

**Dişi ve Erkek *Galeodes araneoides* (Pallas, 1772) (Galeoidae: Solifugae) Türünde  
Raket Organ Morfolojisinin Kıyaslanması**

**\*Melek ERDEK<sup>1</sup>, Nazife YİĞİT<sup>2</sup>, Abdullah BAYRAM<sup>3</sup>, İlkay ÇORAK ÖCAL<sup>1</sup>,  
Abdullah MELEKOĞLU<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Biyoloji ABD, 71450 Yahşihan, Kırıkkale

<sup>2</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Fen Ed. Fak., Biyoloji Böl., 71450 Yahşihan, Kırıkkale

<sup>3</sup> YÖK Denetleme Kurul Üyesi, Bilkent, Ankara

**Yayın Kodu (Article Code): 10-17A**

**Özet:** Bu çalışmada *Galeodes araneoides* (Pallas, 1772) (Galeodidae, Solifugae) türüne ait dişi ve erkek bireyin raket organlarının morfolojik yapıları stereo mikroskop ve taramalı elektron mikroskopunda kıyaslamalı olarak incelenmiştir. Her bir raket organ bacağa bağlı bir sap ve uç kısma doğru genişleyen üçgensel bir fanın oluşur. Her bir fanın distalinde yüzeyi dalgalı oluk benzeri yapı bulunmaktadır. Dişi ve erkek bireylerde malleoli morfolojik olarak eşeyssel dimorfizm göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Böğü, Solifugae *Galeodes araneoides*, Galeodidae, malleolus (raket organ), morfoloji, SEM (Taramalı Elektron Mikroskop)

**Morphological Comparison of The Malleoli in Male and Female *Galeodes araneoides*  
(Pallas, 1772) (Galeoidae, Solifugae)**

**Abstract:** The detailed morphology of the malleoli in male and female solpugids *Galeodes araneoides* (Pallas, 1772) (Galeodidae, Solifugae) are described and illustrated. This study was performed by using stereo microscope and scanning electron microscopy (SEM). A malleolus consists of two parts; a stalk and a triangular fan. There are corrugated sensory groove like structures on the distal of fan. The malleoli of male and female show morphologically sexual dimorphism.

**Key words:** Solifugae, *Galeodes araneoides*, Galeodidae, malleolus (racquet organ), morphology, SEM (Scanning Electron Microscope)

**E-mail:** melekerdek@hotmail.com

## Giriş

Arachnida (örümcekgiller, örümceğimsiler) sınıfının önemli takımlarından biri olan böğüleri (Solifugae), dünya üzerinde 12 familya, 140 cins ve 1075 tür ile temsil edilirlir (Harvey 2003). Üç temel morfolojik yapı ile diğer arahnidlerden ayırt edilirler: Kendi vücut ölçütlerine göre oldukça büyük ve güçlü keliserlere sahip olmaları, pedipalp tarsusunun distal ucunda yapışma organı varlığı ve her iki eşeyin de IV. çift yürüme bacağına vetralinde koksada 2, trohanterin proksimal ucunda 2 ve distal ucunda 1 raket organının bulunmasıdır. Her bir malleolus bir sap ve distalde laterallerden genişleyen üçgen şeklindeki yelpazemsi kütikular çıkıntılardan oluşur. Malleolar yapının boru şeklindeki kısmının uzunluğu cins ve türe göre değişiklik gösterir ve genel olarak uzun bacaklı türlerde bu kısım daha uzundur. Bacak ile malleolar sap arasındaki bağlantı noktasında esnek-bükülgen eklemler bulunur, lateralde ve anterioposteriorde belirli ölçüde hareket etmesine izin verir. Malleolusun uzaysal düzenlenmesi hayvanın hareketi sırasında altındaki substratın tayininde önemli rol oynar. Tipik olarak posteriordeki malleoluslar anteriordeki malleoluslardan daha geniştirler (Brownell ve Farley 1974, Punzo 1998). Malleolar duyu sistemi kemoreseptör olarak işlev görür (Brownell ve Farley 1974, Foelix 1985). Böğülerin yürürken, yiyecek yada eş bulmada odiferos (aromatik) ipuçlarını aramak için, malleoluslarının substratla temas ettiği gözlenmiştir (Punzo 1998).

