

Akarlarda Yayılım Tipleri

Gizem BERBER TORTOP^{1*}, Sibel YORULMAZ²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Bilecik, TÜRKİYE

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Isparta, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 10.07.2024

Kabul Tarihi/Accepted: 06.11.2024

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0003-3090-3705 orcid.org/0000-0003-3836-5673

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: gizem.berber@bilecik.edu.tr

Öz: Acari, Arthropoda şubesi Arachnida sınıfına bağlı olup, kene ve akarları içerisinde bulundurmaktadır. Aktif olarak çok uzun mesafeler kat edebilen bir grup olmasa da neredeyse tüm karasal habitatlarda bulunarak ekosistem işlevlerine önemli ölçüde etkileri bulunmaktadır. Akarların çoğu geçici habitatlarda yaşamaktadır. Toprak akarları dışındaki akar popülasyonları, yaşlanan veya tükenen bir kaynaktan yeni bir kaynağa düzenli olarak taşınarak ayrı kolonilerden oluşmaktadır. Akarlar, aktif ve pasif olmak üzere iki şekilde yayılım göstermektedirler. Aktif yayılım yetenekleri morfolojik özellikleri sebebiyle bu canlılar için sınırlıdır. Akarların kanatlarının bulunmaması nedeniyle, aktif yayılım genellikle yürüyerek gerçekleşmekte, bazı familyalar ise ağ öreerek kısa mesafelerde hareket edebilmektedir. Pasif yayılım ise su ile yayılım, rüzgârla yayılım ve forezi (phoresy) olarak gerçekleşmektedir. Forezi, uzun mesafelerin kat edilmesine ve uygun habitatlara ulaşılmasına olanak sağladığından, akarlar için kesinlikle en etkili yayılma yöntemlerinden biridir. Sonuç olarak, akarların yayılım tipleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak, bu küçük canlıları daha iyi tanımamıza yardımcı olacağı gibi, özellikle ekonomik zarar veren türlerle mücadelede yeni stratejilerin geliştirilmesine de katkı sağlayacaktır. Bu derlemede, akarların yayılım mekanizmaları hakkında genel bir bilgi sunulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Acari, aktif yayılım, eklembacaklılar, forezi, pasif yayılım

Types of Dispersal in Mites

Abstract: Acari belong to the class Arachnida of the Arthropoda, which includes ticks and mites. Although they are not a group that can actively travel very long distances, they are present in almost all terrestrial habitats and have a significant impact on ecosystem functioning. Most mites live in temporary habitats. Mite populations other than soil mites are formed from separate colonies, regularly moving from an aging or depleted source to a new source. Mites' dispersal occurs in two ways: active and passive. Active dispersal ability is limited for these species due to their morphological characteristics. Because mites lack wings, active dispersal is usually on foot, although some families can move over short distances by spinning webs. Passive dispersal is realized by water dispersal, wind dispersal and phoresy. Phoresy is certainly one of the most effective methods of dispersal for mites, as it allows long distances to be covered and suitable habitats to be reached. In conclusion, more information on the dispersal types of mites will not only help us to better recognize these small organisms, but will also contribute to the development of new strategies, especially in the control of economically damaging species. This review aims to provide an overview of the mechanisms of mite dispersal.

Keywords: Acari, active dispersal, Arthropoda, phoresy, passive dispersal

1. Giriş

Yayılım gibi hayvanların hareketiyle bağlantılı temel terimlerin kesin tanımlarını yapmak zordur.

En popüler olanı, Howard (1960) tarafından; "Tek bir omurgalının yayılması, hayvanın doğduğu yerden üreyeceği, hayatta kalacağı ve eşini bulacağı bölgeye yaptığı hareketi" şeklinde

*: Yazar Gizem BERBER TORTOP Sürdürülebilir Tarım tematik alanında YÖK 100/2000 Doktora öğrencisidir.

tanımlanmıştır. Genel olarak yayılma terimi, yavru olan bir hayvanın ergin olduğunda doğduğu yaşam alanından uzaklaşmasını ifade etmektedir.

Hayvanların bir yerden başka bir yere yayılmasının çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Bunlar, fizyolojik veya çevresel faktörler olabilmektedir. Bireylerin, dağılma kararları tipik olarak; aynı bölgedeki bölgesel popülasyon yoğunluğu (Otronen ve Hanski, 1983), gıda bulunabilirliği (Kuussaari ve ark., 1996), türler arası etkileşimler (Weisser ve ark., 2001), cinsiyet oranı (Colwell ve Naeem, 1999), akraba tanıma ve etkileşimleri (Hamilton ve May, 1977), akraba evliliğinden kaçınma (Pusey ve Wolf, 1996), kannibalizm (Pels, 2001), zamansal ve mekânsal heterojenlik (Holt ve Barfield, 2011) ve bölge izolasyonu (Conradt ve ark., 2001) gibi koşullara bağlıdır.

Yayılm, popülasyonların kalıcılığını, genetik ve demografik yapılarını, yaşam stratejilerinin evrimini, dağılımlarını ve istilacı potansiyelini etkileyerek popülasyonların ve toplulukların dinamikleri için önemli sonuçları olan temel bir biyolojik süreçtir (Bitume ve ark., 2013; Bonte ve Dahirel, 2017).

