



Functional Morphology and Histology of Pectine (Sensory Comb) Organ of *Protoiurus kraepelini* (Iuridae: Scorpines)

Nazife Yiğit Kayhan^{1,a}, İlkyay Çorak Öcal^{2,b,*}

¹Department of Biology, Faculty of Arts and Sciences, Kırıkkale University, 71451 Kırıkkale, Turkey

²Department of Biology, Faculty of Science, Çankırı Karatekin University, 18700 Çankırı, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>Research Article</p> <p>Received : 10/07/2019 Accepted : 26/11/2019</p> <p>Keywords: Scorpion Sensory organ Pectines Morphology Histology</p>	<p>Scorpions are the oldest known terrestrial arthropods of the Arachnida class and are also known as living fossils. Scorpions have been subjected to various researches because they have special properties and unique structure, and they cause cases of poisoning. However, there is not much information about the structure of the pectine organ, a specific sense organ of the scorpion, which is also called sensory comb. In this study, the comb organ structure of <i>Protoiurus kraepelini</i> (von Ubisch, 1922) was studied by using light microscopy and scanning electron microscope (SEM) and detailed morphological and histological features were determined. Some of the comb organs of the <i>P. kraepelini</i> scorpions collected in the field studies from Eğirdir (Isparta, Turkey) were prepared for SEM by using routine methods. A portion of the comb organs were embedded in parafine and sections were taken and stained sections were stained with hematoxylin-eosin and histological features were examined in light microscope. The comb organ of <i>P. kraepelini</i> is located in the ventrolateral part of the mesosomal second segment as in other scorpions and consists of three parts as marginal lamella, median lamella and pectinal teeth in accordance with the general architecture. At the same time, sensory hairs on these structures and peg sensilla on pectinal teeth were examined. In this study, the histology of the comb organ of <i>P. kraepelini</i> was first time demonstrated and its possible functions were discussed in the relationship between structure and function.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1): 99-104, 2020

Protoiurus kraepilini (Iuridae: Scorpiones) Akrep Türünün Pektin (Tarak) Organının Fonksiyonel Morfolojisi ve Histolojisi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p>Araştırma Makalesi</p> <p>Geliş : 10/07/2019 Kabul : 26/11/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Akrep Duyu organ Pektin Morfoloji Histoloji</p>	<p>Akrepler, Arachnida sınıfında yer alan zehirli arthropodlardan olup, bilinen en eski karasal eklembacaklılardır ve yaşayan fosiller olarak da tanımlanmaktadır. Akrepler kendilerine özgü bir takım özelliklere, özel yapılara sahip olmaları ve zehirlenme vakalarına sebep olmaları nedeniyle çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Ancak, akreplere özgü bir duyu organı olan ve tarak organı olarak da bilinen pektin organının yapısı hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, <i>Protoiurus kraepelini</i> (von Ubisch, 1922) akrebinin tarak organ yapısı ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskop (SEM) kullanılarak çalışılmış, detaylı morfolojik ve histolojik özellikleri belirlenmiştir. Örnekler Eğirdir (Isparta, Türkiye)'de yapılan arazi çalışmalarında toplanmıştır. <i>P. kraepelini</i>'nin tarak organı diğer akreplerde olduğu gibi bir çift olarak mesosomal ikinci segmentin ventrolateralinde yerleşmiş olup genel mimariye uygun olarak marjinal lamella, median lamella ve pektinal dişler olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Aynı zamanda bu yapılar üzerinde yer alan duyu organları, pektinal dişler üzerindeki peg sensillanın morfolojileri incelenmiştir. Bu çalışmada, ilk kez <i>P. kraepelini</i>'nin tarak organının histolojisi ortaya konulmuş ve yapı - fonksiyon arasındaki bağlantı uyarınca olası fonksiyonları tartışılmıştır.</p>

^a naz_yigit2@hotmail.com ^b <https://orcid.org/0000-0002-8731-3362> | ^c corakilkay@yahoo.com ^d <https://orcid.org/0000-0003-1479-2697>



