

T.C.
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bazı Ağ Örücü Örümceklerin (Arachnida: Araneae) Ağ Yapısı ve Örü Memelerinin
Karşılaştırmalı Morfolojisi

ÜMMÜGÜLSÜM HANİFE AKTAŞ

MART 2019

Biyoloji Anabilim Dalında Ümmügülsüm Hanife AKTAŞ tarafından hazırlanan “Bazı Ağ Örücü Örümceklerin (Arachnida: Araneae) Ağ Yapısı Ve Örü Memelerinin Karşılaştırmalı Morfolojisi” 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.

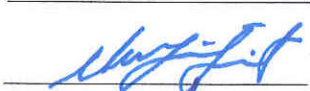

Prof. Dr. Nazife YİĞİT KAYHAN
Danışman

Jüri Üyeleri:

Başkan : Doç. Dr. Tarık DANIŞMAN

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Nazife YİĞİT KAYHAN

Üye: : Dr. Öğr. Üyesi İlkay ÇORAK ÖCAL




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

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitü Müdürü

ÖZET

BAZI AĞ ÖRÜCÜ ÖRÜMCEKLERİN (ARACHNIDA: ARANEAE) AĞ YAPISI VE ÖRÜ MEMELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI MORFOLOJİSİ

AKTAŞ, Ümmügülsüm Hanife

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Nazife YİĞİT KAYHAN

Mart 2019, 67 sayfa

Örümcekler, omurgasız hayvanlar içinde böceklerden sonra karasal hayata en iyi şekilde uyum sağlamış canlılardır ve dünya üzerinde yaklaşık 48.000 tür ile temsil edilmektedir. Örümceklerin ağları tam anlamıyla bir sanat eseridir. Ancak bütün örümcekler ağ örmezler. Örümceklerin ağ örmesindeki başlıca sebep avlanmaktır. Örümceklerin her birinde farklı ağ bezleri bulunur. Örümcekler bu sebeple farklı ipek ve ipliklerin oluşumunu sağlar. Doğadaki bazı örümcek türleri ağlara bağımlı olarak yaşarken bazıları ağlara bağımlı olmayarak yaşamlarını sürdürürler. Örümceklerin ağ bezleri; ampullate, tubuliform, flagelliform, agregat, asiniform ve piriform bezler olarak altı gruba ayrılır ve her bir bezden farklı tipte ipek salgılanır. Temel taksonomik özellikler genellikle değişmeden kalmasına rağmen, bazı örümceklerin ipek örü aygıtları adaptif varyasyonlara uğrayabilirler. Bu çalışmada, ağ örücü örümcek olan *Agelena orientalis* C.L. Koch, 1837, *Uloborus walckenaerius* Latreille 1806, *Argiope lobato* (Pallas, 1772), *Argiope bruennichi*'n (Scopoli, 1772) ağ yapısı ve ağ örme aygıtının yapısal organizasyonu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak gözlemlenmiştir. Örümceklerin örü aygıtı, ipek salgısını üreten ağ bezleri, bu salgıyı örü memeleri taşıyan kanallar, örü memeleri ve örü alanında bulunan spigotlardan oluşmaktadır. Çalışmamızda, dört farklı örümcek türünün ağ yapıları, örü memeleri özellikle posterior örü memeleri ve spigotların düzenlenmesi gösterilmiş ve elde edilen veriler literatür ışığında tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örümcek, ağ, örü aygıtı, örü memeleri, spigot.

ABSTRACT

WEB STRUCTURE AND COMPARATIVE MORPHOLOGY OF SPINNERETS OF SOME ORBWEAVING SPIDERS (ARACHNIDA: ARANEAE)

AKTAŞ, Ümmügülsüm Hanife

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, M.Sc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Nazife YİĞİT KAYHAN

March 2019, 67 Pages

Spiders are creatures that are best adapted to terrestrial life after insects in invertebrates and are represented by approximately 48,000 species in the world. The webs of spiders are literally a work of art. But all spiders do not weave a web. The main reason for spider web weaving is hunting. Each of the spiders has different silk glands. Spiders therefore provide the formation of different webs and silk fibers. Some spider species live in the nature dependent on the own web, while others continue to live without being dependent on the own web. The silk glands in the spiders are divided into six groups as ampullate, tubuliform, flagelliform, aggregate, aciniform and pyriform glands and different types of silk are secreted from each gland. Although basic taxonomic features generally remain unchanged, some spider-silk devices may undergo adaptive variations. In this study, the web structure of the weaving web spider, *Agelena orientalis* C.L. Koch, 1837, *Uloborus walckenaerius* Latreille 1806, *Argiope lobato* (Pallas, 1772), *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) and the structural organization of the web weaving apparatus was observed by using scanning electron microscopy (SEM). The web weaving apparatus of the spiders consists of the silk glands which produce silk, the ducts that carry this silk secretion to spinnerets, spinnerets and spigots on the weaving surfaces. In our study, the webs structures of four different species of spiders, especially the arrangement of the posterior spinnerets and spigots are shown and discussed in the light of the literature.

Keywords: Spider, web, spinning apparatus, spinneret, spigot.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenin fazlasını sunan her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağım ayrıca başarısını, sabrını, azmini ve güleryüzünü örnek aldığım kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Nazife YİĞİT KAYHAN'a teşekkürü bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Yine çalışmamda bana yardımda bulunarak yol gösteren kıymetli Doç. Dr. Tarık DANIŞMA ve Hilal TOPBAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doğduğum günden bugüne kadar her alanda olduğu gibi eğitim hayatımda da beni yalnız bırakmayan, destekleyen yanımda olan kıymetli aileme bana vermiş oldukları maddi-manevi destek ve yardımlarından ötürü canım babam Mehmet AKTAŞ'a canım annem Güner AKTAŞ'a, ablam Alime AKTAŞ TOPAL'a ve kardeşim Abdullah AKTAŞ'a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca bu süreçte beni yalnız bırakmayıp maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen bana ikinci aile olan; Hasan METİN, Yasemin METİN, Hamide Nur METİN, Ayşegül METİN, Hayriye METİN ve Hilal METİN ailesine de teşekkürü bir borç bilirim.

Saygılarımla...

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
1.1 GENEL BİLGİLER.....	4
1.1.1.Örümceklerin Sistematığı	4
1.1.2.Anatomi ve Morfoloji	4
1.1.3. Örümceklerin biyolojisi	6
1.1.4 Örümceklerde örü memeleri ve ağ bezleri.....	9
1.1.5. Bir ipliğin moleküler yapısı	12
1.1.6.Bir örümcek ağını nasıl örer?.....	14
1.1.7. Ağ örmede kullanılan ekstra yapılar	16
1.1.8. Ağın ekolojik önemi	17
1.1.9. Ağların sistematik önemi	17
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
2.1. Örümceklerin Toplanması, Teşhisi ve Bakımı	18
2.2. Örümcek Ağlarının Fotoğraflanması.....	20
2.3. Ağ Materyallerinin SEM İçin Hazırlanması	21
2.4. Örümceklerin Örü Aparatlarının Stereo Mikroskopla Görüntülenmesi	21
2.5. Örümceklerin Örü Aparatlarının SEM İçin Hazırlanması.....	21
3.ARAŞTIRMA VE BULGULAR.....	22
3.1. <i>Agelena orientalis</i> 'e Ait Bulgular	22
3.1.1. <i>A. orientalis</i> 'in Ağ Üzerindeki Görüntüleri.....	22
3.1.2. <i>A. orientalis</i> Stereo Mikroskop Bulguları.....	23
3.1.3. <i>A. orientalis</i> SEM Bulguları	25
3.2. <i>Uloborus walkenaerius</i> 'e Ait Bulgular	32
3.2.1. <i>U. walkenaerius</i> 'un ağ üzerindeki görüntüsü	32
3.2.2. <i>U. walckenaerius</i> Stereo Mikroskop Bulguları.....	34

3.2.3. <i>U. walkenaerius</i> SEM Bulguları.....	36
3.3.A. <i>lobata</i> 'ya Ait Bulgular.....	38
3.3.1. <i>A. lobata</i> 'nın Ağ Üzerindeki Görüntüleri.....	38
3.3.2. <i>A. lobata</i> 'nın Steromikroskop Görüntüleri.....	39
3.3.3. <i>A. lobata</i> 'nın SEM Görüntüleri.....	40
3.4. <i>Argiope bruennichi</i> 'ne Ait Bulgular	42
3.4.1. <i>A. bruennichi</i> 'nin Ağ Üzerindeki Görüntüleri	42
3.4.2. <i>A. bruennichi</i> 'nin Steromikroskop Görüntüleri.....	44
3.4.3. <i>A. bruennichi</i> 'nin SEM Görüntüler	45
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	49
5.KAYNAKLAR.....	53

KISALTMALAR DİZİNİ

SEM

Taramalı Elektron Mikroskop

μm

Mikrometre

Kv

Kilowalt

mA

Miliamper

dk

Dakika

Şekil 1. 1 . Bir örümceğin dorsal ve ventralden görünüşü.(https://www.amnh.org/learn/biodiversity_counts/ident_help/Parts_Arthropods/fem).....	4
Şekil 1. 2. Bir örümceğin anatomik yapısı.	8
Şekil 1. 3. Bir örümceğin örü memeleri çiftleri.	9
Şekil 1. 4. Dişi orb örücü örümceklerinin (Araneae) ürettiği farklı ipek tiplerinin şematik görünümü. Her ipek türü (kırmızı renkle vurgulanmıştır) belirli bir amaca yöneliktir.(Decoding the secrets of spider silk)	10
Şekil 1. 5. Örümcek ipleri belirli amaçlar için uyarlanmıştır.....	11
Şekil 1. 6. Örümcek ağ ipliğinin moleküler yapısı, a- örümcek ağı, b- fibril, c- alfa helis ve beta pileli tabaka yapısı, d- Beta pileli tabaka yapısı,(Decoding the secrets of spider silk).....	13
Şekil 1. 7. Doğal öğ örme işlemi. a- Örümceklerin örü bezleri dört kısma ayrılarak gösterilir, b- ağ örme aparatı boyunca ipek fibrillerini birleştirme mekanizmasının şematik gösterimi.(Decoding the secrets of spider silk)	14
Şekil 1. 8. Tekerlek şeklinde ağ örücü bir örümceğin ağ örme aşamaları.	15
Şekil 1. 9. Teker şeklinde ağ örücü bir örümceğin ağının şematik gösterimi.	15
Şekil 1. 10. Ağ örmeye kullanılan ekstra yapılar.	16
Şekil 2. 1. <i>Uloborus walckenaerius</i> ait terrarium örneği.	19
Şekil 2. 2. Bir terrariumda ağ üzerindeki örümcek.	19
Şekil 2. 3. A.Sprey su ile ıslatılan ağ, B.koyu zemin üzerinde ağ, C,D beyaz spreyl boya ile boyanmış ağ.....	20
Şekil 3. 1.A. <i>orientalis</i> 'in doğada çam ağacının dalları arasına ördükleri ağ üzerindeki görüntüsü.	22
Şekil 3. 2.A. <i>orientalis</i> 'in laboratuvarındaki ağ görüntüsü, A. üç delikten oluşan ağ, B. Ağ üzerinde erkek A. <i>orientalis</i>	23
Şekil 3. 3.A. <i>orientalis</i> 'in stereo mikroskop görüntüleri, A. Dorsal, B. Ventral.....	24
Şekil 3. 4.Abdomenin son kısmında bulunan örü memelerinin ventralden görünüşü, A.Posterior örü memeleri iki segmentten oluşur. B.Anterior örü memesi.	24
Şekil 3. 5.A. <i>orientalis</i> 'in ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.	25
Şekil 3. 6.A. <i>orientalis</i> 'in ağında yapışkan madde damlalarının görüntüsü.....	26
Şekil 3. 7.A. <i>orientalis</i> 'in örü memelerinin SEM görüntüleri, A. Genel görüntü, B.Posterior örü memesi, C.Üçlü spigot yapısı, D.Tek bir spigot daha yüksek büyütmedeki görüntüsü.	27
Şekil 3. 8. A. <i>orientalis</i> 'in median örü memelerinin görüntüsü	28
Şekil 3. 9.A. <i>orientalis</i> 'in anterior örü memelerinin görüntüsü. B. Anterior örü memesinin örü alanını donatan spigotlar, C,D. Daha yüksek büyütmede spigotlar ve açıklığı.....	29
Şekil 3. 10 . İpek salgısının spigottan çıkışı.....	29
Şekil 3. 11.Bir nolu kısım terminal iki nolu kısım bazal segment.	30
Şekil 3. 12.Spigotları yakınındaki üç farklı kıl yapısı. A. Spigot ektrafındaki üç farklı kıl yapısı, B. Birinci tip en kalın, C. ikinci tip, D. Üçüncü tip başak benzeri kıl yapısı.	31

Şekil 3. 13. <i>U. walkenaerius</i> doğada tek yıllık bitkilerin dalları arasına ördükleri ağ tekerlek şeklindeki ağın merkeze yakın kısmındaki görüntüsü.	32
Şekil 3. 14. <i>U. walkenaerius</i> 'un laboratuvarındaki ağ görüntüsü.	33
Şekil 3. 15. <i>U. walkenaerius</i> 'a ait A.Dorsal ve B.Ventral görüntüleri.	34
Şekil 3. 16. <i>U. walkenaerius</i> 4.yürüme bacağına ait kalamisrtum görüntüsü.	35
Şekil 3. 17.A,B. <i>U. walkenaerius</i> 'a ait örü memelerinin ventralden görünüşü.	35
Şekil 3. 18. <i>U. walkenaerius</i> ait ağın SEM görüntüleri	36
Şekil 3. 19. <i>U. walkenaerius</i> ait örü memeleri oklar ile gösterilmiştir.	36
Şekil 3. 20. <i>U. walkenaerius</i> ait spigot yapıları oklar ile gösterilmiştir.	37
Şekil 3. 21. A. <i>U. walkenaerius</i> IV. Yürüme bacağına ait 30-34 bristelden oluşmuş kalamistruma sahip görüntüsü. B.Daha yüksek büyütmedeki görüntüsü.	37
Şekil 3. 22. <i>A. lobata</i> türü için hazırlanan terrariumdan ağ görüntüsü. B. Oklar ile gösterilen <i>A.lobata</i> 'a ait mürekkebin görüntüsü.	38
Şekil 3. 23. <i>A. lobata</i> 'nın stereo mikroskop görüntüleri, A.Dorsal, B.Ventral,C.Örü memeleri.	39
Şekil 3. 24. <i>A. lobata</i> ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.	40
Şekil 3. 25. <i>A. lobata</i> ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.	40
Şekil 3. 26. <i>A. lobata</i> 'ya ait örü memelerinin SEM görüntüleri.	41
Şekil 3. 27. <i>A. lobata</i> 'ya ait spigot yapılarının görüntüsü.	41
Şekil 3. 28. <i>A.bruennichi</i> 'nin doğada tek yıllık bitki dalları arasına ördükleri ağ üzerindeki görüntüsü.	42
Şekil 3. 29. <i>A.bruennichi</i> 'nin ağ üzerinde dorsal görüntüleri.	43
Şekil 3. 30. <i>A.bruennichi</i> 'nin stereo mikroskop görüntüleri, A.Dorsal, B.Ventral, C.Örü memeleri.	44
Şekil 3. 31. <i>A.bruennichi</i> 'nin SEM'deki genel görüntüsü.	45
Şekil 3. 32. <i>A.bruennichi</i> 'nin ait iplik fibrilleri	45
Şekil 3. 33. <i>A.bruennichi</i> 'nin ait iplik fibrilleri. A. Kalın fibriller, B. Kalın fibriller arasındaki ince balık ağı şeklindeki ağ yapısı, C,D. Daha yüksek büyütmelerde balık ağı benzeri ağ yapısı.	46
Şekil 3. 34. <i>A.bruennichi</i> 'n ince iplik fibrilleri üzerindeki düzgün aralıklarla sıralanmış oval yapılar.	47
Şekil 3. 35. <i>A.bruennichi</i> 'nin örü memelerine ait SEM görüntüleri.A.Genel görüntü. B. Anterior örü meme çifti.	47
Şekil 3. 36. Anterior örü memelerinin distal kısmı, örü alanlarındaki ampulsü tipdeki spigot.	48
Şekil 3. 37. <i>A.bruennichi</i> 'nin daha yüksek büyütmede ki piriform tipdeki spigot görüntüsü	48

1.GİRİŞ

Örümcekler, Animalia aleminin Arthropoda şubesinin Arachnida sınıfı içinde Araneae takımına aittir. Örümcekler, dünya üzerinde 117 familya, 4.118 cins ve yaklaşık 48.000 tür ile temsil edilmektedir (World Spider Catalog, 2019). Omurgasız aleminde böceklerden sonra karasal hayata en iyi şekilde uyum sağlamış canlılardır. Örümceklere tropikal ormanlarda, deniz kıyılarında, kanyonlarda, çukurlarda, göllerde, çöllerde, alpin bölgelerde ve dağların zirvelerinde rastlamak mümkündür. Ayrıca örümceklerin büyük kısmı insanlarla aynı yaşam alanını paylaşmaktadır. Doğadaki bazı örümcek türleri ağlara bağımlı olarak yaşarken bazıları ağlara bağımlı olmayarak yaşamlarını sürdürürler. Bütün örümcek türleri karnivor olarak beslenirler. Örümceklerin bir kısmı besinlerini yakalarken tuzak ağlar kurar bir kısmı ise üzerlerine zıplayarak ya da kovalayarak avlarını yakalar. Örümceklerin ömürleri ortalama olarak iki ya da üç yıl arasında değişiklik gösterse de bazı türler 10 yıl kadar yaşayabilir. Örümcekler ayrı eşeyli canlılardır. Dişileri erkeklerinden büyüktür. Örümcekler solunum borularına ve kitapsı akciğerlere sahiptir. Örümceklerde diğer eklembacaklılar gibi açık bir dolaşıma sahiptir ve kılcal damarları yoktur. Örümceklerin vücut yapısı iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüme prosoma ya da cephalothorax iken diğer bölüm ise opisthosoma ya da abdomen isimlerini almıştır. Bu iki bölümü birbirine bağlayan yapıya ise pedisel denmiştir. Prosomanın sırt tarafı karapaks, karın tarafı sternum ile örtülüdür. Prosoma baş ve göğüsün kaynaşması ile meydana gelmiştir. Prosomada ki bazı yapılar başa, diğerleri ise göğse bağlanmıştır. Sternumun ön kısmı labium ve maksilla (pedipalpus) adı verilen ağız parçaları bulunur. Başa bağlı olan diğer kısım ise keliserlerdir. Keliserlerin görevi beslenmeyi ve ağza yardımcı olmaktır (Yiğit, 2003; Folex, 2011)

Doğadaki örümceklerin ağ yapısına gelecek olursak tam anlamıyla bir sanat eseridir. Yalnız bütün örümcekler ağ örmezler. Örümceklerin ağ örmesindeki başlıca sebep avlanmaktır. Ağın hammaddesi ipek, ağ bezlerinden salgılanan bir üründür. Örümceklerde birbirinden farklı ağ bezleri bulunur. Örümcekler bu sebeple farklı ipek ve ipliklerin oluşumunu sağlar. Bütün iplikler proteinimsi yapıdadır ve fibrin şeklindedir. Ağ bezlerinin içerisinde sıvı halde bulunan madde dışarıya çıktığında

katılaşıır. Katı haldeki ipeğin molekül ağırlığı sıvı haldekinden 10 kat daha yüksektir. Sıvı ipek böylece katılaşıırken çok elastiki ve direnci yüksek bir durum alır. Araştırmalar, ağ maddesinin aminoasit dağılımının ağın değişik kısımlarında farklı olduğunu, kokon veya boru şeklindeki barınak iç döşemelerinde kullanılan ipeğin farklı aminoasitler içerdiğini göstermiştir (Folex, 2011).

