

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

*IURUS KRAEPELINI* VON UBISCH,1922 VE *MESOBUTHUS GIBBOSUS*  
(BRULLE, 1832) AKREPLERİNİN PEKTİN ORGANLARININ  
KARŞILAŞTIRMALI MORFOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ

Merve ORUÇ

OCAK 2012

**Biyoloji Anabilim Dalında** Merve ORUÇ tarafından hazırlanan *IURUS KRAEPELINI* VON UBISCH,1922 VE *MESOBUTHUS GIBBOSUS* (BRULLE, 1832) AKREPLERİNİN PEKTİN ORGANLARININ KARŞILAŞTIRMALI MORFOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. İlhami TÜZÜN  
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Doç. Dr. Nazife YİĞİT  
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof Dr. İlhami TÜZÜN \_\_\_\_\_

Üye (Danışman): Doç Dr. Nazife YİĞİT \_\_\_\_\_

Üye : Yrd.Doç.Dr. Tarık DANIŞMAN \_\_\_\_\_

...../...../.....

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Doç.Dr. Erdem Kamil YILDIRIM  
Fen Bilimleri Enstitüsü

*Yedi ay önce ansızın kaybettiğim, ellerimi bırakıp giderek hayata karşı dik durabilmeyi de öğreten, hayatım boyunca dünyanın en muhteşem babasına sahip olduğumu düşündürecek olan ve kalbimde sevgisini her an taşıyacağım, kızı olmaktan daima gurur duyacağım, hayatımın tek kahramanı olarak kalacak olan  
CANIM BABAM ADNAN ORUÇ' a...*

*Zahmetim karşısında başlayan, hakkını asla ödeyemeyeceğim şefkat denizim,  
kıymetlim, CANIM ANNEM MUKADDES ORUÇ' a...*

## ÖZET

*IURUS KRAEPELINI* VON UBISCH, 1922 VE *MESOBUTHUS GIBBOSUS*  
(BRULLE, 1832) AKREPLERİNİN PEKTİN ORGANLARININ  
KARŞILAŞTIRMALI MORFOLOJİSİ VE HİSTOLOJİSİ

ORUÇ, Merve

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nazife YİĞİT

Ocak 2012, 71 sayfa

Pektin (tarak) organ yalnızca akreplere özgü bir duyu organıdır. Bu çalışmada, Iuridae familyasına ait olan *Iurus kraepelini* von Ubisch, 1922 ve Buthidae familyasına ait olan *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) türlerinin tarak organlarının morfolojileri stereo mikroskop ve taramalı elektron mikroskop (SEM) kullanılarak, histolojileri ise ışık mikroskobu kullanılarak çalışılmış ve detayları ortaya çıkarılarak karşılaştırılmıştır. Her iki türde de tarak organın morfolojik yapısı genel mimariye uygun olarak bulunmuş ve üzerinde yer alan duyusal kılları, pektinal dişler üzerindeki peg sensillanın değişik morfolojileri incelenmiştir. Tarak organlardan hazırlanan bloklardan alınan kesitlerle de histolojik yapıları ortaya konulmuş ve yapı - fonksiyon arasındaki bağlantı uyarınca olası fonksiyonları tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Scorpion, *Iurus kraepelini*, *Mesobuthus gibbosus*, tarak organ, morfoloji, histoloji, SEM, Türkiye.

## ABSTRACT

THE COMPARATIVE MORPHOLOGY AND HISTOLOGY OF THE PECTINES  
OF THE SCORPIONS *IURUS KRAEPELINI* VON UBISCH, 1922 AND  
*MESOBUTHUS GIBBOSUS* (BRULLE, 1832)

ORUÇ, Merve

Kirikkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nazife YİĞİT

January 2010, 71 pages

Pectines (comb organs) are unique sensory organ in scorpions. In this study, the pectines morphology of *Iurus kraepelini* von Ubisch, 1922 belonging to Iuridae family and *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) belonging to Buthidae family were investigated by using stereo microscope and scanning electron microscope (SEM), and also the histological structures were studied by using light microscope and their detailed structural features were compared. In both scorpion species, the morphological structure of pectines were also found to be suitable general architectural structure, and the different morphology of their sensory hairs and peg sensilla on the pectinal tooth were investigated. Also, the histological structure of pectin organs were revealed by using sections prepared from pectin blocks and, probable functionality of these organs was discussed based upon structure and function relationship.

**Key Words:** Scorpion, *Iurus kraepelini*, *Mesobuthus gibbosus*, pectin, morphology, histology, SEM, Turkey.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisansa başladığım günden beri motive edici, pozitif yaklaşımıyla ileriye hep güvenle bakmamı sağlayan, bilimsel konularda her zaman danışabileceğime inandığım, eğitimim boyunca bana yol gösteren, “bir akademisyen” ve “bir insan” olarak örnek alınması gerektiğine inandığım, maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve benim tez danışmanlığımı yapan saygıdeğer hocam Sayın Doç.Dr. Nazife YİĞİT’ e teşekkür ederim.

Kullanılan numunelerin temininde yardımcı olan Sayın Dr. Fatih YEŞİLYURT’ a, çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Tarık DANIŞMAN’ a, yüksek lisans eğitimim boyunca bana manevi destek sağlayan Sayın Dr. Zafer SANCAK ve Sayın Uzman Biyolog Melek ERDEK’ e teşekkür ederim.

Son olarak hayatımın her anında olduğu gibi yüksek lisans eğitimim süresince de maddi ve manevi büyük destek ve özveride bulunan, bana yaşama sevinci veren çok kıymetli aileme sonsuz şükran ve sevgilerimi sunarım.

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

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	iv
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	vi
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Kaynak Özetleri .....	3
1.1.1. Sistematik ve Taksonomi .....	3
1.1.2. Fosil tarihi .....	3
1.1.3. Morfoloji .....	4
1.1.4. Anatomi ve Fizyoloji .....	9
1.1.4.1. Sindirim sistemi ve beslenme .....	9
1.1.4.2. Boşaltım sistemi .....	10
1.1.4.3. Dolaşım sistemi .....	10
1.1.4.4. Solunum sistemi .....	10
1.1.4.5. Üreme sistemi .....	11

1.1.4.6. Sinir sistemi .....	16
1.1.4.7. Salgı sistemi .....	16
1.1.5. Büyüme ve Gelişme .....	16
1.1.6. Coğrafi Yayılış ve Habitat .....	17
1.1.7. İntegüment .....	19
1.1.8. Duyu Organları .....	20
<b>2. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>22</b>
2.1. Kullanılan materyalin temini .....	22
2.2. Örneklerin stereo mikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskop (SEM) altında incelenmesi .....	22
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>25</b>
3.1. <i>Iurus kraepelini</i> von Ubisch, 1922 Türüne Ait Bulgular .....	25
3.1.1. <i>Iurus kraepelini</i> von Ubisch, 1922 Türüne İlişkin Morfolojik Bulgular .....	25
3.1.2. <i>Iurus kraepelini</i> von Ubisch, 1922 Türüne İlişkin Histolojik Bulgular .....	34
3.2. <i>Mesobuthus gibbosus</i> (Brulle, 1832) Türüne Ait Bulgular .....	44
3.2.1. <i>Mesobuthus gibbosus</i> (Brulle, 1832) Türüne İlişkin Morfolojik Bulgular .....	44
3.2.2. <i>Mesobuthus gibbosus</i> (Brulle, 1832) Türüne İlişkin Histolojik Bulgular .....	53
<b>4. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	<b>58</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>60</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>68</b>



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Bir akrepte genel vücudun dorsal görüntüsü ve bazı kısımları .....	5
1.2. Bir akrepte vücudun ventral görüntüsü ve bazı kısımları .....	6
1.3. Bir akrebin dolaşım ve sindirim sistemleri ile zehir bezinin lateral şematik gösterimi .....	11
1.4. Erkek bireyde genital açıklıktan dışarı çıkan spermatofor (a) ve yere bırakılmış spermatofor (b) .....	13
1.5. Akrelerde çiftleşme dansı .....	14
1.6. Erkek akrebin spermatoforu uygun yüzeye bırakışı .....	15
1.7. Erkek bireyin dişi bireyi spermatofor üzerine çekerek, spermatofor transferini sağlayışı .....	15
1.8. Akrelerin dünya üzerinde dağılımı .....	18
3.1. <i>I. kraepelini</i> ' nin dorsal genel görüntüsü .....	25
3.2. <i>I. kraepelini</i> ' nin ventral genel görüntüsü .....	26
3.3. <i>I. kraepelini</i> ' nde tarak organın ve tarak dişlerinin stereo mikroskop görüntüsü .....	27
3.4. <i>I. kraepelini</i> ' nin stereo mikroskopta pektin organın genel görünümü .....	28

3.5. <i>I. kraepelini</i> 'nin taramalı elektron mikroskobunda pektin organın genel görünümü .....	28
3.6. <i>I. kraepelini</i> 'nin taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki duysal kıl morfolojisi .....	29
3.7. a.b. <i>I. kraepelini</i> 'nin taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki kıl yapıları ve porlar .....	30
3.8. a.b. <i>I. kraepelini</i> 'nin taramalı elektron mikroskobunda dişlerin üzerindeki peg sensilyumlar .....	31
3.9. Taramalı elektron mikroskobunda <i>I. kraepelini</i> ' ye ait peg sensilla .....	32
3.10. Taramalı elektron mikroskobunda <i>I. kraepelini</i> ' ye ait peg sensillanın deforme olmuş görüntüsü ve oluksu yapılar .....	33
3.11. Taramalı elektron mikroskobunda <i>I. kraepelini</i> ' ye ait peg sensilyumların yakın morfolojisi .....	34
3.12. <i>I. kraepelini</i> ' ye ait tarak organın anterior kısmından geçen enine kesitte pektinal dişler (x4) .....	35
3.13. a. b. <i>I. kraepelini</i> ' nin daha yüksek büyütmede pektinal dişlerin enine kesiti (x10) .....	36
3.14. <i>I. kraepelini</i> ' nin pektinal diş üzerindeki peg sensilla ve onlarla bağlantılı olan nöronlar (x20) .....	37
3.15. <i>I. kraepelini</i> ' ye ait pektinal diş üzerinde kırılmamış peg sensilyumlar ve nöronlar (x20) .....	38
3.16. a. b. <i>I. kraepelini</i> ' ye ait peg sensilyumların boyuna kesitlerinde (oklar) içi boş	

tüp şeklinde olan görüntüsü .....	39
3.17. <i>I. kraepelini</i> ' ye ait peg sensilyumlardan geçen enine kesitler .....	40
3.18. a. Daha yüksek büyütmede peg sensilyumların terminal por veya yarık şekilli açıklıkları, b. Dikdörtgen içine alınmış kısmın büyütülmüş şekli .....	41
3.19. <i>I. kraepelini</i> ' nin pektinal dişinin pektin organın median lamellasına yakın geçen enine kesitte nöronlar ve granüler hücreler (x20).....	42
3.20. Kütikula tabakası altında yer alan epiderm hücreleri .....	43
3.21. Pektinal dişlerin kütikulası, nöronlar, epidermal hücreler .....	43
3.22. <i>M. gibbosus</i> ' un dorsal genel görüntüsü .....	44
3.23. <i>M. gibbosus</i> ' un ventral genel görüntüsü .....	45
3.24. <i>M. gibbosus</i> ' da tarak organın stereo mikroskop görüntüsü .....	45
3.25. <i>M. gibbosus</i> ' un stereo mikroskopta pektin organın genel görünümü .....	47
3.26. <i>M. gibbosus</i> ' un taramalı elektron mikroskopta pektin organın genel görünümü.....	47
3.27. <i>M. gibbosus</i> ' un taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki duyusal kıl morfolojisi .....	48
3.28. a. <i>M. gibbosus</i> ' un taramalı elektron mikroskobunda pektin organ üzerindeki kıl yapıları, b. Petek benzeri yüzey .....	49
3.29. a. b. <i>M. gibbosus</i> ' un taramalı elektron mikroskobunda dişlerin üzerindeki peg sensilyumlar .....	50
3.30. Taramalı elektron mikroskobunda <i>M. gibbosus</i> ' a ait peg sensilyumlar .....	51
3.31. Taramalı elektron mikroskobunda <i>M. gibbosus</i> ' a ait pektin organın deforme	

olmuş peg sensilla görüntüsü .....	52
3.32. Taramalı elektron mikroskopunda <i>M. gibbosus</i> ' a ait peg sensilyumların yakın morfolojisi .....	53
3.33. a. <i>M. gibbosus</i> ' un pektin organın toprağa bakan kısmından geçen enine kesit, b. Daha yüksek büyütmede pektinal dişler .....	54
3.34. <i>M. gibbosus</i> ' un pektinal dişlerinin enine kesiti .....	55
3.35. <i>M. gibbosus</i> ' un pektinal dişlerinin enine kesiti .....	56
3.36. <i>M. gibbosus</i> ' un bir tek pektinal dişinin enine kesiti .....	57

## KISALTMALAR DİZİNİ

cm	santimetre
dH <sub>2</sub> O	distile su
km	kilometre
m	metre
mm	milimetre
μ	mikron
μm	mikrometre
nm	nanometre
SEM	Taramalı elektron mikroskobu

## 1.GİRİŞ

Akrepler, tarih boyunca insanoğlunun ilgisini çekmiş olan canlılardır. Öyle ki; Eski Yunan mitolojisinde kötülüğü temsil ederken, Eski Mısır'da ölümü simgelemiştir. Kötü bir üne sahip olan bu canlılar, besin zincirinde önemli bir yere sahiptirler. Predatör yani avcı olarak önemli bir yere sahip olup, avladıkları böceklerin popülasyonlarının dengede kalmasının sağlanması ve bazı hayvanlar içinde av olmaları sebebiyle ekolojik bakımından önem taşırlar (İnanç, 2010).

Akrepler özellikle çöl bölgelerinde çok bulunmaktadır. Aynı zamanda steplerde ve tropikal ormanlarda, deniz kıyılarından dağlara kadar birçok yerde bulunabilirler. Bazı akrepler de insanların yakınlarında hatta bazı tıbbi önemi olan türler evlerin içlerine kadar girme eğilimindedirler (Crucitti ve Vignoli, 2002). Akreplerin hepsi gececi (nokturnal) hayvanlardır. Gündüzleri yuvalarında, kaya çatlaklarında ya da taş altlarında saklanırlar.

Akrepler omurgasız hayvanlardan olup, bilinen en eski karasal eklembacaklılardır (Babaşoğlu,1999). Akrepler ilk ortaya çıkışlarından bu yana, yaklaşık 400 milyon yıldır şekilleri çok az değiştiğinden bilim dünyasında "yaşayan fosiller" olarak da adlandırılabilirler (Legros vd., 1998). Akreplerin, Arachnida sınıfında zehirli arthropodlardan olup; örümcekler, keneler ve akarlar ile akraba oldukları düşünülmektedir. Ancak; akrepler, "pektin" (tarak) organ adı verilen yapıları taşırlar ve bu yapılarıyla diğer akrabalarından ayrılırlar. Bu yapı üzerindeki dişlerin sayısı erkek akrepler ile dişi akreplerde farklılık gösterir. Ayrıca; akreplerde keliserler de, pedipalplerden daha küçüktür (Aydemir Yücel, 2007).

Akrep türlerinin hepsi zehirlidir. Şimdiki zamanda da evrimsel süreçleriyle, zehir aygıtına sahip olmaları ve zehir bezlerindeki biyolojik aktif bileşenleriyle ve medikal önlemleriyle akrepler, halen insanların ilgilerini çekmektedirler (Dehesa–Davila vd., 1994; Possani vd.,1999; Çakmak, 2007). Zehirlerinin etkileri farklılık gösterir. Çok az akrep türü insanlar için öldürücü denebilecek dozda zehre sahiptir. Kimi akrep türleri yalnızca omurgasızlar üzerinde öldürücü etkiye sahipken, insanlar üzerinde öldürücü etki göstermez. Kimi de *Androctonus australis* (Linnaeus, 1758) akrep türü gibi bir insanı 6-7 saat içinde öldürebilecek kadar fazlaca kuvvetli zehre

sahiptir. Ayrıca zehirlerinin etkileri hava sıcaklığı veya hayvanın beslenip beslenmemesine göre de değişebilmektedir (Demirsoy, 1998).

Akrelerle yapılan bazı çalışmalar şu şekildedir; Kladt ve arkadaşları (2007), *Pandinus cavimanus* (Pocock, 1888) akrep türünde pektin organ üzerindeki kütikuler sensilyumların mekanoreseptör olarak görev yaptığı hakkında çalışmış, Gaffin (2002) akrelerde tarak organda bulunan pektinal sensilyumların içindeki sinaptik etkileşimlerin elektrofizyolojik analizini incelemiştir, Wolf (2007) *Vaejovis spinigerus* (Wood, 1863) akrep türünün pektin organının glomerular yapısını ve merkezi projeksiyonlarını çalışmış, Swoveland (1978) akrelerde tarak organın dış morfolojisini incelemiştir, Carthy (1966) akrelerin tarak organları üzerindeki dişlerin ince yapısı ve duyu fonksiyonlarını çalışmıştır.

Ülkemizde de akreler üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur. Fakat bu çalışmalar akrelerin zoocoğrafik dağılımı, sistematigi, faunası ve venomları üzerine yapılmış olan çalışmalardır. Bunlardan bazıları; Karataş ve Karataş (2002) *Mesobuthus eupeus* (C. L. Koch, 1839) akrep türünün Türkiye’deki dağılımı hakkında ve yeni dağılımı ile ilgili kayıt vermiş ve aynı zamanda pektinal dişlerin sayılarında çeşitlilik ve bazı ekolojik yönler tespit etmişlerdir. Özkan ve Kat (2003) Şanlıurfa ilinde bulunan *Mesobuthus eupeus* türünün zehrinin epidemiyolojik ve klinik bulgularını değerlendirmiş, Karataş ve Çolak (2005) Gaziantep ilindeki akreler üzerinde çalışmalar yaparak bu ildeki bazı türleri tespit etmişlerdir. Karataş (2005) Türkiye’de *Mesobuthus caucasicus* (Nordmann, 1840)’un dağılımı ile ilgili araştırmalar yaparak bu türe ait coğrafik kayıtlar vermiş, Yeşilyurt (2005) Anadolu’deki bazı akrelerin sistematigi ve biyoekolojisi hakkında çalışma yaparak bilgi vermiştir. Yapılan son çalışmalar ise Yağmur (2011)’un Güneydoğu Anadolu akrep faunasını verdiği doktora tez çalışması ve Yeşilyurt (2011)’un, Güneybatı Anadolu Bölgesi akrelerinin taksonomisi ve biyoekolojisi üzerine yaptığı doktora tez çalışmasıdır.

Ülkemizde akrelerle ilgili mevcut çalışmalar daha çok akrep faunası, sistematigi ve ekolojisi üzerine yapılmıştır. Yapılan çalışmalar arasında akrelerin duyu organları ve özellikle akrelere özgü bir yapı olan pektin organı ile ilgili ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile gerek ışık, gerekse elektron mikroskop kullanılarak pektin organın morfolojik ve histolojik yapısının detaylı olarak ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 1.1. KAYNAK ÖZETLERİ

### 1.1.1. Sistematik ve Taksonomi

Akrepler ile ilgili ilk taksonomik çalışmalar Linnaeus tarafından 1758'de "*Scorpio*" adını verdiği tek bir cinse ait beş türün bilimsel olarak tanıtılması ile başlamıştır (Fet vd., 2002). 1802' de Latreille tanımladığı akrepleri "Famille des Scorpionides" şeklinde ayrı bir familya olarak yayınlamıştır. Ordo olarak "Scorpiones" terimi ise ilk kez 1850' de Koch tarafından kullanılmıştır (Yeşilyurt, 2005). Akrepler; hayvanlar alemi içinde, Arthropoda şubesi, Chelicerata alt şubesi, Arachnida sınıfı içinde yer alan Scorpionida takımını kapsar. Günümüze kadar dünya üzerinde tanımlanmış 15 familyaya bağlı toplam 186 cins ve 1909 akrep türü kayıtlıdır (Rein, 2009).

### 1.1.2. Fosil Tarihi

Yapılan çalışmalara göre akrepler çok eski jeolojik dönemlerden beri var olup, günümüze kadar gelebilmişlerdir. Akreplerin 450 milyon yıldır biyokimyasal, davranışsal, fiziksel ve ekolojiksel adaptasyonları sürmüş olup; zehirlerinde, dokunma duyularında, çiftleşmelerinde görsel olarak değişimler gözlenmiştir. Akreplerin hikayesi yaklaşık 420 - 450 milyon yıl öncesi olan orta silüryen döneminde başlamıştır. Günümüz akreplerinin silüryen dönemden oligosen dönemine kadar yayılmış olduğu ve o dönemde yaşamış bir canlı olan Merostomata'dan türemiş oldukları öne sürülüp, nesli tükenmiş olan dev su akrepleri Eurypterida'lara az çok benzediği görülmüştür. Bu benzer özellikler; dış katmerli kitapsı akciğer, kanat tarzı ekler, çift taraflı birleşik gözler, çiğneme yapıları olarak gösterilebilir. Geç devoniyen ve erken karbonifer dönemde ilk karasal akreplere rastlanmıştır. Bu akreplerde fazladan bir çift kitapsı akciğer bulunmaktadır. Tanınan en eski ve ilk kara akrep türü olan *Palaephonus nuncios* Thorell ve Linstom tarafından 1885' te Gotland adası'nda bulunmuştur. Bu akrepte yaşayan diğer akreplerden farklı olarak terminal pençe bulunmamaktadır. Ancak karbonifer dönemi akreplerinde tarsuslar üzerinde pençeler bulunmakta ve bu özellikleri sebebiyle bu akrepler Euscorpioninea alt familyası içinde yer almaktadırlar. Bu alt familya içinde yer alıp aynı zamanda bilinen en eski tür olan ve 36 cm boyundaki *Gigantoscorpio willsi* Stormer tarafından 1963 yılında İskoçya'da bulunmuştur. Ayrıca mezozoik zamanda yaşayan Mesophonidae familyasına ait akrep türlerinin kalıntıları ve



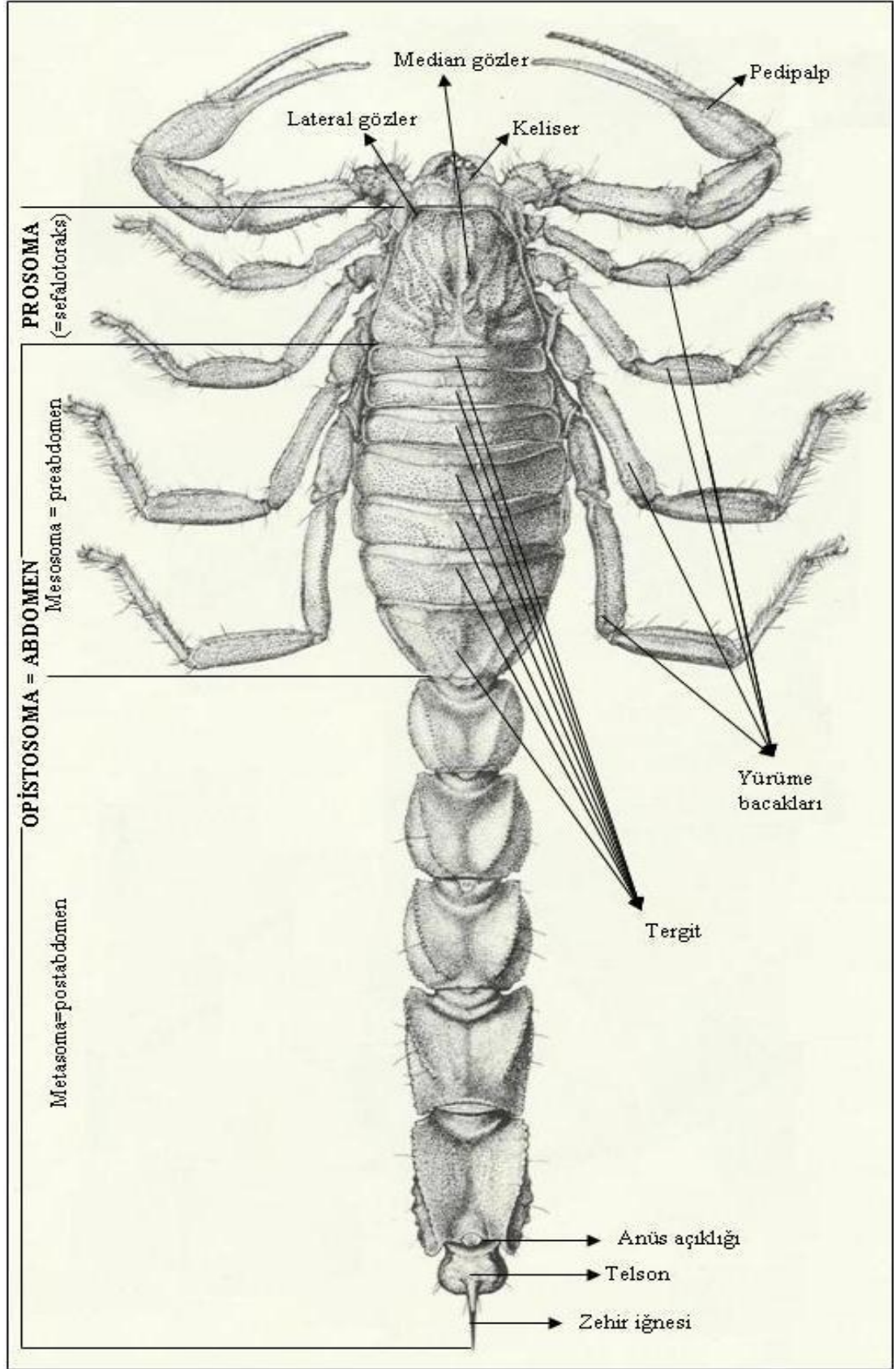
antropozoik zamanda ortaya çıktığı bildirilen Buthidae familyasına ait bir tür olan *Tityus eogunus*' un neozoik dönemine ait akrep fosilleri içinde bulunduğu bildirilmektedir. Yine 1986'da Edinburgh'da karbonifer dönemine ait *Phoxiscorpio peachi* türünün fosil kaydı Kjellesvig-Waering tarafından yapılmıştır. 2004 yılında Fransa'da triyasik döneme ait bir tür olan *Gallioscorpio voltzi*'nin fosil kaydı Lourenço ve Gall tarafından yapılmıştır. 2008 yılında da devoniyen döneminden *Waeringoscorpio westerwaldensis* türüne ait fosil örneği Poschmann, Dunlop, Kamenz ve Scholtz tarafından kaydedilmiştir. Son olarak günümüz modern akrep neslinin yaklaşık 300 milyon yıl öncesi karbonifer döneminin sonunda görülen akreplerden geldiği bildirilmektedir (Polis, 1990; Aytaç, 1992; Polis, 2001; Yeşilyurt, 2005; Dunlop vd., 2010).

