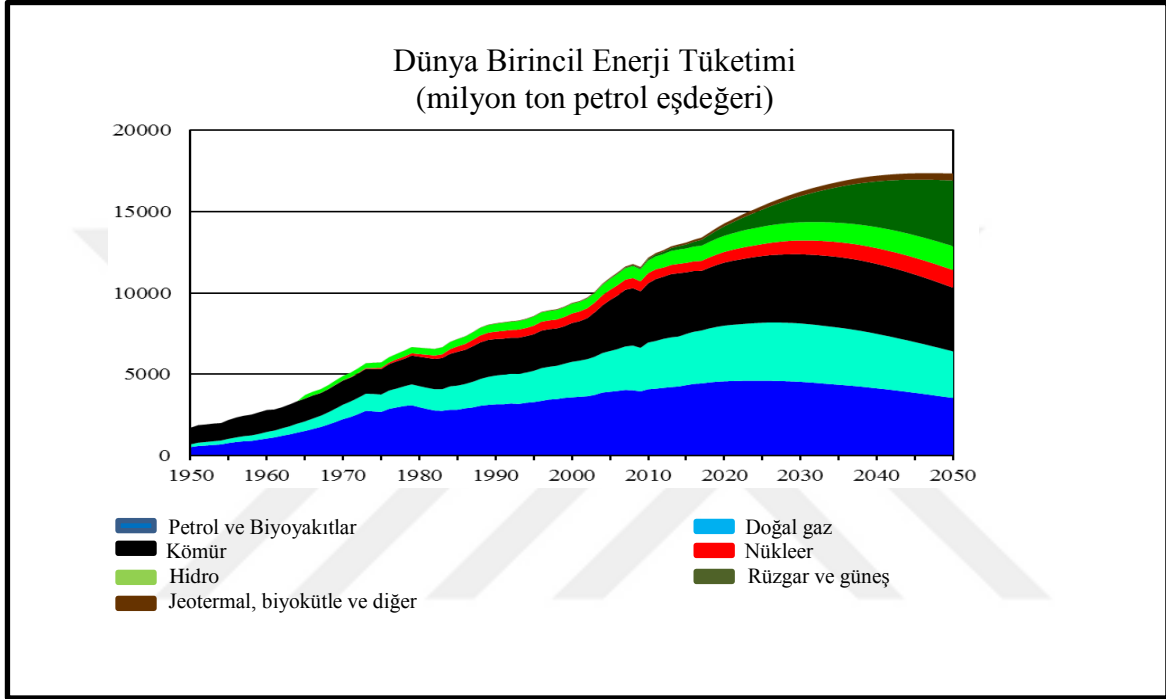
Kısaltmalar

Açıklamalar

IUCN	Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
LC	Least Concern
NT	Near Threatened
V	Hassas

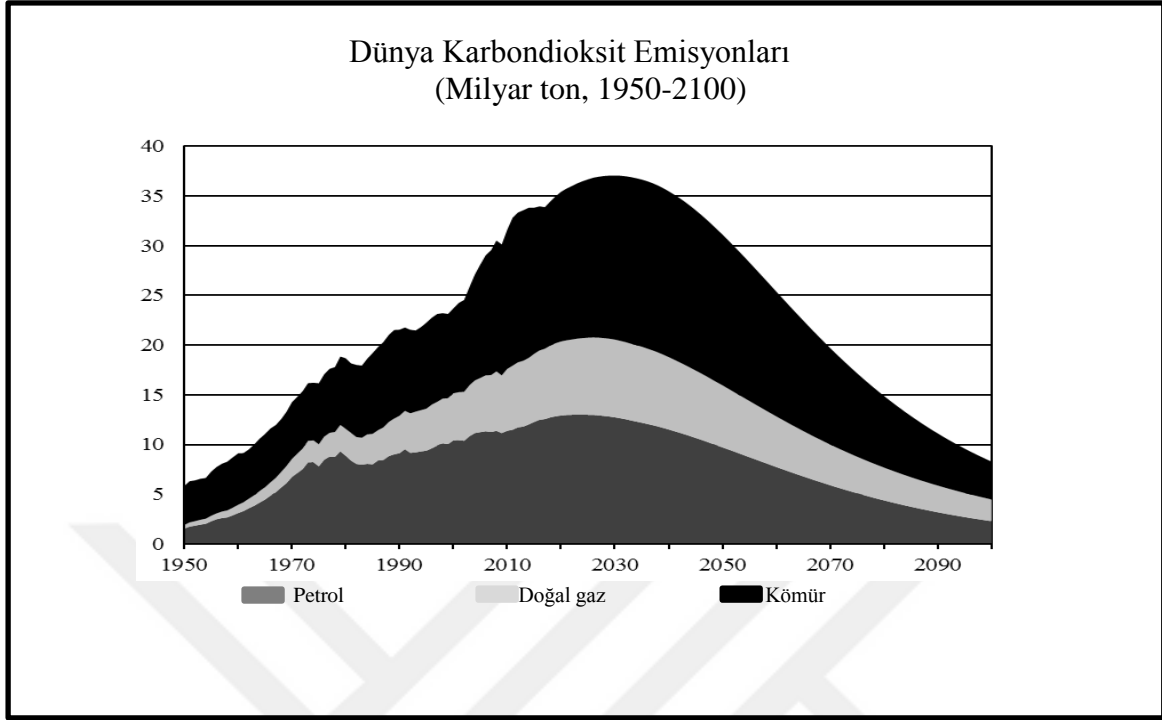
1. GİRİŞ

Son 15 yıl içerisinde enerji kaynaklarının tüketiminde, ciddi bir artış vardır (Schiffer, 2016). İnsan nüfusunun giderek daha fazla enerjiye ihtiyaç duyması, sera gaz emisyonlarının artmasına sebep olmaktadır (Millon ve diğerleri, 2015) (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Dünyada 1950'den 2050'ye kadar tarihsel ve tahmini birincil enerji tüketimi (Li, 2017)

Dünya karbondioksit emisyonlarının, 2030 yılında 37,1 milyar ton seviyesinde zirveye çıkması öngörülmektedir (Şekil 1.2) (Li, 2017).



Şekil 1.2. 1950'den 2100'e kadar yanan fosil yakıtlardan dolayı dünya karbondioksit emisyonları (1950-2014 yılları arasında hesaplanan ve 2015-2100 yılları arasında tahmini veri) (Li, 2017).

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin Beşinci Değerlendirme Raporuna göre, kümülatif karbondioksit emisyonları; 21. yüzyılın sonları ve sonrasındaki yıllarda, küresel yüzey ısınmasını büyük ölçüde belirleyecektir (Li, 2017).

Küresel ısınmanın iki dereceden fazla olması, Batı Antarktika buz tabakalarının erimesine yol açarak, deniz seviyesinin önümüzdeki 50-200 yıl boyunca 5-9 metre yükselmesine neden olacağı, Bangladeş, Avrupa ovaları, ABD doğu sahili, Kuzey Çin ovaları ve birçok kıyı kentinin sular altında kalacağı ve bunun medeniyetin sona ermesine yol açacağı öngörülmektedir (Li, 2017).

Kyoto konferansından sonra artan sera emisyonlarını azaltmak için, yenilenebilir enerji kaynaklarından, elektrik üretiminin öncelikli olması gerektiği belirtilmiştir (Millon ve diğerleri, 2015).

Yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi; enerji güvenliği (talebin her zaman uygun fiyatlarla karşılanması), CO₂ emisyonları ve çevresel etkilerinin azaltılması ve ekonomik kalkınma

(istihdamın arttırılması) alanlarına da katkısı bulunmaktadır (Gubman, 2012).

AB 2008’de, 2020 yılına kadar yenilenebilir enerjinin payını, Avrupa’nın toplam enerji üretiminin %20 sine yükseltilmesini taahhüt eden geniş kapsamlı bir “iklim değişikliği ve enerji” paketi benimsemiştir. Temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak rüzgâr enerjisi, diğer enerji kaynaklarının yanı sıra, bu % 20 hedefine ulaşmada önemli bir kaynak olarak görülmektedir (European Commission, 2011).

Rüzgâr, güneş kaynaklı radyasyonun yer yüzeyini farklı ısıtması ile meydana gelir. Bu ısınma; havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına ve farklı basınç ise, havanın hareketine sebep olur. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık % 2’si rüzgâr enerjisine dönüştürülür (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Rüzgârın özellikleri; coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel açıdan değişkendir. Rüzgâr; hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgâr hızı yükseklikle artmakla birlikte, gücü ise hızının küpü ile orantılıdır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

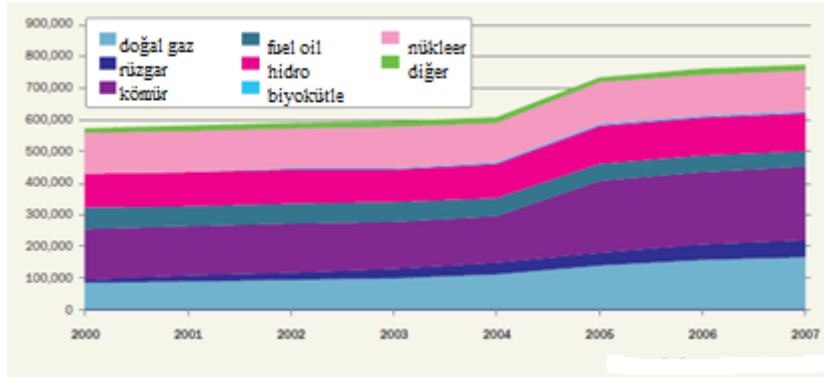
Rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminin; yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve enerji üretiminin değişken olması gibi dezavantajları vardır. Bunun yanı sıra; yenilenebilir, temiz bir enerji kaynağı ve çevre dostu olması, bitme ve zaman geçtikçe fiyatının artma riskinin olmaması, bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması ve teknolojisinin basit olması gibi avantajları da bulunmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Rüzgâr enerjisi, düşük karbonlu enerji kaynaklarından biri olarak bilinmektedir. Ayrıca, işletme sırasında su gereksinimine ihtiyaç yoktur. Arazi kullanım oranı, rüzgâr türbinlerinin büyüklüğüne bağlıdır. Engebeli arazilerde sırtlardan faydalanılabilir. Düz arazilerdeki tesisler ise, daha düzgün konumlandırılırlar. Fakat bu tesisler daha büyük bir ayak izine sahiptir. ABD’de rüzgâr çiftlikleri için toplam arazi miktarı MW başına 82 dönüm (82.000 m²) olarak belirlenmiştir (Schiffer, 2016).

Rüzgâr santralleri, elektrik üretiminde en gelişmiş, en ucuz ve yaygın olarak kullanılan enerji teknolojileridir ve yenilenebilir elektrik üretim stratejilerinin önemli bir bileşeni

oluşturmaktadır (Thaxter ve diğerleri, 2017).

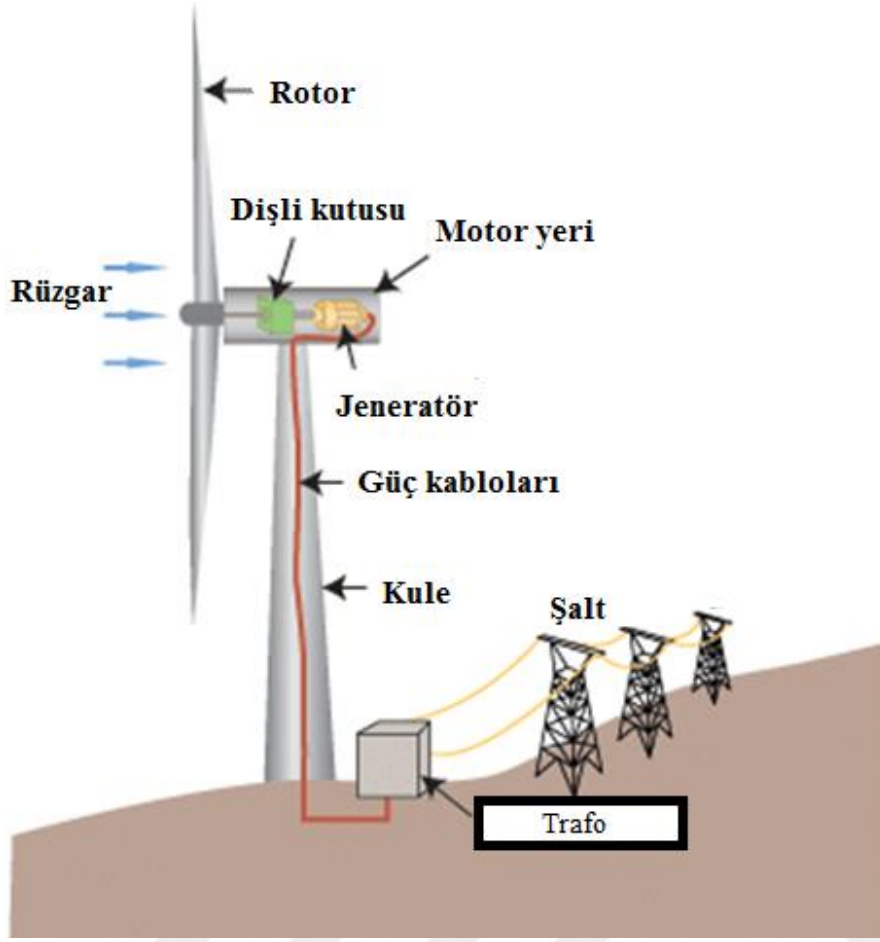
Son teknolojik gelişmeler ile Avrupa'daki rüzgâr enerjisi sektörü son 20 yılda hızlı ve sürekli olarak bir büyüme göstermiştir. Genel olarak AB'deki rüzgâr enerjisi kapasitesi, 1997 yılında 4.753 MW'tan, 2009'da 74.767 MW'a yükselmiştir. 2009 yılında Avrupa şebekesine eklenen elektrik üretim kapasitesinin %39'undan fazlası, rüzgâr enerjisinden gelmiştir (European Commission, 2011) (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Kurulu güç kapasitesi AB 2000-2007 (MW) (European Commission, 2011)

Avrupa, rüzgâr enerjisi teknolojisinde dünya lideridir. On bir Avrupa ülkesi, 2008 yılı sonuna kadar (Almanya, İspanya, Danimarka, İtalya, Fransa, Portekiz, Hollanda, İsveç, İrlanda, Yunanistan ve İngiltere) 1000'i aşkın rüzgâr enerjisi santrali kurmuştur ve bu ülkelerden beşi (Danimarka, İspanya, Portekiz, İrlanda, Almanya) toplam elektrik ihtiyacının %5'inden fazlasını rüzgâr enerjisi ile karşılamaktadır (European Commission, 2011).

Rüzgâr türbinleri; rüzgâr enerji santrallerinin ana yapı elemanıdır. Havanın kinetik enerjisini mekanik enerjiye, sonrasında elektrik enerjisine dönüştürerek çalışırlar (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019). Mevcut rüzgâr gücü ise, rotorun boyutları ve rüzgâr hızının küpüyle orantılıdır. Teorik olarak, rüzgâr hızı ikiye katlandığında, rüzgâr enerjisi sekiz kat artar (Schiffer, 2016) (Resim 1.1).



Resim 1.1. Rüzgâr türbini bölümleri (WindSolarUSA, 2019)

Rüzgâr türbinleri dönüş eksenlerine göre yatay veya düşey eksenli olarak üretilirler. Bu tiplerden en fazla kullanılanı, yatay eksenli rüzgâr türbinleridir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Rüzgâr türbinleri, elektrik enerjisi üretimine belirli bir rüzgâr hızında başlarlar. Bir rüzgâr türbini enerji üretimini, cut in (devreye alma) ve cut-out (devre dışı bırakma) rüzgâr hızları arasında sağlar. Modern rüzgâr türbinlerinin cut-in 2-4 m/s, nominal 10-15 m/s ve cut out hızları ise 25-35 m/s arasında değişmektedir. Her bir türbin için belirlenen rüzgâr hızında, elde edilen güç fazla olmaktadır. Bu en büyük güce nominal güç, rüzgâr hızına ise nominal hız denilmektedir. Sistemin hasar görmemesi için, belirli bir rüzgâr hızından sonra türbinlerin stop konumuna otomatik geçmesi sağlanır ve bu maksimum hız, cut-out hızı olarak adlandırılmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Genel olarak, yatay eksen ve dikey eksen türbinleri olmak üzere iki tür rüzgâr türbini yaygın

olarak kullanılmaktadır. Yatay eksen türbinleri, boyutlarına ve kapasitelerine bağı olarak 0.5 kW'tan 2000 kW'ye kadar elektrik üretebilirler (Richards ve diğerleri, 2011) (Resim 1.2).



Resim 1.2. Yatay eksen türbinlerine örnekler (Richards ve diğerleri, 2011)

Dikey eksenli rüzgâr türbinleri, yaygın olmamakla birlikte, kentsel alanlarda binalar ve diğer yüksek yapılarda kullanılırlar. Daha sessiz ve az titreşim oluşturdukları için, çatı üstü montajı için uygundurlar. Ancak, bu teknolojinin yeterince gelişmemiş olduğu düşünülmektedir (Richards ve diğerleri, 2011).

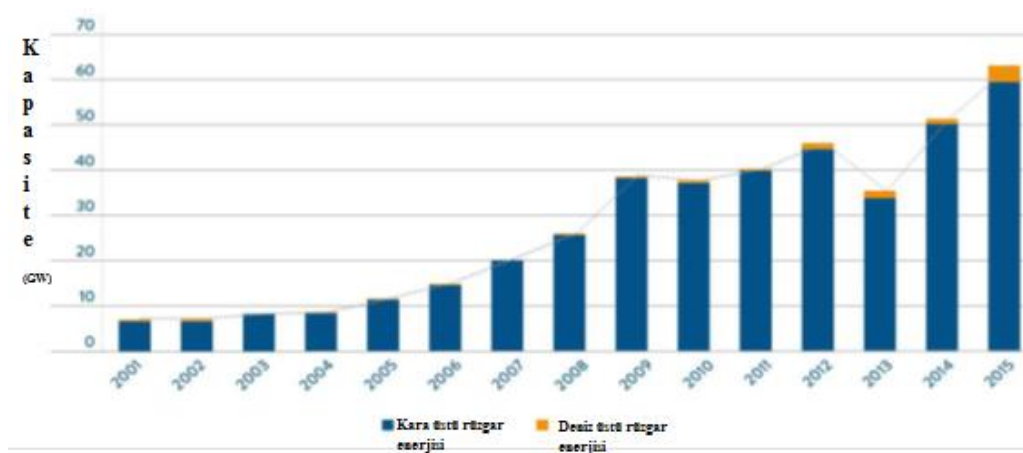


Resim 1.3. Dikey eksen türbinlerine örnekler (Richards ve diğerleri, 2011)

Genel olarak, mevcut rüzgâr yönündeki türbinler arasındaki mesafe, türbinlerin rotor çapının 5-12 katı; rüzgâr yönüne dik olan türbinler arasındaki mesafe ise rotor çapının 3-5 katı kadar olmalıdır (rüzgâr yönü dağılımı, zemin pürüzlülüğü, bitki örtüsü veya rüzgâr hızı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak) (Schiffer, 2016).

Küresel rüzgâr enerjisi üretimi, 2015 yılında toplam küresel enerji üretim kapasitesinin yaklaşık %7'sini oluşturarak (420 GW onshore, 12 GW offshore) 432 GW'a ulaşmıştır ve 2015 yılında dünya rüzgâr sektöründe toplam yatırım, 109 milyar ABD doları olmuştur (Schiffer, 2016).

Danimarka, 2015 yılında elektrik enerjisinin %42'sini rüzgâr türbinlerinden üreterek, dünya çapında kaydedilen en yüksek rakama ulaşmıştır. 2015 yılında, Almanya'da üretilen rüzgâr enerjisi, ülkenin enerji tüketiminin %13'üne karşılık gelmiştir (Schiffer, 2016) (Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Yıllık net küresel rüzgâr kapasiteleri, 2001-2015 (Schiffer, 2016)

2015 yılsonu itibarıyla rüzgâr enerjisinde küresel lider ülkeler; Çin, ABD, Almanya, Hindistan ve İspanya'dır (Schiffer, 2016).

Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeli, 48.000 MW'tır. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan ise, Türkiye yüz ölçümünün % 1,30'udur. 2017 yılında rüzgâr enerjisinden 17,9 milyar kWh elektrik üretilmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Türkiye'de, yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

2018 Haziran itibarıyla işletmede olan rüzgâr enerji santrallerinin toplam kurulu gücü, 6.671 MW'tır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2019).

Yarasalar, gerçek uçuş yeteneğine sahip tek memeli grubudur (Taylor, 2006) ve yavrularını meme bezleriyle beslerler (Harvey ve diğerleri, 2013).

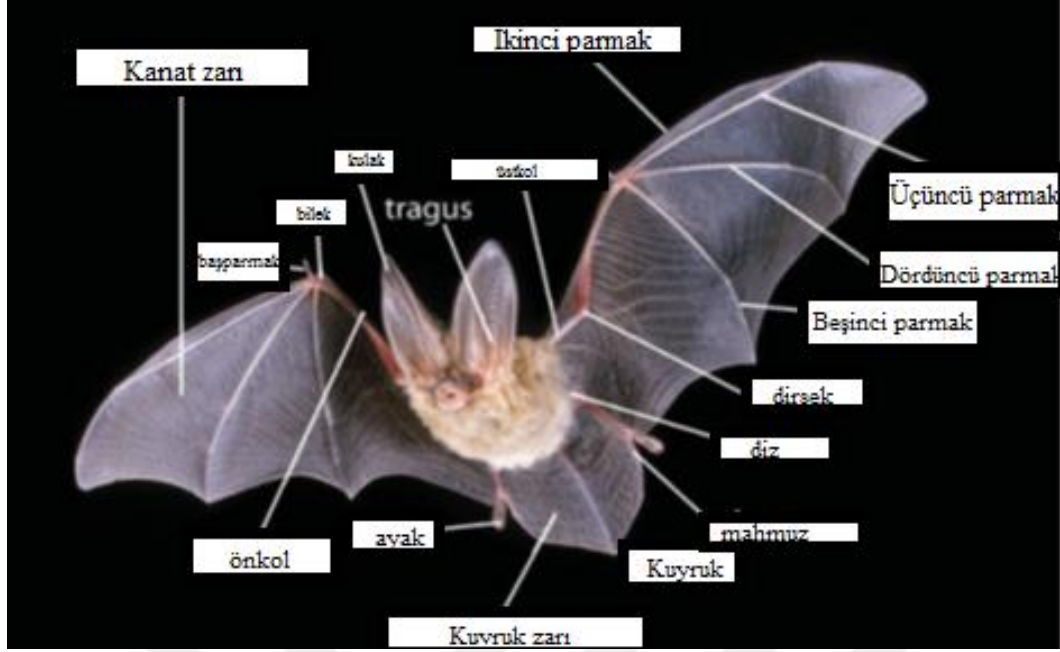
Yarasalar, “el-kanat” anlamına gelen Chiroptera takımına aittir. Bir yarasanın kanadında bulunan kemikler uzamış ve bu kemikler bir çift deri ile bağlanarak kanadı oluşturmuştur. Yarasaların en eski fosilleri 50 milyon yıl öncesine dayanmaktadır (Harvey ve diğerleri, 2013) (Resim 1.4).



Resim 1.4. Bu fosil yarasa (*Onychonycteris finneyi*), 2002 yılında Wyoming'in güneybatısında bulunmuştur. Eosen dönemindedir ve yaklaşık 52,5 milyon yaşındadır (Harvey ve diğerleri, 2013).

Yarasalar, kutup bölgeleri ve bazı okyanus adaları hariç bütün dünyaya yayılmışlardır. Tropik bölgelerde ise daha fazla bulunurlar. Memeliler içinde, 1.300'den fazla tür sayısıyla, kemirgenlerden sonra (+2.200 tür) ikinci büyük gruptur. Yaklaşık bütün memeli türlerinin beşte birini oluştururlar (Harvey ve diğerleri, 2013).

Yarasalar, dünyanın en uzun ömürlü memelileri arasındadır. Küçük kahverengi Myotis, vahşi doğada 34 yıla kadar yaşayabilir (Taylor, 2006). Düşük doğum oranları vardır. Yılda, sadece bir yavru doğururlar (Welch, 2017). Doğum süresi, türler ve hatta aynı türün bireyleri arasında oldukça değişken olabilir. Ancak, doğum için ana dönem Haziran'dır. Genç birey, önceleri annesinden süt ile beslenir ve Temmuz ve Ağustos aylarında ise uçmaya başlar (Collins ve diğerleri, 2016) (Resim 1.5).



Resim 1.5. Yarasa anatomisi (*Corynorhinus townsendii*) (Harvey ve diğerleri, 2013)

Yarasalar; Megachiroptera ve Microchiroptera olmak üzere ikiye ayrılır. Tüm yarasa türlerinin yaklaşık %20'sini Megachiroptera (Harvey ve diğerleri, 2013), %80 ini ise Microchiroptera oluşturur (Harvey ve diğerleri, 2013). Microchiroptera, 782 tür ve Megachiroptera 175 türle temsil edilir (Wimsatt ve diğerleri, 1970) (Resim 1.6.).



Resim 1.6. *Rousettus aegyptiacus* (Megachiroptera) Türkiye'deki tek temsilcisi (Tramem.org, 2019)

Megachiroptera; sadece Asya, Avustralya ve Afrika'nın tropikal bölgelerinde bulunurlar. Vücut ağırlıkları 100 g ila 1000 g arasındadır. Meyve, nektar ve polenle beslenirler. Beslenmek için gözlere ihtiyaç duyarlar. Ekolokasyon, Rousettus cinsinde görülür. Rousettus, dilleri ile tıklamalar üretir ve karanlıkta bu ekolokasyon sinyallerini kullanırlar (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Microchiroptera, oldukça gelişmiş bir ekolokasyon sistemine sahiptir. Ekolokasyon sinyalleri, larnyx (gırtlak) tarafından üretilir. Vücut ağırlıkları, 5 gr ile 20 gr arasındadır (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Yarasalar (Microchiroptera), gece uçan böceklerin birincil yırtıcılarıdır (Taylor, 2006). Uçma önemli miktarda enerji gerektirdiğinden yarasalar, bol miktarda besine ihtiyaç uyarlar. Çoğu yarasa, geceleri vücut ağırlığının yarısından fazla besin tüketirler (Harvey ve diğerleri, 2013).

Kuzey Amerika ormanlarının ortak sakini olan küçük bir kahverengi Myotis, sadece bir saat içinde 1.000 sivrisinek büyüklüğünde böcek tüketebilir (Taylor, 2006). Bazı türler, böcek dışında, kurbağa, kertenkele, kuş, fare ve diğer yarasalarla da beslenirler (Wimsatt ve diğerleri, 1970) (Resim 1.7.).



Resim 1.7. Böceklerle beslenen bazı yarasa türleri, solda *Myotis myotis*, sağda *Rhinolophus mehelyi* (Merlin Tuttle's Bat Conservation, 2019)

Bazı türler beslenmek için yaklaşık 1-2 km, bazı türler ise 50 km'den daha fazla yol kat edebilir (Harvey ve diğerleri, 2013).

Yarasalar; polinatör, tohum dağıtıcısı ve biyoindikatör olarak önemli rollere sahiptir. Tarımsal sistemlerde böceklerin doğal kontrolünü sağlayarak, Kuzey Amerika’da yılda 3,8 milyar dolar ekonomik faydası olduğu hesap edilmektedir (Welch, 2017).

Yarasalar, gün batımından önce veya akşamın erken saatlerinde görülmelerinin yanı sıra nokturnal canlılardır. Bazen, ılık kış günlerinde gündüz saatlerinde de uçabilirler. Yarasa türleri arasında nokturnal yaşamın tek istisnası, Pasifik Okyanusu’ndaki Samoa ve Fiji Adaları’nda yaşayan *Pteropus samoensis*'tir (Harvey ve diğerleri, 2013).

Yarasalar, günün farklı zamanlarında, farklı alanları kullanırlar. Tahmini veya aynı şekilde dağılmak yerine, uygun tünek ve beslenme alanlarında kümelenme eğilimi gösterirler. Bazı türler için, erkekler ve dişiler farklı habitatları kullanırlar (Vonhof, 2002).

Yarasalar; ağaçlarda, suya erişebilecekleri mağaralarda, gün içinde yırtıcılardan saklanacak güvenli yerlerde, bazen terkedilmiş madenler, köprü altlarında, besinin bol olduğu yerlerde, tavan arasında, terk edilmiş binalarda, bacalarda yaşarlar. Bazen büyük koloniler yapabilirler (Bat Worlds, 2019a) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Yarasa tünek tipleri (Collins ve diğerleri, 2016)

Tünek Tipi	Tanım
Günlük Tünek	Bireysel yarasaların ya da küçük erkek gruplarının gün içinde dinlendiği ya da sığındığı ancak yaz aylarında gece nadiren bulunduğu bir yer.
Gece Tüneği	Yarasaların gecede dinlendiği veya sığındığı, ancak gün içinde nadiren bulunduğu bir yer. Tek bir birey tarafından veya tüm koloni tarafından düzenli olarak kullanılabilir.
Beslenme Tüneği	Tek ya da birkaç bireyin gece boyunca dinlendiği ya da beslendiği yer.
Geçici Tünek	Birkaç birey veya bazen küçük gruplar tarafından, kış uykusundan uyanma veya kış uykusundan önceki dönemde genellikle kısa süreler için kullanılır.
Toplanma Alanları	Çok sayıda erkek ve dişinin geç yaz-sonbahar aylarında toplandığı yerler. Önemli çiftleşme alanlarıdır.
Çiftleşme Alanları	Çiftleşmenin olduğu yerler
Analık Tünekleri	Dişi yarasaların doğum yaptığı ve genç bireylerin bağımsızlıklarını arttırdığı yerler.
Hibernasyon Tünekleri	Kış boyunca yarasaların tek veya beraber bulunabildikleri yerler
Satellite Tünekleri	Üreme mevsimi boyunca, üreyen birkaç dişi tarafından kullanılan alternatif tünek

Ağaç yarasa türleri, Ağustos ayları ve Ekim ayı sonları arasında kış tünelerine göç etme eğilimindedir. Bu türlerin uzun mesafeleri ve bazı durumlarda 1000 km'den daha uzaklara göç ettikleri bilinmektedir. Çoğu ağaç yarasası türü, kış ayları boyunca güneye ve yaz ayları boyunca ise kuzeye göç eder (Davila, 2016).

Yarasalarda uçuşun anlaşılması, aerodinamiğin temel terminolojisini anlayabilmekten geçer. Yarasaların kanatlarının dorsal yüzeyleri az ya da çok dışbükey, ventral yüzeyleri ise içbükeydir (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Kanatın şekli, aerodinamik özelliklerini etkiler. Eliptik formdaki kanat, düşük hızlarda, bitki örtüsüne yakın uçuş ve yüksek manevra kabiliyetinin gerekli olduğu durumlarda uygundur. Yarasalardaki en yağın kanat şekli eliptik kanattır. Bununla birlikte, hızlı uçuşun önemli olduğu türlerde kanat, dar ve uzundur. Molossidae ve Vespertilionidae familyasının (*Lasiurus* ve *Miniopterus*) bazı üyeleri uzun ve dar kanatlara sahiptir (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Uçuş tarzı ve kanatların morfolojisi; biyolojileri, alışkanlıkları, göç eylemleri ve kış uykusu davranışlarından etkilenir (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Böceklerle beslenen yarasalarda, yavaş ve yüksek manevra kabiliyeti vardır (Wimsatt ve diğerleri, 1970).

Uçuş yükseklikleri yarasa türlerine göre değişmektedir. Yarasalar, deniz üzerinde genellikle 0-10 m arasında, yüzeye yakın uçmaktadırlar. Daha büyük türler, genellikle biraz daha yüksekte uçar. Radar çalışmalarında, büyük türlerin, genellikle de *Nyctalus noctula* türünün, yüzeyden 40 m'nin altında uçtuğu, fakat yüksek rakımlarda da birkaç bireye rastlanıldığı belirtilmektedir. Bununla birlikte yarasalar, daha yüksek rakımlarda görülmemektedir (Ahlén ve diğerleri, 2007).

