



Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni
Bulletin of Veterinary Pharmacology and Toxicology Association
e-ISSN: 2667-8381

Adem TEKE^a

Tarım ve Orman Bakanlığı, Kozlu İlçe
Tarım ve Orman Müdürlüğü, Zonguldak,
Türkiye

ORCID^a: 0000-0002-2864-1876

***Sorumlu Yazar:** Adem TEKE
E-Posta: ademteke87@gmail.com

Geliş Tarihi: 26.10.2024
Kabul Tarihi: 14.02.2025

16 (1): 22-27, 2025
DOI: 10.38137/vftd.1574232

Makale atıf

Teke, A. (2025). Zararlı organizmalarla mücadelede yarasaların rolü ve yarasaların biyoindikatör olarak kullanılması, *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 16 (1), 22-27. DOI: 10.38137/vftd.1574232.

**ZARARLI ORGANİZMALARLA MÜCADELEDE
YARASALARIN ROLÜ VE YARASALARIN
BİYOİNDİKATÖR OLARAK KULLANILMASI**

ÖZET. Yarasalar, kemirgenlerden sonra en çok türe sahip memelilerdir. Vücut büyüklüklerine göre diğer memelilerden daha uzun yaşarlar. Yarasa türlerinin büyük çoğunluğu böcekçildir. Dışlama deneyleri ile belirli bir bölgede böceklerle mücadelede yarasaların etkinliği ölçülebilmektedir. Moleküler diyet çalışmaları yarasaların tükettikleri böcek türlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Bazı ülkelerde yarasa evleri kurularak zararlı böcek türleriyle biyolojik mücadelede yapılmaktadır. Ancak yarasa evlerinin etkinliği konusunda yeterli bilimsel çalışma mevcut değildir. Yarasaların bazı habitatlar için biyoindikatör olarak kullanılabileceğine yönelik araştırmalar mevcuttur. Bu habitatların yarasaların beslenme alanları olan nehirler ile tarımsal ekosistemler olabileceği görüşü mevcuttur. Aynı zamanda yarasaların ekolojik değişimlere olan hassasiyetlerinden dolayı iklim değişikliğinin takibinde de kullanılabileceği düşünülmektedir. Öte yandan diğer memelilere göre uzun ömürlü olması ve diyetlerinden kaynaklı pestisitlere maruz kalmaları yarasaların biyobirikim çalışmaları için önemini göstermektedir. Bu durum yarasaları çevre kirliliği için önemli bir biyoindikatör kılmaktadır. Bu derleme ile zararlı böceklerle mücadelede yarasaların etkinliğini tartışmak ve biyoindikatör olarak potansiyelini ortaya koymak hedeflenmiştir. Ayrıca yarasalarla ilgili yeni bilimsel çalışma alanları belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyobirikim, biyoindikatör, pestisit, yarasa, yarasa evi.

**THE ROLE OF BATS IN THE FIGHT AGAINST
HARMFUL ORGANISMS AND THE USE OF BATS AS
BIOINDICATORS**

ABSTRACT. Bats are the second most species-rich group of mammals after rodents. Compared to other mammals of similar body size, they exhibit greater longevity. The majority of bat species are insectivorous. Exclusion experiments allow for the assessment of bats' effectiveness in controlling insect populations in specific regions. Molecular diet studies facilitate the identification of insect species consumed by bats. In some countries, bat houses have been established as a biological control strategy against harmful insect species. However, there is insufficient scientific research regarding the effectiveness of these bat houses. Studies suggest that bats could serve as bioindicators for certain habitats, particularly those associated with their foraging areas, such as rivers and agricultural ecosystems. Furthermore, due to their sensitivity to ecological changes, bats are considered potential indicators for monitoring climate change. Their long lifespan compared to other mammals, combined with dietary exposure to pesticides, highlights their significance in biomonitoring studies. This exposure makes bats valuable bioindicators of environmental pollution. This review aims to discuss the role of bats in controlling harmful insect populations and to highlight their potential as bioindicators. Additionally, it seeks to identify new scientific research areas related to bats.

Keywords: Bioaccumulation, bioindicator, pesticide, bat, bat house.

GİRİŞ

Yarasalar, kemirgenlerden sonra en çok türe sahip memelilerdir. *Chiroptera* takımında yer alır. Bu takım, küçük yarasalar (*microchiroptera*) ve büyük yarasalar (*megachiroptera*) olmak üzere iki alt takıma ayrılır (Bradley, 2006). Vücut büyüklüklerine göre kıyaslandığında yarasalar diğer memeli türlerine göre daha uzun yaşar. Uzun yaşamlarını, kış uykusuna yatmalarından kaynaklı metabolizma hızlarının yavaşlamasına ve uçuş özelliğinin ölüm riskini azaltmasına bağlayan hipotezler vardır (Wilkinson ve South, 2002).