### **1.1.3. Morfoloji**

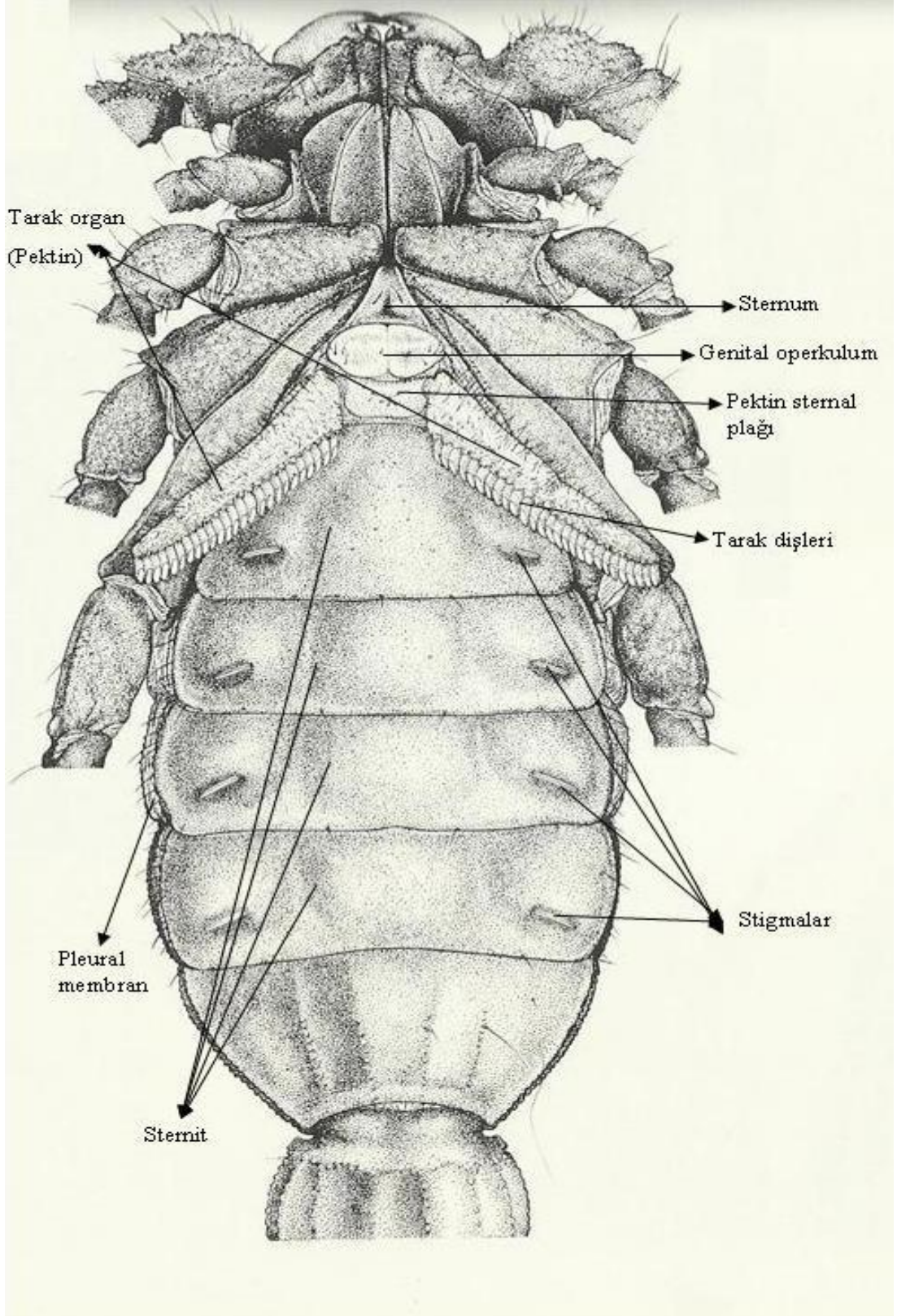
Akrepler ince uzun vücutludurlar ve boyları ortalama 5 ile 10 cm arasında değişebilir. *Typhlocactus mitchelli* 9 mm' lik boyu ile en küçük akrep türü, Hindistan'da yaşayan *Heterometrus swannerdami* ise 29,2 cm' lik boyu ile en büyük akrep türü olarak kayıtlara geçmiştir. Genel olarak renkleri kahverengimsi, sarımsı ya da siyahtır (Yeşilyurt, 2011).

Akreplerin vücutları 2 kısımdan oluşur:

1. Prosoma
2. Opisthosoma ( Mesosoma + Metasoma )



Şekil 1.1. Bir akrepte genel vücudun dorsal görüntüsü ve bazı kısımları (Keegan, 1980' den değiştirilerek).



Şekil 1.2. Bir akrepte vücudun ventral görüntüsü ve bazı kısımları (Keegan, 1980' den değiştirilerek).

**Prosoma:** Baş ve gövdenin kaynaştığı kısımdır. Sefalotoraks da denilmektedir. Segmentsiz bir yapı sergiler. Üzeri bir zırh görünümünde "karapaks" adı verilen sert bir kabukla örtülüdür. Karapaks üzerinde oluklar, granüller ve karinalar vardır ki, bunlar tür teşhislerinde kullanılır. Nokta görünümünde 2 adet median ve 2-5 çift lateral göz karapaksın üzerinde yer alır. Ancak bazı türlerde yan gözlere rastlanmaz. Prosomanın bir çift keliser, bir çift pedipalp ve dört çift yürüme bacakları olmak üzere toplamda altı çift üyesi vardır. İlk çift olan keliserler coxa, tibia, tarsus olmak üzere üç parçalıdır ve son ikisi bir makas oluşturacak şekilde birbirleriyle eklemlenirler. Bu yapılar genel olarak dişli çene ya da pençe tırnak şeklindedirler. Familyalara bağlı olarak farklılık gösterirler. Keliserler; avların tutulmasını, besinlerin parçalanarak farinkse götürülmesini ve bazen de birbirine sürtülmek suretiyle ses çıkarmayı sağlar. (Levy ve Amitai, 1980; Katz ve Gwadz, 1981; Kürtüllü, 2006).

Prosomanın ikinci çifti ise bütün ekstremitelerin en büyüğü olan pedipalplerdir. Akrepler için karakteristiktir. Coxa, trochanter, femur, tibia (patella), sabit parmak (manus) ve hareketli parmak (tarsus) olmak üzere altı segmentten meydana gelir. Makas yahut kıskaç benzeri bir yapıya sahip olup; çiftleşmek, savunmak, avlarını yakalamak, onları yaralamak ve ezmek için kullanılır. Ayrıca pedipalplerin üzerindeki "trikobotriyum" adı verilen duyuşal kıllar sayesinde de dokunum organı olarak da kullanılır. Sefalotoraksla bağlantılı ilk segment coxa'dır. İkinci segment ise kısa bir segment olan coxa ile femur arasındaki trochanter'dir. Üçüncü segment olan femur uzun ve silindirik bir yapıda olup trochanter ile tibia arasında yer alır. Beşinci ve altıncı segmentler ise "chela"yı oluşturur. Chela'yı oluşturan bu kıskaç benzeri yapının sabit olan alt kısmı manus, hareketli olan üst kısmı ise tarsus segmentleridir. Manus kısmında diken benzeri oluşumlar söz konusuysen, akreplere özgü olarak tarsus'ta abduksiyon kas bulunmaz. Kıskaçlar türlere göre değişik görünlere sahip olabilirler. Ayrıca pedipalpler aynı türün dişisi ve erkeği arasında da farklılık gösterir. Erkek akreplerin pedipalpleri, dişi akreplerinkinden daha ince bir yapıya sahiptir (Çağlar, 1957; Alexander, 1984; Brownell ve Polis, 2001; Özkan ve Karaer, 2004).

Prosomada geriye kalan son dört çift ise yürüme bacaklarıdır. Geniş bir coxa ile başlayan bacakların her biri yedi eklemden oluşur. Gonzalez - Sponga (1996)' a göre

sırasıyla bunlar; coxa, trochanter, femur, patella, tibia, basitarsus ve telotarsus'tur. Bu eklemler birbirine ince bir membran ile bağlanırlar. Bacakların en ucundaki tarsal segmentlerde unguikuli yada unguis adı verilen hareketli bir çift tırnak yapısı bulunur (Silüriyende yaşamış olan Palaeophonidae türlerinde yalnızca tek bir sivri çıkıntı varken; günümüz akrepleri de gelişim evrelerinde tek tırnaklı fakat ergin dönemde çift tırnaklıdırlar). Yürüme bacakları prosomanın alt kısmından birbirine yakın olarak çıkarlar. Ayrıca prosoma'nın ventral yüzeyinde birinci coxa ile ikinci coxa'da kitinli plaklar ile salgı bezleri yer alır. Bu oluşumların da sindirim olayında görev yaptıkları düşünülmektedir. Esas olarak hareket ve kazma organı olarak kullanılan bacaklar aynı zamanda üzerindeki ince tüyler sayesinde duyu organı olarak görev yapar. Bu ince tüylerin, dikenlerin dizilişi sistematikte önemli bir rol oynar. Bunun yanı sıra dişi akrepler bacaklarını yavruların hareket etmesinde kullanır (Levy ve Amitai,1980; Demirsoy,1998; Brownell ve Polis, 2001; Aydemir Yücel, 2007; İnanç, 2010).

**Opisthosoma (Abdomen) :** Mesosoma (preabdomen) ve metasoma (postabdomen) olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Gelişim aşamasında opisthosomada ufak taslaklar halinde ekstremiteler belirmesine karşın, bunlar zamanla kaybolduğu için ergin akreplerde opisthosomada hiçbir üye ve ekstremita görülmez (Aydemir Yücel, 2007).

Mesosoma, prosomaya bağlı olan ve en olarak geniş yedi segmentten oluşmuştur. Bu segmentler kitin plaklarla örtülüdür. Mesosomanın sırt kısmındaki kitin plaklara “tergit”, karın kısmındaki kitin plaklara ise “sternit” adı verilmektedir. Bu plaklar pleura denilen bir zar ile birbirine bağlanır. Mesosomanın birinci segmenti dar bir yapıya sahiptir ve ventral kısımda akreplerin üreme organlarını örtecek şekilde yerleşmiş olan kapak şeklinde bir yarık bulundurur. Bu kapağa “genital operkulum” adı verilir. Dişi akreplerde bu kapağın altında dışa açılan bir tek genital delik bulunurken, erkek akreplerde ise bir çift genital papilla (konik çiftleşme aygıtı) bulunur. Genital papilla hem türler arasında hem de aynı türe ait dişi ve erkek bireylerde de farklılık gösterir. Dişilerde operkulumlar çizgi boyu birleşirken erkek bireylerde ya kısmen ya da tamamen ayrıktır. Genital operkulumun önünde üçgen, beşgen gibi farklı şekillerde olan; akrebin hangi familyaya ait olduğunu tanımlamada kullanılan sternum bulunur (Yağmur, 2005; Uçak, 2006; Aydemir Yücel, 2007).

Sternumdan sonra; dördüncü çift yürüme bacaklarının arkasında, ikinci mesosomal segmentin sterniti üzerinde yalnızca akreplere özgü bir yapı olan tarak (pektin) organlar yer alır. Tarak organlar duyu organı olarak kullanılırken, aynı zamanda da erkek akreplerde çiftleşme sırasında hemispermatoforları uygun yer bulunca yere bırakılmasına yardımcı olarak kullanılır. Opisthosomada üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı mesosomal segmentteki sternitlerin üzerinde her iki yanda dışarıya açılan stigmalar bulunur. Bunlar solunum organı olan dört çift kitapsı akciğere aittir. Opisthosomanın son kısmı olan metasoma ise altı segmentten oluşur. Vücudun diğer kısımlarına göre daha ince ve uzun kuyruğa benzer uçtaki zehir iğnesi hariç tamamı kitin kaplı bir uzantı şeklindedir. Beşinci segment anüs açıklığını taşır. Altıncı ve son segment ise telson olup; 2 adet zehir bezi ve uç kısmında da zehir iğnesini bulundurur. Akrebin durumuna göre çeşitli şekillerde görünür. Yürürken arkaya doğru uzanmış biçimde, dinlenirken yana kıvrık, sokacağı sırada ise üstten prosomaya doğru kıvrık durumdadır (Alexander; 1984, Williams; 1987, Yağmur; 2005, Kürtüllü; 2006, Aydemir Yücel; 2007).

#### **1.1.4. Anatomi ve Fizyoloji**

##### **1.1.4.1. Sindirim sistemi ve beslenme**

Ağız; pedipalpler ile birinci ve ikinci yürüme bacaklarının coxaları arasında, atriyumun içinde ve üst dudağın altında bulunur. Emici bir yutak vardır ve onun arkasından gelen kısa yemek borusuna tükrük bezleri açılır. Ortabağırsak uzun, dar bir yapı sergiler ve uzunluğu boyunca büyük bir ortabağırsak bezinden ayrılan beş çift kanalla bağlantılıdır. Sonbağırsak ise kısa bir yapıya sahiptir. Akrepler karnivor olup; böcek, örümcek, kırkayak benzeri böcekler ile, yılan ve bazen de küçük kemirgen memeliler ile beslenirler. Pedipalpleri ile canlı olarak yakaladıkları avlarını telsonlarının ucundaki zehir iğnesi ile sokup felç ederler, keliserleriyle parçalarlar. Zehirin etkisiyle iç organları da parçalanan avları yutakları ile emerek beslenirler. Ayrıca açlığa ve susuzluğa uzun süre dayanabilirler. (Demirsoy, 1998; Yeşilyurt, 2005; Özkan ve Karaer, 2007).



#### **1.1.4.2. Boşaltım sistemi**

Boşaltım sistemleri malpighi tüpleri ve coxa bezlerinden meydana gelir. Malpighi tüpleri bir yada iki çift olup, mesosomanın son segmenti içinde yer alır ve ortabağırsağın son kısmına açılır. Coxa bezleri ise bir çift olup, prosomada diyaframın hemen ön kısmında bulunur. Bu bezlerde bir başlangıç kesesi ile bir toplama kanalı ve bu kanalın son kısmını oluşturan boşaltım kanalı göze çarpar. Bu boşaltım kanalları da üçüncü yürüme bacaklarının diplerinden dışarıya açılır (Demirsoy, 1998; Yeşilyurt, 2005).

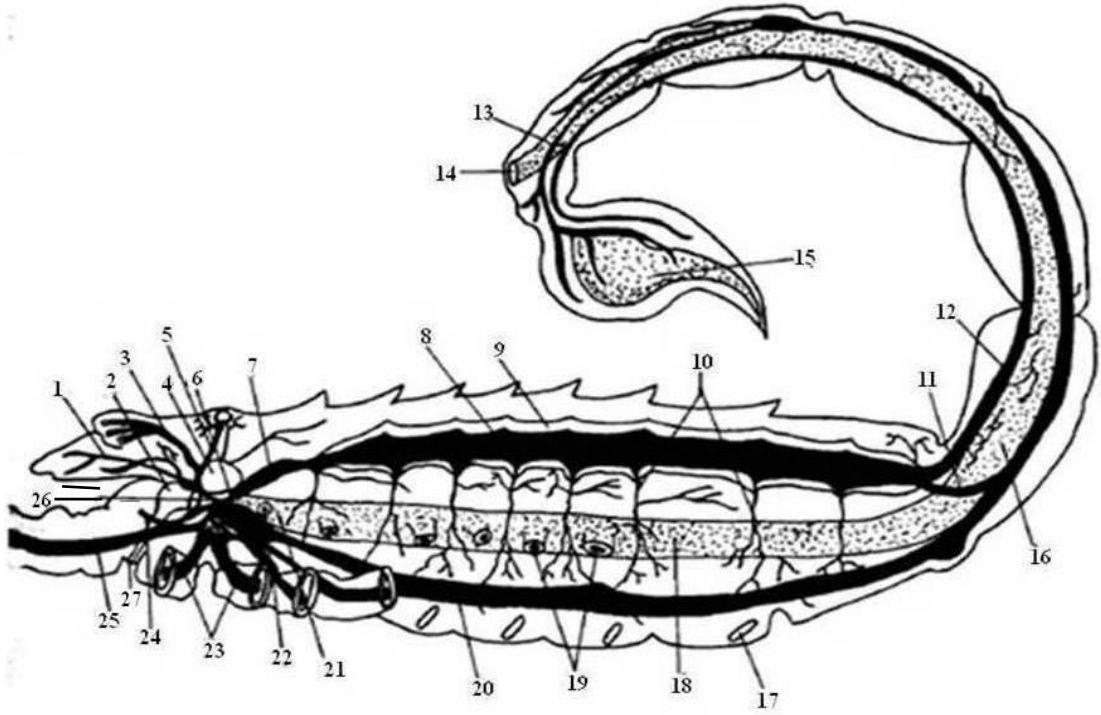
#### **1.1.4.3. Dolaşım sistemi**

Arachnidler içinde en gelişmiş dolaşım sistemine sahip arthropodlar akrelerdir. Açık dolaşım sistemine sahiptirler. Kalp, kan damarları ve sinüsler dolaşım sistemini meydana getirir. Kalp sırtta tüm mesosoma boyunca (yedinci segmentten başlayıp onüçüncü segmente kadar) uzanan, sekiz çift ostiyumlu bir boru şeklindedir. Ön ve arka uçlardan ayrılan birer büyük aortun yanı sıra yanlardan da yedi çift arter çıkar. Ön aort birçok kola bölünür ve bu kollardan iki tanesi yemek borusunun yanlarından aşağıya inerek, karındaki sinir sisteminin yanlarından arkaya doğru uzanır. Akrebin kanı renksizdir. Lenfatik sıvı yoğun granüllü yuvarlak kan hücreleriyle granülsüz ve merkezi olmayan çekirdekli lökositlere sahiptir. Arterlerin tümü vena lakünlerinde sonlanır. Lakünlerin iç kısımlarında toplanan kan, karnın bulunduğu kısımda uzanan bir sinusta toplanır ve burdan da solunum organlarına ulaşır, burada temizlenerek perikard boşluğuna geri döner. Kalp kasıldığı zaman ostiyumun dışı doğru açılan delikleri kapanır ve genelde kan öne doğru akar. Daha sonra kan "Homocoel" denilen doku sinuslarından kalbi çevreleyen perikardiyal sinüs içine akar ve oradan kalbe geçer. Ayrıca kanda çoğunlukla hemosiyanin adı verilen solunum pigmenti bulunur (Aytaç, 1992; Demirsoy, 1998; Yeşilyurt, 2005; Aydemir Yücel, 2007).

#### **1.1.4.4. Solunum sistemi**

Mesosomanın üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı sternitlerinde bulunan ve her biri bir solunum deliği (stigma) ile dışarı açılan dört çift kitapsı akciğerden oluşmuş solunum sistemine sahiptirler. Kitapsı akciğerlerin ince kitin kütikula tabakasından oluşan dış yüzü ve iki akciğer boşluğunun iç yüzleri farklı kalınlıkta yapı sergiler.

Stigmalar yelpazeye benzer şekilde olup, ana solunum organı olan kitapsı akciğere bağlıdır (Yeşilyurt, 2005).



**Şekil 1.3.** Bir akrebin dolaşım ve sindirim sistemleri ile zehir bezinin lateral şematik gösterimi. 1, keliseral arter; 2, farinks; 3, göze bağlı yan damarlar; 4, beyin; 5, optik arter; 6, aort yayı; 7, ön aort; 8, kalp; 9, perikardiyal sinüs; 10, yan arterler; 11, birleştirici damar; 12, arka aort; 13, arka bağırsak; 14, anüs; 15, zehir bezi; 16, son bağırsak; 17, solunum deliği (stigma); 18, ön bağırsak; 19, pankreatik bez kanalları; 20, böbrek üstü arter; 21, mide; 22, mide bezi kanalı; 23, apendiküler arterler; 24, kıvrık arter; 25, pedipalpal arter; 26, özafagus; 27, ağız (Vachon 1952'den değiştirilerek).

#### 1.1.4.5. Üreme sistemi

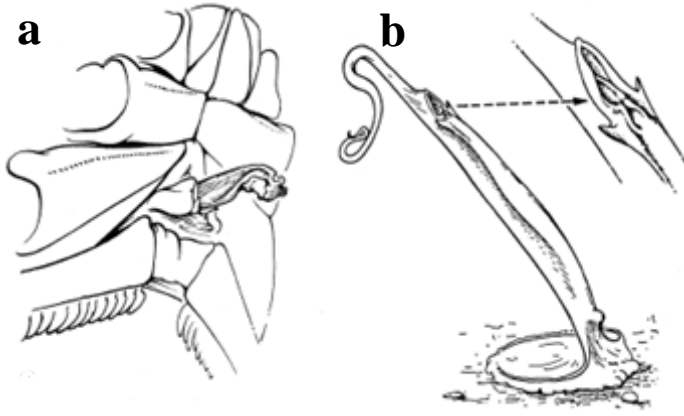
Akrepler ayrı eşyilirdirler. Eşeyler arasında eşeyssel dimorfizm görülür. Bunlardan ilki; dişiler erkeklerden vücut olarak daha iri, büyük bir yapı gösterirler. İkinci olarak; chela kapandığı zaman erkek akreplerin hareketli ve hareketsiz parmakları arasında boşluk kalırken, dişi akreplerde bu boşluk görülmez. Erkek ve dişi akreplerin tarak organlarında da hem diş sayısı bakımından hem de şekil itibariyle farklılıklar görülse de, bu farklılık her zaman geçerli olmayabilir. Bütün bunların



yanı sıra erkeği ayırmanın en iyi yolu, operkulum üzerinde yer alan kancadır (Demirsoy, 1998; Babaşoğlu,1999; Karataş, 2006; Yağmur ve Koç, 2007).