Giriş

Akrepler, Arachnida sınıfında yer alan zehirli arthropodlardan olup, bilinen en eski karasal eklembacaklılardır (Babaşoğlu, 1999). Akrepler, yeryüzünde ilk ortaya çıkışlarından bu yana, yaklaşık 400 milyon yıldır, şekilleri çok az değiştiğinden bilim dünyasında “yaşayan fosiller” olarak da adlandırılmaktadır (Legros ve ark., 1998). Akreplerin evrimsel başarısı kendilerine özgü bir takım özelliklere sahip olmasına atfedilebilir. Bu canlıların en dikkat çekici özelliği, ultraviole ışınlarına maruz kaldıklarında bu ışığı parlak bir şekilde yansıtma kapasitelerine sahip olmalarıdır. Bu şaşırtıcı olay kara hayvanlarında nadir görülse de hiçbiri akrepteki kadar parlak değildir. Akreplerin dış iskeletinin kütikular yapısı eşsiz evrim başarıları için tanımlayıcı karakterdedir; kütikular yapıyı dayanıklı hale getirenin odak dağılımlı metal atomlarının olduğu belirtilmiştir. Bunların bir başka sıra dışı özelliği de, iyonize radyasyona karşı olan dirençleridir. Akrepler, Sahra ve Kuzey Amerika çözümlerindeki nükleer testlerde sıfır noktasında yaşayabilen nadir hayvanlar arasındadır. Radyasyona direnç mekanizmaları henüz çözümlenememiştir (Brownell, 2001). Predatör olarak adlandırılan akreplerin evrimsel başarısı, onların zehirlerine dayandırılabilir. Akrep zehirleri özel toksinlerin bir karışımıdır ve bazıları büyük kurbanlarını hareketsiz hale getirebilir, bazıları da diğer yırtıcıları caydırıcı kıvamdadır. Bu toksinler, kas hücrelerinde ve sinir zarlarındaki iyon kanallarına çok iyi uyum sağlayan küçük ve sağlam proteinlerdir. Akrepler, akrabası olan örümcek, kene ve akarlardan, sadece akreplerde bulunan pektin organına sahip olmasıyla ayrılırlar (Yücel, 2007). Pektin organı yapısı tarağa benzetildiği için tarak organ olarak da adlandırılmaktadır.

Birçok sıra dışı özelliklere sahip akrepler ile ilgili çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan çalışmaların çoğu akreplerin zoocoğrafik dağılımı, sistematigi, faunası üzerine yoğunlaşmıştır. Ayrıca akreplerin zehirli olması ve özellikle sıcak bölgelerde zehirlenme olaylarına sık sebep olmaları nedeniyle akrep zehirleri üzerine de yapılmış birçok çalışma mevcuttur (Karataş, 2002; Ozkan ve Kat, 2005; Karataş ve Çolak, 2005; Yeşilyurt, 2005). Akreplerin duyu organları ve özellikle akreplere özgü bir yapı olan pektin organı ile ilgili bazı çalışmalarda mevcuttur. Pektin organının dış morfolojisi, üzerindeki dişlerin ince yapısı ve duysal fonksiyonları incelenmiştir (Swoveland, 1978; Carthy, 1966). *Pandinus cavimanus* (Pocock, 1888) akrep türünde tarak organı üzerindeki kütikular sensillaların mekanoreseptör olarak görev yaptığı belirtilmiştir (Kladt ve ark., 2007). Ayrıca, bazı akrep türlerinde tarak organda bulunan pektinal sensillanın içindeki sinaptik etkileşimlerin elektrofizyolojik analizi ve sinirsel bağlantıları da çalışılmıştır (Gaffin, 2002; Wolf, 2007). *Euscorpius carpathicus* (Linnaeus, 1767) akrebinin pektin organında teratolojik yapılar gözlenmiş ve bu anormal yapıların muhtemel sebepleri tartışılmıştır (Saric ve Tomic, 2016).

Son kayıtlar dikkate alındığında, Türkiyede 4 familia ve 13 cins altında toplam 29 akrep türü bilinmektedir (Yağmur ve ark., 2015). Ülkemizde bulunan dört familia; Buthidae, Scorpionidae, Iuridae ve Euscorpiidae'dir. Tıbbi açıdan önemli zehirlenmelere sebep olan akrep türleri Buthidae familyasına dâhil olup ve 7 cins içermektedir.

