



# **BAL ARILARINDA MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE DAVRANIŞSAL ÖZELLİKLER**

**AHMET ALİ YAĞCI  
VETERİNER HEKİM**

# BAL ARILARININ ANATOMİK YAPISI



•Arı bir böcek olup kitinden yapılmış dış iskeleti, altı bacağı ve bir çift anteniyle tipik böcek özelliklerini taşır.

•Karıncalar ve eşekarıları gibi bal arıları da zar kanatlılar (Hymenoptera) takımından olup dört adet zar kanadı, çiğneme ve emme işlevine sahip ağız parçaları ve tam metamorfoz geçirmeleri ortak özellikleridir.

Copyright 2008 TrAgLor.

Bu Türkiye Tarımsal Öğrenme Nesneleri Deposu öğrenme nesnesidir. Kaynak gösterilerek kullanılabilir.

Cebeci, Z. (2008). Arı anatomisi, Türkiye Tarımsal Öğrenme Nesneleri Deposu Öğrenme Nesnesi.

## Bal arısının taksonomisi

Alem: **Animalia** - Hayvanlar

Şube: **Arthropoda** - Eklembacaklılar

Sınıf: **Insecta** - Böcekler

Takım: **Hymenoptera** –Zarakanatlılar (Karıncalar, Arılar, Eşekarıları ve testere sinekleri )

Alt Takım: **Aculeata** – Arılar, karıncalar ve diğer iğneli arılar

Üst aile: **Anthophila (Apoidea)** - Arılar

Aile: **Apidae** – Marangoz arılar, toprak arıları, Bombus arıları, Balarıları

Alt aile: **Apinae** – Sosyal arılar, koloni yaşamı

Kabile: **Apini** – Bal arıları

Cins: **Apis** - Bal arıları

Tür: **mellifera** –Bal arısı

Alt tür: **mellifera** – Siyah bal arısı

Alt tür: **ligustica** – İtalyan arısı

Alt tür: **carnica** – Karnivol arısı

Alt tür: **caucasica** – Kafkas arısı

Alt tür: **scutellata** – Afrika arısı

## Arı Vücudunun Bölümleri

**Arı vücudu temel olarak üç kısımdan oluşur.**

- Baş**
- Göğüs (toraks)**
- Karın (abdomen)**

• Arı vücudunun önünde baş yer alır. Baş, karmaşık yapıda antenler, gözler ve ağız parçalarından meydana gelir.

• Arı vücudunun orta bölümüne göğüs (toraks) denir. Bacaklar ve kanatlar göğse eklenmiştir.

• Vücudun arka bölümünü oluşturan karın (abdomen) sindirim ve üreme organlarını ve arı iğnesini içerir.



BAŞ

GÖĞÜS

KARIN

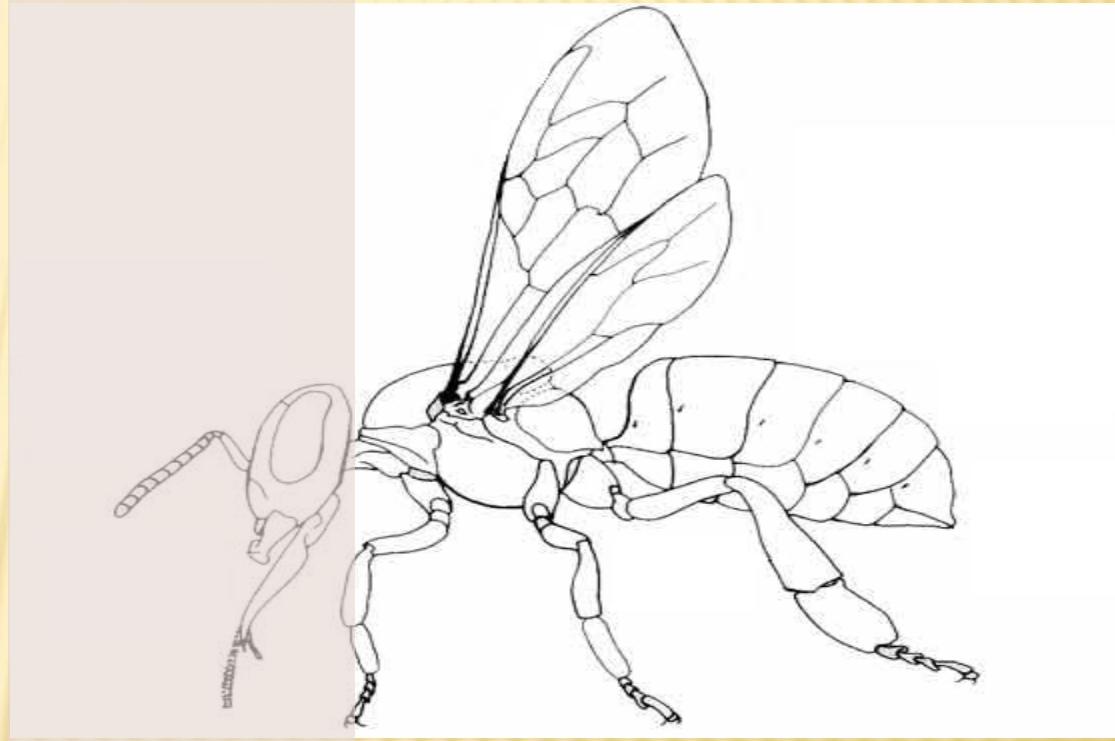
## Baş

Balarısı vücudunun önünde baş yer alır.

Baş, önden bakıldığında, alından ağza doğru daralan, kenarları yuvarlatılmış bir üçgen yapısındadır.

Balarısının başı yaklaşık 12-13 mm uzunluğunda ve 6 mm genişliğindedir.

Baş, antenler, gözler ve ağız parçalarından meydana gelir.



BAŞ

## Baş



Arı başının önden görünüşü<sup>3</sup>

Arı başının büyük bölümü, yüzün iki yanında göreceli olarak iki adet iri bileşik gözden oluşur.

Bileşik gözlerin arasında, alın bölümünde, “oseli” denen üç adet basit göz bulunur.

Yüzün ortasından çıkan asimetric ters V şeklinde iki adet anten bulunur.

Yüzün alt kısmı ise başta dil olmak üzere ağzı oluşturan parçalardan oluşmaktadır.

Başın kitin iskeletinin yüzeyi tüylüdür.