Örümcekler için ipek örme aktivitesi önemli bir özelliktir (Sutherland et al., 2010). Örümceklerin ipek örme aparatları, örü memeleri ve ipek iplik bezlerinden oluşur. Opisthosomada yer alan iplik bezleri, spigotlar ya da nozzullar olarak bilinen çıkış setleri yoluyla boşaltılır.

İpek üreten bezler, embriyonik spinneret ekstremite tomurcukları üzerindeki ektodermal invaginasyonlardan kaynaklanmaktadır (Hilbrant ve Damen, 2015).

Her bir bez kendine özgü karakterleri olan farklı türde bir ipek salgılar. Ayrıca her bir bezin salgıladığı ipek farklı amaçlar için kullanılır. Örneğin; Agregat bez salgısı yapışkan madde yapımında, Tübülöform bez sıvıları ise kokon oluşumunda kullanılmaktadır. Örümcekler, ergin morfolojilerinde radikal olarak farklı bir dizi uzantı tipine de sahiptir (Pechmann et al., 2010).

Örü memeleri, aynı boyuna ekstremite tomurcuk serisinde ki prosomal uzantılardan, yani keliser, pedipalp ve bacaklardan (Dawydoff, 1949; Whitehead ve Rempel, 1959) embriyolojik olarak ortaya çıkan (modifiye edilmiş) yüksek oranda modifiye olmuş opisthosomal uzantılardır (Kautzch, 1910; Yoshikura, 1955; Dawydoff, 1949).

Bu tezin amacı, Kırıkkale'nin Yahşıhan ilçesindeki Üniversite kampüsü ve civarından toplanan örümceklerin örü memesi ya da ağ memesi olarak adlandırılan ipek üreten organlarını ayrıntılı olarak incelemektir. İpek salgısı, ağ örmede, yuva yapılmasında, kokon adı verilen ve yumurtaların içinde geliştiği yapının oluşturulmasında, sperm keselerinin yapımında ve bazı diğer işlemlerde kullanılır. Ağ yapımı, familyalara göre farklılık gösterir. Buradan hareketle bu çalışmanın birinci amacı; farklı gruplarda yer alan örümceklerin ağ yapılarının, örü memelerinin ve de örü memelerinin içinde bulunan çok sayıda kılcal tüplerin (spigotların, memeciklerin) morfolojileri karşılaştırmalı olarak çalışmaktır. Spigot morfolojisini ışık mikroskopları ile gözlemlemek oldukça zordur. En iyi ışık mikroskobu bile örü

memeleri üzerinde ayırt edici bazı detayların gözlemlenmesine imkan tanımaz. Ancak yüksek performanslı mikroskoplarla (SEM gibi) spigot morfolojisi çalışılabilir. Örü memelerinin ve spigotların detaylı morfolojileri örümcek taksonomisine önemli katkılar sağlayacaktır. Örü memelerinin en iyi şekilde mikroskopta incelenebilmesi için çok iyi temizlenmesi ve her açıdan taranabilmesi gerekmektedir. Mikroskopta örü memeleri incelenirken karşılaşılan en önemli sorun örü memelerinin kendi üzerinde katlanmaları ve distal kısımlarının görülememesidir. Bu da spigotların görülememesi anlamına gelmektedir. Bu nedenle örü memelerinin incelenmesi için en uygun preparasyon yöntemini de geliştirmek bu çalışmanın bir diğer amacıdır.



1.1 GENEL BİLGİLER

1.1.1.Örümceklerin Sistematigi

ÜST ALEM: Ökaryota

ALEM:Hayvanlar

ALT ALEM:Eumetazoa

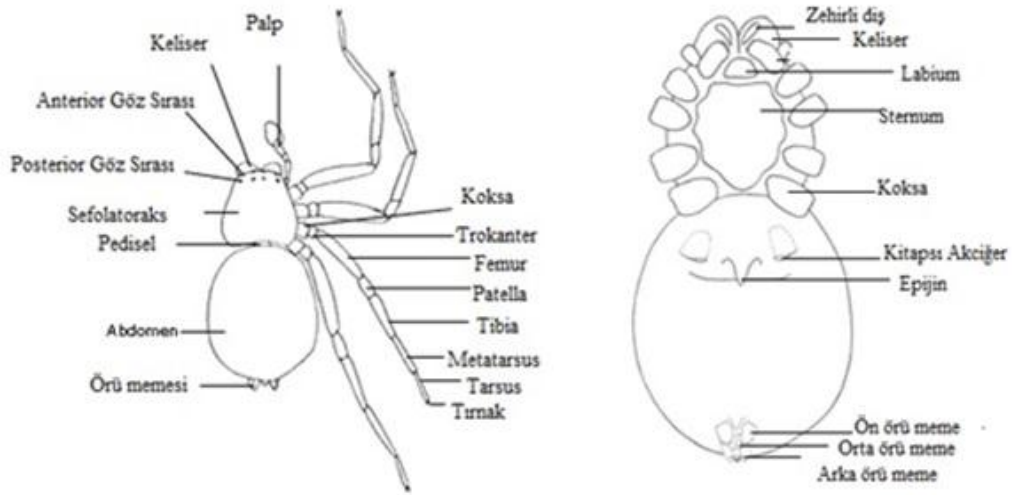
ŞUBE: Eklembacaklılar

ALT ŞUBE:Keliserliler

SINIF:Arachnida

TAKIM:Araneae

1.1.2.Anatomi ve Morfoloji



Şekil 1. 1 . Bir örümceğin dorsal ve ventralden görünüşü.

(https://www.amnh.org/learn/biodiversity_counts/ident_help/Parts_Arthropods/female_spider.htm)

Arachniada sınıfının vücut yapısı prosoma ve opisthosoma olmak üzere iki kısımdan oluşur. Prosoma ve opisthosoma ince ve kısa bir sap (pedisel) ile birbirine bağlanmıştır. Örümceklerde prosoma bölgesi opisthosoma bölgesinden küçüktür. Sırt tarafı çok sert bir karapaksle, karın tarafı ise sternum plaka ile örtülüdür. (Salman, 2011).

Prosoma kısmı kısadır. Prosomanın ön kısmında üç ya da dört çift göz bulunur. Gözlerin büyüklüğü ve prosoma üzerindeki dizilişleri örümcek sınıflandırılmasında önemlidir. Prosoma bölgesinde ağız, basit yapıdaki gözler ve altı çift üye bulunur. Üyelerin birinci çifti keliser, ikinci çifti pedipalpus geriye kalan dört çift ise yürüme bacaklarıdır (Salman, 2011).

Opisthosoma şekil ve büyüklük bakımından gruplar arasında farklılık gösterir. Genellikle yuvarlak ve oval torba şeklindedir. Opisthosoma kısmı segmentli, segmentsiz, torba şeklinde, kimisinde körelmiş ve prosoma ile kaynaşmıştır. Opisthosoma bölgesi segmentli olan bazı örümcekler de bu bölge uzun ve geniş yapılıdır. Bu bölge mesosoma ile kuyruk şeklindeki metasoma bölgelerine ayrılır. Opisthosoma bölgesinin segmentsiz torba şeklinde olanlarında, bu bölge sap aracılığıyla prosomaya bağlanır. Ayrıca Liphistiidler hariç diğerleri segmentsiz yapıdadır (Salman, 2011).

Cinsiyet açıklıkları opisthosomanın ön ventralin de anüs ise son kısımda yer alır. Yer ve sayılarına göre değişiklik gösteren stigmalar ve örümceklerdeki ağ bezleri opisthosomada yer alır (Salman, 2011).

Örümceklerin keliserleri büyük kaide parçası ile çengel şeklinde sivri bir uç parçasından oluşur. Kaide parçasının dibinde zehir bezi vardır. Keliserler koruma ve avını zehirleme amacıyla kullanırlar. Keliserlerin konumu da örümceklerin sınıflandırılmasında önemlidir. Keliserlerin büyüklüğü cins ve türler arasında değişiklik gösterir (Salman, 2011).

Örümceklerin pedipalpleri altı parçadan oluşur. Yürüme bacaklarına benzer fakat daha küçüktürler. Çok sayıda duyumlu kıl taşıyan bu üyeler; dokunma organı olarak

kullanılırlar. Pedipalplerin kaide segmentleri genişlemiş ve kalınlaşmıştır. Şekil değiştiren bu parçalar besinlerin alınmasında çene görevi yaparlar. Ayrıca erkekler pedipalplerin son segmenti genişleyerek, spermleri dışıye ileten, tokmak şeklinde bir yapı oluşturur. Bu yapı içinde kıvrımlı kanal bulunur. Erkek örümcek çiftleşmeden önce herhangi bir yere boşalttığı spermlerini bu organın içine alarak çiftleşmeye hazır hale gelir (Salman, 2011).

Örümceklerin yürüme bacakları yedi segmentlidir. Yaşam biçimine bağlı olarak şekil ve büyüklükleri değişiklik gösterir. Bacakların ucunda değişik şekil ve büyüklükte iki veya üç tırnak bulunur. Çoğunda tırnakların alt tarafı tarak dişi gibi sıralanan sert kıllar taşır. Bazılarında dördüncü çift yürüme bacaklarının metatarsusu üzerinde iki sıra halinde dizilen sert ve kalın kıllar yer alır. Calamistrum adı verilen bu yapı ile bacakların ucundaki diğer oluşumlar ağ germe ve ağ üzerinde yürüme ile ilgilidir (Salman, 2011).

1.1.3. Örümceklerin biyolojisi

Yaşam alanları dağ, tepe, orman, step, çayırılık, su içi ve su dışı gibi çeşitli biyomlardır (Salman,2011).

Beslenmeleri: Hepsi etoburdur. Bazıları ölü gıdalarla beslense de genellikle canlılarla beslenirler. Başlıca besinlerini böcekler oluşturur. Böceklerin vücut sıvılarını emerek beslenirler. Böylece ön bağırsakları emici özellik kazanmıştır. Canlı olarak yakalanan avlarını, kelistelerindeki bezlerden salgılanan zehirle öldürürler (Salman, 2011).

Sindirimleri: Ağızla başlayan sindirim kanalı kısa bir yutak, dar ve kısa bir yemek borusuyla, emici mideye ulaşır. Orta bağırsak opisthosoma bölgesinde bir genişleme yapar ki sindirim bezleri kanalı buraya açılır. Daha sonra ince bir boru halinde geriye doğru devam eden sindirim kanalı, geniş bir kese şeklindeki rektuma ulaştırılır, buradan da anüse ulaşır. Mide prosomanın sert kitin örtüsüne bağlanan özel kaslar sayesinde emme işini gerçekleştirir. Orta bağırsağa açılan altı çift kör bağırsak bulunur. Bunlardan iki çifti ön tarafta, dört çifti de bacakların içine doğrudur.

Zehirlenerek öldürülen avlarda, pedipalpler aracılığıyla besin ağza doğru çekilir. Daha sonra alt dudaktaki tükürük bezlerinden salınan proteolitik enzimler avın üzerine salgılanır. Sıvı hale uğramış yapılar emilir. Avdan geriye boş bir iskelet kalır. Böylece dış sindirim gerçekleşmiş olur (Salman, 2011).

Solunum organları: Kitapsı akciğer ya da boru trakedir. Solunum organlarının bulunduğu kısım cinsiyet açıklığının iki yanından dışarı açılan bir çift stigma, bir çift kitapsı trake ve hemen arkasında iki stigma ile dışarı açılan bir çift boru trake bulunur. Boru trakeler opisthosomanın olduğu kısımda dallanmalar gösterir. Bazılarında sadece kitapsı trakeler, bazılarında ikisi birlikte görülebilir (Salman, 2011).

Boşaltım organları: Boşaltımı sağlayan organı malpighi tüpleridir. Metabolik atıkları yoğunlaştırır ve depolar. İnce bağırsağın son kısmındaki keseye açılan bir çift malpighi tüpü ve birinci çift yürüme bacaklarının kaidelerinden dışarı açılan bir çift koksa bezi bulunur. Ayrıca bazılarında üçüncü çift yürüme bacaklarının kaidesinden dışarı açılan bir çift koksa bezi vardır. Temel boşaltım ürünleri: Ürik asit ve guanindir. Bu ürünler suda hemen hemen hiç çözünmez. Bu nedenle kristalize olma eğilimindedir. Ürik asit atılımı, su kaybının azaltılmasına yardımcı olur (Salman, 2011).

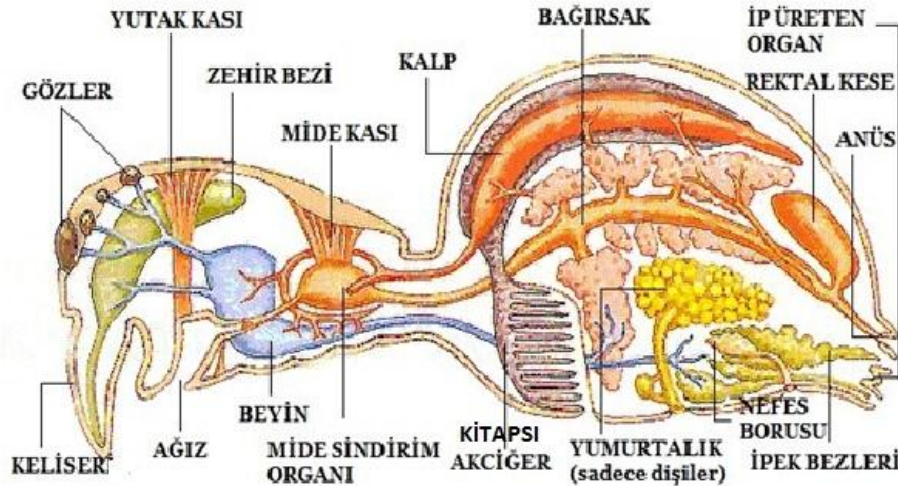
Üremeleri: Ayrı eşeylidirler. Genellikle dişileri erkeklerinden daha iridir ve bu dişiler çiftleşme sonrası erkek örümceği yer (Salman, 2011).

Örümceklerin dişilerinde üzüm salkımına benzer iki tane ovaryum bulunur. İki yumurta kanalla birleşerek bir kanal halinde reseptakulum seminisle cinsiyet açıklığına ulaşır. Erkeklerdeki iki testis de yine bir kanla dışarı açılır. Erkekler pedipalpleri üzerinde özel çiftleşme organı aracılığıyla spermleri dişiye iletir. Dolaylı sperm transferi Arachnida için karakteristiktir. Spermatofor denilen keseler içinde dışarıya bırakılan spermler dişiye iletim sürecinde çeşitlilik sağlar. Döllenme vücut içerisinde olur. Yumurtalar bir kokon içinde dişiler tarafından taşınır ya da bir cisme asılır. Embriyo gelişimi kokon içinde olur. Çıkan yavru ergine benzer (Salman,2011).

Eşeyssel dimorfizm: Bazı örümcek cinslerinin boyut, renk ve farklı yapılarında belirgin bir şekilde değişiklik görülmesidir. En belirgin farklılık palplerde görülür. Erkekler genellikle dişilerden daha parlak renklere sahiptir ve daha küçüktür. Eşeyssel renk farklılıkları özellikle görme yetenekleri gelişmiş olan ve renkli görebilen Salticidae ve Lycosidae ailelerinde belirgindir. Eşeyssel dimorfizm birçok yapıda da kendini gösterebilir. Erkeklerin keliserleri dişilerinkinden daha büyüktür. Örneğin *Salticus scenicus* (Salticidae) (Salman, 2011).

Sinir Sistemleri: Örümcekler çeşitli duyuşsal girdileri işleyecek oldukça çok gelişmiş ve yoğun bir santral sinir sistemine sahiptir. Merkezi sinir sistemi vücudun ön kısmında toplanmıştır. Beyin protocerebrum ve tritocerebrum olmak üzere ikiye ayrılır. Beyin, sekiz gözün hepsinden optik sinirler aracılığıyla bilgi alır. Beyinde görsel sinyalleri fiziksel yanıtlara dönüştürecek bölgeler iletir (Salman, 2011).

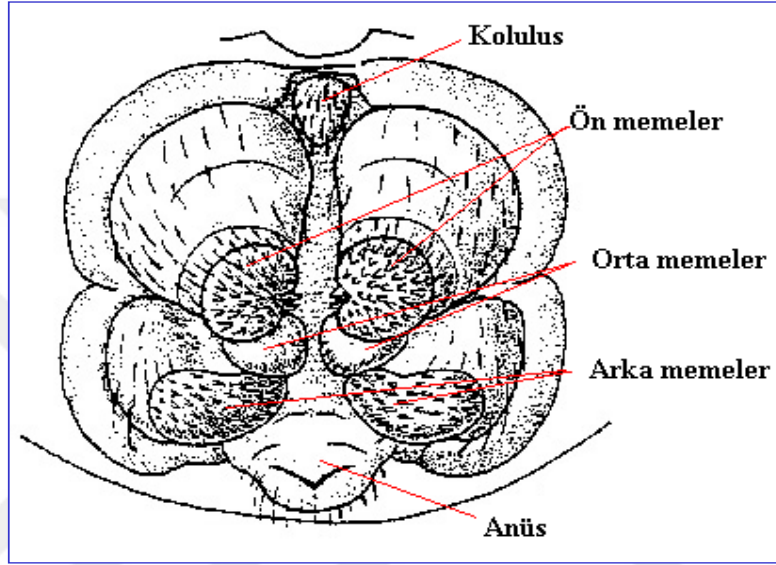
Örümcek Zehirleri: Zehrin etkisi hayvanlar üzerinde farklılık gösterir. Genelde omurgasız hayvanlarda hızlı ölümlerle sonuçlanırken, insanlarda bu zehrin etki süresi 15-20 dk ile birkaç gün arasında değişiklik gösterebilir. Örümcek zehirlerinin büyük kısmı insanları etkileyebilecek zehre sahip değildir. Ayrıca keliserleri de insan derisini delebilecek güçte değildir (Salman, 2011).



