

Derleme (Review)

Akarlarda sosyal yaşam

Sociality in mites

Rana AKYAZI^{1*}

Mete SOYSAL

Summary

Although different groupings were made for the mites sociability earlier, the existence of primitive subsocial, subsocial and communal life in mites are accepted today. Previous researches have shown that the sociability has mostly been studied in the species of Tetranychidae. However, the sociality and socially close behaviors have been identified in some parasite and predator species as well as tetranychid. The review has proposed to present information about sociality in mites.

Key words: Subsocal, communal, parental care, waste management, nest building

Özet

Akar sosyal i için önceleri farklı gruplandırmalar yapılmı olsa da, günümüzde, primitif altsosyal (primitive subsocial), altsosyal (subsocial) ve komünal (communal) ya amın varlı ı kabul edilmi tir. Önceki ara tırmalar, sosyal i in daha çok Tetranychidae familyası türlerinde çalı ıldı ını göstermi tir. Ancak, tetranychid'lerden ba ka bazı predatör ve parazit türlerde de sosyallik veya sosyal yakın davranı lar tespit edilmi tir. Derlemede akarlardaki sosyal ya am hakkında bilgi verilmesi amaçlanmı tır.

Anahtar sözcükler: Altsosyal, komünal, ebeveyn koruması, atık yönetimi, yuva yapımı

¹ Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 52200, Ordu

Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ranaakyazi@odu.edu.tr

Alını (Received): 28.05.2015

Kabul edili (Accepted): 13.11.2015

1. Giriş

Böceklerdeki sosyallikle ilgili basılmış pek çok kitap ve yayınlanmış pek çok çalışmaya bulunmaktadır. Akarlar için ise, önceleri sosyallik in kefinde davranışsal ekolojinin erken bir basamak olduğu düşünülmüştür (Yamamura, 1987). Ancak zamanla sosyal akar türleri olduğu anlaşılmıştır (Mori et al., 1999; Mori & Saito, 2004; Sato & Saito, 2006; Sato & Saito, 2007; Oku, 2008; Mailleux et al., 2010; Saito, 2010; Kanazawa et al., 2011; Strodl & Schausberger, 2012; Sato et al., 2013).

Akarlardaki sosyal yaşam ile ilgili yazılan ilk kitap "Plant mites and Sociality" Japon araştırmacı Prof. Dr. Yutaka Saito'ya aittir. Ona göre sosyallik, yetersiz veriye sahip olsa da orijinal olarak ilk kez *Dicrocheles phalaenodectes* Treath (Mesostigmata: Laelapidae)'de Treath (1975) tarafından keşfedilmiştir. O günden buyana akarlar içinde sosyallik in en fazla çalışıldığı grup *Stigmaeopsis* spp. (Prostigmata: Tetranychidae) olmuştur. Predatör akarlardan ise *Hemicheyletia morii* Ehara (Prostigmata: Cheyletidae) (Mori et al., 1999), *Cheyletus eruditus* Schrank (Prostigmata: Cheyletidae) (Boczek, 1959), *Agistemus iburiensis* Ehara (Prostigmata: Stigmaeidae) (Saito, 2010) sosyal davranışları açısından çalışılan türlerdir. Ayrıca Cloutier & Johnson (1993)'ün, *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Mesostigmata: Phytoseiidae)'in biyolojik dönemleri arasındaki ilişkileri incelerken elde ettiği veriler, Saito (2010) tarafından bu türde bir çeşit yavru bakımı olduğu eklenmiş yorumlanmıştır. Parazit akarlardan ise, *Varroa jacobsoni* Oudemans (Mesostigmata: Varroidae)'de sosyal organizasyonun varlığından bahsedilmiştir. Türüne ait özellikler Donze & Guerin (1994) tarafından belirlenmiş ve bu özellikler Saito (2010) tarafından sosyal açıdan değerlendirilmiştir. Gamasid akarlardan *Macrocheles superbus* Vitzthum (Mesostigmata: Macrochelidae)'un ilişkisi ile avlandığı iddia edilse de (Blazak et al., 1990), Walter & Proctor (1999) tarafından bu görüş reddedilmiştir. Dahası, toplu halde bulunmuş sosyal evrim için bir örnek olarak ifade edilerek, *Dermatophagoides pteronyssinus* Trouessart (Astigmata: Pyroglyphidae)'de göç davranışının varlığından bahsedilmiştir (Wilkinson et al., 2002). Bu akar grubunda, aynı yöne toplu hareket çekici bir izin takibine dayandırılmıştır (Mailleux et al., 2010).

Dünyada akarlarda sosyal yaşam ile ilgili yapılmış pek çok çalışmaya olmasına rağmen Türkiye'de bu konuda yapılmış herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmaya ile amaçlanan akarlardaki sosyal yaşamı dikkat çekmek özellikle Türkiye'de var olan türlere bu açıdan da bakılması ve araştırılması noktasında merak uyandırmaktır. Çalışmaya ile akarlarda sosyallik, hangi seviyededir, hangi türlerde sosyal yaşam tespit edilmiştir, akarlarda tespit edilen sosyal ve sosyal yakın davranışları nelerdir konusu günümüze kadar yapılan çalışmalarla tartışılacaktır.

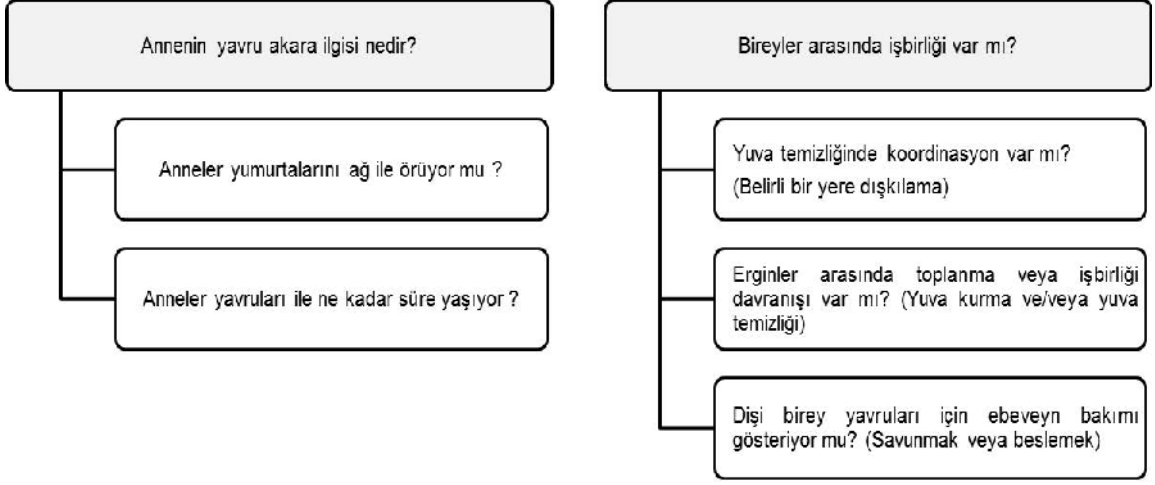
2. Akarlarda Sosyallik

Sosyallik, bir hayvan popülasyonundaki bireylerin ilişkisine dayalı toplumlar oluşturması anlamına gelir ve bazı özelliklere göre alt gruba ayrılır. Bunlar, alt sosyal (subsocial), soliter (solitary), komünal (communal), kuasisosyal (quasisocial), yarı sosyal (semisocial) ve ösosyal (eusocial) olarak sıralanabilir (Anonymous, 2013).

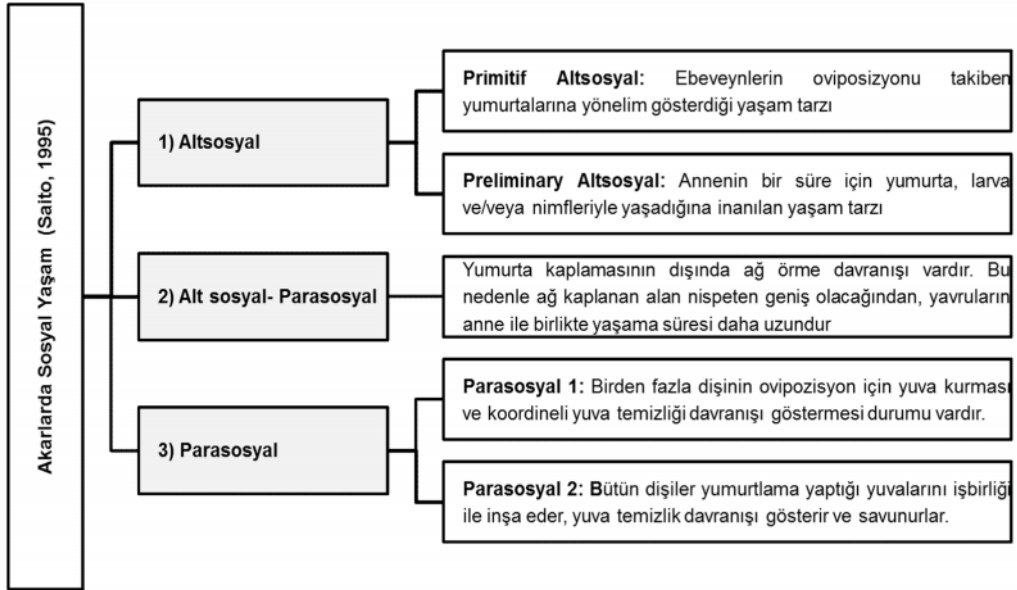
Akarlarda önceleri sadece alt sosyal yaşamın varlığından bahsedilmiştir. İlk olarak, *St. longus* ve *St. miscanthi* türleri, ebeveyn ve yavruların aynı yuva da yaşamaları, yuva yapımı, sanitasyonu ve koruması davranışlarından dolayı altsosyal akarlar olarak nitelendirilmiştir (Saito, 1986a; 1990a).