Bazı türlerde ikiz doğum sık görülse de yarasalar genel olarak tek bir yavru doğurur. Yarasalar, diğer memeli türlerine kıyasla vücut büyüklüklerine göre geç cinsel olgunluğa erişir ve düşük doğum oranına sahiptir. Gebelik, kış uykusundan uyanma ile ilkbaharda başlar ve yaz ortasında doğum gerçekleşir. Ilıman bölgelerde üremeleri mevsimseldir. Ancak yağmur ormanları gibi yiyeceğin bol olduğu koşullar altında herhangi bir zamanda üreyebilir. Genel olarak laktasyon dönemleri yiyeceğin en bol olduğu döneme denk gelmektedir (Racey ve Entwistle, 2000).

Yarasalar kör olmayıp, yönlerini ekolokasyonla bulur. İnsanlar tarafından duyulamayan yüksek frekanslı ses dalgalarını kullanır. Bu ses dalgalarının etraftaki engellere çarpıp dönmesiyle karanlık ortamda rahatlıkla yönlerini bulur (Alp, 2009). Yarasalar gece avlanır. Gündüzleri mağaralarda, kaya yarıklarında, ağaç oyuklarında veya binaların uygun yerlerinde tüner. Beslenme alışkanlıkları çeşitlilik gösterir. Böcekler, meyveler, nektarlar, kurbağalar, balıklar ve küçük memeliler yarasaların diyetini oluşturur. Kanla beslenen yarasalar türleri de vardır (Kasso ve Balakrishnan, 2013). Yarasalar türlerinin büyük çoğunluğu böcekçildir. Zararlı böcekleri tüketerek tarım ve ormancılığa fayda sağlarken diğer taraftan zararsız böcekleri de tüketerek sayılarının kontrolünde önemli rol oynadıkları görülür. Bu bağlamda beslenme alışkanlıkları yarasaların ekosistemdeki önemini göstermektedir (Riccucci ve Lanza, 2018).

Bu derleme çalışmasının amacı yarasaların diyetlerinden kaynaklı zararlı organizmalarla biyolojik mücadelede kullanılabilirliğini ve yarasaların biyoindikatör olarak potansiyelini ortaya koymaktır. Bu konularda dünyada yapılan çalışmalar incelenerek yarasalar üzerine eksik kalan çalışma alanlarını belirlemek hedeflenmiştir.

Zararlı Organizmalarla Mücadelede Yarasaların Rolü

Zararlı organizmalara karşı çeşitli kimyasal maddelerin pestisit amacıyla kullanımı Eski Mısır'dan Antik Yunan'a kadar uzanmaktadır. Kalsiyum arsenat, kurşun arsenat, hidrojen siyanür, bakır sülfat, kükürtlü bileşikler on dokuzuncu yüzyıldan itibaren pestisit olarak kullanılmıştır. İlk sentetik pestisit Diklorodifeniltriokloroetanin (DDT) sentezlenmesi ve

insektisit olarak kullanılmasıyla ortaya çıkmıştır. Günümüzde çeşitli formülasyonlarda pek çok kimyasal madde tarım, orman, gıda ve hayvancılık sektöründe pestisit olarak uygulanmaktadır (Daş ve Aksoy, 2016).

Avrupa Birliği'nin Ocak 2021 tarihinde yayımlanan "Gelişmekte olan ülkelerde pestisitlerin kullanımı ve bunların sağlık ve gıda hakkı üzerindeki etkileri" raporunda dünya genelinde yılda iki milyon ton pestisit kullanıldığı bildirilmektedir (EUR, 2021). Pestisitlerin tarımsal üretimde verimliliğin artırılması, depolanan ürünlerin korunması, ürünlerin estetik kalitesinin artırılması gibi önemli faydaları vardır. Bu sayede sürdürülebilir gıda üretimine katkı sunmaktadır. Ayrıca tarımsal faaliyetlerin yanında halk sağlığını ilgilendiren çeşitli zararlıların kontrolünde önemli rol oynar. İnsanlara, hayvanlara, çevreye ve bitkilere zarar veren haşerelerle, kemirgenlerle ve yabancı otlarla mücadelede pestisitler sıklıkla kullanılır. Pestisitlerin faydalarının yanında insan sağlığı ve ekosistem üzerine çeşitli zararları vardır (Damalas, 2009). Pestisitlerin aşırı ve bilinçsizce kullanımı zararlı organizmaların yanında faydalı organizmalara da zarar vermektedir. Gıda, toprak ve suda pestisitlerin kendisi veya parçalanması sonucu oluşan kimyasal maddeler kalıntı bırakmaktadır. Böylece hedefte olmayan canlılar zarar görmekte ve ekosistem etkilenmektedir (Akdoğan ve Elçi, 2012).