Yarasalar böcekleri avlamak için uçuş yüksekliklerini hızla değiştirebilirler. *Nyctalus noctula* türü, 1200 m yüksekliğe kadar avlanabilmektedir. Daha küçük türlerin (örneğin *Pipistrellus pipistrellus* veya *P.pygmaeus*) göç uçuşunu, genellikle deniz yüzeyinden 1-3 m yükseklikte gerçekleştirmesine rağmen, avlanma durumuna göre yüksekliği değiştirebilirler. *Myotis daubentonii* ve *M.dasyne* türleri, yüzeyde veya yüzeyin yakınında avlanır. Bazen özel durumlarda yüksekliği arttırabilirler (Ahlén ve diğerleri, 2007).

Ekolokasyon, yarasaların yaşam tarihinin stratejisidir. Yarasalar, tipik olarak insanların duydukları frekanslardan daha yüksek frekanslarda çağrı üretirler (Wund and Myers, 2005). Yarasaların yaptığı çağrılar, 130 desibel değerine ulaşabilir (Bat Worlds, 2019b). Bu sesler yayılır, yarasaların duyabileceği ve yorumlayabileceği yankılar şeklinde geri döner. Bazı türler, yüksek tekrar hızında kısa arama (2-5 milisaniye), bazı türler ise daha uzun (20 milisaniye) ve daha az sıklıkla arama yapar. Frekans özellikleri de türler arasında farklılık gösterir. Frekans ve süre gibi özelliklerdeki farklılıklar, ekolokasyon çağrısının farklı boyutlarda, şekillerde ve farklı mesafelerdeki nesnelere yankı üretme yeteneğini etkiler. Sonuç olarak; ekolokasyon çağrı yapısı bir türün ekolojisi, yiyecek arama stratejisi hakkında bilgi verir (Wund and Myers, 2005).

Görme ve ekolokasyon arasındaki en büyük işlevsel farklılık; vizyon, tipik olarak harici ışık kaynaklarına dayanması ve pasif bir algı biçimi olması iken, ekolokasyon aktif bir algı biçimidir (Wund and Myers, 2005) ve akustik sinyal, çevre hakkında bilgi toplamak için dış sinyallere (örneğin, görme için ışık ve koku için kimyasal maddeler) dayanan pasif sistemlerin aksine, hayvan tarafından üretilir (Jocobs ve Bastian, 2016). Ekolokasyon çağrılarının türler arasında farklı olması, yarasaların kullandıkları habitatlardaki varyasyonları ve aradıkları yiyeceği yansıtır. Ayrıca yarasalar, “pasif ekolokasyon” da kullanabilirler. Yani, avın oluşturduğu sesleri, örneğin kurbağa veya kumda yürüyen böceğin sesi gibi, tespit edebilir (Wund and Myers, 2005).

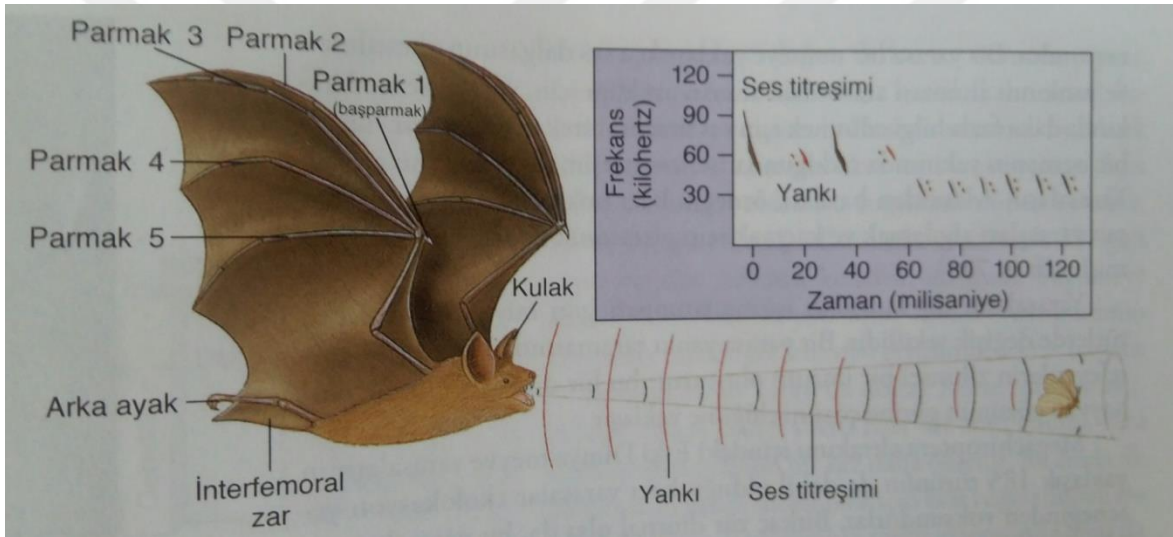
Ekolokasyon kullanan yarasalar, birkaç metre mesafeden küçük böceklerin konumunu karanlıkta birkaç milimetrelik doğrulukla tespit edebilirler. 1-2 m mesafelerde, 0,005-2 mm çapında olan nesnelere tespit edilebilir (Jocobs ve Bastian, 2016).

Yarasaların avcılık için çok iyi adapte olmaları, anti-yarasa savunma mekanizmasının evrimini teşvik etmiştir ve avlar, yarasa predasyon riskini azaltan adaptasyonlar geliştirmişlerdir. Örneğin birçok böcek türü, ekolokasyon çağrılarını dinlemek için kulak geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu duyma şekli, erken uyarı sistemi gibi görev yapar (Jocobs ve Bastian, 2016).

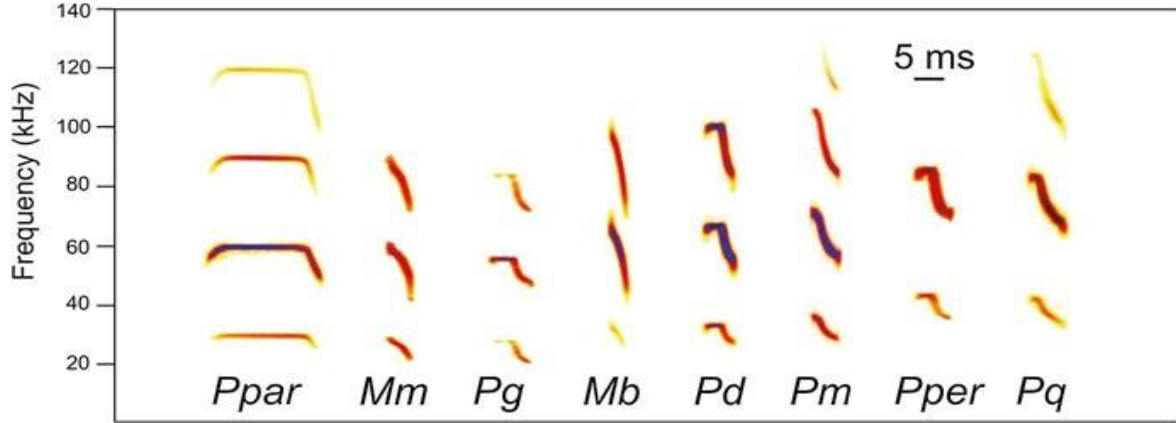
Ekolokasyon çağrıları, eş merkezli ses basınç dalgaları biçiminde havanın içinden geçerler, bu dalgalar nesnelere yansıdığı anda yankılar oluşur ve bu yankıları, kulaklar algılar. Yarasa beyni yaydığı çağrı ile, geri dönen yankı arasındaki farklılıkları yorumlar ve çevresiyle ilgili

üç boyutlu görüntüler oluşturur. İnsanlar ise, gözlerini ve ışığı kullanarak çevresinin üç boyutlu görüntülerini oluşturur (Jocobs ve Bastian, 2016).

Yarasalar, bir nesnenin büyüklüğünü, şeklini, malzeme içeriğini, mesafesini ve belki de avı olan böcek türünü belirlemek için ekolokasyon kullanabilirler. Ayrıca avından gelen yankılar ile arka plan substratı veya bitki örtüsü (dağınık yankılar) gibi hedef olmayan nesnelere arasında da ayırım yapabilir. Daha büyük nesnelere, büyük yoğunluğa sahip yankılar oluşturur. Ekolokasyon çağrısının dalga boyundan daha küçük olan nesnelere ise, herhangi bir yankı üretmeyeceğinden yarasa onu tespit edemeyecektir. Yarasa ların çağrı frekans aralığı, 9-210 kHz arasında değişmektedir (Jocobs ve Bastian, 2016) (Resim 1. 8; Şekil 1.5).



Resim 1.8. *Myotis lucifugus* tarafından bir böceğin ekolokasyonu. Frekans modülasyonlu ses titreşimleri yarasanın ağzından dar bir ses dalgası halinde yönlendirilir. Yarasa avına yaklaştıkça, daha hızlı oranda daha kısa ve daha düşük ses titreşimleri salar (Hickman ve diğerleri, 2014).



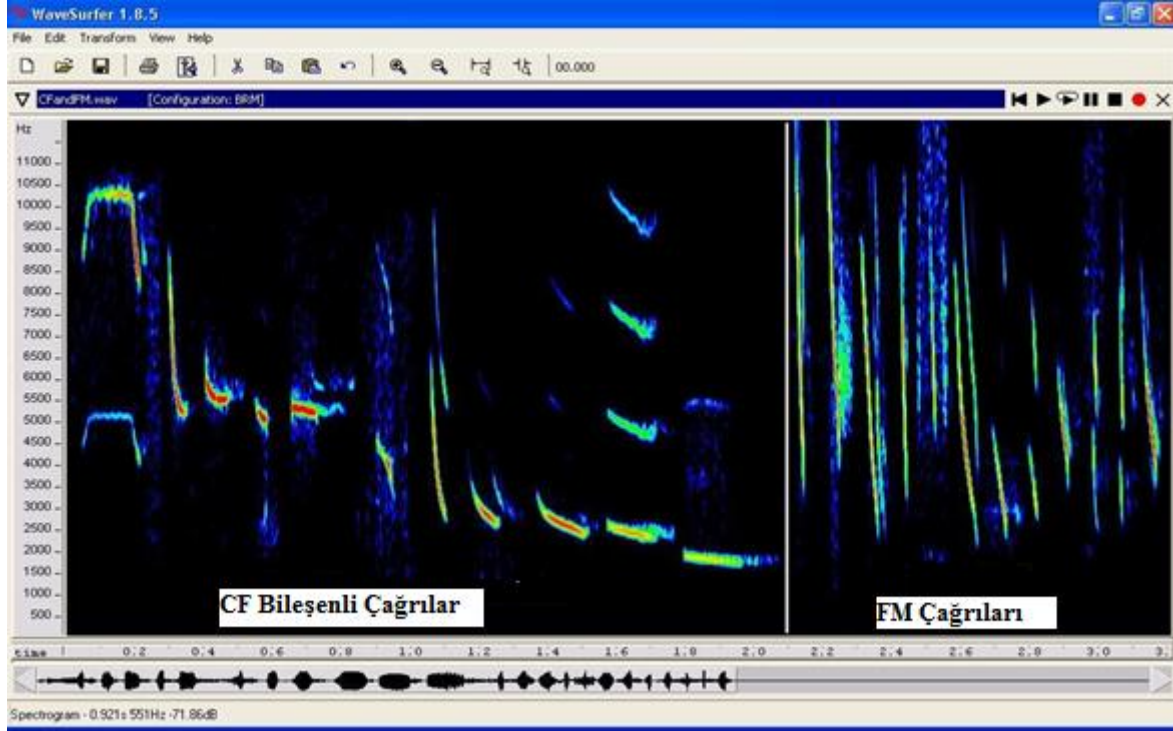
Şekil 1.5. Mormoopidae familyasına ait sekiz yarasa türünün tipik arama ekolokasyon çağrılarının spektromları. Ppar, *Pteronotus parnellii*; Mm, *Mormoops megalophylla*; Pg, *Pteronotus gymnotus*; Mb, *Mormoops blainvillei*; Pd, *Pteronotus davyi*; Pm, *Pteronotus macleayii*; Pper, *Pteronotus personatus*; Pq, *Pteronotus quadridens* (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

Yarasa çağrıları, çoğunlukla iki tip, frekans modülasyonlu (FM) ve sabit frekanslı (CF) bileşenlerin çeşitli bileşenlerinden oluşur, ancak bu iki bileşen türünün çeşitli varyasyonları vardır. Çoğu yarasa türünün çağrılarında FM bileşenleri, geri kalanlarda (büyük ölçüde sadece üç yarasa ailesi, Rhinolophidae, Rhinonycteridae ve Hipposideridae) CF bileşenleri hâkimdir. FM çağrıları, düşük frekans aralığı veya geniş frekans aralığı olan geniş bant ile dar bant olabilir. Dar bant FM sinyalleri hedef tespiti için iyidir, ancak hedef lokalizasyonu ve sınıflandırması için uygun değildir. Geniş bant FM çağrıları, hedef lokalizasyonu ve sınıflandırması için iyidir, ancak atmosferik zayıflama ve bunun sonucunda kısa algılama aralığı, hedef tespiti için iyi değildir. Geniş bant genişliği FM çağrıları, hedefe olan mesafenin ve açının doğru bir şekilde belirlenmesiyle hedefin kesin lokalizasyonu sağlar (Jacobs ve Bastian, 2016).

Geniş bant genişliğinin frekans modülasyonlu sinyalleri de hedefin doku ve derinlik yapısının belirlenmesini sağlar. Hedefin dokusu, farklı frekansların soğurulmasındaki farklılıklardan belirlenebilirken; derinlik yapısı, hedeften gelen ekolardaki çoklu ses dalgalarının örtüşmesinin neden olduğu girişim kalıplarından belirlenebilir (Jacobs ve Bastian, 2016).

Aramaların sabit frekans (CF) bileşenleri, zaman içinde frekansta hiçbir değişikliğin olmadığı bileşenlerdir. Bu tür bileşenlerde enerji, FM bileşenlerine göre, tek veya dar frekanslar halinde yoğunlaşır. Bu nedenle CF sinyali, FM sinyalinden daha uzundur. Bu

sinyaller, tespit aralığının lokalizasyondan daha önemli olduğu yerlerde uygundur ve uzakta bulunan bir böcek tarafından üretilen Doppler kaymalarının, tespit edilmesini sağlar (Jocobs ve Bastian, 2016) (Resim 1.9.).



Resim 1.9. İngiliz yarasalarının ekolokasyon ses örnekleri (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)

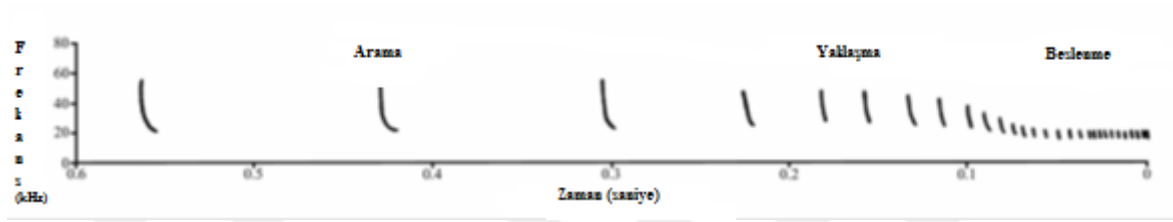
Yarasaların, avlanırken ürettikleri ekolokasyon çağrılarını, yaygın olarak 3 grupta sınıflandırılır:

“Arama-fazı” sinyalleri, av ararken üretilir. Bu sinyaller, genellikle saniyede 10-20 oranında yayılır.

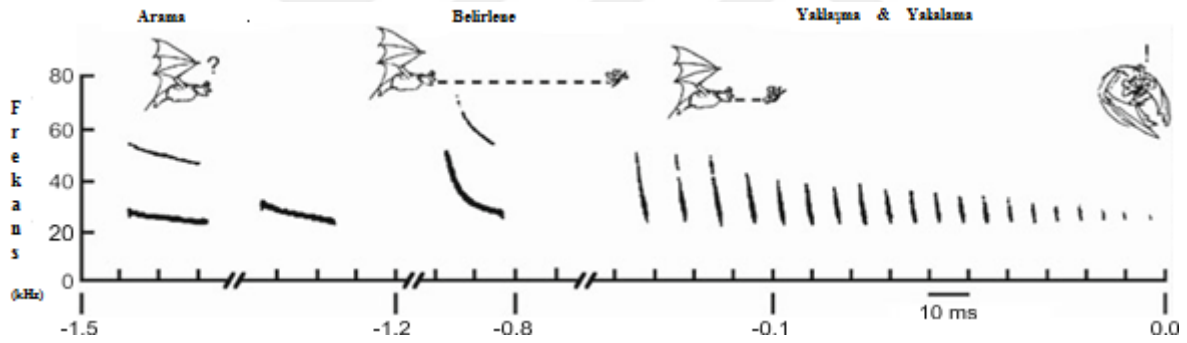
“Yaklaşma-fazı” sinyalleri, av algılandığında arama fazı sinyalleri geliştirilir. Yaklaşma fazı süresince her bir sinyalin süresi ve sinyaller arasındaki mesafe, frekans gibi azalır.

“Terminal (beslenme-fazı)” süresince sinyaller, frekans ve süre aralığında azalmaya devam eder. *Myotis lucifugus*, her 7 saniyede bir, saatte 50’den fazla küçük böcek (2 mg) yakalayabilir (Harvey ve diğerleri, 2013).

Çağruların verildiği tekrarlama oranı, yarasanın aktivitesine göre değişir ve farklı davranışlar arasında ayırım yapmak için bir araç sağlar. Potansiyel bir av ögesi algılandığında ve yarasa saldırıya geçtiğinde bu oran saniyede 100 veya daha fazla çağrıya çıkar. Bu karakteristik “feeding buzz”, bir yarasanın bir bölgeyi aradığını gösterir. Böylelikle, “feeding buzz” un varlığını tespit ederek, hangi habitatların yiyecek toplama alanları olarak önemli olduğunu belirlemek mümkündür (Vonhof, 2002) (Şekil 1.6).

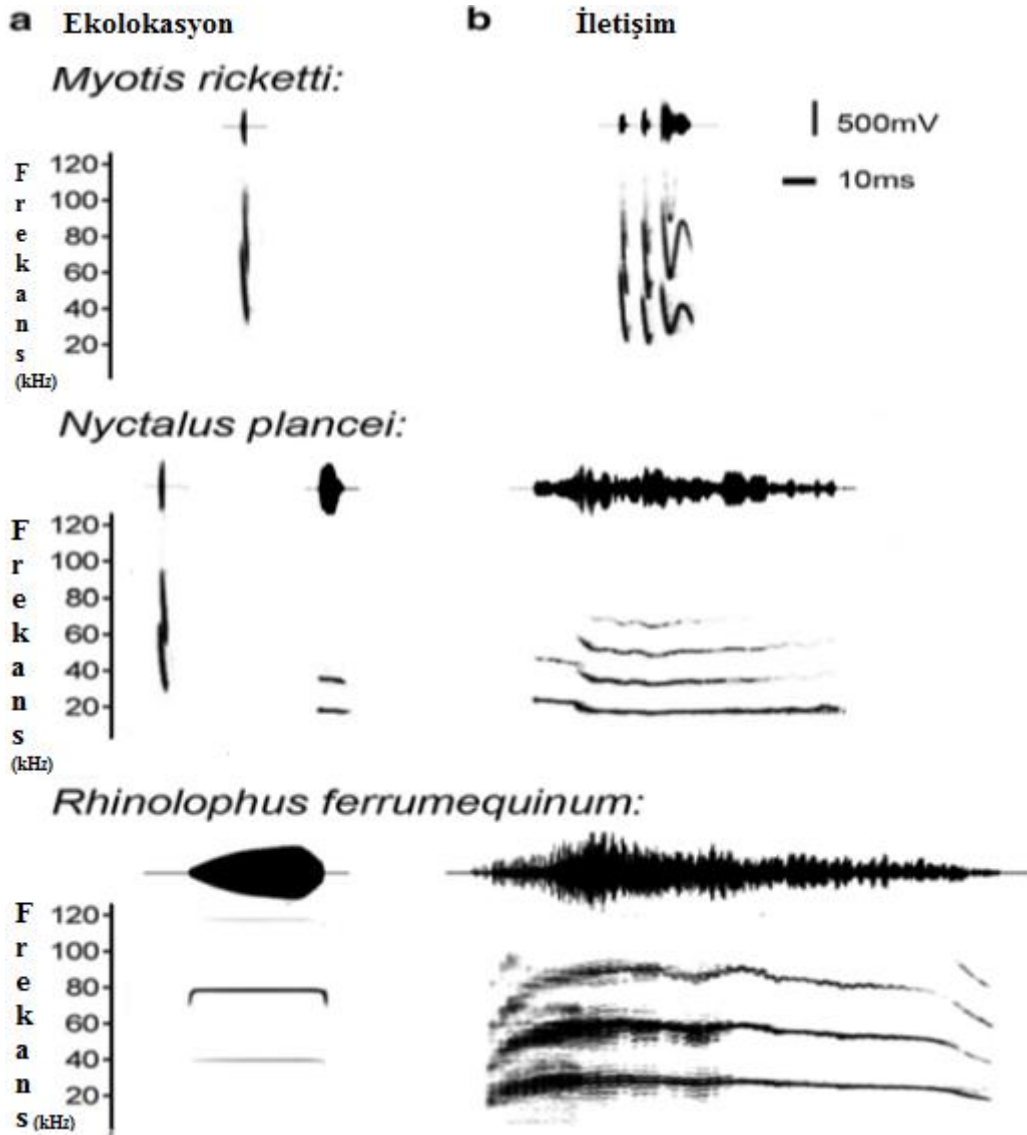


Şekil 1.6. Ekolokasyon zamanlamasının grafik tasviri (arama, yaklaşma ve terminal/feeding buzz) (Vonhof, 2002)



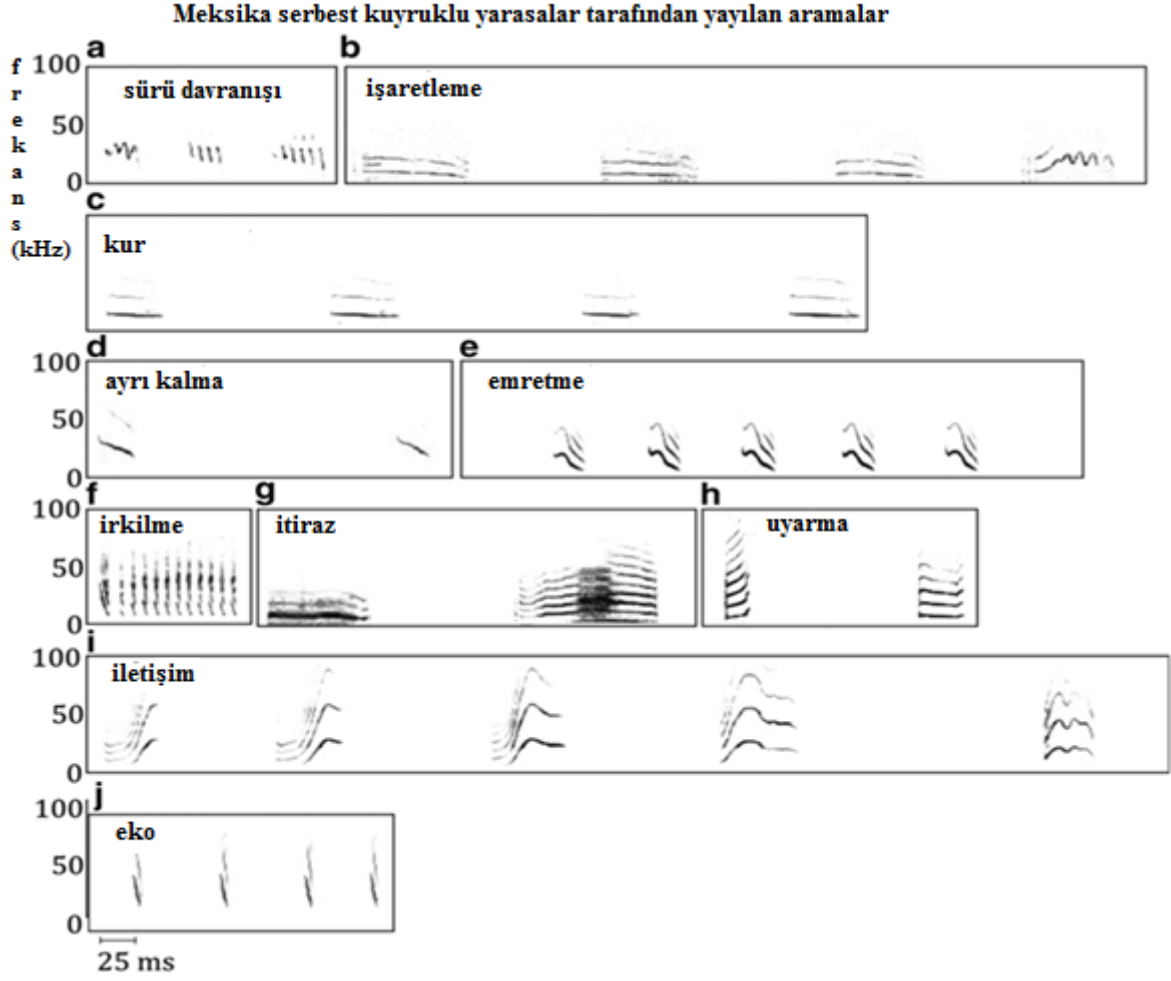
Şekil 1.7. Yiyecek ararken *Eptesicus fuscus* tarafından yayınlanan seslerin sırasını gösteren şema (Fenton ve diğerleri, ed, 2016)

Ekolokasyon atımları üretmenin yanında, yarasalar birbirleriyle iletişim kurmak için büyük bir sosyal çağrı repertuarı üretirler (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).



Şekil 1.8. (a) Farklı tip ekolokasyon atımlarının dalga boyları ve sonogramları ve (b) iletişim çağrıları (Fenton ve diğerleri, ed, 2016)

Ekolokasyon çağrıları (a), genellikle çok kısa, geniş bantlı sinyallerden olabilir. Buna karşılık, iletişim sinyalleri (b) daha uzun süreli, daha karmaşık spektral ve geniş modülasyonları içerir ve genellikle aynı türün sonar atımlarından daha düşük frekanslarda yayılır (Şekil 1.8; Şekil 1.9) (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

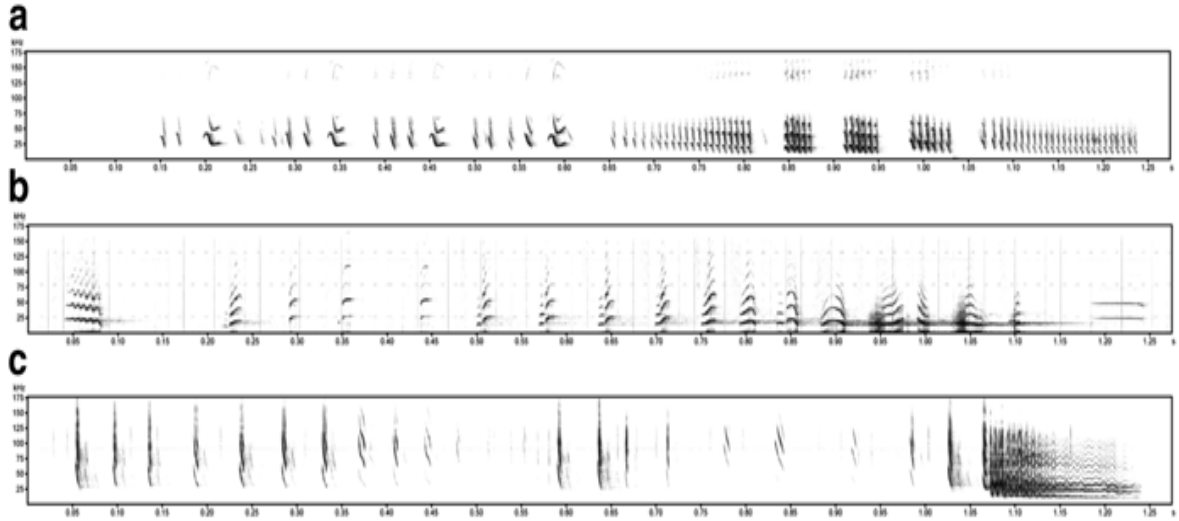


Şekil 1.9. Mexican free-tailed yarasalarının çeşitli iletişim çağrılarını gösteren spektrogramlar (Fenton ve diğerleri, ed, 2016)

Yaklaşık 1.260 yarasa türü, ekolojik ve sosyal olarak, önemli farklılıklar göstermektedir. Pek çok yarasa türü, sosyal gruplar halinde yaşar. Yarasa sosyal sistemleri; grup büyüklüğü, sosyal yapı ve çiftleşme sistemi içinde hem türler hem de türler arasında, geniş bir çeşitlilik sergilemektedir. Yarasalar ayrıca, beslenme ve tünek kullanımı gibi ekolojik özelliklerinde de geniş bir değişkenlik gösterebilirler (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

Sosyal Sesler

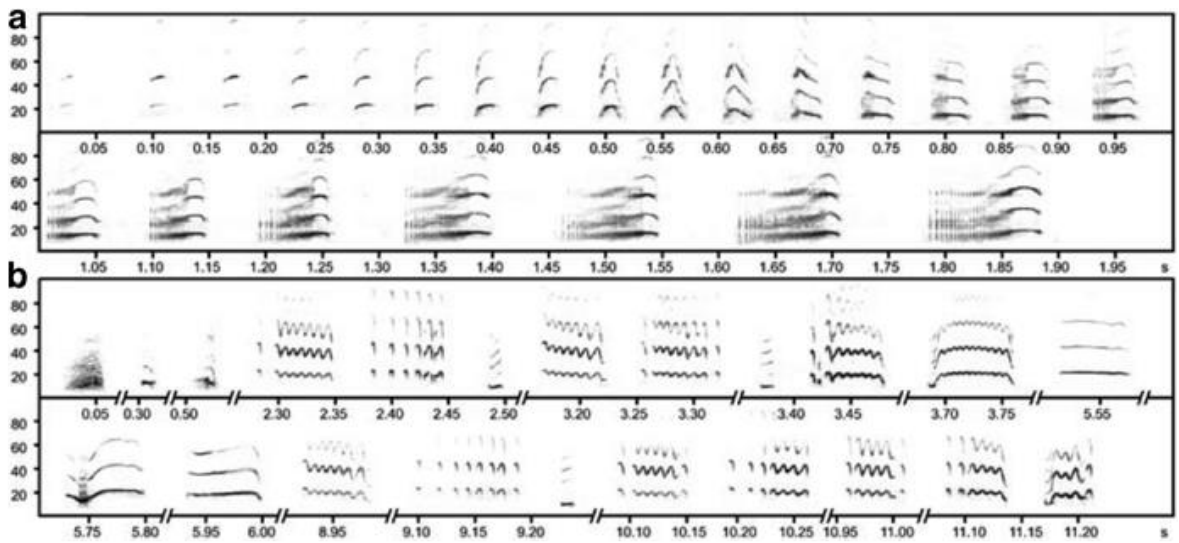
-Eş Çekme: Yarasaların çeşitliliğine rağmen, çiftleşme davranışı ve ilgili detaylar, yaklaşık 50 tür veya daha azından bilinmektedir (tüm yarasaların %4 ü) (Fenton ve diğerleri, ed, 2016) (Şekil 1.10).