Sonraki yıllarda Saito (1995), Tetranychinae' de ki sosyal yaşamın derecelendirilmesi için yeni kriterler oluşturmuştur (Çizelge 1). Buna göre; kırmızı örümceklerdeki sosyal yaşam; altsosyal, altsosyal-parasosyal ve parasosyal olmak üzere 3 ana gruba ayrılır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Saito (1995) tarafından 16 kırmızı örümcek türü için sosyalli inin derecelendirilmesinde kullanılan kriterler



Çizelge 2. Saito (1995) tarafından 16 kırmızı örümcek türü için oluşturulan sosyal gruplar



Günümüzde ise akarlardaki sosyal yaşamın derecelendirilmesinde temel üç kriter benimsenmiştir (Saito, 2010). Bunlar;

- Ebeveyn yavru bakım uzunluğu,
- Ebeveyn ve yavruların işbirliği ile yuva yapımı
- Atık yönetimi davranışlarıdır.

Bu kriterler esas alınarak akarlarda 3 tip sosyallikten bahsedilmiştir. Bunlar primitif altsosyal (primitive subsocial), altsosyal (subsocial) ve komünal (communal)'dir (Saito, 2010) (Çizelge 3). Altrosyal yaşamda temel kriter, ebeveynlerin yavru bakım davranışını göstermeleridir. Yavru bakımının süresi ise diğer bazı özelliklerle birlikte sosyallik derecesini komünal yaşamaya yükseltmektedir. Buna göre büyük ve sistemli yuvalarına eden kırmızı örümcek türlerinden ("Woven Nest Type" WN) dönemsel yavru bakımı gösterenler alt sosyal akarlar olarak kabul edilmiştir. Ancak altrosyalik tanımı genişletilecek olursa, yumurtanın ağ ile kaplanması gibi kısa süreli yumurta koruma davranışını gösteren, çoğu kırmızı örümcek türünün primitif alt sosyal veya altrosyal olarak gruplandırılabilirliği ifade edilmiştir. WN yaşam tipine sahip akarlardan birlikteliği ile yuva kurma ve yuva temizliği davranışını yanı sıra uzun süreli ebeveyn bakımı sergileyen türler ise komünal yaşam gösteren akarlar olarak nitelendirilmiştir.

Çizelge 3. *Stigmaeopsis* türlerinde sosyallik (Saito, 2010)

<i>Stigmaeopsis</i> spp.	Yuva Büyüklüğü	Çakılan Nesil Sayısı	Karı Saldırı İddeti	Atık Yönetimi	Sosyallik Derecesi
<i>S. longus</i>	En büyük	3 nesil	En Yüksek	Kimyasal ipuçları ile yuvaya	Komünal
<i>S. miscanthi</i> (HG)*	Büyük	2-3 nesil	Yüksek	Kimyasal ipuçları ile yuva içine	Komünal
<i>S. miscanthi</i> (LW)*	Büyük	2-3 nesil	Yüksek	Kimyasal ipuçları ile yuva içine	Komünal
<i>S. nanjingensis</i>	Orta-Büyük	2-3 nesil	Yüksek	Yuva içine; bilinmeyen ipucu	Komünal
<i>S. celarius</i>	Orta	1-2 nesil	Orta	Dokunsal ipuçları ile yuvaya	Altsosyal
<i>S. takahashii</i>	Küçük	Kısa	Düşük	Dokunsal ipuçları ile yuvaya	Altsosyal
<i>S. tanuinidus</i>	Küçük	Kısa	?	Yuva dışına; bilinmeyen ipucu	Primitif altrosyal
<i>S. saharai</i>	En Küçük	Kısa	Etkisiz	Dokunsal ipuçları ile yuvaya	Primitif altrosyal

*HG: Erkek bireyleri iddetli saldırı davranışını gösteren, LW: Erkek bireyleri zayıf saldırı davranışını gösteren

3. Akarlarda Sosyal ve Sosyal Yakın Davranışlar

3.1. Yavru bakımı (Besleme, koruma vb.)

Akarlarda yavru bakımı gösteren literatüre geçmiş bitki zararlısı, predatör ve parazit akar türleri bulunmaktadır (Saito, 1986a,b, 1990a; Donze & Guerin, 1994; Mori et al., 1999; Zhang, 2002; Mori & Saito, 2004).

Bitki zararlısı akarlardan *St. longus* yuvalarında, her yumurtanın altında gevrek yapıda ağdan bir yatak olduğu belirlenmiştir. Bu davranışın sanitasyon için yumurtanın yaprak yüzeyinden yukarıda tutulması amacıyla yapıldığı ifade edilmiştir (Kanazawa et al., 2011). *Schizotetranychus recki* Ehara (Prostigmata: Tetranychidae) dişi bireyleri ise bıraktıkları her bir yumurtanın etrafına ağdan bir kılıf örerek yumurtalarını predatörlerden korumaya çalışır (Horita et al., 2004).

Bir predatör akar türü olan *H. mori* tarafından da yumurtalar genellikle ipeksi iplikçilerle çevrelenerek koruma altına alınır (Mori et al., 1999). Boczek (1959) *C. eruditus* dişilerinin larva çıkışına kadar yumurta kümelerini koruduklarını belirtmiştir (Saito, 2010). Diğer bir predatör tür *A. iburiensis* dişi bireylerinde, önceden saldırarak kendi yumurtalarını bıraktığı yuvalara tekrar tekrar dönme davranışını gözlenmiştir (Saito et al., 2008). Saito (2010), bu ebeveynin anne bakımı ile ilgili olabileceğini, dişinin yumurtalarını kontrol için geri döndüğünü ifade etmiştir. Diğer bir yavru koruma davranışını *T. bambusae*'de

gözlenmi tir. Ergin di iler beslenme sonrasında, saldırdıkları *St. miscanthi* yuvasına yumurta bırakır. Iğınç olan predatör di inin, saldırdı ı yuvadaki bütün akarları tüketmeden ayrılı ıdır. Bu davranı nı, yumurtalardan çıkacak genç predatörler için yuvada besin kalmasını sa lamak amacı ile yapıldı ı ifade edilmi tir (Sato et al., 2013). Cloutier & Johnson (1993)'a göre *A. cucumeris* nimfleri, besinleri olan thrips larvalarını avlamakta zorluk çekerler. Bu nedenle alternatif besin kayna ının olmadı ı durumlarda, ergin di iler tarafından öldürülen thrips larvaları üzerinde beslenirler. Bu olay Cloutier & Johnson (1993) tarafından sosyal bir davranı olarak dü ünülmemi tir. Ancak, Saito (2010)' ya göre, ebeveyn di iler, yavrularının beslenmeleri için thrips larvalarını avlarlar ve bu bir çe it yavru bakım davranı ıdır.

Parazit bir akar olan *V. jacobsoni* de anne akar, konukçu arı larvasının farklı yerlerinde bulunabilse de, tek bir noktada beslenir. Bunun sebebi çok fazla yerde açıklık olması sonucunda olu acak kanama nedeni ile döllerin bo ularak ölmesini engellemektir. Bu durum Donze & Guerin (1994) tarafından bir tür yavru koruması olarak de erlendirilmi tir. Aynı ara tırmacılara göre, beslenme alanının ortak kullanımı bireyler arasında rekabete yol açar. Bu durumda en dezavantajlı grup protonimfler olacaktır. Bu rekabet di iler tarafından ovipozisyon zamanlaması yapılarak ortadan kaldırılmaktadır.

3.2. Yuva davranı ları

Yavru bakımına ek olarak sergilenen yuva darvanı ları akarlardaki sosyalli i komünel ya am seviyesine yükseltmi tir.