Böcekçil yarasalar, vücut ağırlıklarının %30 ila %80'i kadar böceği bir gecede tüketebilir. Tüketilen böcek türleri çeşitli moleküler yöntemlerle tanımlanabilmektedir. Moleküler diyet çalışmaları sayesinde yarasaların tarım ve orman zararlılarını tüketip tüketmediği anlaşılabilmektedir. Tarımsal amaçla kullanılan pestisitlerin insan, hayvan ve çevre üzerine olumsuz etkilerinin olması ve zararlıların pestisitlere karşı direnç geliştirmesi, bu alanda yeni mücadele yöntemleri geliştirme ihtiyacını doğurmuştur. Yarasaların tarım zararlısı böceklerle karşı yeni bir mücadele yöntemi olarak kullanılmasıyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların önemli bir bölümünü moleküler düzeyde yarasalar diyeti araştırmaları oluşturmaktadır. Böylelikle yarasaların tükettiği böcek türleri bilinmektedir (Aihartza ve ark., 2023).

İngiltere'de yaşayan on beş yarasalar türünün diyetini inceleyen bir dizi çalışmada türlere göre değişimle birlikte yarasaların *lepidoptera*, *coleoptera*, *diptera* takımlarından böceklerle beslendiği anlaşılmıştır (Vaughan, 1997). Afrika'da *Chaerephon pumilus* ve *Mops condylurus* kuyruklu yarasalarının dışkılarından yapılan analizlerde *lepidoptera* ve *diptera* böcek takımlarının DNA dizilerine rastlanmıştır (Bohmann ve ark., 2011). Brezilya'da, *Myotis nigricans* ve *Eptesicus furinalis* türü iki yarasanın dışkıları incelendiğinde *E. furinalis*in *coleoptera*, *lepidoptera* *hymenoptera*, *diptera*, *hemiptera* ve *homoptera* takımı böceklerle beslendiği, *Myotis nigricans*ın ise bu takımlara ek olarak *orthoptera* takımı böceklerle de beslendiği tespit edilmiştir (Aguiar, 2008). Finlandiya'da en sık görülen beş yarasalar türünden (*Eptesicus nilssonii*, *Myotis brandtii*, *M. daubentonii*, *M.*

mystacinus ve *Plecotus auritus*) yapılan dışkı analizlerinde büyük çoğunluğu *diptera* ve *lepidoptera* takımına ait eklem bacaklıların diyette bulunduğu anlaşılmıştır (Vesterinen ve ark., 2018). Madagaskar'da üç serbest kuyruklu yarasanın (*Mormopterus jugularis*, *Mops leucostigma* ve *Chaerephon pumilus*) dışkılarından yapılan incelemede sırasıyla en çok *coleoptera*, *hemiptera*, *lepidoptera*, *diptera* takımlarına ait böceklerle beslendikleri görülmüştür (Andrianainarivelo ve ark., 2006). Çin'de yassı başı yarasalardan iki türde (*Tylonycteris pachypus* ve *Tylonycteris robustula*) yapılan çalışmada sırasıyla en çok *hymenoptera*, *diptera* ve *coleoptera* takımına ait böcekler bulunmuştur (Zhang ve ark., 2005). Amerika'da altı yarsa türünden (*Eptesicus fuscus*, *Myotis lucifugus*, *Myotis septentrionalis*, *Myotis leibii*, *Lasiurus borealis*, *Lasiurus cinereus*) alınan dışkı örnekleri incelendiğinde diyetlerinin büyük kısmının *coleoptera*, *lepidoptera* takımına ait böceklerden oluştuğu tespit edilmiştir (Thomas ve ark., 2017).