Genital organlar abdomende birinci mesosomal segment üzerinde bulunur. Erkeklerde bir çift testis vardır ve bu testisler farklı şekillerde olabilirler. Bu iki testis bir çapraz bağ ile birleşir. Her iki testise ait sperm kanalları birleştiği için sadece bir tane eşey sel açıklık bulunur. Spermier iplik şeklinde olup, tek bir delikle dışarıya bırakılır. Dişilerde üreme organları ağ şeklindedir ve parçalanmamıştır. Mesosomada ortabağırsak bezleri arasına gömülmüş şekilde bir tane ovaryum bulunur. Ovaryum; ikisi yanlarda biri de ortada olmak üzere toplam üç boru ile bu üç boruyu enine birbirine bağlayan beş çift enine borucuktan meydana gelmiştir. Boru ve borucukların alt kısımlarında ise küçük küreler şeklinde olgun yumurta folikülleri yer alır. Türlerle bağlı olarak yumurta yapısı, gelişmeleri, foliküller ve yumurta kanalları değişim gösterebilir. Yumurtalar özel uzama keselerinde dölleniirler. Oviduktlar sperm haznesi meydana getirmek için genişler ve daha sonra birleşerek genital operkulumun altındaki bir delikle dışarıya açılır (Demirsoy, 1998; Yeşilyurt, 2005).

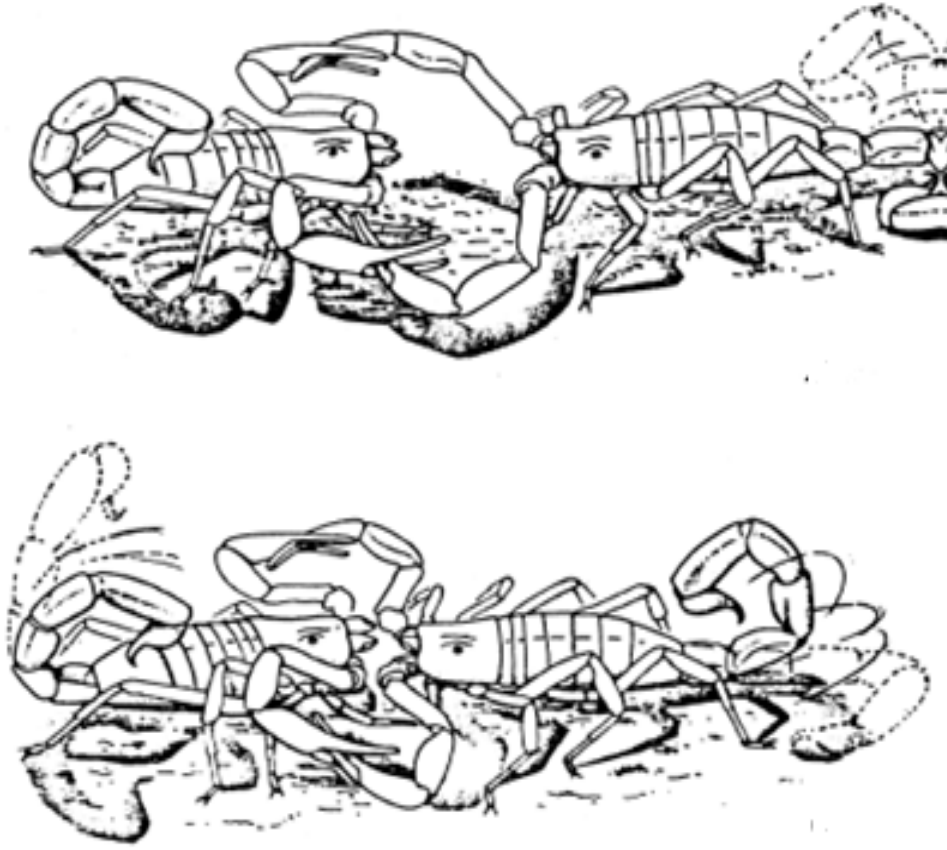
Akrelerin üremeleri ile ilgili olarak iki fikir ortaya atılmaktadır. Bunlardan ilki; erkek ve dişiler çiftleşme amacıyla bir araya gelmezler fakat erkekler ilk baharda kısa bir periyot içinde dişileri arar ve döllemeye çalışır. Bu fikre göre; erkek birey eşey deliğinden çıkmış şekilde bir kese içinde spermierini oluştururlar ve bir diş i gördükleri anda dişiyi oyalarken bir taraftan da kısıkaçları ile sperm kesesini dişinin eşey açıklığına yapıştırırlar. Bu olayın sonunda erkek birey hemen kaçmak zorundadır, yoksa dişiy e av olmaktan kurtulamaz (Polis ve Farley, 1979; Yaman, 1996; Özkan ve Karaer, 2007).



**Şekil 1.4.** Erkek bireyde genital açıklıktan dışarı çıkan spermatofor (a) ve yere bırakılmış spermatofor (b) (Lourenço, 2002' den değiştirilerek).

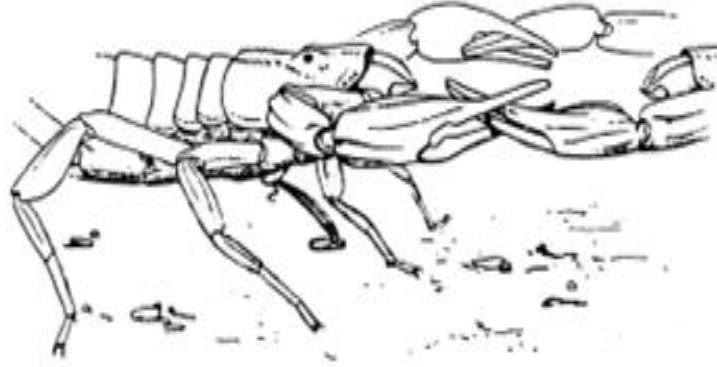
İkinci görüş ise daha ağır basmakla birlikte şu şekilde anlatılmaktadır; bireyler pektinlerini kullanarak, dişi akrebin salgıladığı feromon sayesinde birbirlerini bulurlar. Genellikle erkek dişinin pedipalplerini kendi pedipalpleri içinde kısıtırır ve karşılıklı birbirlerini çekme davranışında bulunurlar. Bu olay bir süre devam ettikten sonra aynı durumda bu kez de dönmeye başlarlar. İkili yürüyüş şeklinde gerçekleşen bu olaya "çiftleşme dansı veya kur yapma (promenade à deux)" adı verilir ve saatlerce sürebilir (Bücherl, 1971; Demirsoy, 1998; Lourenço ve Cuellar, 1999; Demirsoy vd., 2001; Lourenço, 2002).

Bu dans esnasında erkek birey kuyruğunu mümkün olduğunca ön tarafa doğru uzatarak, telsonunun ucundaki iğne yardımıyla dişinin abdomen segmentleri arasındaki yumuşak kısmı kaşıyarak "sexuel sting" olayını gerçekleştirir. Bütün bunlar olurken ağız kısımları karşılıklı olarak hep birbirine yakın bir haldedir. Bu da "keliser masajı" ya da "öpüşme" olarak adlandırılmıştır (Bullington, 1996; Yaman, 1996; Özkan ve Karaer, 2007).

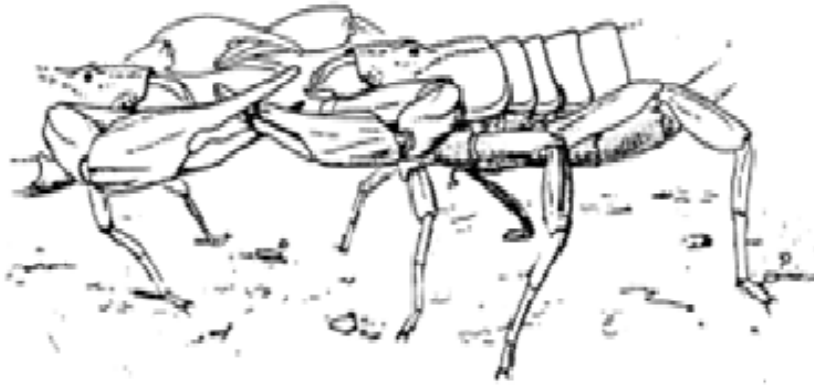


**Şekil 1.5.** Akrelerde çiftleşme dansı (Lourenço, 2002' den değiştirilerek).

Saatler süren dans bu şekilde devam ederken, erkek birey pektin organı yardımıyla uygun bir yüzey bulur ve spermatoforunu oraya bırakır. Daha sonra çeşitli manevralarla dişiye çekerek yapışkan özellikteki sperm kesesinin dişinin genital bölgesine yapışmasını sağlar. Bu hareketlilik devam ettiği için sperm kesesi de patlar ve dişinin genital açıklığından içeri girerek döllenme tamamlanmış olur. Yine erkek dişiye av olmamak için hızlı davranıp kaçmak zorundadır. Fakat çok azının kurtulduğu söylenmektedir (Yaman, 1996; Tallarovic vd., 2000; Lourenço vd., 2003; Özkan ve Yaman, 2004; Özkan ve Karaer, 2007).



**Şekil 1.6.** Erkek akrebin spermatoforu uygun yüzeye bırakışı (Lourenço, 2002' den değiştirilerek).



**Şekil 1.7.** Erkek bireyin dişi bireyi spermatofor üzerine çekerek, spermatofor transferini sağlayışı (Lourenço, 2002' den değiştirilerek).

Yeni doğum yapan dişi akrepler yine çiftleşebilirler. Erkek akrepler de kısa süre içinde yeni bir sperm kesesi üretebilme kabiliyetlerinden dolayı, birden fazla çiftleşme yeteneğine sahiptirler (Özkan ve Karaer, 2007).

#### **1.1.4.6. Sinir sistemi**

iki loblu bir beyin, büyük bir göğüs gangliyonu kütlesi ile yedi ya da sekiz abdominal gangliyondan oluşan bir sinir sistemleri mevcuttur. Bu gangliyonlardan son dört tanesi metasomada bulunurken, son gangliyon iki segment gangliyonunun kaynaşmasıyla meydana gelmiştir. Yemek borusunun başladığı kısımda da sinirlerle beyne bağlı olan bir küçük gangliyon vardır. Bu gangliyondan sindirim borusuna giden ve visseral sinir sistemini oluşturan sinirler ayrılır. Bunlardan başka vücudun ön kısmındaki farinkse ait gangliyondan çıkan lateral ve ana gözlerle birlikte mandibulalara bağlanan sinirler bulunur (Aytaç, 1992; Yeşilyurt, 2005).

#### **1.1.4.7. Salgı sistemi**

Akrelerin koksal, lenfatik ve lenfoid bezlerden oluşan bir salgı sistemleri mevcuttur. Koksal bezler, üçüncü yürüme bacağına vücuda bağlandığı yerde bulunur. Lenfatik bezler; tam halka şeklinde, yarım halka şeklinde ve küçük oval bezler şeklinde olmak üzere üç çeşittir. Lenfoid bezler ise bir çift olup iki kısa keseden oluşur. Ön uçları ile diyaframa bağlanıp vücut boşluğu içinde serbest halde salınırlar. Lenfatik bezler ile lenfoid bezlerin salgıları, akrebin vücudunda bulunan yabancı maddeleri absorbe etme ve aynı zamanda bakterileri zararsız hale getirme özelliği taşır (Aytaç, 1992).

#### **1.1.5. Büyüme ve Gelişme**

Dişi akrebin vücudunun içinde döllenmiş embriyolar gelişirler. Bu embriyolojik gelişim ise apoikogenik ve katoikogenik olmak üzere iki farklı şekilde olur. Apoikogenik gelişimde; ovum ile kese bulunur ve yavru kapalı bir zar içinde doğar. Embriyo, ovariterus ile doğrudan doğruya bağlantılı olup, besinleri direkt olarak anneden alır. Katoikogenik gelişimde ise; kese bulunmaz ve yavru doğarken kapalı bir zar içinde değildir. Embriyo, ovariterustan çıkan özel bir yapı ile beslenir. Ayrıca bazı kaynaklarda apoikogenikal gelişim gösteren akrepler ovovivipar olarak kabul edilmesine rağmen, apoikogenik embriyolar birtakım besinleri anne sisteminden aldığı için vivipar olarak kabul edilmektedir. Kısaca akrelerde ovoviviparlık ve gerçek bir viviparlık görülür (Demirsoy, 1998; Lourenço, 2002).

Bunların yanısıra bazı türlerin (ilk olarak *Tityus serrulatus*) eşeysiz olarak çoğaldığı tespit edilmiştir. Döllenmemiş yumurtadan sadece erkek birey oluşursa arrhenotoky,

sadece dişi birey oluşursa thelytoky adını alır (Lourenço, 2002; Özkan ve Karaer, 2007).

Gebelikleri yaklaşık olarak on bir ay sürer ve genellikle ilkbahar - yaz aylarında doğumlarını gerçekleştirirler. Eşeyssel açıklığın açılmasıyla birlikte yavrular birer birer dışarı çıkarlar. Türe bağlı olarak tek seferde 34 ile 110 tane yavru doğar. Doğan yavrular hemen annelerinin birinci çift bacaklarının yardımıyla anne sırtına çıkarlar ve birkaç hafta annelerinin sırtında yaşarlar. Pro-juvenil dönemde olan bu yavrular ilk gömlek değişimini de anne sırtında yaparak juvenil döneme geçerler. Erginlerinin tıpkı bir minyatürü gibidirler ve yavaş yavaş çevreye adapte olmaya çalışırlar. Bir süre sonra anne sırtından inerek 6-7 ay kadar da annelerinin peşinde gezerler. 1 ile 3 yıl arasında eşeyssel erginliğe ulaşır, yine 1 ile 3 yıl arasında değişen bir zaman diliminde de ergin olarak yaşarlar. Bu süre zarfında toplamda 6 ile 9 kez gömlek değişimi gerçekleştirirler. (Lourenço, 2002; Özkan ve Karaer, 2003; Özkan ve Karaer, 2007).

#### **1.1.6. Coğrafi Yayılış ve Habitat**

Akrepler kuzeyi pek tercih etmezler, daha ziyade tropik bölgeleri tercih ederler. Antartika ve Yeni Zelandia haricinde, bütün kıtalarla büyük adaların tropik ve subtropik bölgelerinde yayılış gösterir. Akreplerin coğrafik dağılımları familyalara göre de farklılık gösterir. Örneğin; familyalar içinde en geniş dağılım gösteren ve her yerde görülen Buthidae familyasıdır. Bunun yanı sıra Scorpionidae familyası en çok Afrika, Asya, Avustralya, Kuzey ve Orta Amerika ile Orta Doğu' da; Chaerilidae familyası Güney ve Güneydoğu Asya' da; Pseudochactidae familyası Orta Asya (Tacikistan, Özbekistan)' da; Chactidae familyası Kuzey-Güney ve Orta Amerika' da; Superstitioniidae familyası Kuzey Amerika' da yayılış gösterir. Yine bunların dışında Vaejovidae familyası Kuzey Amerika (Güneybatı Kanada, ABD ve Meksika) ve Orta Amerika (Guatemala)' da; Bothriuridae familyası Asya (Hindistan), Avustralya, Afrika, Güney Amerika' da; Euscorpiidae familyası Güney Avrupa, Güney Afrika (Akdeniz kıyıları), Kuzey Amerika (Meksika), Orta Amerika (Guatemala), Güney Amerika (Brezilya, Peru, Venezuela) ile Batı ve Orta Asya' da; Iuridae familyası Asya (Türkiye, Irak, Suriye) ve Avrupa (Yunanistan)' da; Troglotayosicidae familyası Avrupa (İspanya ve Fransa' da küçük bir alan), Ekvador ile Kuzey Amerika (Kolombiya)' da; Hemiscorpiidae familyası Amerika dışındaki

kuzey kıtalarda; Akravidae familyası İsrail (Ayaron mağarasında kuru kalıntı olarak 2007' de tanımlanmış.)' de; Caraboctonidae familyası Kuzey ve Güney Amerika (Bolivya, Şili, Ekvador, Galapagos adaları, Meksika)' da ve son olarak Typhlochactidae familyası ise Doğu Meksika' da yayılış gösterir (Fet, 1997; Yeşilyurt, 2005; Kürtüllü, 2006; Rein, 2009).



**Şekil 1.8.** Akrelerin dünya üzerinde dağılımı (Anonim, 2011).

Akrelerin habitat tercihleri ise iki grup olarak ele alınır. Bazıları çöl ve step gibi kurak ortamları sever (kserofil), bazıları da orman ve mağaraların nemli ortamlarını sever (higrofil). Bunlar ağaç yarıklarında, ağaç kabuklarının ve taşların altında, toprakta, toprak altlarında, yıkıntılar altında, duvarların oyuk ve yarıklarında yaşayan canlılardır. Bu canlıların amacı kendilerini yüksek sıcaklıktan koruyup, nemli ortam bulabilmektir. Genellikle geceleri aktif olurlar, nokturnal canlılardır. Gündüzleri kovuklarında saklanıp, ancak karanlık çökünce dışarı çıkarlar. Geceleri ultraviyole ışık altında floresan özellik gösterirler (Demirsoy, 1998; Stachel vd., 1999; Yeşilyurt, 2005; Özkan ve Karaer, 2007).

### 1.1.7. İntegüment

Akrelerin tüm vücudu, epidermis hücrelerinden salgılanan kütikuladan oluşan bir integümentle kaplanmıştır. İntegüment çeşitli düzenlerde sıralanmış duyu organları ile donatılmış şekilde bir yapıya sahiptir. Akrelerin kütikulası; oldukça karmaşık bir yapısı olan epikütikul, ekzokütikul ve endokütikul olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır. Ekzokütikul ve endokütikul birlikte prokütikulü oluşturur. Tüm kütikula yapısının kalınlığı türe ve gözlendiği yere göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak kütikulanın kalınlığı 10 ila 100 mikrometre arasında değişmektedir.

Üç ana tabakaya ayrılan kütikula kendi içinde de alt tabakalara ayrılabilir. İsimlendirilmeleri ve tabaka kalınlıkları farklı yazarlara göre değişiklik gösterse de, epikütikul 8,5 µm kalınlığında olup 4 tabakadan, ekzokütikul 12,5 µm kalınlığında ve 3 tabaka oluştuğu ve de endokütikulanın 65-85 µm kalınlığında olduğu belirtilmektedir.

Epikütikula; dört tabakadan oluşmuş olup en dışta geçirgen olmayan balmumundan ince bir katman halinde yağlı bir çimento tabakasından, bu tabakanın altında sırasıyla dış epikütikul, kütikulin ve iç epikütikul tabakasından oluşmaktadır. Ekzokütikul tabakası ise, hyalin ekzokütikul, dış ekzokütikul ve iç ekzokütikul veya mosokütikul olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır. En içte bulunan endokütikula tabakası bu iki tabakadan daha kalın olup çeşitli lamellerden oluşmuştur. Kütikula tabakası, epidermal hücrelerin uzantıları olan por kanalları ile çapraz çizgilerle geçilir. Bu kanallar epikütikula tabakasından çeşitli küçük dallara ayrılır. Epidermal hücrelerden (dermal bezlerden) yükselen diğer kanallar lipid (balmumu) salgısının kütikula yüzeyine salgılanmasına imkân vermektedir. Bu salgıların aynı zamanda feromonların kaynağı olabileceği ileri sürülmektedir (Stockmann ve Ythier, 2010).

Akrelerin çok ilginç bir özellikleri ise dalga boyu 360-495 nm olan ışık altında parlamalarıdır. Akrepler 360-495 nm dalga boylu ışığa tutulduğu zaman familya ya da türe göre bağlı olarak sarı ya da mavi floresans ışık çıkartırlar. Bu özellik akrelerin dış iskeletlerinde bulunan ve basit adıyla kumarin olarak bilinen 4-metil-7-hidroksi-kumarin maddesidir. Akrepler yeni gömlek değiştirdiklerinde ve yeni doğduklarında, kütikulaları çok taze olduğu ve kumarin maddesini içermediği için floresans özellik göstermezler. Ayrıca göz merceği ve de zehir iğnesi de floresans özelliğe sahip



değildir. Bu madde kütikula içerisinde birikir ve dış iskeletin sertleşmesini sağlar (Frost vd., 2001). Akrelerin floresans özellikleri ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalar vardır, Kloock ve arkadaşları (2010) yaptığı çalışmada çok düşük UV ışığı algılayabildiklerini, böylece ay ışığından kaçabildiklerini ve saklanabildiklerini iddia etmişlerdir.

### **1.1.8. Duyu Organları**

Araknidlerde dokunma kılları, trikobotriyumlar, öncü eklem reseptörleri ve slit sensilyumlar, mekanoreseptör olarak görev alır. Otbiçenler, böğüler ve başlıklı örümcekler trikobotriye sahip değildirler. Araknidlerin çoğunda önemli duyu girişleri; hava akımı gibi mekanik uyarıcılar, dokunma ve titreşimlerden oluşur. Doğrudan dolaysız temas neticesinde oluşan uyarılar dokunma kılları aracılığıyla algılanırken, substrat titreşimleri ise ekzoiskelet içinde bulunan slit sensillumlar tarafından algılanır (Reissland ve Gerner, 1985).

Kütikula içinde yer alan bir oyuk içinde bulunan uzun ve hareketli kıllar dokunum tüyleridir. Lenf oyuğu alıcı görevindedir ve kıl köküyle temas kurar. Dentritik sinir sonları kıl sapının kaidesine bağlanarak, sapın olası bir hareketi ile uyarılır. Araknidlerde duyu kılları fazlaca nörona sahiptir. Kıldaki bir hareket ilgili nöronda elektrojenik bir olayın başlamasına neden olur. Bunların yanı sıra tam bir mekanik kapasiteye sahip duyu organı olarak görev yapan kıllar da mevcuttur. Araknidlerde üst deride slit sensillumlar görev görür. Bunlar özel gerilim alıcısıdır ve mekanik olaylardan sorumludur. Bacaklarda yoğun olmak üzere bütün vücut yüzeyinde yer alırlar. Bu slit sensillumlar; tek izole hücrelerden oluşanlar, slitlerin gevşek birleşmesiyle oluşanlar ve yukarı doğru 30 birleşik ya da birbirlerine paralel slitlerden oluşan liriform organlar olmak üzere üç gruba ayrılırlar (McIver, 1975; Barth, 1985).

Araknidlerde en önemli kemoreseptörler ise tat alma kılları ve koklama reseptörleridir. Bunlar ağız parçaları ve keliser üzerine yerleşmelerinin yanında pedipalpin ve bacakların distal segmentinde de yer alırlar. Araknidlerin çoğu çevresini keşfetmek için bacaklarının uç kısmını kullanır. Kemoreseptörlerin ucundaki kıllar dış çevreye açılır ve fazlaca duyuşal nöron ile donatılmıştır. Tat alma

kılları ve diğer koku reseptörleri uygun eşi bulmakla birlikte, avın yerinin tespitinde de önemli rol oynar (Slifer, 1970; Foelix, 1985).

Akrepleri diğer taksonlardan ayıran en önemli duyu yapısı ise pektin (tarak) organ yapısıdır. Ayrıca akrelerde bu yapının yanı sıra duyu organı olarak; prosomada bulunan median ve lateral gözler, pedipalplerin üzerinde bulunan taktıl kılları, trikobotrium, bacaklardaki ince tüyler kullanılır (Demirsoy, 1998).

Akrepler, örümcekler ve böcekler gibi diğer arthropodlarla karşılaştırıldıklarında yüksek derecede gözlerini kullanan hayvanlar değildirler. Ancak bu akrelerin gözlerinin kullanışsız olduğu anlamı taşımamaktadır. Yapılan çalışmalar gececil akrelerin ışığa oldukça duyarlı olduklarını göstermiştir. Akrepler, iyi gelişmiş merceklerle ve oldukça hassas fotoreseptörlere sahip gözler bulundurmalarına rağmen, karanlık ortamlarda dahi avlanma davranışlarını sürdürebilmektedirler. Tipik olarak akrelerde karapakslarında yerleşmiş bir çift medyan göz ve dorsal karapaksların antrolateral kenarında ise bir sıra halinde lateral göz bulunmaktadır. Lateral gözlerin sayısı türe bağlı olarak 2-5 arasında değişir ve çoğunlukla bir sıra halinde dizilirler.