Şekil 1.10. Kur yapma sesleri (a) *Tadarida brasiliensis* (b) *Saccopteryx bilineata* (c) *Carollia periscillata* (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

-Antagonist Etkileşimler: Agresif karşılaşmalar sırasında iletişim sinyalleri, rakiplerin rekabet kabiliyeti hakkında bilgi verir (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

Bölgesel şarkıları, dişiler tünekten uzak oldukları zaman boyunca sık sık üretirler. Bu durum, çiftleşme bölgeleri için rekabet ettiklerini gösterir. Daha çok kompozit hece ve daha düşük frekanslı terminal vızıltıları ile daha uzun şarkılar üreten erkekler, daha büyük haremle ve daha fazla üreme başarısına sahiptir ve bu sinyallerin de dişi seçiminde rol oynadığını gösterir (Fenton ve diğerleri, ed, 2016) (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. *Saccopteryx bilineata* türünün (a) bölgesel ötüşü ve (b) kur ötüşü arasındaki farklılıklar (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

-Yer Belirleme: Spesifik iletişim sinyalleri, aynı tür yarasaların tünelerini bulmasına izin verebilir. "Temas çağrıları" olarak bilinen bu tür sinyaller, özellikle kuşlar ve primatlar arasında çeşitli taksonlarda belgelenmiştir. Yarasalar arasında, iletişim çağrıları iki gruba ayrılabilir (Fenton ve diğerleri, ed, 2016):

Anne-yavru tanıma

Birçok yarasada, yavrular annelerinden ayrıldığında "izolasyon çağrıları" üretirler. Ayrıca izole edilen bebekli dişilerin, yavrularının çağrılarına özel olarak cevap verdiği bulunmuştur. Dahası, anneler genellikle kendi yavrularını, diğer yavruardan değil, yüzlerce, hatta binlerce arasında belirleyebilirler. Dişiler ayrıca yavrularına yaklaşırken de ses çıkarırlar (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

Grup Oluşumu ve Yapışma

Birçok yarasa, aynı türden bireylerle (conspecifics) teması sürdürmek için iletişim çağrılarını kullanır. Bu genellikle iki veya daha fazla birey arasında antifonal çağrılar anlamına gelir. *Phyllostomus hastatus*, tünekten çıkarken gruba özgü "cırlama" çağrıları üretirler. Cırlama çağrıları, sosyal grup üyelerini arayanları bulunduğu yere çeker, bu da muhtemelen grupların toplanmasını kolaylaştırır (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

-Sıkıntı, Tehlike: Birçok taksonda, bir avcı tespit edildiğinde bireyler alarm çağrıları yayarlar. Tehlike çağrıları Phyllostomid, Vespertilionid ve Rhinolophid'ler de dahil olmak üzere birçok yarasa türünden bilinmektedir. Yarasa tehlike çağrıları, genellikle diğer yarasaları gönderenin konumuna çeker. Tehlike çağrıları, yarasa türlerinde çarpıcı yapısal benzerlikler sergilemektedir. Tehlike çağrıları kısa, yüksek yoğunluklu, yüksek tekrarlama oranlı düşük frekanslı sinyaller ve geniş harmonik yapıya sahip olma eğilimindedir (Fenton ve diğerleri, ed, 2016).

Rüzgâr enerjisi çevre için, düşük emisyonlu üretim ortamı oluşturmada faydalıdır; fakat yarasa gibi bazı hayvanlar için sorunlara da sebep olabilir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Kuzey Amerika ve Ontario'da, yarasa popülasyonlarının son 10 yılda azaldığı görülmüş ve rüzgâr enerjisi projelerinden de yarasa ölümleri tespit edilmiştir (Ontario Ministry of Natural Resources, 2011). 2000-2011 yılları arasında Amerika'da yaklaşık 650.000 ile 1.300.000

arasında yarasa öldüğü tahmin edilmektedir (Arnett ve diğerleri, 2013).

Ontario'da yarasa ölümleri 4-14 ölüm/türbin/yıl olduğu tahmin edilmektedir. Kuzey Amerika'da ise bu oran, 1-50 ölüm/türbin/yıl arasında değişiklik göstermektedir. Son yıllarda rüzgâr enerji projelerinde, yüksek oranda görülen yarasa ölümleri endişeye sebep olmaktadır (Ontario Ministry of Natural Resources, 2011).

Rüzgâr türbinlerinde yarasa ölümleri beklenmedik bir durum olarak ortaya çıkmıştır. 1990'ların sonundan itibaren biyologlar, rüzgâr türbinlerindeki kuş ölümlerini incelerken türbinlerin altında yarasa karkasları bulmaya başlamışlardır (Cryan ve Barclay, 2019).

Yarasalar ve rüzgâr enerjisi ile ilgili problemler, ilk olarak 1999 yılında yayınlanan iki yayında tartışılmıştır. Johnson ve ark. (2000), Amerika'da, rüzgâr türbinleri altında bulunan ölü yarasaların sayısının, bazen ölü kuşların sayısından daha yüksek olduğunu gösteren kuş-çarpışma bulgularını yayınlamıştır. Bu arada, rüzgâr türbinleriyle yarasa çarpışmaları bulguları başka raporlarla doğrulanmıştır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Avrupa'da rüzgâr türbin alanlarında yapılan bazı çalışmalar ve sonuçları aşağıda verilmiştir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Ahlén (2002, 2003)'in çalışması; İsveç'te, Ağustos-Eylül 2002 tarihinde, farklı 160 tip türbinde (Gotland 66, Öland 39, Blekinge 4, Skane 51), türbinin 50 m araştırma alanı içerisinde yapılmıştır. Sonuçları; türbin çevresinde 3-25 m aralığında, farklı habitat tiplerinde, 17 yarasa karkası (8 adet *Eptesicus nilssonii*, 1 adet *Vespertilio murinus*, 1 adet *Nyctalus noctula*, 5 adet *Pipistrellus nathusii*, 1 adet *Pipistrellus pipistrellus* ve 1 adet *Pipistrellus pygmaeus*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Alcalde (2003)'in çalışması; İspanya (Navarre)'da 1995-2003 yılları arasında, yüksekliği 40 m (eski model) ve 60-80 m, kanat çapı 20 m (eski model) ve 34 m olan, 1000 türbin çevresinde, türbin yüksekliğine eşit yarıçaplı arama alanı içerisinde yapılmıştır. Sonuçları; ağırlıklı olarak Ağustos ve Eylül ayında, 50 yarasa karkası (25 adet *Hypsugo savii*, 2 adet *Nyctalus lasiopterus*, *Nyctalus noctula* ayrıca *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Eptesicus serotinus*, *Miniopterus schreibersii*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Bach (2002)'in çalışması; Almanya (Aşağı Saxony)'da, Nisan 1998-Eylül 2002 yılları arasında, yüksekliği 45 m, kanat çapı 30 m olan 70 türbinde, yılda 7 kez alanda ultrasonik dedektör yöntemi ile yapılmıştır. Sonuçları; *Pipistrellus pipistrellus*, türbinlere yakın avlanma davranışını değiştirmiş ve hareketli kanatlara alışmıştır. *Pipistrellus pipistrellus* ve *Eptesicus serotinus*'un uçuş yollarına görünür negatif bir etkisi olmadığı görülmüştür (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Benzal ve Moreno (2001)'nin çalışması; İspanya (Navarre)'da, 12,6 km boyunca 4 rüzgâr çiftliğinde yapılmıştır. Sonuçları; *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Hypsugo savii*, *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus noctula* türlerine ait bireylerin karkası bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Behr ve diğerleri (2006)'nin çalışması; Almanya (Ittenschwander Horn/Fröhnd)'da 31 Temmuz-30 Ekim 2005 yılları arasında, yüksekliği 85 m, kanat çapı 10 m olan 2 türbinli alanda, 31/07-30/09 arasında her iki günde bir, 01/10-30/10 arasında her üç günde bir karkas arama ve kontrollü akustik izleme ile yapılmıştır. Sonuç olarak; 4 adet *Pipistrellus pipistrellus* karkası bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Behr ve diğerleri (2007)'nin çalışması; Almanya'da, Ağustos-Ekim 2004 ve Temmuz-Ekim 2005 tarihleri arasında, ormanlık, kısmen fırtınayla temizlenmiş habitatta, yüksekliği 121-133 m, kanat çapı 70-77 m olan 2 ila 4 türbinli 3 alanda, her ay, 4 gün boyunca, zeminde ve motor seviyesinde akustik izleme ile yapılmıştır. Sonuçları; her iki yükseklikte, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus nathusii*, *Nyctalus leisleri*'nin düzenli aktiviteleri olduğu; zeminde, *Myotis nattereri*, *Myotis mystacinus/brandtii*, *Myotis bechsteinii*, *Myotis daubentonii* ve *Plecotus* türleri tespit edilmiştir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Behr ve von Helvensen (2005)'in çalışması; Almanya (Lahr)'da, Ağustos-Ekim 2004 ve 26 Temmuz-30 Ekim 2005 tarihleri arasında, ormanlık habitatta, motor yüksekliği 90 m, kanat çapı 77 m olan 3 türbinli alanda, 68 m araştırma alanı içerisinde, her üç günde bir kontrollü akustik izleme ile yapılmıştır. Sonuçları; 3 adet *Pipistrellus pipistrellus* karkası bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Behr ve von Helvensen (2006)'in çalışması; Almanya (Rosskoof)'da Nisan sonu- Ekim ortaları arasında, yüksekliği 98 m, kanat çapı 70 m olan 4 türbinli rüzgâr çiftliğinde, arama

verimliliği tahmini ile yapılmıştır. Sonuçları; 31 yarasa karkası (23 adet *Pipistrellus pipistrellus*, 4 adet *Nyctalus leisleri*, 4 adet *Pipistrellus* türleri) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Brinkmann ve diğerleri (2006)'nin çalışması; Almanya (Freiburg)'da Ağustos-Ekim 2004 ve Nisan-Mayıs ortaları ve Temmuz ortaları-Ekim ortaları 2005 tarihleri arasında, çoğunlukla orman, bazıları orman kenarlarında ve çayırlarda, 2004 yılında 69-98 m yüksekliğinde, 44-80 m kanat çapında olan farklı 16 türbinde, 2005 yılında ise 2004 yılında araştırılan 16 türbinin 8'inde, arama verimliliği tahmini ile yapılmıştır. Sonuçları; 2004 yılında 35 adet yarasa karkası (*Pipistrellus pipistrellus*, *Nyctalus leisleri*, *Vespertilio murinus*); 2005 yılında 10 adet yarasa karkası (*Vespertilio murinus*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Nyctalus leisleri*) bulunmuştur. İlkbaharda, yarasa karkası bulunmamıştır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Cosson (2004), Cosson ve Dulac (2005, 2006 ve 2007)'in çalışması; Fransa'da, öncelikle kuşlar sonrasında kuşlar ve yarasalar çalışılarak, yüksekliği 100 m olan 8 türbinde, 23 Temmuz-16 Aralık 2003, Ocak-Aralık 2004, Ocak-Aralık 2005, Ocak-Aralık 2006 tarihleri arasında karkas araması şeklinde yapılmıştır. Sonuçları; 2003-2006'da 77 yarasa karkası (35 adet *Pipistrellus nathusii*, 15 adet *Pipistrellus pipistrellus*, 17 adet *Pipistrellus* türleri, 2 adet *Pipistrellus kuhlii*, 2 adet *Eptesicus serotinus*, 6 adet *Nyctalus noctula*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Dürr (com.pers.)'in çalışması; Almanya'da, 2001-2003 yılları arasında, farklı tiplerde, 2001 yılında 38 türbin, 2002 yılında 79 türbin, 2003 yılında 147 türbinde, Şubat ve Aralık ayları arasında, esasen Ağustos/Eylül aylarında, türbin çevresinde 50 m araştırma alanı içinde, sistematik olmayan araştırmalarla yapılmıştır. Sonuçları; 36 adet yarasa karkası (çoğunlukla *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Nyctalus noctula*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Dürr (2007)'in diğer bir çalışması; Almanya'da, 1998-2007 yılları arasında yapılmıştır. Sonuçları; 706 adet yarasa karkası (en çok etkilenen türler sıklık sayısına göre, *Nyctalus noctula*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus nathusii*, *Nyctalus leisleri*, *Vespertilio murinus*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus pygmaeus*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Endl ve diğeri (2005)'nin çalışması; Almanya (Saxony)'da Mart-Kasım 2004 tarihleri arasında, 16 rüzgâr çiftliğinde, yüksekliği 65-80 m, kanat çapı 47-80 m olan 92 türbinde yapılmıştır. Tahmini yarasa ölümü; 1,5 yarasa/türbin/yıl, diğeri 2 çiftlikte 1,34 ve 4,56 yarasa/türbin/yıl'dır (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Götsche ve Göbel (2007)'in çalışması; Almanya (Schleswig-Holstein)'da 2003 Temmuz-Eylül ortaları, 2005 Nisan sonu-2006 Haziran başında, motor yüksekliği 60 m, kanat çapı 80 m olan 4 türbinde, sistematik olmayan araştırmalarla yapılmıştır. Sonuçları; çoğunlukla tarım alanlarına yakın alanlarda, 22 adet yarasa karkası (10 adet *Pipistrellus nathusii*, 5 adet *Pipistrellus pipistrellus*, 4 adet *Nyctalus noctula*, 1 adet *Myotis dasycneme*, 1 adet *Myotis daubentonii*, 1 adet *Pipistrellus pipistrellus/ pygmaeus*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Grünkorn ve diğeri (2005)'nin çalışması; Almanya (Schleswig-Holstein)'da 2004 Eylül-Kasım ortalarında, 3 rüzgâr çiftliğinde, yüksekliği 100 m, ikisi 120 m olan 24 türbinde yapılmıştır. Sonuçları; yarasa karkası bulunmamıştır (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Grunwald ve Schafer (2007)'in çalışması; Almanya'da, Temmuz-Ekim 2005 ve Temmuz-Ekim 2006 tarihlerinde, motor yüksekliği 104-114 m, kanat çapı 70-90 m olan, 5 ila 11 türbinli 4 alanda, akustik izleme ile yapılmıştır. Sonuçları; çoğu yarasanın düşük rüzgâr hızında (<6 m/sn) aktif olduğu, yarasa aktivitesinin olduğu en yüksek rüzgâr hızı ise 8 m/sn (*Nyctalus noctula*) dır (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Haase ve Rose (2004)'in çalışması; Mart-Nisan ve Ağustos-Ekim 2004 tarihlerinde, yüksekliği 60, 70 ve 89 m, kanat çapı 48 ve 58,5 olan türbinlerde, 500-1000 m türbin çevresi araştırılarak yapılmıştır. Sonuçları; 2 adet yarasa karkası (1 adet *Nyctalus leisleri*, 1 adet *Plecotus auritus*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Haensel (2007)'in çalışması; Almanya (Brandenburg)'da Haziran-Ekim 2006 tarihlerinde, mevcutta yüksekliği 85 m olan 1 türbinli fakat yüksekliği 149 m olan 12 adet türbinin planlandığı alanda, dedektör çalışmaları ve sistematik olmayan araştırmalarla yapılmıştır. Sonuçları; 2 adet yarasa karkası (1 adet *Eptesicus serotinus*, 1 adet *Nyctalus noctula*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Kusenbach (2004)'in çalışması; Almanya (Thuringia)'da 25 Ağustos-23 Eylül 2004 tarihlerinde, farklı tipte, 18 rüzgâr çiftliğinde, 94 türbinde yapılmıştır. Sonuçları; 7 adet yarasa karkası (3 adet *Pipistrellus nathusii*, 2 adet *Vespertilio murinus*, 1 adet *Nyctalus noctula*, 1 adet Chiroptera türü) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Latorre ve Zueco (1998)'nin çalışması; İspanya (Aragon)'da 1 yıl süresince yapılmıştır. Sonuçları; 1998 yılında 6 adet yarasa karkası (5 adet *Pipistrellus* türleri, 1 adet *Tadarida teniotis*) bulunmuştur. Tahmini yarasa ölümü; 274,05 yarasa/yıl, 10,15 yarasa/türbin/yıl'dır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Lekuona (2001), Petri ve Munilla (2002)'in çalışması; İspanya (Navarre)'da Mart 2000-Mart 2001 tarihleri arasında, farklı habitatlarda, 10 rüzgâr çiftliği, yüksekliği 40 m, kanat çapı 40 m olan 400 türbinde yapılmıştır. Sonuçları; 3 adet yarasa karkası (1 adet Chiroptera türü, 1 adet *Pipistrellus pipistrellus*, 1 adet *Hypsugo savii*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Seiche ve diğerleri (2007)'nin çalışması; Almanya (Saxony)'da Mayıs-Eylül 2006 tarihlerinde, 145 türbinli 26 alanda, standart yarasa karkası arama (haftada her bir türbin için 2-5 ziyaret) ve gece dedektörle izleme ile yapılmıştır. Sonuçları; 144 adet yarasa karkası (*Nyctalus noctula*, *Pipistrellus nathusii*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Vespertilio murinus*, *Eptesicus serotinus*, *Pipistrellus pygmaeus*, *Eptesicus nilssonii*, *Nyctalus leisleri*) bulunmuştur. Ölüm miktarı Mayıs ayında düşük, ölümlerin %50 sinin Temmuz ayının ortaları ve sonlarında, Ağustos ayının ortaları ve sonlarında ise daha yüksek ölüm oranları gözlenmiştir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Trapp ve diğerleri (2002)'nin çalışması; Almanya (Oberlausitz)'da yapılmıştır. Sonuçları; 34 adet yarasa (6 adet *Vespertilio murinus*, 3 adet *Pipistrellus pipistrellus*, 10 adet *Pipistrellus nathusii*, 12 adet *Nyctalus noctula*, 1 adet *Nyctalus leisleri*, 2 adet Chiroptera türleri) karkası tespit edilmiştir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Traxler ve diğerleri (2004)'nin çalışması; Avusturya'da, Eylül 2003-Eylül 2004 tarihleri arasında, 3 rüzgâr çiftliğinde, yüksekliği 98 m ve kanat çapı 70 m olan 4 türbin, yüksekliği 100 m ve kanat çapı 80m olan 2 türbinde, türbin çevresinde 100 m araştırma alanında yapılmıştır. Sonuçları; en yüksek çarpışma oranının Ağustos ayında olduğu belirlenmiş ve

14 adet yarasa karkası (11 adet *Nyctalus noctula*, 2 adet *Pipistrellus nathusii*, 1 adet *Plecotus austriacus*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Zagmajster ve diğerleri (2007)'nin çalışması; Hırvatistan'da, Nisan-Temmuz ve Kasım 2007 tarihlerinde, ilk olarak motor yüksekliği 49 m ve kanat çapı 52 m olan 7 türbinde, ikinci olarak motor yüksekliği 50 m ve kanat çapı 48 m olan 14 türbinde, sistematik olmayan araştırmalarla yapılmıştır. Sonuç olarak; 7 adet yarasa karkası (4 adet *Pipistrellus kuhlii*, 3 adet *Hypsugo savii*) bulunmuştur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Rüzgâr çiftliklerinin işletilmesine bağlı olan doğrudan etkiler, çoğu durumda çarpışmaların nedeni bilinmediği için, tam olarak anlaşılammıştır. Hava türbülansı, tehlikeyi fark etmede başarısızlık (yarasa türlerince yapılan bir dizi ekolojasyon sinyallerinin çok kısa olması veya dönen kanat hızlarının yüksek olması) ve motor çevresinde, yüksek bir böcek konsantrasyonunun olması gibi varsayımlar düşünülmektedir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Rüzgâr çiftlikleri yarasalar için, farklı bir risk oluşturabilir. Bir yarasa, bir kanat ucunun geçmesinden hemen sonra, bu hava alanına girdiğinde ani basınç düşüşleri, "barotravma", olarak bilinen bir durum ortaya çıkar ve bu da yarasaların akciğerlerinin patlamasına neden olmaktadır. Bu konudaki araştırmalar karışıktır. 2008 yılında yapılan bir çalışmada barotravmanın yarasalar için ölüm nedeni olarak bildirilmişken, 2013 yılında yapılan bir çalışmada ise kanat darbelerinin daha önemli bir ölüm sebebi olduğu belirtilmiştir. Her iki durumda da ABD'de rüzgâr türbinlerinde, yıllık yaklaşık 600.000 yarasa ölmektedir (Narrative Content Group).

Durağan yapılarda yarasa ölümleri nadirdir ve meteorolojik kulelerde yarasa ölümleri rapor edilmemiştir. Yarasaların hareketsiz türbin kanatları veya kuleleri ile tutarlı bir şekilde çarpıştığına dair çok az kanıt vardır (Cryan ve Barclay, 2019).

Yarasa ölümlerinin nihai sebep hipotezleri sayısızdır. Ancak 3 genel kategoride incelenebilir. Bunlar; rastgele, rastlantısal ve yarasaların türbinlere çekiminden kaynaklanan çarpışmalardır. Rastgele çarpışmaları, sadece şansa bağlı olarak tanımlanır. Bu hipotez, hiçbir koşul veya çekim varsayımı içermez. Rastlantısal çarpışmalar, yarasa davranışlarının belirli yönlerinin, onların türbinlerle çarpışma riskini arttırmasıdır (örneğin, türbinler göç yolları boyunca bulunur). Cazibe hipotezi ise, yarasaları rüzgâr türbinlerine çeken bazı

faktörlerin olduğunun öngörülmesidir (Cryan ve Barclay, 2019).

Rüzgâr türbinlerindeki yarasa ölümleri, rastgele çarpışmaların sonucu olabilir. Farklı rüzgâr enerji sahalarında yarasaların ölüm oranlarında gözlenen mekânsal, zamansal ve demografik varyasyonun, sadece rüzgâr türbinlerinin çevresindeki yarasaların bolluğunu yansıtması mümkündür. Şayet bu doğruysa, zamanlama, cinsiyet, yaş ve üreme bakımından ölümlerin, bölgedeki yarasa kompozisyonu ile eşleşmesi gerekir. Bu tür ölçütlerin elde edilmesi zordur, ancak çeşitli bölgelerde bölgesel türlerin kompozisyonu ile ölümler arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmiştir. Yerleşik türler, yaz boyunca, türbinlerin yaygın olduğu yerlerde bile göç eden türlerden daha az öldürülme eğilimindedirler. Çoğu ölüm, genellikle yaz ve sonbahar aylarında görülür, ancak türbinler tarafından düzenli olarak öldürülmeyen türlerin aktivite seviyeleri yaz boyunca yüksek olabilir (Cryan ve Barclay, 2019).

Birçok yarasa türü, daha uzun boylu ağaçları tercih eder ve bu sebeple, türbinlerdeki ölümlerin, türbin yüksekliğiyle ilişkili olduğu görülmektedir. Türbinler, çoğu ağacın yüksekliğini çok aşmaktadır ve dünyadaki en yüksek ağaçların yüksekliğine yaklaşmaktadır (yaklaşık 112 m) (Cryan ve Barclay, 2019).

Rüzgâr türbinlerinde ki yarasa ölüm verileri incelendiğinde, sürekli etkilenen türler, ağaç yarasalarıdır. Kuzey Amerika’da bugüne kadar belgelenmiş ölümlerin %75’ini ağaç yarasaları oluşturmaktadır. Rüzgâr türbinlerinden en çok etkilenen Avrupa yarasa türleri arasında, ağaçları bazen insan yapımı yapıları kullanan, *Nyctalus noctula*, *N.leisleri*, *Pipistrellus nathusii*, *P.pipistrellus*, *P.pygmeus* ve *Vespertilio murinus* sayılabilir (Cryan ve Barclay, 2019).

Rüzgâr türbinlerinden en çok etkilenen yarasa türlerinin bir başka özelliği, uzun mesafeli enlemesine göç eğilimleridir. Bu duruma verilecek en iyi örnek, çoğu ölümün sonbahar göçüne denk gelen dönemlerde en yüksek noktaya çıkmasıdır. Bununla birlikte, etkilenen bazı türler göçmen tür olmayabilir (Cryan ve Barclay, 2019).

Yarasaların rüzgâr enerji santrallerinde nasıl, ne zaman, nerede ve neden öldüklerine yönelik birkaç hipotez vardır. Bu hipotezler şu şekilde sıralanabilir (Strickland ve diğerleri, 2011);

-Doğrusal Koridor Hipotezi: Orman sırtlarında yapılan rüzgâr enerji tesislerinin inşası

doğrusal peyzaj oluşturan açıklıklar yaratır. Yarasaların bu açıklıkları göç ederken ve yiyecek ararken kullanmaları ölüm riskini arttırır (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Tünek Çekim Hipotezi: Ağaca tüneyen yarasalar, uzun ağaçlarda tünek ararlar ve böylece eğer rüzgâr türbinleri, muhtemel tünek gibi algılanırsa, yarasalar akşam tünek aradıklarında ölüm riskini arttırabilir (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Peyzaj Çekim Hipotezi: Rüzgâr enerji tesisi kurulumunda her bir türbin alanı çevresinde ağaç kesilerek yapılan temizlik (genellikle 0,5-2 ha) gibi bazı peyzaj değişiklikleri, yarasaların beslendikleri böcekler için uygun koşullar yaratır. Bu yarasalar için ölüm riskini arttırabilir (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Düşük Rüzgâr Hızı Hipotezi: Rüzgâr hızının düşük olduğu gecelerde, böcekler daha aktif oldukları için, yarasa ölümleri çok yüksektir (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Böcek Çekim Hipotezi: Rüzgâr türbin motorunun (nacelle) ısısı, böcekleri cezbetmektedir ve türbin yakınlarında böceklerin yoğunlaşması yarasaların türbin kanatlarına çarpma riskini arttırabilir (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Görsel Çekim Hipotezi: Rüzgâr türbinlerine yerleştirilen ışıklar veya ay ışığında beyaz türbinlerden olan yansıma, yarasaları ve avları olan böcekleri cezbeder. Böylece, çarpışma ve ölüm riski artar (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Akustik Çekim Hipotezi: Rüzgâr türbinlerince üretilen duyulabilir ve/veya ultrasonik sesler, yarasaları cezbedebilir. Türbin jeneratörü ve dönen türbin kanatlarının sürtünme sesleri, yarasaları çekebilir. Böylece, çarpışma ve ölüm riski artar (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Ekolokasyon Başarısızlık Hipotezi: Göç eden veya beslenen yarasalar, ekolokasyonla rüzgâr türbinlerini tespit etmede başarısız olabilir veya pervane hızını yanlış hesaplayabilir. Eğer yarasalar, hareketli türbin kanatlarını algılayamazsa, ölebilirler (Strickland ve diğerleri, 2011).

Yarasaların ekolokasyonla, hareketli cisimleri sabit olanlardan daha iyi tespit ettiği göz önüne alındığında, nispeten yüksek ölüm oranları şaşırtıcıdır (Baerwald ve diğerleri, 2008).

Yarasaların ekolokasyonunun maksimum aralığı, 20 m'dir. Bir türbin kanadının 75 m/s'lik dönme hızı olursa, yarasaların barotravma olmadan önce tepki vermek için 0.25 saniyeye sahiptir. Bu sebeple, dönen türbin kanatlarının işgal ettiği hava sahasına girmeden önce yarasaların, uçuş yönlerini ayarlaması muhtemel değildir (Grodsky ve diğerleri, 2011).

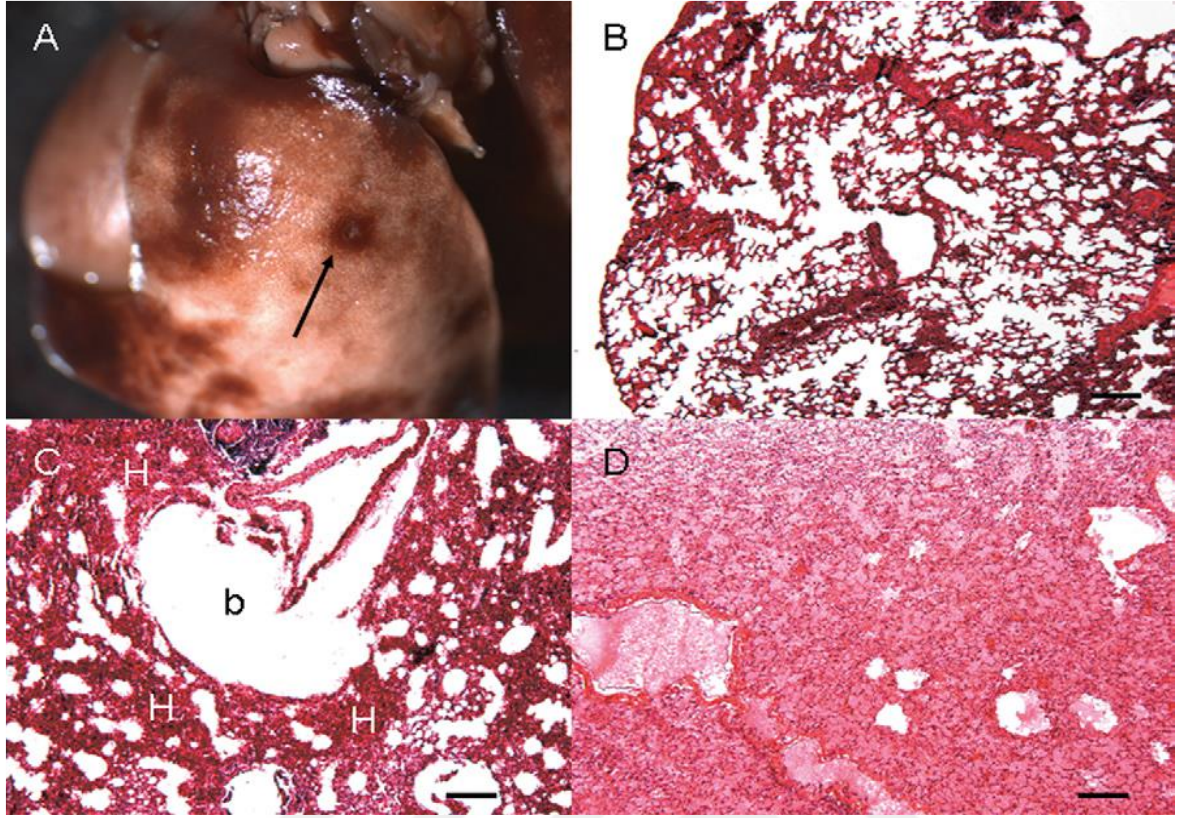
-Elektromanyetik Alan Bozulma Hipotezi: Eğer yarasalar manyetik alanlara duyarlı reseptörlere sahipse ve rüzgâr türbinler motor çevresinde kompleks manyetik alanlar meydana getiriyorsa, yarasaların uçuş davranışı değişebilir ve böylece dönen türbin kanatları ölüm riskini artırır (Strickland ve diğerleri, 2011).

-Basınç Düşürme Hipotezi: Hızlı basınç değişimi, iç kanamalara sebep olabilir. Bu da ölüm riskini artırır (Strickland ve diğerleri, 2011). Barotravma, hızlı veya aşırı basınç değişiminden kaynaklanan bir akciğer hasarıdır (Baerwald ve diğerleri, 2008).

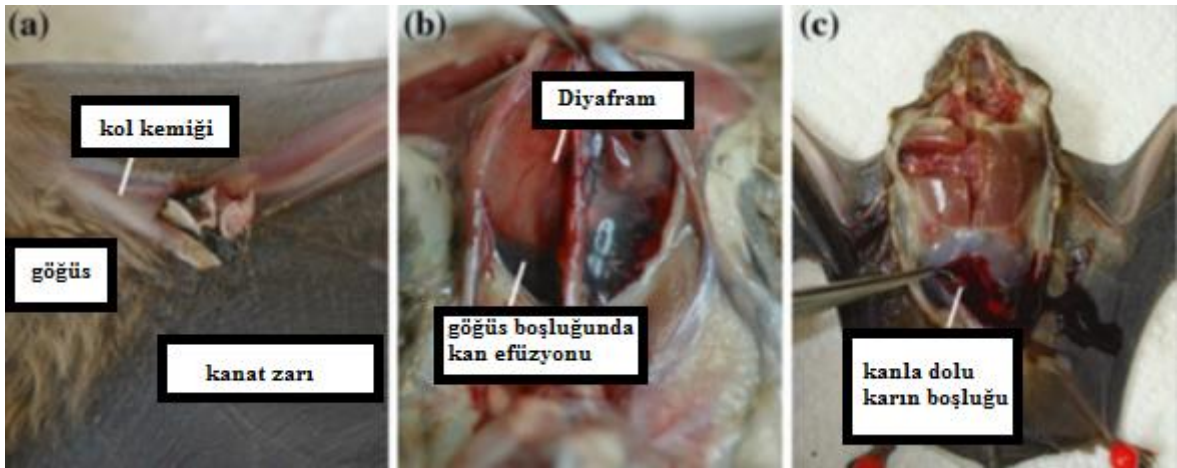
-Dekompresyon hipotezi ise, hareketli türbin kanatlarının yakınında hızlı hava basıncının düşmesinden kaynaklanan barotravma ile yarasaların öldüğünü belirtir (Baerwald ve diğerleri, 2008). Rüzgâr türbinlerinde en büyük basınç farkı, uçak kanatlarında olduğu gibi, hareketli kanatların uçlarından aşağı doğru süzülen kanatçık girdaplarında meydana gelir. Girdaptaki basınç düşüşü, en yüksek hızda dönen modern türbinlerde 55 ila 80 m/sn arasında değişen uç hızı ile artar. Bu, 5-10 kPa aralığında, çeşitli memelilerde ciddi hasara neden olacak seviyelerde basınç düşüşüyle sonuçlanır (Baerwald ve diğerleri, 2008).