Türkiye'de, uçanköpekler (*pteropodidae*), düz burunlu (*vespertilionidae*), kuyruklu (*molossidae*) ve nal burunlu (*rhinolophidae*) ve serbest kuyruklu (*Emballonuridae*) familyalarına ait yarsa türleri yaşamaktadır. 2010 yılında yayımlanan bir çalışmada Türkiye'de yaşayan yirmi altı yarsa türünün beslenme alışkanlıkları incelenmiştir. Çalışmada *Eptesicus* cinsinden iki tür, *Myotis* cinsinden sekiz tür, *Pipistrellus* cinsinden üç tür, *Plecotus* cinsinden dört tür, *Rhinolophus* cinsinden dört tür ve *Hypsugo savii*, *Miniopterus schreibersii*, *Tadarida teniotis*, *Taphozous nudiventris* türleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda *Barbastella barbastellus*, *Myotis capaccinii*, *M. mystacinus*, *Plecotus auritus*, *P. austriacus*, *P. kolombatovici*, *P. macrotullaris* ve *Rhinolophus euryale* türlerinin ağırlıklı olarak güvelerle beslendiği tespit edilmiştir. *Eptesicus bottae*, *E. serotinus*, *Myotis myotis* ve *Taphozous nudiventris* türlerinin ağırlıklı olarak böceklerle; *Myotis aurascens* ve *M. brandtii* *iptera* türlerinin ağırlıklı olarak sineklerle; *Myotis blythii* ve *Tadarida teniotis* türlerinin ağırlıklı olarak cırcır böcekleriyle beslendiği sonucu ortaya çıkmıştır. Çalışmadaki diğer on tür yarasanın da genel olarak çeşitli böceklerle beslendiği anlaşılmıştır (Whitaker ve Karataş, 2010).

Böcekçil yarasaların diyetlerini araştıran çalışmalar incelendiğinde yarasaların tarım zararlısı böceklerle mücadelede potansiyel rolü ortaya çıkmaktadır. Bu potansiyeli ölçmek için son yıllarda dışlama deneyi modelleri uygulanmaktadır. Bu deney modelinde belirli tarımsal üretim alanlarını ağlarla sınırlandırıp kuşların ve yarasaların girişi engellenmektedir. Kısıtlama sadece gece, sadece gündüz şeklinde veya tam zamanlı yapılarak yarsa ve böcekçil kuşların, eklem bacaklıların popülasyonuna etkisi karşılaştırılmalı olarak ölçülebilmektedir. Meksika'da kahve tarımı yapılan bir lokasyonda gerçekleşen dışlama deneyinde, kuş ve yarasalardan dışlanan alandaki bitkilerde gözlemlenen eklem bacaklı

sayısı kontrol grubuna göre %46 daha yüksek bulunmuştur. Sadece yarasalardan dışlanan alanlarda ise bu oran %84 olarak bulunmuştur (Williams-Guillén ve ark., 2008). Endonezya'da kakao tarımı yapılan bölgede on beş ay süren dışlama deneyi gerçekleştirilmiştir. Yarasalar ve kuşların dışlanması sonucu otçul böceklerin sayısında artış olduğu görülmüştür. Deney sonucunda yarasalar ve kuşların zararlıları tüketerek kakao verimini %31 oranında arttırdığı sonucuna varılmıştır (Maas ve ark., 2013). ABD'de iki yıl üst üste aynı mısır tarlasında mısır koçan kurduna karşı yarasaların dışlandığı deneyde ise yarasadan dışlanan alanda mısır koçan kurdu larva sayısı %59 daha fazla bulunmuştur (Maine ve Boyles, 2015).

Diyet çalışmaları ve dışlama deneylerinin sonuçları yarasaların tarım ve orman zararlısı böceklerin kontrolünde kullanılabileceğini göstermektedir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde böceklerle mücadelede yarasaların potansiyelinden faydalanılmaktadır. Artan insan nüfusu, kentleşme, pestisitlerin bilinçsiz kullanımı sonucu yarsa popülasyonu azalmıştır. Arazi kullanım değişiklikleri, tüneme alanlarının kaybına neden olmuştur. Bu nedenle pek çok ülkede yarasaların ekosistemdeki yerini korumak, yarsa nüfusunun azalmasını önlemek, tarım zararlısı böceklerle mücadele etmek ve pestisit kullanımı azaltmak için yarasaların tüneyebileceği yarsa evleri kullanılmaktadır. Evlere, ağaçlara ve direklerle yarsa evleri monte edilmektedir. Yarasaların bu yapay tüneme alanlarına ilgisi değişiklik gösterebilmektedir (Weier ve ark., 2019). ABD'de 1997 ile 2004 yılları arasında kapsayan bir çalışmada 186 yarsa evi incelenmiştir. Yarsa kolonileri suya yakın, sabah güneşi alan ve genellikle binalara monteli yarsa evlerini tercih ederken bireysel yarasalar tüneme alanlarında daha az seçici davranmışlardır. Yarsa evlerinin doluluk oranları koloniler için %48, bireysel yarasalar için %28 olarak hesaplanmıştır. Yarsa evlerinin boyutları, rengi, yüksekliği ve bulunduğu yerin yarasaların tüneme davranışını etkilediği sonucuna varılmıştır (Long ve ark., 2006).