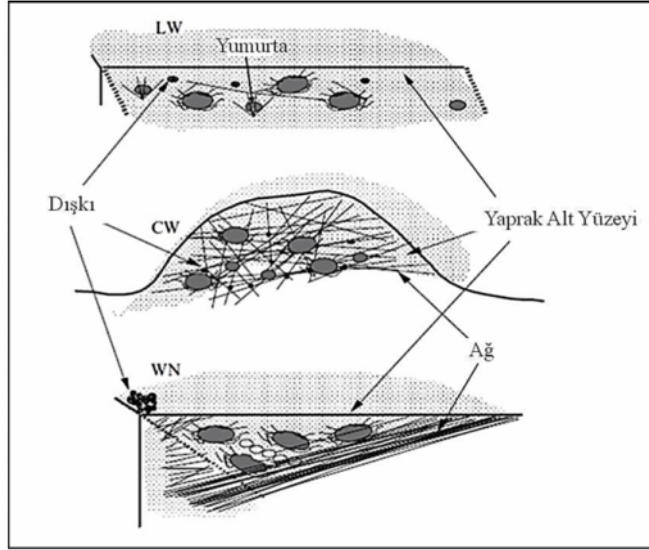
3.2.1. Yuva yapımı ve korunması

Sosyal ya amın temelinde yatan di er bir davranı ta i birli i ile yuva yapımı ve onun idaresidir. Saito (2010) yuva yapma özelliklerine göre akar ya amlarının ekillendi ini ifade etmi tir. Buna göre akarları LW tip (Little Web Type), CW tip (Complicated Web Type) ve WN tip (Woven Nest Type) olmak üzere 3 gruba ayırmı tir (ekil 1). En basit ya ama ekli LW tip olarak adlandırılmı tir. Bu grup akarlarda hiç veya çok az ipek üretimi olup, a dan yuva yapma davranı ı bulunmamaktadır. Hayatı boyunca hiç iplik üretmeyen *Aponychus firmianae* Ma & Yuan (Prostigmata: Tetranychidae) ve sadece yumurtalarını a ile çevreleyen *Ap. corpuzae* Rimando (Prostigmata: Tetranychidae) bu grupta yer alan akarlardır. *Panonychus citri* McGregor (Prostigmata: Tetranychidae) ve *Panonychus ulmi* Koch (Prostigmata: Tetranychidae) de, LW ya am tipine sahip akarlar olarak gruplandırılmı lardır. Ço u *Tetranychus* türü ve *Oligonychus*, *Schizotetranychus* ve *Eotetranychus* cinslerinden bazı akar türleri CW ya am ekline sahip olup, sistemsiz karı ık a lar örme davranı ı sergilemektedirler. WN tip akarlar ise yaprak yüzeyleri üzerinde iplikler ile sistemli binalar ekinde yuva in a eden türler olarak bilinir. Bu türler *St. celarius*, *St. longus*, *St. takahashii*, *St. saharai*, *St. tenuinidus*, *St. nanjingensis*, *Eotetranychus tiliarium* Hermann (Prostigmata: Tetranychidae), *Eotetranychus suginamensis* Yokoyama (Prostigmata: Tetranychidae), *Schizotetranychus schizopus* Zacher (Prostigmata: Tetranychidae), *Sz. brevisetosus* Ehara (Prostigmata: Tetranychidae), *Oligonychus gotohi* Ehara (Prostigmata: Tetranychidae), *Eotetranychus shii* Ehara (Prostigmata: Tetranychidae)'dir (Saito, 2010).

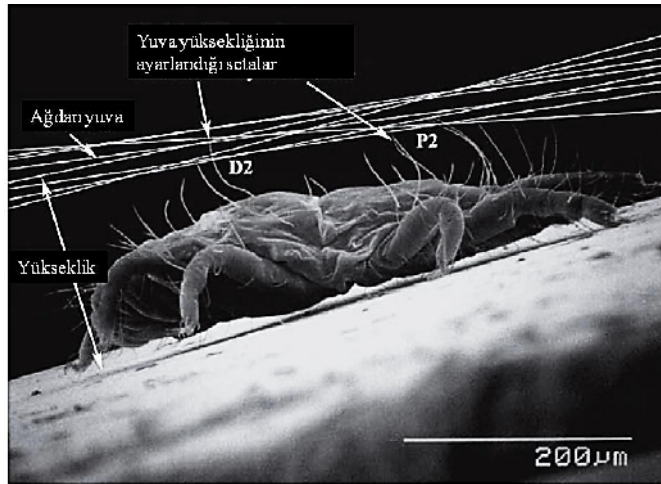
Tarla ko ullarında *Sasa* bambu (Poaceae) üzerinde *St. longus*'un yuva yapma davranı ı incelenmi tir. Yapılan gözlemler bir yuvanın, tek tek yuva üyeleri tarafından eklenerek olu turulan çok sayıda yuva hücrelerinden meydana geldi ini göstermi tir. Gözlenen en büyük yuvanın 37 hücre, 48 di i, 32 erkek ve 631 genç bireyden olu tu u belirlenmi tir (Saito, 1986a). *St. longus* yuvalarının 20 cm' e kadar uzanabilece i de elde edilen verilerdendir (Saito, 2010). *St. miscantii* yuvaları ise *St. longus*'un kilerden biraz daha küçüktür. *St. miscanthi* nin en kalabalık yuvasının 6 birle ik hücreden olu up, 67 yumurta, 95 nimf, 3 ergin erkek ve 5 di i bireyden olu tu u belirlenmi tir (Saito, 1990a).

Yuva büyüklü ü ve yuvadaki birey sayısı, o tür için sosyal ya amın seviyesini etkilemektedir. Örne in, büyük yuvalar içinde kalabalık gruplar halinde ya ayan *St. miscanthi* ve *St. longus* türleri, akarlarda en üst sosyal seviye olan komünel sosyal gruba dahil edilmi lerdir. Halbuki küçük gruplar halinde ya ayan akarlardan *St. takahashii* altsosyal, *St. saharai* ise primitif alt sosyal ya ama sahiplerdir (Çizelge 3) (Saito, 1997; Saito et al., 2004; Saito, 2010).

Bazı akarlarda yuvanın ekil ve yapısının türler tarafından çeşitli özellikler dikkate alınarak belirlendiği tespit edilmiştir. Örneğin, *St. longus* türü ipek aklarla ördükleri yuvalarının yüksekliğini dorsal setalarının yüksekliğine göre ayarlar (ekil 2). Bu setalar adeta yuvanın varlığını algılamak için birer sensör olarak kullanılır (Saito & Takahashi, 1980; Mori & Saito, 2005). Günümüze kadar elde edilen veriler, akarlarda işbirliği içinde yuva inşasında bazı davranışlar olduğunu gösterir niteliktedir.



ekil 1. Kırmızı örümceklere yaşam tipleri (LW, CW, WN) (Saito, 2010).



ekil 2. *Stigmaeopsis longus* tarafından yuva çatı yüksekliğinin ayarlanmasında dorsal setanın fonksiyonu (Saito, 2010).

Akarlarda sosyallikle ilgili gözlenen diğer bir davranışta yuva korumadır. Tüm büyük yuva oluşturan türlerin, predatörlerine karşı güçlü bir savunma yeteneğine sahip oldukları tespit edilmiştir (Saito, 2010). Bu türlerden *St. miscanthi* ve *St. longus*'da ergin dişi ve erkek bireyler, predatörleri olan *T. bombusae*'ye karşı yavrularını ve tüm yuvayı koruma davranışını sergilerler. Genellikle erkek akar, predatör akarı öldürür. (Saito, 1986a, 1990b). Hatta *St. miscanthi* erkeklerinin genç predatörlere saldırmak için işbirliği yaptıkları gözlenmiştir (Sato et al., 2013). *St. nanjingensis*'de de yuva koruma davranışını gözlenmiştir. Erkek *St. nanjingensis* bireyi, predatörü olan *T. bambusae* ile savaşarak yuvayı korumakla görevlidir (Zhang, 2002).

Yuva koruması sergileyen akarlar tipik bir örnek Noktuid kelebeklerin (Lepidoptera: Noctuidae) i itme organı (tympanum)'nı parazitleyen *D. phalaenodectes*' dir. Bu akarın di i bireyleri, farklı amaçlar için i itme organının farklı bo luklarını kullanarak kendileri için bir yuva olu tururlar. Birinci ve ikinci bo luk beslenme ve yumurtlama için seçilmi ken, üçüncü bo luk çiftle me ve di kılardan depolanması için kullanılır. Ergin akarlar davetsiz misafirlerin yuvaya girmesini engelleyerek yuva olarak benimsedikleri bo lukları korurlar (Norton et al., 1993; Saito, 2010).