Bir bölgeden diğerine yayılma, yalnızca bireylerin uyumunu değil; aynı zamanda, popülasyonların genetiğini, türlerin yayılımını ve bolluğunu da etkileyebilmektedir. Hem erginler hem de yavrular tarafından yapılan yayılma, popülasyonların çevresel değişime yanıt vermesini kolaylaştırmakta, benzer türlerle rekabeti ve akrabalı çiftleşme olasılığını azaltabilmektedir (Bowler ve Benton, 2005).

Organizmaların hayatta kalabilmeleri için farklı yaşam alanları arasında yayılmaları ve hareket etmeleri büyük önem taşır. Yayılm süreçlerinin anlaşılması, popülasyonların nasıl sürdürülebileceğini anlamak için bir anahtar niteliğindedir. Bu nedenle, bu derlemede akarların yayılım tipleri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

2. Akarlarda Yayılm ve Yayılm Tipleri

Acarı, Arachnida sınıfına bağlı olup, kene ve akarları içerisinde bulunduran ve bu sınıftaki en çok tür çeşitliliğine sahip olan alt sınıftır (Zhang, 2013). Tanımlanan 55.000'den fazla türle, böceklerin ait olduğu Hexapoda alt şubesinden sonra, karasal organizmaların ikinci en çeşitli grubu olarak kabul edilen Chelicerata alt şubesindeki en spesifik organizma grubudur (Krantz ve Walter, 2009). Bu grup, morfolojik özelliklerine, beslenme alışkanlıklarına ve ekolojik nişlerine göre Parasitiformes ve Acariformes

olarak iki süper takımdan oluşmaktadır (Dermauw ve ark., 2013; Lozano-Fernandez ve ark., 2019).

Akarlar, gezegenin neredeyse tüm ekosistemlerini işgal etmiş olan küçük eklembacaklı organizmalardır. Okyanusun en derinlerinden dağların en yüksek tepelerine kadar bulunabilmekte, farklı ortamlarda yaşayabilmekte ve önemli bitki ve hayvan zararlısı türler olabilmektedirler (Baumann, 2021). Ayrıca bu organizmalar, dünya üzerindeki en çeşitli yaşam gruplarından birini oluşturmakta ve çok çeşitli habitatlarda ekosistem işlevlerine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır (Gerson, 2008).

Akarların çoğu geçici habitatlarda yaşamaktadır. Toprak akarları dışındaki akar popülasyonları, yaşlanan veya tükenen bir kaynaktan yeni bir kaynağa düzenli olarak taşınarak ayrı kolonilerden oluşmaktadır (Mitchell, 1970). Akarlar hareket yetenekleri ve çevresel toleransları oldukça sınırlı olduğu için çeşitli yayılma taktikleri geliştirmişlerdir.

Akarlarda yayılma aktif veya pasif olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilebilmekte ve bir türün biyocoğrafyasını ve türleşme süreçlerini etkileyebilmektedir. Besin kaynağı açısından zengin alanlar bulmak, çiftleşme olasılığını artırmak, yeni habitatları kolonize etmek, coğrafi alanları artırmak, popülasyonun aşırı kalabalıklaşmasını, rakipleri ve akraba evliliklerini önlemek canlılar için yayılmanın nedenleri arasında yer almaktadır (Revynthi ve ark., 2018).

2.1. Aktif yayılım

Genel olarak akarlarda aktif yayılım hakkında daha az şey bilinmektedir. Yürüme, zıplama ya da uçma yoluyla aktif yayılım, hedef bölgeyi belirlemeyi sağlar; ancak, sadece birkaç santimetre ile metrelik bir mesafeyi kat edebilen mikro eklembacaklılar gibi çok küçük hayvanlar için daha az etkilidir (Jenkins ve ark., 2007). Akarlarda uzun mesafeli yayılım, morfolojik özellikleri göz önüne alındığında, aktif hareket yoluyla sadece küçük bir rol oynayabilmektedir (Lehmitz ve ark., 2012).

Birçok Acariformes ve Parasitiformes türü de aktif yayılmacı olup, bitişik habitat alanları arasında kısa mesafeler yürüyerek bu alanları etkili bir şekilde kolonize edebilmektedir (Lehmitz ve ark., 2012; Majer ve ark., 2021a, 2021b). Akarların yürüme yoluyla yayılması nispeten kısa mesafelerde, genellikle aynı bitki üzerinde veya birbirine dokunan bitkiler arasında meydana gelmektedir.

Kırmızı örümcekler (Tetranychidler), yürüme ve köprü kurma gibi çeşitli yöntemler kullanarak

dağılırlar. Köprü kurarken, yakındaki bir nesneye yapışana kadar hava akımları tarafından taşınan ağlarını serbest bırakır ve böylece ağlardan köprü oluşturur. Köprü ağları da kısa mesafelerde havada asılı kalmadan yürüme hattı olarak yatay hareket için kullanılır (Toft, 1995).