Şekil 1. Yarsa evinin görünümü (SmugMug, 2024).

Yarasaların Biyoindikatör Olarak Kullanımı

Artan insan nüfusu ve kentleşme, karbon bazı kaynaklarla enerji üretimi ve sera gazı emisyonu, küresel ölçekte ekosistemlerin yapı ve işlevselliğini değiştirmektedir. Doğal yaşam alanlarının endüstriyel ve kentsel alanlara dönüştürülmesi ve iklim değişikliği birçok bitki ve hayvan türünün varlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle dünya biyotasının lokal, bölgesel ve küresel olarak izlenmesi önemlidir. İklim değişikliği ve habitat dönüşümüne karşı bitki ve hayvan türlerinin yanıtlarını anlamak, tahmin etmek ve buna göre önlemler almak gereklidir. Biyoindikatörler bu çevresel değişimlere tepki veren canlılardır. En önemli özelliklerinden biri çevresel değişikliklere hızlı ve belirgin tepki vermeleridir. Yarasalar çevresel değişikliklere hassas canlılardır. Yaşayan memeli sınıfları içinde tür çeşitliliği bakımından ikinci sırada gelmektedir. Antarktika hariç dünyanın her yerinde geniş bir yaşam alanına sahiptir. Tüneme alanları ve beslenme alışkanlıkları çeşitlilik göstermektedir. Bu özelliklerinden dolayı ekosistem sağlığını değerlendirmede önemli bir biyoindikatör olabileceği düşünülmektedir (Jones ve ark., 2009).

Yarasaların hangi habitatlar için biyoindikatör olarak kullanılabileceği üzerine çeşitli görüşler vardır. Yarasalar için önemli bir beslenme alanı olan nehirler ve tarım zararlısı böcekleri tükettikleri için tarımsal ekosistem çalışma alanı olabilir. Kentleşme ve yasa varlığının negatif korelasyon gösterdiği bilinmektedir. Bunların yanı sıra iklim değişikliği ve biyobirikim çalışmalarında yarasalardan faydalanılabilir. Ancak yarasaların uzun mesafeler uçabildiği için geniş bir çevrede dağılım göstermesi, yakalanmalarının güçlüğü ve tür sınıflandırmalarının zor olması gibi birçok problem bu çalışmaları etkilemektedir (Russo ve ark., 2021).

ABD’de 2015 ve 2016 yıllarında yarasaların su kalitesine ve kentleşmeye tepkileri araştırılmıştır. Resmî araştırmalardan eyalet çapındaki su kalitesi analizleri kullanılmış ve 41 lokasyonda yasa aktivitesi ölçülmüştür. Sonuç olarak yarasaların su kalitesi ve kentleşmeye tepkileri türler arasında farklılık göstermiştir (Li ve Kalcounis-Rueppell, 2017). Yarasaların organik tarım yapılan araziler ile geleneksel tarım yapılan arazilerdeki etkinliğini ölçen çalışmalarda tutarlı sonuçlar çıkmamıştır. Bazı çalışmalarda yasa aktivasyonu organik tarım arazilerinde daha fazlayken bazılarında önemli farklılık bulunamamıştır. Çalışmaların sonuçlarındaki farklılığın arazi yapısı, bölgedeki su varlığı, pestisit kullanım sıklığı gibi değişkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Russo ve ark., 2021). Yarasalar sıcaklık değişikliklerine karşı hassas canlılardır. İklim değişikliğine bağlı sıcaklık değişimi yarasaların kış uykusu veya göç davranışlarını etkilemektedir. Bunun sonucunda yarasaların bölgesel tür ve dağılım

kompozisyonu değişebilmektedir. Özellikle mağara yarasaları gibi tünec alanları değişmeyen yarasalar, iklim değişikliği kaynaklı av alanlarındaki böcek sayısı değişiminden etkilenir. Bu tür yarasalar iklim değişikliği takibi için potansiyel barındırmaktadır (Newson ve ark., 2009).

Yarasalar diyetlerinden kaynaklı pestisitler ve ağır metaller gibi kimyasallara maruz kalır. Böcekçil yarasalar pestisit bulaşmış böcekleri tüketerek; meyveyle beslenenler ise tarımsal amaçla ilaçlanmış meyveleri tüketerek vücutlarında pestisit kalıntısı biriktirir. Bu durumun yasa popülasyonunu azalttığına dair görüşler vardır. İspanya ve Yeni Zelanda’da tüneme alanlarında bulunan ölü yarasaların dokularında yüksek oranda pestisit kalıntısı bulunmuştur. ABD’de onlarca yıl önce yasaklanan bazı pestisitlerin yıllar sonra dahi yasa dokularında kalıntılara rastlanmıştır (Oliveira ve ark., 2019).