3.2.2. Yuva temizli i ve atık yönetimi

Yuva temizli i, kitlesel enfeksiyon olu umu ve besin kaynaklarının kirlenmesi gibi grup ya amının beraberinde getirece i olumsuzlukları azaltmak için yapılır (Saito, 2010; Kanazawa & Saito, 2010). Akarlarda yuvanın temizli inde kontrol edilen materyaller; öncelikle di kılar olmak üzere, vücut artıkları (gömlek, ölü beden vs.) ve di er yabancı maddelerdir. Yuva içinde istenmeyen yabancı maddelerin yuvanın temizli i, güvenli i ve popülasyonun gelece i için yönetilmesine kısaca "Atık Yönetimi" denir. Grup ya ayan akarlar da çe itli atık yönetimi ekileri bulunmu tur. Bu durumun akarlar da sosyalli in evrimi ile yakından ili kili oldu u kabul edilmektedir (Treat, 1975; Saito, 1985; Donze & Guerin 1994; Saito, 1995; Sato et al., 2003; Sato & Saito, 2006).

Özellikle bitki zararlısı akarların bitki özsuu ile beslenmelerinden dolayı di kıları suludur. Sulu di kı, ona temas eden akara bula arak ölmesine neden olabilir. Bir kısım akarlar da, yuvaları açısından risk olu turan bu durumu ortadan kaldırmak için di kılama alanı belirlenmi ve tüm yuva bireyleri i birli i içinde aynı yere di kılama davranı ı geli tirmi tir (Saito, 2010).

Akarlar da di kı yönetimi; di kıyı yuva di ina depolama veya di kıyı yuva içinde önceden belirlenen yer veya yerlere depolama olmak üzere iki ekilde gerçekte tirilmektedir. Örne in; *Sz. brevisetosus*, *E. suginamensis* ve *E. shii* di kılarını daima örülmü yuva çatısının di yüzeyinde depolarlar. *Eotetranychus querci* Reeves (Prostigmata: Tetranychidae) ve *Sz. shizopus* di kılarını yuvanın kenarındaki bo lu a yerle tirirler. *Schizotetranychus satoi* Ehara, *Sz. approximatus* Ehara ve *Sz. laevidorsatus* Ehara (Prostigmata: Tetranychidae) ise di kılarını yuvanın di ina rastgele bırakırlar. *S. longus* yuva di inda *St. miscanthi* ise yuva içinde sadece tek bir alanda di kı biriktirme e ilimindedirler (Saito, 1995). *St. saharai* ve *St. takahashii* di kılarını yuva di ina, yuva giri lerinin yakınına depolarlar. Her yuvada iki giri oldu undan tür tarafından iki bölgede di kı depolanır (Sato & Saito, 2006). Bu atık yönetim davranı ı ile yuva alanı ve besin kaynakları (yaprak yüzeyleri) temiz tutulmu olur. Yuva temizli i, i birlikçi çalı ma ile gerçekte tirilmekte olup, yuvadaki tüm bireyler belirlenen yere di kılama yapmaktadır (Saito, 2010). Di er bir tür *Tetranychus kanzawai* Kishida (Prostigmata: Tetranychidae) ise di kılama alanı olarak a ların üzerini kullanır. Tür sarı ve siyah renkli olmak üzere iki farklı renkte di kı üretir. Siyah di kı partikülleri yaprak yüzeylerini kirlmezler. Bu nedenle de popülasyonun sa lı ı için daha çok siyah di kı tercih edilmektedir. Ayrıca siyah di kı partiküllerinin ergin di iler do urganlı ını azalttı ı özellikle yüksek yo unluklarda siyah di kılamanın yapıldı ı belirlenmi tir. Bunun, di i bireyin popülasyonun a ırı artı ını önlemek için sergiledi i bir davranı oldu u dü ünülmektedir (Oku, 2008).

Patojen ile bula ık olma ihtimali yüksek olan akar gömlekleri popülasyon için tehlikeli olabilir. *St. longus* tarafından bu duruma kar ı önlem olarak gömlekler ipeksi iplikler kullanılarak yuva çatısına ba lanır. Böylece yuvada tavana ba lı olan gömleklerde bulunan mantar sporları ve bakteriler yaprak yüzeyine göre daha kolay kurumakta ve zararsız hale gelmektedir. Sonuç olarak bu davranı ile a altında ya ayan akarlar için enfeksiyon tehlikesi hafifletilmi olur (Kanazawa & Saito, 2011).

Yuva temizli i çalı maları daha çok bitki zararlısı akarlardan Tetranychidae familyası türlerinde çalı ılmı olup, predatör ve parazit akarlar da çok fazla ara tırma bulunmamaktadır (Çizelge 3). Sadece bir predatör akar türü olan *H. morii* de yuva temizli i davranı ı gözlenmi tir. birlikçi olarak avlanan bu türde avlanma sonunda avın ölü bedeni tek bir üye tarafından yuvanın di ina atılmaktadır (Mori et al., 1999). Bu davranı ın yuva ve tuzak bölgesinin temizli i için yapıldı ı ifade edilmi tir (Saito, 2010).

Parazit akarlardan ise *V. jacobsoni* de yuva temizli i davranı ı tespit edilmi tir. Bu akarlar dı kılarını bal arılarının peteklerinde bulunan yavru hücrelerinin duvarında özel bir alanda toplar ve burayı dı kılarını depolamak için bir nevi tuvalet olarak kullanırlar (Donze & Guerin, 1994). Di er bir sosyal organizasyon *D. phalaenodectes*'de belirlenmi tir. Noktuid kelebeklerin tympanumundaki 3 farklı bo lu u yuva alanı olarak belirleyen akar, sadece üçüncü bo lu u dı kılardan depolanması için kullanır. Oda üyeleri arasında çevre temizli i için düzenli bir koordinasyon vardır (Norton et al., 1993, Saito, 2010).

3.2.2.1. Dı kılama yerinin bulunması

Yapılan çalı malar dı kılama alanının belirlenmesinde dokunsal ve/veya kimyasal (koku) ipuçlarının kullanıldı ı ve bu yollarla belirlenen yerlere dı kılama yapıldı ını göstermi tir. Dı kılama alanını belirlemede kullanılan ipuçlarının türlere göre farklı oldu u da bildirilmi tir. Bu konuyu netli e kavu turan ara tırmacılar Sato et al. (2003) ve Sato & Saito (2006) olmu tur.

Sato et al. (2003)'na göre *St. miscanthi* de ortamda dı kılama yeri ile ilgili herhangi bir kimyasal ipucu (önceden olu turululu mu dı kılama alanından gelen koku) olmadı ında dı kılama alanı dokunsal uyarılarla belirlenir. Bu kurala göre yuva in a eden di i birey yuvayı ilk kurdu unda, herhangi bir dı kılama yeri ve ondan gelen koku olmadı ından dokunsal uyarılarla dı kılama yerini belirler. Sonraki a amada ise önceden bırakılan dı kılardan gelen kokular yuva üyelerini dı kılama yerine yönlendirecektir. *St. saharai* ve *St. takahashii* de ise dı kılama alanı dokunsal ipuçları ile tanınır (Sato & Saito, 2006).

Sato & Saito (2006) bu akar türlerinde dı kılama davranı larındaki farklılıkları yuva kurma özellikleri ile açıkladı ıdır. Buna göre, *St. takahashii* ve *St. saharai* küçük yuvalar içinde ya ama e ilimi gösteren akarlardır. Bu nedenle iki tür için dı kılama alanının bulunmasında kimyasal ipuçlarının duysal yönlendirmesine gerek kalmamı ıdır. Halbuki büyük yuvalarda ya ayan ve tek bir alanda dı kılama alanı depolayan *St. miscanthi* ve *St. longus* türleri için, depolama alanının bulunmasında daha çok kimyasal ipuçlarının kullanılması, en uygun durumdur.

3.3. Av-Avcı ili kileri

3.3.1. Anti – Predatör Stratejiler

Akarların a ları, yuva özellikleri, dı kılma ve çe itli özel davranı ları ile predatörlerine kar ı kendileri ve yuvalarını savunmak için geli tirdikleri davranı ekilerine “Anti Predatör Stratejiler” denir.

Bazı akar türleri, yiyecek aramaya gelen predatörlerini caydırmak için bitki yüzey yapılarını sı ınak olarak kullanırlar (Venzon et al., 2000; Oku, 2008). Bazı akar türleri ise, olumsuz iklim ko ullarını hafifletmenin yanısıra avlanmayı önlemek için ipeksi iplikler kullanarak a dan yuvalar in a ederler (Saito, 2010; Kanazawa & Saito, 2011).