Bernard (1896), böğülerdeki malleolinin akreplerdeki pektin yapısıyla homolog olduğunu ileri sürmüştür. Roewer (1933) ise böğülerde genel olarak raket organının şekil ve hücresel organizasyonunu çalışmıştır. Cloudsley-Thompson (1961) Afrika böğüleri olarak bilinen *Galeodes*

*arabs* üzerinde yaptığı gözlemlerde, bunların substrat titreşimlerine karşı hassas olmalarını raket organ yapısıyla ilişkilendirmiş; ayrıca su ya da alkol ile temasında hiçbir davranışsal tepki gözlemlenmemiş fakat bu kemoreseptör olarak düşünülmesine engel olmamıştır. Brownell ve Farley (1974), *Chanbria sp.* türünde malleolar duyu sisteminin morfolojisi ve özellikle hücresel yapısını ayrıntılı olarak çalışmıştır.

## Materyal ve Metot

Çalışma materyalini oluşturan örnekler 2004–2009 yılları arasında yapılan çeşitli arazi çalışmalarında Kırıkkale ilinden toplanmıştır. *Galeodes araneoides* türünün dişi bireyi 2009 Mayıs ayında Delice Bozköy'den (40°07'06'K, 34°01'20'D; 1210 m yükseklik) toplanmıştır. Aynı türün erkek bireyi 2005 Haziran ayında Yahşihan'dan (39°53'01'K, 33°26'42'D; 777 m yükseklik) toplanmıştır. Mikroskobik numune olarak dişi ve erkek bireylere ait raket organlar stereo mikroskop (Nikon SMZ800) altında çıkartılmıştır. Çıkartılan materyalin yüzeyini temizlemek amacıyla % 70'lik alkol altında yıkanmış ve sırasıyla 80%'lik, 90%'lik ve 100%'lük alkol serilerinde 15'er dakika tutulmuştur. Dehidrasyonun son basamağı aseton ile yapılmış ve örneklerdeki su tamamen uzaklaştırılmıştır. Dehidrasyonu tamamlanan raket organlar 35°C'lik etüvde kurutulduktan sonra Polaron SC-500 model kaplama cihazı kullanılarak altınla kaplanmıştır. İncelemeler Jeol JSM 5600 SEM ile yapılmış ve görüntüler doğrudan bilgisayar ortamına kaydedilerek, elektronmikrograflar alınmıştır. Numunenin ölçümleri bilgisayar ortamında yapılmıştır. Kalan materyaller Kırıkkale Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Zooloji Laboratuvarı'nda muhafaza edilmiştir.

## Bulgular

Erkek ve dişi *Galeodes araneoides*'in dorsal ve ventralden genel görünüşü Şekil1'deki gibidir. Her iki bireyinde IV. çift bacak ventralinde 5'er çift olmak üzere toplam 10 adet raket organ bulunmaktadır. Bu yapılar buldukları her bir bacak segmentinde şekil ve büyüklük olarak farklılık gösterir. Erkek *G. araneoides*'de VI. bacak dişi *G. araneoides*'e oranla daha

uzundur (Tablo 1). Raket organlar da - özellikle malleolar sap ve malleolar fanın genişliği- bacak uzunluğuna bağlı olarak erkek bireyde dişiye kıyasla daha uzundur. Bacağın trohantellasında yer alan raket organlar koksa da bulunanlara göre daha geniş fan yüzeyine ve daha uzun malleolar sapa sahiptirler (Tablo 2).

IV. bacak	Coxa	Trohanter	Trohantella	Trohantin	Femur	Tibia	Metatarsus	Tarsus	Toplam Uzunluk (mm)
♂ <i>G. araneoides</i>	2.7	6.4	4.1	3	13.6	14.2	9.6	8.3	61.9
♀ <i>G. araneoides</i>	3	4.2	3.9	4.4	9.1	12	9.4	7.8	45.34