Scorpionidae ve Euscorpiidae familyaları ülkemizde tek cins ile temsil edilirken, Iuridae familyası *Calchas*, *Neocalchas*, *Iurus* ve *Protoiurus* cinsleri olmak üzere dört cins içermektedir. Türkiye akrepleri ile ilgili son yıllarda geniş revizyon çalışmaları yapılmaktadır. Iurus cinsine ait revizyon çalışması sonucunda, Iurus cinsi Iurus ve Protoiurus olarak ikiye ayrılmış ve üç yeni tür tanımlanmıştır. *Protoiurus kraepelini* türü de bunlardan birisidir. Bu tür, Türkiye'nin güney bölgesinde Mersin, Karaman, Konya, Isparta, Antalya, Muğla illerinde endemiktir, ayrıca Yunanistan'ın Meis adasında bulunmaktadır. *P. kraepelini* türü taş altlarında, ormanlık bölgelerde, doğal kavitelere yaşamaktadır (Yağmur ve ark., 2015). Bu çalışmada, *P. kraepelini*'nin tarak organın morfolojik ve histolojik özellikleri ışık ve taramalı elektron mikroskop kullanılarak çalışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada, iki dişi ve iki adet erkek, dört adet ergin *Protoiurus kraepilini* Von Ubisch, 1922 akrebi kullanılmıştır. Akrepler, Mayıs 2010 yılında Eğirdir (Isparta, Türkiye)'de yapılan çeşitli arazi çalışmalarında taşlar altından toplanmıştır. Toplanan akrepler canlı olarak laboratuvara getirilmiş ve örneklerin cinsiyet tayini ve tür teşhisleri Dr. Fatih Yeşilyurt (Bingöl Üniversitesi) tarafından yapılmıştır. Akreplerin tarak organları stereo mikroskop (Nikon SMZ800) altında incelenerek dikkatli bir şekilde kesilmiştir. Taramalı elektron mikroskopunda (SEM) incelenecek olanlar tarak organlar %3'lük glüteraldehit çözeltisine ve ışık mikroskopunda incelenecek olanlar ise %10'luk formaldehit çözeltisine alınmıştır. İlk fiksasyon tamamlandıktan sonra SEM'de incelenecek örnekler sodyum fosfat tamponu ile yıkanmış ve ikinci fiksasyon için %1'lik ozmiyum tetraoksit çözeltisine alınmıştır. Tekrar tamponla yıkanan örneklerin dehidrasyon işlemi etil alkol ile yapılmıştır. Havada kurutulan örnekler, çift taraflı bantlar yardımıyla alüminyumdan yapılmış stuplar üzerine monte edilerek, Polaron SC-500 model kaplama cihazı yardımıyla ince bir tabaka altınla kaplanmıştır. Bu şekilde hazır olan örnekler Jeol JSM 5600 SEM cihazında incelenmiş, elektronmikrograflar alınmıştır.

Işık mikroskopunda incelenecek olan tarak organlar, fiksasyonları tamamlandıktan sonra formaldehit içinden çıkarılmış, çeşme suyuyla yıkanmış ve daha sonra doku takip cihazına konulmuştur. Örnekler parafin ile bloklanmış ve 4 mikron kalınlığında seri kesitler alınmış ve alınan kesitler hematoksilin-eosin ile boyanarak ışık mikroskopunda incelenmiştir.

Bulgular

Protoiurus kraepelini akrep türünün dorsal genel görüntüsü Şekil 1'deki gibidir. Pedipalpler, prosoma ve metasomada siyaha yakın bir renk gözlenir. Akreplerin genel özelliklerine uygun şekilde *P. kraepelini*'de de ikinci mesosomal segmentin sterniti üzerinde yalnızca akreplere özgü bir yapı olan tarak (pektin) organ kolaylıkla görülür (Şekil 1B). Yapılan ölçümler sonunda dişi bireylerde vücudun daha iri yapıldığı belirlenmiştir. Erkek

bireylerde ise vücut nispeten daha küçük yapılıdır. Ancak erkek bireylerde, pektin organ biraz daha uzundur. Erkeklerde metasoma uzunluğunun vücuda oranı dişiye göre biraz daha büyüktür.

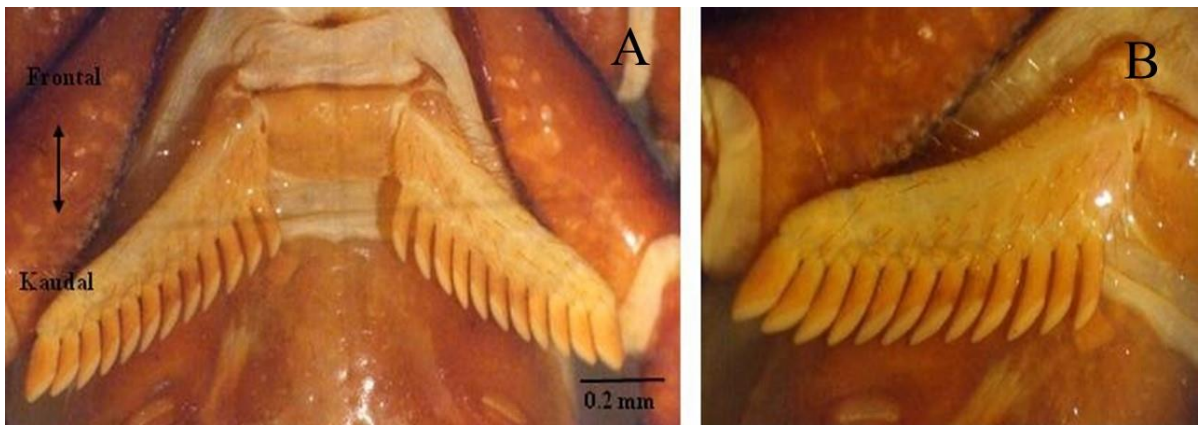
P. kraepilini'nin pektinleri bir çift olarak mesosomal ikinci segmentin ventrolateral yerleşmiş olup, tarak şeklindeki her bir pektin organ marjinal lamella, farklı sayıdaki median lamella ve tarak (pektinal) dişler olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır (Şekil 2). Tarak diş sayısı 11-12 olarak gözlenmiştir. Her bir tarak organ üzerinde duysal kıllar da görülmüştür. Pektin organ da üç parçalı kütikular bir yapı mevcuttur. En dışta marjinal lamella, ortada median lamella (orta lamel) ve en altta da farklı sayıdaki pektinal dişler görülmüştür. Median lamella ve pektinal dişler düzenli sıralanmıştır.