Eriophyoid akarlarda ise aktif yayılım şekli bir bitki içinde yürüyerek ya da birbirlerine dokunmaları halinde bir bitkiden diğerine geçerek gerçekleşmektedir (Melo ve ark., 2014; Majer ve ark., 2021a).

2.2. Pasif yayılım

Akarlarda pasif yayılım, su ile yayılım (Pfungstl, 2013), hava akımları ile olan yayılım (Lehmitz ve ark., 2011) ve forezi (Szymkowiak ve ark., 2007) olmak üzere üç şekilde gerçekleşmektedir. Ancak pasif yayılımda aktif yayılımın aksine organizmanın iniş yeri hakkında kontrole sahip olmadığı bilinmektedir. Rüzgârla pasif yayılım bitki tohumlarının yanı sıra ergin öncesi Lepidoptera, akarlar ve örümcekler gibi kanatsız eklembacaklılar için de yaygındır (Washburn ve Washburn, 1984); ve bu canlılar, rüzgârla birkaç yüz metreden onlarca hatta yüzlerce kilometreye kadar taşınabilmektedir (Reynolds ve ark., 2007).

2.2.1. Su ile yayılım

Bu tip yayılımda su içerisinde taşınan canlılar, yağmur suları ile kısa mesafe taşınabildiği gibi, nehir ya da okyanus akıntıları ile daha uzun mesafelere taşınabilmektedir. Özellikle su akarlarında evrim boyunca yeni habitatlara geçişte su ile yayılım etkili bir süreç olmuştur (Smith ve ark., 2010).

Bermuda'daki gelgit arası oribatid akar türlerinin ortalama hayatta kalma sürelerine dayanarak, bireylerin teorik olarak Körfez Akıntısı boyunca deniz suyunda 3.000 km'lik bir mesafe boyunca taşıma sırasında hayatta kalabildiği belirtilmiştir (Pfungstl, 2013). Birçok araştırmacı, Oribatid akarların okyanus adalarına uzun mesafeli yayılımının esas olarak su yoluyla olduğu konusunda hemfikirdir (Schatz, 1991, 1998; Coulson ve ark., 2002). Bradie ve ark. (2010) balast sularında yaptıkları incelemede *Nanorchestes* sp. (Sarcoptiformes: Nanorchestidae) ve *Rhombognathides* sp. (Trombidiformes: Halacaridae) cinsi akarları belirlemiştir.

2.2.2. Rüzgârla yayılım

Hava akımı ile olan pasif taşınma şeklidir. Havadan rüzgârla dağılma, fitofag akarların ana dağılma stratejisi olarak kabul edilir (Jeppson ve

ark., 1975). Akarlar, aktif olarak havaya yükselmelerini ve uzun mesafeler kat etmelerini sağlayacak herhangi bir organa sahip değildir. Bazı çalışmalarda, *Aceria tulipae* (Keifer, 1938), *Calepitrimerus vitis* (Nalepa), *Phyllocoptuta oleivora* (Ashmead) (Acari: Eriophyidae), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) ve *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'de rüzgârla dağılmanın uzun mesafelerde yeni istila alanlarının kurulması için ana mekanizma olduğu bildirilmiştir (Nault ve Styer, 1969; Lindquist ve Oldfield, 1996; Bergh ve McCoy, 1997; Duffner ve ark., 2001; Alves ve ark., 2005; Osakabe ve ark., 2008).

Rüzgâr şiddeti, akarlarda hava ile yayılım davranışlarının başlatılması ve sürdürülmesi için en büyük etkidir. Tetranychidler genellikle rüzgâra maruz kalan en yakın yere (örneğin; ağaç dalları, otlar ya da çitler) tırmanır ve ayakta durarak bacaklarını sonuna kadar gererek vücutlarını kaldırmaktadırlar; daha sonra, ağlarını salarlar ve hava akımı bu ağı taşır, böylece havaya yükselmektedirler (Szymkowiak ve ark., 2007).

Tetranychidae, Phytoseiidae ve Eriophyidae familyasına ait akarlar genellikle rüzgârla (Washburn ve Washburn, 1984) dağılmaktadır; ancak en çok hava akımlarıyla dağılma, Tetranychidae familyasında görülmektedir. *Panonychus citri* (McGregor) ve *Oligonychus ununguis* (Jacobi, 1905) (Acari: Tetranychidae), yapraklar gibi yüksek yerlerden aşağı inmek için kullanılan pedipalplerinde yer alan tek hücreli bezlerde, bir ağ üretmektedirler. Bu ağ yerdeki herhangi bir nesneye tutturulmakta, böylece bir rüzgâr onları yukarı taşımaktadır. *Tetranychus urticae*'nin ergin dişileri, bazen ergin olmayan bireyleri ve nadiren de ergin erkekleri yerden havalanmak için pozisyon almaktadır. Bu pozisyon için akarlar önce rüzgâra doğru durmakta, ön bacaklarını kaldırmakta ve rüzgâr yeterince güçlü olduğunda havalanmaktadırlar (Osakabe ve ark., 2008).