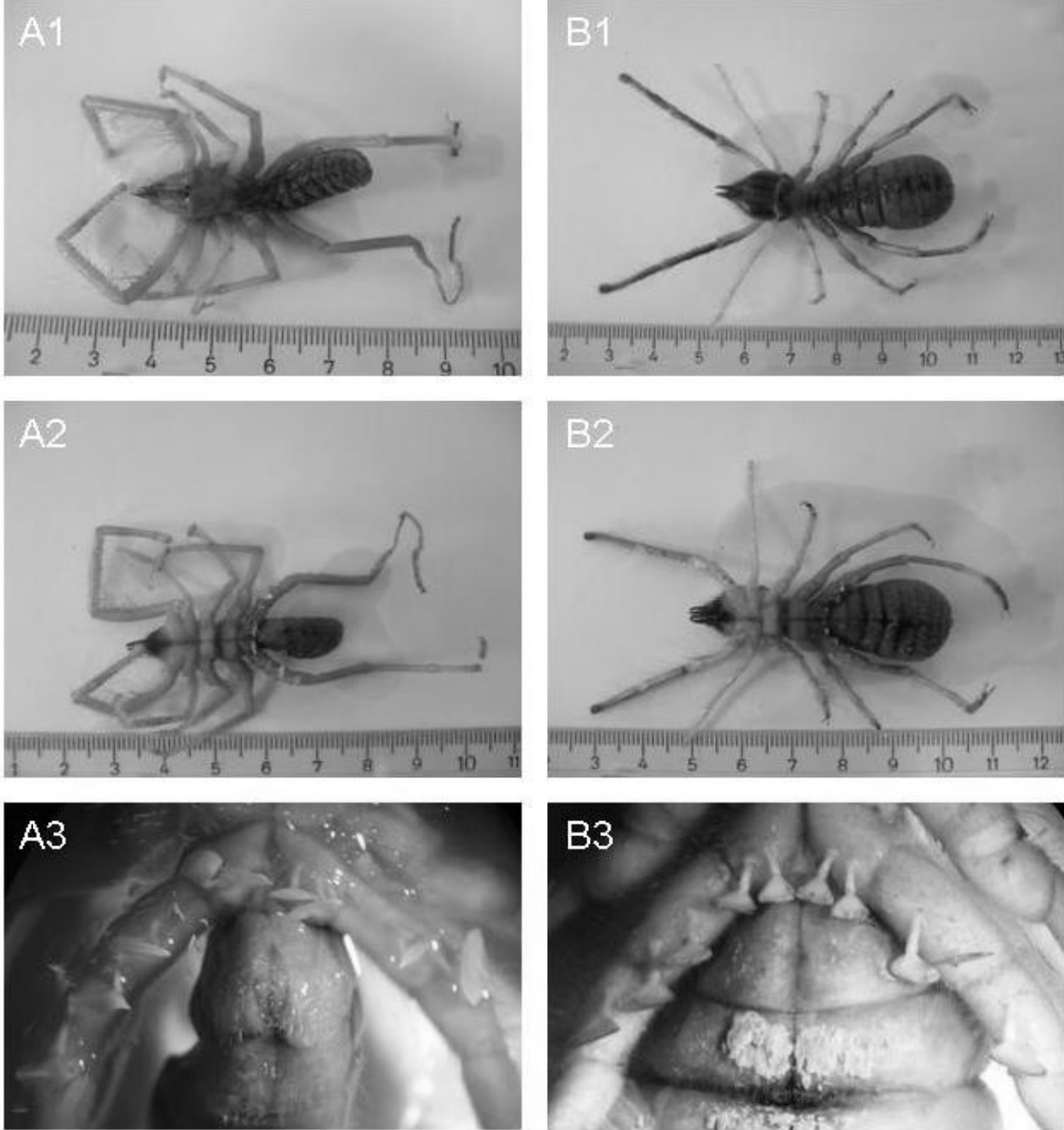
**Tablo 1:** Dişi ve erkek *G. araneoides*' de VI bacak ölçümleri

Malleoli	Coxa						Trohanter						Trohantella		
	1			2			1			2			1		
	Fg	Fu	Su	Fg	Fu	Su	Fg	Fu	Su	Fg	Fu	Su	Fg	Fu	Su
♂ <i>G. araneoides</i>	2.1mm	1mm	1mm	2.6mm	1.2mm	1.1mm	2.4mm	1.3mm	1.5mm	3.2mm	1.4mm	1.55mm	2.9mm	1.3mm	1.9mm
♀ <i>G. araneoides</i>	1.3mm	0.8mm	0.7mm	1.6mm	0.9mm	0.9mm	1.65mm	0.75mm	1.05mm	2mm	0.95mm	0.85mm	1.95mm	0.85mm	0.95mm

**Tablo 2:** Dişi ve erkek *G. araneoides*' de raket organlara ait ölçümler (Fg: Malleolar fan genişliği, Fu: Malleolar fan uzunluğu, Su: Malleolar sap uzunluğu)

Kokstadaki raket organlar trohanter ve trohantelladakilere göre fan yüzeyi daha düzenli üçgensü bir yapıya sahiptir. Erkek

bireylerde malleolar sap ve malleolar fanın distali daha uzun ve fan yüzeyi dişi bireye oranla daha geniştir (Şekil 1, A3, B3).