Tek bir tarak organ bütün olarak SEM altında daha detaylı incelendiğinde, tarak organın iyi gelişmiş segmentlere sahip olduğu görülmüştür. Tarak organın ortama 1,35 mm uzunluğunda olduğu ölçülmüştür. Parçalar kompleks yapılıdır, marjinal ve median lamellanın üç parçalı olduğu daha da net bir şekilde görülmüştür (Şekil 3).

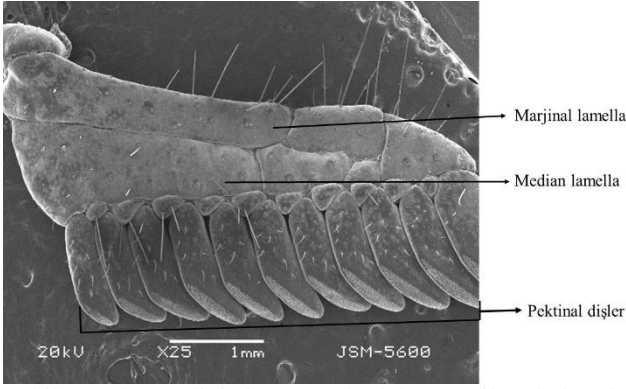
Pektin organların marjinal ve median lamellasında ve de pektinal dişleri üzerinde olmak üzere üç farklı katmanında seyrek duyu kılları gözlenmiştir. Duyu kılları daha yüksek büyütmede incelendiğinde; uzun düz uçlu ve sert kıllar ve kısa orak uçlu nispeten zayıf kıllar gözlenmiştir. Ayrıca kütikular yapı üzerinde küçük porlar da göze çarpmaktadır (Şekil 4).



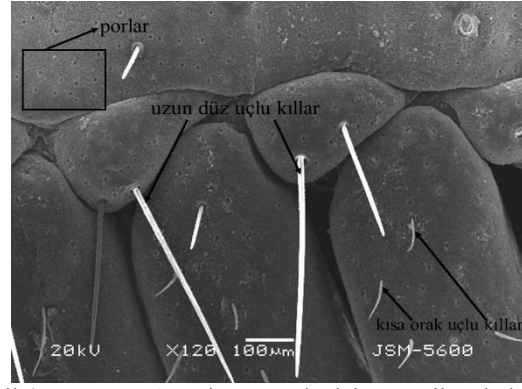
Şekil 1. *Protoiurus kraepilini* Von Ubisch, 1922' nin dorsal (A) ve ventral (B) görüntüsü
Figure 1. Dorsal(A) and ventral (B) general view of *Protoiurus kraepilini* von Ubisch 1922



Şekil 2. *P. kraepilini*'nde bir çift tarak organın stereo mikroskop görüntüsü (A), sadece sol tarak ve tarak dişleri (B)
Figure 2. Stereo microscope view of a pair of comb organs in *P. kraepilini* (A), only the left comb and comb teeth (B)



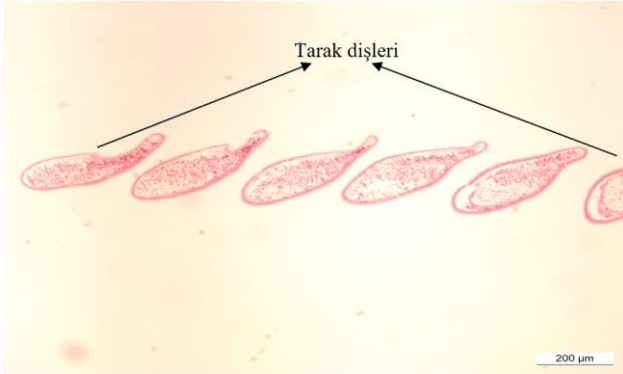
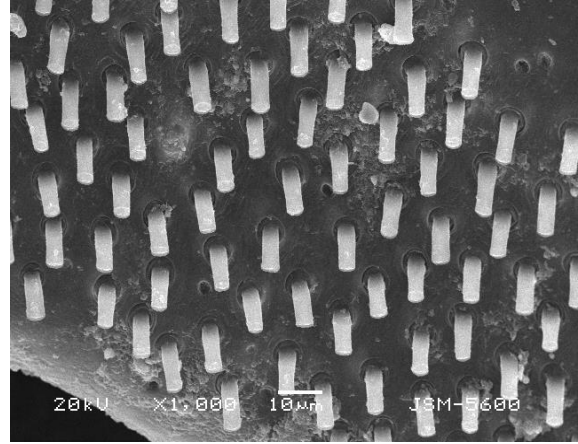
Şekil 3. *P. kraepelini*'nin taramalı elektron mikroskopunda sağ pektin organının genel görünümü
Figure 3. General view of the right pectine organ of *P. kraepelini* under scanning electron microscope