## Arı başının büyütülmüş görüntüsü



Bir arı başının büyütülmüş ve renklendirilmiş (35x) görünüşü<sup>5</sup>

## Arının Göz Yapısı – Basit Gözler



### Basit gözler (oselliler)

Oseliler başın üst ve orta kısmında bulunan basit gözlerdir.

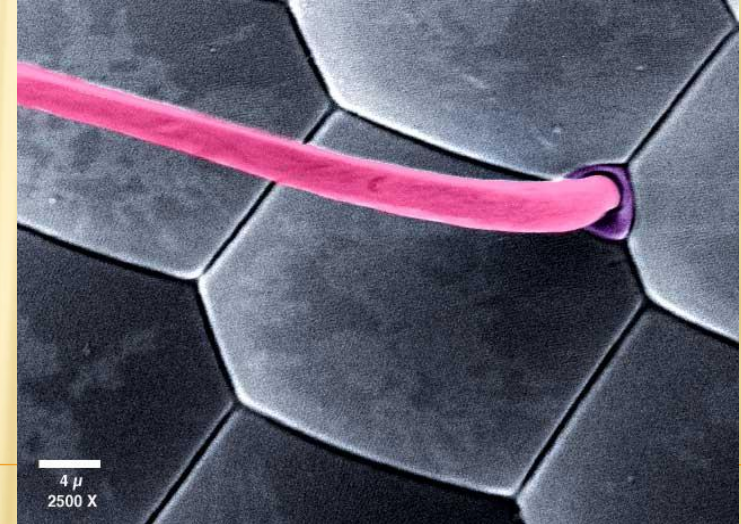
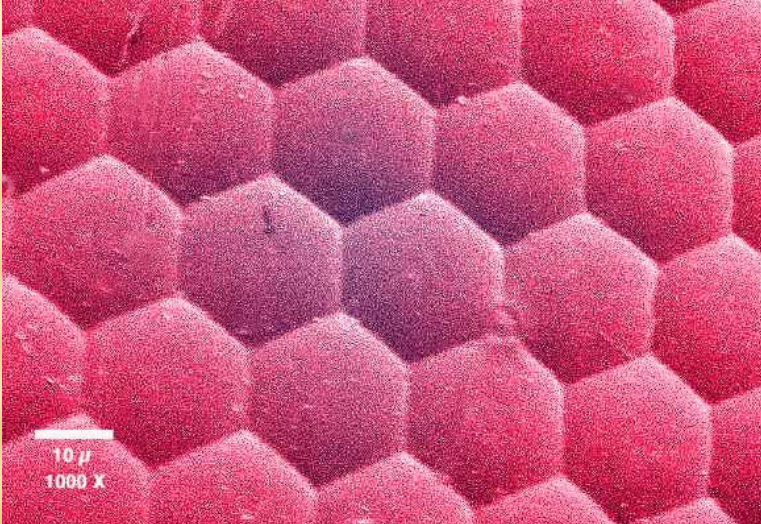
Oseliler ışığın yoğunluğunu, dalga boyunu ve süresini kaydederler.

Karanlık çökerken oseliler karanlığın yaklaştığını algılayarak arının kovana dönüşünü sağlayan sinyaller üretmektedirler.



## Arının Göz Yapısı – Bileşik Gözler

Arıların bileşik gözleri 3.000-4.000 küçük lens (faset) sisteminden oluşur. **Her bir lens çok sayıda ışık alıcısına (fotoreseptör) sahiptir.** Bileşik gözün merkezine yakın lensler kenardakilerden daha büyüktür. Arılar bu nedenle önündekileri daha iyi görürler. Arı gözü lenslerinin efektif sayısal diyaframı (f-sayısı) insan gözündekinin yaklaşık yarısı kadardır. Tek bir lens alanı, insan gözü aktif algılama alanının onbinde biridir. Bu, arı gözlerinin toplam çözünürlük kapasitesinin insanlar kadar iyi olmadığı anlamına gelir. Arı gözündeki bazı ışık alıcılar çok küçük olup yalnızca bir mikron büyüklüğündedir. Böyle bir gözün yapay olarak oluşturulması ileri optik tasarım teknikleri ve çok özel biyolojik sistem çalışması gerektirir.



Arı gözünün büyütülmüş ve renklendirilmiş görüntüsü (solda 1000x, sağda 2500x)



## Arının G6z Yapısı – Bileşik G6zler

Arı g6zleri g6r6n6r ışığın polarizasyonunu algılar ışığa duyarlıdır.

Arılar en iyi **mavi** renkleri g6r6rler, ancak insan g6z6n6n g6remediĐi mor6tesi (ultraviyole, UV) renkleri de g6r6rler.

Sarı bir çiçeğin UV b6lgesindeki ışığı absorbe eden veya yansıtan ışıretlere sahip olabileceği unutulmamalıdır.

Çiçekler aynı zamanda arılar ve diğer hayvanların bitkinin t6r6nde iletiŐim kurmalarını sağlayan dar-bant renk yansımalarına da sahip olabilirler.

Arıların uzatılmış aralıkta renksel g6r6Ő yetenekleri çiçeklerin bulunmasına ve yaŐam ve b6y6me için gerekli besini bulmalarına yardımcı olur.

## Arının Göz Yapısı – Bileşik Gözler

Arıların insandan çok farklı bir görme mekanizması vardır. İnsanlar morötesi (ultraviyole, UV) ışığı göremediği halde arılar UV ışığı görebilmektedirler.

İnsan görüşü



Arı görüşü



Kelebek görüşü



Kınaçiçeğinin (*Impatiens glandulifera*) insan, arı ve kelebek gözünden görünüşü <sup>1</sup>



## Arının Gz Yapısı – Bileşik Gözler

**Arılar kendilerine özel bir iletişim aracı kullanırlar.**

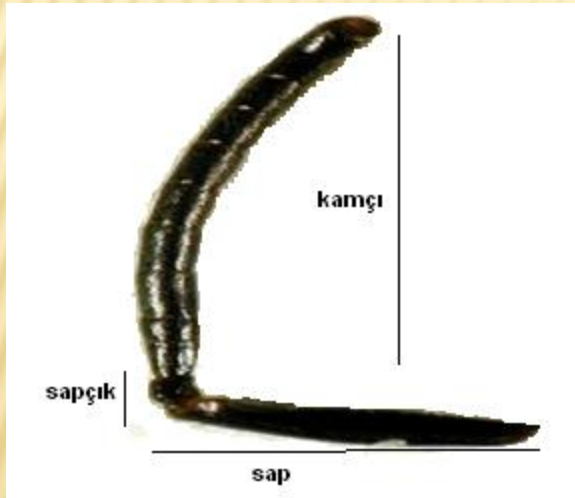
**Polarize ışığı algılayarak yn bulurlar ve kovadaki diğer arılara besin kaynağının yerini bildirmek için görsel kodlar kullanırlar.**