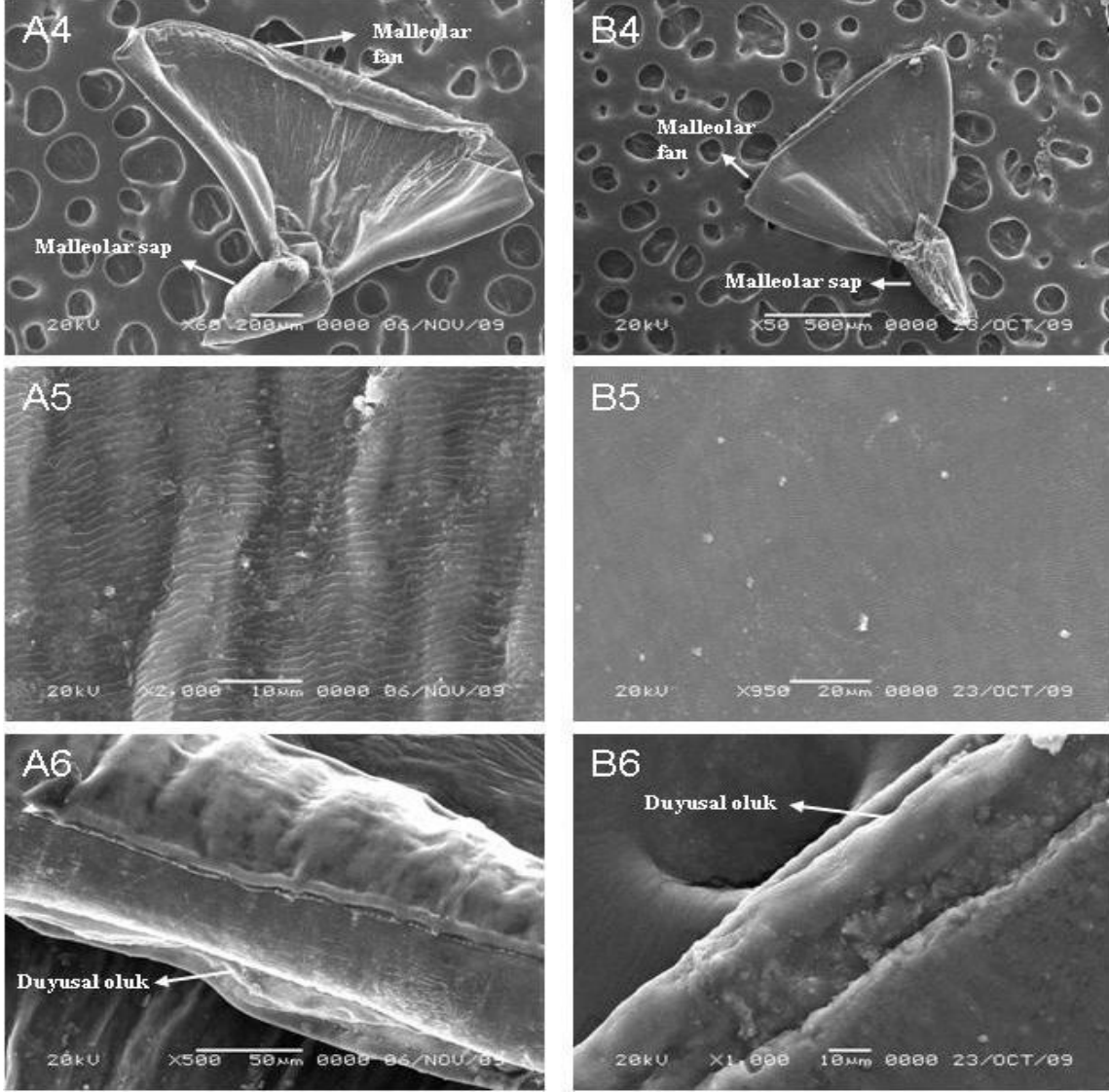
**Şekil 1:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A1) ve dişi (B1) bireyinin dorsal görünüşü. *Galeodes araneoides* türünün erkek (A2) ve dişi (B2) bireyinin ventral görünüşü. *G. araneoides* türünün erkek (A3) ve dişi (B3) bireyinde raket organ yapılarının görünüşü