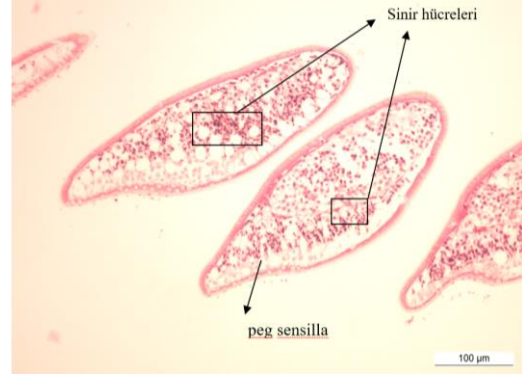
Şekil 4. *P. Kraepelini*'nin taramalı elektron mikroskopunda pektin organı üzerindeki duyu kıl yapıları ve kütikular porlar
Figure 4. Sensory hair structures and cuticular pores on the pectin organ of *P. kraepelini* in the scanning electron microscope



Şekil 5. *P. kraepelini*'nin SEM'de tarak dişlerinin alt uçları (A), her bir dişleri üzerindeki peg sensillaların görüntüsü (B)
Figure 5. The lower ends of the comb teeth in the SEM of *P. kraepelini* (A), the image of the peg sensors on each teeth (B)



Şekil 6. *P. kraepelini*'ye ait tarak organının anterior kısmından geçen pektinal dişler (×4)
Figure 6. Pectinal teeth passing through anterior part of the comb organ of *P. kraepelini*

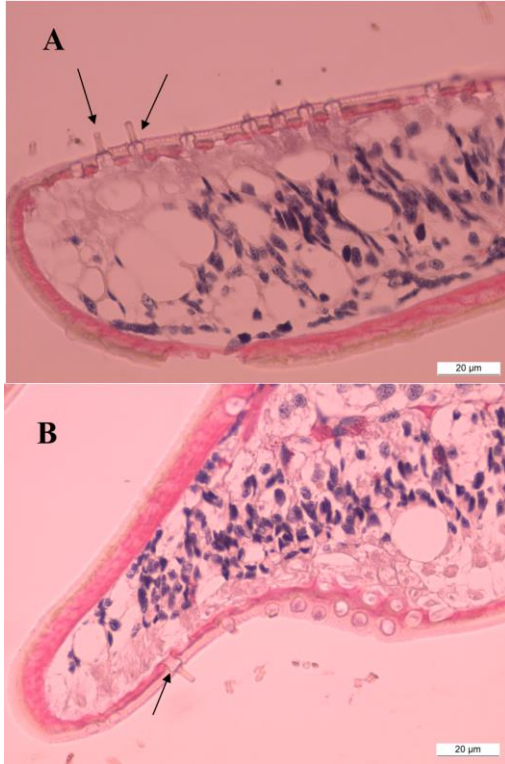


Şekil 7. *P. kraepelini*'de daha yüksek büyütmede pektinal dişlerin enine kesiti (×10)
Figure 7. Cross section of pectinal teeth at higher magnification in *P. kraepelini* (×10)

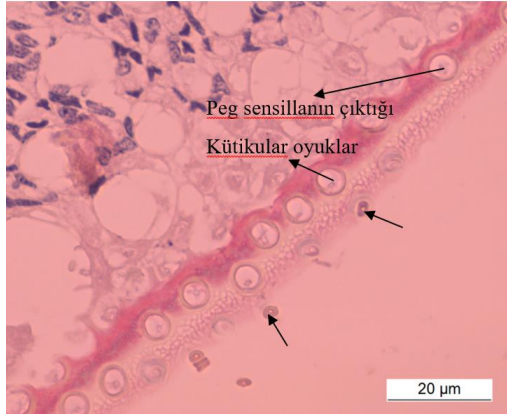
Tarak üzerindeki her bir dişin alt yüzeyinde akrebin yürüme yönünde toprağa paralel olacak şekilde, homojen bir dağılım gösteren çok sayıda peg sensilla mevcuttur. Bu peg sensillaların toplamda sayıları 250-300 arasında değişim göstermiştir (Şekil 5A). Peg sensilla bölgesini daha yüksek büyütmede SEM'de incelediğimizde, muntazam bir sıralanma ve yerleşim gösterdiği gözlenmiştir. Her bir peg sensillum tarak dişi üzerinde geniş porlar içinden dışarı uzanan 10µm uzunluğunda silindir şeklinde yapılar olarak gözlenmiştir. Peg sensillaların etrafında bir halkasal yapı görülmüştür (Şekil 5B).