**Bunu yapmak için güneře göre yn gösterecek özel bir açıyla uçarak dans ederler.**

**Dansın hızı ise mesafeyi gösterir.**

## Antenler

Arılar bir çift antene sahiptir. Antenler yüzün nerdeyse tam orta noktasından çıkarlar. Her bir anten, başa bir anten sapı ile bağlıdır. Sapı oldukça kısa bir sapçık ve uzun bir kamçı takip eder. Anten kamçısı bölümlenmiş bir yapıdadır. Anten bölümlerinin uzunlukları ve kamçıdaki bölümlenmelerin sayısı arının cinsiyetine göre değişir. Erkek arılarda sap daha kısa ve kamçı 12 bölümlü iken işçi arılar ve kraliçelerde sap daha uzun ve kamçı 11 bölümlüdür.



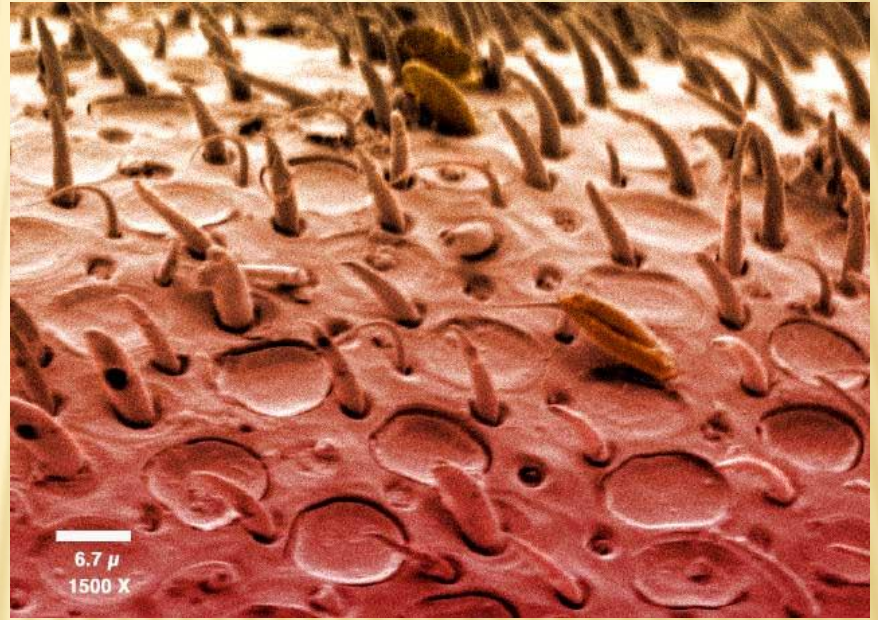
İşçi arı anteni<sup>3</sup>

Arıların antenleri dört kas tarafından kontrol edilir ve temel olarak özelleşmiş duyu organları olarak görev yaparlar. Arılar arasında kovan içindeki iletişimin çoğu antenlerle dokunmak suretiyle yapılır.

Koku ve tattan da sorumlu olan antenler yüksek derecede uçucu maddeleri algılar ve analiz ederler. Antenler aynı zamanda titreşimleri ve hava hareketini, sesleri, sıcaklık (kamçı ucundaki 5 bölüm) ve nemi (kamçı ucundaki 8 bölüm) algılar ve çözümler.

Son zamanlarda yapılan davranış deneylerinde arı anteni sapçığında bulunan bir **kordotonal** organ olan **Johnston organı** arı dansındaki ses sinyallerini almak için kullanıldığı anlaşılmıştır.

Lazer vibrometresi kullanılarak yapılan bir araştırmada bu algılama mekanizmaları açıklanmıştır<sup>4</sup>



İşçi arı anteninin büyütülmüş (1500x) görüntüsü<sup>5</sup>

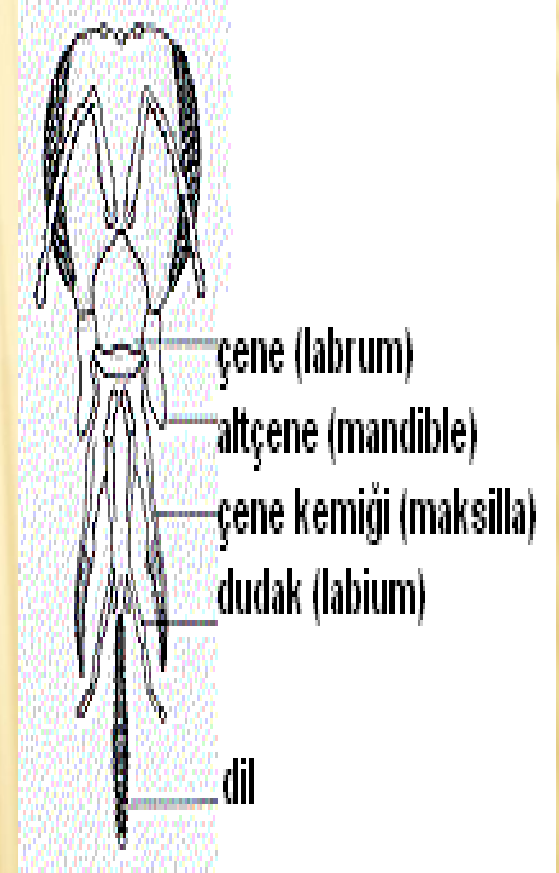
Arıların ağız yapısı karmaşık yapıda olup tıpkı **fil hortumu** şeklindedir. Bu yapı arıların çiçek nektarı veya kovan içinde bal gibi **sıvı besinleri emmesini** sağlar.

Çene kemiği ve dudaklar dilin pompalama işlevini sağlamak, besinin ağız içine çekilmesini kolaylaştırmak için bir tüp oluşturacak şekilde modifiye olmuşlardır.

Hortum kullanılmadığında başın altına doğru kıvrılarak toplanır.