İginç bir anti predatör davranı *T. kanzawai* de gözlenmi tir. Bu akar dı kısı ile predatörlerinden korunma stratejisi geli tirmi tir. Siyah ve sarı olmak üzere iki farklı renkte dı kılma üreten tür, sarı dı kılma alanını savunma aracı olarak kullanmaktadır. Ancak a lar üzerine bırakılan sarı dı kılma partikülleri en az 5 gün boyunca kıvamını koruyabilirken yaprak üzerindeki hızla kuruyabilir. Bu durum dı kılma alanının predatör üzerindeki etkisini de i tirmektedir. Nitekim taze sarı dı kılma alanının *Neoseiulus womersleyi* Schicha (Mesostigmata: Phytoseiidae) tarafından tüketilen yumurta sayısını azalttı ı gözlenmi ken, eski sarı dı kılma alanının predatör üzerinde herhangi bir etkisi belirlenememi tir (Oku, 2008).

Yuva boyutunun predatörlere kar ı sergilenen savunma mekanizmalarını etkiledi i belirlenmi tir. Örne in, büyük yuva in a eden *St. longus* ve *St. celarius*' da yumurtalar predatörlere kar ı ebeveynler tarafından korunmaktadır. Di er yandan küçük boyutlu yuva kurma e iliminde olan *St. takahashii* ve *St. saharai* ise az sayıda yumurta içeren da ınık yuvalar ile predatörlerini a ırtarak, arama davranı ını engelleme ve predatör i galini önleme amaçlı bir savunma stratejisi geli tirmişlerdir (Saito et al, 2008; Saito, 2010).

Fakat tüm predatörler zararlı akarlar için e it derece tehlikeli olmayabilir. Bir kısmı ba ka türlere özelle mi olabilir. Antipredatör davranı lar zararlı türün ekstra enerji ve zaman kaybetmesine neden olaca ndan türün enerji kayıplarını en aza indirgeyebilmesi için çevresinde sadece kendisi için zararlı predatörler oldu unda antipredatör stratejiler sergilemesi gerekir. Yapılan ara tırmalar akarların, zararlı predatörü tespit için çe itli ipuçlarından faydalandı nı göstermi tir. Bunlar, saldırılan avdan salınan alarm feromları ya da yakın zamanda konspesifik (conspesific) (aynı türe ait ba ka bir organizma) akarla beslenmi predatörden yayılan kokular olabilir (Venzon et al., 2000).

3.3.2. Pusu kurarak i birli i ile avlanma

Predatörlere ait ilginç bir sosyal davranı ise i birli i ile avlanmadır. Bu avlanma ekli *H. morii*' de gözlenmi tir. Türün aktif dönemleri hasır ekinde örülmü yuvalarının altında güçlü pedipalplerini dı arı do ru uzatarak avlarını beklerler. Böylece av için "pusu" kurulmu olur. Bireylerden bir tanesi, av ile temasa geçti inde, uzantıları ile avı yakalar. Yakalamanın ardından di er yuva üyeleri yardıma gelerek av etkisiz hale getirilir. Sonrasında toplu olarak beslenme gerçekleşir. Iginç olan birlikte beslenen bireyler arasında herhangi bir saldırganlık davranı nın olmayı ıdır (Mori et al., 1999). birlikti avlanma ile büyük ve güçlü avlar menüye eklenebilir. Böylece, genç bireyler için avlanma ve beslenme fırsatı do ar. Bu durum *H. morii* de, bir tür ebeveyn bakımını ortaya koyar. Ayrıca, di ilerın iterparous ovipozisyon göstermeleri ve uzun ömürlü olması da nesillerin konumsal ve zamansal çakı masına neden olur. Tüm ileri sürülen sebeplerden dolayı *H. mori*'nin altsosyal hayatı oldu u varsayılmaktadır (Mori et al., 1999).

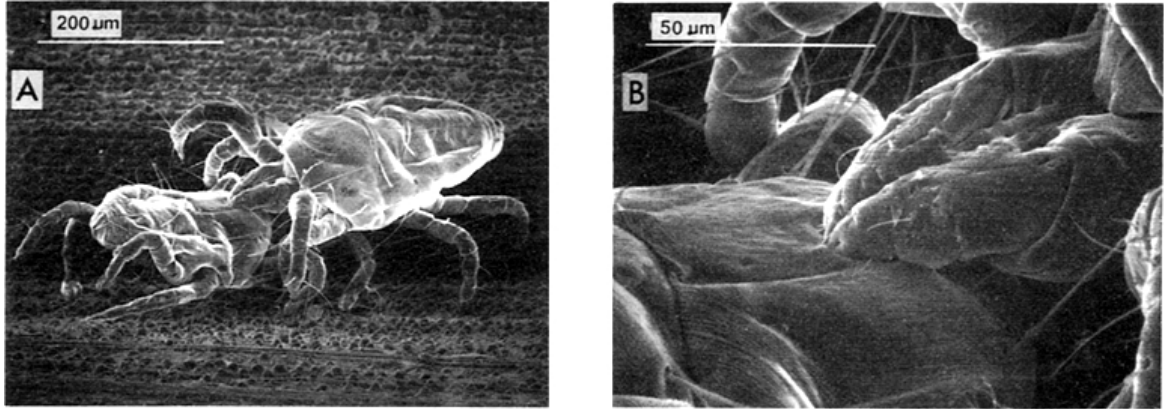
Aynı ekilde Blazak et al. (1990) gamasid akar olan *M. superbus*' un oligochaete solucanlar (Annelida: Oligochaeta)'ı i birli i ile avladı nı ifade etmi lerdir. Ancak Walter & Proctor (1999) bu türde i birlikti avlanmanın mümkün olmadığını savunmaktadırlar. Onlara göre ilk saldırı tek bir akar tarafından gerçekleşmektedir. Sonrasında ya ölü beden di erlerini cezbetmekte ya da ölü bedenle tesadüfen kar ıla ılmaktadır. Böylece zamanla av üzerinde farklı ekillerde bir araya gelme ve topluca beslenme gerçekleşmektedir. Bireyler arasında avlanma ve beslenme için herhangi bir organizasyon tespit edilmemi tir (Saito, 2010).

3.4. Üyeler ve ili kileri

3.4.1. Erkek - Erkek ili kileri

Grup içinde üremek için erkekler arasında bir yarı vardır. Akraba ve akraba olmayan bireylerin birlikte girdi i bu yarı ta koloni içinde saldırgan davranı lar üst düzeye ula bilirdir (Saito, 1990a). Özellikle üst sosyallik seviyesinde olan türlerde kar ı saldırı iddetinin çok daha iddetli oldu u belirlenmi tir (Çizelge 3). Sato et al., (2013)' a göre çiftle mek için di i u runa yapılan erkek çatı maları daha çok akraba olmayan bireylerde görülmektedir. Çiftle me rekabetinde olan erkekler yuvalarının içinde rakip erkekleri öldürerek kendi haremını kurar. Sonuçta ise, saldırganlık akraba olmayanların aleyhine geli ir. Böylece akraba olanlar üremeye devam ederler.

Saito (1990a) tarafından yapılan bir çalı mada *St. miscanthi* yuvasına ikinci erkek giri inden bir süre sonra ço unlukla erkeklerden bir tanesi yuva içinde ya da dı nda ölü olarak bulunmu tur. *St. miscanthi* erke i a ız parçaları ile yuvaya giren di er erkek bireyi dorsumundan yakalar ve iyice yassıla ana kadar emmeye devam eder. Emme esnasında palpiller kuvvetli bir ekilde ma lup erkek bireyin prodorsumu üzerine bastırılır (ekil 3). *St. longus* yuvasında ise erkek bireylere kar ı daha yumu ak bir saldırı davranı ı vardır. En azından yuvada ölü erkek tespit edilmemi tir. Bu ekildeki kuvvetli kar ı koyma davranı ı ancak predatörlere kar ı gösterilir. Bu durumda *St. miscanthi* ile *St. longus* arasında çiftle me sistemleri açısından farklılık oldu u *St. miscanthi*'de harem tipi polijini (çok e lilik), *St. longus* da ise scramble (mücadeleci) tipi polijini oldu u kanaatine varılmı tır (Saito, 1990a).