Şekil 1. 2. Bir örümceğin anatomik yapısı. (<https://www.hayvansitesi.com/eklem-bacaklılar/tarantula-anatomisi/>)

1.1.4 Örümceklerde örü memeleri ve ağ bezleri

Örü memeleri genelde kaide kısmı (büyük) ve uç kısım (küçük) olmak üzere iki bölümden oluşur. Örü memeleri ya da ağ memesi posterior, anterior ve median olmak üzere çoğunlukla 6 adet (3çift) olurken, bazılarında 2, 4 ya da 7 adettir. Genelde memelerinin boyları birbirine yakın iken, bazı örümceklerde posterior kısım uzun olabilir.



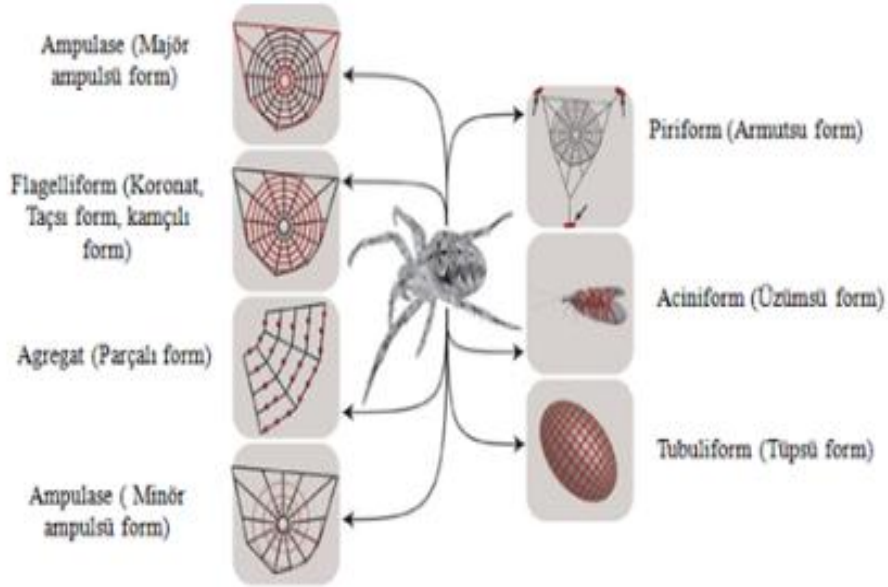
Şekil 1. 3. Bir örümceğin örü memeleri çiftleri.

Ağ bezleri, abdomenin iç kısmında ventral yüzeye yakın ve ağ memelerine bağlı olarak bulunur. Her bir bez özellikle bir memeye bağlanmıştır. Ancak bir bez 2. derecede diğer bir memeye bağlı olabilir. Bu durum özellikle Araneidlerde ve diğer yakın ağ örücülerde böyledir. Ağ bezleri morfolojik ve histolojik olarak 6'ya ayrılır:

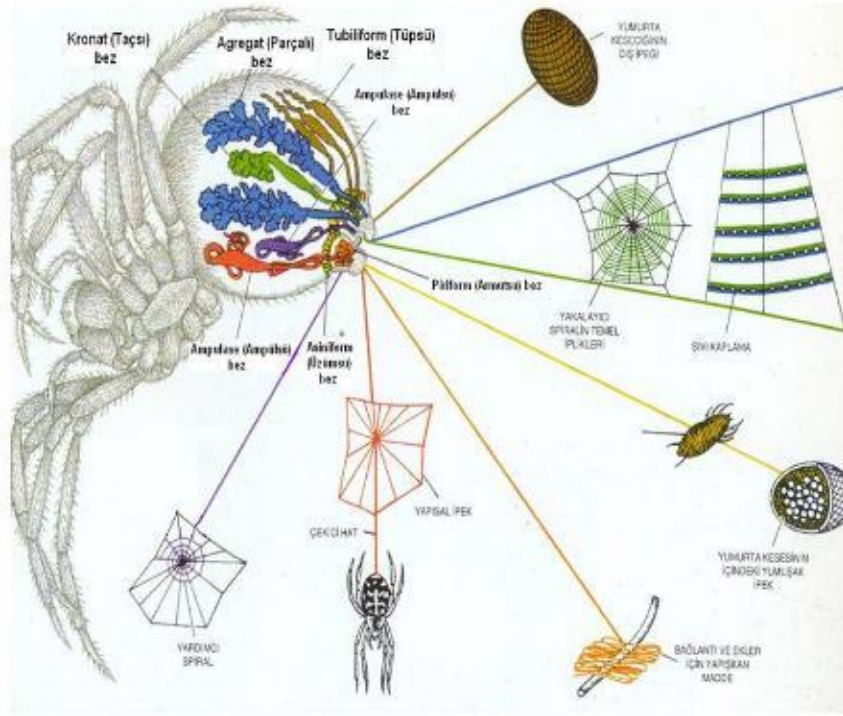
- Ampulase (Ampulsü form)(Majör ve minör ampulsü bezler)
- Piriform (Armutsu form)
- Tubuliform (Tüpsü form)
- Aciniform (Üzümsü form)
- Flagelliform (=Koronat, Taçsı form ya da kamçılı form)
- Agregat (Parçalı form)

Her bir bez kendine özgü karakterleri olan farklı türde bir ipek salgılar. Ayrıca her bir bezin salgıladığı ipek farklı amaçlar için kullanılır.

- Ampullate bez salgısı düz iplik ve çerçeve yapımında
- Tubuliform bez salgısı kokon yapımında
- Flagelliform ve Agregat bez salgısı yapışkan madde yapımında
- Piriform bez salgısı tutuşturucu disk yapımında
- Asiniform bez salgısı kokon, sperm ağı ve sargı iplik yapımında görev alırlar.



Şekil 1. 4. Dişi orb örücü örümceklerinin (Araneae) ürettiği farklı ipek tiplerinin şematik görünümü. Her ipek türü (kırmızı renkle vurgulanmıştır) belirli bir amaca yöneliktir. (Decoding the secrets of spider silk)



Şekil 1. 5. Örümcek ipleri belirli amaçlar için uyarlanmıştır.
(https://www.researchgate.net/figure/The-seven-types-of-native-silk-glands-and-threads-from-spider-of-Araneus-diadematus_fig1_325272086)

- Anterior örü memesinden salgılanan bezler majör ampullate ve piriform bezlerdir.
- Median örü memesinden salgılanan bezler minör ampullate, asiniform ve tubuliform bezlerdir.
- Posterior örü memesinden salgılanan bezler ise agregat, asiniform, tubuliform ve flagelliform bezlerdir.

Çok sayıda boncuktan çıkan salgı bir araya gelerek iplik oluşturur. Bu ağ ipliklerle örülür. Ağ bezi çıkıntıları üzerindeki borucukların sayısı türe göre çeşitlilik gösterir (Salman, 2011).

Bazı örümceklerin genç fertleri opisthosoma bölgesini yukarı doğru kaldırarak ağ ipliği çıkarır. İplik rüzgârın etkisiyle yukarı doğru yükselirken örümceği de havaya kaldırır. Böylece örümcek yine rüzgârın etkisiyle atmosferde kilometrelerce yol alır (Salman, 2011).

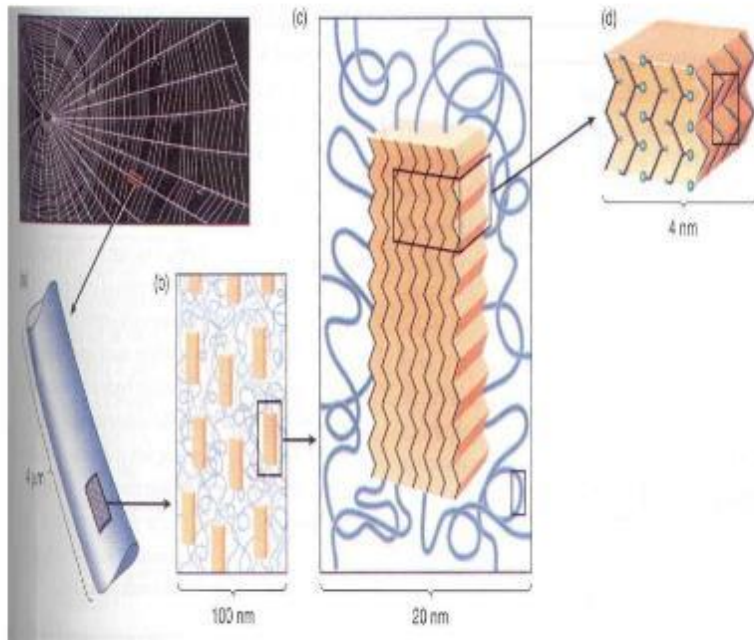
Ağ yapmayan örümcekler de vardır. Bunlar çevrede dolaşarak avlanırlar ya da bir yerde pusu kurarak avlarını beklerler. Labidognatha alt takımının bazı familyalarında ağ bezi çıkıntıları arasında veya ön kenarı kalbur gibi delikli ve ince kıllarla örtülüdür. Bu yapıya cribellum denir. Bu yapıyı taşıyan örümceklere de cribellat denir. Cribellum ve calamistrum arasında ilişki bulunduğu düşünülmekte; çünkü calamistrum cribellat olan örümceklerde bulunur (Salman,2011).

1.1.5. Bir ipliğin moleküler yapısı

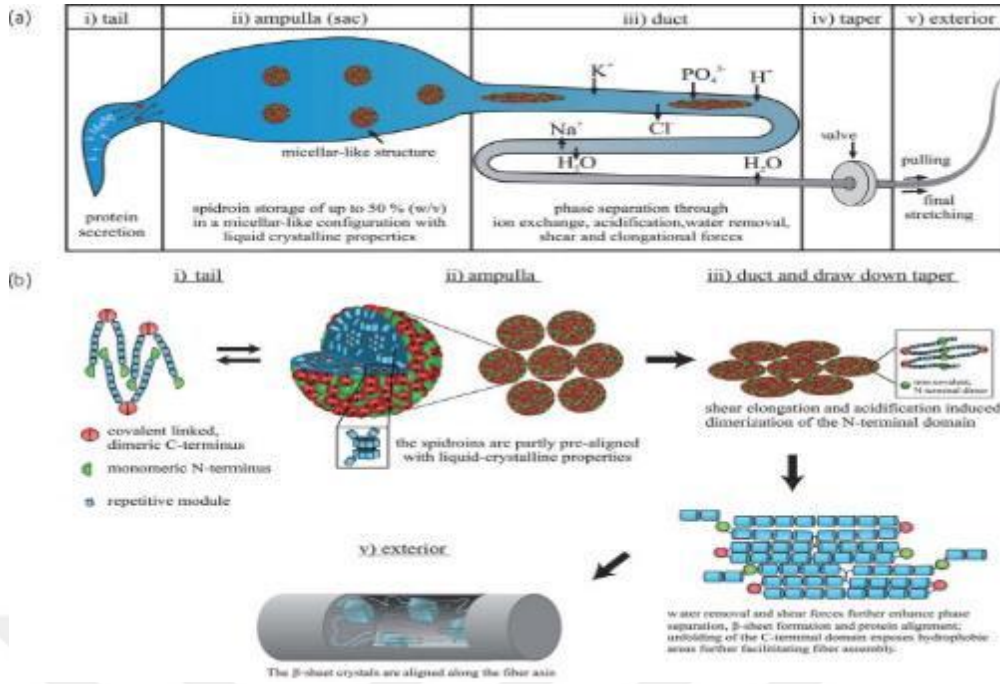
Ağ örücü örümceklerden *Nephila*'nın fibrillerinin molekül ağırlığı 30.000 Dalton olarak belirlenmiştir. Ağ bezlerinin içerisinde sıvı halde bulunan madde dışarıya çıktığında katılaşır. Katı haldeki ipeğin molekül ağırlığı 200.000 veya 300.000 Da gibi yani sıvı haldekinden 10 kat daha yüksektir. Sıvı ipek böylece katılaşırken çok elastiki ve direnci yüksek bir durum alır. Araştırmalar, ağ maddesinin aminoasit kompozisyonunun ağın değişik kısımlarında farklı olduğunu, keza kokon veya boru şeklindeki barınak iç döşemelerinde kullanılan ipeğin farklı aminoasitler içerdiğini göstermiştir. Örneğin; Bahçe örümceği olan *Araneus diadematus*'un ağında %20 glisin varken ağın çerçeve kısmında glisin oranı %24, kokonlarındaki glisin oranı %12 ve iplikler üzerindeki yapışkan disklerde ise bu oran %25'tir (Folex, 2011).

Düzensiz aminoasit zincirleri ve bir dizi sıralanmış kristallerden oluşmuş karma bir yapısı vardır. Her bir kristal beta pileli tabakalar olarak adlandırılan akordeon gibi preslenmiş farklı büyüklükteki aminoasit gruplarından oluşmuştur. Bu yapının etrafını çevreleyen sarmallar alfa-helix olarak adlandırılır. Bunların dağınık yapıları ipeğe esneklik kazandırır. Bütün iplikler proteinimsi yapıdadır ve fibrin şeklindedir. Örümcekler çeşitli ipekler üretirler ve bütün ipekler proteinimsi yapıdadır ve fibroin şeklindedir. Yapılan gen klonlanması protein dizisi ve yapısal özellikleri arasında açık bir bağlantı ortaya çıkarır. Fibroinler örümceğin ana ampullat bezinde üretilir, 8–10 amino asit uzunluğunda bir poli-alanin bloğu ve 24-35 amino asit uzunluğunda glisin bakımından zengin bir blok içeren çok sayıda tekrar motifi içerir. Fibroinler fiberlere dönüştüğünde, poli-alanin blokları β -tabaka kristalleri oluşturur, bu şekilde çapraz bağlanan fibroinler polimer ağ yapısına büyük bir sertlik, mukavemet ve tokluk kazandırır. Yapılan çalışmalar, fibroin dizisindeki varyasyonların ve örümcek türleri arasında değişen özellikleri bu olağanüstü biyomateryallerin tasarımını araştırma fırsatı sağlamıştır (Gasline, et al., 1999). Biyomalzemeler arasında

örümcek ipeği, benzersiz bir mukavemet ve dayanıklılık kombinasyonu, mühendislik malzemeleri için bir model oluşturmuştur. Örümcek ipliğinin gerilim testi, enine sıkıştırma ve bir mikro test ekipmanı ile de burulma deformasyonu testleri yapılmıştır. Bu test sonuçları, gerilimde ve enine sıkıştırmada en son teknolojiye sahip liflerden önemli ölçüde daha yüksek dayanıklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Örümcek ipeği ile yapılan sonlu eleman analizi deney sonuçlarına dayanarak, örümcek ağının statik ve dinamik özelliklerini kullanarak yeni malzemelerin mekanik performansı ve tasarımı için model teşkil edebilir (Ko and Jovicic, 2004).



Şekil 1. 6. Örümcek ağ ipliğinin moleküler yapısı, a- örümcek ağı, b- fibril, c- alfa helis ve beta pileli tabaka yapısı, d- Beta pileli tabaka yapısı,(Decoding the secrets of spider silk)



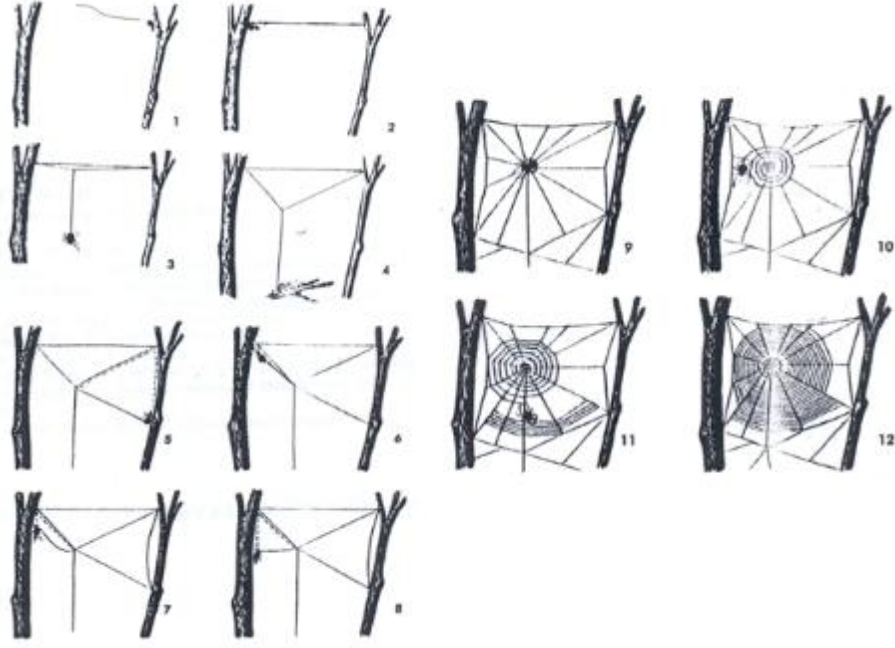
Şekil 1. 7. Doğal öğ örme işlemi. a- Örümceklerin örü bezleri dört kısma ayrılarak gösterilir, b- ağ örme aparatı boyunca ipek fibrillerini birleştirme mekanizmasının şematik gösterimi.(Decoding the secrets of spider silk)

1.1.6.Bir örümcek ağını nasıl örer?