Ağzın önünde geniş bir tabla şeklinde olan labrum bulunur. Arıların çeneleri ağzın iki kenarında baştan aşağı doğru asılır. **Çene, polenler gibi katı nesnelere yönetilmesi ve diğer arılarla ilişki kurulmasında kullanılır.**

Çenelerin üstünde bir zamanlar balmumunu yumuşatmak için kullanıldığı düşünülen bir madde salgılayan çene salgı bezi bulunduğu inanılmaktaydı.



Ancak yapılan araştırmalara göre koloninin sosyal yönetimini devam ettirmekten sorumlu **kraliçe arının feromon salgılayan bir çene bezine sahip olduğu bilinmektedir.** Erkek arılarda çene bezi hemen hemen tamamıyla yok gibidir

Arı dili üzerinde tüyler bulunan ve düz zarsı aralıklarla ayrılan kartilajlı halkalar tarafından örtülüdür. Dilin ucu kaşık şeklinde küçük bir parça (lob) biçimindedir. Flabellum olarak adlandırılan bu lobun alt tarafı düz ancak kenarlar boyunca ve üstte dikensi çıkıntılarla dallanmış biçimdedir.

Dil, sıvıların yalanabilmesini sağlayan kaslara sahiptir. Bir emme pompası beslenmeye yardımcı olur. Pompa, başta bulunan büyük bir kaslı kesedir. Genişletici kaslar sıvıyı hortumdan yukarı çekerler. Sıkıştırıcı kaslar ağızı kapatır ve besinin yemek borusuna geçirilmesini sağlar.

Arılar besinleri hem sindirip hem de sindirmediklerinden pompa tersine çalışarak geliştirmekte olan larvaları beslemek için de hizmet görür. Tükürük salgıları besinleri nemlendirir, çene bezi salgıları ana arı maddesi ve arı sütü üreten kuluçka besin bezleri başta yer alır.

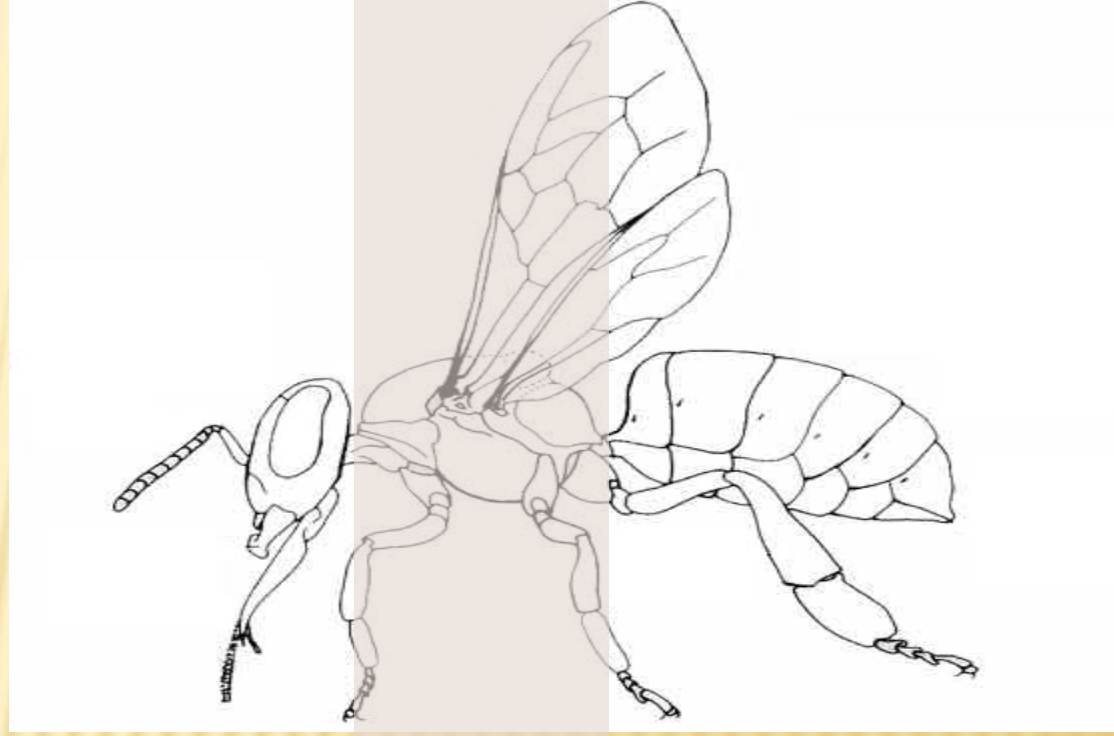
Kuluçka besin bezleri ağza açılan özel bir girişe sahiptir, bakıcı arılar çenelerini hafifçe aralayarak geliştirmekte olan larvalara besleyici gıdayı boşaltır.

Arıların insan ile aynı tatları aldıkları düşünülmektedir. Ekşi ve tuzlulara karşı insanlardan daha düşük eşiklere sahipken şekerli ve acılar için daha yüksek düzeylerde tat alma sistemleri söz konusudur.



Arılarda göğüs (toraks) dört bölümden meydana gelmiştir. Göğsün son bölümü karnın ilk halkası birleşmiştir.

Göğüste bulunan öndeki üç bölümünün her birinden birer çift olmak üzere, üç çift bacak ve iki çift kanat çıkar. Bu nedenle göğüs, arının bir anlamda hareket merkezi olup güçlü kaslarla doludur.