Barotravma, rüzgâr enerjisi tesislerinde yarasa ölümlerinin yüksek oranda olmasına neden olmaktadır. Çünkü türbin kanatlarında ki hava basıncı değişimi, saptanamayan bir tehlikedir (Baerwald ve diğerleri, 2008).

Kuşlar ve yarasaların, solunum anatomisindeki farklılıklarından dolayı, kuşlarda barotravmadan bahsedilemez. Yarasalar; büyük akciğere, kalbe ve yüksek kan oksijen taşıma kapasitesine sahiptir (Baerwald ve diğerleri, 2008) (Resim 1.10; Resim 1.11).



Resim 1.10. Rüzgâr türbinlerinde öldürülen yarasalardaki pulmoner barotravma (A) Kanamalı akciğer ve yırtık; (B) *L. noctivagans*'in normal akciğeri; (C) *Eptesicus fuscus* akciğerinde pulmoner kanama (H), tıkanıklık ve bül (b); (D) Ölü bulunan *L. cinereus*'un ödemle dolu alveol ve solunum yolları (- işareti 100 mikron) (Baerwald ve diğerleri, 2008).



Resim 1.11. a) Blunt force travması (*Nyctalus noctula*) b,c) Barotravma (*Nyctalus noctula*) (Arnett ve diğerleri, 2016).

Hareketli türbin kanatlarından kaynaklanan darbeler sebebiyle birçok karkasta, kırık veya kesilmiş kanatlar, kırılmış kafatasları ve şiddetli yırtılmalar görülmektedir. Bazı yarasalarda dış yaralanma görülmeyebilir. Bu karkaslar; dış travma olmasının yanı sıra, hızlı

dekompresyon veya barotravma ile uyumlu, torasik ve karın boşluklarında iç yaralanmalara sahiptir. Hareketli rüzgâr türbini kanatları da etraflarında yüksek ve düşük basınç alanlarına sahiptir. Özellikle, her bıçağın ucundaki nispeten küçük bir girdap, girdabın içinden uçan yarasaların ciğerlerindeki hava hızla genişlediğinde iç yaralanmalara neden olacak kadar atmosferik basınçta bir düşüş içerir. Akciğerlerdeki küçük kan damarları torasik boşluğa kanamaya neden olarak hasar görür. Bu; yarasalar hareketli türbin kanatları ile doğrudan temastan kaçınırsalar bile, ölüme neden olacak şekilde temassız yaralanmalara maruz kalabileceklerini göstermektedir (Cryan ve Barclay, 2019).

Rüzgâr türbinleri tarafından öldürülen yarasalar için ölüm nedeni, yalnızca veya ağırlıklı olarak barotravma veya doğrudan çarpışma değil, ikisinin de ayrılmaz bir birleşimi de olabilmektedir. Bununla beraber, doğrudan çarpışmanın, tahmin edilenden daha yüksek oranda yarasa ölümüne sebep olduğu da belirtilmektedir (Grotsky ve diğerleri, 2011).

Dönen türbin kanatlarının arkasındaki yüzey ve çekirdek basıncı düşmesi, enerji yoğunluğunda, insanlarda ağrı eşiğinden 10,000 kat daha yüksek olan ses seviyelerine eşdeğerdir ve uçan yarasalarda rüzgâr türbinleri yakınında önemli kulak hasarına neden olabilir. Histolojik analiz, yarasaların %50'sinin orta kulakta orta-şiddetli kanama olduğunu ve bunun da barotravma sonucu ortaya çıkabileceği belirtilmektedir. İşitme, ekolojyonda büyük bir rol oynar ve sonuç olarak yarasanın beslenme yeteneğini etkiler. İç kulak, çevre ile ilgili bilgileri akustik olarak beyne ilettiği için, yarasaya zarar verir ve ataksiye neden olabilir (Grotsky ve diğerleri, 2011).

-Termal Değişim Hipotezi: Termal değişikliklerin en muhtemel etkisi, yoğun bir sis yaratmasıdır (Strickland ve diğerleri, 2011).

Rüzgâr enerji santrallerinin, yarasaların avlarına ve habitatlarına;

- Hasar, yiyecek arama habitatları ve koridorlarının yıkılması veya rahatsızlık,
- Hasar, tünellerin tahrip veya rahatsızlığı,
- Uçan yarasalar için çarpışma riskinin artması,
- Ultrasonik gürültü emisyonu ile yarasaların uçuşunda uyum bozukluğu

Gibi etkileri olabilir (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Çizelge 1.2. Yarasalar üzerindeki olası etkilere genel bakış (European Commission, 2011)

Rüzgâr çiftliğinin işletilmesiyle ilgili olası etkiler		
Etki	Yaz dönemi	Göç zamanı
Ultrasound emisyon	Muhtemelen sınırlı bir etki	Muhtemelen sınırlı bir etki
Avlandığı alan kaybı	Orta ila yüksek etki	Muhtemelen ilkbaharda küçük bir etki, sonbahar ve kış uykusu döneminde orta ila yüksek etki
Uçuş koridorlarının kaybedilmesi veya kayması.	Orta etki	Az etki
Rotorla çarpışma	Türüne bağlı olarak küçük ila yüksek etki	Çok yüksek etki

En yüksek çarpışma oranları, ormanların yakınında bulunan rüzgâr santrallerinde tespit edilmiştir. Bununla beraber; açık alanlarda ki türbinler ve hatta açık deniz rüzgâr santrallerinde de çarpışmalar rapor edilmiştir (European Commission, 2011).

Kuzey Amerika'da ki rüzgâr türbinlerinde en yüksek yarasa ölümü, yaz mevsimi sonunda Appalachian Dağları'nın tepelerinde ve sırtlarında meydana gelmektedir. Ölümünün, yarasaların göçleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir (Rydell ve diğeri, 2010).

Avrupa iklim değişikliği ve çevre kirliliği ile mücadele etmek ve güç üretme taleplerini karşılamak için sürdürülebilir yöntemler bulmak ihtiyacı ile karşı karşıyadır. Bu nedenle rüzgâr enerjisi gibi alternatif enerji üretimi yöntemleri için çabalar yoğunlaşmıştır. Rüzgâr enerjisi çevre için düşük emisyonlu üretim ortamı oluşturmada faydalı olmasının yanı sıra, yarasa ve kuş türleri için sorunlara sebep olabildiğinden, EUROBATS yarasaların ekolojik ihtiyaçları ile uyumlu rüzgâr türbinlerinin inşası ve rüzgâr türbinlerinin yarasalar üzerine potansiyel etkilerini değerlendirmek için kılavuz ilkeleri geliştirmiştir (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Bu ilkelerin temel amacı, rüzgâr türbinleri inşa başvuruları değerlendirilirken planlayıcı ve geliştiricilerin, yarasalar ve tüneleri ile onların göç yolları ve beslenme alanlarına dikkatini çekmek ve bu konuda farkındalık yaratmaktır (Rodrigues ve diğeri, 2008).

Avrupa'da EUROBATS Sözleşmesi onaylayan tarafların ortak amacı, yarasaların korunmasıdır. Yarasalar, AB Habitat Direktifi ve Bern Sözleşmesi kapsamında da korunmaktadır. Çoğu yarasa türü, kışlama alanları ve yaz tüneleri arasında düzenli göç ederler. Bazı türler, bölgesel ve ulusal sınırları aşarak yüzlerce kilometre göç edebilmektedir. Sınırları aşan yarasa göçlerinde, sınır ötesi etki potansiyeli olan rüzgâr enerjisi planlarının Stratejik Çevresel Değerlendirilmesi ve diğer hükümetlerle uluslararası iş birliği imkânları aranmalıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Rüzgâr türbinleri ile ilgili planlama politikaları/stratejileri, çeşitli çevresel faktörleri ele almayı gerektirir. Yapılacak faaliyetlerde kontrol sürecinin bir parçası olarak, yarasalar üzerinde olası etkileri dikkate almak ve var olan rüzgâr türbinlerindeki deneyimler ışığında, uygulama ve politikaları adapte etmek hayati önem taşımaktadır. Olası etki azaltma önlemleri, yılın kritik dönemlerinde türbinlerin kapatılmasını gerektiren planlama koşullarını içerebilir. Örneğin; Almanya'da bazı rüzgâr türbinlerinin, Ağustos ve Ekim ayları arasında farklı dönemlerde kapatılması planları vardır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Rüzgâr türbinleri için planlama uygulamaları değerlendirirken ve yükümlülükler veya koşullar belirlerken; çarpışma, habitat kayıpları veya zararları, beslenme veya göç rotalarının bölünmesi, rahatsızlık açısından rüzgâr türbinlerinin muhtemel etkilerini, planlar dikkate alınmalıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Planlama aşamasında, ön araştırma değerlendirilmesi yapılır. Bu araştırmanın amacı; türlerinin tanımlanmasının yanı sıra seçilen alanda, risk altındaki yarasalar tarafından kullanılan peyzaj özellikleri belirlemektir. Bu sonuçlar; etkilerinden kaçınma, düzenleme veya azaltma ve uyumsuzluk analizi için sonraki tavsiyelerin değerlendirilmesinin temelini oluşturur. Ön araştırma değerlendirmeleri, yarasalar üzerine muhtemel etkilerin olup olmadığı kararının sağlıklı olarak verilebilmesini sağlayan ön adımdır. Rüzgâr türbinleri; yarasa göç yollarından, beslenme, üreme ve tüneler alanlarından uzağa yerleştirilmelidir. Orman ve sulak alan gibi yarasalar tarafından kullanılması muhtemel olan habitatlar, dikkate alınmalıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Rüzgâr türbinleri, kural olarak, tüm yarasa türlerinin tercih ettiği alan olan ormanlara, 200 m mesafe içerisinde kurulmamalıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Mevcut rüzgâr türbinlerinin izlenmesi, türbinlerin yarasalar üzerine etkilerinin gösterilmesi ve sorunların ortaya konulmasını sağlayacaktır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Avrupa ve Amerika'da yapılan son birkaç çalışmada, araştırma ihtiyaçları, 6 kategori içerisinde tanımlanmıştır:

- Metodoloji geliştirme;
- Ölüm ve yarasa popülasyonları üzerinde potansiyel etkiler;
- Göç;
- Çarpışma;
- Rahatsızlık, bariyer etkisi;
- Azaltma ve / veya kaçınma (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Mevcut rüzgâr çiftliklerinde doğrudan çarpışmaların nedeni henüz tam olarak anlaşılammıştır. Farklı varsayımlar önerilmektedir. Örneğin;

- Hava türbülansı;
- Tehlikeyi fark etmede başarısızlık (yarasa türleri tarafından ekolojasyon arama sinyallerinin çok kısa olması ve dönen kanat hızının yüksek olması);
- Makine dairesinin civarında yarasaları çeken avlanacak böcek konsantrasyonu yüksekliğidir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Birçok ülkenin, rüzgâr türbinlerinin izlenmesi için geliştirdiği rehberleri bulunmaktadır. Bu rehberlerin en önemlilerinden biri, EUROBATS Guidance 3'tür.

EUROBATS Guidance 3'e göre;

Kapsamlı bir izleme planı, en az 4 aşamaya odaklanmalıdır. Bunlar; habitat kaybı, ölüm, göç

ve davranıştır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Habitat Kaybı:

-Araştırma yılı 1: İnşaat öncesi alanda, bölgede mevcut türler, bunların beslendikleri alanlar, göç geçişleri bilinmelidir.

-İzleme yılı 2: İnşaat süresidir.

-İzleme yılı 3-5: İşletme aşamasında, mevcut türler ve göç eden türler üzerindeki etkinin değerlendirilmesidir. 1.yılın sonuçları ile kıyaslandığında aktivite indeksinde bir azalma olup olmadığı ve davranış değişikliğinin olup olmadığının yarasa detektörleriyle belirlenmesidir. Dedektör izlemeleri zemin seviyesinde (otomatik ve manuel) ve farklı yüksekliklerde ise balonlar, zeplinler, uçurtmalar veya radarla yapılabilir. Diğer bir aşama ise “Yarasa Ölüm İzlemeleri”dir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Ölüm İzlemeleri:

Ölümlerin sayısı; rüzgâr çiftliklerinin konuşlandırılması ve türlere göre değişir. Bulgular; araştırmacının verimliliği ve predasyondan (türbin altındaki zeminin yapısına bağlı olarak) etkilenir. Bu nedenle izleme; Yarasa Ölümlerinin Araştırılması ve Ölüm Oranı Tahmini olmak üzere 2 aşamadan oluşur (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Yarasa Ölümlerinin Araştırılması

a) Arama parsel büyüklüğü: Şiddetli rüzgâr sebebiyle uzağa fırlatılabilen yarasa parçaları olabileceğinden, ideal olarak rüzgâr türbin yüksekliğine eşit bir yarıçapta arama yapılmalıdır. Çoğu durumda, vejetasyon yüksekliği veya doğal engellerden dolayı bölge, aranmayabilir. Çok kısa vejetasyonla kaplı veya yıl boyunca açık vejetasyonlu daha küçük bir yüzey alanı araştırılması tavsiye edilmektedir. Yarıçap 50 m’den az olmamalıdır. Bazı sebeplerden dolayı eğer alan tamamen gezilemiyorsa, her bir rüzgâr türbini için araştırılan alanın yüzdesi hesaplanmalıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

b) Örneklenen türbin sayısı: Mümkünse rüzgâr çiftliğinin her bir rüzgâr türbini örneklenmelidir. Geniş çiftliklerin olması halinde, peyzaj özellikleri yakın türbinler ve

diğerlerinde rastgele seçilenler kontrol edilmelidir. Sayı, rüzgâr çiftliğinin büyüklüğüne ve konumuna bağlıdır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

c) Örneklemeler Arasındaki Zaman Aralığı: Belirlenen ölüm sayısının az olması, örneklemeler arasında zaman aralığını azaltır. Küçük rüzgâr çiftliklerinde örneklemeler arasında 1 gün, büyük rüzgâr çiftlikleri için ise 5 günlük aralık önerilmektedir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

d) İzleme Programı: Ölüm izlemeleri, kış uykusundan sonra yarasalar aktif hale gelir gelmez başlanmalıdır. Fakat zamanlama coğrafik ve meteorolojik şartlara göre değişecektir. Örneğin, Güney Avrupa'da izleme, şubat ayı ortasında başlayabilir ve Aralık ayı ortasında bitebilir. En yüksek ölüm oranları göç periyotlarında kaydedildiği için, araştırma ilkbahar ve sonbaharda yoğunlaştırılacaktır.

- 15 Şubat - 31 Mart: 1 kontrol / haftada veya daha az;
- 1 Nisan - 15 Mayıs: 1 kontrol, her 2 ya da 3 gün
- 16 Mayıs - 31 Temmuz: 1 kontrol / haftada;
- 1 Ağustos - 15 Ekim: 1 kontrol, her 2 ya da 3 gün;
- 16 Ekim - 15 Aralık: 1 kontrol / haftada veya daha az (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

e) Araştırma yöntemleri: Araştırmacı, transekt üzerinde, yavaş ve düzenli bir hızla, hattın her iki yanında karkas arayarak yürümelidir. Araştırma, yarasa karkaslarının fark edilebileceği şartlarda, gün doğumundan 1 saat sonra başlamalıdır. Araştırmacı, karkasların pozisyonunu (GPS koordinatları, rüzgâr türbinin yönü, türbine mesafesi), durumunu (taze, birkaç günlük, çürümüş, kalıntılar vb.), bulunduğu bölgenin vejetasyon yüksekliği vb. kaydetmelidir. Ayın konumu ve kontroller (sıcaklık, rüzgâr kuvveti ve yönü, fırtına) arasındaki hava durumlarını kaydetmek gerekli olacaktır (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Ölüm oranı tahmini

İzlenen rüzgâr çiftliklerinde ölüm oranlarını tahmin etmek için istatistiksel analiz yapılması gerekli olacaktır. Bu analizler, aleyhte etkileri dikkate almak zorundadır (karkasların leş yiyicilerce taşınması, araştırmacı verimliliği) (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Predatör oranını tahmin etmek için karkas taşıma denemeleri

-Predasyonu ve leş yenmesini tahmin etmek için, araştırılan alanda vejetasyonun değişik yükseklikleri senede en az 4 kez hesaba katılmalıdır. Yarasa eti, karnivorlar için kuş etine göre daha az çekicidir. Bu nedenle, kullanılabiliriyorsa dondurulmuş yarasa karkası, kullanılması tavsiye edilmektedir (Kullanmadan önce çözünmeli). Bununla birlikte, çoğu durumda denemeler, bir günlük civciv (tercihen koyu renkli) veya küçük serçelerle gerçekleştirilmelidir. Kuş, memeli ve böcekler tarafından taşıma, yenme veya gömülmeden önce karkasın yüzeyde ne kadar süre kaldığını belirlemek için, her deneme art arda 10 gün sürecektir (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Araştırmacı verimlilik denemeleri

-Zemin örtüsünün sınıflandırılması: Araştırmacı zemin örtüsüne (bitki örtüsünün yüksekliği ve görünürlüğü etkileyen habitat tipi ve sezonu) bağlı olduğu için, ölümler için görünürlük sınıflarını belirlemek önemlidir. Habitat özelliklerinin (vejetasyon tipi, zemindeki engeller, eğim) ve zemin örtüsünün yüzdesi ve yüksekliği birleştirilecektir. İstatistiksel analizler için bu sınıflar önemlidir.

-Denemeler: Araştırmacı verimliliği, yılda 4 kez farklı yükseklikteki vejetasyonlarla test edilmelidir. Yarasa cesetleri, bazı türbinlerin araştırma alanlarında düzeli dağıtılmış olmalı, her bir lokasyonun koordinatları not edilmelidir (her bir noktanın vejetasyon yüksekliği ve tipi, direğe mesafesi ve yönü gibi) (Rodrigues ve diğerleri, 2008).

Eğitilmiş köpek kullanımı

- Yarasalarda eğitilmiş köpekler, karkasları aramak için kullanılabilir fakat verimliliği yukarıdaki gibi aynı yolla test edilmelidir. Karkasın düştüğü noktayı bulmakta uzman olabilmesi sebebiyle işaretleyici köpek, Retriever (vurulan avı alıp getiren köpek) tercih

edilmelidir (Rodrigues ve diğlerleri, 2008).

Göç

Büyük nehir vadileri, genellikle göç eden türlerce kullanılması sebebiyle bu vadilere yakın yerlerdeki rüzgâr çiftliklerinde göçmen türlere dikkat edilmelidir. Yarasa dedektörleri, balon, radar ve/veya kızıl ötesi kameralar kullanılabilir (Rodrigues ve diğlerleri, 2008).

Davranış

Kızılötesi kameralar veya termal görüntüleme kullanılabilir. Maliyetleri sebebiyle, bu ekipmanların kullanımı sorunlu alanlarda veya temel araştırmalar için sınırlıdır. Ancak el dedektörü ile en azından yarasa davranışları konusunda ipuçlarını elde etmek mümkündür (Rodrigues ve diğlerleri, 2008).

Rüzgâr türbinlerinin, çevre ve özellikle yarasalar üzerindeki etkisine dair bilgi sınırlıdır ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bununla birlikte yapılan araştırmalar, rüzgâr çiftliklerinin çarpışma ve habitat kaybı nedeniyle yarasalar üzerindeki etkisinin büyük olduğunu göstermektedir (Rodrigues ve diğlerleri, 2008).

Akustik izleme

Türlerde mevsimsel değışikliklerin yanı sıra yarasa varlığı ve aktivitesi ile ilgili bilgi sağlar, fakat popülasyon yoğunluğunu veya bireysel yaşayan yarasaların sayısını ölçmez. Akustik izlemenin amacı, projenin işletme ve yapımından kaynaklanan yarasa ölümlerinin muhtemel riskinin tahminini sağlamaktır (U.S. Fish and Wildlife Service, 2012).

Akustik araştırmalarda, yarasaların etkinliğı yani geçişlerinin sayısı, sıklıkla ölçülür. Ancak bu etkinlik, bir nüfus etkinliğı değıildir. Aktivite indeksleri, alanın kullanım derecesi olarak tanımlanabilir (Hundt, 2012a). Bu indeks, yarasaların bolluğunu değıil; aktivitesi ölçmek için ve farklı habitat tiplerinde ki aktivitelerin karşılaştırılmasında kullanılmaktadır (Hundt, 2012b).

İndeks; belirlenen bir rota boyunca, kısa farların açık olduğı araçla 15 mph (24 km/s) sabit bir hızla, aracın çift taraflarında camdan çıkacak şekilde ve dedektörün 45 derecelik açıyla

tutulması ile ekolokasyon çağrılarının kaydedilmesi ve seslerin duyulduğu yerlerin, global konumlandırma sistemi ile mekânsal olarak gösterilmesiyle belirlenir (Hundt, 2012a). Yarasa aktivite seviyesi, birim zaman başına hesaplanmalıdır (Hundt, 2012b).

Bir rüzgâr türbinde öldürülen yarasaların sayısı, rotorun süpürme alanına bağlıdır. Daha büyük rotorlar daha fazla yarasayı öldürür. Rotor ile zemin arasındaki mesafenin, ölüm oranını etkilediği görünmemektedir (Rydell ve diğerleri, 2012).

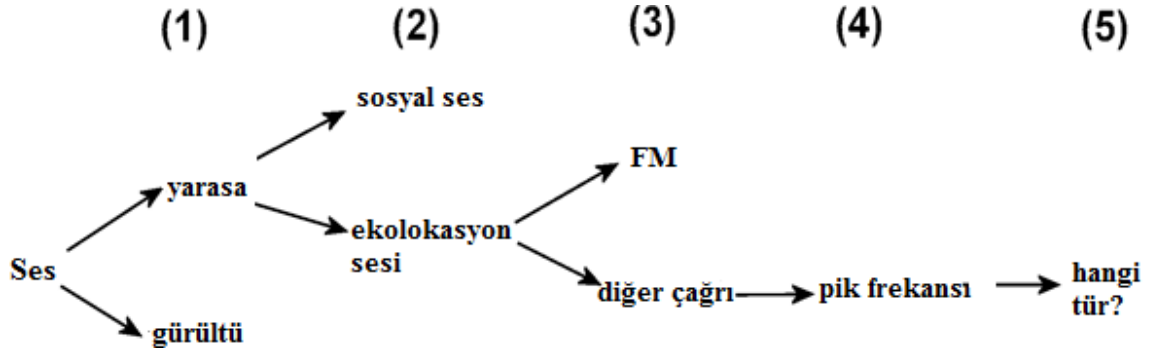
İsveç ve Avrupa'daki rüzgâr türbinlerindeki ultrasonik dedektörlerle (yarasa dedektörleri) yapılan gözlemler, rüzgâr türbinlerinin rotor kanatları ve kulelerin tepesi etrafında uçan böcekleri arayan yarasaların, neredeyse her zaman yüksek riskli sekiz türe ait olduğunu göstermiştir. Rüzgâr türbinlerinde en çok öldürülen yarasa türleri, bu tür yerlerde beslenenlerle aynıdır (Rydell ve diğerleri, 2012).

Ölüm riski yüksek olan türlerin (*Nyctalus*, *Pipistrellus* ve *Vespertilio* spp. ve bir dereceye kadar *Eptesicus* spp.), nispeten uzun, dar kanatları ve dar bantlı bileşen içeren yüksek yoğunluklu ekolokasyon sinyalleri vardır. Bu sinyaller, nispeten uzun mesafede bulunan hareketli böcek kanatlarını tespit etmek için kullanılır. Düşük ölüm riski olan yarasa türleri, genellikle yüzeylerin yakınında veya bitki örtüsü içinde beslenen nispeten geniş kanatlı ve manevra kabiliyetine sahiplerdir (Rydell ve diğerleri, 2012).

Rüzgâr türbinlerindeki en yüksek yarasa aktivitesi ve çoğu ölüm, 4 m/s'nin altındaki rüzgâr hızlarıyla örtüşmektedir (motor yüksekliğinde ölçülmüştür). Türbinlerdeki yarasa aktivitesi 4-8 m/s aralığında azalır (Rydell ve diğerleri, 2012).

Ses analizi

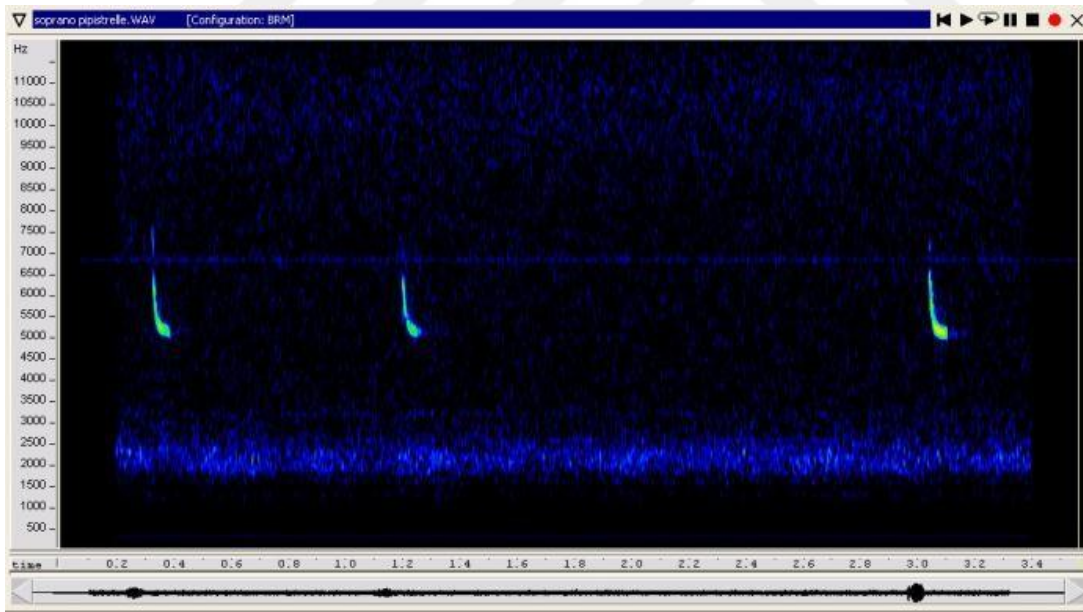
Muhtemel yarasa sesi 5 adımda tanımlanır; (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Şekil 1.12).



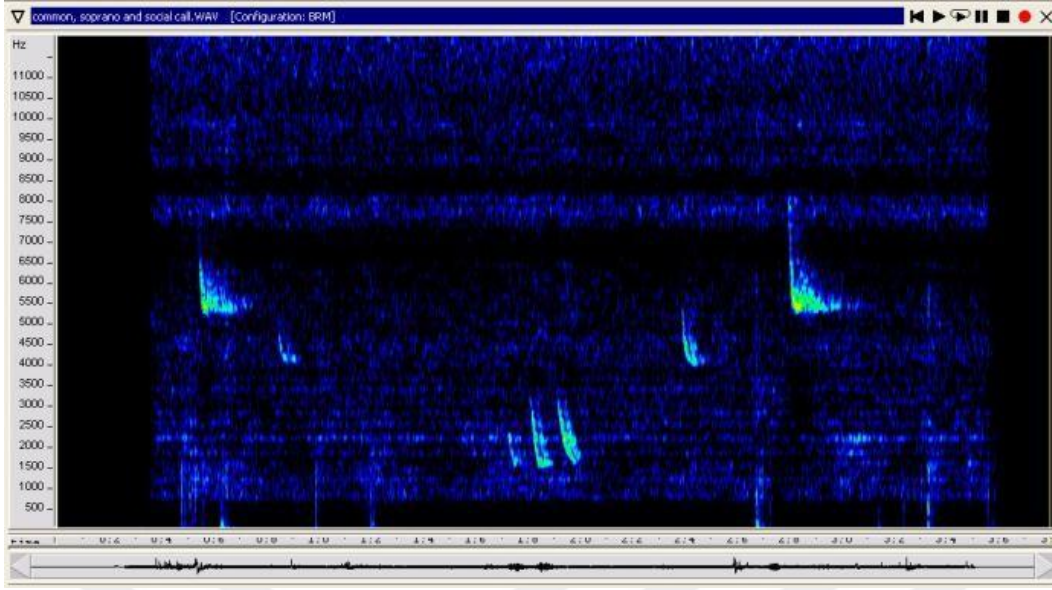
Şekil 1.12. Yarasa sesinin tanımlanma aşamaları

a) Yarasa sesi veya gürültü: Yarasa sesleri, nispeten tonaldır. Gürültü ise oldukça değişkendir. Genel olarak bir yarasa çağrısı 25 ms'den [2.5ms] ve 700ms'den [70 ms] daha kısa olacaktır (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005).

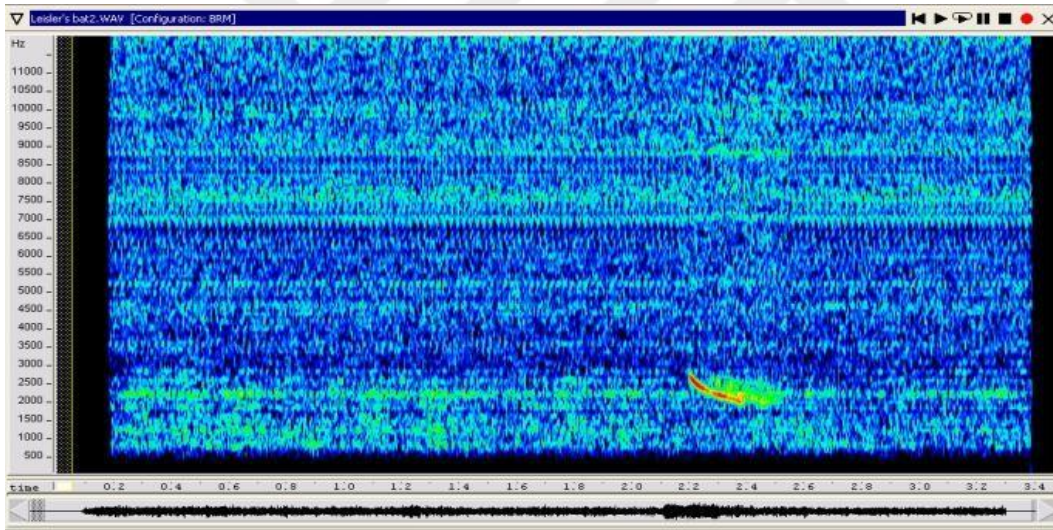
Yarasa sesi örnekleri; (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Resim 1.12; Resim 1.13; Resim 1.14; Resim 1.15; Resim 1.16).