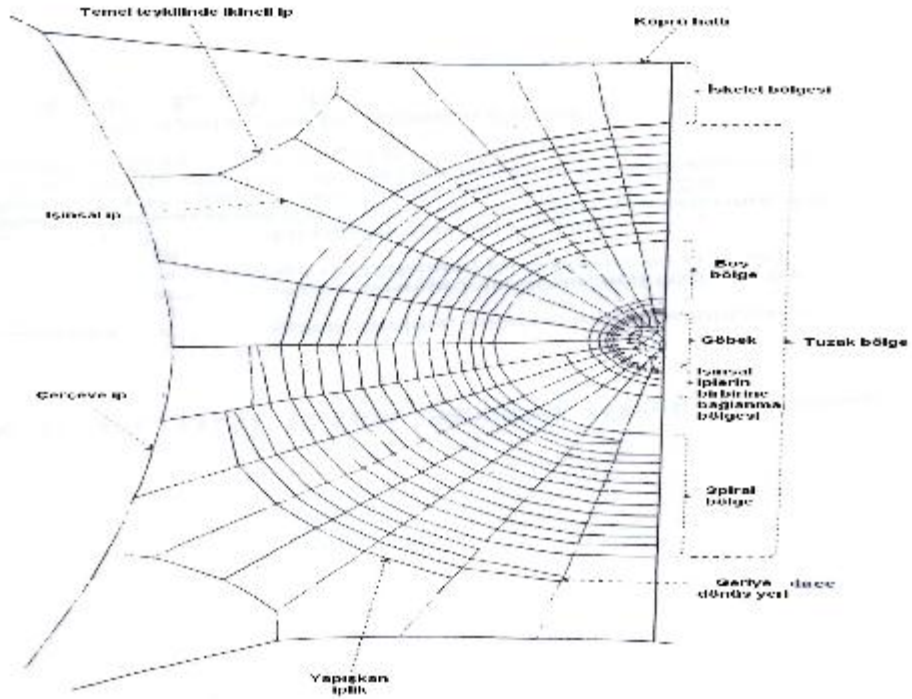
Ağlar, işlevsellik açısından akıllıca bir araya getirilen farklı ipek karışımlarından oluşur. Farklı işlevler için kullanılan ağı, çok çeşitli ipek tiplerinin mekanik özelliklerinin (oldukça sert ısınsal ipek iplikleri, son derece yumuşak genişleyebilir ve yapışkan yakalama iplikleri gibi) tek bir yapıya dahil edilmesi gerekir.

Tekerlek şeklinde ağ örücü bir örümceğin ağ örme aşamaları:

1. Öncelikle örümcek ağını salmaya başlar.
2. İki dal arasında köprü hattı kurulur.
3. Bu hat üzerinde gelip giderek yeni bir ağ oluşturur ve bunu aşağı doğru açar.
4. Böylece ilk Y çatalı oluşturulur.
5. Y şeklindeki çatal iplik üzerinden geçerek çerçeve oluşturulmaya başlanır.
6. Dala atılan iplikten sonra diğer çatal üzerinden öbür dala geçer.
7. Aynı şekilde bunlar arası bağlantı iplikleri kurulur.
8. Ağı sağlamlığı için destek iplikler çekilir.
9. Böylece ağı temel iskeleti oluşturulur.
10. Bundan sonra örümcek yapışkan tuzak ipliklerini örmeye başlar.
11. Artık avını beklemeye hazırdır.



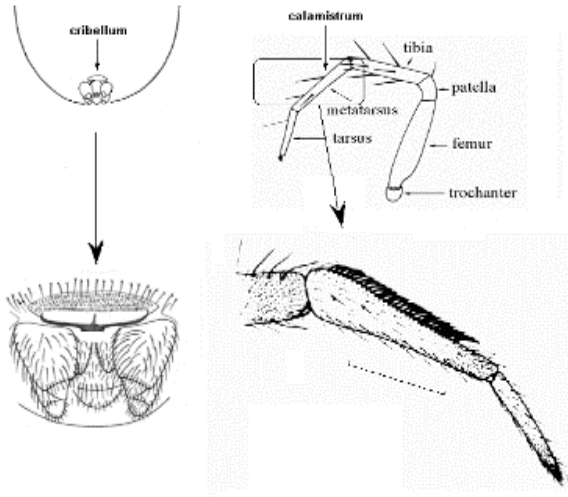
Şekil 1. 8. Tekerlek şeklinde ağ örücü bir örümceğin ağ örme aşamaları. (How to know the spiders ,Third Edition B.J.Kaston ,1978)



Şekil 1. 9. Teker şeklinde ağ örücü bir örümceğin ağının şematik gösterimi. (How to know the spiders ,Third Edition B.J.Kaston ,1978)

1.1.7. Ağ örmede kullanılan ekstra yapılar

Şahane ve muntazam ağ ören bazı örümceklerde dördüncü yürüme bacaklarının metatarsus dorsalinde calamistrum (kalamistrum) adını alan bir veya iki sıra diken dizisi bulunur. Calamistrum bulunduran örümceklerde, opisthosoma'da ağ memelerinin hemen ön tarafında cribellum (kribellum) adını alan kalbur görünümünde özel bir organ daha vardır. Cribellum, ağ memelerine oranla daha ince ve daha kaliteli ipek iplikleri üretir. Kalbur görünümünde olan bu organ, bazı türlerde orta yerinden boyuna bir plaka ile 2'ye bölünmüştür. Cribellum'u olmayan örümceklerde ağ memelerinin hemen ön tarafında kolulus adı verilen, kıllarla donatılmış küçük bir tuberkül yer alır. Bazı türlerde kolulus olmayabilir veya bu yapıyı görmek zor olabilir. Ağ memeleri kıllarla donatılmıştır. Bu memelerin ilginç yönü, tek bir açıklığa değil, her bir memenin uç kısmında cribellum benzeri kalbursu yapıda olduğudur. Bazı türlerde her bir ağ memesinin uç kısmında 100 kadar spigot bulunduğu tespit edilmiştir. Spigotlar çok farklı şekil ve sayılarda olabilirler. Cribellumlar ile demet veya levha şeklinde iplikler oluşturulurken, ağ memeleri ile çoğunlukla halat şeklinde birbirine dolanmış, dinamizmi yüksek iplikler oluşturulur. Ağ memelerinin hemen gerisinde yani opisthosomanın son ucunda ise anal tuberkül (anüs) yer almıştır.



Şekil 1. 10. Ağ örmede kullanılan ekstra yapılar. (How to know the spiders ,Third Edition B.J.Kaston ,1978)

1.1.8. Ağın ekolojik önemi

1. Ağları sayesinde birçok örümcek avlarını yakalar. Besin temininde önemlidir. Ağlar, örümcekler için yiyeceklerini sağlamak için tuzağa düşürmek için araçtır. Örümceklerin ağları iki boyutlu tabakalardan üç boyutlu örgülere kadar değişik şekillere sahiptir. Örümcek ağı, esas olarak böcekler için bir tuzaktır; temas eden böceği tutar ve bekleyen örümceği avın yeri ve durumu hakkında bilgilendirir. İster statik ister dinamik bir sallanma olsun, ağ her zaman önemli ölçüde karmaşık titreşim sinyallerini iletir.

2. Ağlar yuva - barınak olarak kullanılır.

3. Yavru bakımı ve korunmasında önemlidir.

4. Kopulasyonda ve sperm ağları ile neslin devamında pay sahibidir.

1.1.9. Ağların sistematik önemi

Örümcek ağlarının sistematikte ayrı bir önemi vardır. Çünkü örümcek türlerinin ağ yapıları ve örme şekli incelendiğinde türlerin kendine özgü ağ ördükleri görülmektedir. Ağlar bu öneminden dolayı da örümceklerin teşhisinde kullanılır. Günümüze kadar tespit edilen örümcek tür sayısı 48.000 kadardır. Ancak örümceklerin tümü bildiğimiz muntazam ağları örmeyip sadece 1/3 ü bu ağları örmektedirler. Bu örümcek familyalarının başında Araneidae, Metidae, Tetragnathidae, Theridiidae, Theridiosomatidae, Agelenidae, Uloboridae yer alır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Örümceklerin Toplanması, Teşhisi ve Bakımı

Bu çalışmada, kullanılan örümcekler 2017 yılının Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında , Kırıkkale'nin Yahşihan ilçesindeki Üniversite kampüsünden ve civarında toplandı. Örümceklerin yumurtlama mevsimleri dikkate alınarak toplama işlemi yapılmadı. Toplama işlemi genellikle günün erken saatlerinde gerçekleştirildi. Toplanan örümcek türleri, ağaç gövdeleri, çalılar, otlar, tarım ürünleri ve özellikle nemli bölgelerden toprağa yakın kısımlarda bulundu. Yakalama işlemi, küçük yakalama kapları yardımıyla, örümcekler korkutulmadan ağ üzerinde alınarak yapıldı. Bu işlemler yapılırken doğaya ve çevreye zarar vermemeye gayret edildi. Toplanan dişi ve erkek örümcekler, laboratuvara getirilerek öncelikle tür teşhisi yapıldı. Toplanan örümceklerin tür teşhisi Kırıkkale Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Tarık Danışman tarafından yapıldı. Toplanan örümceklerin tür, cinsiyet ve birey sayıları Tablo 2.1'de verildi. Çalışmada sadece ergin bireyler kullanıldı.

Tablo 2.1. Çalışma için araziden toplanan örümceklerin tür, cinsiyet ve birey sayılarının dağılımı.

Tür Adı	Cinsiyeti	Birey sayısı	Boyları	Toplanma Zamanları
1) <i>Agelena orientalis</i>	Dişi	2	11mm	05.07.2017
1) <i>Agelena orientalis</i>	Erkek	2	15mm	05.07.2017
2) <i>Areneus angulatus</i>	Dişi	1	11mm	28.06.2017
3) <i>Uloborus walckenaerius</i>	Dişi	3	6,5mm	05.07.2017
4) <i>Argiope lobato</i>	Dişi	1	17mm	25.08.2017
5) <i>Argiope bruennichi</i>	Dişi	1	12mm	05.08.2017

Teşhisi yapılan örümcekler deney gününe kadar yaşatılmak ve ağ yapmaları için, laboratuvar şartlarında özel hazırlanan ortamlara alındı. Örümceklerin yaşam şartları dikkate alınarak, toprak, çalı ve otlar yardımıyla küçük bireysel terrariumlar hazırlandı (Şekil 2.1). Besin olarak belli zaman aralıklarında yine laboratuvarda canlı yem olarak kültürünü yaptığımız un kurtlarından bir birkaç tane un verildi (Şekil3.2).

Su ve nem ihtiyaçları için kuruyan ot ve yapraklar deėiřtirilerek zaman zaman da su spreyi ile nemlendirildi.



şekil 2. 1. Uloborus walckenaerius ait terrarium rneėi.



şekil 2. 2. Bir terraiumda aė üzerindeki rmcek.

2.2. Örümcek Ağlarının Fotoğraflanması

Örümcek ağlarının çoğunluğu hafif, ince ve oldukça esnekti. En ufak bir hava akımı ya da bir nefes alma bile ağların fotoğrafını çekerken hareketine sebep olabilir. Doğal ortamlarında ve laboratuvar ortamında da toplanan örümceklerin ağları en uygun şekilde görüntülendi. Toplanan örümcekler uygun laboratuvar şartlarında yetiştirilerek ağ örmeleri sağlandı. Belirli zaman aralıklarıyla bu ağlar gözlemlenerek fotoğrafları çekildi. Özellikle çok ince olan ağları daha belirgin hale getirmek için bir sprey yardımıyla ağlar üzerine su püskürtüldü. Bu şekilde nem ağ ipeklerinin az da olsa genişlemesine sebep oldu ve sonra fotoğrafları çekildi (Şekil 2A). Doğada fotoğraf çekiminde farklı yöntemler de denendi. Doğal ağların üstüne su püskürtme, beyaz sprey boya sıkma gibi yöntemlerle ağlar en iyi şekilde görüntülenmeye çalışıldı (Şekil 3C,D). Yardımcı olarak ağların altına koyu renkli materyaller konularak kontrast artırıldı (Şekil 3B). Diğer yandan ışığı ayarlamak için de şemsiye kullanıldı.



Şekil 2. 3. A.Sprey su ile ıslatılan ağ, B.koyu zemin üzerinde ağ, C,D beyaz sprey boya ile boyanmış ağ.

2.3. Ağ Materyallerinin SEM İçin Hazırlanması

Makroskobik olarak görüntülenen ağlardan, SEM için özellikle hiçbir işlem yapılmadan, kuru olarak ağ örnekleri alındı. Bunun için bakır ya da alüminyumdan yapılmış staplar üzerine çift taraflı yapışkan karbon bantlar yapıştırıldı ve ağ örnekleri doğrudan staba yapıştırılarak alındı. Bu şekilde hazırlanan ağ örnekleri taramalı elektron mikroskopta incelemek için Polaron SC-500 model kaplama cihazı kullanılarak 1,8 kV ve 6 mA' de 2-3 dk altın kullanılarak kaplama yapıldı. Bu şekilde hazırlana ağ örnekleri, Jeol JSM-560 SEM ile incelendi ve görüntüler doğrudan bilgisayar ortamına kaydedilerek elektromikrograflar elde edildi.

2.4. Örümceklerin Örü Aparatlarının Stereo Mikroskopla Görüntülenmesi

Ağları çalışılan örümceklerin örü aparatları stereo mikroskop altında incelendi. Bunun için, %70'lik alkoller içerisinde muhafaza edilen örümcekler kullanıldı. Örümcekler, içinde cam boncuklar bulunan küçük petri kapaklarında alkole gömülen örümceklerin öncelikle dorsal ve ventral görüntüleri, daha sonrada örü aparatının bulunduğu abdomenin son kısmı yukarı gelecek şekilde pozisyon verilerek Leica 58 Apo Marka stereo ışık mikroskobuna bağlı Leica DC 160 fotoğraf ataçmanı kullanılarak görüntülendi.

2.5. Örümceklerin Örü Aparatlarının SEM İçin Hazırlanması

Çalışmada kullandığımız, %70'lik alkoller içerisinde muhafaza edilen örümcek örneklerinin örü aparatlarını taşıyan abdomenin son kısmı stereo mikroskop altında kesildi ve dehidrasyon için dereceli etanol serilerinden geçirildi. Dehidrasyon işleminden sonra kurutma havada kurutma işlemi yapıldı. SEM'de incelenecek olan abdomen parçaları en uygun pozisyonda karbon bantlar kullanılarak alüminyum staplar üzerine monte edildi. Örnekler, Polaron SC-500 model kaplama cihazı kullanılarak 1,8 kV ve 6 mA' de 2-3 dk altın ile kaplandı. İncelemeler Jeol JSM-5600 SEM ile yapıldı ve görüntüler doğrudan bilgisayar ortamına kaydedilerek elektromikrograflar elde edildi.

3.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1.*Agelena orientalis*'e Ait Bulgular

3.1.1. *A. orientalis*'in Ağ Üzerindeki Görüntüleri

A. orientalis'e ait dişi ve erkek bireylerin ağaçların ya da çalılarının toprağa yakın kısımlarında veya özellikle çam ağaçlarının dalları arasına geniş, sağlam 3-4 delikten oluşan ağlar ördükleri görüldü. Örümceğin bu deliklerden birisinin içinde bulunduğu gözlemlendi (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1.*A. orientalis*'in doğada çam ağacının dalları arasına ördükleri ağ üzerindeki görüntüsü.

Araziden toplanarak laboratuvara getirilen ve teşhisi yapılan hem dişi hem de erkek *A. orientalis* bireylerin hazırlanan terrariumlara kolaylıkla adapte olduğu ve çok kısa sürede ağlarını yeniden oluşturdıkları gözlemlendi (Şekil 3.2).



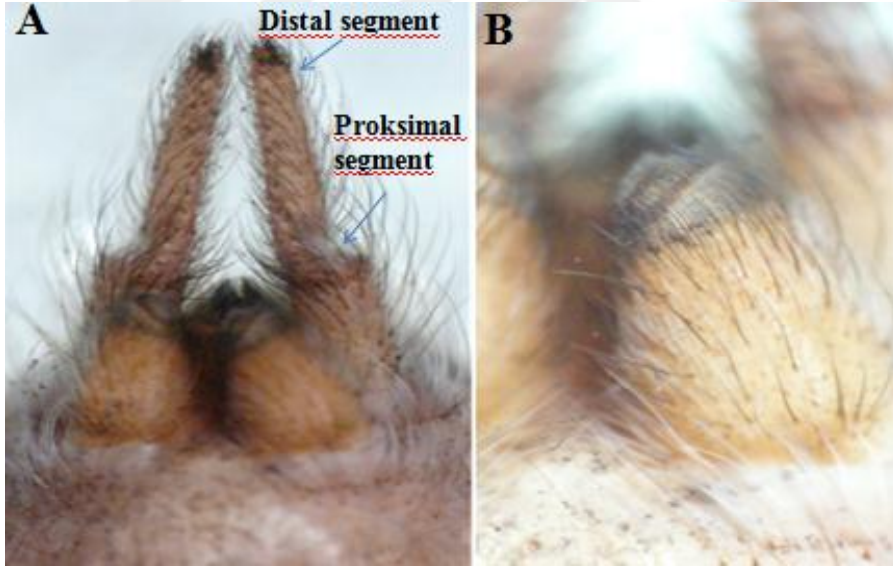
Şekil 3. 2. *A. orientalis*'in laboratuvarındaki ağ görüntüsü, A. üç delikten oluşan ağ, B. Ağ üzerinde erkek *A. orientalis*.

3.1.2.A. *orientalis* Stereo Mikroskop Bulguları

A. orientalis'e ait bireylerin stereo mikroskopta dorsal ve ventral genel görüntüleri Şekil 3.3.'de görüldüğü gibidir. Örü memeleri, tür özelliklerine uygun olarak abdomenin ventral arka ucunda yerleştiği görüldü. Örü aparatı bir çift anterior (ön), bir çift medyan (orta) ve bir çift posterior (arka) örü memesi olmak üzere 3 çiftten oluştuğu tespit edildi. Posterior örü memelerinin anterior ve medyan örü memelerine göre çok daha uzun olması dikkat çekti. Posterior örü memelerinin iki segmentten oluştuğu kolaylıkla görüldü. Distal segment proksimal segmente göre daha ince uzundu (Şekil 3.4).



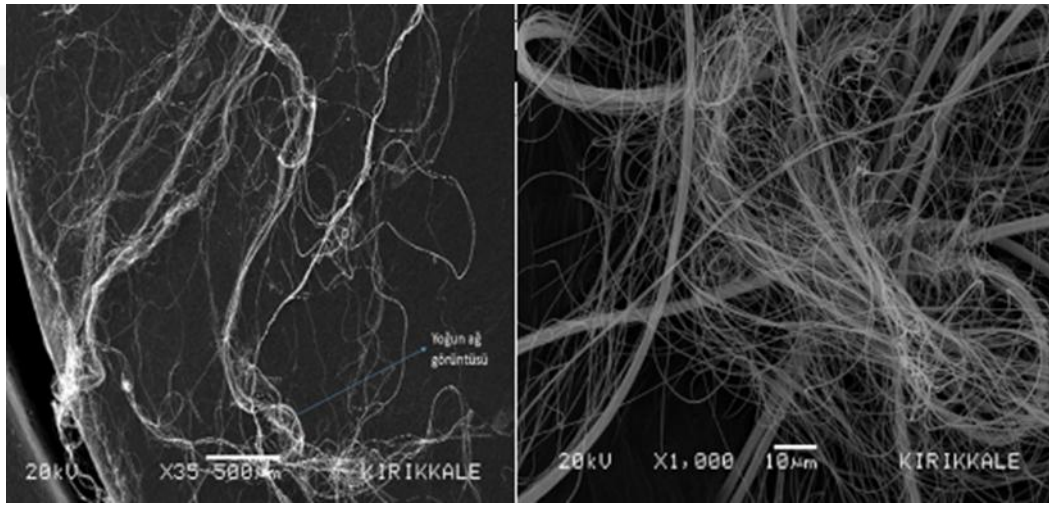
Şekil 3. 3.A. *orientalis*'in stereo mikroskop görüntüleri, A. Dorsal, B. Ventral



Şekil 3. 4.Abdomenin son kısmında bulunan örü memelerinin ventralden görünüşü, A.Posterior örü memeleri iki segmentten oluşur. B.Anterior örü memesi.