Akrelerde iyi gelişmiş gözler dışında gelişmiş ekstraoküler fotoreseptörler bulunmaktadır. Bunlardan ilki mekanoreseptörlerdir. Titreşim, ses ve dokunma duyularını algılamada kullanılır. Trikobotriumlar, substratları keşfetmede kullanılırlar. Uzun ince setalar olup özellikle pedipalpusun son beş segmentinde yer alırlar. Setalar, vücudun tüm yüzeyinde ve uzuvlarda bol miktarda bulunurlar. Liriform organlar veya yarık şeklindeki duyu organları olarak da bilinen bu yapılar özellikle uzuvların eklem bölgelerine yakın yerlerde bulunmaktadır. Bu yapılar daha çok örümceklerde çalışılmış olup akrelerde de mekanoreseptörler olarak bilinmektedirler. Eklem reseptörleri yine akrelerde uzuvların segmentlerinin bağlantı noktalarında bulunurlar. Akrebe esneme, genişleme ve gerilme hareketleri hakkında bilgi verir. Ekstraoküler bir diğer yapı ise sadece akrelere özgü olarak bulunan ve böceklerin ve de kabukluların antenleri ile rekabet etmek amacıyla farklılaşmış yapılar olan pektin ya da tarak organ olarak bilinen yapıların dişleri üzerindeki peg sensilladır. Pektinal dişler üzerinde çok sayıda olup, sayısı ve şekli türlere göre değişiklik göstermektedir (Stockmann ve Ythier, 2010).

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Kullanılan Materyalin Temini

Bu tez çalışmasında iki farklı akrep türü kullanılmıştır. Bu türler: *Iurus kraepelini* von Ubisch,1922 ve *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832)' dur. Bu akrepler 2010 yılında Güneybatı Anadolu bölgesinde yapılan çeşitli arazi çalışmaları sonucunda temin edilmiştir.

*Iurus kraepelini* von Ubisch,1922 (3 dişi) türleri 14 Mayıs 2010 tarihinde Antalya yolu güzergahı Eğirdir çıkışında Isparta'nın Eğirdir ilçesine bağlı olan Kırıntı köyünde makilik bir alandan toplanmıştır.

*Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) (2 dişi, 1 erkek) türleri ise 16 Mayıs 2010 tarihinde Antalya Korkuteli yolu 35. km' de ormanlık bir alandan toplanmıştır.

Türlerin teşhisi Dr. Fatih Yeşilyurt tarafından yapılmıştır.

### 2.2. Örneklerin stereo mikroskop, ışık mikroskobu ve taramalı elektron mikroskop (SEM) altında incelenmesi

Araziden toplanan örnekler mikroskopik incelemeler için canlı olarak laboratuvara getirilmiş ve akrepler için hazırlanmış olan teraryumlarda deney gününe kadar böcekler ile beslenmiştir. Diğerleri ise teşhis için % 70' lik alkol içinde muhafaza edilmiştir. Her iki örnek de öncelikle makroskopik olarak daha sonra Nikon SMZ-800 stereo mikroskop altında incelenip fotoğraflanmıştır.

Mikroskopik incelemeler için canlı olarak muhafaza edilen akrepler eter ile hafif bayıltılarak mikromakaslarla (gözcü makası) tarak organları kesilerek vücuttan ayrılmıştır. Her iki türe ait tarak organların bir kısmı taramalı elektron mikroskop, bir kısmı da ışık mikroskobu çalışmalarında kullanılmıştır.

Taramalı elektron mikroskopta incelenecek olan örnekler hemen sodyum fosfat tamponunda (pH 7,2) %3'lük gluteraldehit bulunduran küçük penisilin şişeleri içine atılmıştır. Buzdolabında (+4 °C) iki saat prefiksasyona tabi tutulmuştur. İki saat sonra buzdolabından çıkartılan örnek şişeleri içindeki gluteraldehit çözeltisi dökülerek üzerlerine sodyum fosfat tamponu (pH 7,2) konulmuştur. 15 dakika beklenip, aynı şekilde 3 kez tekrar tamponla yıkanmıştır.

Yıkama sonunda örnekler postfiksasyon için %1'lik osmiyum tetraoksit içine alınmıştır. Yine +4 °C'de 2 saat bekletilmiş ve fiksasyon sonunda yine tamponda yıkanmıştır. Dehidrasyon sırasıyla %40, 50, 60, 70, 80, 90, 95 ve absöü etanol içinde 15'er dakika bekletilerek yapılmıştır. Dehidrasyonu tamamlanan örnekler havada kurutularak çift taraflı bantlar yardımıyla alüminyumdan yapılmış stublar üzerine uygun poz verilerek monte edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan tüm stublar Polaron SC-500 model kaplama cihazı yardımıyla ince bir tabaka altınla kaplandıktan sonra örnekler Jeol JSM 5600 SEM cihazında incelenmiş, görüntüler kaydedilerek elektronmikrograflar alınmıştır.

Işık mikroskopunda incelenecek olan tarak organları taşıyan canlı akrepler eter ile hafif bayıltılarak mikromakaslarla kesilip, içerisinde formol bulunan küçük penisilin şişeleri içine konulmuştur. Formol içinde buldukları tüplerden alınarak çeşme suyuyla yıkanmış ve daha sonra doku takip cihazına konulmuştur. Shandon Citadel 1000 markalı doku takip cihazında şu aşamalardan geçmiştir:

<u>Adımlar</u>	<u>Çözeltiler</u>	<u>İçinde bulundurma zamanı (saat)</u>
Adım 1	% 70 Alkol	2,00
Adım 2	% 90 Alkol	2,00
Adım 3	% 100 Alkol	1,00
Adım 4	% 100 Alkol	2,00
Adım 5	% 100 Alkol	2,00
Adım 6	Ksilol	1,00
Adım 7	Ksilol	1,30
Adım 8	Ksilol	1,30
Parafin Banyosu 1 (9)	Parafin	2,00
Parafin Banyosu 2 (10)	Parafin	3,00

Doku takip cihazından çıkartılan örnekler parafin ile bloklanmış ve 4 mikron kalınlığında Shandon Finesse markalı mikrotom cihazından seri kesitler alınmıştır. Lama yapıştırılan kesitler Shandon Varistain Gemini markalı boyama cihazıyla hazırlanan hematoksilin-eosin boyası ile boyanarak entellan ile kapatılmıştır.

Hazırlanan preparatlar Nikon Eclipse 50i marka ve modele sahip mikroskop altında incelenip, görüntüler kaydedilmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. *Iurus kraepelini* von Ubisch,1922 Türüne Ait Bulgular

##### 3.1.1. *Iurus kraepelini* von Ubisch,1922 Türüne İlişkin Morfolojik Bulgular

*Iurus kraepelini* akrep türünün dorsal genel görüntüsü Şekil 3.1' deki gibidir. Pedipalpler, prosoma ve metasomada siyaha yakın bir renk gözlenir. Bacaklar ile tergiterde de bordomsu ve koyu kahverengimsi renk mevcuttur. Tergitlerde segmentler arasında daha açık bir renk görülür.



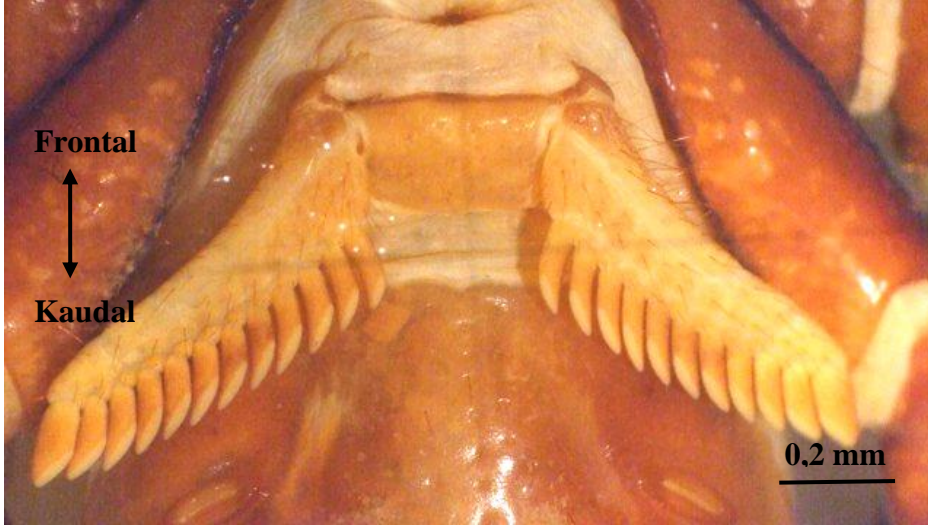
**Şekil 3.1.** *I. kraepelini*' nin dorsal genel görüntüsü.

Yine aynı türün ventral genel görüntüsü ise Şekil 3.2' deki gibidir. Pedipalpler ile metasomada yine siyahımsı renk gözlenirken, prosoma ve mesosomada ise bordomsu, koyu kahverengimsi renk görülür. Akreplerin genel özelliklerine uygun şekilde sternumdan sonra; dördüncü çift yürüme bacaklarının arkasında, ikinci mesosomal segmentin sterniti üzerinde yalnızca akreplere özgü bir yapı olan tarak (pektin) organların yerleştiği gözlenir.



**Şekil 3.2.** *I. kraepelini*' nin ventral genel görüntüsü.

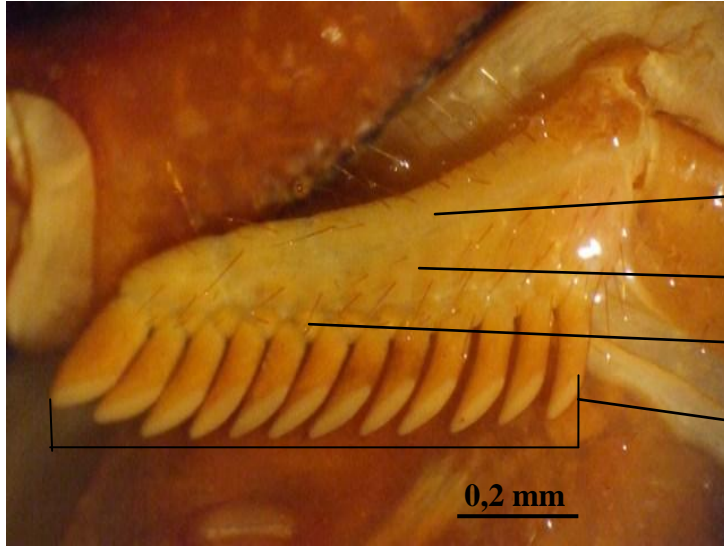
*I. kraepelini* türü akrep ventralden stereo mikroskop altında daha detaylı incelendiğinde, tarak organının genel morfolojiye uygun olarak ventrolateral olarak 9. vucut segmentinde, yürüme bacaklarının hemen arkasında yerleşmiştir. Tarak organ iyi gelişmiş segmentlere sahiptir. Parçalar kompleks yapılıdır, üç anterior lamel ve bir orta lamel bulunur, fulkralar orta büyüklükte gelişmiştir. Tarak diş sayısı 11-12 olarak gözlenmiştir. Her bir tarak organ üzerinde duyuşal kıllar da görülür (Şekil 3.3).



**Şekil 3.3.** *I. kraepelini*' de tarak organının ve tarak dişlerinin stereo mikroskop görüntüsü.

Pektin organ üzerinde üç tabakalı kütikular bir yapı mevcuttur. En dışta marjinal lamella, ortada median lamella (orta lamel) ve en altta da farklı sayılarda olabilen pektinal dişler görülmüştür. Median lamella ve pektinal dişler düzenli sıralanır. Ayrıca pektinal dişlerin bağlantılı olduğu fulkralar da net bir şekilde görülmektedir (Şekil 3.4). 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 parçalı olduğu daha da net bir şekilde görülmüştür (Şekil 3.5).



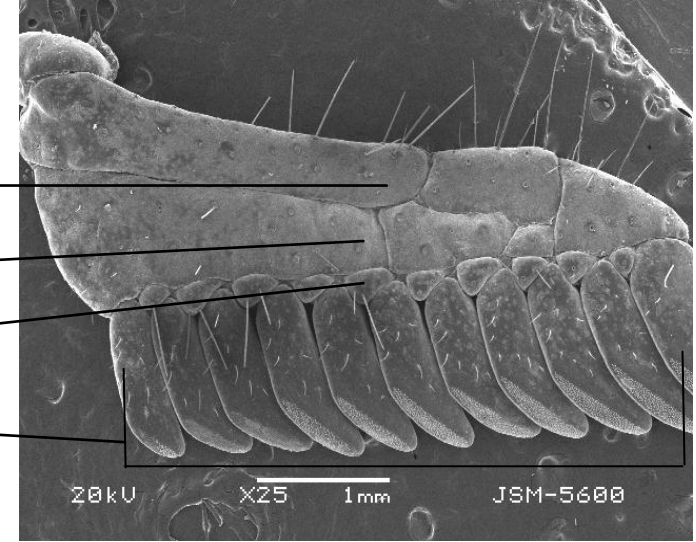


Marjinal lamella

Median lamella

Fulkralar

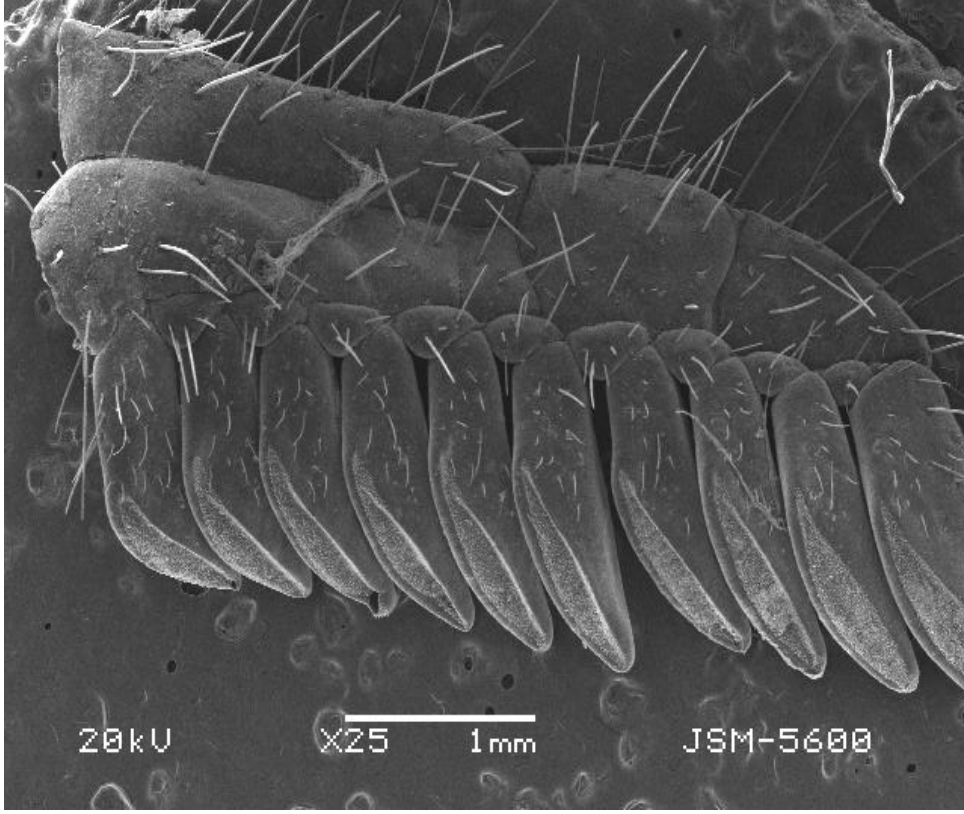
Pektinal dişler



Şekil 3.4. *I. kraepelini*' nin stereo mikroskopta pektin organının genel görünümü.

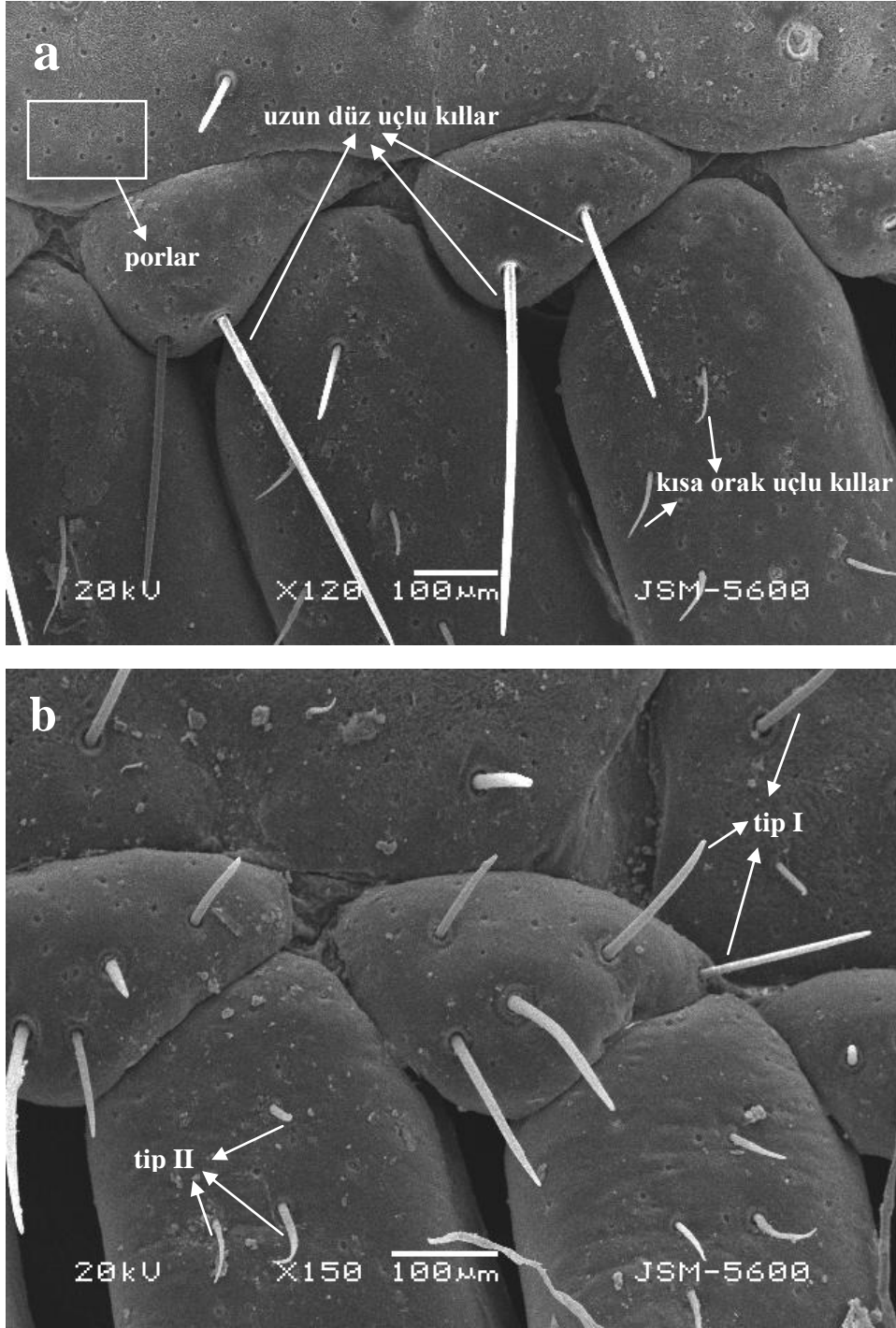
Şekil 3.5. *I. kraepelini*' nin taramalı elektron mikroskopta pektin organının genel görünümü.

Pektin organlar üzerinde çok sayıda duyusal kıllar gözlenmiştir. Tarak organının marjinal lamellasında, median lamellasında ve pektinal dişleri üzerinde olmak üzere üç farklı katmanında bu kıllar yaygın şekilde gözlemlenmiştir (Şekil 3.6).



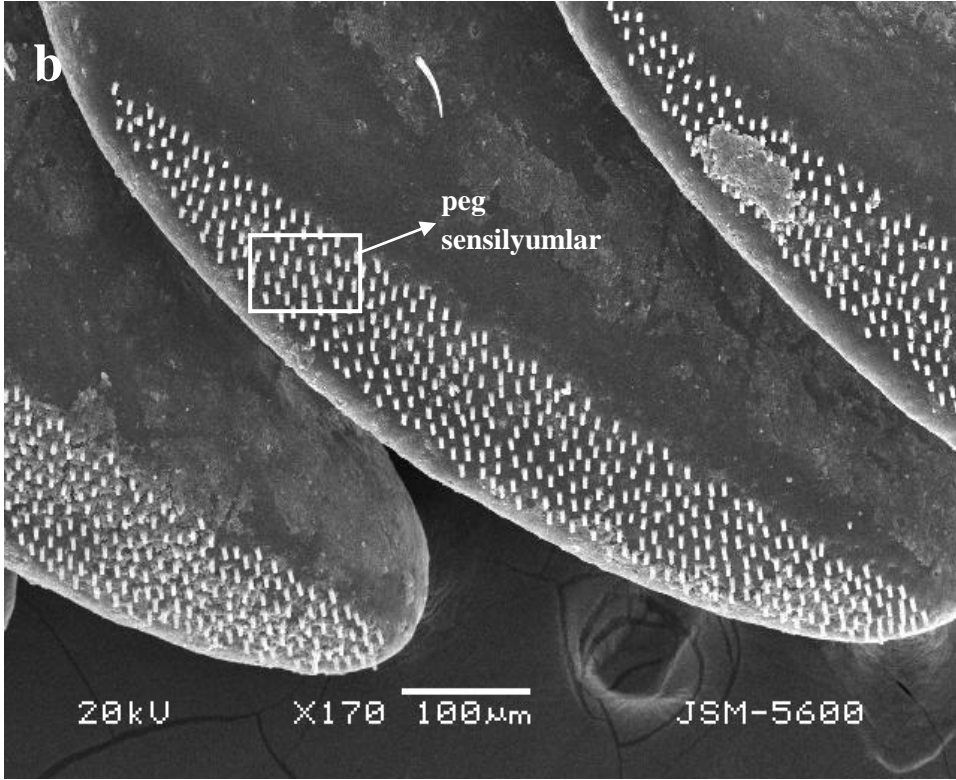
**Şekil 3.6.** *I. kraepelini*' nin taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki duyusal kıl morfolojisi.

Herbir dişin anteroventral kenarı üzerinde kemosensörler olarak gruplandırılmış peg sensilyumlar, lamella üzerinde kısa kemosensör kılları (tip II) ve uzun mekanosensör kıllar (tip I) gözlenmiştir.



**Şekil 3.7. a. b.** *I. kraepelini*' nin taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki kıl yapıları ve porlar.

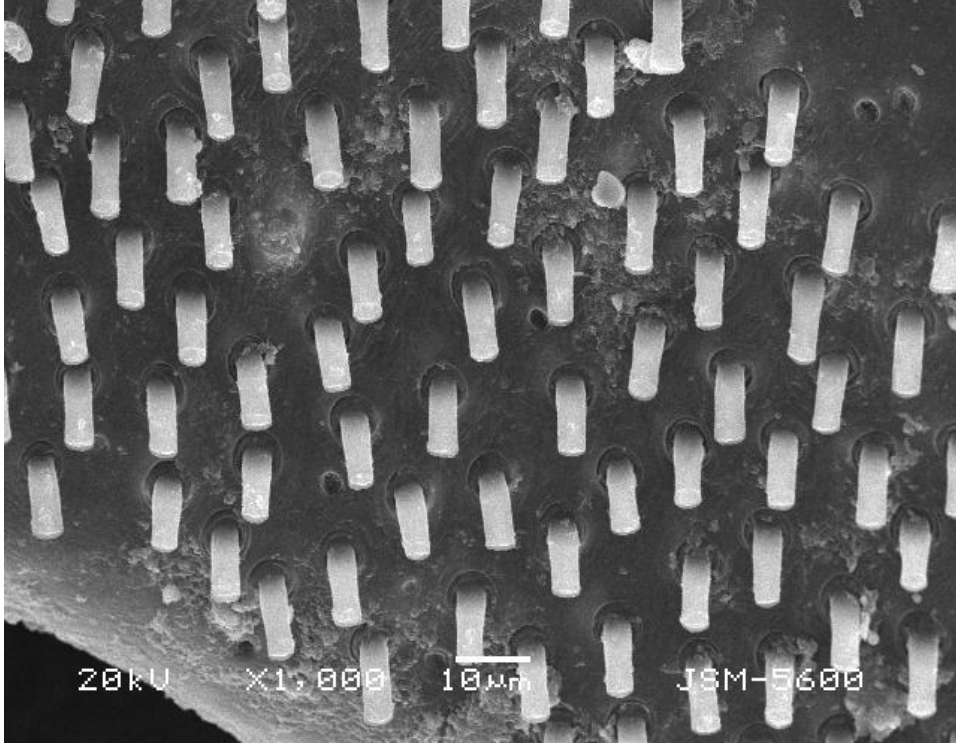
Tarak üzerindeki her bir dişin alt yüzeyinde akrebin yürüme yönünde ventral tarafta , homojen bir dağılım gösteren çok sayıda peg sensilla mevcuttur. Bu peg sensillanın toplamda sayıları 250-300 arasında değişim göstermiştir (Şekil3.8.a, b).