Pektin (tarak) organlardan alınan seri enine kesitlerde her bir peg sensilyumun çok sayıda sinir hücresi ile ilişkili olduğu ve içi boş silindirlere halinde olduğu tespit edilmiştir. En küçük mikroskop büyütmesinde tarak organı üzerindeki pektinal dişler sıralı bir dizilim göstermektedir. Alınan kesitin çok ince olması sebebiyle pektinal dişlerin ovalimsi olan şekli asimetrik bir görünüm almıştır (Şekil 6.)

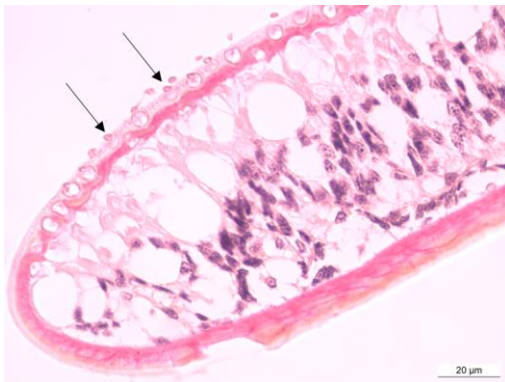
Işık mikroskopunda daha yüksek büyütmede, pektinal dişlerin enine kesitleri incelendiğinde pektinal dişlerin bir tarafında peg sensilla ve bunlara bağlı sinir hücreleri (nöronlar) göze çarpmaktadır (Şekil 7).



Şekil 8. A, B Peg sensilyumların boyuna kesitlerinde içi boş tüp şeklinde olduğu görülmektedir.
Figure 8. The longitudinal sections of the peg sensilla appear to be hollow tubes (A, B)



Şekil 9. Peg sensilyumlar'dan geçen enine kesitler
Figure 9. Cross-sections through Peg sensilla



Şekil 10. Daha yüksek büyütmede peg sensilyumların terminal por veya yarık şekilli açıklıkları
Figure 10. Terminal pore or slit-shaped openings of peg sensilla at higher magnification

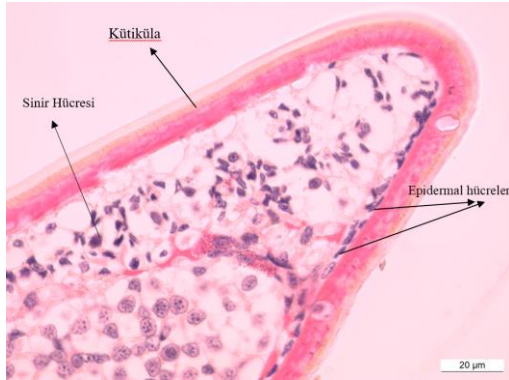
Peg sensillanın pektinal diş üzerinde küçük yuvarlak oyuklar içinde sıralandığı görülmektedir. Kesit alma işlemi sırasında çoğu peg sensillalar kırılarak diş üzerinden ayrılmıştır. Pektinal dişlerden seri halinde alınan enine kesitler daha yüksek büyütmede incelendiğinde; tüm kesitler enine alınmış olsa da bazı peg sensilyumların boyuna kesitleri ve genel görüntüleri dikkati çekmiştir. Daha yüksek büyütmede tek bir peg sensilyumun boyuna kesitleri incelendiğinde içi boş tüp şeklinde olduğu görülmektedir (Şekil 8A,B). Her bir peg sensilyumun kütikular tabaka içinde yer alan soket kısmı dikkat çekmektedir. Peg sensilyumlardan geçen enine kesitler incelendiğinde ise iç içe geçmiş iki halka şeklinde görülmektedir (Şekil 9). Şekil 10'daki fotoğraflar incelendiğinde, peg sensilyumların üstten görüntüleri gözlenmiş ve peg sensilyumların uç kısımlarındaki "terminal por" veya "yarık şeklinde açıklık" olarak adlandırılan açıklıklar rahatlıkla görülebilmektedir. Pektinal dişlerin kütikulası üç ana tabakadan oluştuğu görülmektedir. En dışta epikütikül tabakası oldukça homojen şekilde, ekzokütikula ve endokütikula tabakası ise lamelli yapılarıyla kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ayrıca bu üç tabaka içinde en kalın tabakanın endokütikül tabakası olduğu da görülmektedir. Kütikula tabakası için yer yer balmumu yapısındaki waksı kütikula yüzeyine taşıyan waks kanalları ve kütikula tabakasının hemen altında bir sıra halinde epiderm hücreleri bulunmaktadır (Şekil 11).