Yasa türlerini tehdit eden bu durum biyobirikim çalışmaları için fırsat sunmaktadır. Çin’de yapılan bir çalışmada yarasaların kürklerinden cıva konsantrasyonu ölçümü yapılmıştır. Sonuçlar deneyde kullanılan yasa türleri arasında farklılık göstermiştir. *Pipistrellus abramus* türü yarasalarda 33 mg/kg ile en yüksek cıva konsantrasyonu ölçülmüştür. Bu sonuç, *Pipistrellus abramus* türünün bölgesel bir biyoindikatör olabileceği fikrini doğurmuştur (Heiker ve ark., 2018). Almanya’da kentsel alanda yaşayan üç tür yasadadan (*Pipistrellus pipistrellus*, *Myotis daubentonii*, *Nyctalus noctula*) kıl örnekleri toplanarak yapılan çalışmada insanlara daha yakın yaşayan *Pipistrellus pipistrellus* türünde kurşun, çinko ve kadmiyum diğer türlerle oranla daha yüksek bulunmuştur (Flache ve ark., 2015). Yine Almanya’da *Myotis daubentonii* türü yarasaların beslendiği yapay bir gölette çalışma yapılmıştır. Söz konusu çalışmada göletin iyileştirme yapılmadan önceki ve yapıldıktan sonraki metal kontaminasyonları ölçülmüştür. Aynı zamanda gölette iyileştirme yapılmadan önce ve iyileştirme sonrası burada beslenen *Myotis daubentonii* türü yarasaların kıllarında da ağır metal ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak gölette yapılan iyileştirme sonrası yasa kıllarında biriken ağır metal birikiminin azaldığı görülmüş ve su kaynaklarındaki metal kirliliği için yarasaların biyoindikatör olabileceği fikri ileri sürülmüştür (Flache ve ark., 2016). Peru’da altın madeni bölgesinde 290 yarasanın kürkünden cıva birikimi ölçülmüş ve ortalamanın üstünde bir cıva birikimi tespit edilmiştir. 117 mg/kg ile bugüne kadar yarasalarda tespit edilen en yüksek cıva birikimi ölçülmüştür (Portillo ve ark., 2024). Türkiye’de geniş bir yaşam dağılımı gösteren iki tür yarasada yapılan bir çalışmada 42 yarasanın karkasından 322 adet pestisit ve organik kontaminant incelemesi yapılmıştır. Her yasa üzerinde ortalama 26,1 kirletici bulunmuş ve yarasaların çevre kirliliği için potansiyel bir biyoindikatör olabileceği sonucuna varılmıştır (Kuzukıran ve ark., 2021).



Şekil 2. Ergin bir Sakallı Yarasanın (*Myotis brandtii*) görünümü (OSİB, 2016).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yarasalar ekosistem için önemli memelilerdir. Artan insan nüfusunun getirdiği kentleşme, orman yangınları, doğal su kaynaklarının azalması, tarımsal ilaçlamalar, iklim değişikliği gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu değişikliklerin yarasalar türleri üzerindeki yerel, bölgesel ve küresel etkisinin araştırılması gerekmektedir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar bu durumu ölçmede yetersiz kalmaktadır. Her ne kadar değişik ülkelerde yerel veya kısmen bölgesel düzeyde yarasalar popülasyonu araştırılan çalışmalar olsa da küresel düzeyde bir eylem planına ihtiyaç vardır. Türkiye’de yarasalar popülasyonu üzerine yapılan çalışmalar daha çok tüneme alanı olan mağaralar düzeyinde kalmaktadır. Ülke çapında ve bölgesel olarak yarasalar türlerinin ve popülasyonunun araştırılması gerekmektedir. Kuruyan göllerin, orman yangınlarından zarar gören bölgelerin, rüzgâr enerjisi santrallerinin yarasalar türleri ve sayısı üzerine etkisi mutlaka incelenmelidir.