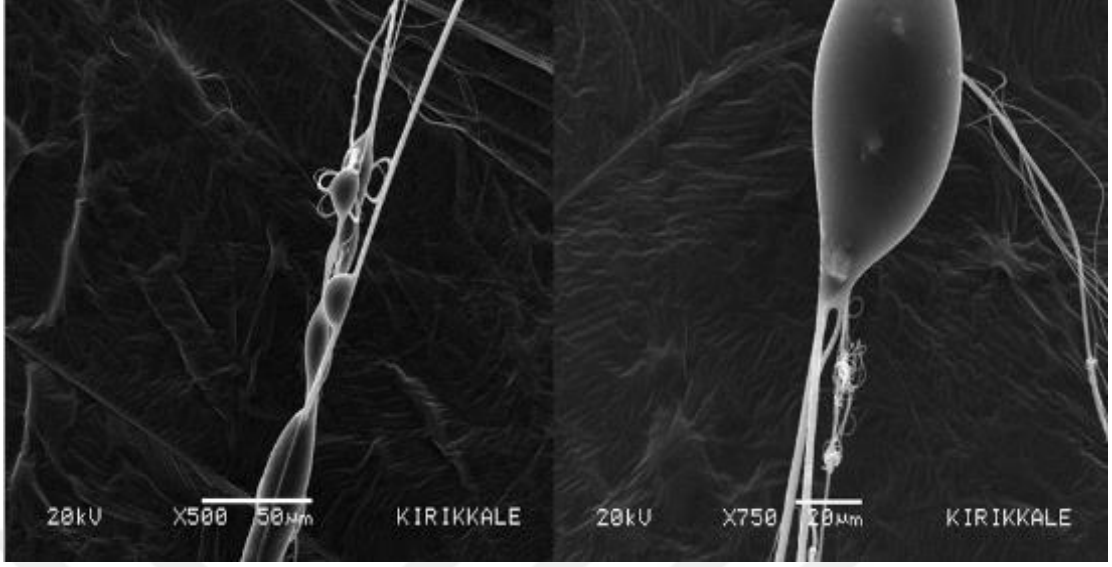
3.1.3.A. *orientalis* SEM Bulguları

A. orientalis'in ağının ve örü memelerinin detaylı morfolojik incelemesi taramalı elektron mikroskop (SEM) kullanılarak gerçekleştirildi. Çıplak gözle bakıldığında *A. orientalis*'in ağının tek düze bir yapısının olduğu gözlemlendi. Ancak ağdan alınan bir parça SEM'de incelendiğinde ağ yapısının oldukça yoğun ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu görüldü. Daha yüksek büyütmede ağ yapısı incelendiğinde, en az üç farklı kalınlıkta ipek fibrillerinin olduğu görüldü. Aynı büyütmede ağın başka bir kısmı incelendiğinde ise ağ fibrillerinin daha kıvrımlı bir yapıda olduğu dikkat çekti(Şekil 3.5).



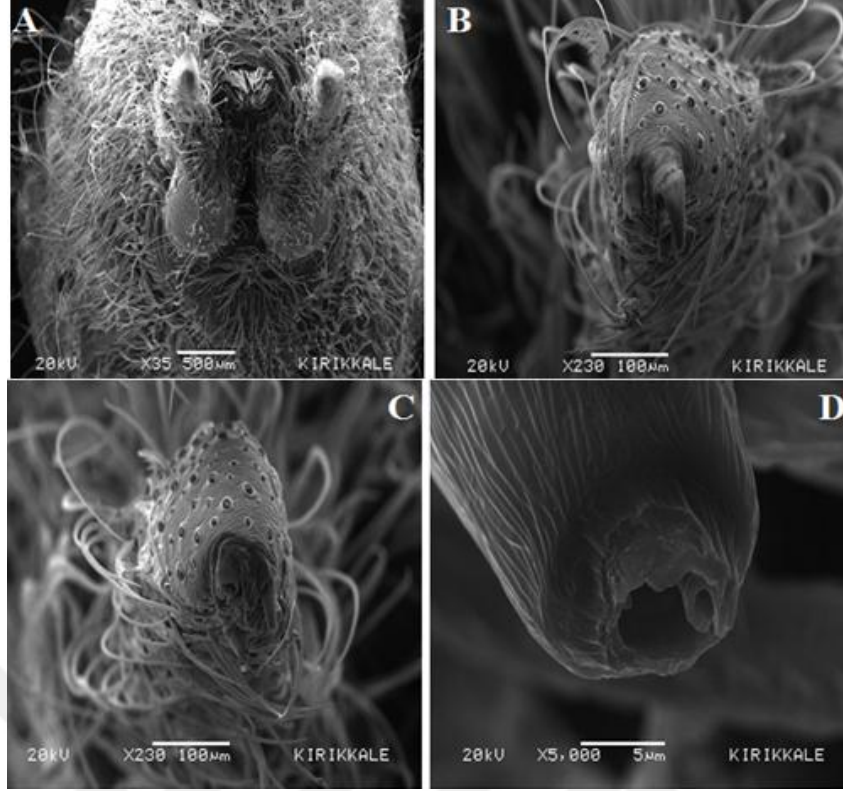
Şekil 3. 5.A. *orientalis*'in ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.

A. orientalis'in ağının farklı kısımları incelendiğinde, ağ yapısında sadece ipek fibrillerin olmadığı yer yer fibriller üzerinde yapışkan madde olduğunu düşündüğümüz damlalar gözlemlendi (Şekil 3.6).



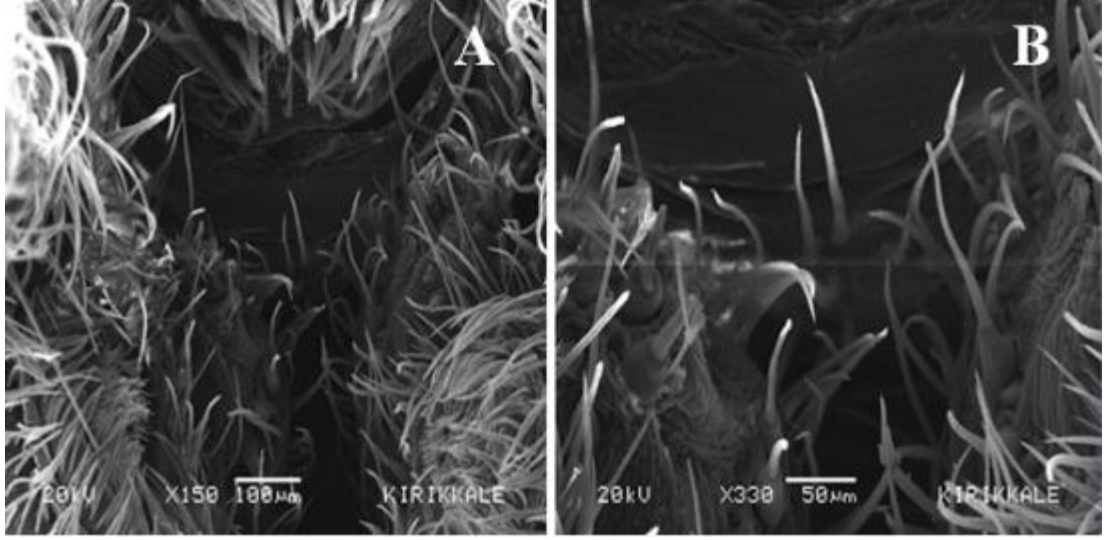
Şekil 3. 6.A. *orientalis*'in ağında yapışkan madde damlalarının görüntüsü.

Posterior örü memelerinin diğerlerinde daha uzun olduğu, uç kısmındaki örü alanının ise bir o kadar dar olduğu dikkatimizi çekti. Örü alanında sadece üç adet spigot (örü memeciği) sayıldı. Tek bir spigot daha yüksek büyütmede incelendiğinde uç kısmında bulunan açıklık kolaylıkla görüldü (Şekil 3.7).



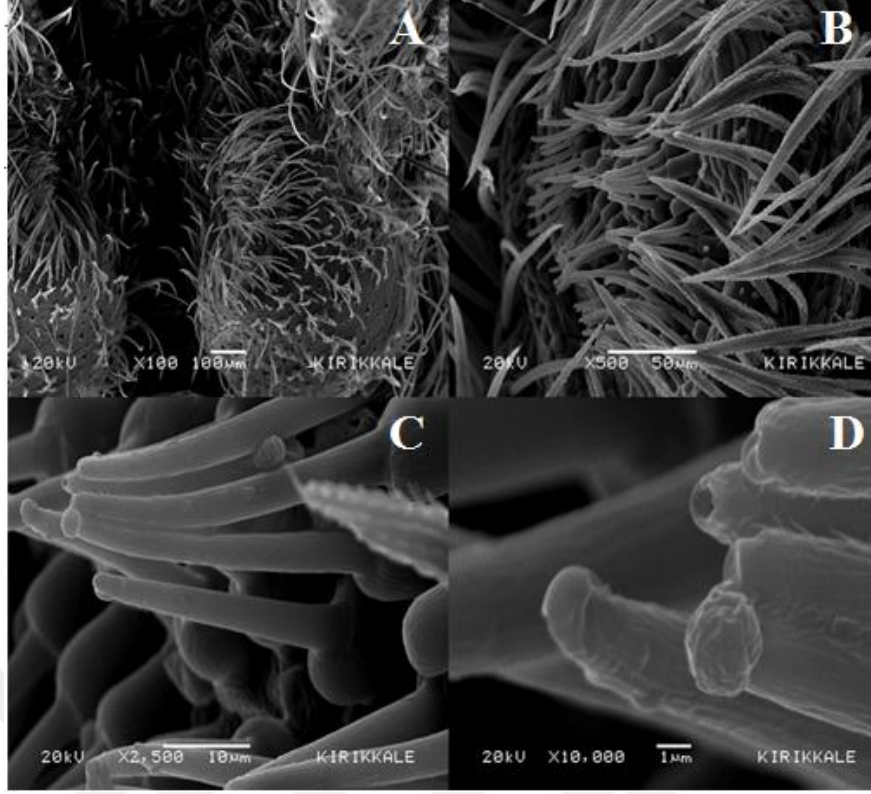
Şekil 3. 7.A. *orientalis*'in örü memelerinin SEM görüntüleri, A. Genel görüntü, B.Posterior örü memesi, C.Üçlü spigot yapısı, D.Tek bir spigot daha yüksek büyütmedeki görüntüsü.

A. *orientalis*'in median örü memeleri posterior ve anterior örü memeleri arasında kaldığı için SEM'de çok net bir şekilde gözlenememiştir. Median örü memelerinin diğerlerine göre daha kısa olması da görüntülememizi zorlaştırmıştır. Median örü memelerinin örü alanın posterior örü alanına göre daha geniş olduğu ve daha fazla sayıda spigot içerdiği gözlemlendi (Şekil 3.8).

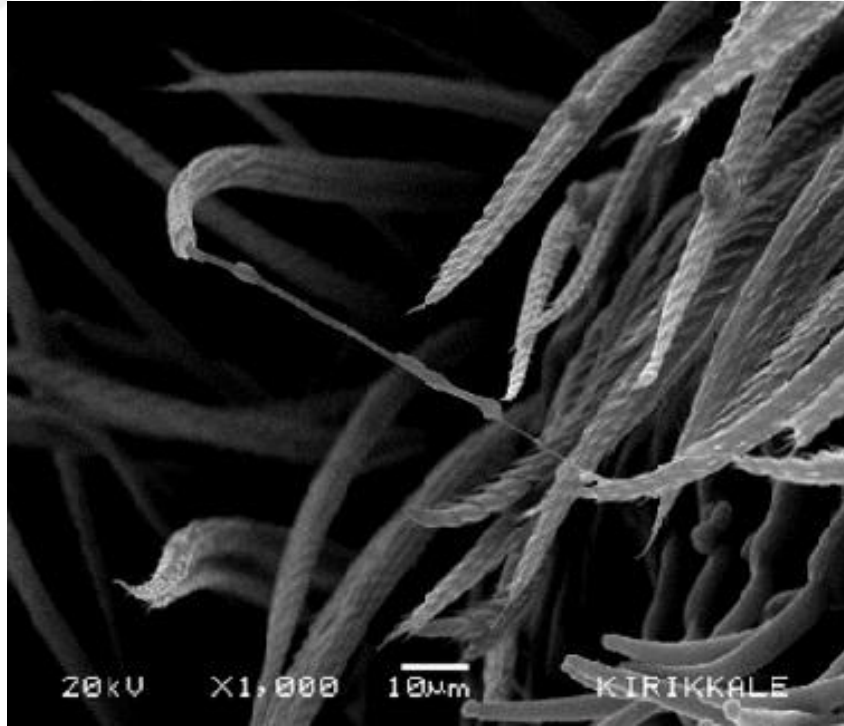


Şekil 3. 8. *A. orientalis*'in median örü memelerinin görüntüsü

Anterior örü memeleri medianlara göre daha net bir şekilde gözlendi. Anterior örü alanının geniş bir yüzeye sahip olduğu ve buna bağlı olarak daha fazla sayıda spigot içerdiği gözlendi. Spigotlar daha yüksek büyütmede incelendiğinde bazal kısmı kalın uç kısma doğru incelen bir şekle sahipti. Uç kısımlarındaki açıklık bazı spigotlarda kolaylıkla görüldüğü halde diğerlerinde kapalı olarak görüldü. Kapalı olanlarda üzerinde ve yakınında ipek salgısı görüldü (Şekil 3.9). Hatta Şekil 3.10'da ipek salgısının spigottan çıkışı görüntülendi.

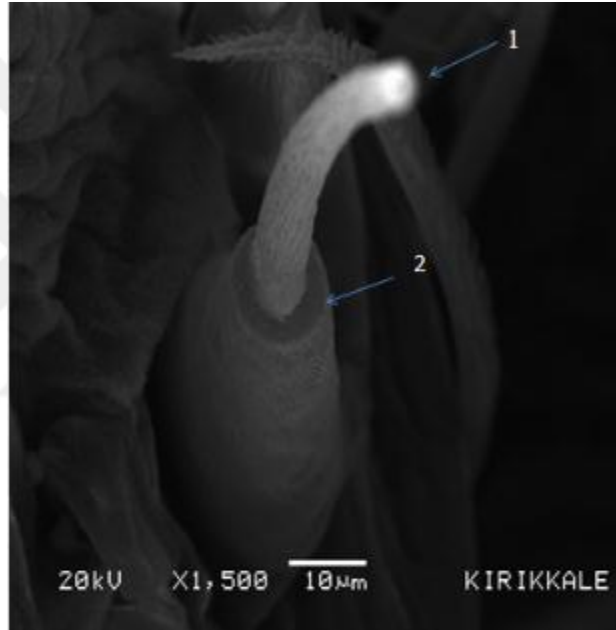


Şekil 3. 9. *A. orientalis*'in anterior örü memelerinin görüntüsü. B. Anterior örü memesinin örü alanını donatan spigotlar, C,D. Daha yüksek büyütmede spigotlar ve açıklığı.



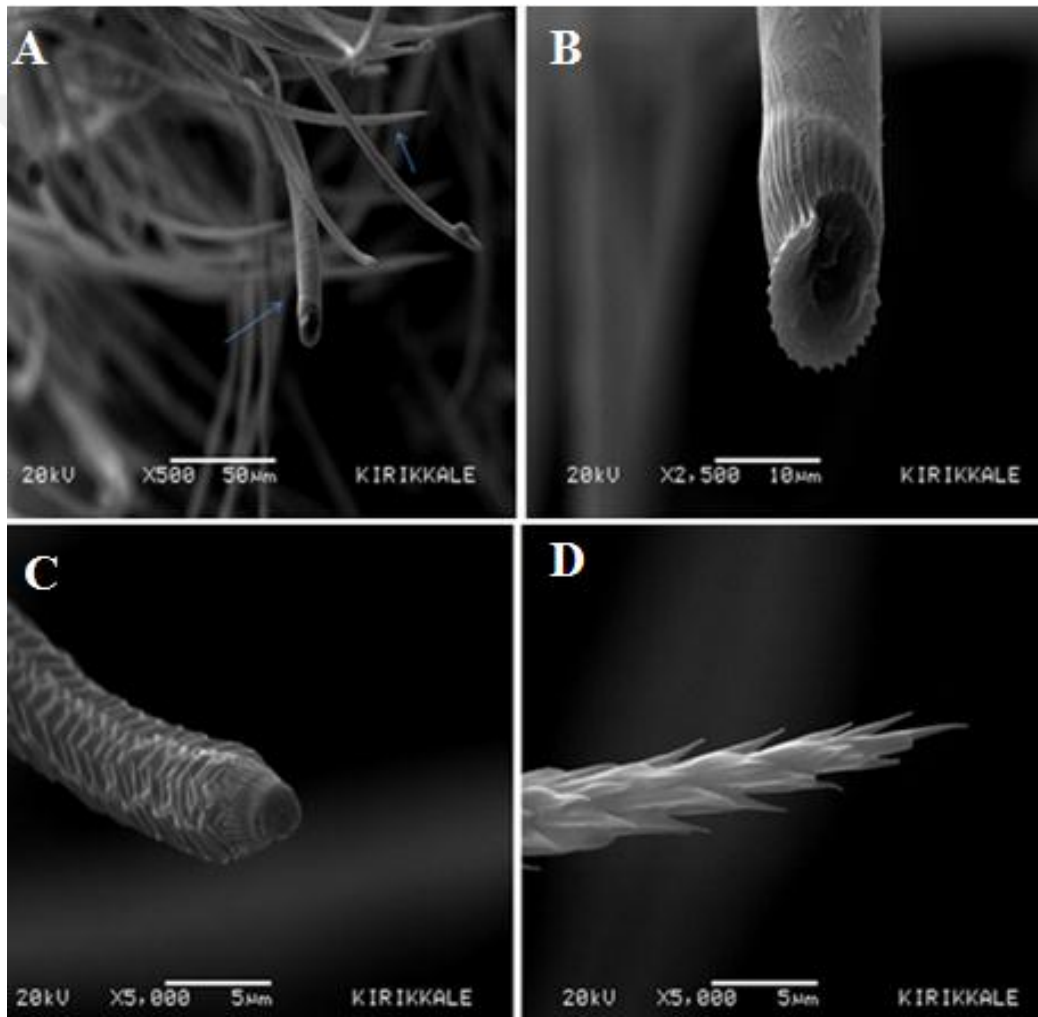
Şekil 3. 10 . İpek salgısının spigottan çıkışı.