Yapılan bir çalışmada genellikle ağaçta yaşayan türlerin rüzgârla taşındığı tespit edilmiş ve toprak oribatid topluluğunun ise yalnızca küçük bir yüzdesinin 2 m yüksekliğe kadar rüzgârla dağıldığını tespit etmişlerdir (Lehmitz ve ark., 2012).

2.2.3. Forezi ile yayılım

Forezi, bir organizmanın konukçusunu farklı yerler arasında bir ulaşım aracı olarak kullandığı geçici bir birlikteliktir (Farish ve Axtell, 1971). Bir başka tanımda ise bir hayvanın aktif olarak başka bir hayvanı arayarak ona bağlanarak taşındığı bir dağılma stratejisi olarak ifade edilmiştir (Athias-

Binche ve ark., 1993). Peter (1989) ise foreziyi, dağılmaya yol açan simbiyotik bir etkileşim olarak değerlendirmiştir. Dolayısıyla foretik (başka organizmalar tarafından taşınan organizma) tarafından elde edilen uygunluk faydası, dağılması ve yeni bir habitata erişim olasılığı ile bağlantılıdır (White ve ark., 2017). Forezi süresince, foretik organizmanın beslenmeyi ve gelişmeyi durdurduğu, muhtemelen bireyin daha fazla gelişmesi için uygun olmayan alanlardan dağılmasıyla sonuçlanan bir olgudur (Chatterjee ve Kundu, 2022).

Bu dağılma mekanizması genellikle ilk yaşam alanındaki kötü koşullar, aşırı kalabalık veya besin eksikliğinden kaynaklanır ve fakültatif veya zorunlu olabilir (Athias-Binche ve ark., 1993; Salmane ve Telnov, 2009). Normalde, foretik konukçusundan beslenmez ve akarlarda, konukçusuna bağlanmak için belirli morfolojik adaptasyonlar sergileyen belirli bir gelişim aşamasına, genellikle deutonimfe karşılık gelebilir (Binns, 1982; Lokela ve ark., 2021).

Bilinen foretiklere sahip en fazla sayıda takım ve sınıf eklembacaklılar içerisinde yer almaktadır. Eklembacaklıların foreziye olan hâkimiyetinin bir açıklaması, küçük boyutları, aşırı çeşitlilikleri ve tutunmayı kolaylaştıran morfolojik özelliklerinin (örneğin, tırnak ve mandibulalar) diğerlerine göre bu grupta evrimleşmesini desteklemesidir (Bartlow ve Agosta, 2021).

Forezi, büyük mesafelerin kat edilmesine ve uygun habitatlara hedefli bir şekilde ulaşılmasına olanak sağladığından, akarlar için kesinlikle en etkili yayılma yöntemlerinden biridir (Baumann, 2021). Akarlar foretik yayılım için kullanılan çeşitli morfolojik ve davranışsal özelliklere sahiptir ve böcekler (sinekler, arılar, eşek arıları, karıncalar), memeliler ve kuşlar dâhil olmak üzere çok çeşitli konukçuları kullandıkları bilinmektedir (Seeman ve Walter, 2023). Foretik akarlarda konukçularına tutunmak için çeşitli mekanizmalar vardır. Bu amaçla, dişiler keliser, tırnak ve kancalar kullanarak tutunabilirler; deutonimler keliser, tırnaklar ve anal pediseller (salgılanan tutunma sapları) kullanarak tutunabilmektedirler (Macchioni, 2007).

Foretik yayılım aşamaları: Forezi genel olarak her biri foretik organizmanın başarısı için kritik olan üç farklı aşamadan oluşur: 1) Dağılan konukçunun yerinin belirlenmesi, 2) Konukçuya bağlanması ve 3) Konukçudan ayrılması. Eğer bu aşamalardan birini tamamlayamazsa dağılma başarısız olmaktadır (Bartlow ve Agosta, 2021).

a) Konukçunun yerini belirleme: Uygun bir konukçunun tanınması, foretik olarak yayılmanın

ilk adımıdır. Bunu yapabilmek için foretik organizmaların konukçuya özgü ipuçlarını algılaması gerekmektedir. Bunlar, doğru habitatta bulunmaya veya uygun konukçu türünü algılamaya veya konukçunun gelişim aşamasına ilişkin ipuçları olabilmektedir. Konukçuyla ilişkili ipuçlarının belgelendiği türlerin çoğunluğu eklembacaklılardır. Belgelenen ipuçları çoğunlukla kimyasal olsa da görsel, dokunsal ve işitsel bilgileri içeren diğer ipuçlarının yaygın olmasına rağmen, kaydedilmemiş olması muhtemel görünmektedir (Bartlow ve Agosta, 2021).