Yarasaların büyük bölümü doğaları gereği böceklerle beslenir. Bu özellikleri hem zararlı böceklerin yok edilmesi hem de zararsız böceklerin kontrolü için önemlidir. Bazı ülkelerde hem insanlara rahatsızlık veren hem de tarımsal üretime zararlı böceklerle karşı doğal bir mücadele yöntemi olarak yarasalar evleri kullanılmaktadır (Şekil 1). Ancak yarasalar evlerinin etkinliği konusunda yeterli bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Türkiye’de yarasalar evi kullanımı veya etkinliği üzerine bilimsel araştırma henüz yapılmamıştır. Tarım ve orman zararlılarıyla biyolojik mücadelede yarasalar evlerinin etkinliği bu konuda önemli bir yeni çalışma alanı olabilir. İstilacı tür *kahverengi kokarca* (*Halyomorpha Halys*), *domates güvesi* (*Tuta absoluta*) gibi tarım zararlılarına karşı biyolojik mücadelede yarasaların kullanımı araştırılmalıdır. Bu çalışmaların yapılmasının ve alınacak olası olumlu sonuçların pestisit kullanımını azaltabileceği fikri dikkate alınmalıdır.

Yarasaların ekosistem değişikliklerine olan doğal hassasiyetleri onları potansiyel biyoindikatör

yapmaktadır. Endemik ve yerel türlerin, ekosistem değişimleri için birer potansiyel biyoindikatör olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve bu yönde araştırmalar yapılmalıdır. Sanayileşmenin, kentleşmenin ve pestisit kullanımının kısa ve uzun vade etkilerini ölçmek için yapılacak biyobirikim çalışmalarında yarasalardan faydalanılmalıdır. Hem vücut büyüklüklerine göre ömür uzunluğu hem de beslenme alışkanlıkları yarasaların bu konudaki potansiyelini ortaya koymaktadır.

Yarasaların ekosistem için önemi konusunda insanlar bilinçlendirilmelidir. Yarasalar hakkında toplumdaki ön yargılar kırılmalıdır. Yarasaları koruma ve doğal tüneme alanlarının muhafazası konusunda yetkili kurumlar tarafından gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Nitekim Tarım ve Orman Bakanlığının “tür eylem planı” kapsamında *sakallı yarasayı* (*Myotis brandtii*) koruma altına alması bu konuda atılmış önemli bir adımdır (Şekil 2). Ülkemizdeki diğer yarasalar türlerinin korunması için de benzer uygulamalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Aguiar, L. & Antonini, Y. (2008). Diet of two sympatric insectivores bats (Chiroptera: Vespertilionidae) in the Cerrado of Central Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25, 28-31.
- Aihartzu, J., Vallejo, N., Aldasoro, M., García-Mudarra, J. L., Goiti, U., Nogueras, J. & Ibáñez, C. (2023). Aerospace-foraging bats eat seasonably across varying habitats. *Scientific Reports*, 13(1), 19576.
- Akdoğan, A., Divrikli, Ü. & Elçi, L. (2012). Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri. *Akademik Gıda*, 10(1), 125-132.
- Alp, H. (2009). Yarasaların Özellikleri ve Yarasalarla Mücadele Yöntemleri. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, (2), 57-63.
- Andrianaiarivelo, A. R., Ranaivoson, N., Racey, P. A. & Jenkins, R. K. (2006). The diet of three synanthropic bats (Chiroptera: Molossidae) from eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*, 8(2), 439-444.
- Bohmann, K., Monadjem, A., Lehmkuhl Noer, C., Rasmussen, M., Zeale, M. R., Clare, E., Jones, G., Willerslev E. & Gilbert, M. T. P. (2011). Molecular diet analysis of two African free-tailed bats (Molossidae) using high throughput sequencing. *PloS one*, 6(6), e21441.
- Bradley, S. (2006). The ecology of bat reproduction. Erişim Adresi: www.nottingham.ac.uk/burn/Bradley.pdf.
- Damalas, C. A. (2009). Understanding benefits and risks of pesticide use. *Sci Res Essays*, 4(10), 945-949.
- Daş, Y. K. & Aksoy, A. (2016). Pestisitler. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 2(2), 1-17.
- EUR (2021). European Union Report: The use of pesticides in developing countries and their