GÖĞÜS



# Bacaklar

**Arılarda üç çift bacak bulunur.**

- Ön bacaklar**
- Orta bacaklar**
- Arka bacaklar**

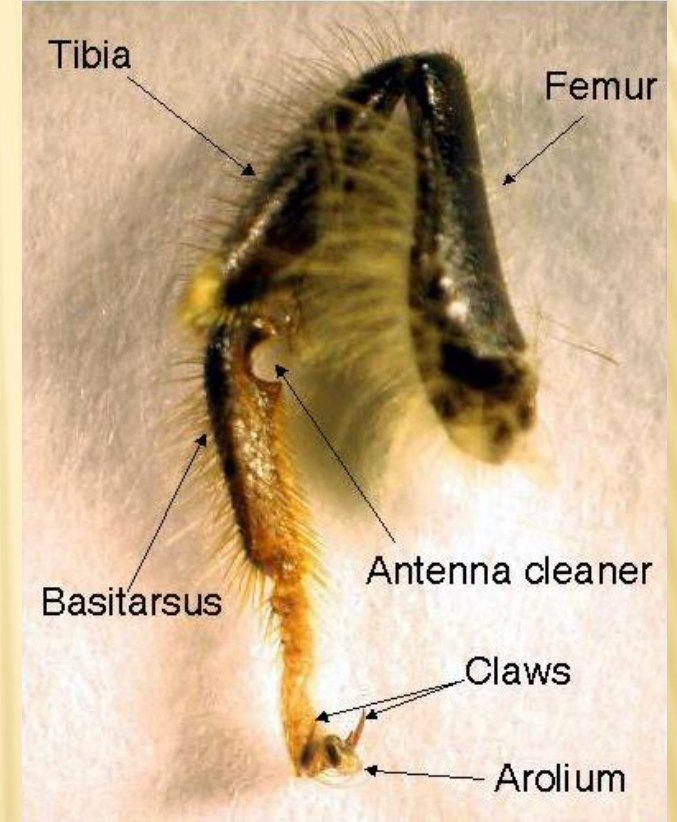
**Bacaklar farklı işleri yapmak üzere yapısal farklılıklar gösterirler.**

## Ön Bacaklar

Ön bacaklar

- Femur
- Tibia
- Basitarsus
- Tırnaklar
- Aroliyum

Ön bacaklar, baş, göz ve ağız temizlemek için kullanılır. Ön bacağın tibia ve basitarsus parçaları arasında bir çıkıntı bulunur. Bu çıkıntı anten temizleyicisi olarak kullanılır.



Ön bacak yapısı<sup>3</sup>



## Orta Bacaklar

Ön bacaklar

- Femur
- Tibia
- Basitarsus
- Tırnaklar
- Aroliyum

Orta bacaklar vücut temizliğinde kullanılır. Orta bacakların bir yüzünde, arka bacakların polen sepetinde kovana getirilen polen tozlarının temizlenerek ayrılması için özel dikensi çıkıntılar bulunmaktadır.

Orta bacaklar ayrıca kanatların temizlenmesinde ve abdomendeki bezlerden salgılanan balmumu plakaların hareket ettirilmesinde kullanılır.

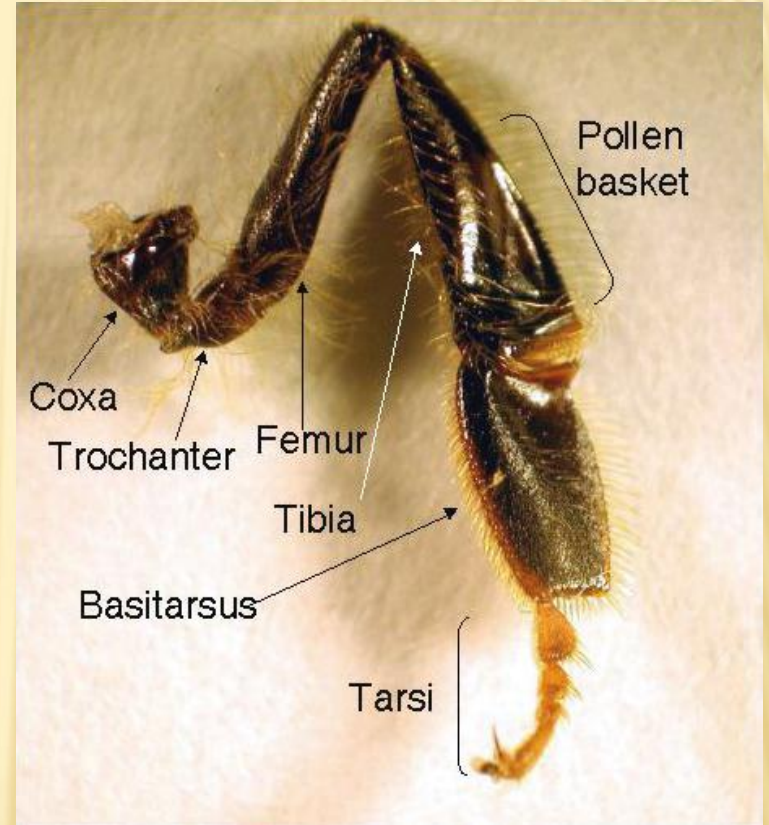
## Arka Bacaklar

Arka bacaklar

- Koksa
- Trochanter
- Femur
- Tibia
- Basitarsus
- Tarsi
- Tırnaklar
- Aroliyum

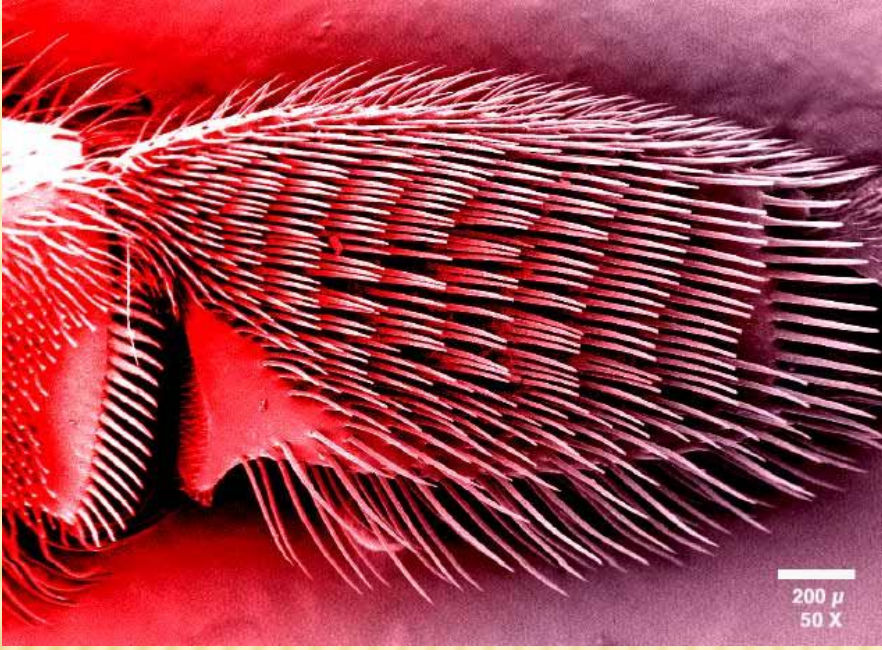
Arka bacakların tibiasının yüzeyi çiçeklerden toplanan polenlerin kovana taşınması görevini üstlenen püskül şeklinde kıllarla kaplıdır. Bu kıllar kümesine polen sepeti (corbicula) denir. Vücuda bulaşan çiçek tozları arka bacaklar tarafından fırçalanarak polen sepetindeki kılların arasına toplanır ve sıkıştırılır. Propolisler de polen sepetinde toplanırlar.