b) Konukçuya bağlanma: Konukçuya tutunmak ve konukçu üzerinde kalmak, foretik yayılımın ikinci adımıdır. Birçok foretik organizma bu görev için kullanılan özel yapılara ve yaşam evrelerine sahiptir. Örneğin, Uropodina alt takımındaki akarlar deutonimf evresinde konukçusuna tutunmayı sağlayan anal pedisellerini oluşturmaktadır (Klumpen ve ark., 2007; Bajerlein ve ark., 2013). Diğer gruplardaki akarlar da genellikle deutonimf evresinde dağılırlar; ancak, tırnakları (Athias-Binche, 1995) ve ağız yapılarını (emicileri) (Houck ve OConnor, 1991; Seeman ve Walter, 1995) kullanarak konukçularına tutunurlar. Bazı foretikler dağıldıkları konukçularda çok özel yapılara tutunurlar. Birkaç familyadan akarlar arıların karın keselerinde taşınmaktadır (Houck ve OConnor, 1991). Birçok pseudoscorpion (Poinar Jr ve ark., 1998), akar (Bajerlein ve Bloszyk, 2004) ve nematod (Moser ve ark., 2005), belki de alan iyi korunduğu için böceklerin elitralarının altına tutunmaktadır.

c) Konukçudan ayrılma: Foretik yayılımın son adımı konukçudan ayrılmadır. Foretik organizmaların konukçudan ayrılmak için doğru zamanı veya yeri nasıl belirledikleri hakkında çok az şey bilinmektedir. *Brennandania lambi* (Krczal) (Acari: Pygmephoridae), mantar sinekleri (Diptera: Sciaridae ve Phoridae) üzerinde foretikdir. Sadece belirli bir mantar türünün varlığında konukçusundan ayrılır (Clift ve Larsson, 1987); bu da habitata ilgili bir ipucu olduğunu düşündürmektedir. Bir diğer akar olan *Histiostoma polyperi* (Oudemans) (Acari: Histiostomatidae) ise konukçusu larvadan ergine dönüşürken tutunmaktadır. Konukçunun ölümü üzerine akar, konukçudan gelen mumsu salgıların verdiği ipuçlarını kullanarak ergin aşamasına geçer ve ardından ölü konukçusuyla beslenmeye başlar (Behura, 1956). Ayrılmanın kesin mekanizmaları neredeyse tamamen bilinmemektedir. Akarlar, konukçulara tutunmak için kullanılan anal pedisellerin yapısal bütünlüğü nemden etkilenir; düşük nem sırasında, pedisel kırıldığında ayrılma meydana gelir (Szymkowiak ve ark., 2007).

Acari içinde, çoğu takımda forezi görülür. Ixodida dışında, bu olay Acari içinde yer alan Prostigmata, Astigmata, Mesostigmata (Cross ve Bohart, 1969; Shvanderov, 1975; Binns, 1982; Hunter ve Rosario, 1988; Houck ve OConnor, 1991) ve rastantısal olarak Oribatida takımlarında görülmektedir (Norton, 1980). Akar konukçuları çeşitli sistematik gruplara aittir; ancak, özellikle coleoptera, diptera ve hymenoptera takımlarına ait böcekler bunlar arasında en popüler olanıdır (Hunter ve Rosario, 1988). Ayrıca, taşıyıcı olarak kabuklular, myriapodlar, sürüngenler ve memeliler de bildirilmiştir (Domrow, 1981; Miko ve Stanko, 1991; Rigby, 1996; Mertins ve Hartdegen, 2003).

3. Sonuçlar

Her yıl karasal eklembacaklıların bireyleri, yaşamlarının tehdit altında olduğu ve çoğu zaman hayatta kalma şansının çok düşük olduğu bölgelerden ayrılmaktadırlar. Bu yayılma davranışı ile birçok tür çok uzun süre varlığını sürdürmeye devam etmektedir. Akarlar, küçük boyutları ve birçok pestisit ile çeşitli ürünlere karşı yüksek toleransları nedeniyle, en hızlı ve istenmeyen zararlı gezginlerden biri haline gelmiştir. Çeşitli habitatlarda predatör, parazit, fitofag veya detritivor olarak yaşamaktadırlar. Bu türlerden bazılarının hem insanları hem de hayvanları etkileyen ciddi hastalıkların vektörleri olduğu, bazı türlerin ise konukçularına doğrudan zarar verdiği bilinmekte ve ayrıca tarımsal ürünlerin önemli zararlıları arasında yer almaktadırlar. Akarlar, aktif olarak çok uzun mesafeler kat edebilen bir grup olmasa da neredeyse tüm karasal habitatlarda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, hareketin ve yayılmanın nedenlerini ve mekanizmalarını açıklamak, özellikle ekonomik olarak önemli olan akarların biyolojisine ilişkin bilginin derinleşmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, bu organizmaların yayılımı üzerine yapılan araştırmalar, sadece mevcut bilginizi artırmakla kalmaz, aynı zamanda gelecekteki çalışmalara da önemli bir ışık tutar.

Etik Beyanı

Yazarlar, bu araştırma için etik onay gerektirmediğini beyan etmektedir.