A. orientalis'in örü memeleri bulunduğu, abdomenin son kısmı SEM'de incelendiğinde, örü memelerinin her birinin abdomen gibi yoğun bir şekilde kıllarla kaplı olduğu gözlemlendi. Örü memelerine ipek üreten salgı bezleri açılmaktadır. İpek salgı bezlerinde oluşturulan ipek salgısı örü memelerinden dışarı verilir. Her bir örü memelerinin distal kısımları incelendiğinde örü alanı olarak belirtilen bu kısımların özel tiplerde örü tüpleri (spigot/spool) ile donatıldığı görüldü. Örü alanlarında ilk etapta iki tip spigot dikkat çekti. Birincisi büyük çaplı, ikincisi küçük çaplı spigotlar olup her iki tip spigotta yapısal olarak bazal ve terminal segment olmak üzere iki kısımdan oluştuğu gözlemlendi (Şekil 3.11).



Şekil 3. 11.Bir nolu kısım terminal iki nolu kısım bazal segment.

Örü memelerinin uç kısmındaki örü alanında spigotlara ilave olarak en az üç farklı tipte kıl yapısı gözlemlendi. Bunlardan birincisi; içlerinde en kalın olanı ve uç kısmında krater şeklinde bir açıklık olan kıllar, ikincisi birincisinden daha ince, üzerinde düzenli kütikular süsleri olan ve uç kısmı daha sivri ve kapalı olan tiptir. Üçüncüsü ise başak benzeri bir yapıya sahip olup üzerinde küçük dişcik benzeri çıkıntılar bulunduran çeşittir (Şekil 3. 12).



Şekil 3. 12. Spigotları yakınındaki üç farklı kıl yapısı. A. Spigot etrafındaki üç farklı kıl yapısı, B. Birinci tip en kalın, C. ikinci tip, D. Üçüncü tip başak benzeri kıl yapısı.

3.2. *Uloborus walkenaerius*'e Ait Bulgular

3.2.1. *U. walkenaerius*'un ağ üzerindeki görüntüsü

Yaptığımız arazi çalışmalarında, *U. walkenaerius* türü örümcekler yer yakın tek yıllık bitkilerin dalları arasında ördükleri yatay tekerlek şeklindeki ağlar üzerinde rastlandı. Örümceğin, ağın merkezine çok yakın bir yerinde, ventral kısmı yukarı dönük olarak beklediği görüldü. Doğada ördükleri ağlar daha dikkatli incelendiğinde, ağlarının 10-15cm çapında, merkezden geçen tek ışına sahip olup art arda bir birine ters açılar yaparak tekerlek şeklinde olduğu görüldü (Şekil 3.13).



Şekil 3. 13. *U. walkenaerius* doğada tek yıllık bitkilerin dalları arasına ördükleri ağ tekerlek şeklindeki ağın merkeze yakın kısmındaki görüntüsü.

Araziden toplanarak laboratuvara getirilen ve teşhisi yapılan *U. walkenaerius* bireyleri hazırlanan terrariumlara kolaylıkla adapte olduğu ve çok kısa sürede doğadaki gibi yere yakın yatay tekerlek şeklinde ağlarını yeniden oluşturdıkları gözlemlendi (Şekil 3.14). Uluborid örümcekler zehir aygıtına sahip olmadıkları için ağ avlanmada oldukça önemlidir.



Şekil 3. 14. *U. walkenaerius*'un laboratuvarındaki ağ görüntüsü.

3.2.2.U. walckenaerius Stereo Mikroskop Bulguları

U. walckenaerius'a ait bireylerin stereo mikroskopta dorsal ve ventral genel görüntüleri Şekil 3.15.'de görüldüğü gibidir. Dişiler ortalama 6 mm, erkekler 4 mm kadar bir büyüklüğe sahiptir. İki sıraya dizilmiş sekiz adet göze sahiptirler (Şekil3.15).Koyu gri prosoma, opisthosoma beyaz tüylerle kaplı ve uzunlamasına bazı koyu bantlar içerir. Bu bir cribellet örümcek olup, IV. Yürüme bacağının metatarsusunun dorsal kısmının yaklaşık üçte ikisi kalamistrumla kaplı ve bacakta 30-34 bristelden oluşmuş bir kalamistruma sahiptir(Şekil 3.16).

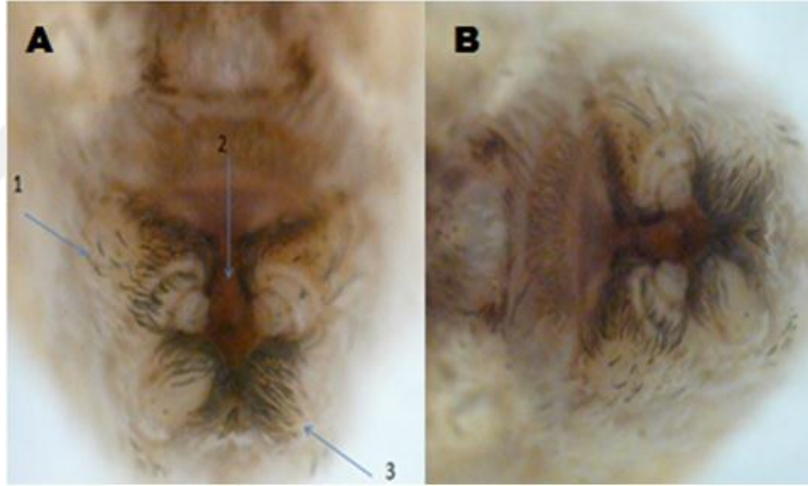
Örü memeleri, abdomenin ventral arka ucunda yerleşmiştir. Örü aparatı oluşturan bir çift anterior ve bir çift posterior örü memesi kolay bir şekilde görülürken, bir çift median örü memesi görülemedi. Posterior örü memeleri tek parçada iken anterior örü memeleri iç içe geçmiş üç segmentten oluşur. Anterior örü memeleri bütün halde oval bir cribelluma sahip olup hassas ipekler üretirler (Şekil 3.17).



Şekil 3. 15.*U. walckenaerius*'a ait A.Dorsal ve B.Ventral görüntüleri.



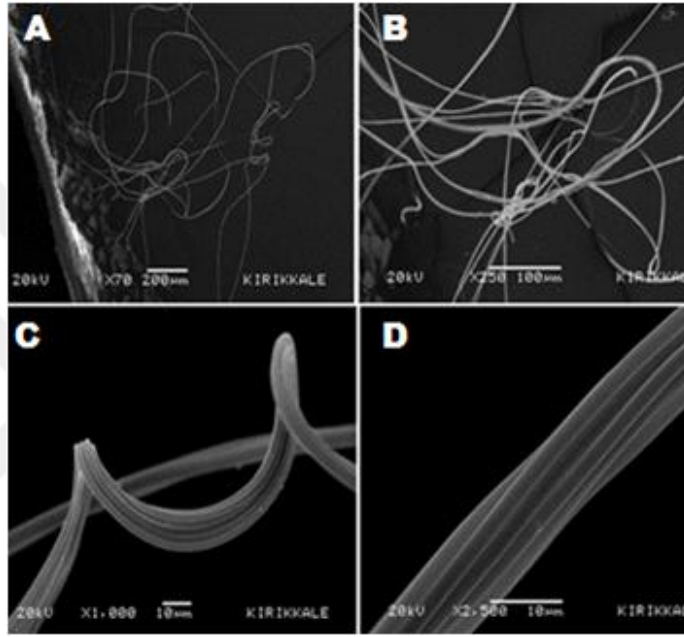
Şekil 3. 16. *U. walkenaerius* 4.yürüme bacağına ait kalamisrtum görüntüsü.



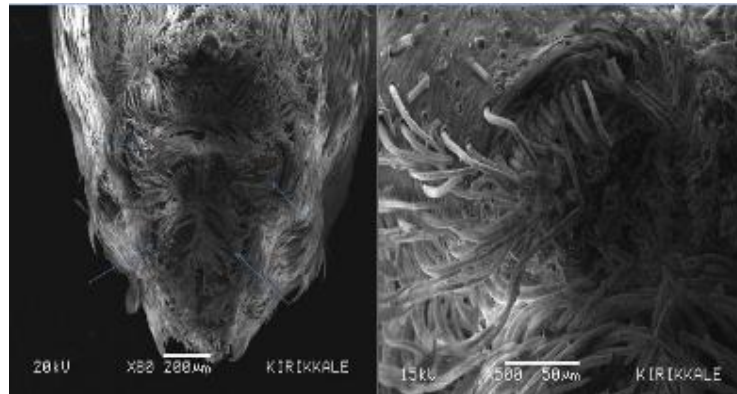
Şekil 3. 17.A,B. *U. walkenaerius*'a ait örü memelerinin ventralden görünüşü.

3.2.3. *U. walkenaerius* SEM Bulguları

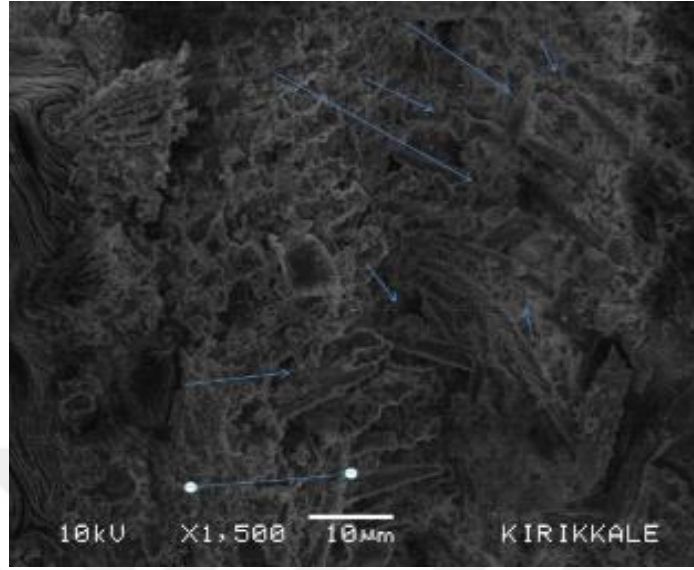
Çıplak gözle bakıldığında, *U. walkenaerius* tekerlek şeklindeki ağının ince ve gözenekli bir yapıya sahip olduğu görüldü. Ağdan alınan bir parça SEM’de incelendiğinde, ağın yapımında farklı ipek fibrillerinin kullanılmış olduğu görüldü. 2.500x büyütmede ağın farklı kısımları incelendiğinde, 6-8 fibrilin bir araya gelerek oluşturduğu kalın fibriller bazen düz bazen spiral şekilde kıvrımlı olarak gözlendi . Bazı ipek fibrillerin oval şekilde bir yapı taşıdığı da görüldü (Şekil 3.18).



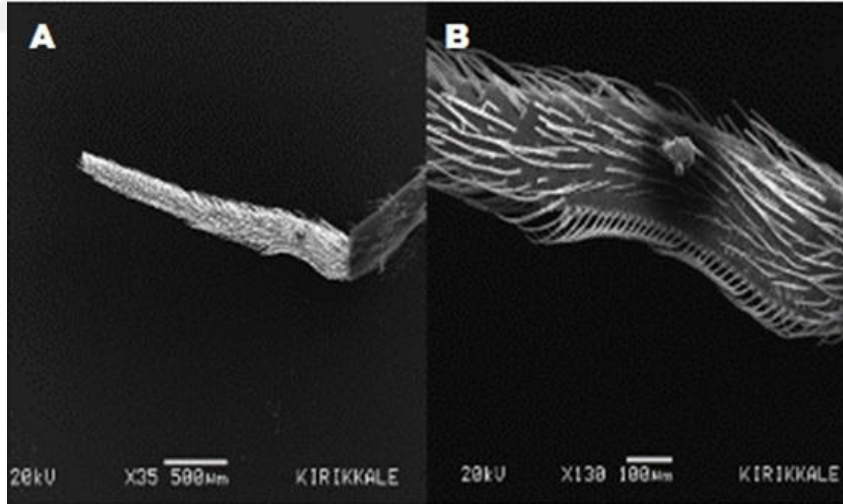
Şekil 3. 18. *U. walkenaerius* ait ağın SEM görüntüleri



Şekil 3. 19. *U. walkenaerius* ait örü memeleri oklar ile gösterilmiştir.



Şekil 3. 20.*U. walkenaerius* ait spigot yapıları oklar ile gösterilmiştir.



Şekil 3. 21.A.*U. walkenaerius* IV. Yürüme bacağına ait 30-34 bristelden oluşmuş kalamistruma sahip görüntüsü. B.Daha yüksek büyütmedeki görüntüsü.

3.3.A. *lobata*'ya Ait Bulgular

3.3.1.A. *lobata* 'nın Ağ Üzerindeki Görüntüleri

A. lobata, ağ ören oldukça iri ve lobları ile dikkat çeken bir örümcektir. Arazide yere yakın bitkiler arasında oldukça geniş ağ ördükleri görüldü. Bu örümcek türü için hazırlanan terrariumda örümcek tek yıllık bitkilerin dalları ve yaprakları üstüne zik zaklar oluşturacak şekilde geniş bir ağ örmüştür (Şekil 3.22.A).

Doğal ortamından terrariuma alınan *A.lobata* çok kısa zamanda ağ örmeye adapte olsa dahi doğal yaşam alanına nazaran terrarium içinde hırçın ve agresif bir hal sergilemiştir. Belli bir süre sonra dışarıya mürekkep kıvamındaki sıvıyı attı.(Şekil 3.22.B).



Şekil 3. 22. *A. lobata* türü için hazırlanan terrariumdan ağ görüntüsü. B. Oklar ile gösterilen *A.lobata* 'a ait mürekkebin görüntüsü.

3.3.2.A. *lobata*'nın Steromikroskop Görüntüleri

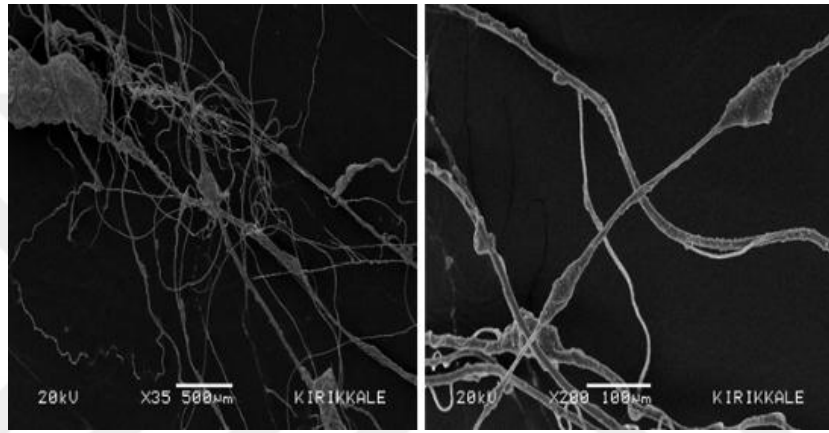
A.lobata'a ait bireylerin stero mikroskopta dorsal, ventral ve örü memelerinin genel görüntüleri Şekil 3.24.'de görüldüğü gibidir. Dişiler ortalama 25 mm, erkekler 6 mm kadar bir büyüklüğe sahiptir. Örümceğin morfolojik yapısındaki bariz şekilde ayırt edici özellikler bulunur. Opisthosoma (karın) kısmı sarı iken kenarlarında siyah ve beyaz lekelerden oluşan loblar görülmektedir. Örü memeleri, abdomenin ventral arka kısımda yerleşmiştir. Örü aparatı bir çift anterior ve bir çift posterior örü memesi olmak üzere 4 çiftten oluştuğu tespit edildi(Şekil 3.23).



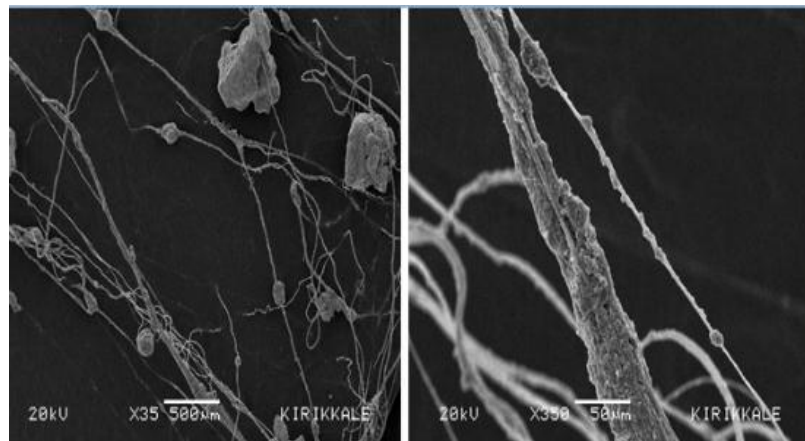
Şekil 3. 23.A. *lobata*'nın stereo mikroskop görüntüleri, A.Dorsal, B.Ventral,C.Örü memeleri.