Sonuç ve Tartışma

Pektin ya da tarak organı tıpkı pedipalpler gibi akreler için karakteristiktir. Tarak organlarının dış morfoloji ve üzerindeki tarak dişlerinin ince yapısı ve muhtemel fonksiyonları Carthy (1966) tarafından çalışılmıştır. Daha sonra ki başka bir çalışmada Swoveland (1978) akrep tarak organının dış morfolojisini incelemiş, diş sayısı farklı türlerde farklılık gösterebileceği gibi aynı türün erkek ve dişlerinde de farklı olabileceğini belirtmiştir. Üç sıra kitin plakadan oluşan pektin; titreşimleri algılama eş bulma nemli yerleri tespit etme gibi mekanik ve kimyasal duyu organı olarak çalışır (Swoveland, 1978). Bu çalışma ile ülkemizde yayılış gösteren *P. kraepilini* akrep türünün besin ve eş bulmada etkili bir şekilde kullandığı duyu organı olan pektin diğer adıyla tarak organının morfolojik ve histolojik yapısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Diğer akrep türlerinde olduğu gibi bu akrelerde pektin organı mesosomal ikinci segmentte yer almıştır ve genel mimariye uygun bir yapıya sahiptir. Akrelerin pektin organı; marjinal lamella, farklı sayılardaki median lamella ve tarak dişi olarak adlandırılan pektinal dişler olmak üzere üç kısımdan oluşur (Hjelle, 1990). Her bir tarak organının marjinal ve medyan lamelları üzerinde, uzun mekanosensör kıllar (tip I) ve kısa kemosensör kılları (tip II) ve ayrıca her bir pektinal dişin anteroventral yüzeyinde kemosensörler olarak gruplandırılmış peg sensillalar bulunmaktadır (Kladt ve ark., 2007). Bu çalışmada, *P. kraepilini*'nin pektinleri SEM'de incelendiğinde daha önce ki yazarların bahsettiği üç farklı duyu kılları aynı şekilde gözlenmiştir.

Fet ve Bronwell (1998) yaptıkları çalışmada, pektinal dişlerin her birinin uç kısmındaki bir peg sensilyumun uzunluğunun 2-10 µm arasında değişiklik gösterdiğini ve peg sensilyumun şeklinin türe bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Foelix ve Müller-Vorholt (1983) peg sensilyumun uzunluğunun *Euscorpius italicus* (Herbst,

1800)'da 8 µm ve *Androctonus australis* (Linnaeus, 1758) türünde ise 2µm olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda, *P. kraepilini*'nin peg sensillumunun uzunluğunun ortalama olarak 10 µm ölçülmüştür ve bu sonuçlarda mevcut literatür bulguları ile uyumludur.



Şekil 11. Pektinal dişlerin kütikülası, nöronlar ve diğer hücreler görülmektedir.

Figure 11. Cuticle of pectinal teeth, neurons and other cells are seen

Gaffin (2002) yaptığı çalışmada her bir peg sensillumunun uç kısmında yarık şeklinde bir pora sahip olduğunu belirtmiştir. Gerek SEM gerekse ışık mikroskobu bulgularımızda yarık şeklindeki bu porlar netlikle görülmüştür. Yapılan fizyolojik çalışmalara (Gaffin ve Brownell, 1997; Gaffin ve Walvoord, 2004; Mineo ve Claro, 2006; Kladt ve ark., 2007) göre peg sensilla kemoreseptör ve mekanoreseptör olarak iş gördüğü belirtilmektedir. Yaptığımız çalışma sonucunda peg sensillumunun uç kısmındaki yarık benzeri açıklıklar bize diğer arachnidlerdeki kimyasallara duyarlı kıl yapısını hatırlatmıştır. Her ne kadar fizyolojik çalışma yapmamış olsak da yapı ve işlev arasındaki bağlantı nedeniyle peg sensillumunun kimyasalları algılamada iş gördüğünü düşündürmektedir.

Akreplere özgü bir duyu organı olan pektin organ ile ilgili son yıllarda Saric ve Tomic (2016) tarafından ilginç bir çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmada, *Euscorpium carpathicus* akrebinin pektinal organında teratolojik değişiklikler SEM kullanılarak incelenmiştir. İlk kez kaydedilen bu anormal yapı normal hali ile karşılaştırılmış ve muhtemel sebepleri de aynı çalışmada tartışılmıştır. Bu çalışmaya göre bu anormal yapılar çevresel etkiler sonucunda oluşabilmektedir. Gelişimin erken safhalarında ya da gömlek değiştirme sırasında parazit ya da predatör tarafından yaralanma sonucu da olmuş olabilir. Başka bir ihtimal ise bu yapıların fungal veya viral enfeksiyon sonucunda oluşabileceğidir (Saric ve Tomic, 2016). Çalışmamızda incelediğimiz akrep bireylerinin pektin organlarında benzer anormal yapılar gözlemlenmemiştir.