Arka bacakların alt kısmında ise tüylerden oluşan ve polen tarağı olarak adlandırılan özel bir bölüm daha bulunmaktadır.

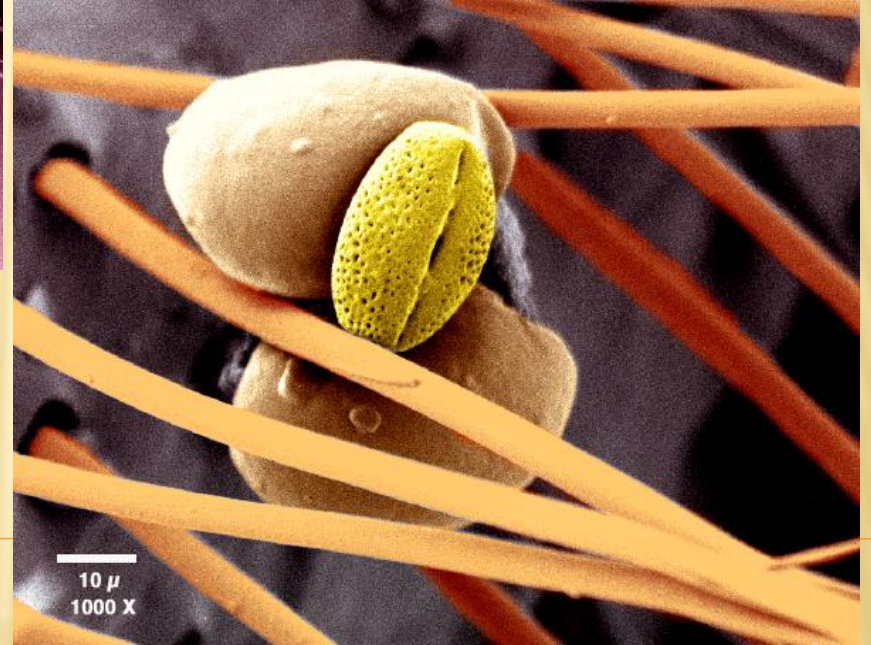


Arka bacak yapısı<sup>3</sup>

## Bacakların yapısı



Polen tarağı<sup>5</sup>



Polen sepetinde polenler<sup>5</sup>

## Tarsi

Her bacağın ucunda tarsi denen yapılar bulunur.

Tarsiler dokunma duyusu organlarıdır çok sayıda kimyasal bileşiğin kalite ve konsantrasyonunu saptarlar.

Tırnaklar ve arolyumlar (bacakların ucunda bir çift tırnağın arasında bulunan yumuşak tabanlar) hem düz hem de yuvarlak yüzeylerde tutunmayı kolaylaştırırlar.



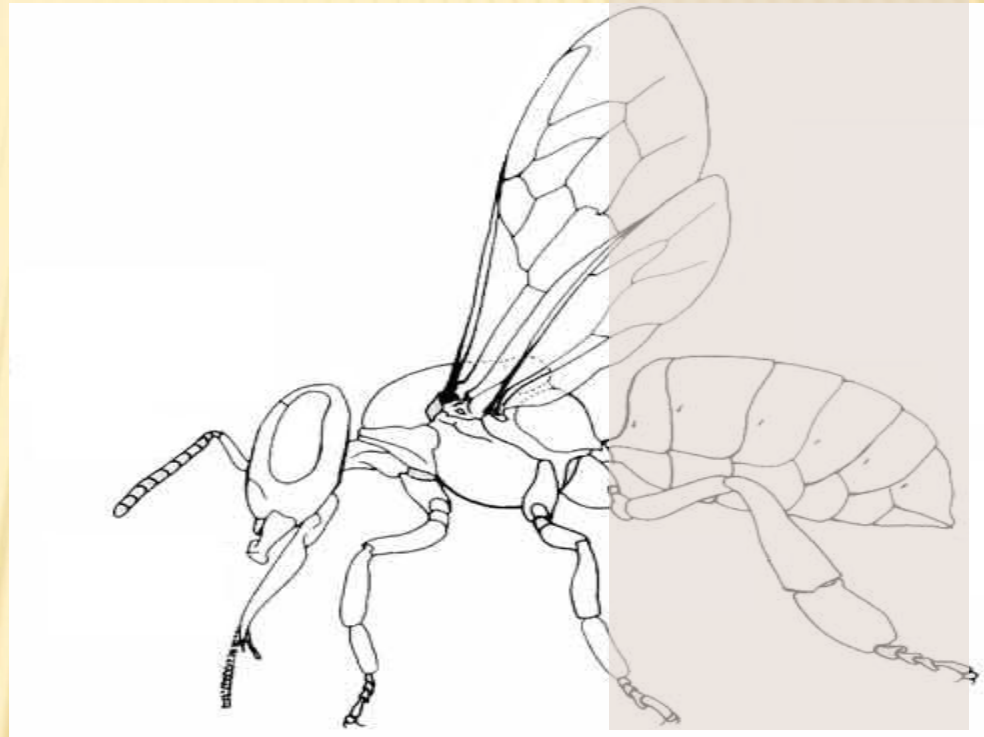
İşçi arı tırnakları ve aroliyumu<sup>3</sup>

## Karın - Abdomen

Arıların karın kısmı (abdomen) sindirim ve üreme organlarını içerir.

Abdomen bölümlerden oluşur. Herbir bölüm üst kısımda tergum ve alt kısmında sternumdan oluşur.

Bir bölümün arkasındaki bölümlerle üst üste geldiği yerleri alt sternum olarak bilir.



KARIN



## Abdomen

Görünür biçimde belirgin olan 7 bölümden oluşur. İlk bölüm çok dar olup bel bükümünü sağlar. İşçi ve kraliçe arılarda iğne yedinci bölümde bulunur.