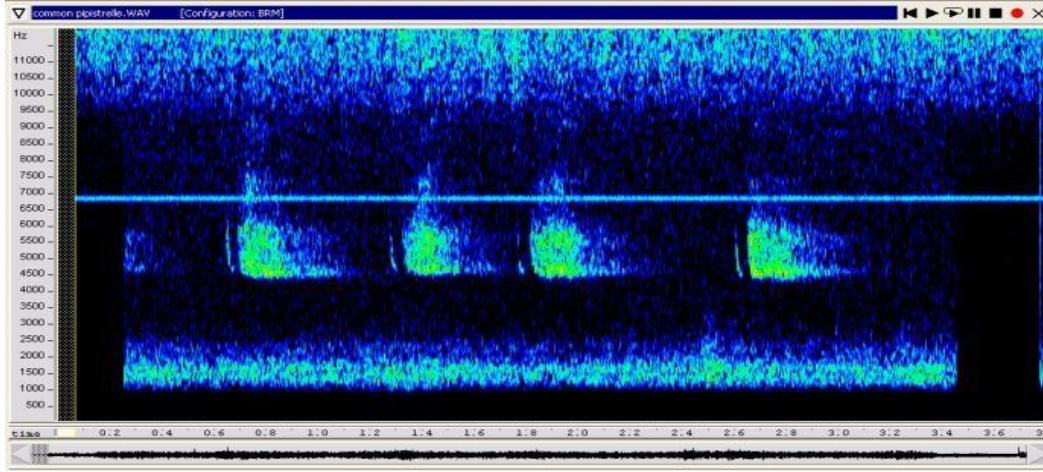
Resim 1.12. Soprano Pipistrelle ekolokasyon sesleri (bir birey)



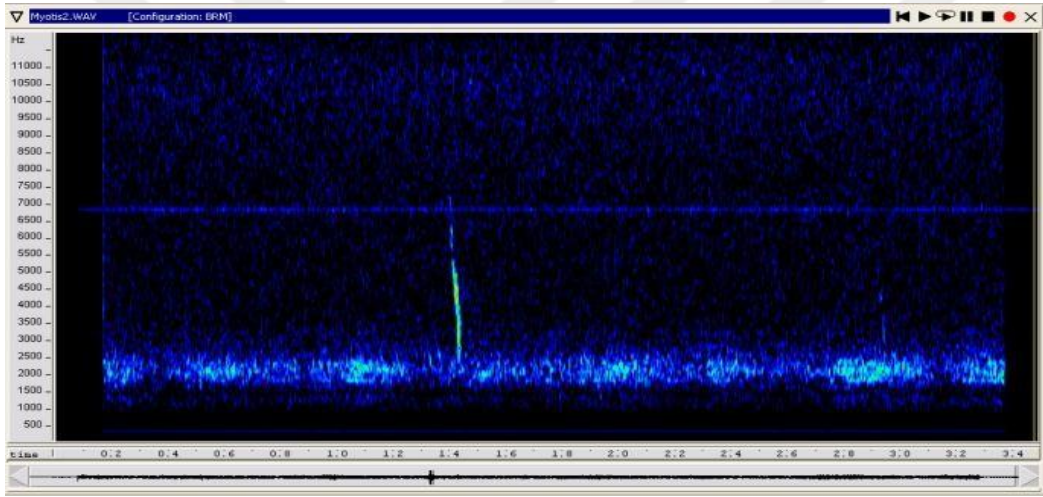
Resim 1.13. Soprano ve yaygın Pipistrelle ekolokasyon sesleri (ve sosyal ses) (her bir türden bir birey)



Resim 1.14. Noctule ekolokasyon sesi (bir birey)

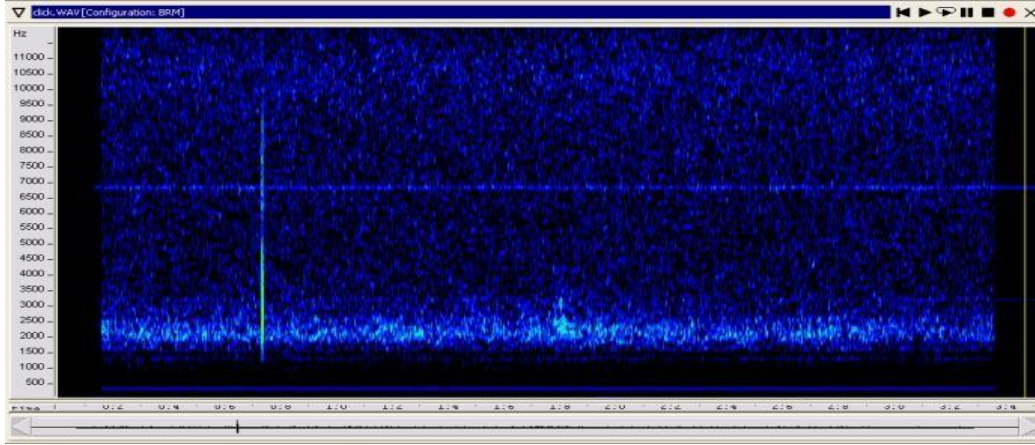


Resim 1.15. Yaygın Pipistrelle ekolokasyon sesi (bir birey)

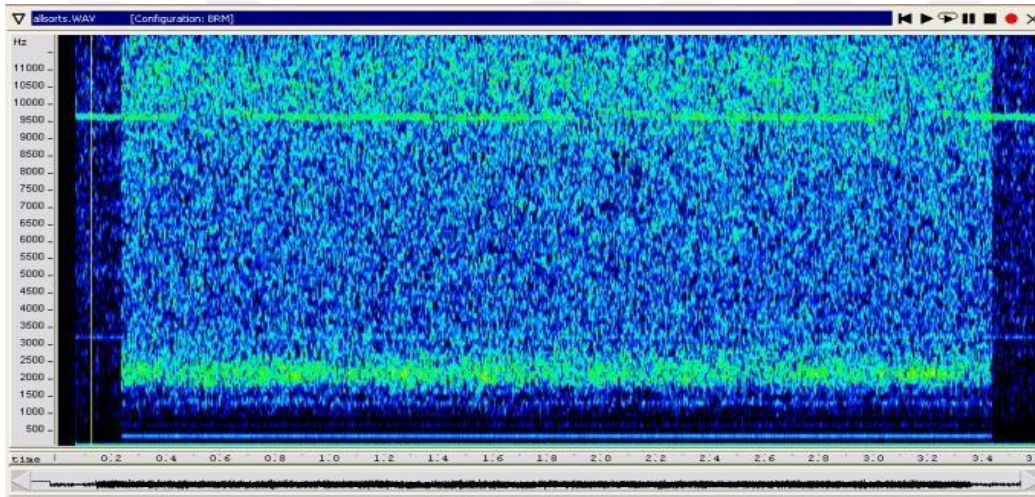


Resim 1.16. Myotis ekolokasyon sesi (bir birey)

Gürültü örnekleri; (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Resim 1.17; Resim 1.18).

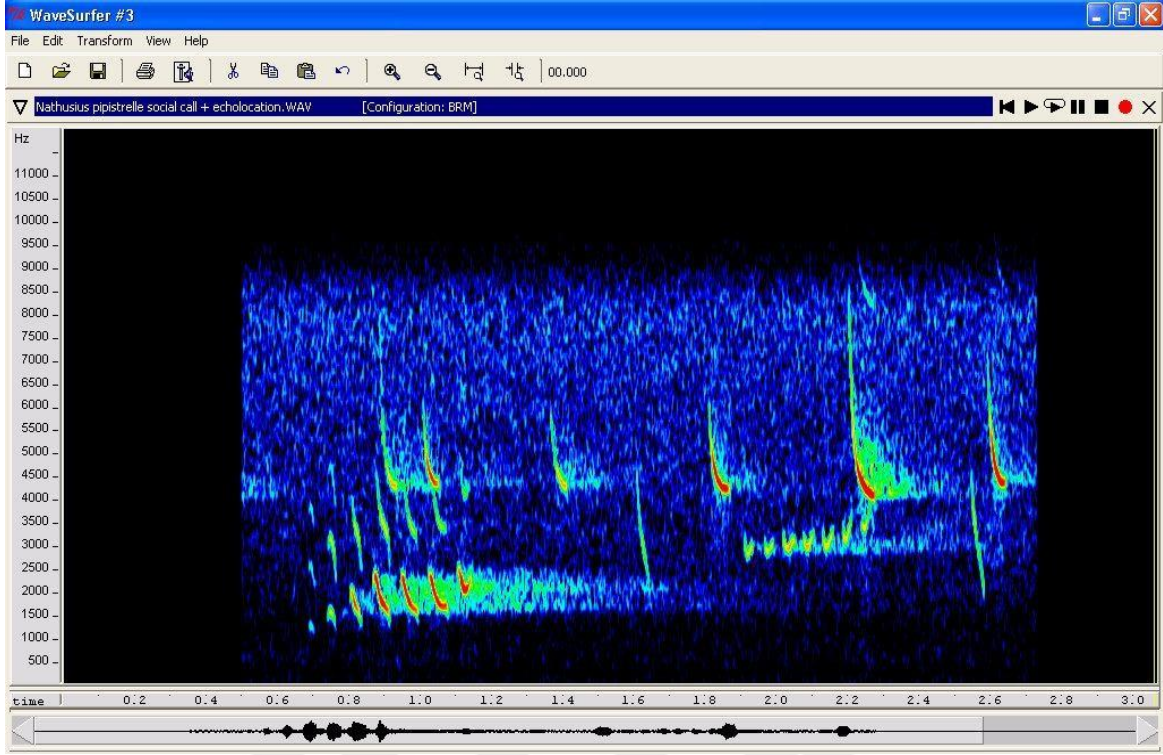


Resim 1.17. Gürültü

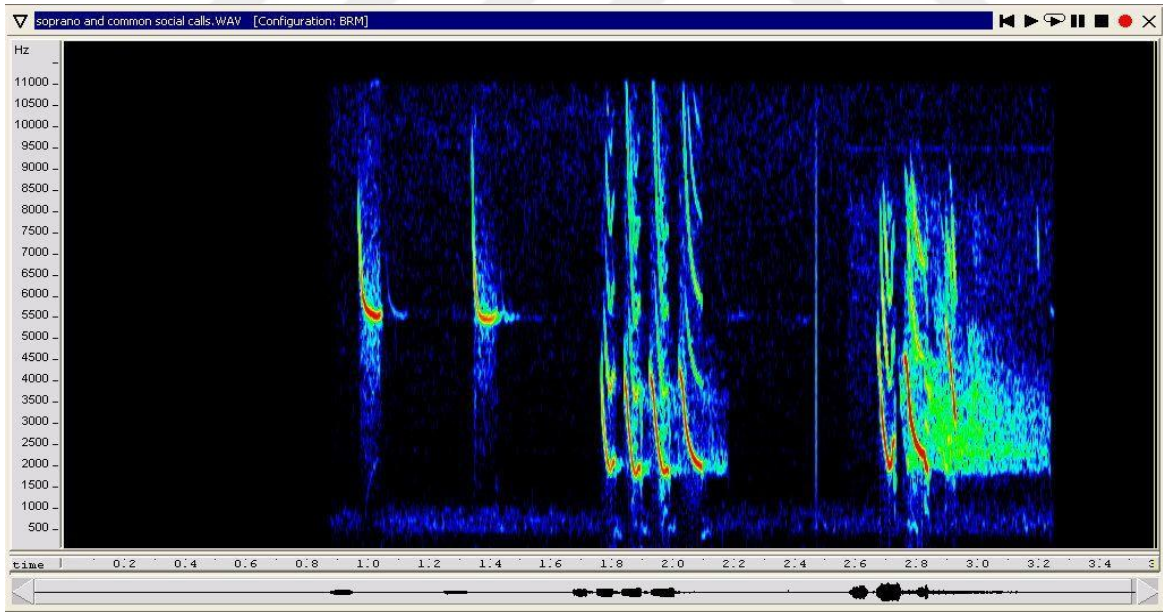


Resim 1.18. Bilinmeyen parazit

b) Sosyal ses veya ekolokasyon sesi: Yarasalar, ekolokasyon çağrılarının yanı sıra, yüksek frekanslı sosyal çağrılar üretir. Sosyal çağrılarının en yoğun sıklığı 3,2 kHz altındadır [32kHz]. En çok karşılaşılan sosyal çağrı Pipistrelle'ye aittir (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Resim 1.19; Resim 1.20).



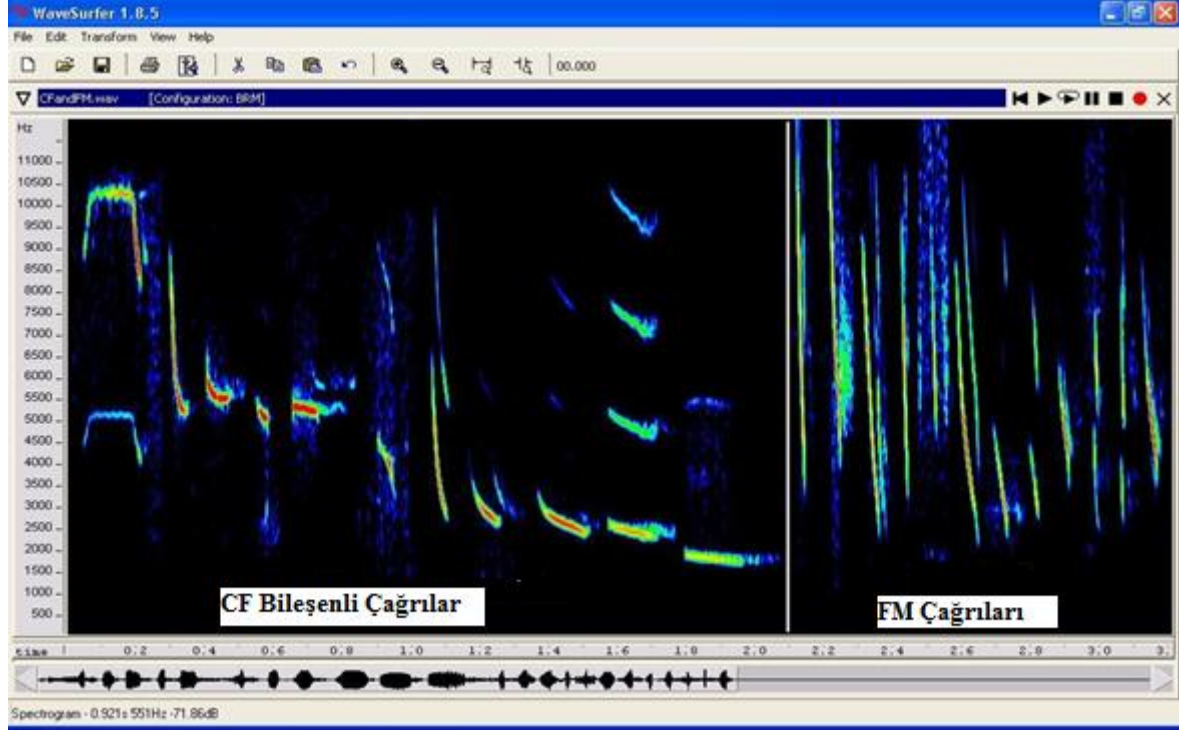
Resim 1.19. *Pipistrellus nathusii*'nin sosyal ve ekolokasyon çağrıları



Resim 1.20. Soprano (sağ) ve yaygın (sol) Pipistrelle sosyal çağrıları (ve iki soprano Pipistrelle ekolokasyon sesi)

c) FM sesi veya diğer sesler: FM, İngiliz yaralarının bazı türlerince baskın olarak üretilen ses tipi olarak adlandırılır. Bunların arasında; Myotis türleri (*M.daubentonii*, *M.mystacinus*, *M.nattereri*, *M.brandti*, *M.bechsteinii*) ve Plecotus türleri (kahverengi uzun kulaklı ve gri uzun kulaklı yarasa) vardır. FM çağrısı, herhangi bir CF (sabit frekans) bileşenini (örneğin

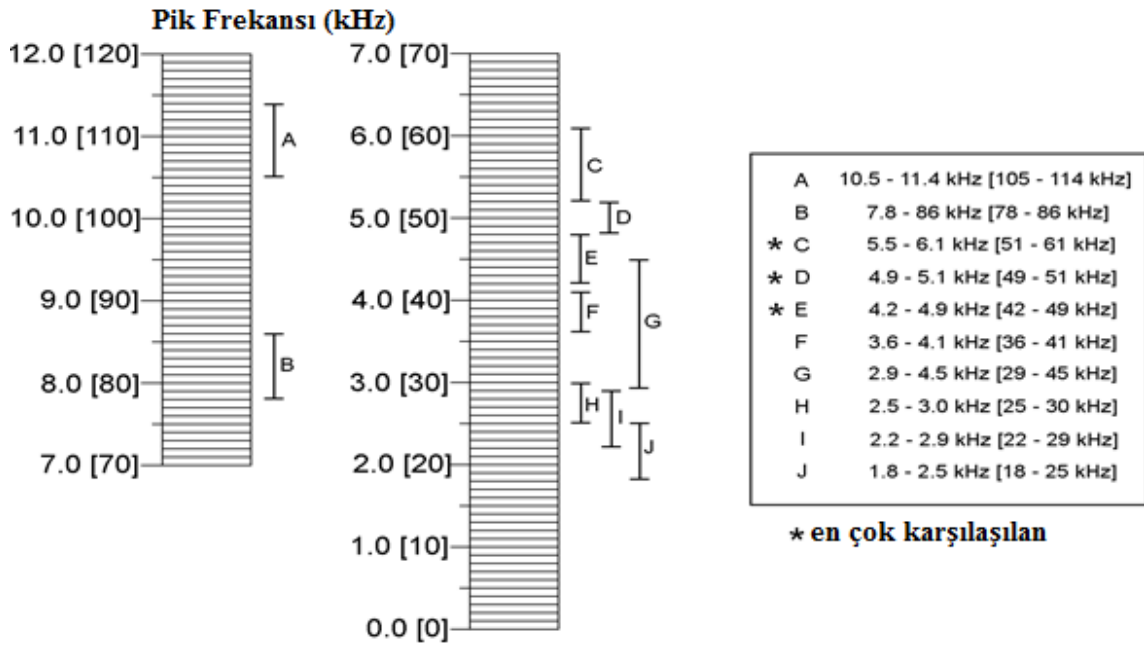
kuyruklu bir çağrı) içermez (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Resim 1.21).



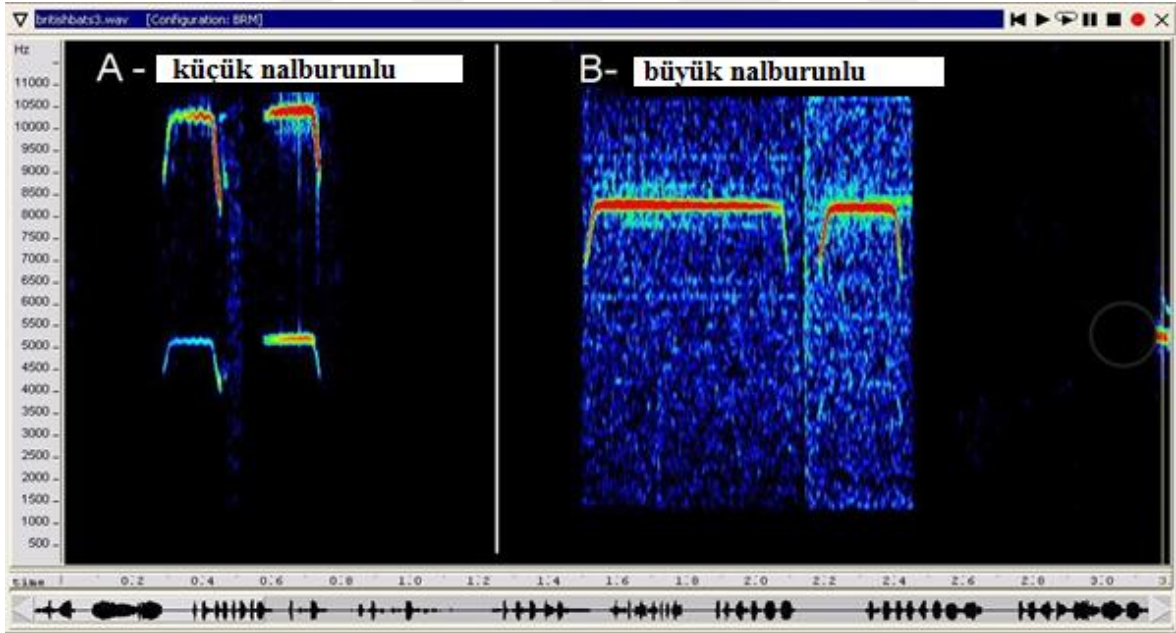
Resim 1.21. İngiliz yarasalarının ekolokasyon ses örnekleri

d) Pik Frekans: Yarasa sesinin hangi türe ait olabileceğini tanımlamak için sesin en yüksek frekansını belirlemek gerekir (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005).

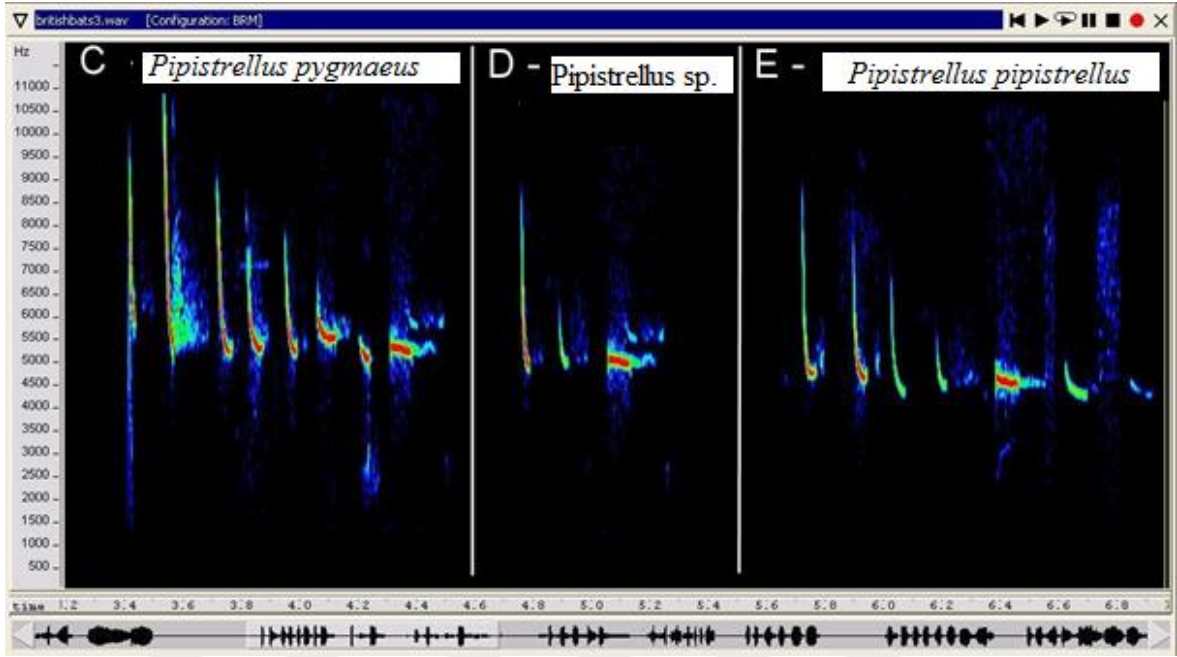
e) Yarasa türünün belirlenmesi: Pik frekansına göre sonogramdan belirlenmelidir. Tek bir anlık görüntüde birden fazla yarasa bulunabilir. Bu, aynı türden iki veya farklı türden iki birey olabilir (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005) (Şekil 1.13; Resim 1.22; Resim 1.23; Resim 1.24; Resim 1.25; Resim 1.26; Resim 1.27).



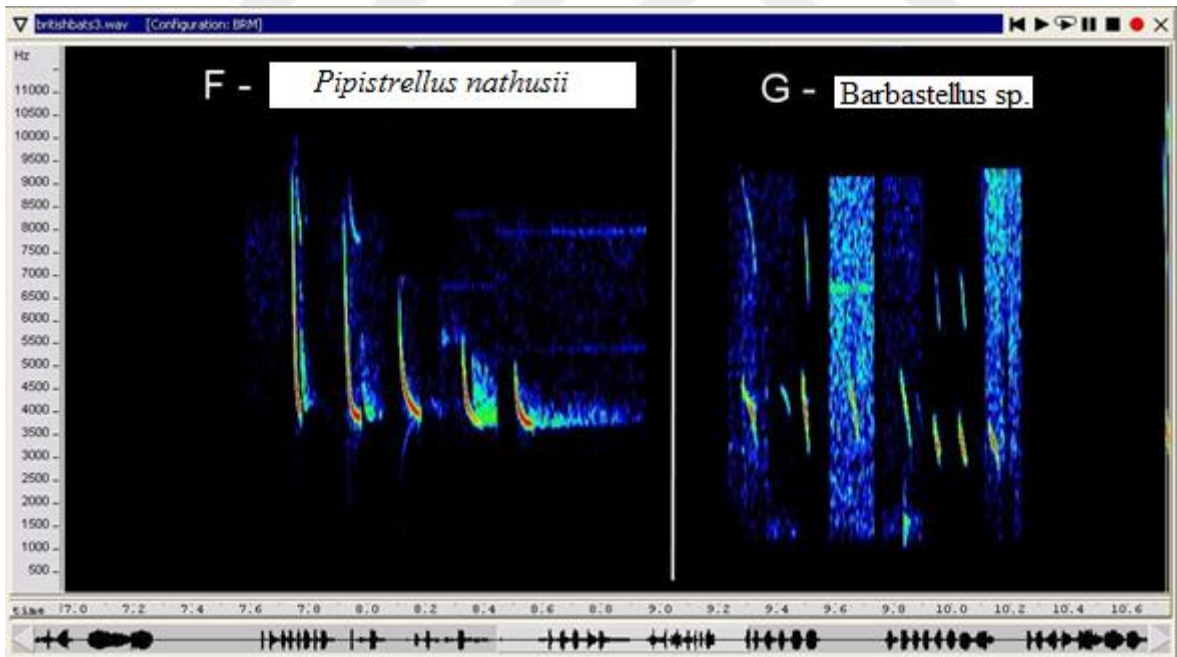
Şekil 1.13. Pik frekansı (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



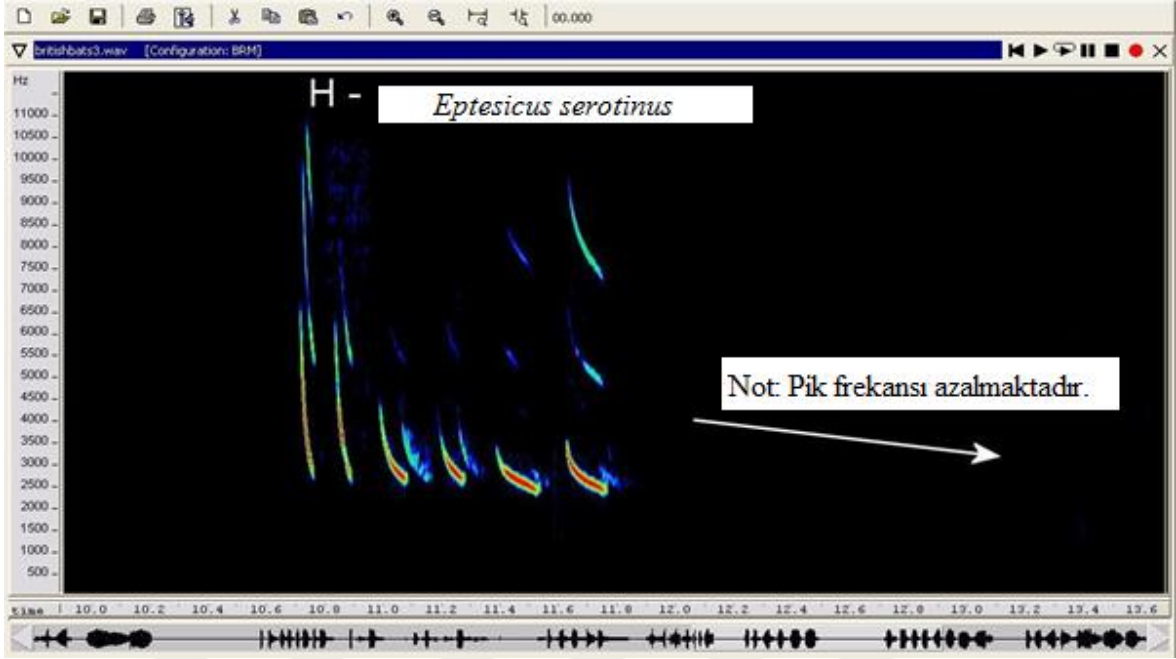
Resim 1.22. *Rhinolophus hipposideros* (A) ve *Rhinolophus ferrumequinum* (B) ekolokasyon sesleri (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



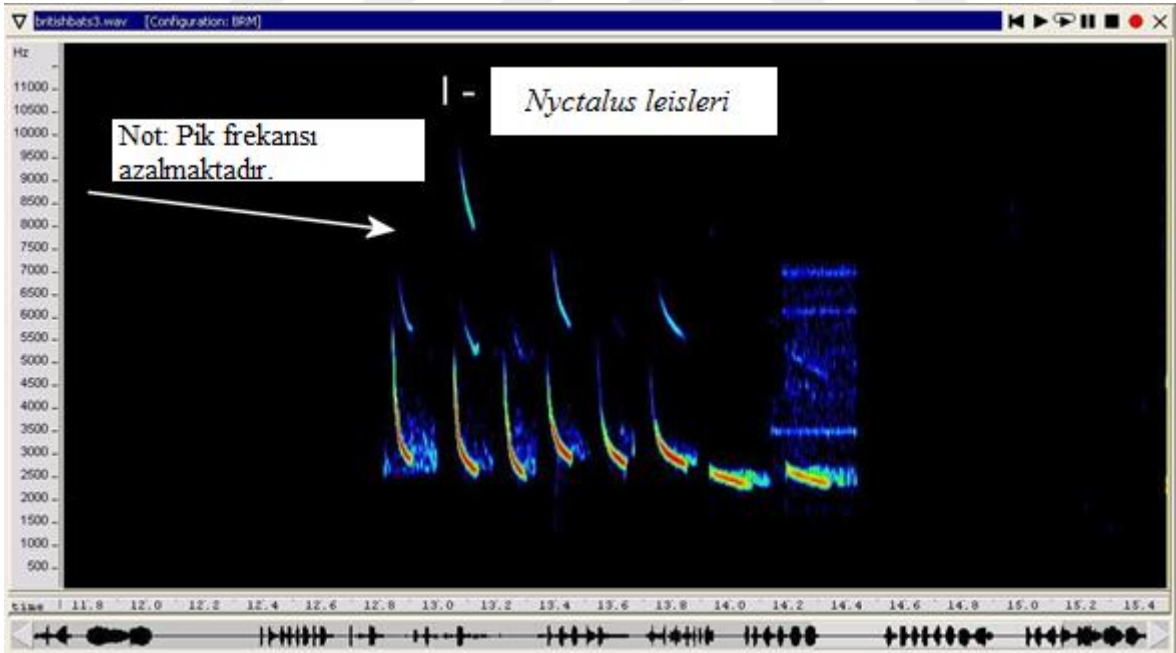
Resim 1.23. *Pipistrellus pygmaeus* (C), tanımlanamayan *Pipistrellus* 4.9 - 5.1 kHz [49-51 kHz] (D) ve *Pipistrellus pipistrellus* (E) ekolokasyon ses örnekleri (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