Mesobuthus gibbosus (Brulle, 1832)'un pektinal dişlerinin histolojik yapısı incelenmiş ve her bir peg sensillumunun bir ya da birden fazla sinir hücresi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Çorak et. al., 2018). *P. kraepilini*'nin pektinlerinden alınan enine seri histolojik kesitlerde de peg sensillumunla bağlantılı olan sinir hücreleri kolaylıkla görülmüştür. Bu çalışmada, *P. kraepilini*'nin tarak organı ışık ve taramalı elektron mikroskop kullanılarak detaylı olarak ilk kez incelenmiş olup, bu konuda yapılacak ileri ki çalışmalara temel teşkil edeceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Kırıkkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenen BAP-2009/30 nolu projenin bir kısmı olup, desteklerinden dolayı Üniversitemiz BAP Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Babaşoğlu A. 1999. Örümcekçiller (Arachnida), Niğde Üniversitesi Yayını, Niğde.
- Carthy JD. 1966. Fine structure and function of the sensory pegs on the scorpion pecten. *Experientia*. 22: 89–91.
- Çorak İÖ, Yiğit NK, Oruç M. 2018. *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) (Scorpiones: Buthidae) Akrep Türünün Tarak Organının Fonksiyonel Morfolojisi ve Histolojisi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 6(5): 618-623.
- Victor F, Gary AP, Sissom WD. 1998. Life in sandy deserts: the scorpion model. *Journal of Arid Environments*. 39: 609–622.
- Foelix RF, Muller-Vorholt G. 1983. The fine structure of scorpion sensory organs. II. Pecten sensilla. *Bull.Br.arachnol.Soc.* 6 (2): 68-74.
- Gaffin DD, Brownell PH. 1997. Response properties of chemosensory peg sensilla on the pectines of scorpions. *Journal of Comparative Physiology A*. 181(3): 291–300.
- Gaffin DD, Walvoord ME. 2004. Scorpion peg sensilla: are they the same or are they different. *Euscorpium- Occasional Publications in Scorpology*. No: 17.
- Gaffin DD. 2002. Electrophysiological analysis of synaptic interactions within peg sensilla of scorpion pectines. *Microscopy Research and Technique*. 58: 325-334.
- Hjelle JT. 1990. Anatomy and morphology. In: Polis G.A. (Ed.), *The Biology of Scorpions*. Stanford University Press, Palo Alto. pp:9-63.
- Legros C, Martin-Eauclaire MF, Cattaert D. 1998. The myth of scorpion suicide: are scorpions insensitive to their own venom. *Journal of Experimental Biology* September, 201 (18): 2625-2636.
- Karataş A. 2002. *Mesobuthus eupeus* (C.L.Koch, 1839) (Scorpiones: Buthidae) in Turkey. Niğde Üniversitesi.
- Karataş A, Çolak M. 2005. Scorpions of Gaziantep Province, Turkey (Arachnida: Scorpiones). *Journal of Euscorpium*. 30: 1–7.
- Kladt N, Wolf H, Heinzel HG. 2007. Mechanoreception by cuticular sensillae on the pectines of the scorpion *Pandinus cavimanus*, *Journal of Comparative Physiology*. 193(10): 1033–1043.
- Mineo MF, Claro DK. 2006. Mechanoreceptive function of pectines in the Brazilian yellow scorpion *Tityus serrulatus*: perception of substrate-borne vibrations and prey detection. *Acta Ethologica*. 9(2): 79–85
- Saric M, Tomic J. 2016. The first record of malformed pectines in genus *Euscorpium* (Scorpiones: Euscorpiidae). *Euscorpium — Occasional Publications in Scorpology*. No. 221
- Swoveland MC. 1978. External morphology of scorpion pectines. Master's thesis. California State University. San Francisco.
- Yağmur EA, Soğlak ME, Fet V, Kovarik. 2015. Etudes on iurids, VIII. A new Protoiurus species from the Hidirellez Cave in Antalya, Turkey (Scorpiones: Iuridae). *Euscorpium*. 2015.
- Yeşilyurt F. 2005. Anadolu'daki Bazı Akreplerin Sistematigi ve Biyokolojisi (Arachnida: Scorpionida). Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi. Kırıkkale.
- Yücel DA. 2007. Türkiye'nin Çeşitli Bölgelerinde Bulunan Akrep Türlerinin Trichobothriumları Üzerine Çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.