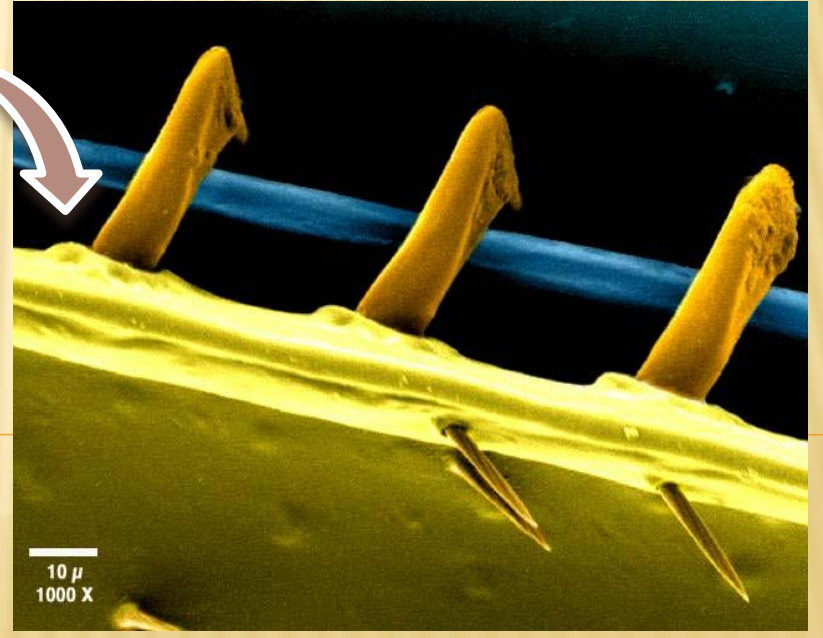
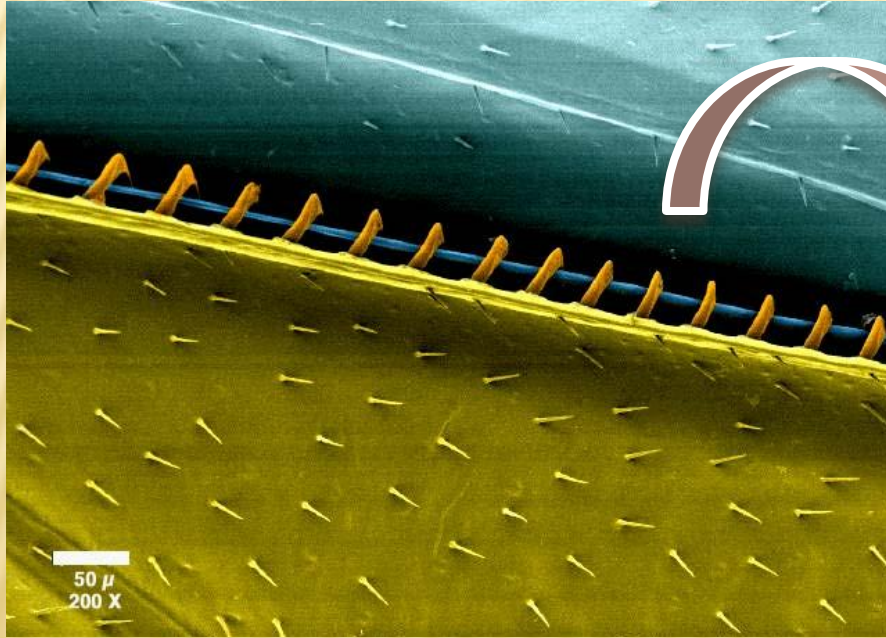
İşçi arıların karnın alt yüzünde (sterna) bal peteklerinin inşasında kullanılan balmumunu salgılayan balmumu bezleri 12-18. günlerde çalışmaya başlar. Arı yaşlandıkça balmumu bezleri dejenere olarak kaybolur.

Yedinci segmentin üst kısmında koku üreten bezler bulunur. Nasanoff bezi feromon hormonu üretir. Bu hormon, kovana giriş veya diğer işçi arıları uygun yere yönlentmede kullanılır.



## Kanatlar

Her bir arı türünün kanatları damarlarının desenine göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar bal arısı ırklarının tanınmasında yol göstericidirler. Ön kanatlar daima arka kanatlardan büyüktür. Ön ve arka kanatlar, arka kanadın ön tarafı boyunca yer alan 20 adet küçük tırnaklar tarafından tutulurlar. Arı kanatları dakikada 400-500 defa çırpılabilmektedir.

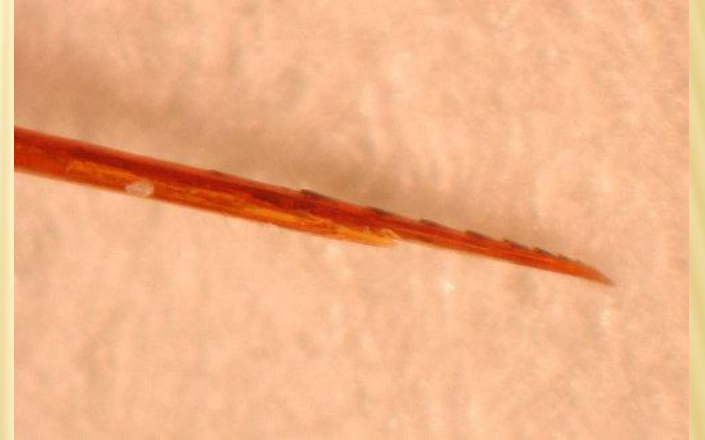


## Arı Anatomisi - İğne

Abdomen ucunda iğne bulunur. İğne temel olarak yukarıda hançer (stylet) ve alt kısımda iki adet neşter (lancet) den oluşur. Hançer yukarı ucunda geniş bir tüpe sahiptir ve zehir kesesine bağlantıyı sağlar. Arı soktuğunda, tüm aparat sokulan yere itilerek çalışır ve zehir boşaltma devam eder. İğne sokulan yere girdikten sonra zehir kesesiyle bağlantılı kaslar 30-60m saniye süreyle zehiri pompalamaya devam eder. Bu nedenle arı soktuğunda iğnenin hemen çıkarılması gerekir.

İğne modifiye olmuş bir yumurtlama borusu olduğundan sadece dişi arılarda (kraliçe ve işçi arılar) bulunur. Abdomen ucundan itildiğinde tabana doğru bir açıda sokularak kilitlenir. Kaslar tarafından sokulan yere doğru itilir.