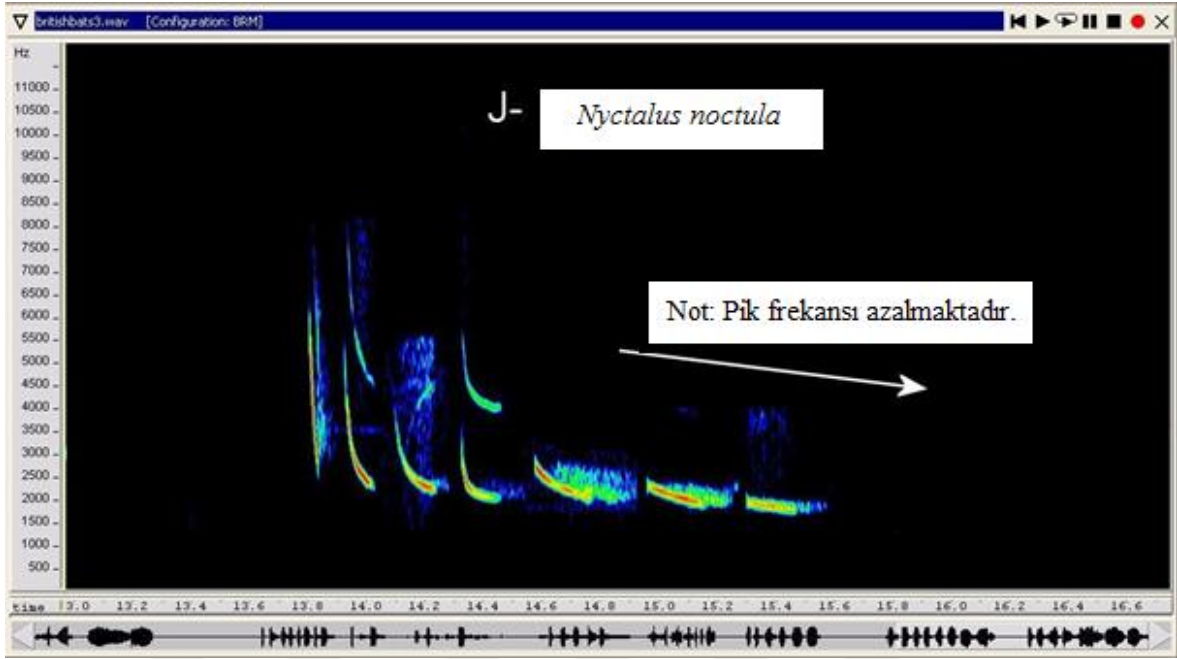
Resim 1.24. *Pipistrellus nathusii* ekolokasyon çağrıları (F) ve *Barbastellus* ekolokasyon çağrıları (G) (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



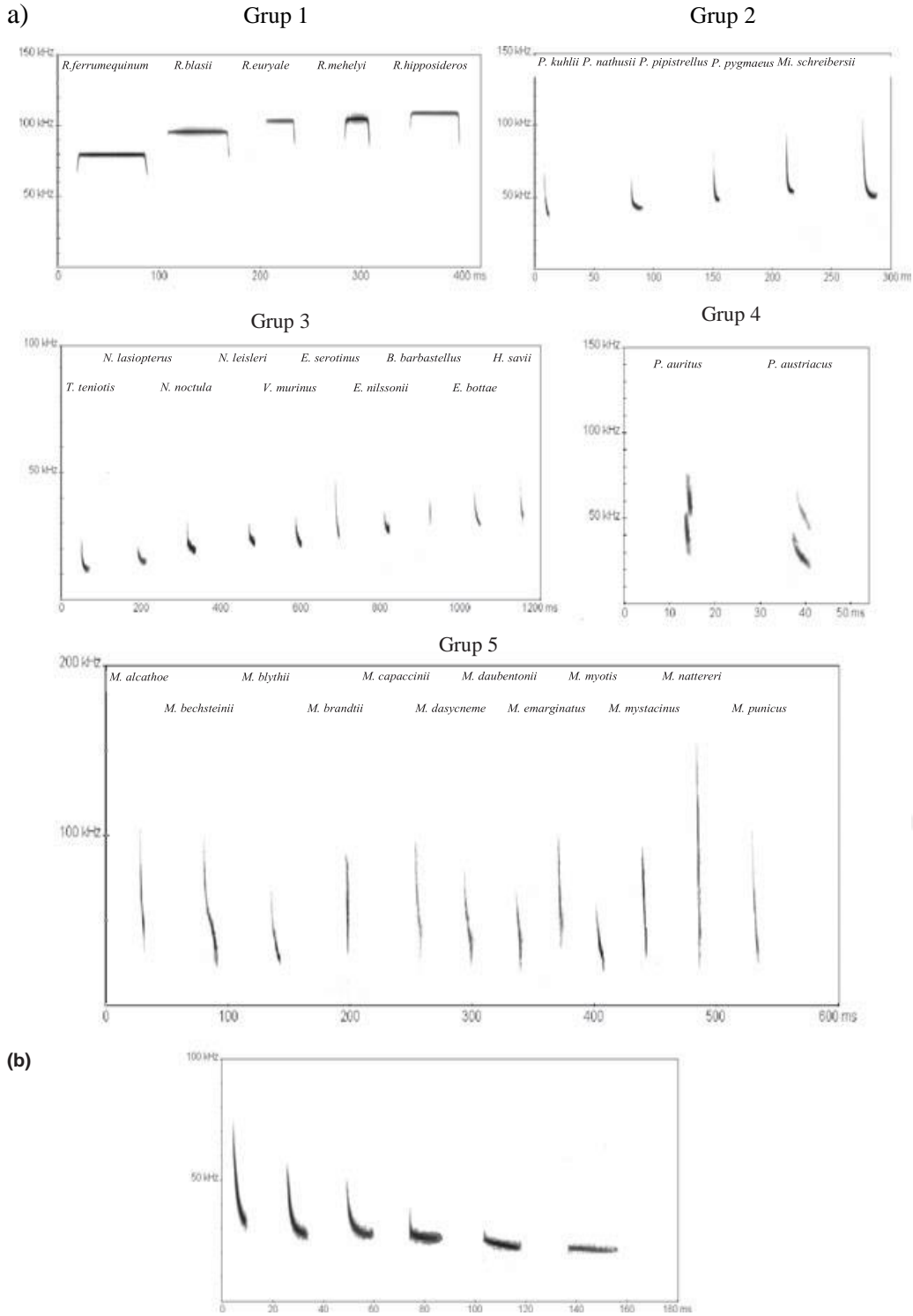
Resim 1.25. Serotine ekolokasyon ses örnekleri, Pik frekans yaklaşık 2.6 kHz [26 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



Resim 1.26. *Nyctalus leisleri* ekolokasyon ses örnekleri, Pik frekans yaklaşık 2.3 kHz [23 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



Resim 1.27. Noctule ekolokasyon ses örneği, Pik frekans yaklaşık 1.9 kHz [19 kHz] olduğunda tanımlama daha doğrudur (Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis, 2005)



Şekil 1.14. Ekolokasyon ses örnekleri a) 1- Rhinolophus; 2 - Pipistrellus, Miniopterus; 3 - Barbastella, Eptesicus, Hypsugo, Nyctalus, Tadarida, Vespertilio; 4 - Plecotus; 5 - Myotis ve b) *Nyctalus leisleri* türüne ait varyasyonlar (Walters ve diğerleri, 2012).

Yenilenebilir enerji kaynağı olarak rüzgâr enerjisi kullanımı, bütün dünyada yaygınlaşmaktadır. Yapılan birçok araştırmada rüzgâr enerji santrallerinde yüksek miktarda

yarasa ölümleri gözlenmiştir. Ekosistem içerisinde kilit bir role sahip yarasaların korunması, doğal dengenin ve biyolojik çeşitliliğin devamlılığının sağlanması açısından önemlidir. Türkiye’de ise bu konuda yapılan çalışmalar oldukça azdır. Bu sebeple; rüzgâr enerji santrallerinin, yarasa popülasyonlarına olan etkilerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile proje alanı ve etki alanı içerisinde mevcut yarasa türlerini belirlemek; bu türlerin, tünek alanlarını ve yoğunlaştıkları noktaları tespit etmek; yarasa aktivitesinin rüzgâr, sıcaklık ve zamana bağlı değişimini belirlemek ve türbin altlarında karkas olup olmadığını araştırmak amaçlanmıştır.



2. MATERYAL VE METOD

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasını kullanan yarasa türlerini, bu türlerin zamana, rüzgâra ve sıcaklığa bağlı aktivitelerini akustik yöntemlerle belirlemek için; 12-14 Mayıs, 18-20 Temmuz, 14-16 Eylül ve 31 Ekim-02 Kasım 2017 tarihlerinde, saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yine bu dönemlerde, rüzgâr türbinlerinden kaynaklanan yarasa ölümleri olup olmadığını belirlemek amacıyla karkas arama çalışmaları yapılmıştır.

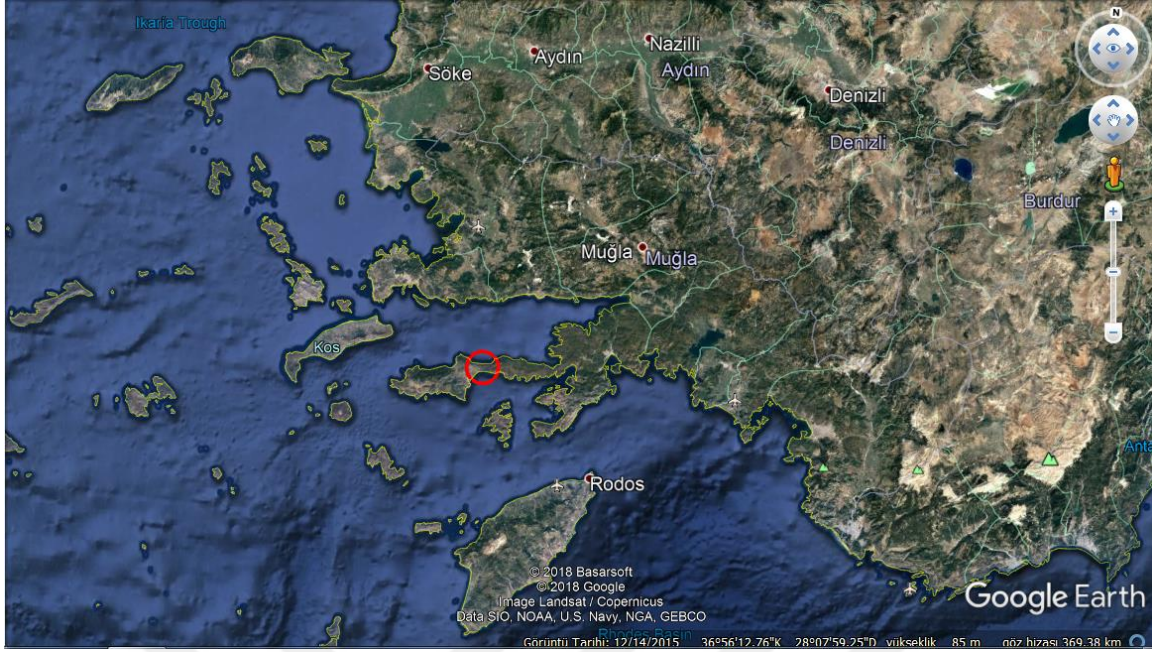
Bu izleme programı kapsamında yapılan çalışmalar, ofis ve arazi çalışmaları olarak iki ana aşamada gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları ise, gündüz ve gece çalışmaları olarak günün farklı dönemlerinde yapılmıştır.

Ayrıca, internet kaynakları ve Gazi Üniversitesi Kütüphanesi veri tabanı sisteminde literatür taramaları yapılmıştır.

Dares Datça RES işletmecisi Demirer Holding'den, arazi çalışması öncesinde gerekli izinler alınmış ve işletme içerisinde alınması gereken güvenlik önlemlerine de dikkat edilmiştir.

Çalışma Alanı

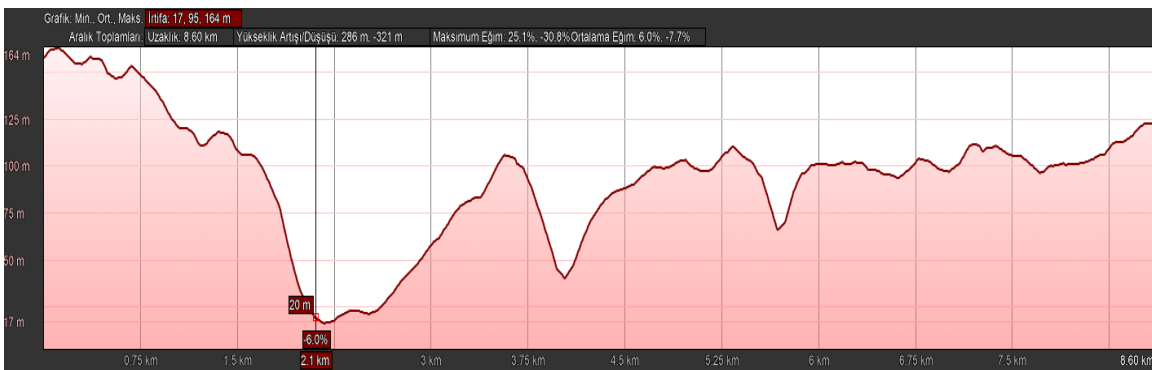
Dares Datça Rüzgâr Enerji Santrali; Muğla İli, Datça İlçesi'nde, kuzeyde Ege Denizi, güneyde Akdeniz arasında uzanan yarımada'nın, doğu batı istikametindeki tepeleri üzerinde bir hat boyunca kurulmuştur. Santral sahasında 36 türbin işletilmektedir (Harita 2.1; Harita 2.2; Resim 2.1).



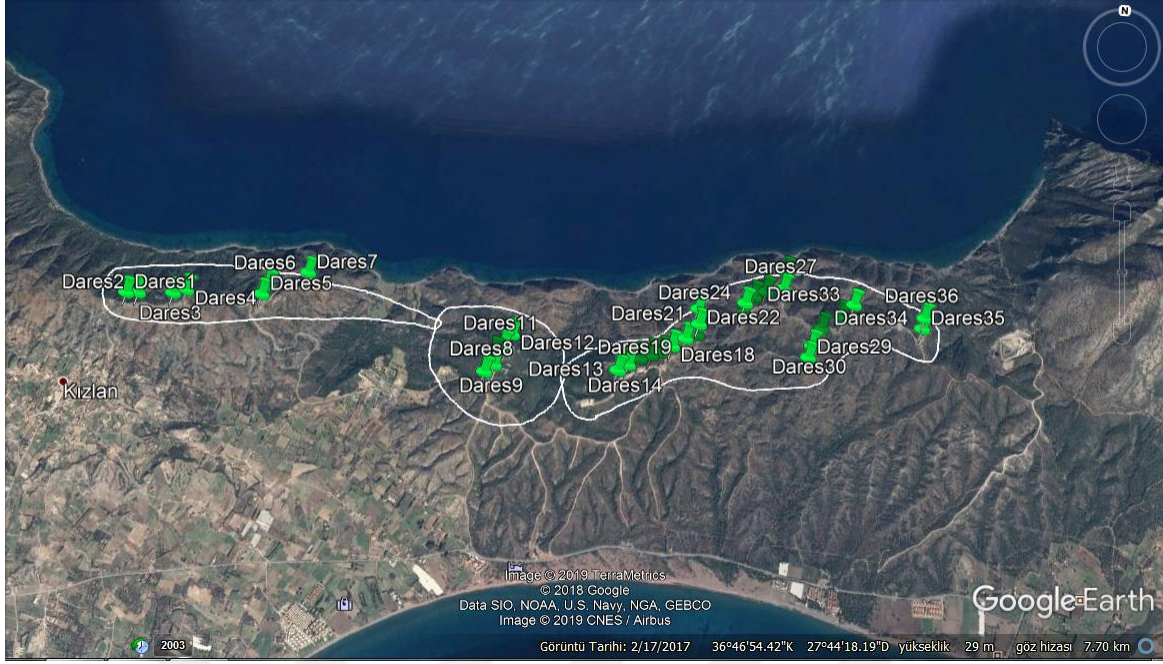
Harita 2.1. Alanın genel görüntüsü

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santrali sahası, 1. Derece Doğal Sit Alanı ve Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Santral sahasına en yakın yerleşim yeri Kızılan Mahallesi'dir.

Santral sahasındaki türbinlerin, en düşüğünün rakımı yaklaşık 80 m, en yüksekinin rakımı ise yaklaşık 164 m'dir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Dares Datça RES sahasının doğu-batı hattı boyunca yükseklik profili

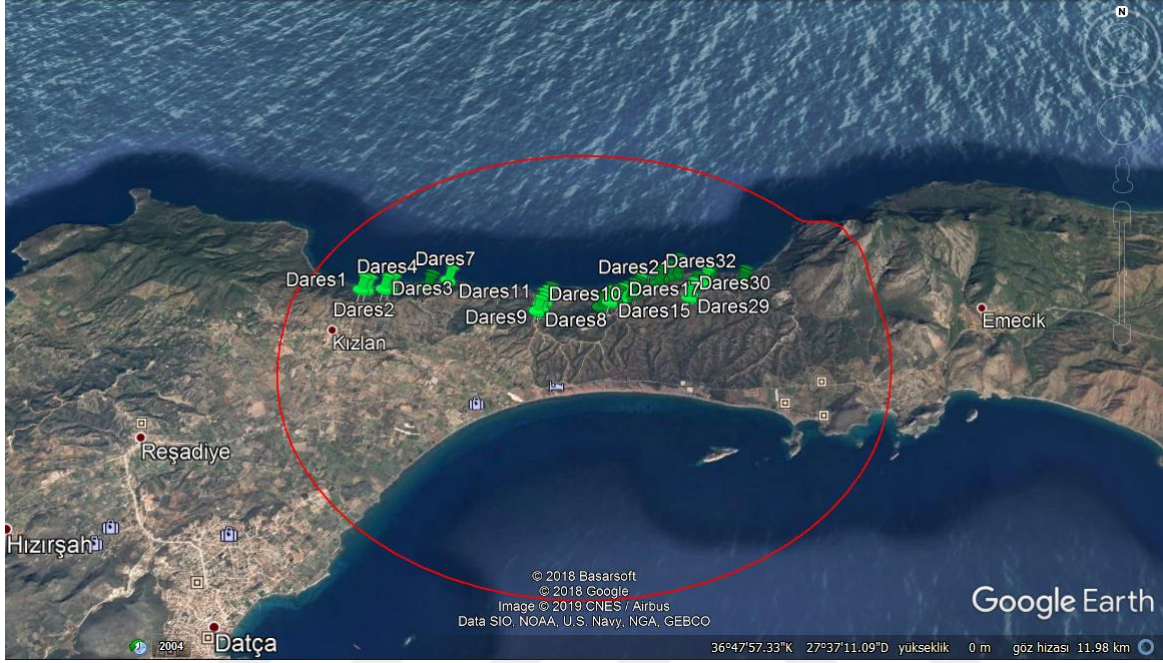


Harita 2.2. Dares Datça RES ruhsat sahası ve türbin konumları



Resim 2.1. Dares Datça RES sahası ve türbinleri

Çalışılan saha ve etki alanında şalt sahası merkez alınarak 5 km yarıçapı içerisinde kalan bölge (Harita 3), ArcGIS 10 programı kullanılarak CORINE arazi örtüsü veri tabanı içerisinde kesilerek haritalandırılmıştır (Harita 2.3).



Harita 2.3. 5 km yarıçaplı alan

Çalışılan saha ve etki alanı; CORINE Arazi Örtüsü Sınıflarına göre, ‘321: Doğal Çayırılık’, ‘323: Sklerofil Bitki Örtüsü’, ‘324: Bitki Değişim Alanları’, ‘331: Sahil, Kumsal, Kumluk’, ‘333: Seyrek bitki alanları’, ‘1122: Kesikli Kırsal Yapı’ ve ‘2421: Sulanmayan Karışık Tarım’ alanlarında kalmaktadır (Harita 2.4).

Çizelge 2.1. Dares Datça RES Sahasında işletmede bulunan türbinlerin özellikleri

Türbin Model Tipi	Türbin Özellikleri
ENERCON E-44	Türbin gücü (kw)= 900 kw Motor yüksekliği (m)= 60 m Kanat uzunluğu (m)= 22 m
ENERCON E-48	Türbin gücü (kw)= 800 kw Motor yüksekliği (m)= 65 m Kanat uzunluğu (m)= 24 m

Ofis çalışmaları

Yapılan ofis çalışmalarında; proje ve etki alanında şalt sahası merkez alınarak 5 km yarıçapında belirlenen alanın, uydu görüntülerinden faydalanılarak, topoğrafyası, alandaki habitat tipleri ve yerleşim yerlerine yakınlık gibi özellikleri ve bunun yanı sıra, orman içi koridorlar ve beslenmeleri için uygun olabilecek habitatlar araştırılmıştır.

Dares Datça RES Sahasını içine alan Datça Yarımadası'nda, geçmiş yıllarda yapılan biyoçeşitlilik çalışmaları ve IUCN Kırmızı Listesindeki (IUCN, 2019) dağılım haritaları değerlendirilmiş; alanda olması muhtemel türler ve bu türlerin ulusal ve uluslararası korunma statüleri, türlerin tercih ettikleri tünek tipleri araştırılmıştır.

Ofis çalışmalarında, proje alanında 3 adet Pettersson D500X model tam spektrumlu otomatik kayıt cihazları ile kaydedilen seslerin teşhisleri, BatExplorer ses analiz programı ve ilgili kaynaklar kullanılarak yapılmıştır (Ahlen ve Baagoe, 1999). Tespit edilen türlerin kayıt sayıları, aktivite zamanları ve yoğunlukları ile çalışma dönemlerinde ki rüzgâr hızlarıyla ilişkisi değerlendirilmiştir.

Gündüz çalışmaları

Gündüz çalışmalarında; ofis çalışmalarında belirlenen habitatların, yarasalar için önemli beslenme alanlarının, bölgede gidip gelebilecekleri koridorların ve tünek alanlarının arazi de araştırılması yapılmıştır.

2017 İlkbaharda yapılan ilk çalışmada türbin altlarındaki alanların görünürlük sınıflarının tanımlanabilmesi ve proje alanında kayıt cihazlarının konumlanabileceği uygun alanlar belirlenebilmesi için, işletmede olan 36 türbinin tamamı incelenmiş ve tüm türbinlerde karkas arama çalışması yapılmıştır. Çalışmalarda, türbinlerin altında 50 m yarıçapındaki bir alanda, 2 araştırmacı tarafından, 7 m aralıkla çizgisel hatlarda tarama yapılarak, 2 günde tamamlanan karkas arama çalışmaları yürütülmüştür (Resim 31 ve 32).

Sonraki çalışmalarda da yeterli sayıda (12) türbin, iki araştırmacı tarafından, aynı metodolojiyle aranmıştır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. Dares Datça RES sahasında 2017 yılında farklı dönemlerde karkas araması yapılan türbinler

Mayıs	Temmuz	Eylül	Kasım
Bütün türbinler	T3	T1	T1
	T6	T5	T5
	T8	T7	T7
	T9	T10	T10
	T11	T12	T12
	T17	T15	T15
	T21	T19	T19
	T24	T23	T23
	T28	T25	T25
	T32	T29	T29
	T34	T31	T31
	T35	T33	T33

Santral sahası içerisinde iki araştırıcı tarafından, türbinler rastgele seçilerek, araştırıcı verimliliği denemeleri yapılmıştır. Araştırıcılardan birisi, türbinin altında 50 m yarıçaplı alan içerisinde, diğer araştırıcıdan bağımsız olarak, rastgele, toplam 8 adet yapay karkas yerleştirmiştir. Diğer araştırıcı, belirli bir süre içerisinde, tanımlanan karkas arama metodolojisiyle, bu yapay karkasları taramış ve karkas bulma sayısı not edilmiştir. Bu deneme, iki araştırıcı için ayrı ayrı, farklı dnemelerde tekrarlanmıştır.

Aramalarda, verileri kayıt altına almak ve değerlendirmelerde kullanmak için;

1. İzleme Tarihleri ve İşlem Grupları Formu
2. Alan Tanıtma Formu (Karkas Araştırmaları için)
3. Alan Tanıtımı ve Habitat Harita Formu (Karkas Araştırmaları için)
4. Yarasa Karkas Arama Formu
5. Araştırıcı Etkinlik Deneme Formu
6. Araştırıcı Etkinlik Denemeleri Özet Formu

doldurulmuştur (Ek 1, Resim 33).

İzleme tarihleri ve İşlem Grupları Formu, her saha çalışması dönemi için doldurulan bir formdur. Bu formda, farklı izleme grupları (yani farklı arama aralıkları, farklı türbin taramaları, etki azaltma önlemleri gibi) ve her grubun izlendiği süre kaydedilir. Her alışma döneminde bu formda, işlem grubu tanımlanmıştır. Örneğin; karkas taraması işlemi ‘‘Türbin merkezli olacak şekilde 50 m yarıçaplı alanda doğu kanadı Yiğit ANTEPLİOğLU, batı kanadı Gözde REŞBER tarafından 7 m transekt aralığı kullanılarak yapılacaktır.’’ şeklinde belirtilmiş ve arama tarihleri, aranan türbin sayısı ve arama aralığı bilgileri girilmiştir.

Alan Tanıtma Formu (Karkas Araştırmaları için), her türbin araması için doldurulan formdur. Bu formda; proje adı, ili, ilçesi, mevki, türbin numarası, tamamlama tarihi, araştırma alanı, transekt aralığı, habitat tanımı, en yakın ağaçlığa mesafe, türbin detayı (gücü, yüksekliği, kanat çapı) bilgileri not edilmiştir.

Alan Tanıtımı ve Habitat Harita Formu (Karkas Araştırmaları için); görünürlük sınıflarını, zemin ve aranan alanın belirtilen arama alanı ile eşleştirilmesini sağlamaktadır. Bu formda; proje adı, türbin numarası, yıl ve araştırma alanı verileri girilmiş, aranan alan için türbin

merkezli çizim yapılmış ve her arama dönemi için görünürlük sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5. Görünürlük sınıfları (Ontario Ministry of Natural Resources, 2011)

% Vegetasyon Örtüsü	Vejetasyon Yüksekliği	Görünürlük Sınıfı
≥% 90 çıplak zemin	≤ 15 cm uzunluk	1.Sınıf (Kolay)
≥ % 25 çıplak zemin	≤ 15 cm uzunluk	2.Sınıf (Orta)
≤ %25 çıplak zemin	≤ %25 > 30cm uzunluk	3.Sınıf (Zor)
Çok az veya hiç çıplak zemin yok	≥ %25> 30cm uzunluk	4.Sınıf (Çok zor)

Yarasa Karkas Arama Formu, her bir türbin ziyaretinde (diğer bir deyişle her türbindeki araştırma günü için bir tane) karkas araması için doldurulan formdur. Bu formda; proje adı, türbin numarası, işlem grubu, araştırma tarihi, başlama zamanı, bitiş zamanı, araştırmacı sayısı, araştırmacılar, aranan alan, araştırma alan şekli, transekt aralığı, sıcaklık, bulut örtüsü ve açıklama verileri girilmiştir (Resim 2.2; Resim 2.3; Resim 2.4; Resim 2.5).

Araştırmacı Etkinlik Deneme Formu, her arama yapan veya araştıran ekip (örneğin araştırmacı) için yılda bir kez doldurulan formdur. Bu formda; proje adı, yıl, araştırmacı(lar) adı bilgileri verilmiş ve yapay karkasların yerleştirilme tarihi, yerleştiren kişi, zaman, türbin numarası, işlem grubu, hava durumu, predatör durumu, karkas bulunma sayısı, yüzey ve görünürlük bilgileri işlenmiştir.

Araştırmacı Etkinlik Denemeleri Özet Formu, deneme sonuçlarının verildiği formdur. Bu formda; proje adı, yılı, araştırmacı, işlem grubu, yerleştirilen karkas sayısı, bulunma sayısı, araştırılan türbin oranı verileri için doldurulmuştur.

Çalışılan dönemlerde sıcaklık ve rüzgâr verileri için, firma yetkilileri tarafından kaydedilen verilerden yararlanılmıştır.

Ayrıca yarasa karkaslarını yiyebilecek tilki, sansar, domuz gibi predatörlerin, iz ve dışkı araştırmaları da yapılmıştır.



Resim 2.2. Dares Datça RES sahasında 3 numaralı türbin altında karkas arama çizgisi



Resim 2.3. Dares Datça RES sahasında türbin altlarındaki karkas arama çalışmaları



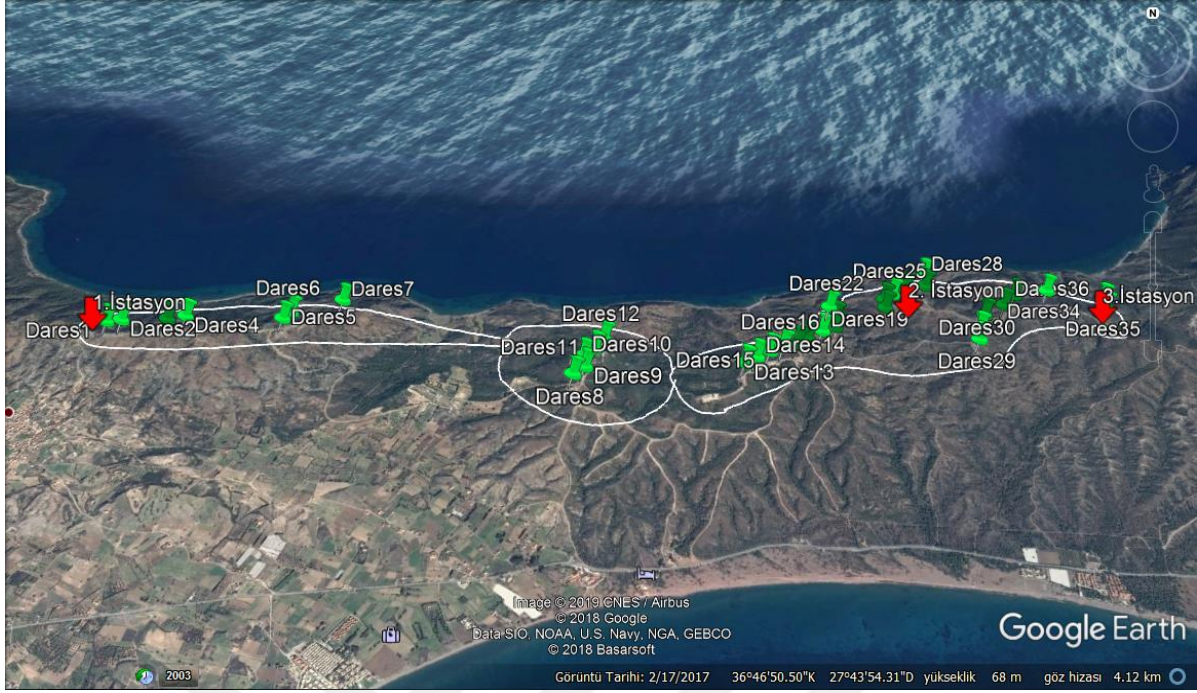
Resim 2.4. Dares Datça RES sahasında türbin altlarındaki karkas arama çalışmaları



Resim 2.5. Gündüz çalışmalarında türbin altlarındaki çalışmalarda verilerin formlara kaydedilmesi

Gece Çalışmaları

Dares Datça Rüzgâr Enerji sahasında, yarasaların ekolokasyon çağrılarını kaydetmek amacıyla 3 adet Pettersson D500X marka tam spektrumlu ve gerçek zamanlı (real time) ultrasonik kayıt cihazı kullanılmıştır. Kayıt cihazları için, 1 nolu dinlenme istasyonu olarak 1.türbin, 2 nolu istasyon 26.türbin ve 3 nolu istasyon da 35. türbin bölgesi seçilmiştir (Harita 2.5).



Harita 2.5. Dinleme istasyonlarını gösterir harita (kırmızı oklar)

Kayıtlar, gün batımından en az yarım saat önce başlamış ve gün doğumundan en az 1 saat sonrasına kadar devam etmiştir. Kayıt cihazları, ağaçlar üzerine yerden 2-4 m yüksekliğe yerleştirilmiştir (Resim 2.6). Çalışma dönemlerinde 2 gece kayıt alınmıştır. Fakat 01.11.2017 tarihinde 1.dinleme istasyon bölgesinde çıkan yangın sebebiyle, 1 gece kayıt yapılmıştır (Resim 2.7).



Resim 2.6. Petterson D500X ultrasonik ses kayıt cihazı kurulumundan görüntüler



Resim 2.7. Dares Datça Rüzgâr Enerji Santrali sahasından çıkan yangından

Proje alanında gece çalışmaları gün batımından hemen önce başlamış ve türbin altları ve ulaşım yollarında, sabit hızla (ortalama 15 km/sa) hareket halinde iken, GPS logger cihazı ve Batbox Duet cihazı kullanılarak, her bir yarasa sesinin duyulduğu nokta işaretlenmiş ve yarasaların aktiviteleri araştırılmıştır (Resim 2.8). GPS looger ile işaretlenmiş olan bu veriler, aktivite lokasyonlarının ve yoğunluklarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Tezin Bulgular, Sonuç ve Öneriler bölümleri de çalışma aşamalarına uygun olarak sunulmuştur.