**Şekil 3.8. a. b.** *I. kraepelini*' nin taramalı elektron mikroskobunda dişlerin üzerindeki peg sensilyumlar.

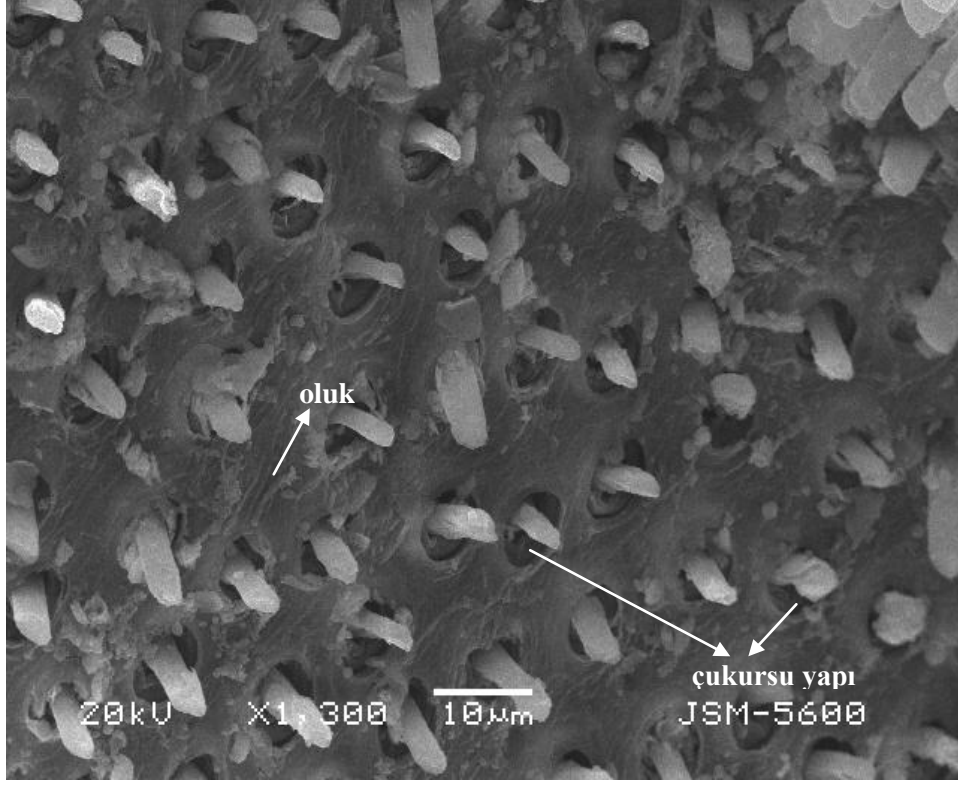
Bu peg sensillayı daha yüksek büyütmede taramalı elektron mikroskopta incelediğimizde, muntazam bir sıralanma ve yerleşim gösterdiği gözlenmiştir. Her bir peg sensilyum tarak dişi üzerinde geniş porlar içinden dışarı uzanan 10µm

uzunluğunda silindir şeklinde yapılar olarak gözlenmiştir. Peg sensillanın etrafında bir halkasal yapı görülmüştür (Şekil 3.9).



**Şekil 3.9.** Taramalı elektron mikroskobunda *I. kraepelini*' ye ait peg sensilla.

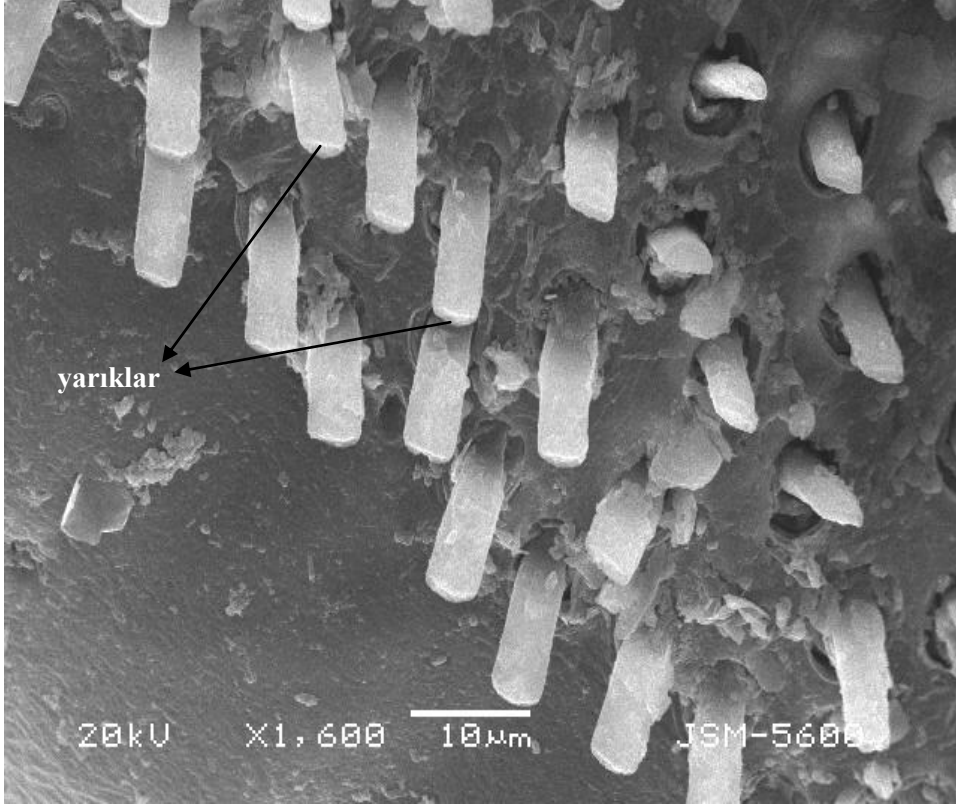
Bazı dişlerde pektin organın yere sürtünmesine bağlı olarak deformelerin meydana geldiği görülmüştür. Peg sensillanın düzensiz bir şekil aldığı gözlemlenmiştir. Yüzeyde oluklar şeklinde yapılar mevcuttur. Peg sensillanın çıktığı porlar çukur benzeri bir yapı sergilemektedir (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10.** Taramalı elektron mikroskopunda *I. kraepelini*' ye ait peg sensillanın deforme olmuş görüntüsü ve oluksu yapılar.

Peg sensilla SEM'de daha yüksek büyütmede incelendiğinde, her birinin dış yüzeyinde kütikular çıkıntılar göze çarpmıştır. Peg sensilyumlar oval silindirik bir yapıda görülmüş olup, uç kısımlarında yarık şeklinde yapılar mevcuttur (Şekil 3.11).

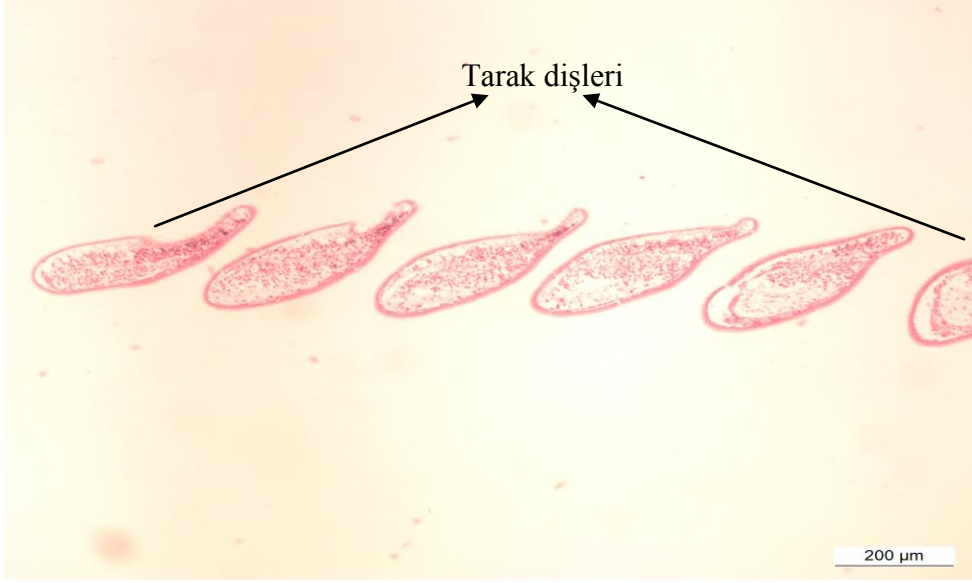




**Şekil 3.11.** Taramalı elektron mikroskopunda *I. kraepelini*' ye ait peg sensilyumların yakın morfolojisi.

### **3.1.2. *Iurus kraepelini* von Ubisch,1922 Türüne İlişkin Histolojik Bulgular**

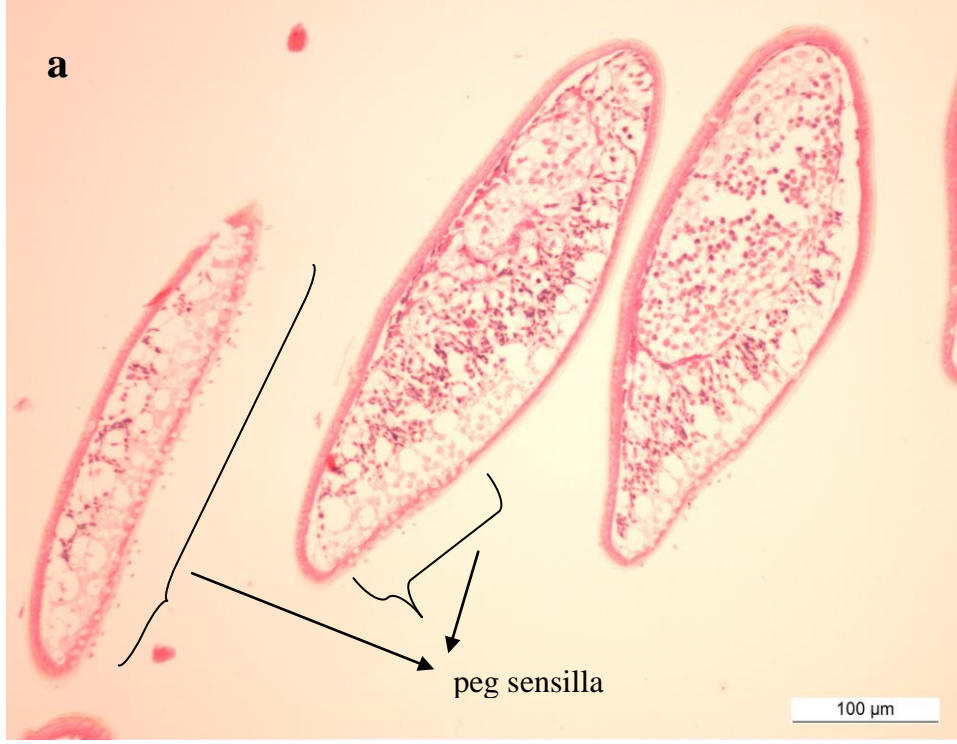
En küçük mikroskop büyütmesinde tarak organ üzerindeki pektinal dişler sıralı bir dizilim göstermektedir. Alınan kesitin çok ince olması sebebiyle pektinal dişlerin ovalimsi olan şekli asimetrik bir görünüm almıştır (Şekil 3.12)



**şekil 3.12.** *I. kraepelini*' ye ait tarak organının anterior kısmından geçen enine kesitte pektinal dişler (x4).

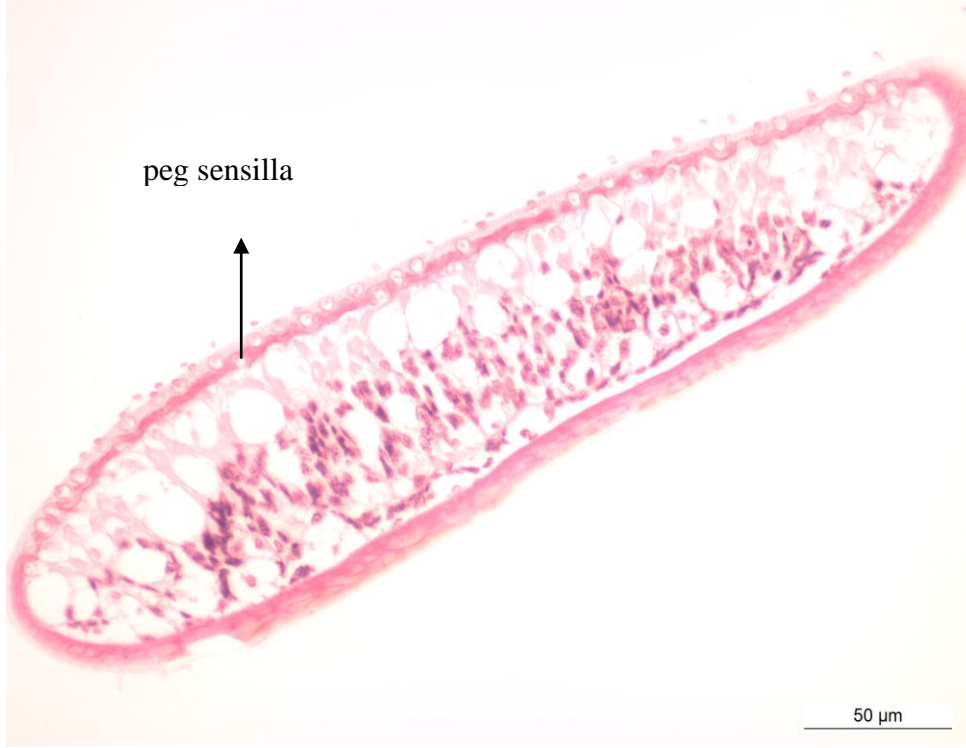
Işık mikroskobunda daha yüksek büyütmede, pektinal dişlerin enine kesitleri incelendiğinde pektinal dişlerin bir tarafında peg sensilla ve bunlara bağlı sinir hücreleri (nöronlar) göze çarpmaktadır (şekil 3.13.a, b).





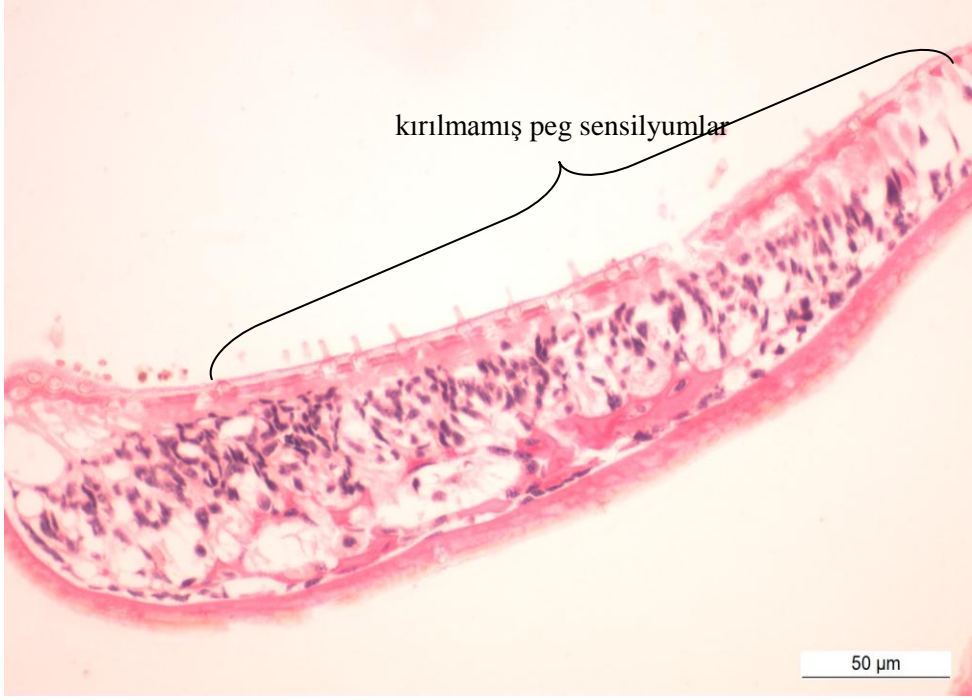
Şekil 3.13.a .b. *I. kraepelini*' nin daha yüksek büyütmede pektinal dişlerin enine kesiti (x10).

Peg sensillanın pektinal diş üzerinde küçük yuvarlak oyuklar içinde sıralandığı görülmektedir. Kesit alma işlemi sırasında çoğu peg sensilyumlar kırılarak diş üzerinden ayrılmıştır (Şekil 3.14).



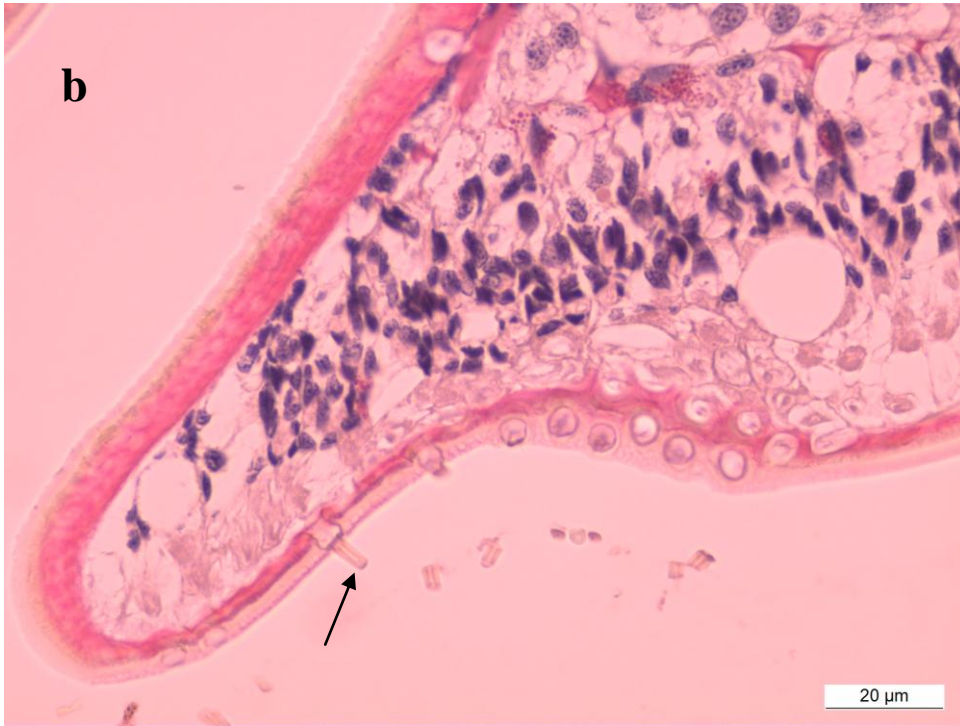
**Şekil 3.14.** *I. kraepelini*'nin pektinal diş üzerindeki peg sensilla ve onlarla bağlantılı olan nöronlar (x20).

Peg sensilyumlar başka dişler üzerinde kırılmamış şekliyle de görülmektedir. Ekzoderm tabaka üzerinde çıkıntılar halinde göze çarpmaktadır. Pektinal dişin bir tarafında peg sensilla görülürken karşı tarafta yoktur. Peg sensilyumlarla ilişkili olan nöronlar yoğun içerikleri dolayısıyla koyu boyanmış olmalarıyla kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler ve burada bazı peg sensilyumların boyuna kesitleri de dikkat çekmektedir (Şekil 3.15).



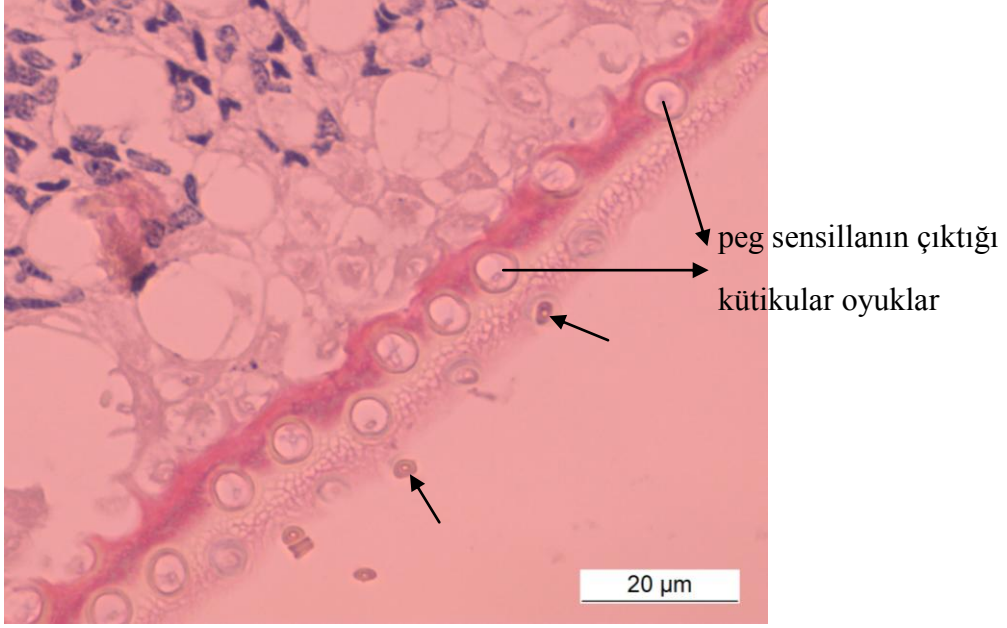
**Şekil 3.15.** *I. kraepelini*' ye ait pektinal diş üzerinde kırılmamış peg sensilyumlar ve nöronlar (x20).

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 3.16.a, b). Her bir peg sensilyum kütikular tabaka içinde yer alan soket kısmı dikkat çekmektedir.



**Şekil 3.16. a. b.** *I. kraepelini*' ye ait peg sensilyumların boyuna kesitlerinde (oklar) içi boş tüp şeklinde olan görüntüsü.

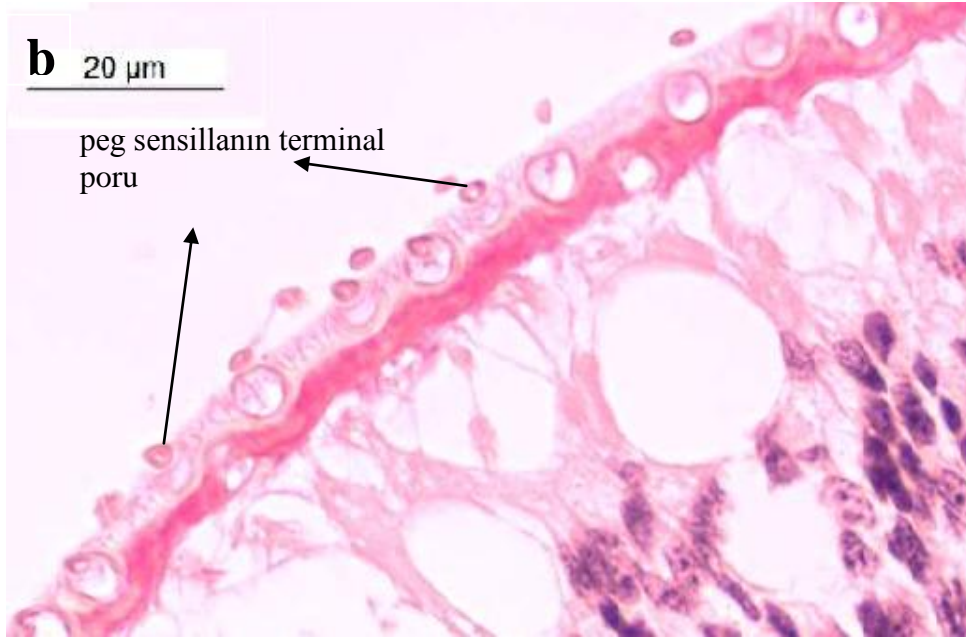
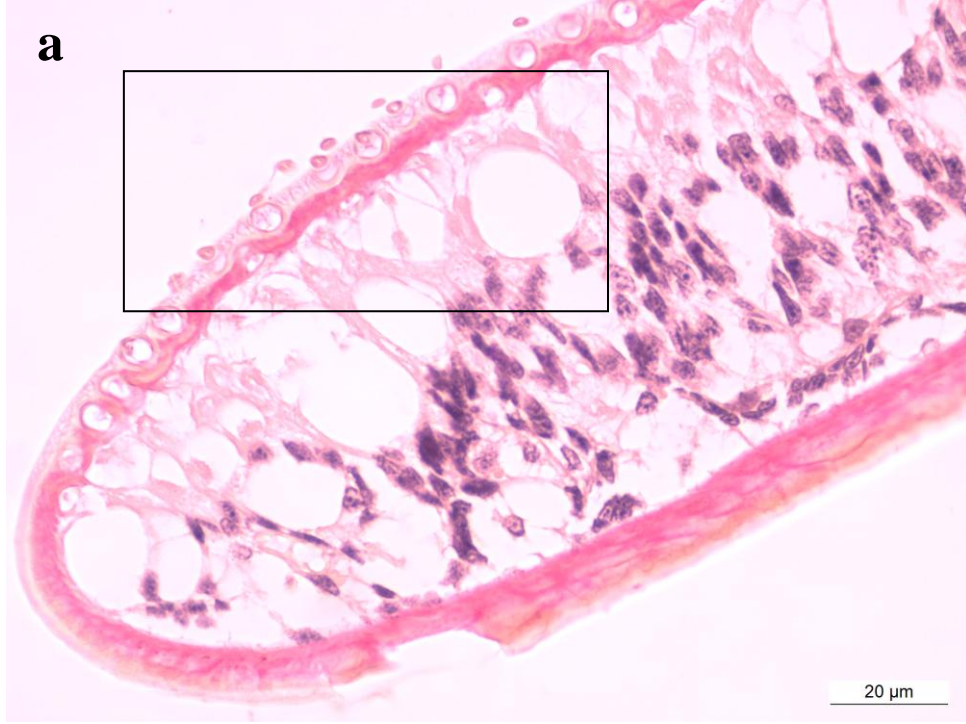
Peg sensilyumlardan geçen enine kesitler incelendiğinde ise iç içe geçmiş iki halka şeklinde görülmektedir (Şekil 3.17).