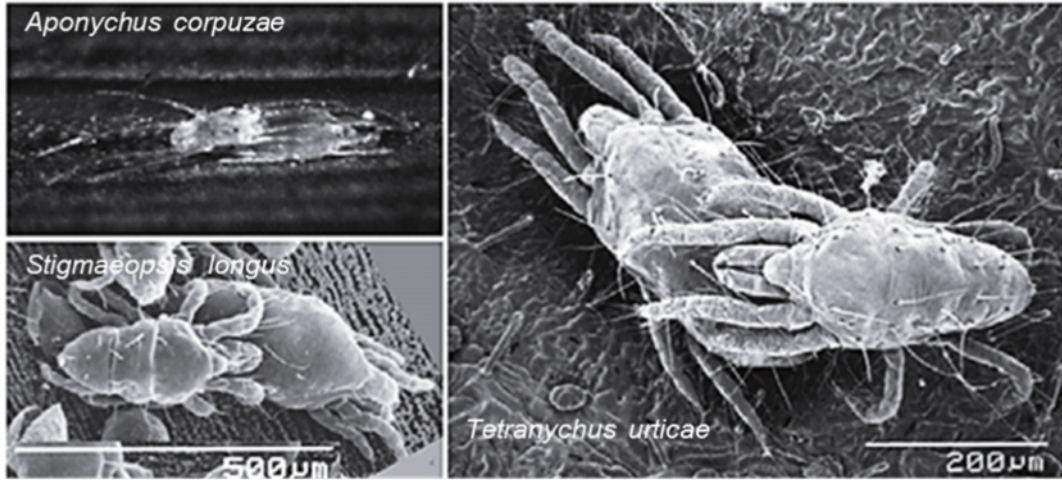
ekil 3. *Stigmaeopsis miscanthi*'de erkek-erkek çatı ması A) Erkek birey (Sağ) diğ er erkek bireyin (sol) vücut sıvısını emerken B) Emgi yapan erkek bireyin ağız parçaları (Saito, 1990a).

Erkek-erkek çatı masında zafer, kullanılan savaş aletleri ile de yakından ilgilidir. Akarlar saldırı sırasında farklı vücut kısımlarını kullanarak mücadele ederler. Örneğin, *Tetranychus urticae* Koch (Prostigmata: Tetranychidae) erkekleri kavga sırasında stilet ve salgılarını kullanırlarken, *P. citri* erkekleri ise daha çok 1. çift bacaklarını boksör gibi kullanarak mücadele ederler. Ancak bazen stilet ve salgıları ile de savaşabilirler. *St. miscanthi* benzer şekilde erkek çatı malarında stiletlerini savunma aracı olarak kullanır (Saito, 1990a; Saito, 2010). Türün erkek bireylerinin kavgada kullandığı 1. çift bacak (Tarsus1+tibia1) uzunlukları ölçülerek kavganın sonunda kazananın genellikle daha uzun bacağına sahip olan bireyler olduğu bulunmuştur (Saito, 1990c). Potter et al. (1976) ise, *T. urticae*'de erkek-erkek mücadelesinde vücut büyüklüğünün galibiyeti belirleyen önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Ayrıca rakip erkek cheliceral styletlerle ile yaralanabilir ve kavganın ölümü ile sonuçlanabilir.

Bazen aynı türün erkek bireyleri arasında dimorfizm olabilir. Örneğin *Sancassania (Caloglyphus) berlesei* Michael (Astigmata: Acaridae) de iki farklı erkek formu belirlenmiştir. Bunlardan bir tanesi, diğ er erkek bireyi öldürmek için kalınlaşmış 3. çift bacaklara sahip olan savaşçı erkeklerken, diğ eri, modifiye olmuş bacakları olmayan formlardır. İlginci olan bu erkek bireylerin diğ er erkeklerle karşı saldırganlık göstermediğidir. Ayrıca savaşçı erkek bireylerin sadece düşük popülasyon yoğunluklarında olduğu da gözlemlenmiştir. Böylece savaşçı erkek, diğ er erkek bireylere karşı modifiye olmuş bacakları ile bir üstünlük kuracak, onları çoğunlukla öldürerek kendi haremını kuracaktır (Radwan, 1993).

3.4.2. Erkek – Diğ er ili kileri

Akarlarda çiftleşme öncesi (prekopülasyon) korunması görülür (ekil 4). *Tetranychus urticae*, *St. longus* ve *Ap. corpuzae* (Potter et al., 1976) ve *M. muscaedomesticae* (Yasui, 1988) çiftleşme öncesi diğ er korunması gösteren türlerdendir (Saito, 2010). Bu koruma davranışı, kazanılan diğ er erkeklerden uzak tutmak için sergilenir. *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Sarı çay akarı) (Prostigmata: Tarsonemidae)'da ilginç bir erkek-diğ er ili kisi tespit edilmiştir. Türün bireyleri ergin olmadan önce durgun bir dönem (nimf) geçirirler. İlginci olan durgun dönemin erkekler tarafından ergin oluncaya kadar 4. çift bacakları ile taınmasıdır. Daha da ilginç sadece diğ er olacak nimflerin erkekler için çekici özellikte olması ve ergin çıkışına kadar erkekler tarafından taınması ve ergin olunca da hemen çiftleşmeleridir (Klingeman & Hale, 2003; Baker, 2010).



ekil 4. Tetranychid türlerde çiftleşme öncesi erkek birey (üst) de dişi (alt) bireyi koruma davranışı (Saito, 2010).

3.4.3. Akraba bireylerle ilgili kiler

Bir akar kolonisindeki bireyler, akrabalarını veya daha önceden rastladıkları bireyleri tanıyabilirler mi? Eğer tanıyabilirlerse bu durumun ilgili kiler üzerine herhangi bir etkisi olabilir mi?

Yapılan araştırmalar, grup ya da ayan birçok türde, bireylerin yakın akraba bireyleri veya önceki ilgili kilerine dayalı olarak tanıdığı yabancı bireyleri ayırt etme yeteneğine sahip olduklarını göstermiştir (Mateo, 2004). Bu nedenle sosyal yakınlık grup üyeleri arasında tür içi çatışmaları hafifletmektedir (Delbarco-Trillo et al., 2009). Ayrıca toplu yaşamın maliyetini azaltarak gençlerin daha iyi gelişmesini sağlamaktır. Çünkü sosyal yakın bir çevrede saldırı ve besin arama için harcanan zaman azaltılıp besinlerden elde edilen enerji israf edilmeden, daha çok gelişme ve büyüme için kullanılır. Dişiler yandan koloni içinde yabancı bireylerin varlığı, tür içi çatışmaları artırarak enerji israfına neden olmaktadır. Bu durum genç bireylerin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Giraldeau, 2008; Strodl & Schausberger, 2012). *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Mesostigmata: Phytoseiidae)'in yakın akraba bireyleri ile yetiştirilen protonimflerinin, yabancı bireyler arasındakilere göre, daha düşük avlanma oranına sahip oldukları belirlenmiştir. İlginç olan iki grubun gelişme süreleri arasında herhangi bir farklılık olmayıdır. Ayrıca sosyal yakınlığın larval dönemdeki etkilerle ortaya çıktığı, zamanla kaybedilmediği ve ergin dönemde devam ettiği de tespit edilmiştir (Strodl & Schausberger, 2012).

Usher & Davis (1983) *Hp. aculeifer* de sib-kanibalizm' den kaçma davranışını tespit etmiş ve bunu sosyal olarak değerlendirilmiştir. Peki bu özelliği tek başına sosyal olarak anlamak doğru olur mu? Bu durumda *Iphiseius degenerans* Berlese (Mesostigmata: Phytoseiidae)'in konspesifik yumurtalarını yerken kendi yumurtalarını yememeleri (Faraji et al., 2000), *Tp. bambusae*'nin uzun süre besin alamadığı koşullarda dahi kendi döllerini beslenmemeleri (Saito & Mori, 1975; Chittenden & Saito, 2001), bu türlerde sosyal yaşamın ilmiyi artırıyor mu? Bu soruların ileride yapılacak çalışmalarıyla netleşmesi beklenmektedir.

3.4.4. Birlikte hareket, göç davranışı ve feromonlar

Evrimsel açıdan ilginç bir bakış açısı olsa da kümelenme sosyal evrim için bir önkoşuldur (Saito, 2010). Akarlarda toz akarı türlerinden, *D. pteronyssinus*'da göç davranışının gözlemlenmiştir. Yaşam alanında besinin azalması ve birey sayısının popülasyonun taşıma kapasitesinin üstüne çıkması durumunda, popülasyonu oluşturan bireylerde toplu bir şekilde buldukları yeri terk etme yani göç etme davranışının ortaya çıktığıdır (Wilkinson et al., 2002). Göç olayında konspesifik bireyler ile olan etkileşimler göç yolunun seçiminde etkili olmuştur. İlginç olan akarların göç yoluna çekici bir iz bırakması ve grubun o izi

takip ederek aynı yöne hareket etmi olmalarıdır (Mailleux et al., 2010). Kuwahara et al. (1982) ve Kuwahara (1990) acarid akarlarda toplanma ve da ilma feromonlarının bulundu unu bildirmi lerdir. Türkiye de ise Türkuçar ve Toros (1992), *Carpoglyphus lactis* (L.), *Suidasia medanensis* Oudemans, *Lardoglyphus konoji* (Sasa & Asanuma) (Astigmata: Corpoglyphidae, Suidasiidae, Lardoglyphidae), *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau), *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), *T. similis* Volgin, *T. perniciosus* Zakhvatkin, *T. neiswanderi* Johnson & Bruce, *Rhizoglyphus* sp. *roblni* Claparede, *Schwiebea* sp. (Astigmata: Acaridae) türlerinde alarm feromonunun varlı ından bahsetmi lerdir.

