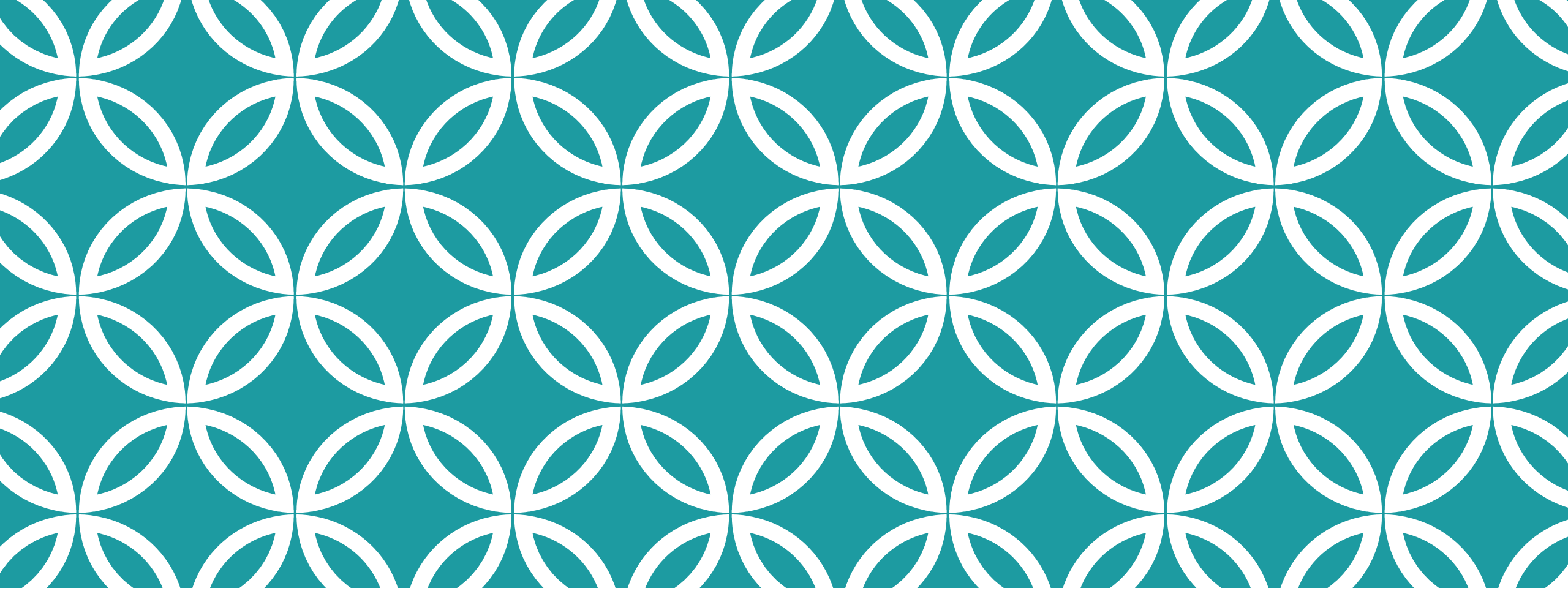


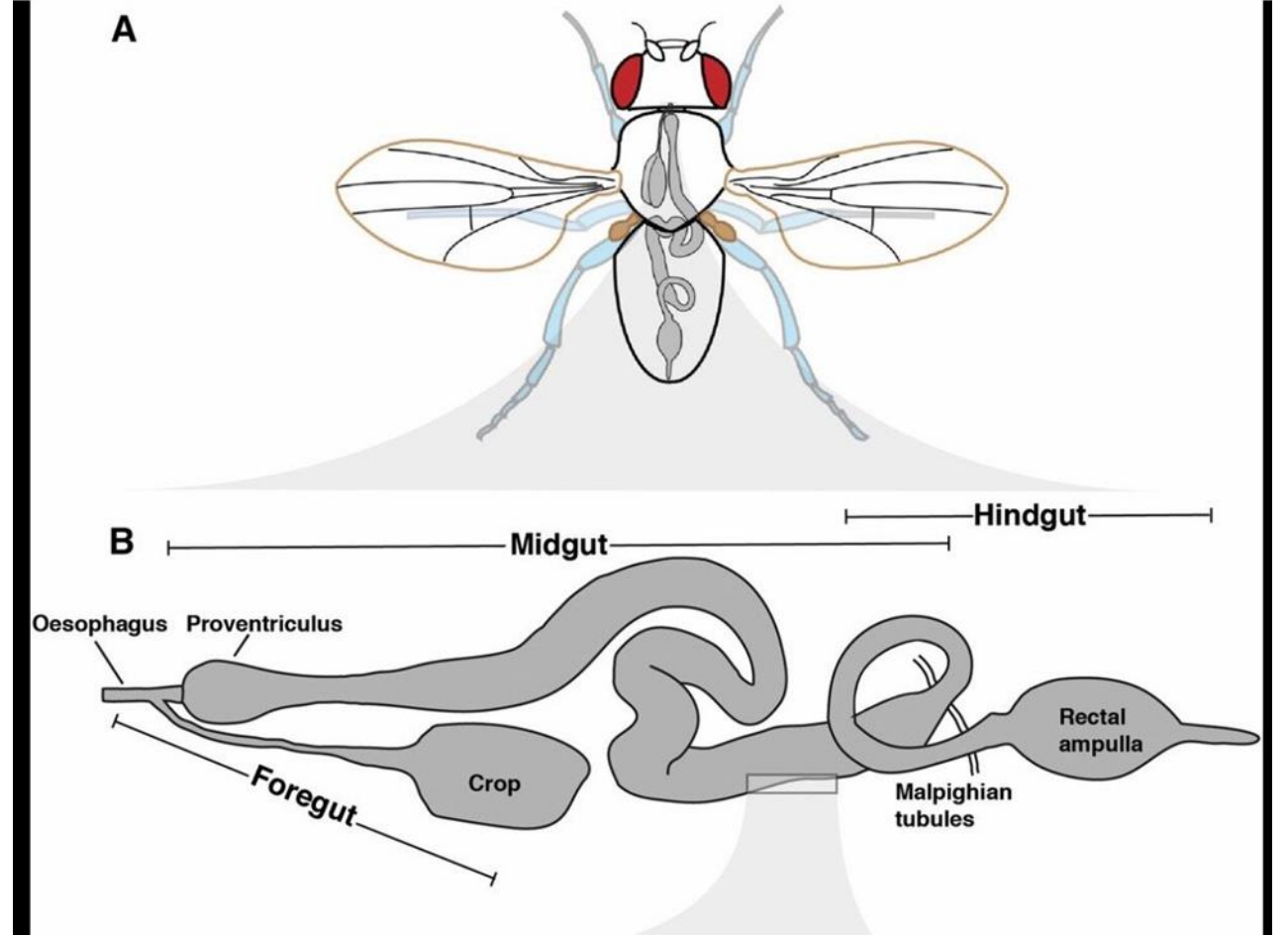