3.3.3.A. *lobata*'nın SEM Görüntüleri

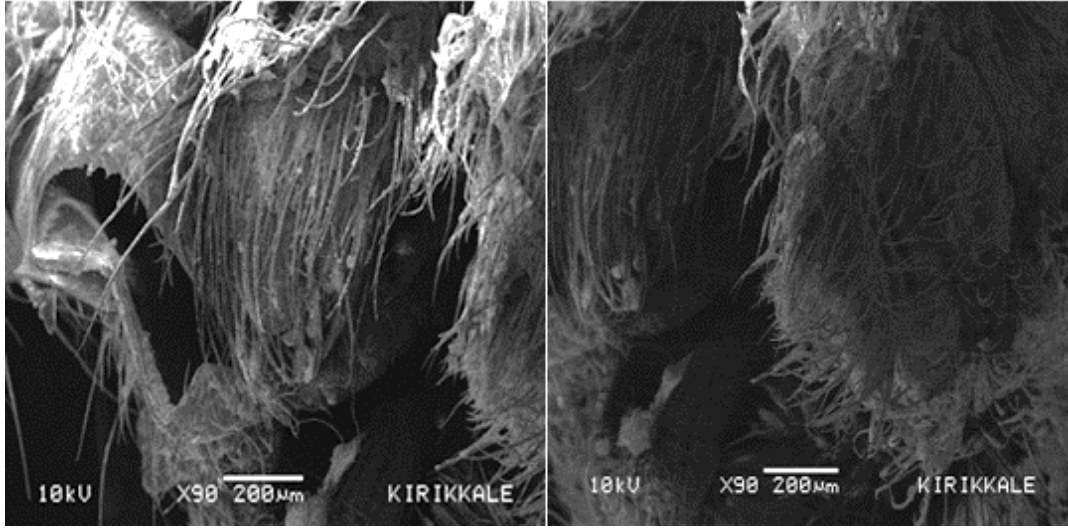
A. lobata'nın ağının ve örü memelerinin detaylı morfolojik incelemesi taramalı elektron mikroskop (SEM) kullanılarak gerçekleştirildi. Çıplak gözle bakıldığında *A. lobata* ağının zik zaklı bir ağ yapısına sahip ve diğerlerine ağ ipliklerine nazaran daha kalın ipliklere olduğu gözlemlendi (Şekil 3.24). Ancak ağdan alınan bir parça SEM'de incelendiğinde ağ yapısının yer yer yoğun kalın ve ince ipliklere sahip olduğu görüldü (Şekil 3.25).



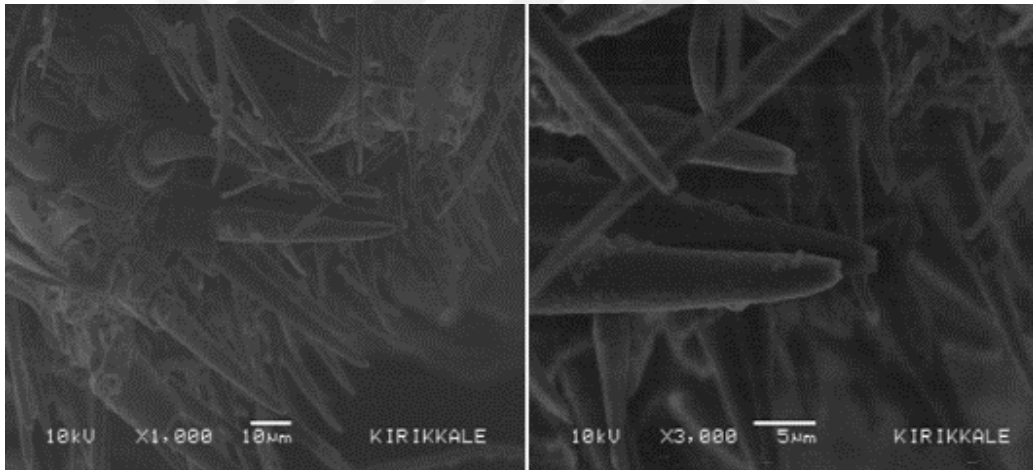
Şekil 3. 24.A. *lobata* ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.



Şekil 3. 25.A. *lobata* ağının ipek fibrillerinin SEM görüntüleri.



Şekil 3. 26.A. *lobata*'ya ait örü memelerinin SEM görüntüleri.



Şekil 3. 27.A. *lobata*'ya ait spigot yapılarının görüntüsü.

3.4. *Argiope bruennichi*'ne Ait Bulgular

3.4.1. *A. bruennichi*'nin Ağ Üzerindeki Görüntüleri

Yaptığımız arazi çalışmalarında, *A. bruennichi* türü örümcekler yer yakın tek yıllık bitkilerin dalları arasında ördükleri yatay geniş şeklindeki ağları üzerinde rastlandı. Örümceğin, ağın merkezine çok yakın bir yerinde, ventral kısmı aşağı dönük olarak beklediği görüldü. Yaklaşık olarak 30cm çapında merkezden geçen tek ışına sahip olup art arda bir birine ters açılar yaparak tekerlek şeklinde ağ gördükleri görüldü (Şekil 3.28).



Şekil 3. 28. *A. bruennichi*'nin doğada tek yıllık bitki dalları arasına ördükleri ağ üzerindeki görüntüsü.

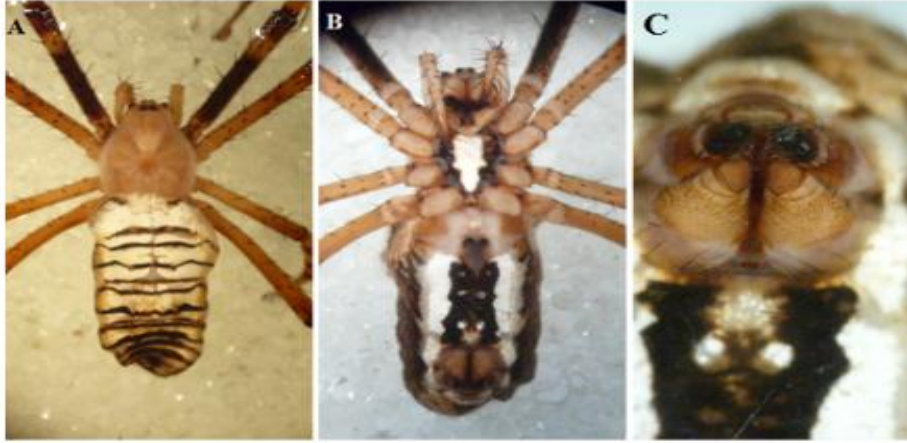
Opisthosoma sarı beyaz ya da krem renginde üzerinde siyah işaretler bulunur. Sarı-beyaz renkteki karapaks üzerinde siyah işaretler bulunur, beyaz, ince ve ipeksi kıllarla her tarafı örtülüdür (Şekil 3.29).



Şekil 3. 29.*A.bruennichi*'nin ağ üzerinde dorsal görüntüleri.

3.4.2. *A. bruennichi*'nin Steromikroskop Görüntüleri

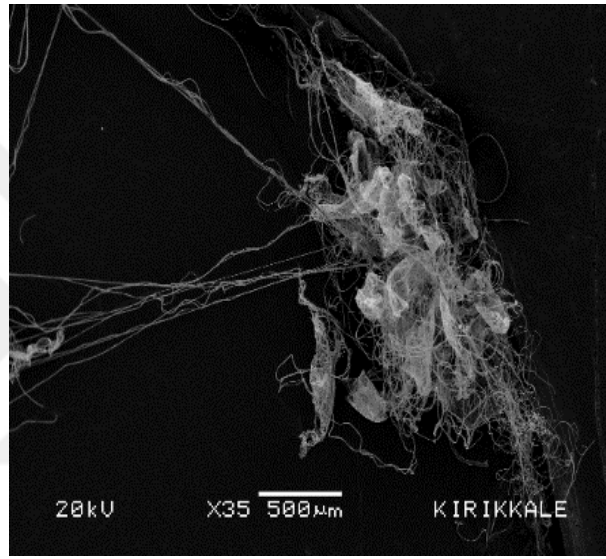
A.bruennichi'ye ait bireylerin stermikroskopta dorsal, ventral ve örü memelerinin genel görüntüleri Şekil 3.31.'de görüldüğü gibidir. Dişiler ortalama 11-15mm, erkekler 4-4,5 mm kadar bir büyüklüğe sahiptir. Sternum siyah renkte, ortasında dikkat çeken beyaz ve parlak bir bant bulunur (Şekil 3.30B). Ventralde dikdörtgen şeklindeki siyah bant epigastrik yarıktan örü memelerine doğru uzanır. Örü aparatının, bir çift anterior ve bir çift posterior örü memesi olmak üzere 2 çifti gözlenirken yine median örü memeleri gözlenemedi (Şekil 3.30C).



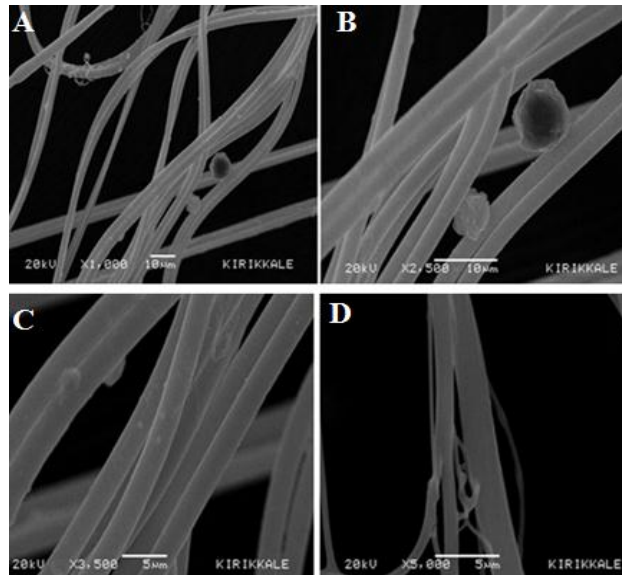
Şekil 3. 30.*A.bruennichi*'nin stereo mikroskop görüntüleri, A.Dorsal, B.Ventral, C.Örü memeleri.

3.4.3. *A. bruennichi*'nin SEM Görüntüleri

A. bruennichi'n ağının ve örü memelerinin detaylı morfolojik incelemesi taramalı elektron mikroskop (SEM) kullanılarak gerçekleştirildi. Ağdan alınan bir parça SEM’de incelendiğinde küçük büyültmelerde ağ yapısının oldukça yoğun ve karmaşık bir yapıya sahip olduğu görüldü (Şekil 3.32). Daha yüksek büyütmede ağ yapısı incelendiğinde, hemen hemen aynı kalınlıkta ipek fibrillerinin olduğu görüldü (Şekil3.33).

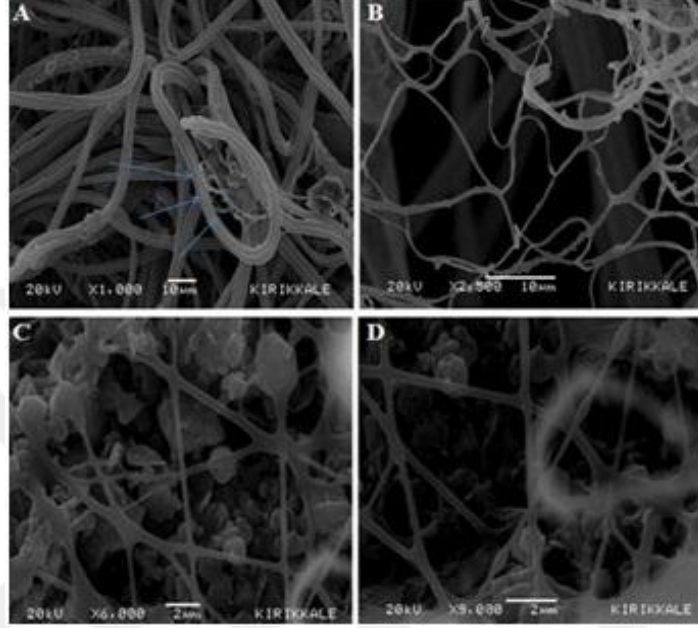


Şekil 3. 31.*A.bruennichi*'nin SEM’deki genel görüntüsü.



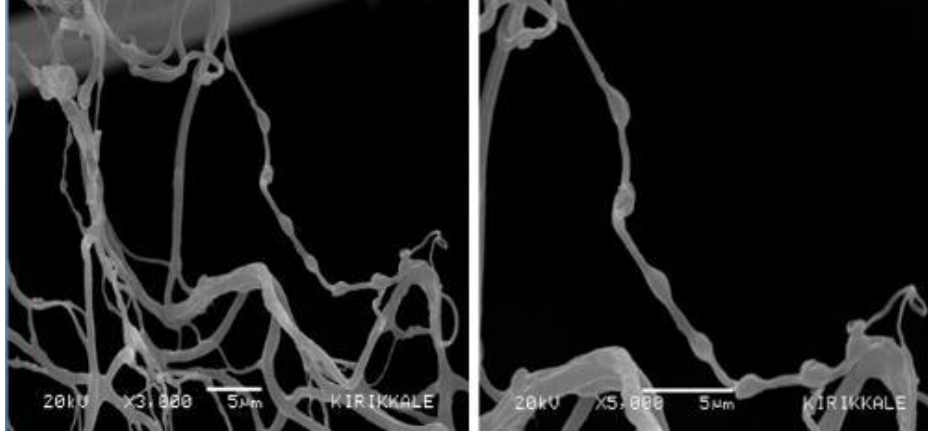
Şekil 3. 32.*A.bruennichi*'nin ait ipek fibrilleri

A.bruennichi'n ağının yoğun olan kısmı daha detaylı incelendiğinde, kalın ipek fibrilleri arasında daha ince ağ fibrilleri görüldü. İnce ağ fibrilleri daha yüksek büyütmede incelendiğinde balık ağı görüntüsüne sahip olduğu gözlemlendi (Şekil 3.34)



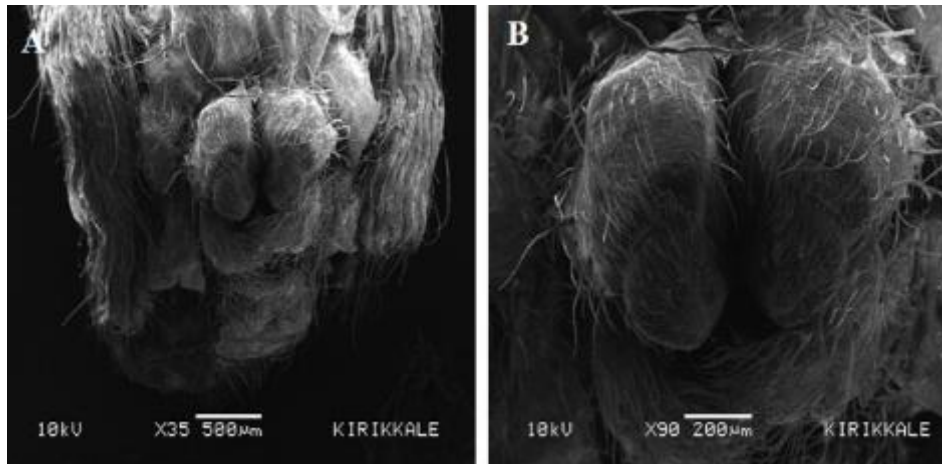
Şekil 3. 33.*A.bruennichi*'nin ait ipek fibrilleri. A. Kalın fibriller, B. Kalın fibriller arasındaki ince balık ağı şeklindeki ağ yapısı, C,D. Daha yüksek büyütmelerde balık ağı benzeri ağ yapısı

A.bruennichi'n ağ yapısının farklı bir kısmında ise ipek fibrillerinin üzerinde oval şeklinde düzgün aralıklarla sıralanmış yapılar ya da damlalar ayırt edildi (Şekil 3.34). Bu yapıların literatürde belirtilen yapışkan madde olabileceği düşünüldü.

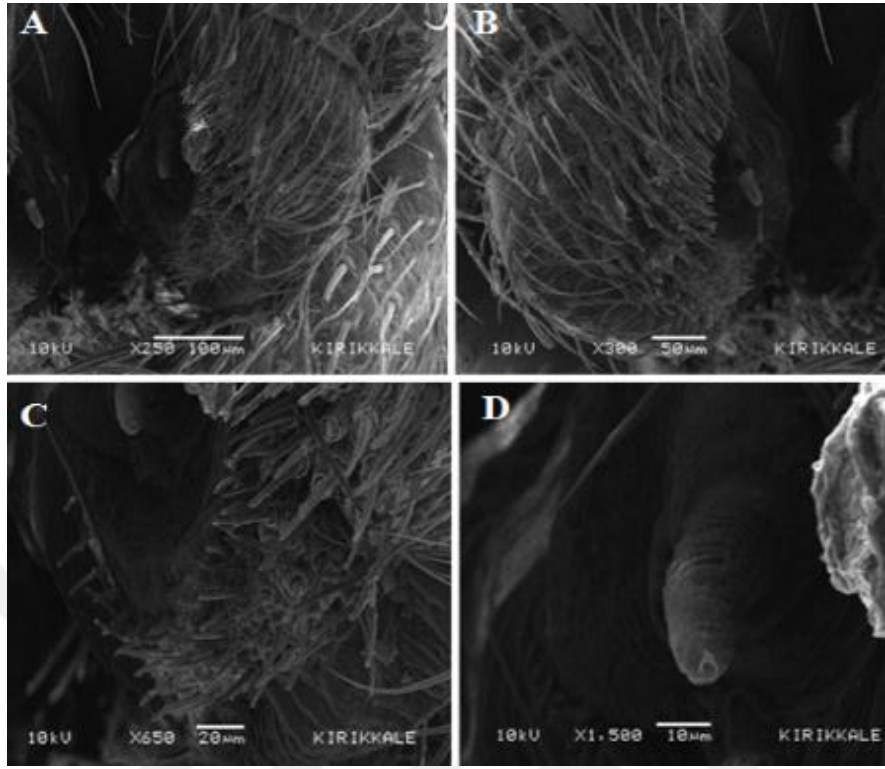


Şekil 3. 34. *A. bruennichi*'n ince iplik fibrilleri üzerindeki düzgün aralıklarla sıralanmış oval yapılar.

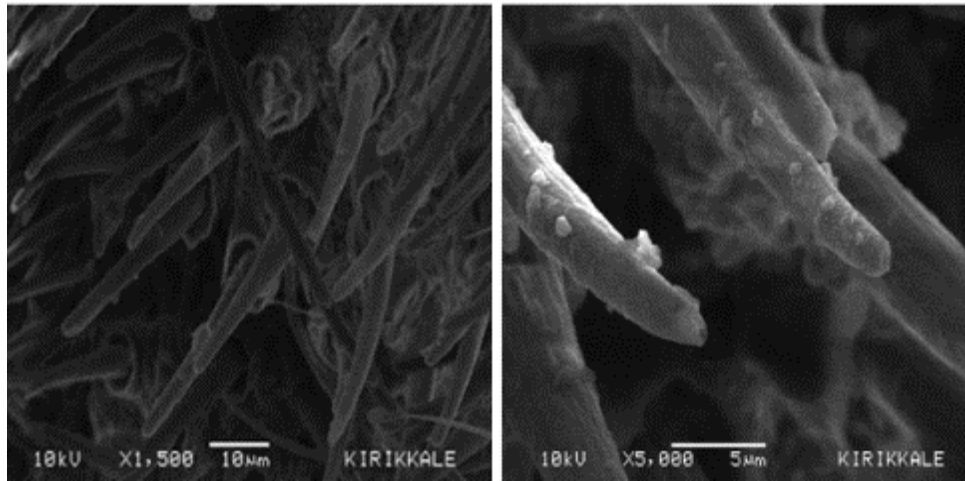
A. bruennichi'n örü memeleri bulunduğu abdomenin son kısmı SEM'de incelendiğinde, abdomenin genelinde olduğu gibi yoğun bir şekilde kıllarla kaplı olduğu ve bu kısmın kururken fazla miktarda büzüştüğü gözlemlendi. Bu nedenle örü memelerinden sadece anterior çifti ve üzerindeki yapılar incelendi (Şekil 3.35). Anterior örü memelerinin distal kısımları incelendiğinde, örü alanlarının karşılıklı kısımlarında birer adet büyük spigot ve etrafından boş bir alan, bu alanın etrafında ise ince uzun çok sayıda örü tüpleri gözlemlendi (Şekil 3.36). Daha yüksek büyütmede bu spigotlar incelendiğinde, genel mimariye uygun olarak bazal ve terminal segmentlerden oluştuğu görüldü (Şekil 3.37).