Finansman

Bu araştırma, hiçbir dış finansman almamıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini

gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Alves, E.B., Casarin, N.F., Omoto, C., 2005. Dispersal mechanisms of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) in citrus groves. *Neotropical Entomology*, 34(1): 89-96.
- Athias-Binche, F., 1995. Phenotypic plasticity, polymorphisms in variable environments and some evolutionary consequences in phoretic mites (Acarina): A review. *Ecologie*, 26(4): 225-241.
- Athias-Binche, F., Schwarz, H.H., Meierhofer, I., 1993. Phoretic association of *Neoseius novus* (Ouds., 1902) (Acari: Uropodina) with *Nicrophorus* spp. (Coleoptera: Silphidae): A case of sympatric speciation? *International Journal of Acarology*, 19(1): 75-86.
- Bajerlein, D., Bloszyk, J., 2004. Phoresy of Uropoda orbicularis (Acari: Mesostigmata) by beetles (Coleoptera) associated with cattle dung in Poland. *European Journal of Entomology*, 101(1): 185-188.
- Bajerlein, D., Witaliński, W., Adamski, Z., 2013. Morphological diversity of pedicels in phoretic deutonymphs of Uropodina mites (Acari: Mesostigmata). *Arthropod Structure & Development*, 42(3): 185-196.
- Bartlow, A.W., Agosta, S.J., 2021. Phoresy in animals: Review and synthesis of a common but understudied mode of dispersal. *Biological Reviews*, 96(1): 223-246.
- Baumann, J., 2021. Patterns of intraspecific morphological variability in soil mites reflect their dispersal ability. *Experimental and Applied Acarology*, 83(2): 241-255.
- Behura, B.K., 1956. The relationships of the Tyroglyphoid mite, *Histioglyphus polyperi* (Oud.) with the earwig, *Forficula auricularia* Linn. *Journal of the New York Entomological Society*, 64: 85-94.
- Bergh, J.C., McCoy, C.W., 1997. Aerial dispersal of citrus rust mite (Acari: Eriophyidae) from Florida citrus groves. *Environmental Entomology*, 26(2): 256-264.
- Binns, E.S., 1982. Phoresy as migration-some functional aspects of phoresy in mites. *Biological Reviews*, 57(4): 571-620.
- Bitume, E.V., Bonte, D., Ronce, O., Bach, F., Flaven, E., Olivieri, I., Nieberding, C.M., 2013. Density and genetic relatedness increase dispersal distance in a subsocial organism. *Ecology Letters*, 16(4): 430-437.
- Bonte, D., Dahirel, M., 2017. Dispersal: A central and independent trait in life history. *Oikos*, 126(4): 472-479.