Şekil 2' deki raket organlar erkek ve dişi *G. araneoides*'nin yürüme yönü dikkate alındığında toprakla temas eden yüzeye aittir. Bu nedenle ventral yüzey olarak

adlandırdık (A4, B4). Her bir raket organ bacağına malleolar sap ile bağlanır. Malleolar sap uç kısmında flabellat (yelpazemsi) şeklinde malleolar fana genişler. Malleolar

fan yüzeyi her iki bireyde de dalgalı çizik çizik bir yapı göstermektedir (A5, B5). Malleolar sap ve fanın birleşme yerindeki kütikula tabakası oldukça esnek yapıdadır

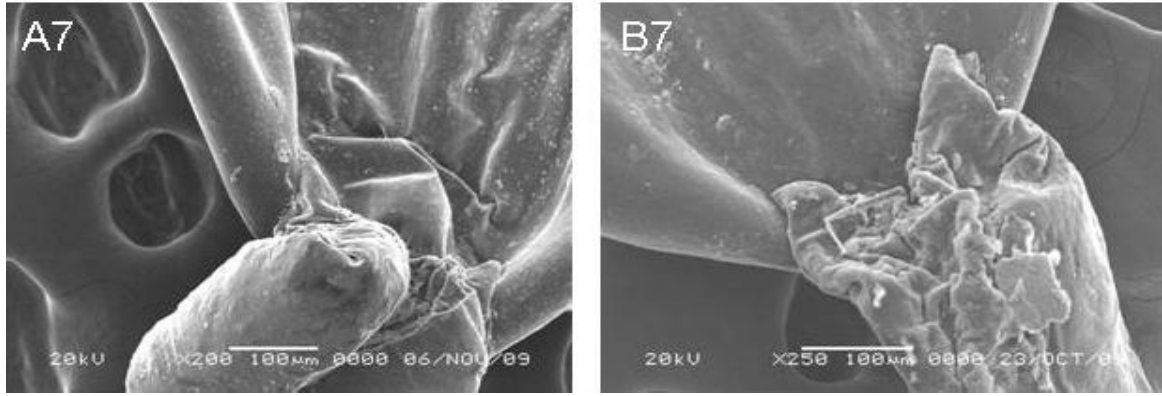
ve hareket etme yeteneğine sahiptir. Fan genişleyen uç kısımda içe doğru kütikular invajinasyon gösterir. Bu yapı duysal oluk olarak adlandırılır (A6, B6).



**Şekil 2:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A4) (x60) ve dişi (B4) (x50) bireyinde koksanın distalindeki raket organlarının ventralinin görünüşü. *G. araneoides* türünün erkek (A5) (x2000) ve dişi (B5) (x950) bireyinin malleolar fan yüzeyinin ayrıntılı görüntüsü. *G. araneoides* türünün erkek (A6) (x500) ve dişi (B6) (x1000) bireyinde duysal oluk yapılarının görünüşü.

Şekil 3' de malleolar sap yapıları görülmektedir. Her iki bireye ait malleolar sap da dıştan içe doğru bir kıvrılma görülmektedir. Buna bağlı olarak dış