Resim 2.8. Batbox Duet cihazı ile gece dinleme çalışması

3. BULGULAR

Ofis çalışmalarında taranan literatürlere göre, Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasında ulusal veya uluslararası mevzuatla koruma altında olan 17 yarası türü tespit edilmiş ve tespit edilen bu türlerin, bilimsel adları, korunma durumları ve tünek tercihleri bilgileri tablo halinde verilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Dares Datça rüzgâr enerji santralinin bulunduğu bölgede (Ege Bölgesi) yaşayan ve proje sahasında bulunması muhtemel türler (IUCN, 2019)

Tür adı	IUCN	BERN	ULUSAL TEH. STAT	*Tünek Tipi
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	LC	EK-3	V	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	LC	EK-3	V	2, 5
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	LC	EK-2	V	1, 2, 3, 5
<i>Eptesicus bottae (anatolicus)</i>	LC	EK-2	V	1, 5, 6
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	LC	EK-2	V	1, 2, 4, 5
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	NT	EK-2	V	3, 7
<i>Myotis blythii</i> (Tomes, 1857)	LC	EK-2	V	3, 4, 6, 7
<i>Myotis myotis</i> (Borkhausen, 1797)	LC	EK-2	V	1, 2, 3
<i>Myotis capaccinii</i> (Bonaparte, 1837)	VU	EK-2	V	4,5
<i>Myotis nattereri</i> (Kuhl, 1817)	LC	EK-2	V	1, 3, 4, 5, 6
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	LC	EK-2	V	2, 3, 4, 6, 7
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	LC	EK-2	V	2, 3, 4, 6, 7
<i>Rhinolophus mehelyi</i> (Matschie, 1901)	VU	EK-2	V	3, 4, 6, 7
<i>Rhinolophus blasii</i> (Peters, 1867)	LC	EK-2	V	3,4
<i>Rhinolophus euryale</i> (Blasius, 1853)	NT	EK-2	V	2,4
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	LC	EK-2	V	5, 6, 7
<i>Plecotus kolombatovici</i> (Dulic, 1980)	LC	EK-2	V	1, 2, 3, 6, 7

*(1: Ağaç kovukları, 2: Bina çatı ve loş kısımları, 3: Mağaralar, 4: Yer altı galerileri, 5: Kaya oyukları, yarıkları, 6: Harabeler, 7: Maden)

Ruhsat alanı dışında fakat etki alanında kalan en önemli tünec alanı, Emecik Dağı kayalıklarıdır (Resim 3.1). Bu kayalıklara en yakın 36 numaralı türbin, kuş uçuşu yaklaşık 1 km uzakta bulunmaktadır. Ayrıca, etki alanında bulunan yerleşim yerlerindeki evlerin çatıları, bölgede yaşayan yarasalar için uygun tünec alanları olarak belirlenmiştir. Kızlan yerleşim merkezine en yakın 1 numaralı türbin ise, yerleşime kuş uçuşu yaklaşık 750 m uzaklıktadır.

Çalışılan saha ve etki alanında, yarasa türlerinin tercih ettikleri potansiyel tünec habitatları sınıflandırıldığında; özellikle Emecik Dağı kayalıkları, ruhsat sahasının batısında yerleşime yakın kayalıklar ve kırsal yerleşim yerleri yüksek önemde potansiyel tünec alanı; ağaç ve çalılıkların bulunduğu ve yarasaların beslenme alanlarına gidiş dönüş amacıyla ve bir miktarda beslenme amacıyla kullandıkları habitatlar orta önemde tünec alanı ve tarım alanları ise önemsiz tünec alanı olarak belirlenmiştir (Resim 3.2).



Resim 3.1. Emecik Dağı kayalıkları

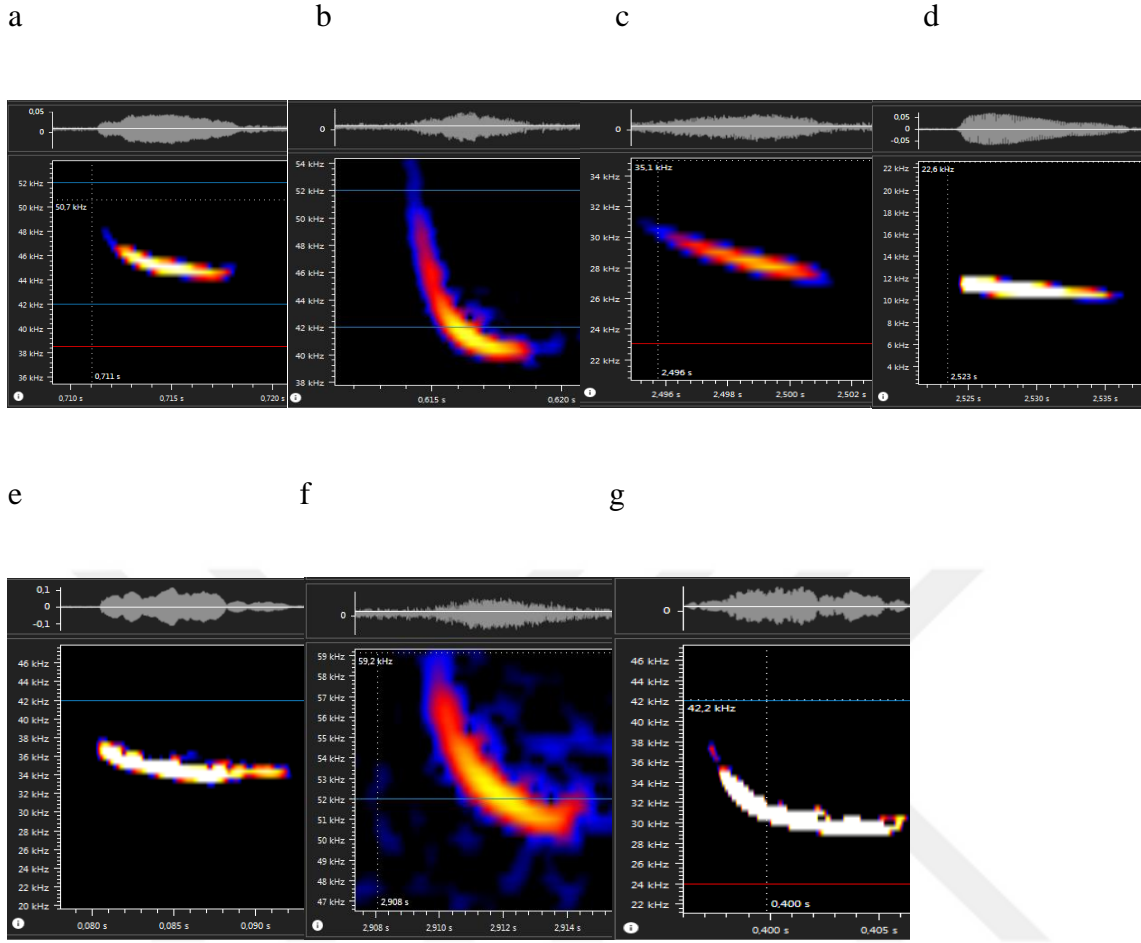


Resim 3.2. Çalışma alanından görüntüler

Çizelge 3.2. Dares Datça RES sahasında tespit edilen yarası türleri, ulusal ve uluslararası koruma statüleri ve tünük alanı tercihleri (IUCN, 2019)

Tür Adı	IUCN	BERN	Ulusal Tehlike Statüsü	Tünük Tipi
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	LC	EK-3	V	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	LC	EK-3	V	2,5
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	LC	EK-2	V	5, 6, 7
<i>Hypsugo savii</i> Bonaparte, 1837	LC	EK-2	V	1, 2, 4, 5
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	NT	EK-2	V	3, 7
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	LC	EK-2	V	1, 2, 4
<i>Eptesicus serotinus</i> Schreber, 1774	LC	EK-2	V	1, 2, 3, 5

*(1: Ağaç kovukları, 2: Bina çatı ve loş kısımları, 3: Mağaralar, 4: Yer altı galerileri, 5: Kaya oyukları, yarıkları, 6: Harabeler, 7: Maden)



Resim 3.3. Çalışma alanında kaydedilen yarasalar seslerine ait ses sesogramları. a) *Pipistrellus pipistrellus*, b) *Pipistrellus kuhlii*, c) *Nyctalus leisleri*, d) *Tadarida teniotis*, e) *Hypsugo savii*, f) *Miniopterus schreibersii*, g) *Eptesicus serotinus*

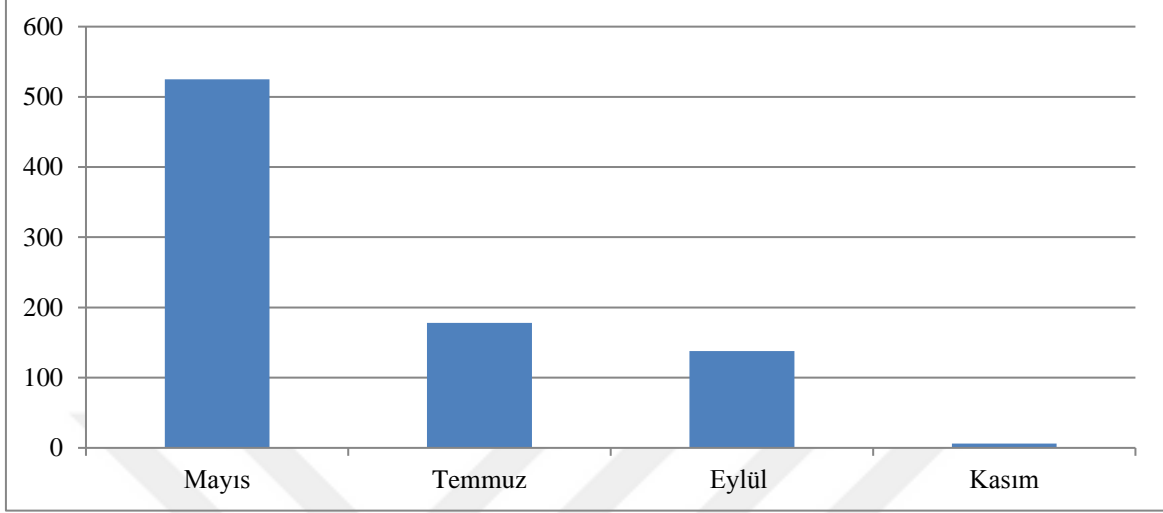
2017 İlkbaharda yapılan ilk çalışmada, 7 yarasalar türü tespit edilmiştir. Toplam geçiş sayısı, 525'tir. Bu seslerden 1 tanesinin teşhisi yapılamamıştır. En fazla geçiş sayısı, *Pipistrellus pipistrellus* türüne aittir.

Temmuz döneminde yapılan çalışmada toplam geçiş sayısı, 178'tir. Bu seslerden 3 tanesinin teşhisi yapılamamıştır. En fazla geçiş sayısı, *Pipistrellus pipistrellus* türüne aittir.

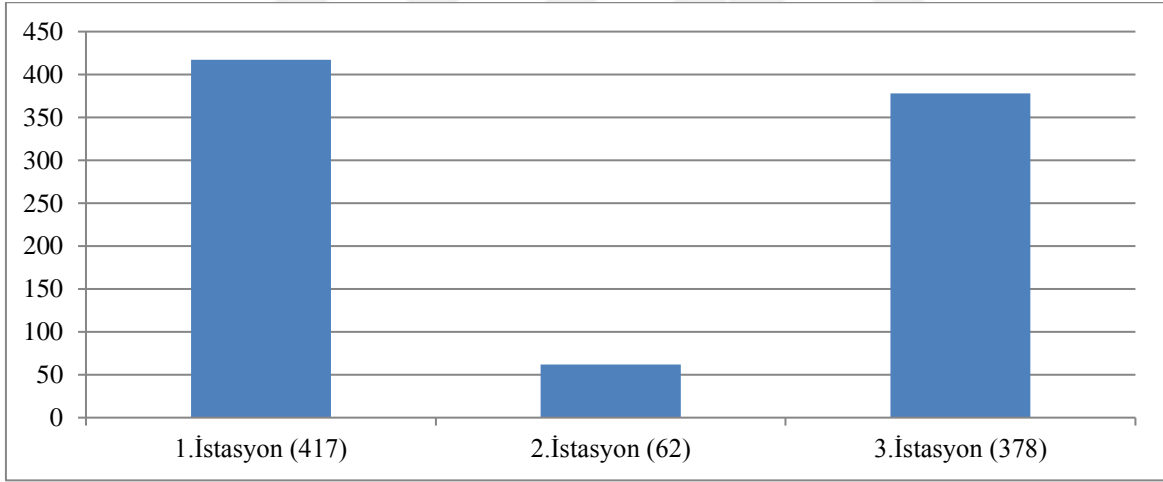
Eylül döneminde yapılan çalışmada toplam geçiş sayısı 138'tir. Bu seslerden 7 tanesinin teşhisi yapılamamıştır. En fazla geçiş sayısı, *Pipistrellus pipistrellus* türüne aittir.

Kasım döneminde yapılan çalışmada toplam geçiş sayısı 6'dır. Fakat bu seslerden 3 tanesinin teşhisi yapılamamıştır.

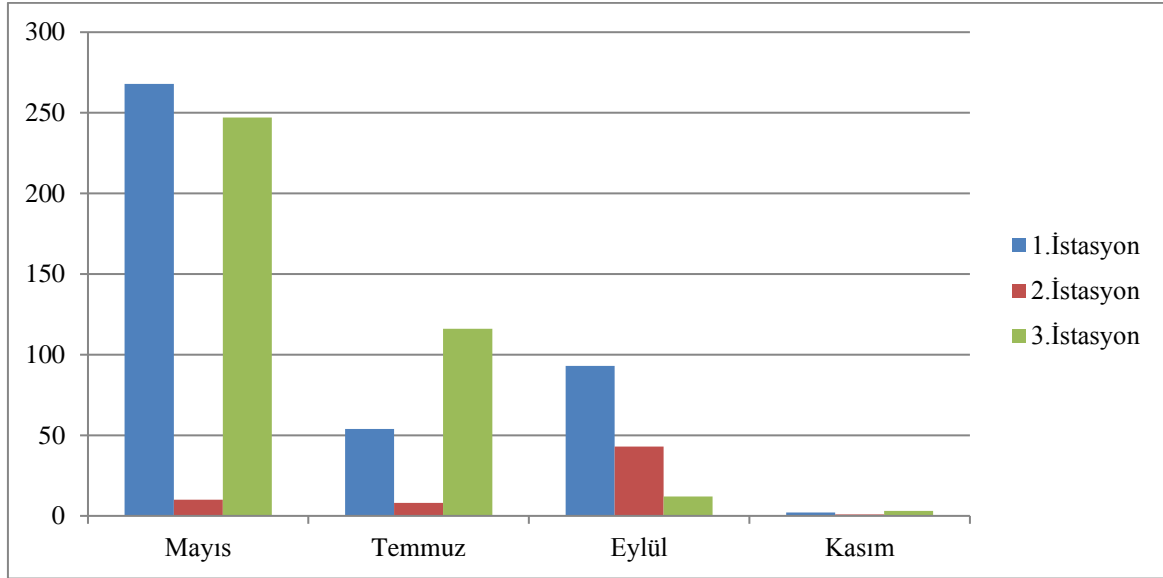
Dinleme istasyonlarına göre en fazla aktivite İlkbaharda; en az aktivite ise, kasım döneminde tespit edilmiştir (Şekil 3.1; Şekil 3.2; Şekil 3.3; Şekil 3.4; Çizelge 3.3).



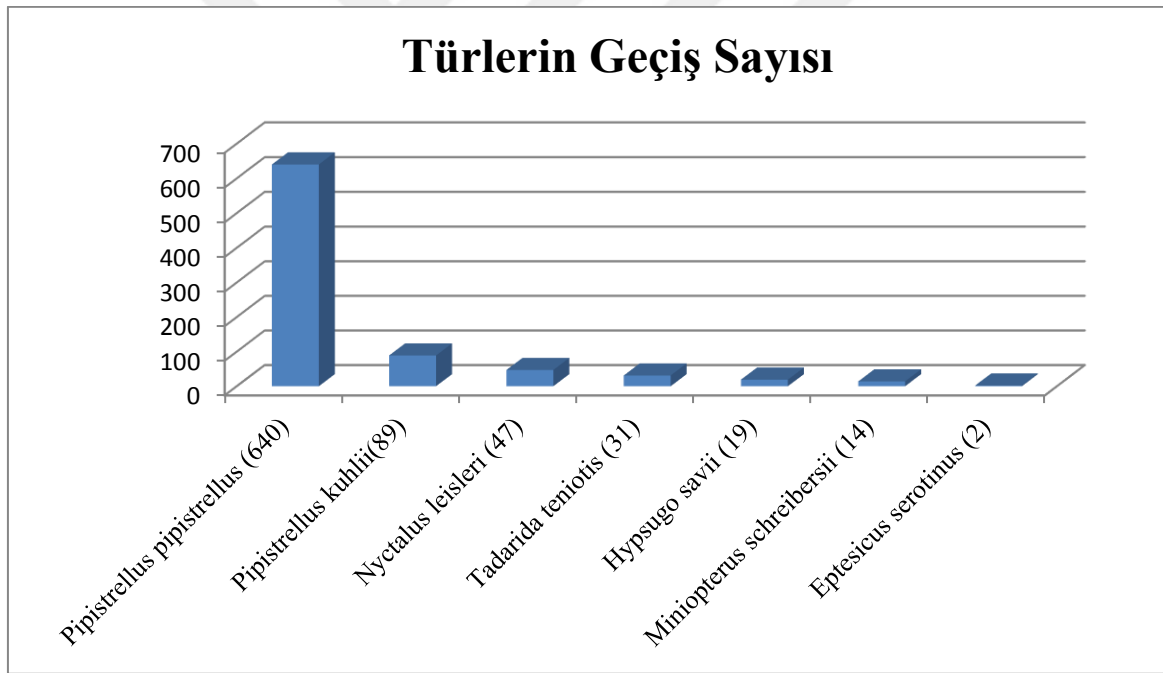
Şekil 3.1. Çalışma dönemlerine göre geçiş sayıları



Şekil 3.2. Dinleme istasyonlarına göre geçiş sayısı



Şekil 3.3. Aylar ve istasyonlara göre geçiş sayıları (teşhis edilemeyen sesler dahil)

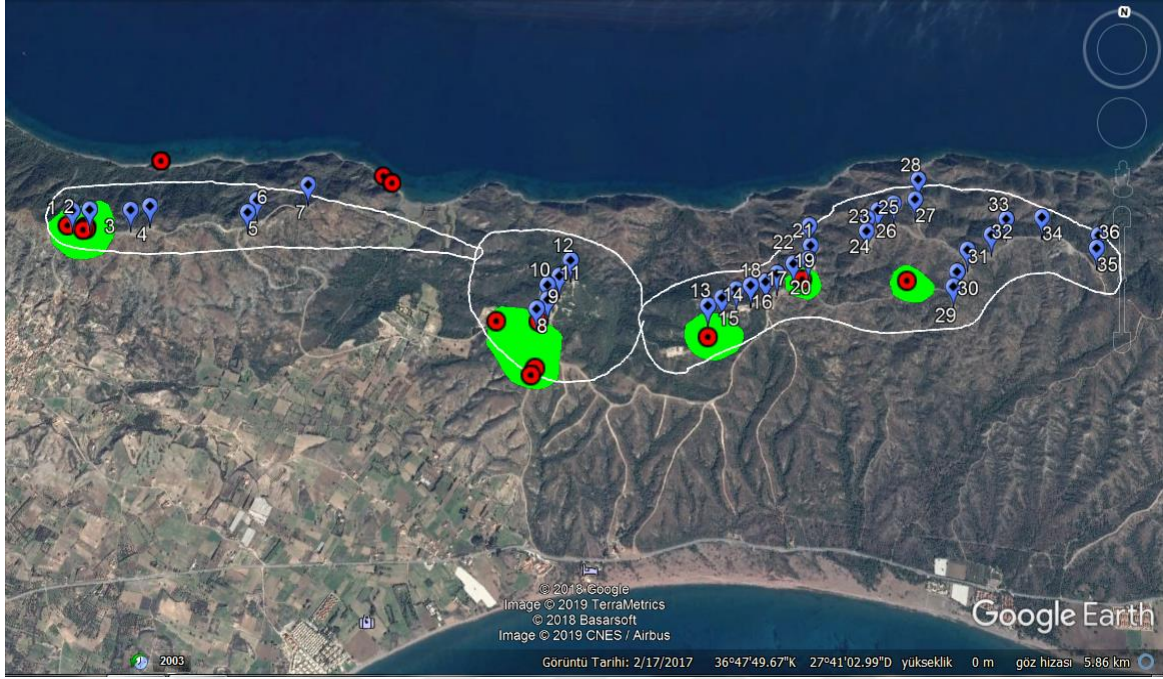


Şekil 3.4. Dares Datça RES sahasında sabit kayıt cihazları ile yapılan çalışmalarda belirlenen yarasa türlerinin aktivite yoğunlukları

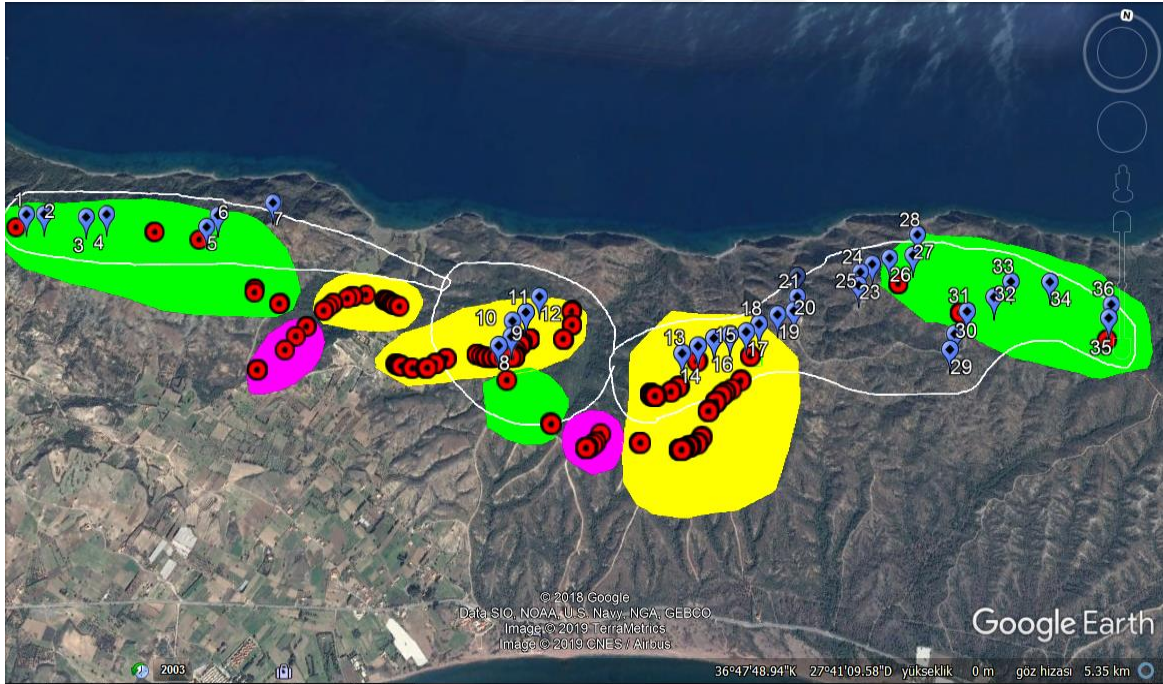
Çizelge 3.3. Dares Datça RES sahasında Mayıs-Kasım 2017 arasında yapılan akustik çalışmalarda seslerin tespit edildiği istasyonlar ve yarasa türleri

Tür	Mayıs			Temmuz			Eylül			Kasım		
	1. ist	2. ist	3. ist	1. ist	2. ist	3. ist	1. ist	2. ist	3. ist	1. ist	2. ist	3. ist
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	+	+	+	+		+	+	+	+			
<i>Pipistrelus kuhlii</i>	+		+	+		+	+	+	+			
<i>Tadarida teniotis</i>	+	+	+		+	+	+		+			+
<i>Hypsugo savii</i>	+	+	+	+			+					
<i>Miniopterus schreibersii</i>	+		+	+		+	+			+		
<i>Nyctalus leisleri</i>	+			+			+		+			
<i>Eptesicus serotinus</i>	+											

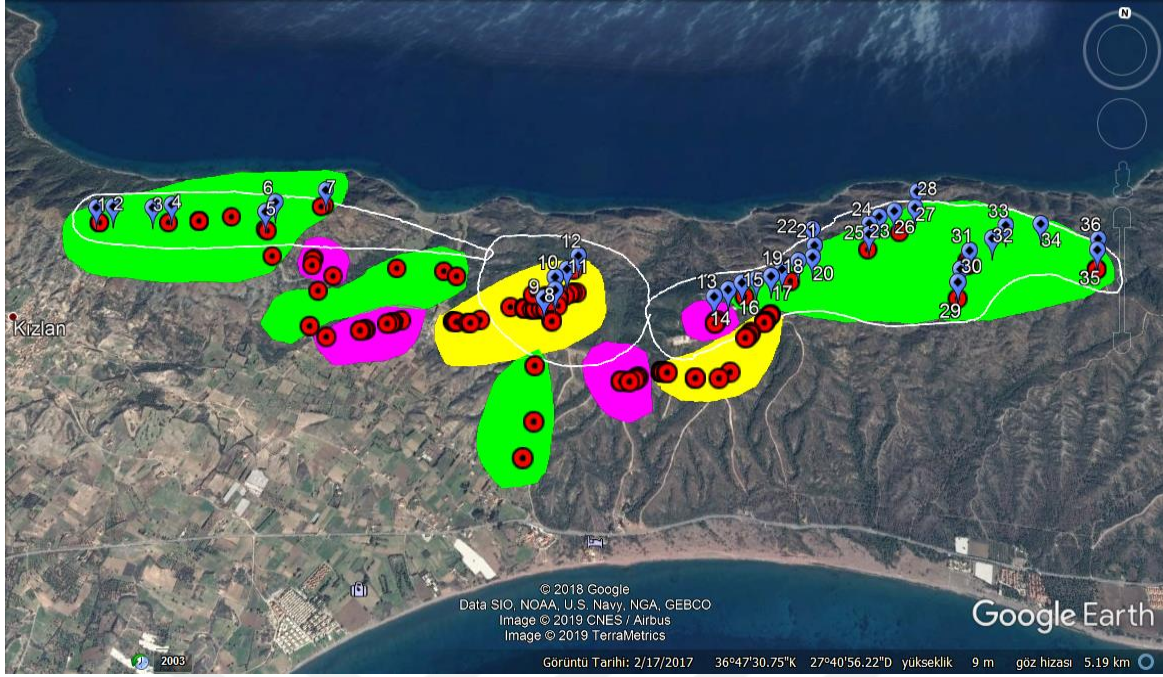
Çalışma dönemlerinde, Batbox Duet cihazıyla tespit edilip GPS logger ile işaretlenen verilere göre, yarasaların aktivite lokasyonları ve yoğunlukları gösterilmiştir (Harita 3.3; Harita 3.4; Harita 3.5 ve Harita 3.6).



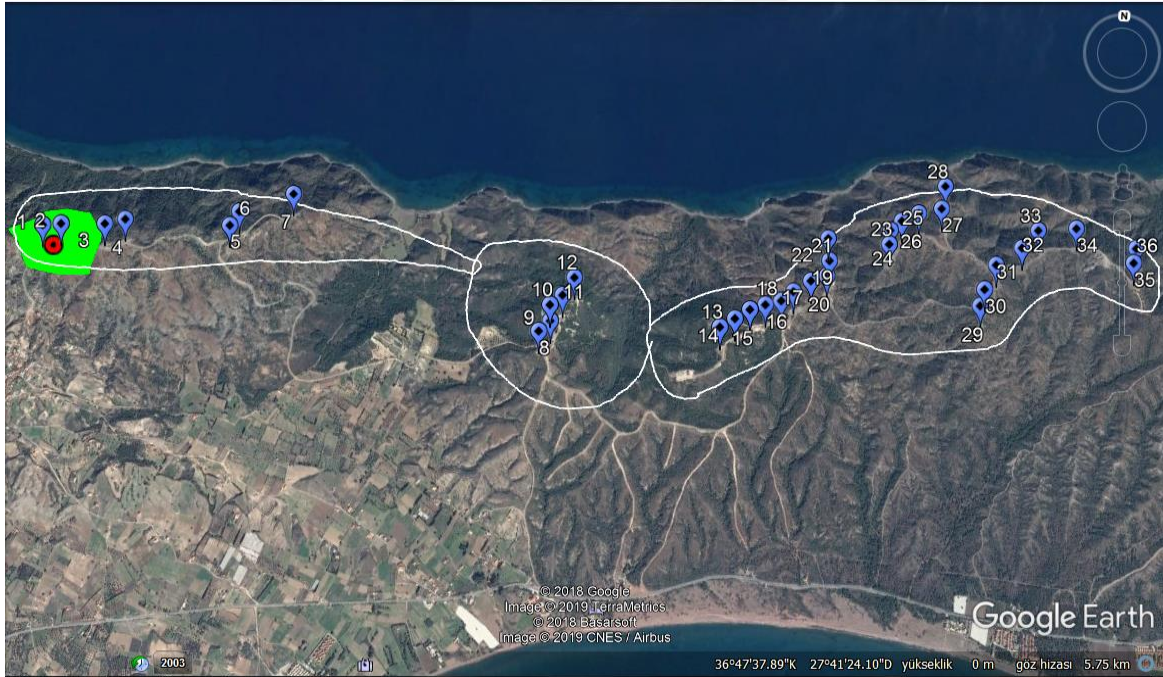
Harita 3.3. Dares Datça RES sahasında mayıs döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite)



Harita 3.4. Dares Datça RES sahasında temmuz döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite)



Harita 3.5. Dares Datça RES sahasında eylül döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, mor: normal aktivite, yeşil: düşük aktivite)

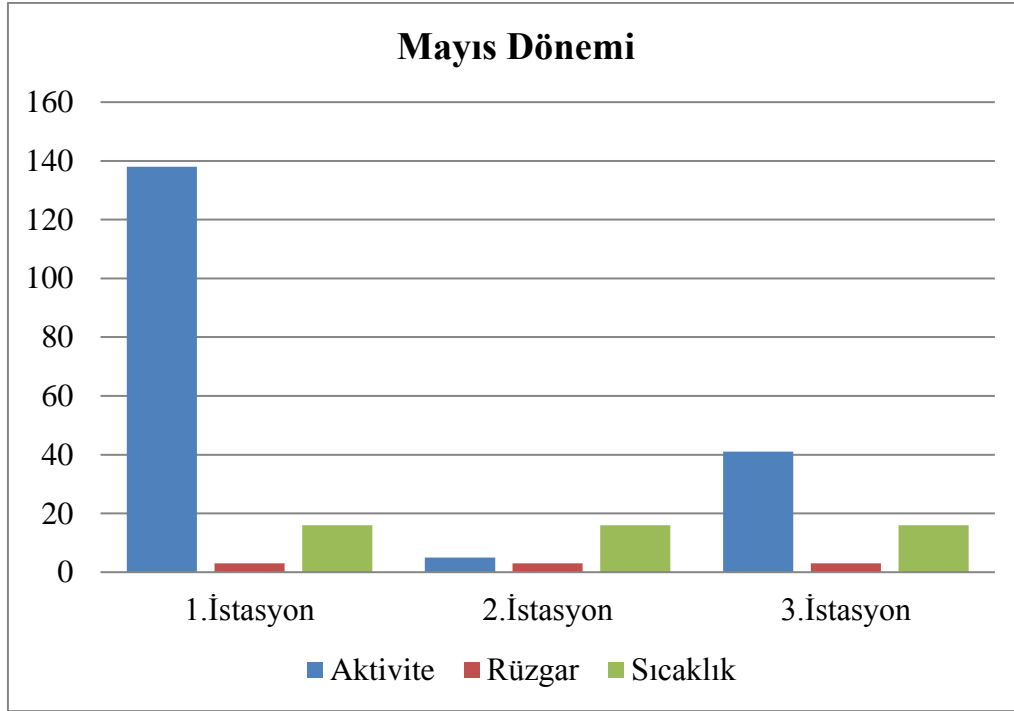


Harita 3.6. Dares Datça RES sahasında kasım döneminde yarasa aktivite seviyeleri (sarı: yüksek aktivite, yeşil: orta ve düşük aktivite)

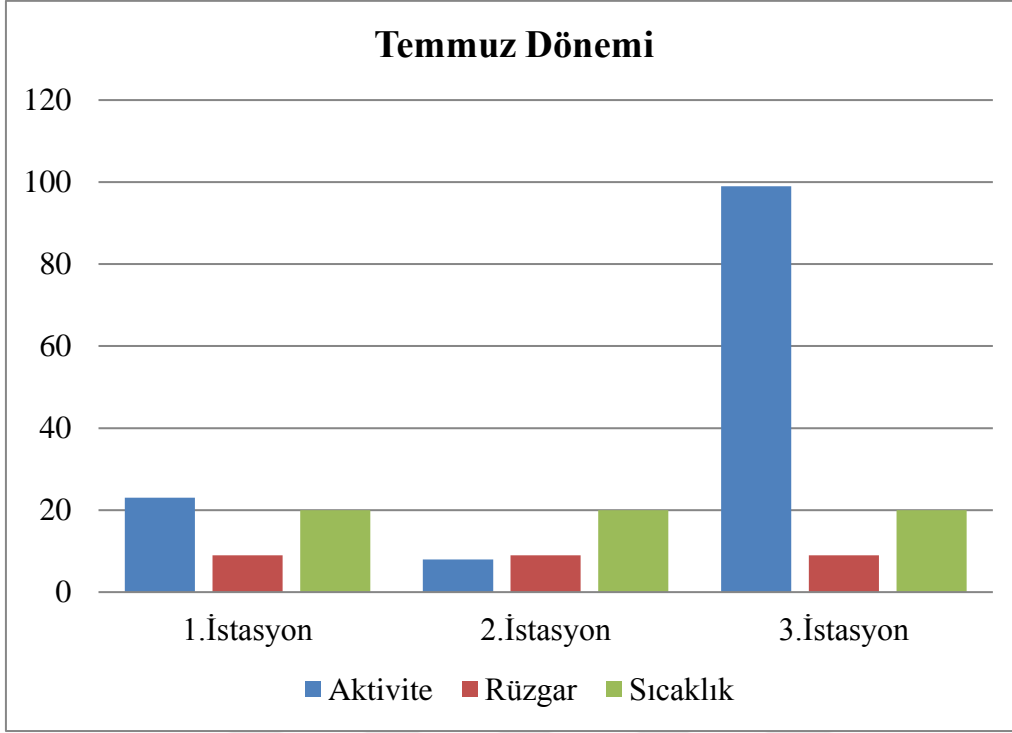
Yarasaların aktivite zamanlarının, rüzgârın hızına bağlı olarak değiştiğinden bahisle, dinleme istasyonu kayıtlarına göre belirli zaman aralıklarında (akşam 20:00-23:00; sabah 04:00-06:00), rüzgâr ve sıcaklık verileri beraber değerlendirilerek, Dares Datça RES

alanında rüzgâr şiddetine bağlı yarasa aktivitesindeki değişimler belirlenmiştir (Şekil 3.5; Şekil 3.6; Şekil 3.7; Şekil 3.8).