**Şekil 3.17.** *I. kraepelini*' ye ait peg sensilyumlardan geçen enine kesitler.

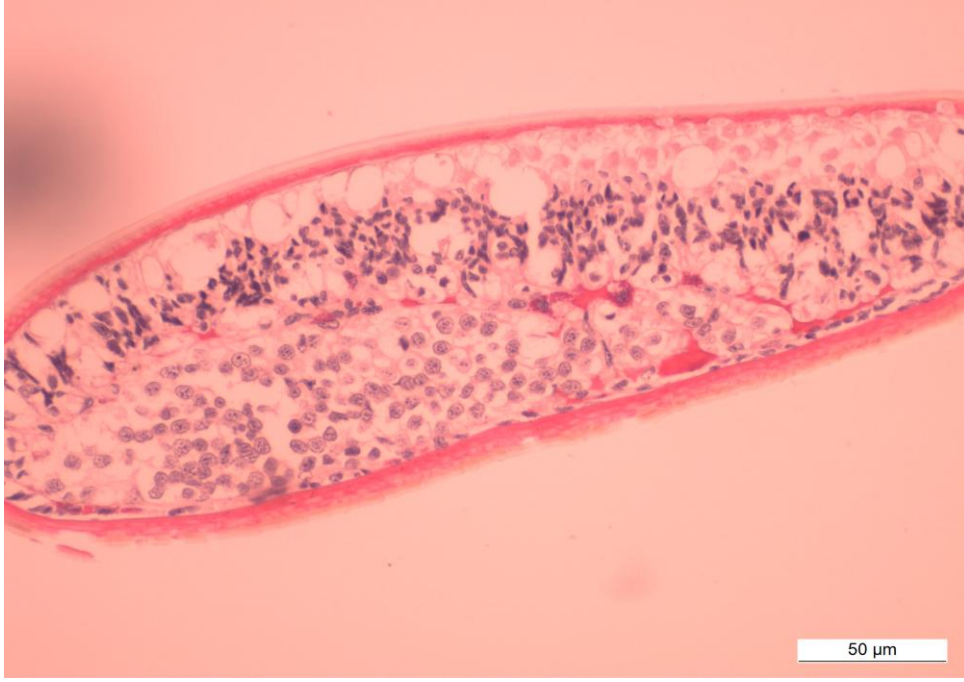
Şekil 3.18' deki fotoğraflar incelendiğinde, peg sensilyumların üstten görüntüleri gözlenmiş ve peg sensilyumların uç kısımlarındaki “terminal por” veya “yarık şeklinde açıklık” olarak adlandırılan açıklıklar rahatlıkla görülebilmektedir.





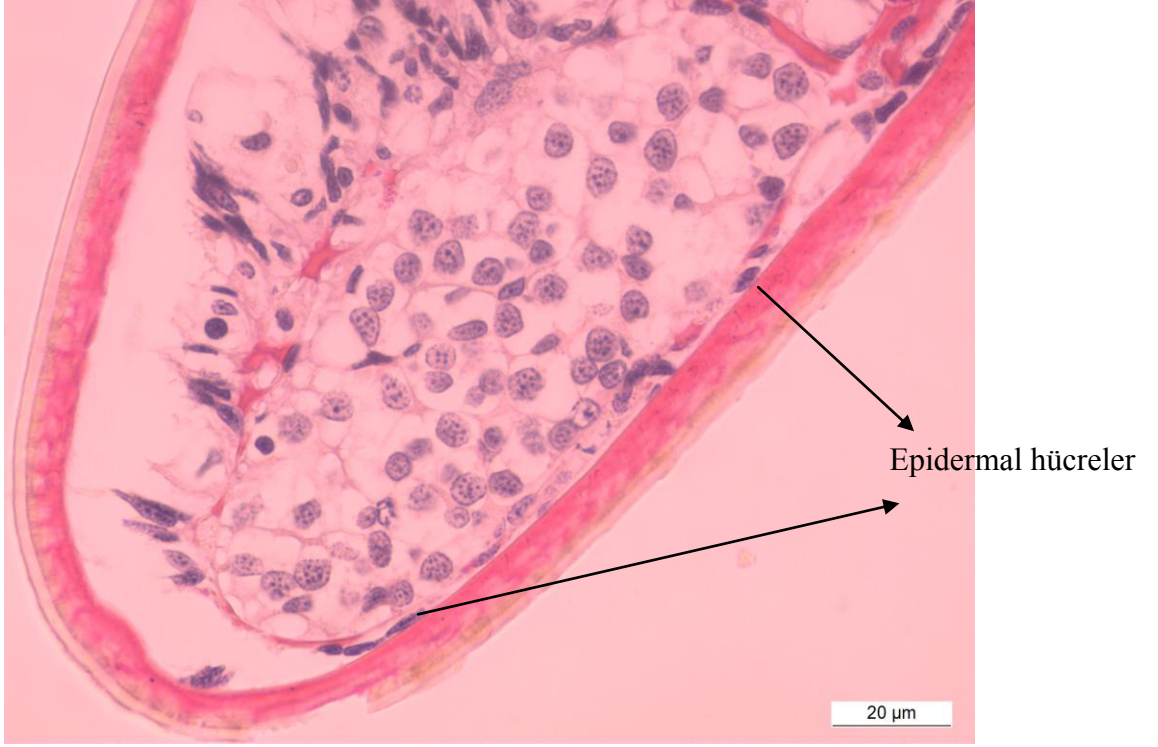
**Şekil 3.18. a.** Daha yüksek büyütmede peg sensilyumların terminal por veya yarık şekilli açıklıkları, **b.** Dikdörtgen içine alınmış kısmın büyütülmüş şekli.

Pektinal dişlerin median lamele doğru yaklaşan enine kesitler incelendiğinde peg sensilyumların bulunmadığı, ancak nöronların hale bu kesitlerde bulunduğu görülmüştür. Enine kesitlerde nöronların alt kısmında küme halinde onları destekleyen sitoplazmik granüllere sahip hücreler mevcuttur (Şekil 3.19).

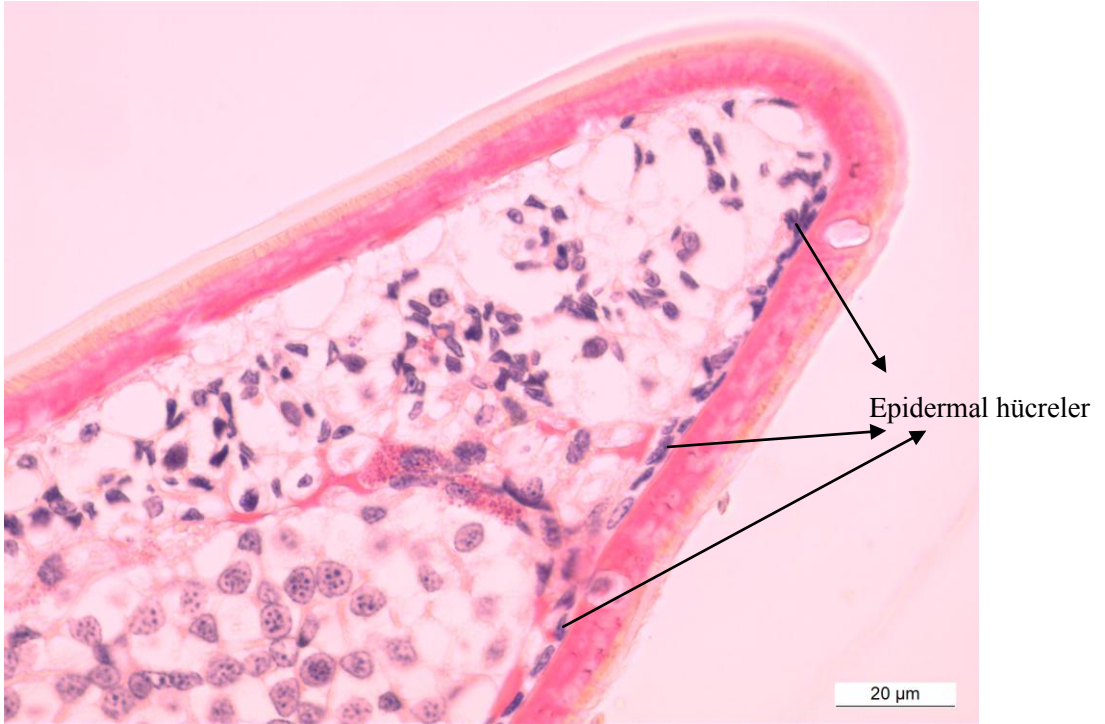


**Şekil 3.19.** *I. kraepelini*' nin pektinal dişinin pektin organının median lamellasına yakın geçen enine kesitte, nöronlar ve granüler hücreler (x20).

Genel mimariye uygun olarak üç ana tabakadan oluştuğu görülmektedir. En dışta epikütikül tabakası oldukça homojen şekilde, ekzo ve endokütikula tabakası ise lamelli yapılarıyla kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ayrıca bu üç tabaka içinde en kalın tabakanın endokütikül tabakası olduğu da görülmektedir. Kütikula tabakası ortalama olarak 16 µm ölçülmüş olup, içinde yer yer balmumu yapısındaki waksı kütikula yüzeyine taşıyan waks kanalları ve kütikula tabakasının hemen altında bir sıra halinde epiderm hücreleri bulunmaktadır (Şekil 3.20).



**Şekil 3.20.** Kütikula tabakası altında yer alan epiderm hücreleri.



**Şekil 3.21.** Pektinal dişlerin kütikulası, nöronlar, epidermal hücreler.



### 3.2. *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) Türüne Ait Bulgular

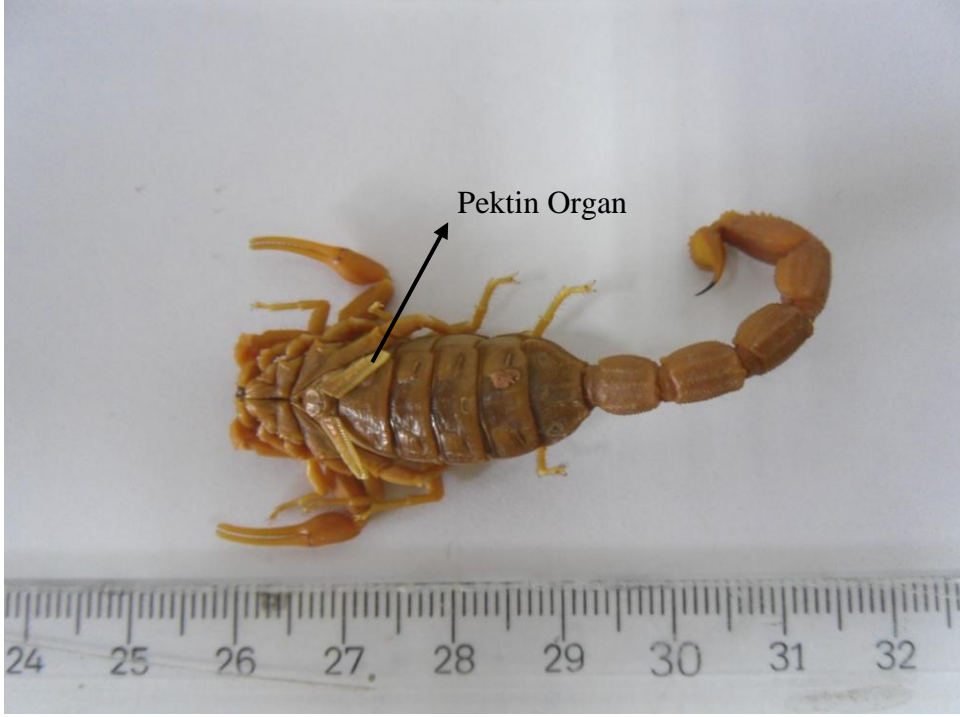
#### 3.2.1. *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) Türüne İlişkin Morfolojik Bulgular

*Mesobuthus gibbosus* akrep türünün dorsal genel görüntüsü Şekil 3.22' deki gibidir. Pedipalpler, yürüme bacakları ve metasomada açık kahveye yakın sarımsı bir renk gözlenir. Prosoma ile tergitlerde de siyaha yakın koyu kahverengimsi renk mevcuttur. Tergitlerde segmentler arasında daha açık bir renk görülür. Telson ucunda zehir iğnesi siyah olarak gözlenir.



Şekil 3.22. *M. gibbosus*' un dorsal genel görüntüsü.

Aynı türün ventral genel görüntüsü ise Şekil 3.23' deki gibidir. Tarak organ, pedipalpler, prosoma ve yürüme bacaklarında daha açık renkte, sarı bir renge sahiptir. Sternitler de ise bir parça koyu kahverengimsi renkler mevcutken, metasomada karamel renk görülür. Stigmalar daha belirgin olarak göze çarpar.



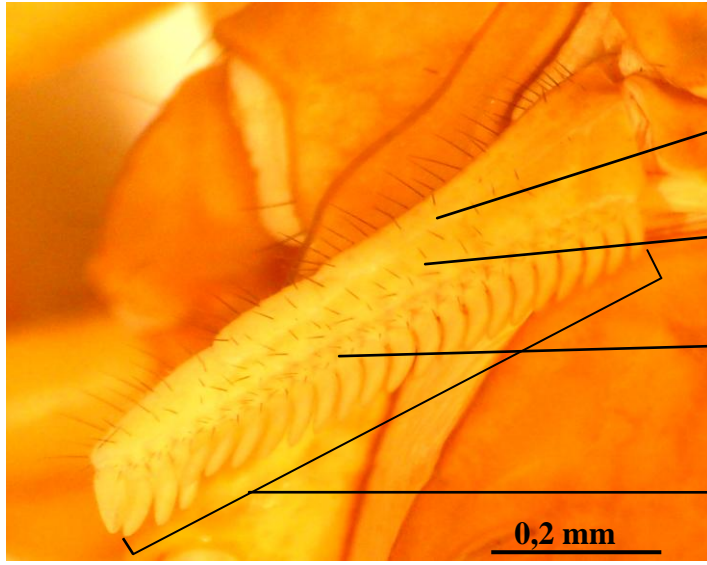
Şekil 3.23. *M. gibbosus*' un ventral genel görüntüsü.

*M. gibbosus* türünün tarak diş sayısı 22-23 olarak gözlenmiştir. Her bir tarak organ üzerinde duyuşsal kıllar da görülür (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. *M. gibbosus*' da tarak organın stereo mikroskop görüntüsü.

Yine aynı şekilde *M. gibbosus* türünün pektin organında üç tabakalı kütikuler bir yapı mevcuttur. En dışta marjinal lamella, ortada median lamella olmak üzere en alta da farklı sayılarda olabilen pektinal dişler görülür. Median lamella ve pektinal dişler düzenli bir dizilim gösterir (Şekil 3.25; Şekil 3.26).

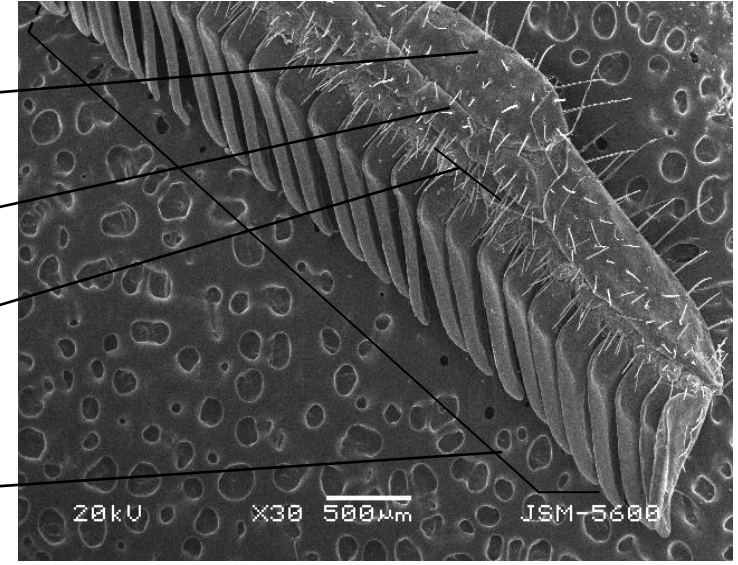


Marjinal lamella

Median lamella

Fulkralar

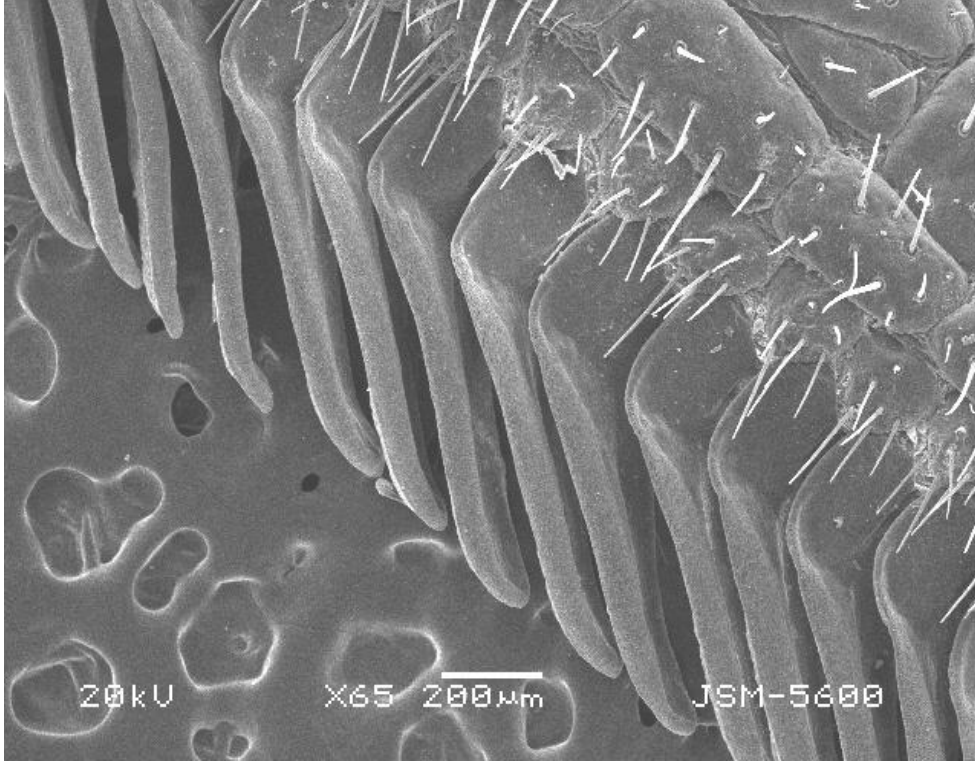
Pektinal dişler



Şekil 3.25. *M. gibbosus*' un pektin organının stereo mikroskopta genel görünümü.

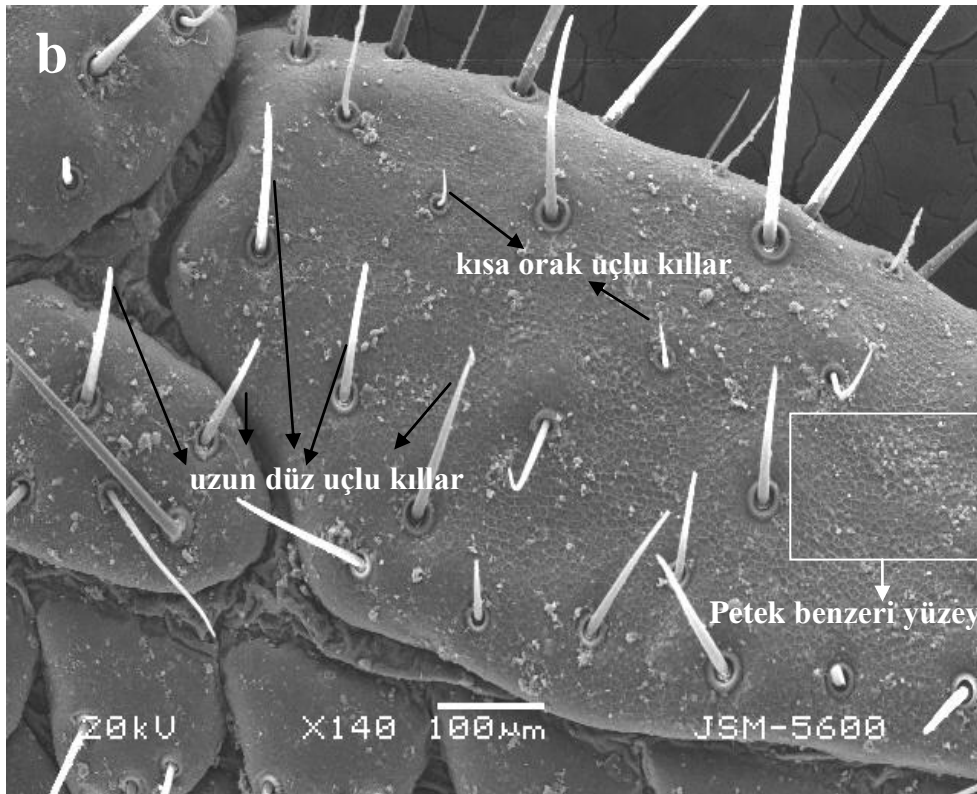
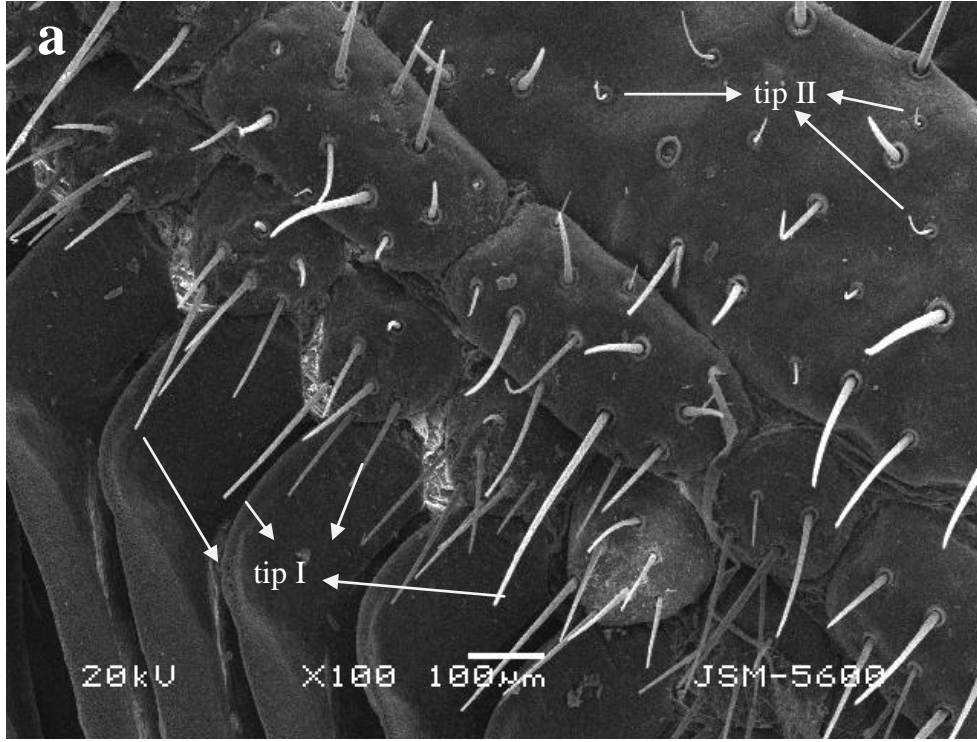
Şekil 3.26. *M. gibbosus*' un pektin organının taramalı elektron mikroskopta genel görünümü.