Di er yandan Pallini et al. (1997), *T. urticae*'nin konspesifik türler ile bula ık bitkilerden yayılan kokuları alarak o bitkilere do ru yönelme ve onlar üzerinde toplanma e ilimi gösterdi ini bildirmi lerdir.

Tetranychus urticae'nin konukçu bitkinin uç kısımlarında top halinde büyük kümelenmeler meydana getirdi i bilinmektedir. Popülasyon hangi ko ullar altında bireysel hareket yerine toplu bir yönelme gösterir? Clotuche et al. (2011) bu akar kümesinin nasıl olu tu unu incelemi lerdir. Onlara göre bu hareketi tetikleyen faktörler muhtemelen gıda kıtlı ı ve akar yo unlu unun artmasıdır. Bitki tükendi inde akarlar bitkinin tepe noktasına do ru tırmanmaya ba lar. Bu yükselme kendi kendini güçlendirmektedir. Yani önceden tırmanan akarların sayısı arttıkça bitki tepesine do ru tırmanma e iliminde de artı gözlenmi tir. Göç eden bireylerin ipek ipliklerini takip ettikleri dü ünülmektedir. Göç süresince iplik eklenmesi, a olu umu desteklenmektedir. Halbuki topun olu umundan önce akarlar bitkinin tepesine kadar çıkar fakat hemen bitkiye geri dönerler, orda kalmazlar. pek miktarının artması yeni akarların geli ini uyarmaktadır. Iğınç olan topun olu umunun ba ında akarların bir küme olu turması ve 24 saat sonra kümelenen akarların ipek topun içine hapsolarak ölmeleridir. Topa daha sonradan ula an bireyler ise ölmeyeceklerdir. Top esas olarak genç dönemdeki bireylerden olu ur.

Yapılan farklı çalı malar kırmızı örümcekler tarafından kullanılan ipek iplikler gibi, iz feromonlarının (Yano, 2008) büyüme ve toplanma kararlarına yol açabilece ine i aret etmektedir (Roessingh, 1990; Fitzgerald, 2003; Mailleux et al., 2010). Kırmızı örümceklerden ba ka tyedeiid ve asciid akarlarda da yaprakların alt yüzeyinde kümelenme davranı ı gözlenmi tir (Saito, 2010).

Akarlarda toplanma ve da ilma feromonlarından ba ka e ey feromonlarının varlı ından da bahsedilmi tir. *T. urticae*'nin kuyessens deutonimflerinin erkek bireyi cezbeden kimyasallar içerdikleri ifade edilmi tir (Cone et al., 1971). Bu kimyasallar daha sonra di i e ey feromonu olarak adlandırılmı tir. Royalty et al. (1992) di i *T. urticae*'de erkek bireyleri cezbeden e ey feromonu oldu unu kanıtlamı lar. Ergin ve ergin öncesi dönemlerdeki di i bireylerden elde edilen ekstraların erkek bireyi cezbedti i fakat kuyessens deutonimfden elde edilen ekstraların çekici etkisinin daha yüksek oldu u tespit edilmi tir. *Tetranychus urticae*'de erkek di i ili kileri pek çok ara tırmacı tarafından gözlenmi tir. Buna göre cezbedilen erkek önbacakları ve palpleri ile di inin idiosomasına dokunarak hareketsiz kalabilir, gerekirse di i nimfe sahip olmak isteyen erkeklerle sava ır, di iye gömlektan çıkması için yardımcı olur ve çıkar çıkmazda çiftle me e ilimi gösterir (Lainig, 1969; Potter et al., 1976; Cone, 1985; Royalty et al., 1992).

4. Sonuç ve Öneriler

Zararlı ya da faydalı türlerin kontrolü, bu türlerin davranı sal özelliklerinin do ru ve tam olarak belirlenmesine dayanmaktadır. Davranı lar açısından en iyi incelenen hareketlerin sosyal ya ayan böceklerle ait oldu u ifade edilmi tir. Akar davranı larına yönelik çalı malar, akarlarda yavru bakımı, yuva yapımı, korunması, sanitasyonuna yönelik sosyal ve sosyal yakın davranı ların hatta toplanma, alarm, e ey feromonlarının varlı ına dair kanıtlar sunmu tur.

Bu durumda elde edilen davranı sal özellikler, böceklerde oldu u gibi, akar mücadelesi ile ili kilendirilebilir mi? Bu konuda, çalı malar oldukça sınırlı seviyededir. Türkiye'deki akar türlerinin sosyal davranı lar açısından incelenerek, mücadelede bu ili kilerin nasıl kullanılabilece ine ili kin ara tırmalar yapılmasının faydalı olaca ı dü ünülmektedir.

Te ekkür

Çalı mada kullanılan bazı kaynakların teminindeki katkılarından dolayı Prof. Dr. Yutaka Saito (Hokkaido University, Research Faculty of Agriculture Sapporo, Hokkaido, Japan), Prof. Dr. Ay egül KARATA (Ni de Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ni de) ve Dr. Yukie Sato (University of Tsukuba, Sugadaira Montane Research Center Tsukuba, Japan)'ya te ekkür ederiz. Ayrıca harcadıkları zaman ve de erli tavsiyelerinden dolayı sayın hakemlere de te ekkürü borç biliriz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Anonymous, 2013. Sociality. (Web sayfası: <http://en.wikipedia.org/wiki/Sociality>) (Eri im tarihi: Ekim 2015).
- Baker, J. R., 2010. Cyclamen mite and broad mite. Ornamental and Turf Insect Information Notes. (Web sayfası: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/ent/notes/O&T/flowers/note28/note28.html>) (Eri im tarihi: Ekim 2015).
- Blazak, C., Ehrensberger & R. Schuster, 1990. Beiträge zur Kenntnis der lebenweise der litoralmilbe *Macrocheles superbus* Hull, 1918 (Acarina: Gamasina). Osnabrücker naturewiss Mitt, 16: 51-62.
- Boczek, J., 1959. Biologia I ekologia sierposza rozkuskowka (*Cheyletus eruditus*) (Schrank, 1781) (Acarina, Cheyletidae). Press Naukowe IVR, 175-230 pp.
- Chittenden, A. R. & Y. Saito, 2001. Why are there feeding and nonfeeding larvae in phytoseiid mites (Acari, Phytoseiidae). Journal of Ethology, 19: 55-62.
- Clotuche, G., A.C. Maillieux, A. Astudillo Fernandez, J.L. Deneubourg, C. Detrain & T. Hance, 2011. The formation of collective silk balls in the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. PLoS ONE 6(4): e18854. doi: 10.1371/journal.pone.0018854.
- Cloutier, C. & S. Johnson, 1993. Interactron between life stages in a phytoseiid predator: western flower thrips prey killed by adults as food for protonymphs of *Amblyseius cucumeris*. Experimental and Applied Acarology, 17: 441-449.
- Cone, W.W., 1985. Mating and Chemical Communication, 243-252", In: Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 1A, (Eds. W. Helle & M.W. Sabelis). World Crop Pests. Elsevier, Amsterdam.
- Cone, W.W., L.M. Mcdonoug, J.C. Maitlen & S. Burdajewicz, 1971. Pheromone studies of the two-spotted spider mite. 1. Evidence of a sex pheromone. Journal of Economic Entomology, 64: 355- 358.
- Delbarco-Trillo, J., M.E. Mc Phee & R.E. Johnston, 2009. Nonagonistic familiarity decreases aggression in male Turkish hamsters, *Mesocricetus brandti*. Animal Behaviour, 77: 389-393.
- Donze, G. & P.M. Guerin, 1994. Behavioural attributes and parental care of Varroa mites parasiting honeybee brood. Behavioral Ecology and Sociobiology, 34: 305-319.
- Faraji, F., A. Janssen, P.C.J. Van Rijn & M.W. Sabelis, 2000. Kin recognition by the predatory mite *Iphiseius degenerans*: discrimination among own, conspecific and heterospecific eggs. Ecological Entomology, 25: 147-155.
- Fitzgerald, T.D., 2003. Role of trail pheromone in foraging and processionary behaviour of pine processionary caterpillars *Thaumetopoea pityocampa*. Journal of Chemical Ecology, 29: 513-532.
- Giraldeau, L.A., 2008. Solitary Foraging Strategies. 233-255" In: Behavioural Ecology: An Evolutionary Perspective on Behaviour. (Eds. E. Danchin, L. A. Giraldeau & F. Cezilly). Oxford University Press, Oxford, 912 pp.
- Horita, M., A.R. Chittenden, Y. Sato & Y. Saito, 2004. Function of web box as an anti-predator barrier in the spider mite, *Schizotetranychus recki*. Journal of Ethology, 22: 105-108.
- Kanazawa, M., S. Ken & Y. Saito, 2011. Silk threads function as an adhesive cleaner for nest space in a social spider mite. Proceedings of the Royal Society Biological Sciences Series B, 278: 1653-1660.
- Klingeman, B. & F. Hale, 2003. Little broad mites cause big headaches for growers. Tennessee Green Times, 4: 24-25.
- Kuwahara, Y., 1990. Chemical studies on astigmatid mites: opisthonal gland secretions and body surface components with biological functions. Journal of Pest Science, 15: 613-619.
- Kuwahara, Y., L.T. My-Yen, Y. Tominaga, K. Matsumoto & Y. Wada, 1982. 1,3,5,7-Tetramethyldecyl formate, lardolure: aggregation pheromone of the acarid mite, *Lardoglyphus konoi* (Sasa et Asanuma) (Acarina: Acaridae). Agricultural and Biological Chemistry, 45: 2283-2291.
- Laing, J. E., 1969. Life history and life table of *Tetranychus urticae* Koch. Acarologia 11: 32-42.