- impact on health and the right to food. 8 January 2021. DOI: 10.2861/28995.
- Flache, L., Czarnecki, S., Düring, R. A., Kierdorf, U. & Encarnação, J. A. (2015). Trace metal concentrations in hairs of three bat species from an urbanized area in Germany. *Journal of Environmental Sciences*, 31, 184-193.
- Flache, L., Ekschmitt, K., Kierdorf, U., Czarnecki, S., Düring, R. A. & Encarnação, J. A. (2016). Reduction of metal exposure of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) following remediation of pond sediment as evidenced by metal concentrations in hair. *Science of The Total Environment*, 547, 182-189.
- Heiker, L. M., Adams, R. A. & Ramos, C. V. (2018). Mercury bioaccumulation in two species of insectivorous bats from urban China: Influence of species, age, and land use type. *Archives of Environmental Contamination And Toxicology*, 75, 585-593.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R. & Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8(1-2), 93-115.
- Kasso, M. & Balakrishnan, M. (2013). Ecological and economic importance of bats (*Order Chiroptera*). *International Scholarly Research Notices*, 2013(1), 187415.
- Kuzukiran, O., Simsek, I., Yorulmaz, T., Yurdakok-Dikmen, B., Ozkan, O. & Filazi, A. (2021). Multiresidues of environmental contaminants in bats from Turkey. *Chemosphere*, 282, 131022.
- Li, H. & Kalcounis-Rueppell, M. (2018). Separating the effects of water quality and urbanization on temperate insectivorous bats at the landscape scale. *Ecology and Evolution*, 8(1), 667-678.
- Long, R. F., Kiser, W. M. & Kiser, S. B. (2006). Well-placed bat houses can attract bats to Central Valley farms. *California Agriculture*, 60(2).
- Maas, B., Clough, Y. & Tschardt, T. (2013). Bats and birds increase crop yield in tropical agroforestry landscapes. *Ecology Letters*, 16(12), 1480-1487.
- Maine, J. J. & Boyles, J. G. (2015). Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(40), 12438-12443.
- Newson, S. E., Mendes, S., Crick, H. Q., Dulvy, N. K., Houghton, J. D., Hays, G. C., Hutson, A. M., MacLeod, C. D., Pierceve, G. J. & Robinson, R. A. (2009). Indicators of the impact of climate change on migratory species. *Endangered Species Research*, 7(2), 101-113.
- Oliveira, J. M., Destro, A. L. F., Freitas, M. B. & Oliveira, L. L. (2020). How do pesticides affect bats? A brief review of recent publications. *Brazilian Journal of Biology*, 81(2), 499-507.
- Portillo, A., Vega, C. M., Mena, J. L., Bonifaz, E., Ascorra, C., Silman, M. R. & Fernandez, L. E. (2024). Mercury bioaccumulation in bats in Madre de Dios, Peru: implications for Hg bioindicators for tropical ecosystems impacted by artisanal and small-scale gold mining. *Ecotoxicology*, 33(4), 457-469.
- Racey, P. A. & Entwistle, A. C. (2000). Life-history and reproductive strategies of bats. In: *Reproductive Biology of Bats*. Academic Press. Pp: 363-414.
- Riccucci, M. & Lanza, B. (2014). Bats and insect pest control: a review. *Vespertilio*, 17, 161-169.
- OSİB (2016). Rize İli Sakallı Yarasa (*Myotis brandtii*) Tür Eylem Planı 2017-2021. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, XII. Bölge Müdürlüğü, Rize Şube Müdürlüğü.
- Russo, D., Salinas-Ramos, V. B., Cistrone, L., Smeraldo, S., Bosso, L. & Ancillotto, L. (2021). Do we need to use bats as bioindicators? *Biology*, 10(8), 693.
- SmugMug (2024). Erişim Adresi: <https://merlintonline.smugmug.com>.
- Thomas, H. H., Moosman, P. R., Veilleux, J. P. & Holt, J. (2012). Foods of bats (Family Vespertilionidae) at five locations in New Hampshire and Massachusetts. *The Canadian Field-Naturalist*, 126(2), 117-124.
- Vaughan, N. (1997). The diets of British bats (*Chiroptera*). *Mammal review*, 27(2), 77-94.
- Vesterinen, E. J., Puisto, A. I., Blomberg, A. S. & Lilley, T. M. (2018). Table for five, please: Dietary partitioning in boreal bats. *Ecology and Evolution*, 8(22), 10914-10937.
- Weier, S. M., Linden, V. M., Grass, I., Tschardt, T. & Taylor, P. J. (2019). The use of bat houses as day roosts in macadamia orchards, South Africa. *PeerJ*, 7, e6954.
- Whitaker, J. O. & Karataş, A. (2009). Food and feeding habits of some bats from Turkey. *Acta Chiropterologica*, 11(2), 393-403.
- Wilkinson, G. S. & South, J. M. (2002). Life history, ecology and longevity in bats. *Aging Cell*, 1(2), 124-131.
- Williams-Guillén, K., Perfecto, I. & Vandermeer, J. (2008). Bats limit insects in a neotropical agroforestry system. *Science*, 320(5872), 70-70.
- Zhang, L., Jones, G., Rossiter, S., Ades, G., Liang, B. & Zhang, S. (2005). Diet of flat-headed bats, *Tylonycteris pachypus* and *T. robustula*, in Guangxi, South China. *Journal of Mammalogy*, 86(1), 61-66.