Şekil 3. 35. *A. bruennichi*'nin örü memelerine ait SEM görüntüleri. A. Genel görüntü. B. Anterior örü meme çifti.



Şekil 3. 36. Anterior örü memelerinin distal kısmı, örü alanlarındaki ampulsü tipdeki spigot.



Şekil 3. 37. *A. bruennichi*'nin daha yüksek büyütmede ki piriform tipdeki spigot görüntüsü .

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Örümcekler ürettikleri ipek ağlar sayesinde kolaylıkla tanınırlar. Aslında ipek üretimi yüz milyonlarca yıldır çok sayıda eklembacaklı tarafından gerçekleştirilmektedir. İnsanlar ipek ipliklerini binlerce yıldır tekstilden yara pansumanlarına, askeri kullanımlara kadar her türlü uygulamalar için kullanmışlardır. Kullanılan bu ipeklerin ana kaynağı ipekböceği olan *Bombyx mori*'dir, çünkü çiftliklerde üretimi kolaydır (yaklaşık 5.000 yıl önce Çin'de başlamıştır). Örümceklerin ipekleri ise kolaylıkla elde edilemediği için ekonomik kullanımı çok yaygın olmasa da tekerlek şeklinde ağ ören örümceklerin ağları (Araneidae), seçkin mekanik ve biyomedikal özelliklerinden dolayı bazı uygulamalar için kullanılmıştır. Örümcek ağları, birkaç santimetreden birkaç metreye kadar değişen ağ çapları ile tüm dünyada bulunabilir. Son zamanlarda Madagaskar'daki örümcekler, yaklaşık 25 m'lik bir uzunluğa sahip nehirler boyunca uzanan tekli iplikleri örüldüğü keşfedilmiştir (Agnarsson, 2010). Çalışmamızda yer verdiğimiz *Agelena orientalis* *Uloborus walckenaerius*, *Argiope lobata* ve *Argiope bruennichi* örümcekleri doğada oldukça belirgin, farklı şekil ve desenlerde ağlar üzerinden toplanmıştır. Bu ağların uzunlukları 30 cm'den bir metreye kadar olduğu saptanmıştır. En büyük ağ yapısını *A. orientalis*, en küçük ağ yapısı da *U. walkenaerius* görülmüştür.

Örümceklerin sanat eserleri olan ağları doğada fotoğraflamak oldukça zordur. Çalışmamızda farklı teknikler kullanarak ağları fotoğraflamaya çalıştık. Bunlardan en iyi sonuç veren bize göre ağların üstüne su püskürtme yöntemi idi. Ağın üzerine püskürtülen su ipek fibriller tarafından emilmekte, fibriller genişlediği için de daha iyi görüntü alınabilmektedir. Literatürde ağların fotoğraflanmasına dair geliştirilmiş metotlara rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasında bu fotoğraflama teknikleri ilk kez detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Çalıştığımız tüm örümcekler, gün boyunca ördükleri ağlarda dinlenebildiği görülmüştür. Bu ağlar örümcekler tarafından barınak, avları için tuzak ve dişi tarafından üretilen yumurtaları korumak için de kullanıldığı gözlenmiştir. Ağların kullanımı ile ilgili veriler ile bizim bulgularımız örtüşmektedir (Jocqué ve Dippenaar-Schoeman, 2006).

Örümcek ipek üretme aygıtlarının fonksiyonel morfolojisi, örü memelerinin modifikasyonlarını, örme tüplerinin (spigotların) sayısını ve morfolojisini ve de ipek bezlerinin anatomik özelliklerini içermektedir (Peters 1987; Shear 1994). Bu nedenle, tüm ipek örme alanları, çeşitli tiplerde ve kalınlıktaki ipeklerin çıkartıldığı çeşitli spigotlar ile donatılmıştır. Tekerlek şeklinde ağ ören örümcekler en az yedi farklı ipek üretirken (Kovoor 1987; Peters ve Kovoor 1991), örme aygıtlarındaki varyasyonlar çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Mikulska 1967; Tillinghast ve Townley, 1987; Kovoor 1987; Peters & Kovoor 1991; Moon ve diğ. 1998; Eberhard 2010). Bunun sonucunda, ergin dişilerde spigotların yedi kategorisi; majör ve minör ampullatlar, tubuliformler, agregatlar, flagelliformlar, piriformlar ve asiniformlar olarak tespit edilmiştir.

Majör ampullate spigotlar ve piriform spigotlar anterior örü memeleri ile, bir minör ampullat, asiniform ve tubuliform spigotlar, medyan örü memeleri ile ve iki çift agregat spigotu içeren geri kalan asiniform ve tubuliform spigotlar ve bir çift flajiform spigotlar posterior örü memeleri ile ilişkilidir (Tillinghast ve Townley 1986; Peters ve Kovoor 1991). Çalışmamızda yer verdiğimiz örümceklerin örü memelerinin morfolojik özelliklerine dayanarak, bu örümceklerin örü aparatları daha önce bildirilen diğer örümceklerinkine benzer modelde görüldü. İncelediğimiz türlerde en az iki farklı tip spigot düşük büyütmele de bile ayırt edilmiştir. Bunlardan birkaçı büyük boyutlu spigotlar ve çok sayıda küçük spigotlardı. Bu iki tip spigot her ne kadar büyüklük bakımından farklı olsa da her iki tip de bazal ve terminal segmentten oluşmuştur. Sekiguchi (1955) tarafından önerilen sınıflandırma sistemine göre, spigotlar ampullate, tubuliform, flagelliform ve agregat ipek bezlerin açıldığı spigotlar, piriformlar ve asiniformalar bezlerle bağlantılı olan daha küçük spigotlardır. Bu veriler ışığında, çalışmamızda gözlemlediğimiz büyük spigotların ampulsü, tubuliform ve agregat bezlerle ilişkili olduğunu, daha ince kıl benzeri olan spigotların ise piriform ve asiniform bezlerle ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

Örümcekler ve çevreleri arasındaki etkileşimlerin ipekten yapılmış ağ aracılığı ile olduğu için (Peters, 1987), ipek örü aygıtının morfolojik özellikleri evrimsel süreçte kazanmışlardır. Araneidae ailesine ait örümcekler, ağ örmek için iki çeşit ampullate bezden ipek kullanırlar (Peters 1987; Tillinghast ve Townley 1987; Coddington, 1989) ve her biri farklı tipte ipek malzemeleri üretir (Blackledge ve Hayashi, 1981).

Her ne kadar ampullate ipek bezleri majör ve minör ampullate ipek bezlerine ayrılırsalar da (Kovoor, 1987; Kovoor ve Peters, 1988; Townley ve Tillinghast, 2003), Lycosidae dahil olmak üzere diğer bazı örümceklerde bu ampullate bezler arasındaki histokimyasal farklılıklar, kolayca görülmez (Richter, 1970; Kovoor, 1987). Bu nedenle, bu tür taksonlarda ampullate bezlerin iki farklı tipinin tanınmasının geçerliliği sorgulanmaktadır (Townley ve Tillinghast, 2003). Bununla birlikte, anterior örü memelerine herhangi bir kanalla bağlı ampullate bezler majör ampullate bezler olarak adlandırılır (Platnick ve ark., 1991), ve posterior örü memelerine kanallarla bağlı olan ampullate bezler ise minör ampullate bezler olarak adlandırılır (Townley ve Tillinghast 2003). Çalışmamızda, örümceklerin örü bezleri çalışılmadığı için, ipek bezleri ve örü memeleri ve de spigotlar arasında ilişki belirlenememiştir.

Spigotların SEM ile çalışması, spigotların morfolojik olarak dört farklı çeşidinin varlığını doğruladı. Pratik olarak, *Ariadna boesenbergi* Eugen von Keyserling, 1877 (Segestriidae) ergin erkeklerde ve dişilerde örü memelerinin ve spigotların dağılımlarının benzer mikroyapısı Griswold ve ark. (2013) tarafından rapor edilmiştir. Ancak gerek Araneidae (avını yakalamada aktif rol oynayan sarma (dürüm) davranışı ve ağları) ve Segestriidae'nin ipek üreten bezlerin ve ipek fibrillerin protein bileşimleri net olarak ortaya konulmamıştır. Çalışmamızda, her bir örümcek türünde en az farklı iki tip spigot gözlemledikse de ipek fibrillerin bileşimi ile ilgili bir çalışma yapılamamıştır.

Ekribelet, tekerlek şeklinde ağ örücü çoğu örümcek iki agregat ve bir flagelliform bezden yapışkan kaplamadan kullanılan yapışkan malzemelerini üretir (Peters, 1987; Moon, 2002). Önceki çalışmalar, orb-web örümceklerinde yapışkan madde üretim biriminin bir çiftinin, posteriyor örü memesine bağlı olduğunu ve bir ağdaki yakalama ipliğinin yapışkan spirallerini eğirmek için kullanıldığını bildirmiştir (Kovoor, 1987; Peters, 1987; Peters ve Kovoor, 1991). Son zamanlarda, bu tür yapıların dolaşan kurt örümceği *Pardosa astrigera* (Moon, 1998) ve huni ağı örümceği, *Agelena limbata* (Park ve Moon, 2002) eksik olduğu da bildirildi. Örümceklerin av yakalama davranışlarına ilişkin gözlemler, bazı örümceklerin avlarını yakalamak için ana stratejisinin ağlarının yapışkanlığına dayanmadığını göstermiştir. Gezici örümcekler, avlanma yeteneklerini kullanarak avlarını her zaman

yakaladıkları için yakalama iplikleri oluşturmadıkları için, yakalama ipi üreten bezlerinin evrimleşmeleri sırasında gelişmemiş olması kolayca tahmin edilebilir (Vollrath, 1992). Yengeç örümcekler gibi bazı örümcekler yapışkan ağ ve yakalama ipliği yerine av yakalama için başka bir strateji seçerler ve hem morfolojik hem de fizyolojik olarak vücut rengini çevre duruma göre değiştirebilirler. Yengeç örümceklerinin bazılarının, üzerinde durdukları çiçeğin rengine bağlı olarak birkaç gün içinde, tipik olarak beyaz ve sarı arasında rengini değiştirebildiği bilinmektedir (Foelix, 2011). Bu veriler ışığında örümceklerin avlanma davranışlarının anlaşılmasında, ağ yapısının mimarisinin, üretilen yapışkan maddelerin ve yakalama ipliklerinin bulunup bulunmaması önemli ipuçları vermektedir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi, örümcek tarafından üretilen ağ ipekleri etkileyici biyopolimerlerdir. Milyonlarca yıl insanlığın dikkatini çekmiştir ve bazı sırlarının çözümü konusunda son on yılda ilerleme kaydedilmiştir. Bununla birlikte, özellikle protein yapısında olduğu bilinen ağ ipeklerinin çözünürlüğü, depolanması ve birleştirilmesiyle, liflerin oluşturulması ile ilgili bazı sorular hala cevapsızdır. Biyoteknolojik olarak, rekombinant örümcek ipliğinin daha büyük ölçeklerde üretilmesi, örümcek ipeği araştırmalarında bir dönüm noktasıdır, çünkü araştırmaların bu tür soruları yanıtlaması ancak bu sayede mümkün olacaktır. Ayrıca, rekombinant örümcek ipek proteinleri, çeşitli teknik ve biyomedikal uygulamalarda büyük potansiyeli olan birçok farklı morfolojiye ve şekle dönüştürülebilir. Çalışmamızda birçok sırrı hale çözülememiş olan örümcek ağları ve onların ağ ipeklerini örmek için kullandıkları yapılar kısmen aydınlatılmaya çalışılmıştır.

5.KAYNAKLAR

Agnarsson, I., Kuntner, M., Blackledge, T.A., Bioprospecting Finds the Toughest Biological Material: Extraordinary Silk from a Giant Riverine Orb Spider. PLoS ONE 5(9): e11234, 2010. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011234>.

Blackledge, T.A., Hayashi, C.Y., Silken toolkits: biomechanics of silk fibers spun by the orb web spider *Argiope argentata* (Fabricius 1775). Journal of Experimental Biology 209: 2452–2461, 1981.

Coddington, J.A., Spinneret silk spigot morphology: evidence for the monophyly of orbweaving spiders, Cyrtophorinae (Araneidae), and the group Theridiidae plus Nesticidae. Journal of Arachnology 17: 71–95, 1989.

Dawydoff, C., Developpement embryonnaire des Arachnides. In: Grass: P.P.(Ed.), Traite de Zoologie, VI. - Masson, Paris: 320-395, 1949.

Eberhard, W.G., Possible functional significance of spigot placement on the spinnerets of spiders. Journal of Arachnology 38: 407–414, 2010.

Foelix, R., Biology of Spiders, Third Edition, Oxford University Press, 419 pp. 2011.

Gasline, J.M., Guerette, P.A., Ortlepp, C.S., and Savage, K. N., The Mechanical Design of Spider Silks: From Fibroin Sequence to Mechanical Function, The Journal of Experimental Biology 202, 3295–3303, 1999.

Hilbrant, M., The embryonic origin of the ampullate silk glands of the spider *Cupiennius salei*. Arthropod Structure and Development 44: 280-288, 2015.

H. Poyraz, Gnaphosidae Familyasına Ait Bazı Örümcek Türleri Üzerinde Sitogenetik Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir, 2017.

Jocquer., Dippenaar-Schoeman, A.S., Spider families of the world. - Royal Museum for Central Africa, Tervueren: 336 pp, 2006.

Kautsch, G., Über die Entwicklung von *Agelena labyrinthica* Clerk. Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere, 28 : 30-36,1910.

Ko, F.K., and Jovicic, J., Modeling of Mechanical Properties and Structural Design of Spider Web. Biomacromolecules, 5, 780-785, 2004.

Kovoor, J., Comparative structure and histochemistry of silk-producing organs in Arachnids. In: Nentwig, W. (ed.), Ecobiology of Spiders. Springer-Verlag, Berlin, pp. 159-186, 1987.

Kovoor ,J., Peters, HM .,The spinning apparatus of *Polenecia producta* (Araneae, Uloboridae): structure and histochemistry. Zoomorphology 108: 47–59, 1988.

Mikulska, I., The external spinning structures on the Thelae of the spider *Argiope aurantia* Lucas. Zoologica Poloniae 17: 357–365, 1967.

Moon , MJ., Townley, MA., Tillinghast EK ., Fine structural analysis of secretory silk production in the black widow spider, *Latrodectus mactans*. Korean Journal of Biological Sciences 2: 145–152, 1998.

Moon, M.J., Fine structural analyses of the cocoon silk production in the garden spider, *Argiope aurentia*. Korean Journal of Biological Science 7: 35-41,2002.

N.Yiğit, *Agelenena labrinthica*’nın Zehir Bezlerinin Fonksiyonel İnce Yapısı ve *Agelena* Zehrinin Konsantrasyonu. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara,2003.

Park, J.K., and M.J. Moon, Fine structure of the spinning apparatus in the funnel-web spider, *Agelena limbata*. Korean Journal of Entomology 32: 223-232.2002.

Pechmann, M., Patterning mechanisms and morphological diversity of spider appendages and their importance for spider evolution. *Arthropod Structure and Development* 39: 453-467, 2010.

Peters, H.M., Fine structure and function of capture threads. In: Nentwig W (ed.) *Ecophysiology of Spiders*, pp. 187–202. Springer-Verlag, Berlin. 1987.

Peters, H.M., Koor, J., The silk-producing system of (Araneae: Linyphiidae) and some comparisons with Araneidae: structure, histochemistry and function. *Zoomorphology* 111: 1–17, 1991.

Platnick, N.I., Coddington, J.A., Forster, R.R., Griswold, C.E., Spinneret morphology and the phylogeny of haplogyne spiders (Araneae, Araneomorphae). *American Museum Novitates* 3016: 1–73, 1991.

Richter, C.J., Morphology and function of the spinning apparatus of the wolf spider *Pardosa amentata* (Cl.) (Araneae, Lycosidae). *Zoomorphology* 68: 37–68, 1970.

Sekiguchi, K., The spinning organs in sub-adult geometric spiders and their changes accompanying the last moulting. *Science Reports of the Tokyo Kyoiku Daigaku Section B* 8: 33–40, 1955.

Selahattin, S., Omurgasız Hayvanlar Biyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara, 2011.

Shear, W.A., Untangling the evolution of the web. *American Scientist* 82: 256–266, 1994.

Sutherland, T.D., Insect silk: One name, many materials. *Annual Review of Entomology* 55: 171-188, 2010.

Tillinghast, E.K., Townley, M.A., Chemistry, physical properties, and synthesis of Araneidae orb webs. In: Nentwig W (ed.) *Ecophysiology of Spiders*, pp. 203–210. Springer-Verlag, Berlin, 1987.

Townley, MA., Tillinghast, EK., On the use of ampullate gland silks by wolf spiders (Araneae, Lycosidae) for attaching the egg sac to the spinnerets and a proposal for defining nubbins and tartipores. *Journal of Arachnology* 31: 209–245, 2003.

Van Beek, J. D., Hess, S., Vollrath, F., and Meier, B.H., The molecular structure of spider dragline silk: Folding and orientation of the protein backbone PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America), 99(16): 10266–10271, 2002.

Vollrath, F., Biology of spider silk. *International Journal of Biological Macromolecules* 24: 81-88, 1999.

Yoshicura, M., Embryological studies on the liphistiid spider *Heptathela kimurai*. - *Kumamoto Journal of Science Seri B* 2/3: 41-48, 1955.

Whitehead, W.F., Rempel J.G., - A study of the musculature of the black widow spider *Latrodectus mactans* (Fabr.). - *Can. J. Zool.* 37: 831-870, 1959.

World Spider Catalog. Version 19.5. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, accessed on {date of access}. doi: 10.24436/2, 2019.