- Mailleux, A.C., A.A. Fernandez, G.S. Martin, C. Detrain & J.L. Deneubourg, 2010. Collective migration in house dust mites. *Ethology*, 117(1): 72-82.
- Mateo, J.M., 2004. Recognition systems and biological organization: the perception component of social recognition. *Annales Zoologici Fennici*, 41: 729-745.
- Mori, H., Y. Saito & Y. Tho, 1999. Cooperative group predation in a sit-and-wait cheyletid mite. *Experimental and Applied Acarology*, 23: 643-65.
- Mori, K. & Y. Saito, 2004. Nest size variation reflecting anti-predator strategies in social spider mites of *Stigmaeopsis* (Acari: Tetranychidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56: 201-206.
- Mori, K. & Y. Saito, 2005. Variation in social behavior within a spider mite genus, *Stigmaeopsis* (Acari: Tetranychidae). *Behavioral Ecology*, 16 (1): 232-238.
- Norton, R.A., J.B. Kethley, D.E. Johnston & B.M. O'Connor, 1993. Phylogenetic perspectives on genetic systems and reproductive modes of mites, 8-99". In: *Evolution and diversity of sex ratio in insects and mites*. (Eds. D.L. Wrensch & M.A. Ebbert). Chapman & Hall, New York.
- Oku, K., 2008. Role of excreta in predator avoidance by the Kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai*. *European Journal of Entomology*, 5: 619-623.
- Pallini, A., A. Janssen & M.W. Sabelis, 1997. Odour-mediated responses of phytophagous mites to conspecific and heterospecific competitors. *Oecologia (Berl)* 110: 179-185.
- Potter, D.A., D.L. Wrensch & D.E. Johnston, 1976. Guarding aggressive behaviour and mating success in male two-dotted spider mites. *Annals of the Entomological Society of America*, 69: 707-711.
- Radwan, J., 1993. The adaptive significance of male polymorphism in the acarid mite *Caloglyphus berlesei*. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 33: 201-208.
- Roessingh, P., 1990. Chemical marker from silk of *Yponomeuta cagnagallus*. *Journal of Chemical Ecology*, 16: 2203-2216.
- Royalty, R.N., P.L. Phelan & F.R. Hall, 1992. Arrestment of male twospotted spider mite caused by female sex pheromone. *Journal of Chemical Ecology*, 18: 137-153.
- Saito, Y., 1985. Life Types of Spider Mites, 253-264". In: *Spider Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol 1A. (Eds. W. Helle & M. W. Sabelis). Elsevier, Amsterdam.
- Saito, Y., 1986a. Biparental defence in a spider mite (Acari: Tetranychidae) infesting *Sasa* bamboo. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18: 377-386.
- Saito, Y., 1986b. Prey kills predator: counter-attack success of a spider mite against its specific phytoseiid predator. *Experimental and Applied Acarology*, 2: 47-62.
- Saito, Y., 1990a. "Harem" and "non-harem" type mating systems in two species of subsocial spider mites (Acari, Tetranychidae). *Researches on Population Ecology*, 32: 1-16.
- Saito, Y., 1990b. Life history and food habit of *Typhlodromus bambusae* Ehara, a specific predator of *Schizotetranychus celarius* (Banks) (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology*, 10: 45-51.
- Saito, Y., 1990c. Factors determining harem ownership in a subsocial spider mite (Acari, Tetranychidae). *Journal of Ethology*, 8: 37-43.
- Saito, Y., 1995. Sociobiological aspects of spider mite life types. *Journal of the Acarological Society of Japan*, 4: 55-67.
- Saito, Y., 1997. Sociality and kin selection in Acari, 443-457". In: *The evolution of social behaviour in insects and arachnids*. (Eds. J. C. Choe & B. J. Crespi). Cambridge University Press, Cambridge, 552pp.
- Saito, Y., 2010. *Plant Mites and Sociality: Diversity and Evolution*. Springer. 187 pp.
- Saito, Y., A.R. Chittenden, K. Mori, K. Ito & A. Yamauchi, 2008. An overlooked side effect of nest scattering behavior to decrease predation risk (Acari; Tetranychidae, Stigmaeidae). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 63: 33-42.
- Saito, Y. & H. Mori, 1975. The effects of pollen as an alternative food for three species of phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae). *Memoirs of Faculty of Agriculture Hokkaido University*, 9: 236-246.
- Saito, Y., K. Mori, T. Sakagami & J. Lin, 2004. Reinstatement of the genus *Stigmaeopsis* Banks, with descriptions of two new species (Acari, Tetranychidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 97: 635-646.

- Saito, Y. & K. Takahashi, 1980. Study on variation of *Schizotetranychus celarius* (Banks) I. Preliminary descriptions of morphological and life type variation. Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology, 24: 62-70.
- Sato, Y., Y. Saito & T. Sakagami, 2003. Rules for nest sanitation in a social spider mite, *Schizotetranychus miscanthi* Saito (Acari: Tetranychidae). Ethology, 109: 713-724.
- Sato, Y. & Y. Saito, 2006. Nest sanitation in social spider mites: interspecific differences in defecation behavior. Ethology, 112: 664-669.
- Sato, Y. & Y. Saito, 2007. Evolutionary view of waste management behavior using volatile chemical cues in social spider mites. Journal of Ethology, 26: 267-272.
- Sato, Y., M. Egas, M.W. Sabelis & A. Mochizuki, 2013. Male-male aggression peaks at intermediate relatedness in a social spider mite. Ecology and Evolution, 3(8): 2661-9.
- Strodl, M.A. & P. Schausberger, 2012. Social familiarity modulates group living and foraging behavior of juvenile predatory mites. Naturwissenschaften, 99 (4) : 03.
- Treat, A.E., 1975. Mites of moths and butterflies. Cornell University Press/Com stock, Ithaca, NY, 368 pp.
- Türkuçar, A.S. & S. Toros, 1992. Böceklerde kemoreseptörler. Türkiye Entomoloji Dergisi, 16(4): 243-256.
- Usher, M. B. & P. R. Davis, 1983. The biology of *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini) (Mesostigmata): is there a tendency towards social behaviour? Acarologia, 24: 243-250.
- Venzon, M., A. Janssen, A. Pallini & M.W. Sabelis, 2000. Diet of a polyphagous arthropod predator affects refuge seeking of its thrips prey. Animal Behaviour, 60: 369-375.
- Walter, D.E. & H.C. Proctor, 1999. Mites: ecology, evolution and behaviour. CABI Publishing, Oxon, 322 pp.
- Wilkinson, T., J. Horwood, P. Cox, D. Crowther, I. Ridley, S. Pretlove & T. Oreszczyn, 2002. Factors affecting the carrying capacity (K) of mattress for the house dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). Proceedings of the 11th International Congress of Acarology (8–13 September 2002, Mexico), 726 pp.
- Yamamura, N., 1987. Biparental defence in a subsocial spider mite. Trends in Ecology & Evolution, 2: 26–27.
- Yano, S., 2008. Collective and solitary behaviors of two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) are induced by trail following. Annals of the Entomological Society of America, 101: 247–252.
- Yasui, Y., 1988. Sperm competition of *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli) (Acarina: Mesostigmata: Macrochelidae), with special reference to precopulatory mate guarding behavior. Journal of Ethology, 6: 83–90.
- Zhang, Y.X., 2002. Studies on Factors Causing Outbreaks of Pest Mites in Bamboo Forests in Fujian, China. PhD dissertation, Hokkaido University, Sapporo.