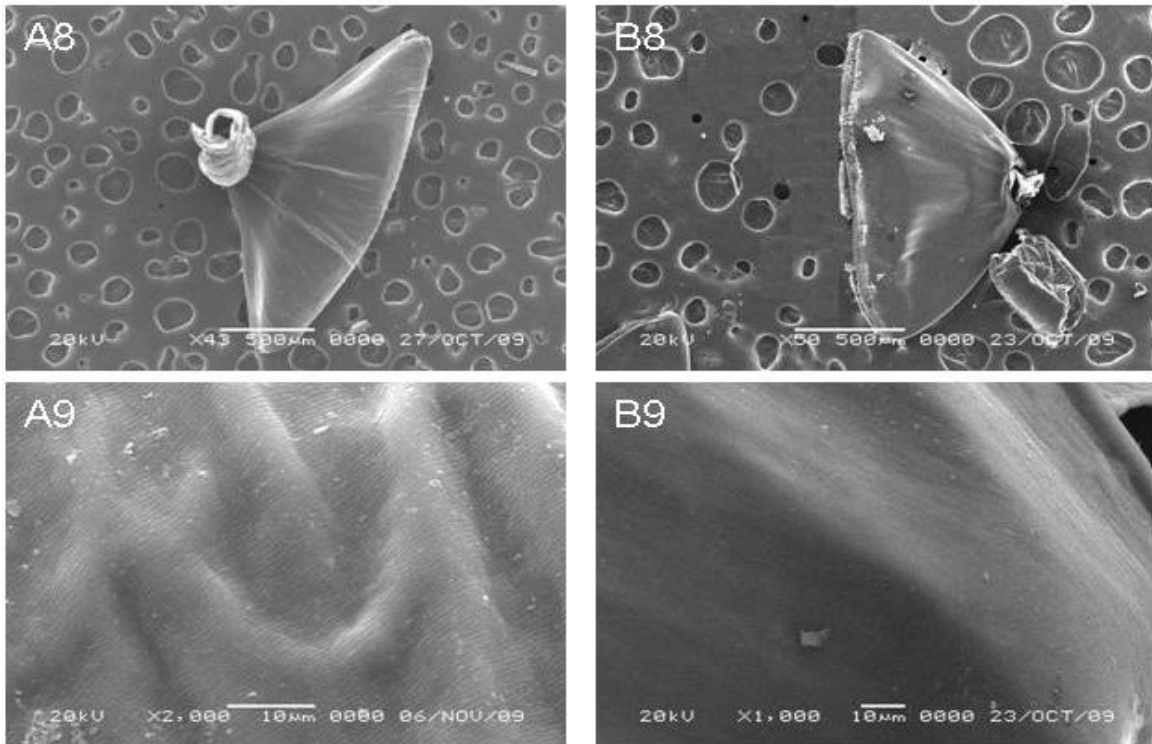
kısımlar daha gergin ve düz gir görünüme sahip iken içte kalan kısım daha buruşuk ve katlanmış bir yapı göstermektedir (A7, B7).



**Şekil 3:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A7) (x200) ve dişi (B7) (x250) bireyinde malleolar sap ve fan kısmının bağlantı bölgesinin ventral yüzeyden görünüşü.

Şekil 4'deki raket organ hayvanın yürüme yönü dikkate alındığında vücut ventraline dönük olan yüzeydir. Dorsal yüzey olarak adlandırdığımız bu yüzeyde hem malleolar sap hem de fan yapısı oldukça düz ve gergin yapıda olduğu gözlemlenmiştir (A8). Dişi *G. araneoides*

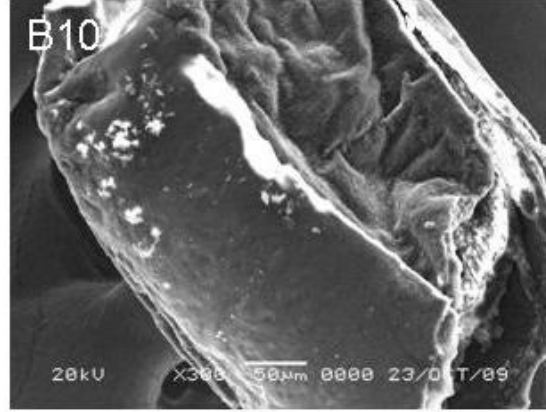
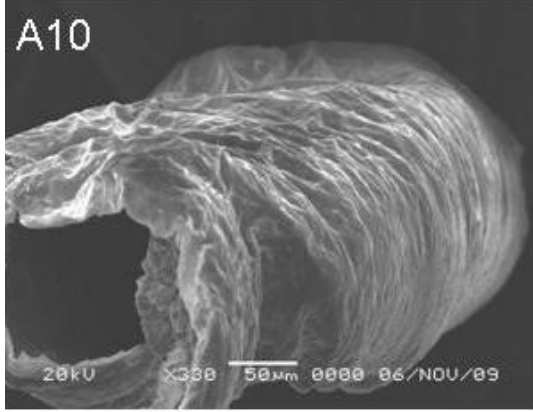
malleolusunun sap kısmı fan kısmından koparak ayrılmıştır ve dıştan içe doğru kıvrılmış bir yapı göstermektedir (B8). Erkek bireyde malleolar sap ve fan yapısı arasındaki bağlantı yeri oldukça belirgindir (A8).