Arı zehiri, kan damarlarını etkileyen, acılı ağrıya ve dokularda zararlara yol açan melitin adında bir kimyasal bileşiktir. Arı sokması sonrası, sokulan organ tepki olarak kaşıntı, kızarıklık ve şişmeye yol açan histamin üretir. Fotolipaz A2 ve hiyaluronidaz enzimleri şişkinliğin artmasına ve yayılmasına neden olur. Aynı zamanda, işçi arılarda ek savunma tepkisi olarak iğneden alarm feromonu da salgılanır. İşçi arılar soktuğunda iğne ve sindirim sisteminin bir parçası da sokulan yerde kalıp vücuttan ayrıldığı için saktuktan kısa bir süre sonra ölürlür.





## Kaynaklar

1. <http://landsat.gsfc.nasa.gov/education/compositor/>
2. <http://www.eyedesignbook.com/ch3/fig-3-13b-hon-beeBG.jpg>
3. [http://www.uni.uiuc.edu/~stone2/Bee\\_anatomy.html](http://www.uni.uiuc.edu/~stone2/Bee_anatomy.html)
4. W. H. Kirchner (1994) Hearing in honeybees: the mechanical response of the bee's antenna to near field sound. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*. Volume 175, Number 3 / September, 1994
5. <http://science.exeter.edu/jekstrom/Color/Col.html>
6. Hymenoptera Glossary and Ontology Initiative, <http://www.hymatol.org/glossary.html>



## Önerilen Kaynaklar

### Kitaplar

- Bishop, H. (2005). *Robbing the bees: a biography of honey, the sweet liquid gold that seduced the world*. New York, NY: Free Press.
- Crane, Eva. (1990). *Bees and beekeeping: Science, Practice and World Resources*. Ithaca, NY: Comstock Publishing Associates.
- Hooper, T. (1976). *Guide to Bees and Honey*. Emauss, PA: Rodale Press.
- Jean-Propst, P. (1994). *Apiculture: know the bee and the apiary*. Andover, Hampshire, U.K.: Oxford and IBH Publishing Co.
- Thompkins, E. & Griffith, R. (1977). *Practical beekeeping*. Charlotte, VT: Garden Way Publishing.
- Winston, M. (1992). *Killer bees: the Africanized honey bee in the Americas*. Cambridge, MA: Harvard University Press.



## Önerilen Kaynaklar

### Çevrimiçi Kaynaklar-Sesli Röportajlar

NPR Diane Rehm Show interview with Holley Bishop, author of *Robbing the bees: a biography of honey, the sweet liquid gold that seduced the world*. March 30, 2005. <<http://www.wamu.org/programs/dr/05/03/30.php>>

Science Friday interview with Stephen Buchmann, author of *Letters from the hive: an intimate history of bees, honey, and humankind*. June 17, 2005. [http://www.sciencefriday.com/pages/2005/Jun/hour2\\_061705.html](http://www.sciencefriday.com/pages/2005/Jun/hour2_061705.html)



## Önerilen Kaynaklar

### Web Siteleri

#### Genel

[Beetography](http://www.beetography.com/), <http://www.beetography.com/> Top quality bee-related digital images of bees. Thanks to Zach Huang for granting us permission to use many of these images on this web site!

[Bee Information on the World Wide Web](http://www.honeybee.com/index.htm), <http://www.honeybee.com/index.htm>

[BeeHoo the beekeeping directory - Beekeeping - beekeeping suppliers, apiculture](http://www.beehoo.com/), <http://www.beehoo.com/>

[Beekeeper's Web Links](http://ourworld.compuserve.com/homepages/Beekeeping/weblinks.htm), <http://ourworld.compuserve.com/homepages/Beekeeping/weblinks.htm>

[Beemaster's Beekeeping Course Home Page](http://www.beemaster.com/honeybee/beehome.htm), <http://www.beemaster.com/honeybee/beehome.htm>

[BEES-ONLINE](http://www.bees-online.com/), <http://www.bees-online.com/>

[CyberBeeNet \(Biology, Research, Beekeeping\)](http://www.cyberbee.net/), <http://www.cyberbee.net/>

[InGenBees](http://www.ingenbees.com/), <http://www.ingenbees.com/>

[NCBI Honey Bee Genome Resources](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/genome/guide/bee/), <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/genome/guide/bee/>

[The Pollination Home Page](http://pollinator.com/), <http://pollinator.com/>

#### Bölgesel Kaynaklar

[Alaska HoneyBee Home Page](http://balder.prohosting.com/~starrier/), <http://balder.prohosting.com/~starrier/>

[Eastern Apicultural Society of North America, Inc.](http://www.easternapiculture.org/), <http://www.easternapiculture.org/>

[HoozierBuzz.com: The Official Website of the Indiana State Beekeepers Association](http://www.hoosierbuzz.com/),  
<http://www.hoosierbuzz.com/>

[Illinois State Beekeepers Association](http://www.isba.us/), <http://www.isba.us/>

[Indiana Beekeeping](http://indianabeekeeper.goshen.edu/), <http://indianabeekeeper.goshen.edu/>

[International Bee Research Association](http://www.ibra.org.uk/shop/erol.html), <http://www.ibra.org.uk/shop/erol.html>

[MAAREC - Mid-Atlantic Apiculture Research and Extension Consortium](http://maarec.cas.psu.edu/), <http://maarec.cas.psu.edu/>

[Midnite Bee: Beekeepers Home](http://www.mainebee.com/), <http://www.mainebee.com/>



## Önerilen Kaynaklar

### Web Siteleri

#### Görüntüler

[MicroAngela's Electron Microscopic Images](http://www.pbrc.hawaii.edu/bemf/microangela/), <http://www.pbrc.hawaii.edu/bemf/microangela/>

[Scanning Electron Micrographs of Insects](http://www.bath.ac.uk/ceos/Insects4.html), <http://www.bath.ac.uk/ceos/Insects4.html>

[A Scanning Electron Microscope Atlas of the Honey Bee](http://gears.tucson.ars.ag.gov/beebook/bee.html), <http://gears.tucson.ars.ag.gov/beebook/bee.html>

#### Diğerleri

[Africanized Honey Bees on the Move: Lesson Plans](http://ag.arizona.edu/pubs/insects/ahb/ahbhome.html), <http://ag.arizona.edu/pubs/insects/ahb/ahbhome.html>

[B-EYE: The world through the eyes of a bee](http://pandora.nla.gov.au/nph-arch/1999/O1999-Sep-6/http://cvs.anu.edu.au/andy/beye/beyehome.html), <http://pandora.nla.gov.au/nph-arch/1999/O1999-Sep-6/http://cvs.anu.edu.au/andy/beye/beyehome.html>