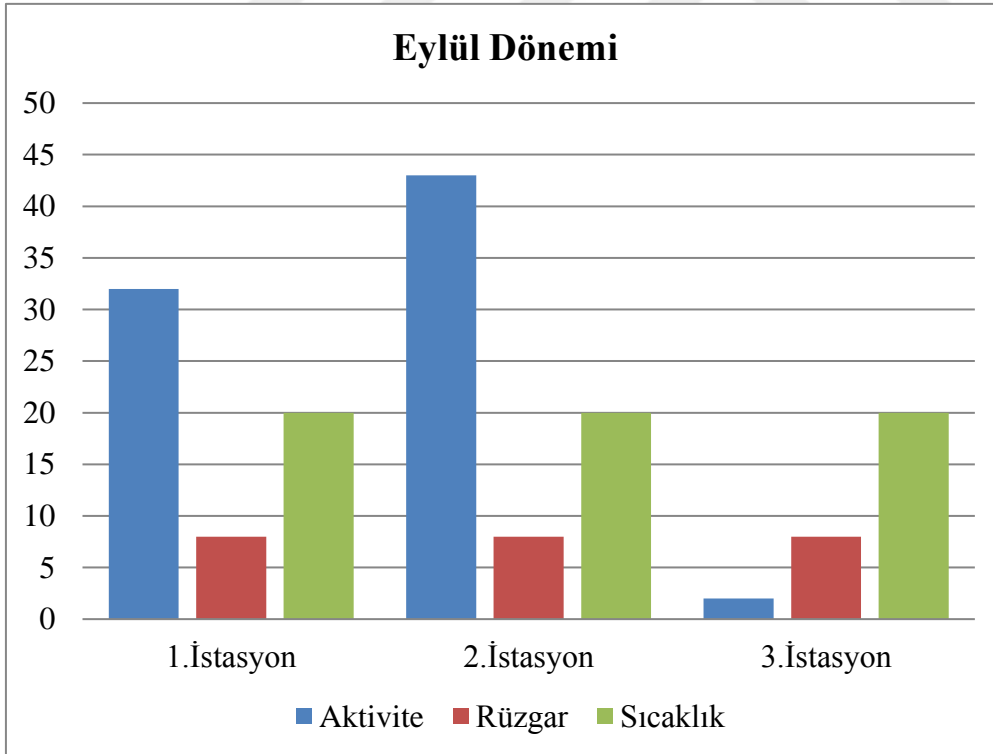
Çalışma dönemlerine göre belirli zaman dilimleri için ortalama hesaplanan rüzgâr ve sıcaklık verileri; mayıs döneminde 3 m/s ve 16 °C; temmuz döneminde 9,21 m/s ve 19,92 °C; eylül döneminde 8,36 m/s ve 19,71 °C ve kasım döneminde 11,36 m/s ve 10,14 °C'dir.



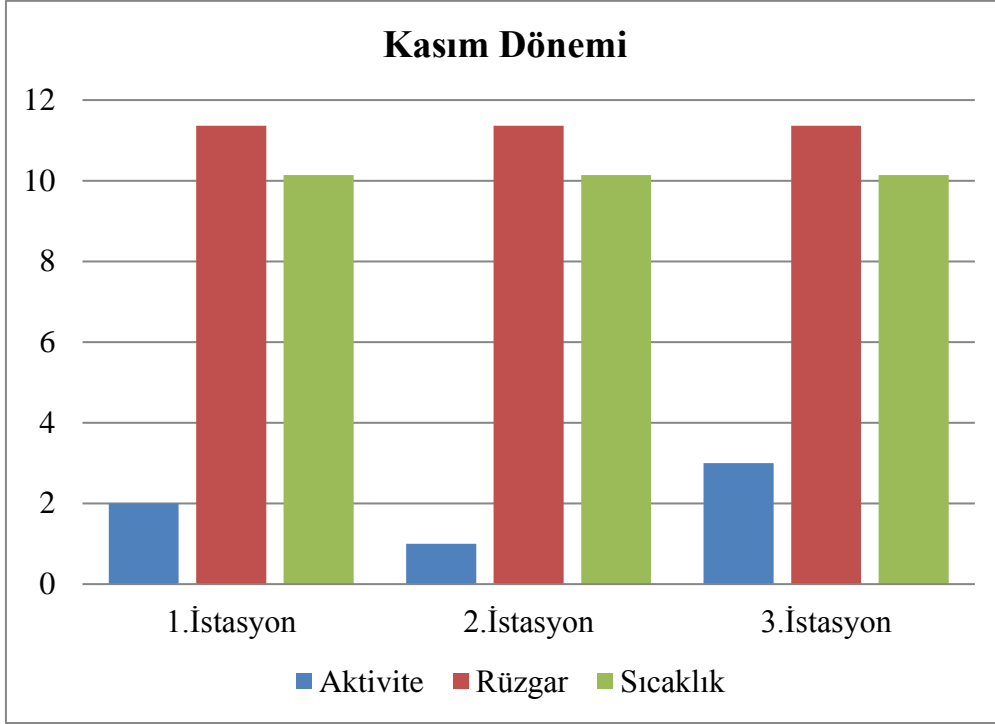
Şekil 3.5. Mayıs dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi



Şekil 3.6. Temmuz dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi



Şekil 3.7. Eylül dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi



Şekil 3.8. Kasım dönemi aktivite, rüzgâr ve sıcaklık ilişkisi

Görünürlük sınıfları; zemin örtüsü yüksekliğinin çoğu türbinde, 15-25 cm, çıplak alan açıklığı az ve çoğunun uçuruma yakın olması gibi sebeplerle zora yakın-çok zor arasında olduğu değerlendirilmiştir.

Araştırmacı verimliliği denemeleri; 1.araştırmacı: mayıs %38, temmuz %38 ve eylül %50; 2.araştırmacı: mayıs %63 ve temmuz ayı oranı %63; diğer araştırmacı (son arazide 2.araştırmacı değişmiştir) için eylül %100 olarak hesaplanmıştır.

2017 İlkbahar ve sonraki yapılan çalışmalarda, türbin altlarında tilki dışkısına rastlanmıştır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasında bulunan işletmedeki türbinlerin yarasalar üzerindeki etkilerini izlemek ve değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalar, Mayıs 2017 döneminde başlamış ve Kasım 2017 döneminde tamamlanmıştır. Bu bölümde çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, EUROBATS tarafından yayınlanan rehber dökümana uygun olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

Yarasa türlerinin tercih ettikleri potansiyel tünek habitatlarına göre değerlendirildiğinde; yüksek önemde potansiyel tünek alanlarının etki alanı sınırları ve orta ve düşük önemli potansiyel tünek alanlarının ise ruhsat alanı sınırları içerisinde kaldığı tespit edilmiştir.

Proje sahasında toplam 7 yarasa türünün varlığı belirlenmiştir. Tespit edilen türler; *Pipistrellus pipistrellus*, *Pipistrellus kuhlii*, *Tadarida teniotis*, *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii*, *Nyctalus leisleri* ve *Eptesicus serotinus*'tur.

Tespit edilen türler arasında olan *Hypsugo savii*, *Nyctalus leisleri*'nin IUCN Tür Dağılım Haritasına göre yayılım sınırları incelendiğinde, proje sahasının bu sınırlar, kapsamında olmadığı görülmüştür.

Çalışma dönemlerine göre, dinleme istasyonlarında tespit edilen yarasa aktivitesi, en fazla mayıs ayında ve en az kasım ayında tespit edilmiştir.

Çalışma dönemlerinde, dinleme istasyonlarına göre en fazla geçiş sayısı 1.ve 3.istasyon ve en az geçiş sayısı ise 2.istasyonda tespit edilmiştir. Bu durum, 1. ve 3. istasyonun tünek alanı olarak önemli olan kayalıklara ve yerleşim yerine yakınlığı ile açıklanabilir. 2.istasyonun bulunduğu habitatın ise, türlerce fazla tercih edilmediği söylenebilir.

Çalışma dönemleri içerisinde öncelikle *Pipistrellus pipistrellus* türünün, sonrasında *Pipistrellus kuhlii* türünün en yüksek aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer türler ise genellikle düşük aktivite seviyesindedir. Bu türlerin alanda aktivite seviyesinin yüksek olması, genellikle proje sahasında ve/veya etki alanında uygun tünek alanlarının bulunmasıyla ilişkilidir.

Mayıs döneminde bütün türler ve eylül döneminde 6 tür (*Eptesicus serotinus* hariç) 1.istasyonda tespit edilmiştir. Türlerin, bu istasyona yakın potansiyel tünek alanlarını daha yoğun kullandıkları söylenebilir.

Tespit edilen türlerin, dinleme istasyonlarında tespit edildikleri kayıt saatleri incelendiğinde, en erken kayıt saatinin 19:47 olduğu, bu kayıdan da *Pipistrellus pipistrellus* türüne ait olduğu, kaydedilen dönemin mayıs ayı ve istasyonun ise 1. istasyon olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre de, sahanın, yarasaların tünek alanlarına yakın olduğu düşünülmektedir.

Çalışma dönemleri süresince, santral içi ulaşım yollarında Batbox Duet cihazı ile yarasa aktivitesi araştırmaları sırasında, sahanın bazı bölümlerinde, yarasaların alçaktan uçtukları gözlemlenmiştir.

Temmuz ve eylül çalışma dönemlerinde ki aktivite yoğunluk haritaları incelendiğinde, türlerin yüksek rakımlardan ziyade, yarımadanın daha çok güney yamaçlarında rüzgârın etkisinin daha az olduğu yerlerde ve ormanlık alanda yoğunlaştığı görülmektedir.

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasında yürütülen karkas arama çalışmalarında, yarasa karkası bulunamamıştır.

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santral sahasında, çalışma dönemi boyunca, 3 istasyonda kaydedilen veriler değerlendirildiğinde; rüzgâr hızının artmasıyla yarasa aktivitesinin azaldığı, bununla beraber, uygun sıcaklık değerlerinde aktivitenin devam ettirildiği tespit edilmiştir.

Dares Datça Rüzgâr Enerji Santrali'nde türbinlerin boyu 60 ve 65 m'dir. Türbin yüksekliği ile yarasa ölümleri arasında önemli bir ilişki olduğu, yapılan birçok araştırmada ortaya konulmasından bahisle, mevcut türbinlerin boyları araştırmalarda belirtilen eşik değerinin alt sınırındadır.

Rüzgâr enerji santrallerinde, yarasaların, zamanla türbinlere yerleştirilen ultrasonik caydırıcılardan kaçındıkları veya türbinlerin emisyonlarına alışabildiği gibi varsayımlar düşünülmektedir (Horn ve diğerleri, 2008).

Çalışma zamanlarına göre, bütün veriler değerlendirildiğinde;

- Mayıs döneminde yarasaların, uygun sıcaklık ve rüzgâr hızı olmasına rağmen, santral sahasında fazla yoğunlaşmamaları (aktivite indeks çalışmalarına göre),
- Mayıs dönemi hariç, türbin bölgelerinde rüzgâr hızının yüksek olması sebebiyle, uçan böceklerin yüksek rakımlara çıkmayacağı düşünüldüğünde, beslenme için alana gelen yarasaların, daha alçaklardan uçmaları ve beslenme için, çoğu zaman yarımadanın daha uygun yerlerini tercih etmeleri (arazi gözlemlerine de dayanarak),
- Yarasaların, santral sahasını tünek alanı olarak tercih etmemeleri,
- Santralin uzun süredir işletiliyor olması sebebiyle yarasaların, riski öğrenerek bu duruma adapte oldukları

düşünülerek ölümün olmadığı veya ölüm ihtimalinin minimum düzeyde olabileceği değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışmasının sonuçlarının; tür tespiti ve teşhisinde kullanılan yöntem ile, ileride yapılacak biyoçeşitlilik çalışmalarında; akustik izleme ile yarasa türlerinin ve aktivitelerinin belirlenmesinde ve kullanılan karkas arama metodoloji ile, rüzgâr enerjisi santrallerinin etkilerinin araştırılması için hazırlanmasının gerekli olduğu düşünülen ulusal izleme kılavuzunun geliştirilmesinde, öncü bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Bu tez çalışmaya ek olarak; ileride yapılacak çalışmalarda, gerekli karşılaştırmalar yapılarak olası etkilerin saptanabilmesi için;

- Rüzgâr enerji santrallerinin işletme öncesinde, yarasaların tünek alanları, beslenme rotalarının ve tür kompozisyonunun tespit edilerek zamansal ve mekânsal yarasa aktivite modellerinin geliştirilmesi;
- İşletme sonrasında; yarasa türlerinin popülasyon yoğunluklarının ve göç durumlarının araştırılması, göç eden türlerin göç rotalarının belirlenmesi, uçuş yüksekliğinin termal cihazlar kullanılarak saptanması, araştırma zamanının ve araştırmacı sayısının arttırılması, önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Ahlen, I. and Baagoe, H. J. (1999). Use of ultrasound detectors for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys and monitoring. *Acta Chiropterologica*, 1 (2), 137-150.
- Ahlén, I., Bach, L., Baagøe, H. J. and Pettersson, J. (2007). Bats and offshore wind turbines studied in southern Scandinavia, *Swedish Environmental Protection Agency, Report 5571*, Stockholm, 21.
- Arnett, E. B., Hein, C. D., Schirmacher, M. R., Huso, M. M. P. and Szewczak, J. M. (2013). Evaluating the Effectiveness of an Ultrasonic Acoustic Deterrent for Reducing Bat Fatalities at Wind Turbines. *PLoS ONE*, 8(6), e65794.
- Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodriguez-Duran, A., Rydell, J., Villegas-Patracá, R. and Voigt, C. C. (2016). Impacts of Wind Energy Development on Bats: A Global Perspective. In C. C. Voigt and T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Switzerland. Springer Open, 295-323.
- Baerwald, E. F., D'Amours, G. H., Klug, B. J. and Barclay, R. M. R. (2008). Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. *Current Biology*, 18(16), 695-696.
- Mammals Trust UK, Bat Conservation Trust. (2005). *Bats and Roadside Mammals Survey Sonogram Analysis*. England: Bat Conservation Trust, 1-16.
- Collins, J. (Ed.). (2016). *Bat Surveys for Professional Ecologists: Good Practice Guidelines (3rd edn)*. London: The Bat Conservation Trust, 23- 24.
- Cryan, P. M. and Barclay, R. M. R. (2009). Causes of Bat Fatalities at Wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6),1330-1340.
- Davila, L. A. (2016). *Bat Mortality at Single Standing Wind Turbines in Northern Illinois*. Master Thesis, Western Illinois University, United States, 2.
- European Commission. (2011). *EU Guidance on Wind Energy Develeopment in Accordance with the EU Nature Legislation*. Luxembourg: European Union, 5-38.
- Fenton, M. B., Grinnel, A. D., Popper, A. N. and Fay, R. R. (Eds.). (2016). *Bat Bioacoustics*, New York: Springer Nature, 56-257.
- Grodsky, S. M., Behr, M. J., Gendler, A., Drake, D., Dieterle, B. D., Rudd, R. J. and Walrath, N. L. (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of Mammalogy*, 92 (5), 917-925.
- Gubman, J. (2012). *Deploying Renewables 2011: Best and Future Policy Practice*. France: IEA, 66-68.
- Harvey, M. J., Altenbach, J. S. and Best, T. L. (2013). *Bats of the United States and Canada*. Baltimore: The Jonhs Hopkins University Press, 202.

- Hickman, C. P., Roberts, L. S., Keen, S. L., Eisenhour, D. J., Larson, A., P'Anson, H. *Zooloji Entegre Prensipler* (çev. ed. Prof. Dr. E. Gündüz). Ankara: Palme Yayıncılık. (2014), 615.
- Hötker, H., Thomsen, K. M. and Jeromin, H. (2006). *Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation*. Bergenhusen: Michael-Otto-Institut im NABU, 1-65.
- Hundt, L. (Ed.). (2012a). *Bat Surveys Good Practice Guidelines*, (2nd edition), London: Bat Conservation Trust, 47.
- Hundt, L. (Ed.). (2012b). *Surveying for onshore wind farms, Bat Surveys – Good Practice Guidelines*, (2nd edition), London: Bat Conservation Trust, 18.
- İnternet: Bat Worlds, (2019a). Bat Facts and Information. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.batworlds.com%2F&date=2019-05-16>, Son Erişim Tarihi: 25.11.2018.
- İnternet: Bat Worlds, (2019b). Bat Echolocation. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.batworlds.com%2F&date=2019-05-16>, Son Erişim Tarihi: 25.11.2018.
- İnternet: The Bern Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (BERN), (1982). Avrupa'nın Yaban Hayatı Ve Yaşama Ortamlarını Koruma Sözleşmesi. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.uhdigm.adalet.gov.tr%2Fsozlesmeler%2Fcoktarafilisoz%2Fak%2Fturkce%2F104_tur.pdf&date=2019-05-16, Son Erişim Tarihi: 16.05.2019.
- İnternet: Horn, J.W., Arnett, E.B., Jensen, M. and Kunz, T.H. (2008). Testing the effectiveness of an experimental acoustic bat deterrent at the Maple Ridge wind farm. URL: <http://batsandwind.org/wp-content/uploads/2007ThermalImagingFinalReport-1.pdf>, Son Erişim Tarihi: 27.08.2019.
- İnternet: The International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2019). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-1. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.iucnredlist.org+&date=2019-05-08>, Son Erişim Tarihi: 08.05.2019.
- İnternet: Merlin Tuttle's Bat Conservation, (2019). Photo Gallery. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fmerlintuttle.smugmug.com%2F&date=2019-05-16>, Son Erişim Tarihi: 26.01.2019
- İnternet: Narrative Content Group, (2019). 6 ways to protect bats and birds from wind turbines. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F6+ways+to+protect+bats+and+birds+from+wind+turbines&date=2019-05-16>, Son Erişim Tarihi: 16.05.2019.
- İnternet: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2019). Rüzgâr. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fenerji.gov.tr%2Ftr-TR%2FSayfalar%2FR%25C3%25BCzgar&date=2019-05-13>, Son Erişim Tarihi: 14.10.2018

- İnternet: Tramem.org, (2019). Mısır Meyve Yarasası. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fenerji.gov.tr%2Ftr-tr%2FSayfalar%2FR%25C3%25BCzgar&date=2019-05-13>, Son Erişim Tarihi: 14.10.2018.
- İnternet: WindSolarUSA, (2019). Wind Turbine Components. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fenerji.gov.tr%2Ftr-tr%2FSayfalar%2FR%25C3%25BCzgar&date=2019-05-13>, Son Erişim Tarihi: 14.10.2018
- İnternet: Wund, M. and Myers P. 2005. "Chiroptera" (On-line), Animal Diversity. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fanimaldiversity.org%2Faccounts%2FChiroptera&date=2019-05-16>, Son Erişim Tarihi: 16.05.2019.
- İnternet: Welch, J. N. (2017). Conservation Biology of Bats: Invasive Threats, Research Effort, and Extinction Risk. URL: https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=5847&context=utk_graddiss, Son Erişim Tarihi: 27.08.2019.
- Jacobs, D. S. and Bastian, A. (2016). *Predator–Prey Interactions: Co-evolution between Bats and their Prey*. Switzerland: Springer Nature, 135.
- Li, Dr. M. (2017). World Energy 2017-2050: Annual Report, *University Utah*, ABD, 3-40.
- Millon, L., Julien, J. F., Julliard, R., Kerbiriou, C. (2015). Bat activity in intensively farmed landscapes with wind turbines and offset measures. *Ecological Engineering*, 75(1), 250-257.
- Ontario Ministry of Natural Resources. (2011). *Bats and Bat Habitats: Guidelines for Wind Power Projects*. (First Edition), Ontario, Canada: Queen's Printer for Ontario, 24.
- Richards, I., Konze, K., Ursic, M. and Mainguy, S. (2011). Wind Turbines and Wildlife in the City of Toronto: A Literature Review and Planning Considerations, *City Planning Division*, Canada, 9-32.
- Rodrigues, L., Bach, L. Dubourg-Savage, M. J., Goodwin, J. and Harbusch, C. (2008). *Guidelines for consideration of bats in wind farm projects; Eurobats publication series No. 3*. Bonn: UNEP/Eurobats Secretariat, 6-65.
- Rydell, J., Bach, L., Dubourg-Savage, M. J., Green, M., Rodrigues, L. and Hedenström, A. (2010). Bat mortality at wind turbines in northwestern Europe. *Acta Chiropterologica*, 12(2), 261–274.
- Rydell, J., Engström, H., Hedenström, A., Larsen, J. K., Pettersson, J. and Green, M. (2012). The Effect of Wind Power on Birds and Bats A Synthesis, *Swedish Environmental Protection Agency*, 6511. Stockholm, 101-110.
- Schiffer, H.W. (2016). World Energy Resources 2016, *World Energy Council*, England, 2-46.

- Strickland, D., Arnett, E., Erickson, W., Johnson, D., Johnson, G., Morrison, M., Shaffer, J. and Warren-Hicks, W. (2011). *Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions*. Washington, D.C.: Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, 14-15.
- Taylor, D. A. R. (2006). *Forest Management and Bats*. USA: Bat Conservation International, 1-14.
- Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., Tobias, J.A., Foden, W. B., O'Brien, S. and Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1), 1-10.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (2012). *U.S. Fish and Wildlife Service Land-Based Wind Energy Guidelines*. Arlington: U.S. Fish and Wildlife Service, 30.
- Vonhof, M. (2002). *Handbook of Inventory Methods and Standard Protocols for Surveying Bats in Alberta*. Alberta: Alberta Fish and Wildlife Division, 8-22.
- Walters, C. L., Freeman, R., Collen, A., Dietz, C., Fenton, M. B., 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 (5), 1064–1074.
- Wellig, S. D., Nusslé, S., Miltner, D., Kohle, O., Glaizot, O., Braunisch, V., Obrist, M. K. and Arlettaz, R. (2018). Mitigating the negative impacts of tall wind turbines on bats: Vertical activity profiles and relationships to wind speed. *PLoS ONE*, 13(1), 13-18.
- Wimsatt, W. A. (ed.) (1970). *The Biology of Bats*, New York: Oxford University Press, 196-206.



EKLER

EK-1. Formlar

1. İzleme Tarihleri ve İşlem Grupları

Her izleme sezonu için bir İzleme Tarihi ve İşlem Grubu Formu doldurun. Farklı izleme gruplarını (yani, farklı arama aralıkları, etki azaltma) ve her grubun izlendiği süreyi kaydetmek için bu formu kullanın. Tüm türbinler inşaat sonrası izlemede eşdeğer alırlarsa, tüm türbinlerin işlem grubunu 1 olarak düşünün ve izleme tarihleri bölümünü tamamlayın.

Proje Adı: Yıl: 20....

İşlem Grubu 1: Tanım

.....

İşlem Grubu 2: Tanım

.....

İşlem Grubu 3: Tanım

.....

İşlem Grubu 4: Tanım

.....

İşlem Grubu 5: Tanım

.....

İzleme Tarihleri

İşlem Grubu	İzleme Tarihi	Başlama	İzleme Tarihi	Bitiş	Türbinlerin sayısı	Arama Aralığı

Resim E1.1. İzleme tarihleri ve işlem grupları formu

EK-1. (devam) Formlar

3. Alan Tanımı ve Habitat Harita Formu (Karkas Araştırmaları için)

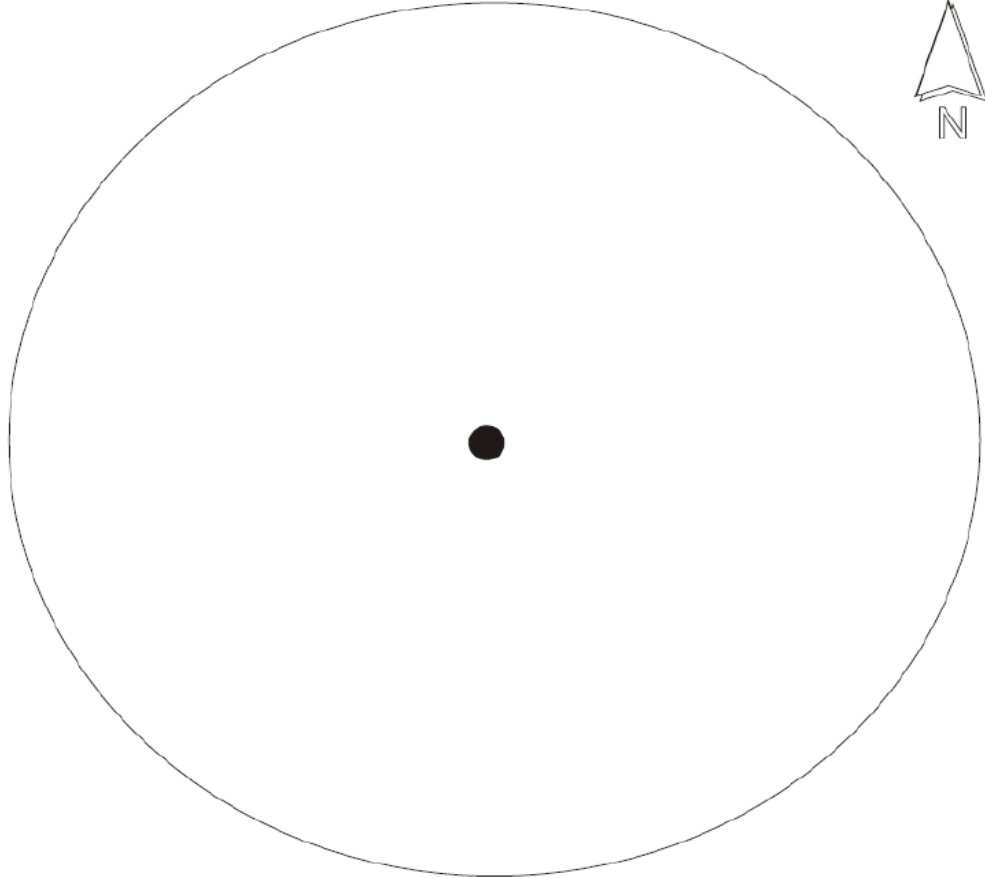
Görünürlük sınıflarını, zemin ve aranan alanı belirten arama alanı ile eşleştirin.

Proje adı:

Türbin numarası:

Yıl: 20.....

Araştırma alanı:



% Vegetation Cover	Vegetation Height	Visibility Class
≥90% bare ground	≤ 15cm tall	Class 1 (Easy)
≥ 25% bare ground	≤ 15cm tall	Class 2 (Moderate)
≤ 25% bare ground	≤ 25% > 30cm tall	Class 3 (Difficult)
Little or no bare ground	≥ 25% > 30cm tall	Class 4 (Very difficult)

Resim E1.2. Alan tanımı ve habitat harita formu (karkas araştırmaları için)

EK-1. (devam) Formlar

2. Alan Tanıtma Formu (Karkas Aramaları için)

Her türbin araması için bir Alan Tanıtma Formu doldurun (diğer bir deyişle, örneklenmiş, her türbin, bir sefer için bir form).

Her türbin benzeri bir türbin numarasına sahip olmalı ve diğer alan çizelgelerinde de belirtilmeli.

Proje Adı:

İli, İlçesi ve Mevki:
.....

Türbin numarası:

Tamamlanma Tarihi :/...../ 20....

Türbinin UTM koordinatı: Zon: Doğu: Kuzey:

Eğim:° Eğimin yönü: (örneğin Güney güneybatı)

Gerekli araştırma alanı: m (örneğin. 50 m yarıçap için 7854 m²)

Transekt aralığı: m

Habitat Tanımı:
.....

Türbinin aşağıdaki özelliklere olan mesafesi:

En yakın ağaçlığa mesafesi: m

En yakın kıyı şeridine mesafesi: m

En yakın sulak alana mesafesi: m

En yakın yaban hayatı habitatına mesafesi: m

Yaban hayatı habitatının tipi (eg. Kışlama):

Türbin detayı:

Gücü: Megawatt:

Türbin yüksekliği (Zeminden naselin üstü): m

Türbin Kanat çapı: m

Resim E1.3. Alan tanıtma formu (karkas aramaları için)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : REŞBER, Gözde
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 16.10.1985, Ankara
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 (312) 586 41 81
 e-mail : gozderesber16@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Devam Ediyor
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi	2008
Lise	Kanuni Süper Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2011-Halen	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	Biyolog
2010-2011	Mülga Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı	Biyolog

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Reşber, G., Hasbenli A. (2019, 20-23 Nisan). *Akustik İzleme Yöntemi ile Yarasa Türlerinin ve Aktivitelerinin Belirlenmesi*, 1. Uluslararası 23 Nisan Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, Ankara.

Hobiler

Müzik (Keman), Edebiyat, Sinema, Seyahat Etmek, Kitap Okumak



GAZİ GELECEKTİR..