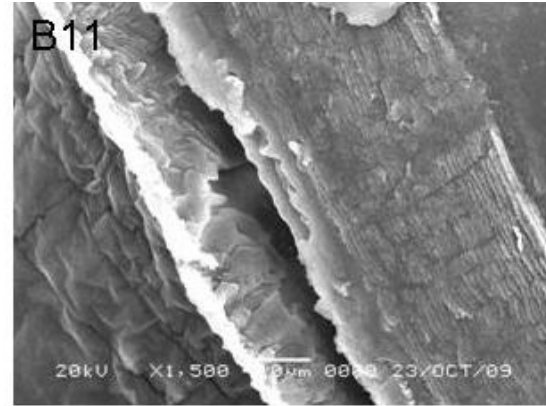
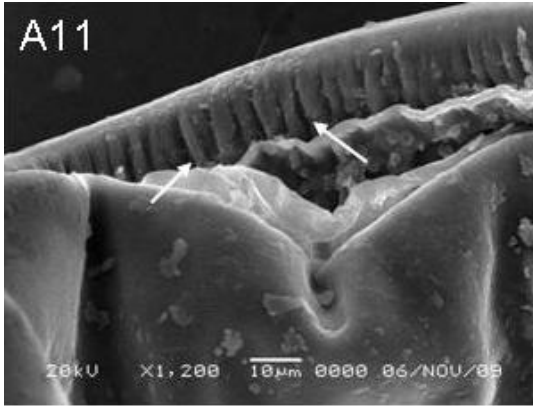
**Şekil 4:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A8) (x43) ve dişi (B8) (x50) bireyinde koksanın distalindeki raket organların dorsalden görünüşü. *G. araneoides* türünün erkek (A9) (x2000) ve dişi (B9) (x1000) bireyinin malleolar fan yüzeyinin ayrıntılı görüntüsü.

Raket organın dorsal yüzeyinden bakıldığında erkek *G. araneoides* 'in (A10) malleolar sap kısmının gergin ve şişkin bir hal aldığı gözlemlenmiştir. Dişi bireyde ise

(B10) dıştan içe doğru kıvrılma olmuş dış tarafta düz ve gergin yapı görülürken iç kısımda büzüşmüş, kıvrımlı bir biçimdedir.



**Şekil 5:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A10) (x330) ve dişi (B10) (x300) bireyinde malleolar sap kısmının raket organın dorsal yüzeyinden görünüşü.



**Şekil 6:** *Galeodes araneoides* türünün erkek (A11) (x1200) ve dişi (B11) (x1500) bireyinde duysal oluk yapılarının görünüşü.

Fan uç kısmında içe doğru kütikular invajinasyon gösterir. Malleolar fanın uç kısmındaki bu kütikular invajinasyon duysal oluk olarak adlandırılır. Erkek bireyde malleolar fan apikalde duysal oluğa doğru kıvrılmış bir görüntüye sahiptir (A11). Duysal oluğa doğru uzanan parmak benzeri uzantılar mevcuttur (A11,oklarla gösterilen). Dişi bireyde ise (B11), fan

yüzeyi duysal oluğa kat kat kıvrılmış bir görünüme sahiptir.

### Tartışma

Malleolar duyu sistemi sadece böğülere özgü yapılar olup; IV. çift yürüme bacalarının ventralinde toplam 10 adet bulunmaktadır. Herbiri malleolar fan ve malleolar sap olmak üzere iki kısımdan

oluşmaktadır. Malleolar fan genel olarak flabellat (yelpazemsi) şeklindedir, sap ise malleolusun hareketi kolaylaştırmak için oldukça esnek bir yapıdadır. Malleolar duyu sistemi mekanoreseptör ve kemoreseptör olarak işlev görmektedir. Malleolus oldukça esnek bir yapıya sahiptir; bu durum hayvanın hareket sırasında substratla temasını kolaylaştırır. Bazı bilim insanları posteriordeki malleoluslar anteriordeki malleoluslardan daha geniş olduğunu ileri sürmüşlerdir (Brownell ve Farley 1974, Punzo 1998). Bizlerde çalışmamız sırasında trohanterdeki malleolusların koksadakilere kıyasla daha geniş fan yüzeyine ve daha uzun malleolar sapa sahip olduğunu doğruladık. Brownell ve Farley (1974) ve Foelix (1985) malleolar duyu sisteminin kemoreseptör olarak işlev gördüğünü belirtmişlerdir. Raket organlar; böğülerin beslenme ve çiftleşmede aromatik ipuçlarını değerlendirmesinde ve toprak analizinde (nem, sıcaklık, basınç vb.) kullanılmaktadır. Bu nedenle kemoreseptör olarak fonksiyon görmesine ek olarak mekanoreseptör olarak da fonksiyon görebileceğini düşünmekteyiz. Raket organların malleolar fan kısmının ventralinde kütikular invajinasyon şeklinde duysal oluk bulunmaktadır ve bu yapı slit benzeri bir yapıyla dışarı açılır (Brownell ve Farley 1974). Arahnidlerin kütikula ya da ekzoiskeletleri üzerinde slit-sensillalar bulunur, artropodların ekzoiskeletleri, hayvanın hareketi sırasında substrat titreşiminden etkili bir şekilde mekanik gerilim üretirler. Bu gerilimler slit-sensillalar tarafından algılanır (Barth 1985, Patil et al. 2006).