Pektin organlar üzerinde yine çok sayıda duyusal kıllar gözlenmiştir. Tarak organın marjinal lamellasında ve median lamellasında olmak üzere iki farklı katmanında bu kıllar yaygın şekilde görülmüştür (Şekil 3.27). Tarak organın ortama 1,1 mm uzunluğunda olduğu ölçülmüştür. Parçalar kompleks yapılıdır, marjinal lamellanın üç parçalı olduğu da dikkatimizi çekmiştir.



**Şekil 3.27.** *M. gibbosus*' un taramalı elektron mikroskobunda pektin organı üzerindeki duyusal kıl morfolojisi.

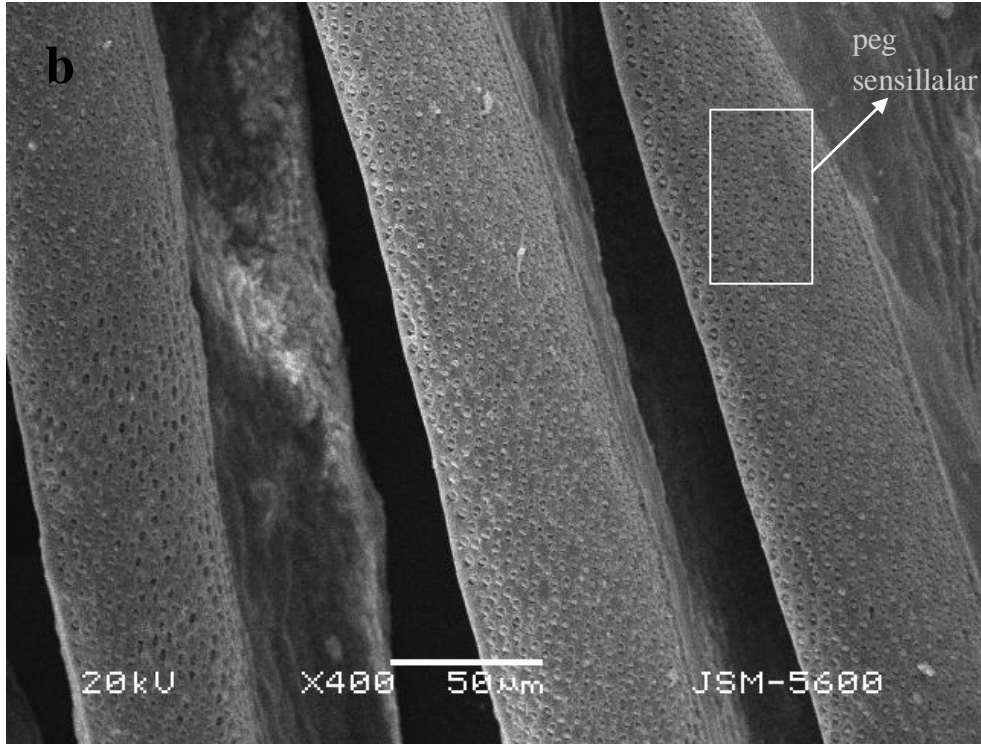
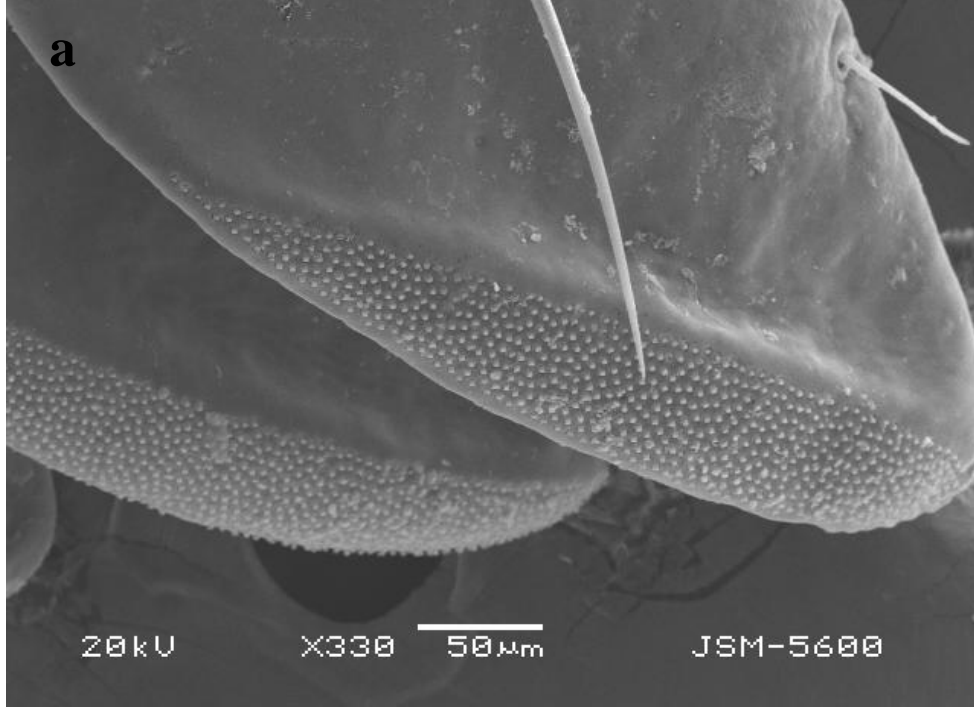
Peg sensilyumlar dışında marjinal lamella ile median lamella üzerinde kısa kemosensör kılları (tip II) ve uzun mekanosensör kıllar (tip I) gözlenmiştir. Ayrıca kütikular yapı üzerinde petek benzeri şekilde oldukça düzenli kütikular süs göze çarpmaktadır (Şekil 3.28.a, b).



Şekil 3.28. a. *M. gibbosus*' un taramalı elektron mikroskopunda pektin organı üzerindeki kıl yapıları, b. Petek benzeri yüzey.

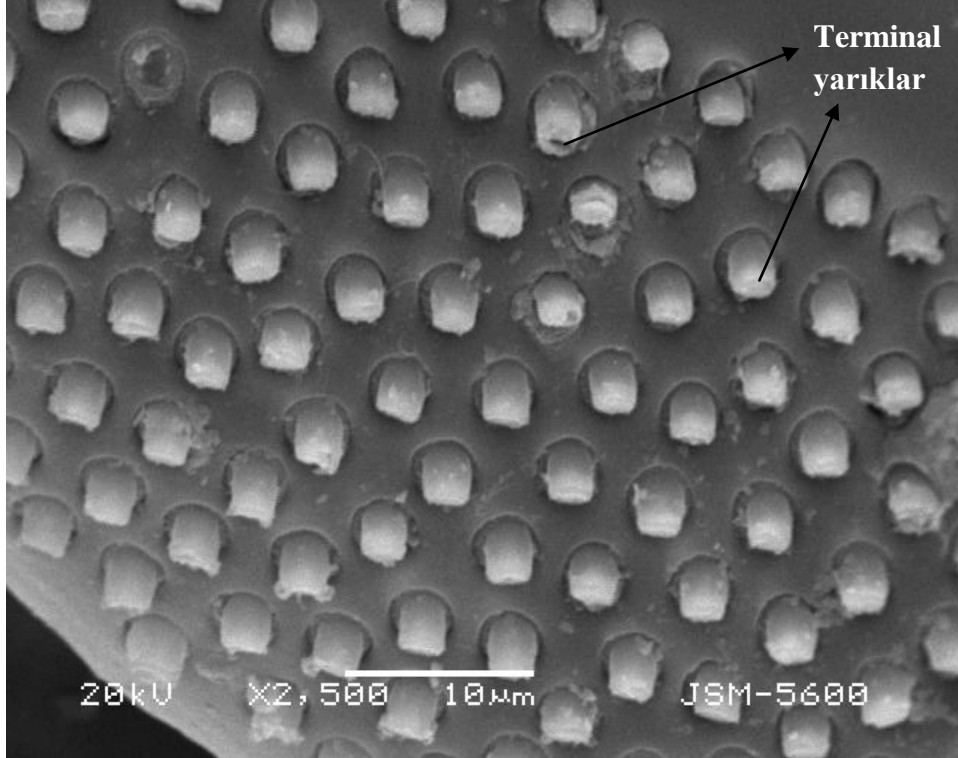


Tarak üzerindeki her bir dişin alt yüzeyinde homojen bir dağılım gösteren peg sensilla bu türde de göze çarpmaktadır. Bu akrep türünde, peg sensilyumların toplamda sayıları 400-500 arasında değişim göstermiştir (Şekil3.29.a, b).



Şekil 3.29. a. b. *M. gibbosus*' un taramalı elektron mikroskobunda dişlerin üzerindeki peg sensilyumlar.

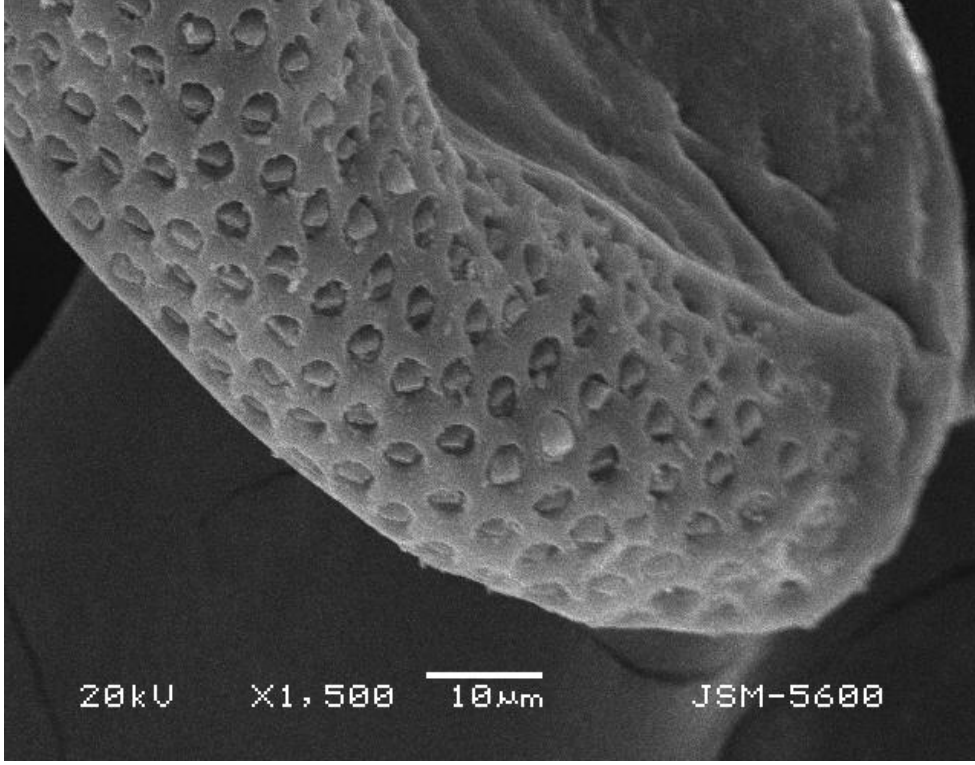
Peg sensilla daha yüksek büyütmede incelendiğinde, *M. gibbosus* türünde de geniş porlar içinden dışarı uzanan çıkıntılar olarak görülmüştür. Yine muntazam bir sıralanma ve yerleşim gözlenmiştir. Peg sensillanın etrafı bir halkayla çevrilmişcesine yapı sergilemektedir (Şekil 3.30). Diğer çalıştığımız tür ile kıyaslandığında bu türün peg sensilla boylarının daha kısa olduğu göze çarpmaktadır. Her bir peg sensilyumun terminal kısmında yarık şeklinde açıklar dikkatli bakıldığında görülebilmektedir.



**Şekil 3.30.** Taramalı elektron mikroskobunda *M. gibbosus*' a ait peg sensilyumlar.

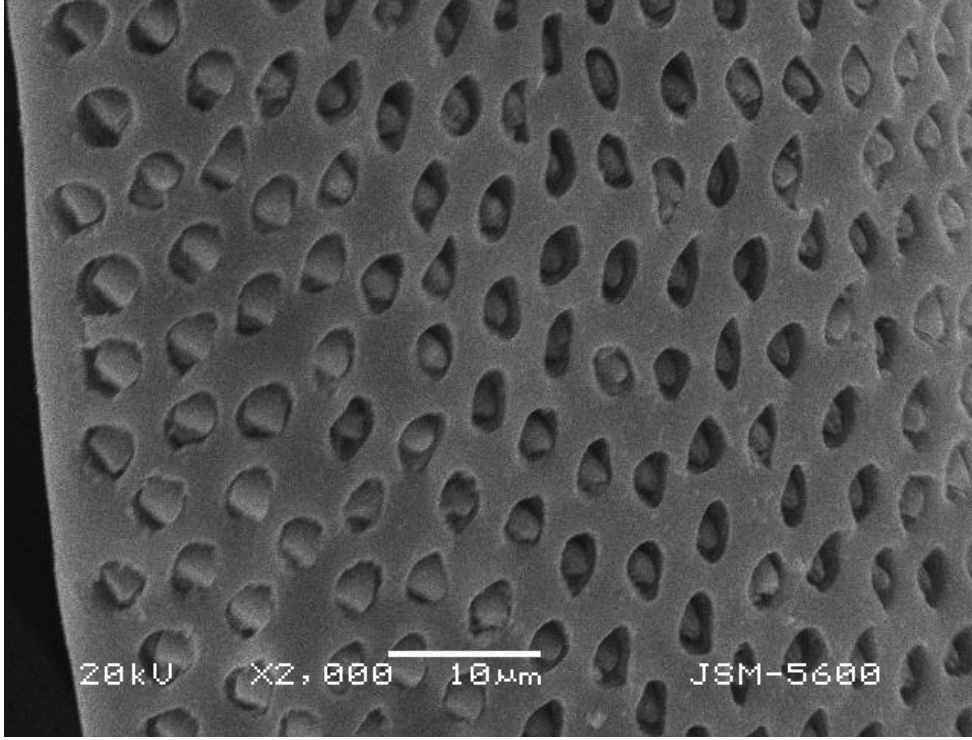
Pektin organın kullanımı sırasında yere sürtünmesine bağlı olarak deformasyonların olduğu görülmüştür. Pektinal dişin morfolojisinde yine buna bağlı olarak bozulmalar gözlemlenmiştir. Peg sensilyumların çıktığı porlar çukur benzeri bir yapı sergilemektedir (Şekil 3.31).





**Şekil 3.31.** Taramalı elektron mikroskobunda *M. gibbosus*' a ait pektin organının deforme olmuş peg sensilla görüntüsü.

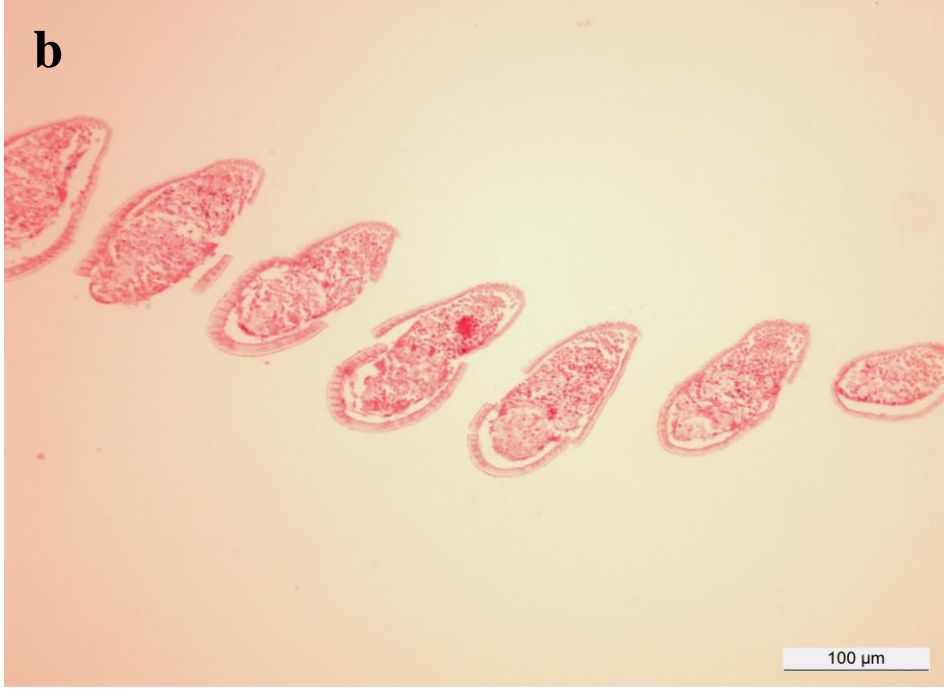
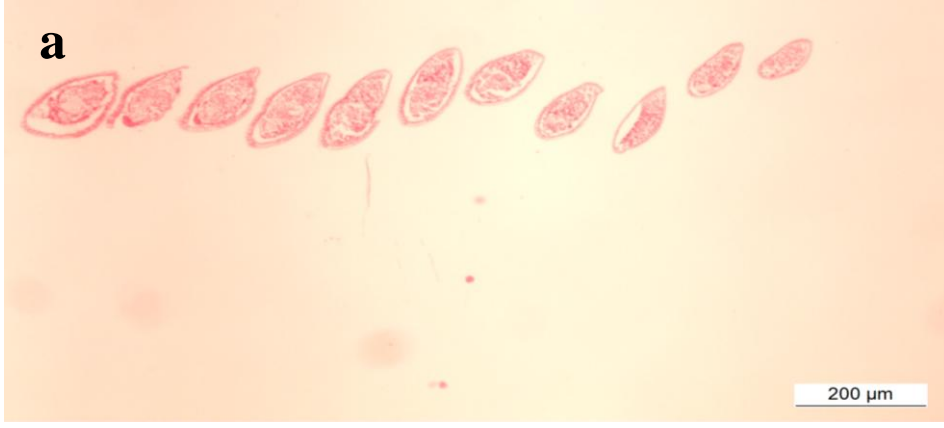
Peg sensilyumlara yakından bakıldığında yüzeyde pürüzsüzlük göze çarpmaktadır ve içinde buldukları porlardan dışarı doğru uzantıları çok fazla söz konusu olmamakla birlikte genelde içeri gömülü bir yapıdadırlar (Şekil 3.32). Bu bulgular bize peg sensillaya hayvan ihtiyaç duymadığında içeri doğru çekebileceğini düşündürmektedir.



**Şekil 3.32.** Taramalı elektron mikroskobunda *M. gibbosus*' a ait peg sensilyumların yakın morfolojisi.

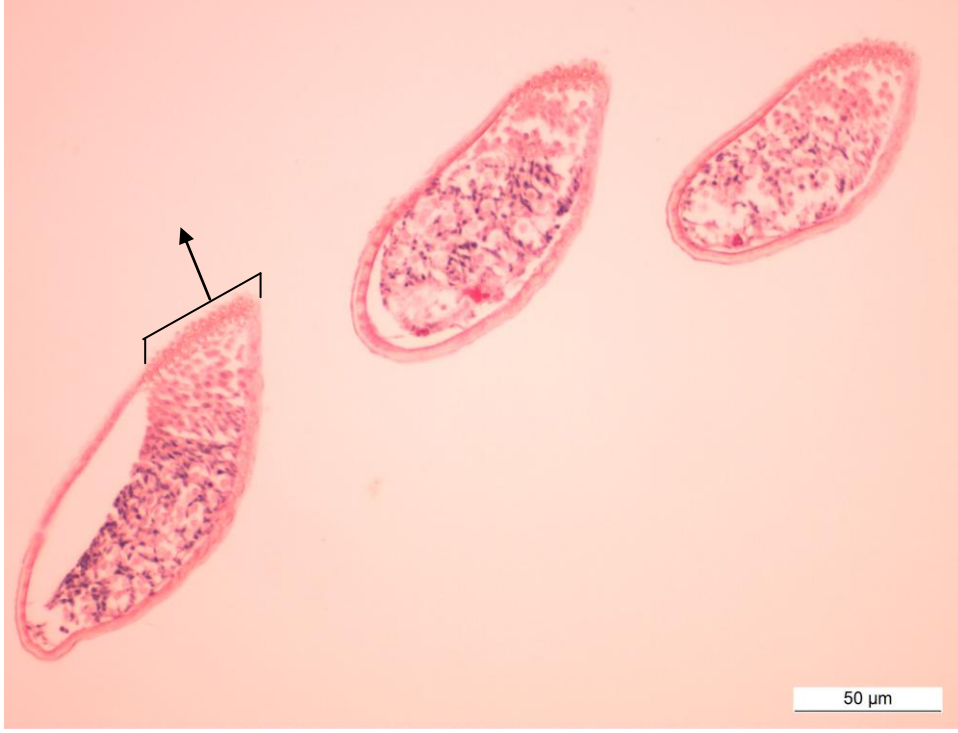
### **3.2.2. *Mesobuthus gibbosus* (Brulle, 1832) Türüne İlişkin Histolojik Bulgular**

Pektin organın histolojisini de ortaya koymak için yaptığımız bu çalışmada, pektin organın ventralinden yani peg sensillanın bulunduğu yerden itibaren aldığımız seri enine kesitler incelenmiştir. Düşük büyütmede ışık mikroskobunda bu pektin organın dişlerinin her birinin birbirinden bağımsız olduğunu göstermektedir (Şekil 3.33.a, b).



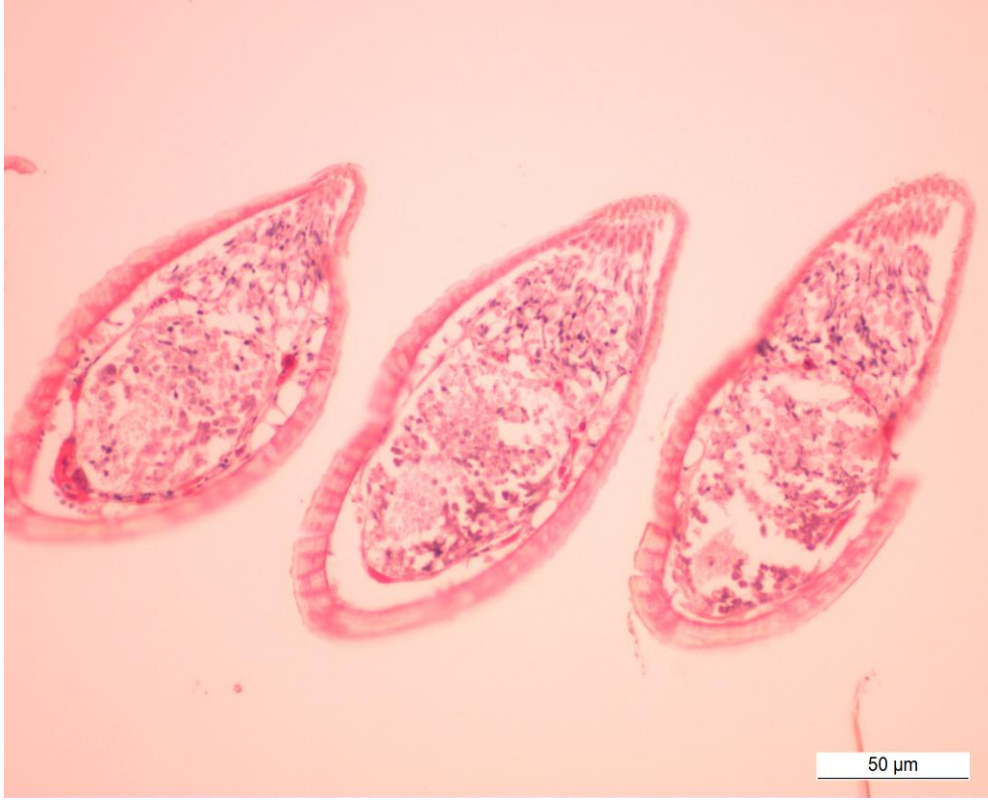
**Şekil 3.33.a.** *M. gibbosus*' un pektin organın toprağa bakan kısmından geçen enine kesit, **b.** Daha yüksek büyütmede pektinal dişler.