- Bowler, D.E., Benton, T.G., 2005. Causes and consequences of animal dispersal strategies: Relating individual behaviour to spatial dynamics. *Biological Reviews*, 80(2): 205-225.
- Bradie, J.N., Bailey, S.A., van Der Velde, G., MacIsaac, H.J., 2010. Brine-induced mortality of non-indigenous invertebrates in residual ballast water. *Marine Environmental Research*, 70(5): 395-401.
- Chatterjee, D., Kundu, A., 2022. Role of mites in insect fungus association. *Just Agriculture*, 2(9): 45.
- Clift, A.D., Larsson, S.F., 1987. Phoretic dispersal of *Brennandania lambi* (Kczal) (Acari: Tarsonemida: Pygmephoridae) by mushroom flies (Diptera: Sciaridae and Phoridae) in New South Wales, Australia. *Experimental & Applied Acarology*, 3(1): 11-20.
- Colwell, R.K., Naeem, S., 1999. Sexual sorting in hummingbird flower mites (Mesostigmata: Ascidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 92(6): 952-959.
- Conradt, L., Roper, T.J., Thomas, C.D., 2001. Dispersal behaviour of individuals in metapopulations of two British butterflies. *Oikos*, 95(3): 416-424.
- Coulson, S.J., Hodkinson, I.D., Webb, N.R., Harrison, J.A., 2002. Survival of terrestrial soil-dwelling arthropods on and in seawater: implications for trans-oceanic dispersal. *Functional Ecology*, 16(3): 353-356.
- Cross, E.A., Bohart, G.E., 1969. Phoretic behavior of four species of alkali bee mites as influenced by season and host sex. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 49(2): 195-219.
- Dermauw, W., Wybouw, N., Rombauts, S., Menten, B., Vontas, J., Grbić, M., Clark, R.M., Feyereisen, R., Van Leeuwen, T., 2013. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(2): E113-E122.
- Domrow, R., 1981. Small lizard stifled by phoretic deutonymphal mites (Uropodina). *Acarologia*, 22(3): 247-252.
- Duffner, K., Schruft, G., Guggenheim, R., 2001. Passive dispersal of the grape rust mite *Calepitrimerus vitis* Nalepa 1905 (Acari, Eriophyoidea) in vineyards. *Anzeiger Für Schädlingskunde*, 74(1): 1-6.
- Farish, D.J., Axtell, R.C., 1971. Phoresy redefined and examined in *Macrocheles muscaedomesticae* (Acarina: Macrochelidae). *Acarologia*, 13(1): 16-29.
- Gerson, U., 2008. The Tenuipalpidae: An under-explored family of plant-feeding mites. *Systematic and Applied Acarology*, 13(2): 83-101.
- Hamilton, W.D., May, R.M., 1977. Dispersal in stable habitats. *Nature*, 269: 578-581.
- Holt, R.D., Barfield, M., 2011. Theoretical perspectives on the statics and dynamics of species' borders in patchy environments. *The American Naturalist*, 178(S1): S6-S25.
- Houck, M.A., OConnor, B.M., 1991. Ecological and evolutionary significance of phoresy in the astigmata. *Annual Review of Entomology*, 36(1): 611-636.
- Howard, W.E., 1960. Innate and environmental dispersal of individual vertebrates. *The American Midland Naturalist*, 63(1): 152-161.
- Hunter, P.E., Rosario, R.M.T., 1988. Associations of mesostigmata with other arthropods. *Annual Review of Entomology*, 33(1): 393-417.
- Jenkins, D.G., Brescacin, C.R., Duxbury, C.V., Elliott, J.A., Evans, J.A., Grablow, K.R., Hillegass, M., Lyon, B.N., Metzger, G.A., Olandese, M.L., Pepe, D., Silvers, G.A., Suresch, H.N., Thompson, T.N., Trexler, C.M., Williams, G.E., Williams, N.C., Williams, S.E., 2007. Does size matter for dispersal distance? *Global Ecology and Biogeography*, 16(4): 415-425.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W., 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press.
- Klompen, H., Lekveishvili, M., Black IV, W. C., 2007. Phylogeny of parasitiform mites (Acari) based on rRNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43(3): 936-951.
- Krantz, G.W., Walter, D.E., 2009. A Manual of Acarology. 3rd Edn., Texas Tech University Press, Lubbock.
- Kuussaari, M., Nieminen, M., Hanski, I., 1996. An experimental study of migration in the *Glanville fritillary* butterfly *Melitaea cinxia*. *Journal of animal Ecology*, 65(6): 791-801.
- Lehmitz, R., Russell, D., Hohberg, K., Christian, A., Xylander, W.E.R., 2011. Wind dispersal of oribatid mites as a mode of migration. *Pedobiologia*, 54(3): 201-207.
- Lehmitz, R., Russell, D., Hohberg, K., Christian, A., Xylander, W.E.R., 2012. Active dispersal of oribatid mites into young soils. *Applied Soil Ecology*, 55: 10-19.
- Lindquist, E.E., Oldfield, G.N., 1996. Evolution and phylogeny: Evolution of eriophyoid mites in relation to their host plants. In: E.E. Lindquist, M.W. Sabelis and J. Bruin (Eds.), *World Crop Pests*, pp. 277-300.
- Lokela, J.C.M., Le Goff, G.J., Kayisu, K., Hance, T., 2021. Phoretic mites associated with *Rhynchophorus phoenicis* Fabricius (1880) (Coleoptera: Curculionidae) in the Kisangani region, DR Congo. *Acarologia*, 61(2): 291-296.
- Lozano-Fernandez, J., Tanner, A.R., Giacomelli, M., Carton, R., Vinther, J., Edgecombe, G.D., Pisani, D., 2019. Increasing species sampling in chelicerate genomic-scale datasets provides support for monophyly of Acari and Arachnida. *Nature Communications*, 10: 2295.
- Macchioni, F., 2007. Importance of phoresy in the transmission of Acarina. *Parassitologia*, 49(1-2): 17-22.
- Majer, A., Laska, A., Hein, G., Kuczyński, L., Skoracka, A., 2021a. Hitchhiking or hang gliding? Dispersal strategies of two cereal-feeding eriophyoid mite