Örümceklerdeki slit-sensillalar bir çeşit mekanoreseptör olarak işlev görürler (Barth 2002). Buda böğülerdeki duysal oluk yapısının örümceklerdeki slit-sensilla ile homolog olabileceğini düşündürmektedir.

Bernard (1896), böğülerdeki malleolinin akrelerdeki pektin yapısıyla homolog olduğunu ileri sürmüştür. Söz konusu raket organların ve pektin yapısının konum ve fonksiyonu dikkate alındığında bu görüş desteklenir niteliktedir.

Galeodidae familyası üyeleri genel olarak vücut ölçüleri büyük ve uzun bacaklı türlerdir. Bu çalışmada *Galeodes araneoides* (Pallas) türünün dişi ve erkek bireylerinin raket organ yapısı karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir. Erkek bireyler dişilere kıyasla daha ince vücutlu ve daha uzun ekstremitelere sahiptir ve tablolardaki ölçümler de dikkate alındığında VI. bacak uzunluklarına bağlı olarak raket organlarda erkeklerde daha uzundur. Raket organların esnek yapısından dolayı hem fan yüzeyinde hem de malleolar sap kısmında kıvrılmalar ve büzülme görülmüştür. Genel yapı itibarıyla raket organın koksal distal malleolisi dişi ve erkek bireyde belirgin ultrastrüktürel farklılıklar içermemektedir. Fakat Tablo 2'deki morfometrik parametreler erkek bireylerde malleolar fanın distal genişliğinin ve malleolar sap uzunluğunun dişilerden daha uzun olduğunu göstermektedir. Bu da böğülerde malleolar yapının eşeyssel dimorfizm gösterdiği fikrini destekleyici niteliktedir. Söz konusu bulgular daha detaylı morfolojik ve histolojik çalışmalarla desteklenmelidir.



**Kaynaklar**

- Barth FG 2002.** A Spider's World: senses and behaviour (Heidelberg: Springer). pp 394.
- Barth FG 1985.** Slit sensilla and the measurement of cuticular strains. In: neurobiology of arachnids. 162-188, Ed: by F.G. Barth, *Springer Verlag*, Berlin.
- Bernard H 1896.** The comparative morphology of the Galeodidae. *Trans Linn Soc Lond*, 6: 305-417.
- Brownell PH, Farley RD 1974.** The organization of the malleolar sensory system in the solpugid *Chanbria* sp. *Tissue and Cell*, 6 (3): 471-485.
- Cloudsley-Thompson JL 1961.** Observations on the natural history of the 'camel-spider', *Galeodes arabs* C. L. Koch (Solifugae: Galeodidae) in the Sudan. *Entomologists Monthly Magazine*, 97: 145-152.
- Foelix RF 1985.** Mechano- and chemoreceptive sensilla. In: Neurobiology of arachnids. (Ed: F. G. Barth) Pp. 118-137. *Springer-Verlag*, Berlin.
- Harvey MS 2003.** Catalogue of the Smaller Arachnid Orders of the World. Csiro Publishing.
- Patil, B., Prabhu, S. and Rajashekhar K.P., 2006. Lyriform slit sense organs on the pedipalps and spinnerets of spiders, *J Biosci.* 31 75-84
- Punzo F 1998.** The Biology of Camel-spiders (Arachnida, Solifugae). Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Roewer CF 1933.** Solifugae, Palpigradi. in Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 5: Arthropoda. IV: Abeitlung: *Arachnoidea und kleinere ihnen nahegestellte Arthropodengruppen.* (Bronns, H. G. Ed.). Vol. 5(IV)(4)(2-3): 161-480 (Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H.: Leipzig.)