*M. gibbosus*'un pektinal dişlerinin uç kısmındaki peg sensilla ve genel yapıya uygun olarak, kütikula tabakası, nöronlar ve diğer hücreler görülmektedir (Şekil 3.34).



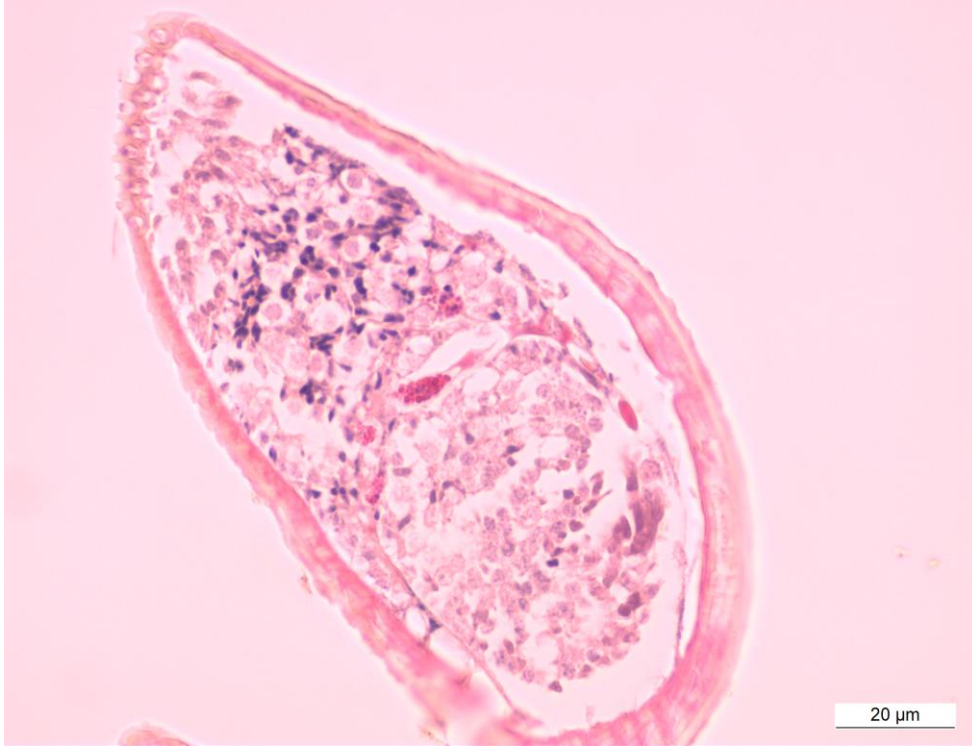
**Şekil 3.34.** *M. gibbosus*' un pektinal dişlerinin enine kesiti.

Şekil 3.35'te pektinal sensilla ile ilişkili olan nöronlar ve bağlantıları kolaylıkla görülmektedir. Nöronlar peg sensillanın hemen altında görülmekte, diğer kısımlarda ise farklı bir hücre kümesi fark edilmektedir.



**Şekil 3.35.** *M. gibbosus*' un pektinal dişlerinin enine kesiti.

*M. gibbosus*'un tek bir pektinal dişinin enine kesiti incelendiğinde, üç tabakalı kütikula yapısı, peg sensilla ve bunlarla bağlantılı nöronlar, glial hücreler görülebilmektedir (Şekil 3.36). Ayrıca bu türün pektinal dişlerin kütikula kalınlığı yaklaşık olarak 11 µm olarak ölçülmüştür.



**Şekil 3.36.** *M. gibbosus*' un bir tek pektinal dişinin enine kesiti.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmamızda, *M. gibbosus* ve *I. kraepelini* akrep türü seçilmiştir. Kullandığımız türler Güney Batı Anadolu Bölgesi'nde yaptığımız arazi çalışmaları sonucunda temin edilmiş olup, *M. gibbosus* Anadolu'da geniş bir yayılışa sahiptir. *I. kraepelini* ise Güney Anadolu ve Akdeniz bölgesinde yayılış göstermektedir. Bu türlerden *M. gibbosus* bazı sistematik problemlere sahiptir. Anadolu'da bulunan alttürü *Mesobuthus gibbosus anatolicus*'tur. *M. g. anatolicus* tarak sayılarındaki farktan dolayı Schenkel (1947) tarafından tanımlanmıştır. Mevcut bilgilere göre bu türün yayılış gösteren 2 alttürü bulunmaktadır. Türkiye'de bulunan *M. g. anatolicus* alttürünün sistematik durumu belirsizliğini henüz korumaktadır (Yeşilyurt, 2011). Ancak biz bu çalışmada tür seviyesinde çalıştık, alttür seviyesine inmedik.

Pektin organ veya tarak organ olarak bilinen bu yapı, akreplere özgü bir organ olup duyu algılamada görev yapmaktadır. Akrepler bu organ bakımından eşeyssel dimorfizm göstermektedir ve dişilerde pektinal diş sayısı daha fazladır (Stockmann ve Ythier, 2010). İncelediğimiz bazı bireylerde peg sensilla yapısının deforme olduğu dikkatimizi çekmiştir. Akrepler yürürken toprağa bakacak şekilde pektin duyu organı kullanmaktadır. Bu sebeple ince bir yapıya sahip olan peg sensillanın bazı bireylerde deforme olmuş şekilde görülmesi beklenen bir durumdur.

Çalışmamıza konu olan iki akrep türünde de akreplere özgü bir yapı olan pektin organının genel mimariye uygun olduğu görülmüştür. İki türün tarak diş sayıları arasında farklılık görülmüştür. *I. kraepelini*'nin pektinal organdaki diş sayısı ortalama 11-12 adet iken *M. gibbosus*'da 22-23 adet sayılmıştır. Bu dişlerin taşıdıkları peg sensilla sayısı da *M. gibbosus*'da daha fazladır.

Fet ve Brownell (1998) bir peg sensilyumun uzunluğunun 2-10 mikrometre arasında değişiklik gösterdiğini ve peg sensilyumun şeklinin de türe bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Foelix ve Müller-Vorholt (1983) peg sensilyumun uzunluğunun *Euscorpius italicus*'da 8 µm ve *Androctonus australis* türünde ise 2µm olarak belirtmişlerdir. Çalışmamızda, *I. kraepelini*'nin peg sensilyumunun uzunluğunun ortalama olarak 10 µm olduğu, *M. gibbosus*'da ise peg sensillanın daha kısa olduğu görülmüş ve yaklaşık 4 µm olarak ölçülmüştür. Bulduğumuz sonuçlar da mevcut literatür bulguları ile uyumludur.

Çalıştığımız akrep türlerinin peg sensillası farklı bireyler üzerinden yakından incelendiğinde özellikle *M. gibbosus* türünde porlardan dışarı doğru uzantıları şeklinde olan peg sensillanın bazı bireylerde porlar içine gömülü olduğu gözlemlenmiştir. Bazı durumlarda por içine gömülü olması, bize peg sensillaya hayvan ihtiyaç duymadığında içeri doğru çekebileceğini düşündürmüştür. Ancak literatürde bu konuda herhangi bir kayda rastlanmamıştır.

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

Akreplerin kütikulasının oldukça kalın ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu; kalınlığının ise farklı vücut kısımlarında 10-100 µm arasında değiştiği bilinmektedir (Stockmann ve Ythier, 2010). Çalışmamız sırasında akreplerin farklı vücut kısımlarından kesit almayı denediğimizde integümentin oldukça sert ve kalın bir kütikula tabakasına sahip olduğunu gözlemledik. Ancak tarak organlardan daha kolay kesit aldık ve kütikulanın diğer vücut kısımlarına göre nispeten daha ince olduğunu belirledik. Yaptığımız ölçümler sonucu pektinal dişlerin kütikula kalınlığının *I. kraepelini* türü bireyleri için 16 µm *M. gibbosus* türü bireyleri için ise yaklaşık 11 µm olduğunu gördük. Ayrıca kütikular yapı üzerinde küçük porlar ve farklı tiplerdeki kılların varlığı da dikkatimizi çekmiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde yayılış gösteren iki akrep türünün besin ve eş bulmada etkili bir şekilde kullandığı bir duyu organı olan pektin yapısının morfolojisini ortaya koymaya çalışılmıştır. Her ne kadar fizyolojik çalışmalar yapmış olmasak da yapı ve işlev arasında sıkı bir bağlantı olduğunu biliyoruz. Bu nedenle bu çalışmanın ileride yapılacak olan çalışmalara temel teşkil edeceği düşüncesindeyiz.



## KAYNAKLAR

- A. akmak, *Androctonus crassicauda* ve *Mesobuthus gibbosus* Türü Akrep Venomlarının İzole Sıçan Vas Deferens zerindeki Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Eskiřehir, 2007.
- Alexander, J. O., *Arthropods and Human Skin*. Springer-Verlag. New – York, 197 – 207, 1984.
- Anonim, <http://www.scorpionlist.com/habitat.htm> (Eriřim tarihi: 23.03.2011).
- Babaşoğlu, A., *rmcekgiller (Arachnida)*, Niğde Üniversitesi Yayını, Niğde, 1999.
- Barth, F. G., Slit sensilla and the measurement of cuticular strains. In: *Neurobiology of arachnids*. 162–188, Ed: by F.G. Barth, Springer Verlag, Berlin, 1985.
- Brownell, P., Polis, G., *Scorpion Biology and Research*, Oxford University Press, New York, 2001.
- Bullington, W. S., Natural history and captive care of flat rock scorpion *Hadogenes troglodytes* (Peters). *Vivarium*. 7 (5): 18-21, 1996.
- Bcherl, W., Classification, biology and venom extraction of scorpion In: Bcherl W, Buckley E. Eds., *Venomous Animals and their Venoms*. Vol. III, *Venomous Invertebrates*. New York: Academic Express., 3, 317347, 1971.
- Carthy, J. D., Fine structure and function of the sensory pegs on the scorpion pecten. *Experientia*. 22: 89–91, 1966.
- Crucitti, P., Vignoli, V., *Gli Scorpioni (Scorpiones) dell'Anatolia sud-orientale (Turchia)*. *Bolletino della Museo Scienze Naturali in Torino*. 19(2): 433–474, 2002.

- Çağlar, M., Omurgasız Hayvanlar, Anatomi-sistemik II.Kısım. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları. İstanbul Sayısı:712: 231– 236, 1957.
- D. Aydemir Yücel, Türkiye'nin Çeşitli Bölgelerinde Bulunan Akrep Türlerinin Trikobotriyumları Üzerine Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi, Niğde, 2007.
- Dehesa–Davila, M., Possani, L. D., Scorpionizm and serotherapy in Mexico, *Toxicon*. 32: 1015 – 1018, 1994.
- Demirsoy, A., Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar = İnvertebrata, -Böcekler Dışında), 734-741, Ankara, 1998.
- Demirsoy, A., Durmuş, Y., Akbulut, A., Türkiye Scorpiones (akrep) Faunasının Sistemik ve Biyolojik Yönden İncelenmesi. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Hayvanları Koruma Dairesi Başkanlığı, Ankara, Proje No: 1998 K 1001 40. 118s., 2001.
- Dunlop, J. A., Penney, D., Jekel, D., A summary list of fossil spiders and their relatives. In Platnick, N. I. (ed.) *The world spider catalog, version 11.5* American Museum of Natural History, online at <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog/index.html>, 2010.
- E. A. Yağmur, Gaziantep Akrepleri (Ordo: Scorpiones) Ve Zoocoğrafik Dağılımları. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep, 2005.
- E. A. Yağmur, Güneydoğu Anadolu Akrep (Scorpiones) Faunası Sistematiği ve Zoocoğrafyası. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 2011.
- F. Yeşilyurt, Anadolu'daki Bazı Akreplerin Sistematiği ve Biyoekolojisi (Arachnida: Scorpionida). Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale, 2005.

- F. Yeşilyurt, Güneybatı Anadolu Bölgesi Akreplerinin Taksonomisi ve Biyoekolojisi (Arachnida:Scorpionida). Doktora Tezi. Kırıkkale Üniversitesi, 2011.
- Fet, V., Notes on the taxonomy of some Old World scorpions (Scorpiones: Buthidae, Chaetidae, Isehnuridae, Scorpionidae). *Journal of Arachnology*. 25 (3): 245-250, 1997.
- Fet, V., Braunwalder, M. E., Cameron H. D., Scorpions (Arachnida, Scorpiones) described by Linnaeus. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 12 (4): 176-182, 2002.
- Fet, V., Brownell, P. H. Morphological variation in the pectinal sensory organ of scorpions. XIV International Congress of Arachnology, Chicago, 1998.
- Foelix, R. F., Mechano- and chemoreceptive sensilla. In: *Neurobiology of arachnids*. 118–137. Ed: by F. G. Barth. Springer-Verlag, Berlin, 1985.
- Foelix, R. F., Müller-Vorholt, G., The fine structure of scorpion sensory organs. II. Pecten sensilla. *Bulletin of the British Arachnological Society*, 6: 68–74, 1983.
- Frost, L., Butler, D. R., O'Dell B. & Fet, V., A coumarin as a fluorescent compound in scorpions, Pp. 365-368 in: *Fet, V. & P. A. Selden (eds.). Scorpions 2001. In Memoriam Gary A. Polis. Burnham Beeches, Bucks: British Arachnological Society, 2001.*
- G. Aytaç, *Mesobuthus gibbous* Türü Akrep Zehirinin Sıçanlara Etkili Minimal Lethal Dozunun (MLD50) Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 1992.
- Gaffin, D. D., Electrophysiological analysis of synaptic interactions within peg sensilla of scorpion pectines. *Microscopy Research and Technique*. 58: 325-334, 2002.

- Gaffin, D. D., Brownell, P. H., Response properties of chemosensory peg sensilla on the pectines of scorpions. *Journal of comparative physiology A*. 181: 291-300,1997.
- Gaffin, D. D., Walvoord, M. E., Scorpion peg sensilla: are they the same or are they different? *Euscorpius*. 17: 7-15, 2004.
- Gonzales-Sponga, M. A., Guía para identificar escorpiones de Venezuela. Cuadernos Lagoven, Caracas, 204 pp, 1996.
- Karataş, A., Karataş, A., *Mesobuthus eupeus* (C.L.Koch, 1839) (Scorpiones: Buthidae) in Turkey. Niğde Üniversitesi, 2002.
- Karataş, A., Çolak M., Scorpions of Gaziantep Province, Turkey (Arachnida: Scorpiones). *Journal of Euscorpius*. 30: 1–7, 2005.
- Karataş, A., *Mesobuthus caucasicus* (Nordmann, 1840) (Scorpiones: Buthidae) in Turkey. *Journal of Euscorpius*. 25: 1–7, 2005.
- Karataş, A., Distribution of the "*Euscorpius carpathicus*" complex (Scorpiones: Euscorpiidae) in Turkey. *Serket*. 10: 1, 1-8, 2006.
- Katz, M., Gwadz, R. W., *Parasitic Diseases*. Spinger –Verlag. New – York, 237 – 238, 1981.
- Keegan, H. L., Scorpions of medical importance. University Press of Mississippi, 140, 1980.
- Kladt, N., Wolf, H., Heinzl, H. G., Mechanoreception by cuticular sensilla on the pectines of the scorpion *Pandinus cavimanus*. *Journal of comparative physiology A*. 193: 1033-1043, 2007.

- Kloock, C.T., Kubli, A. and Reynolds, R., Ultraviolet light detection: A function of scorpion fluorescence, *Journal of Arachnology*. 38(3): 441-5, 2010.
- Legros, C., Martin-Eauclaire, M. F. and Cattaert, D., The myth of scorpion suicide: are scorpions insensitive to their own venom? *Journal of Experimental Biology* September ; 201 (Pt 18): 2625-36, 1998.
- Levy, G., Amitai, P., Scorpiones, In: Fauna Palaestina, Arachnida I: Israel Academy of Sciences of Humanities., Jerusalem, 130 pp, 1980.
- Lourenço, W. R., Cuellar, O., A new all-female scorpion and the first probable case of arrhenotoky in scorpion. *The journal of Arachnology*. 27: 149-153, 1999.
- Lourenço, W. R., European Arachnology (Toft S., Scharff N., Eds.), Reproduction in scorpions, with special reference to parthenogenesis. Aarhus University Press, Aarhus, 7185, 2002.
- Lourenço, W. R., Andrzejewski, V., Cloudsley-Thompson, J. L., The life history of *Chactas reticulatus* Kraepelin, 1912 (Scorpiones, Chactidae), with a comparative analysis of the reproductive traits of three scorpion lineages in relation to habitat. *Zoologischer Anzeiger*. 242: 63-74, 2003.
- M. İnanç, Muğla İli ve Civarının Akrep (Scorpiones) Faunasının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir, 2010.
- M. Kürtüllü, Mardin İli'nde Akrep Türlerinin (Ordo: Scorpiones) Dağılımı Ve Sistemik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi, Niğde, 2006.
- M. Uçak, İstanbul İli'nde Akrep (Ordo: Scorpiones) Türlerinin Dağılımı Ve Sistemik Yönden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Üniversitesi, Niğde, 2006.

- McIver, S. B., Structure of the cuticular mechanoreceptors of arthropods. Annual Review Entomology. 20: 381–397, 1975.
- Mineo, M. F., Claro, K. D., Mechanoreceptive function of pectines in the Brazilian yellow scorpion *Tityus serrulatus*: perception of substrate-borne vibrations and prey detection. Acta ethologica. 9: 79-85, 2006.
- Özkan, Ö., Kat, I., *Mesobuthus eupeus* scorpionism in Şanlıurfa region of (Turkey). Refik Saydam Hygiene Center, Poison Research Center, Turkey, 2003.
- Özkan, Ö., Karaer, K. Z., The Scorpions in Turkey. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 60: 2, 55-62, 2003.
- Özkan, Ö., Karaer, K. Z., Akrelerin Vücut Yapısı. Türk Parazitoloji Dergisi, Ankara, 2004.
- Özkan, Ö., Yaman, N., Akrep. Ankara Bölgesi Veteriner Hekimler Odası Bülteni. Kasım, 15-18, 2004.
- Özkan, Ö., Karaer, K. Z., The Biology of Scorpions. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 64: 1, 51-60, 2007.
- Polis, G. A., Farley, R. D., Behavior and ecology of mating in the cannibalistic scorpion, *Paruroctonus mesaensis* Stahnke (Scorpionida: Vaejovidae). The journal of Arachnology. 7: 33-46, 1979.
- Polis, G. A., The Biology Of Scorpions, Stanford University Press, Stanford, CA, USA, 1990.
- Polis, G. A., Scorpions 2001 In memoriam, British Arachnological Society, 2001.
- Possani, L.D., Becerril, B., Delepierre, M., Tytgat, J., Scorpion toxins specific for Na<sup>+</sup> -channels. European Journal Biochemistry. 264: 287 – 300, 1999.

- Rein, J. O., The Scorpion Files. Norwegian University of Science and Technology.  
<http://www.ntnu.no/ub/scorpion-files/intro.php> (Eriřim tarihi: 09.12.2009).
- Reissland, A., Gorner, P., Trikobotria In: Neurobiology of Arachnids. 138–161. Ed:  
by F. G. Barth. Springer- Verlag, Berlin, 1985.
- Schenkel E., " Einige Mitteilungen über Spinnentiere. D. Spinnentiere aus Albanien.  
E. Material aus Kleinasien. F. Material aus der Insel Milos". Revue Suisse de  
Zoologie. 54 (1): 9 et 14-16, 1947.
- Slifer, E. H., The structure of Arthropod chemoreceptors. Annual Review of  
Entomology. 15: 121–142, 1970.
- Stachel, S., Stockwell, S. A., Vrankken, D. L. V., The Fluorescence Of Scorpions and  
Cataractogenesis. Chemistry and Biology. 6: 531 – 539, 1999.
- Stockmann R., Ythier E., Scorpions of the world. NAP Editions, 2010.
- Swoveland, M. C., External morphology of scorpion pectines. Master's thesis,  
California State University, San Francisco, 1978.
- Williams, S. C., Scorpion Bionomics, Annual Review of Entomology. 32: 275-295,  
1987.
- Wolf, H., The pectine organs of the scorpion, *Vaejovis spinigerus*: structure and  
central (glomerular) projections. Arthropod Struct Develop (in press). doi:  
[dx.doi.org/10.1016/j.asd.2007.05.003](https://doi.org/10.1016/j.asd.2007.05.003), 2007.
- Tallarovic, S. K., Melville, J. M., Brownell, P. H., Courtship and Mating in the  
Giant Hairy Desert Scorpion, *Hadrurus arizonens* (Scorpionida, Iuridae).  
Journal of Insect Behavior. 13 (6): 1-12, 2000.

Vachon, M., *Etudes sur les scorpions*. Publications de l'Institut Pasteur d'Algérie, Alger: 482 pp, 1952.

Yağmur, E. A., Koç H., Dilek Yarımadası Milli Parkı (Söke-Kuşadası, Aydın) Akrep (Scorpiones) Faunası. *Çev-Kor Ekoloji dergisi*. 17:65, 52-59, 2007.

Yaman N., Akrepler ve Tıbbi Önlemleri. Seminer. A.Ü Sağlık Bilimleri Enst. Entomoloji ve Protozooloji Bilim dalı.,1996.



## **EKLER**

**EK 1.** Elektron mikroskop incelemeleri için kullanılan stok çözeltiler ve hazırlanışı

**EK 2.** Işık mikroskobu için yarı-ince kesitleri boyamada kullanılan boya çözeltileri ve hazırlanışı

**EK 1.** Elektron mikroskop incelemeleri için kullanılan stok çözeltiler ve hazırlanışı

**Sodyum fosfat tamponu**

A çözeltisi

Sodyum fosfat monobazik ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) 2,78 g

dH<sub>2</sub>O 100 ml

2,78 g sodyum fosfat monobazik 100 ml dH<sub>2</sub>O' da çözülerek koyu renkli şişelerde +4°C' de saklanmıştır.

B çözeltisi

Sodyum fosfat dibazik ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 5,365 g

dH<sub>2</sub>O 100 ml

5,365 g sodyum fosfat dibazik 100 ml dH<sub>2</sub>O' da çözülmüş, koyu renkli şişelerde +4°C' de saklanmıştır.

Her iki çözelti de hazırlandıktan sonra 2,8 g A çözeltisi ile 7,2 g B çözeltisi karıştırılıp, üzerine 190 ml dH<sub>2</sub>O eklenerek tampon çözeltisi hazırlanmıştır.

### **%3'lük Gluteraldehit**

% 25 Gluteraldehit 12 ml

0,2 M Sodyum fosfat tamponu 88 ml

% 25' lik Gluteraldehitten 12 ml alınıp 88 ml 0,2 M sodyum fosfat tamponuna eklenerek yapılmıştır.

### **%1'lik Osmiyum tetroksit**

Osmiyum tetroksit 0,1 g

0,2 M Sodyum fosfat tamponu 10 ml

Osmiyum kristalleri içeren 2 adet ampülü 10 ml sodyum fosfat tamponu ile karıştırarak % 1' lik 0,1 mg osmiyum tetroksit çözeltisi hazırlanmıştır. Osmiyum tetroksit çok zehirli olduğu için bu işlem çeker ocakta yapılmıştır.

**EK 2.** Işık mikroskobu için yarı-ince kesitleri boyamada kullanılan boya çözeltileri ve hazırlanışı

**Hematoksilen-eosin boyası**

**Ehrlich Hematoksilen**

Hematoksilen	2 g
% 96' lık Alkol	100 ml
dH <sub>2</sub> O	100 ml
Gliserin	100 ml
Asetik asit (CH <sub>3</sub> COOH)	10 ml
Potasyum alüminyum sülfat (şap)	3 g

İlk önce su ve şap bir erlene konup karıştırılır. Eğer erimezse, ocağın üzerinde kısa bir süre karıştırılır ve tamamen eritilir. Kullanılacağı zaman bir miktar alınır, süzülür. Kullanıldıktan sonra ayrı bir şişeye konur.

Hematoksilen ne kadar eski ise o kadar iyi boyar.

**Eosin Eriyiği**

Eosin	1 g
dH <sub>2</sub> O	100 cc
Asetik asit (CH <sub>3</sub> COOH)	2-3 damla

Çözeltinin rengi bulanık olmamalıdır. Bunun için, asetik asit damla damla eklenmelidir.