- species. *Experimental and Applied Acarology*, 85(2-4): 131-146.
- Majer, A., Laska, A., Hein, G., Kuczyński, L., Skoracka, A., 2021b. Propagule pressure rather than population growth determines colonisation ability: a case study using two phytophagous mite species differing in their invasive potential. *Ecological Entomology*, 46(5): 1136-1147.
- Melo, J.W.S., Lima, D.B., Sabelis, M.W., Pallini, A., Gondim, M.G.C., 2014. Limits to ambulatory displacement of coconut mites in absence and presence of food-related cues. *Experimental and Applied Acarology*, 62(4): 449-461.
- Mertins, J.W., Hartdegen, R.W., 2003. The ground skink, *Scincella lateralis*, an unusual host for phoretic deutonymphs of a uropodine mite, *Fuscuropoda marginata*, with a review of analogous mite-host interactions. *The Texas Journal of Science*, 55(1): 33-43.
- Miko, L., Stanko, M., 1991. Small mammals as carriers of non-parasitic mites (Oribatida, Uropodina). Modern acarology. *Proceedings of the VIII International Congress of Acarology*, Held in České Budějovice, Czechoslovakia, 6-11 August, pp. 395-402
- Mitchell, R., 1970. An analysis of dispersal in mites. *The American Naturalist*, 104(939): 425-431.
- Moser, J.C., Konrad, H., Kirisits, T., Carta, L.K., 2005. Phoretic mites and nematode associates of *Scolytus multistriatus* and *Scolytus pygmaeus* (Coleoptera: Scolytidae) in Austria. *Agricultural and Forest Entomology*, 7(2): 169-177.
- Nault, L.R., Styer, W.E., 1969. The dispersal of *Aceria tulipae* and three other grass-infesting eriophyid mites in Ohio. *Annals of the Entomological Society of America*, 62(6): 1446-1455.
- Norton, R.A., 1980. Observations on phoresy by oribatid mites (Acari: Oribatei). *International Journal of Acarology*, 6(2): 121-130.
- Osakabe, Mh., Isobe, H., Kasai, A., Masuda, R., Kubota, S., Umeda, M., 2008. Aerodynamic advantages of upside down take-off for aerial dispersal in Tetranychus spider mites. *Experimental and Applied Acarology*, 44(3): 165-183.
- Otronen, M., Hanski, I., 1983. Movement patterns in Sphaeridium: Differences between species, sexes, and feeding and breeding individuals. *The Journal of Animal Ecology*, 52(3): 663-680.
- Pels, B., 2001. Evolutionary dynamics of dispersal in predatory mites. PhD Dissertation, Faculty of Science, University of Amsterdam, Amsterdam, the Netherlands.
- Peter, C., 1989. A note on the mites associated with the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* in Tami Nadu. *Journal of Insect Science*, 2(2): 160-161.
- Pfingstl, T., 2013. Resistance to fresh and salt water in intertidal mites (Acari: Oribatida): Implications for ecology and hydrochorous dispersal. *Experimental and Applied Acarology*, 61(1): 87-96.
- Poinar Jr, G.O., Curcic, B.P., Cokendolpher, J.C., 1998. Arthropod phoresy involving pseudoscorpions in the past and present. *Acta Arachnologica*, 47(2): 79-96.
- Pusey, A., Wolf, M., 1996. Inbreeding avoidance in animals. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(5): 201-206.
- Revynti, A.M., Egas, M., Janssen, A., Sabelis, M.W., 2018. Prey exploitation and dispersal strategies vary among natural populations of a predatory mite. *Ecology and Evolution*, 8(21): 10384-10394.
- Reynolds, A.M., Bohan, D.A., Bell, J.R., 2007. Ballooning dispersal in arthropod taxa: Conditions at take-off. *Biology Letters*, 3(3): 237-240.
- Rigby, M.C., 1996. Association of a juvenile phoretic uropodid mite with the beach hopper *Traskorchestia traskiana* (Stimpson, 1857) (Crustacea: Talitridae). *Journal of Natural History*, 30(11): 1617-1624.
- Salmane, I., Telnov, D., 2009. Mesostigmata mites (Acari: Parasitiformes) associated with beetles (Insecta: Coleoptera) in Latvia. *Latvijas Entomologs*, 47(1): 58-70.
- Schatz, H., 1991. Arrival and establishment of Acari on oceanic islands. In: F. Dusbábek and V. Bukva (Eds.), *Modern Acarology Prague: Academia Prague and SPB Academic Publishing*, The Hague, pp. 613- 618.
- Schatz, H., 1998. Review Oribatid mites of the Galápagos Islands—faunistics, ecology and speciation. *Experimental & Applied Acarology*, 22: 373-409.
- Seeman, O.D., Walter, D.E., 1995. Life history of *Afrocypholaelaps africana* (Evans) (Acari: Ameroseiidae), a mite inhabiting mangrove flowers and phoretic on honeybees. *Australian Journal of Entomology*, 34(1): 45-50.
- Seeman, O.D., Walter, D.E., 2023. Phoresy and mites: More than just a free ride. *Annual Review of Entomology*, 68(1): 69-88.
- Shvanderov, F.A., 1975. The role of phoresy in the transference of Eriophyoidea. *Zoologicheskii Zhurnal*, 54(3): 458-461.
- Smith, I.M., Cook, D.R., Smith, B.P., 2010. Water mites (Hydrachnidia) and other Arachnids. In: J.H. Thorp and A.P. Covich (Eds.), *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, 3rd Edition, London, Academic Press, pp. 485-586.
- Szymkowiak, P., Górski, G., Bajerlein, D., 2007. Passive dispersal in arachnids. *Biological Letters*, 44(2): 75-101.
- Toft, S., 1995. Two functions of gossamer dispersal in spiders? *Acta Jutlandica*, 70: 257-268.
- Washburn, J.O., Washburn, L., 1984. Active aerial dispersal of minute wingless arthropods: Exploitation of boundary-layer velocity gradients. *Science*, 223(4640): 1088-1089.
- Weisser W.W., McCoy, K.D., Boulinier, T., 2001. Parasitism and predation as causes of dispersal. In: J. Clobert, E. Danchin, A.A. Dhondt and J.D. Nichols (Eds.), *Dispersal*, Oxford: Oxford University Press, pp. 168-188.

- White, P.S., Morran, L., de Roode, J., 2017. Phoresy. *Current Biology*, 27(12): R578-R580.
- Zhang, Z.Q., 2013. Animal biodiversity: An update of classification and diversity in 2013. *Zootaxa*, 3703(1): 5-11.

ALINTI: Berber Tortop, G., Yorulmaz, S., 2024. Akarlarda Yayılım Tipleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 11(3): 367-374.
CITATION: Berber Tortop, G., Yorulmaz, S., 2024. Types of Dispersal in Mites. *Turkish Journal of Agricultural Research*, 11(3): 367-374.
(In Turkish).