İTERNAL ANATOMİ VE FİZYOLOJİ

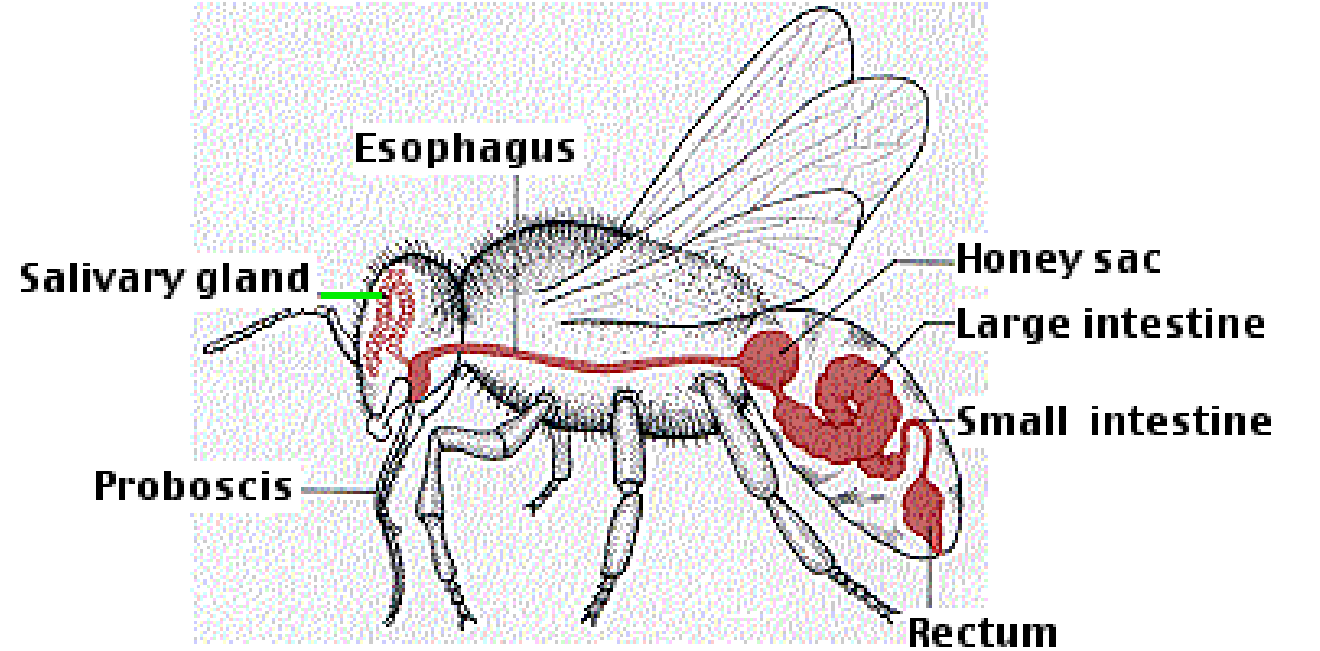


SİNDİRİM SİSTEMİ

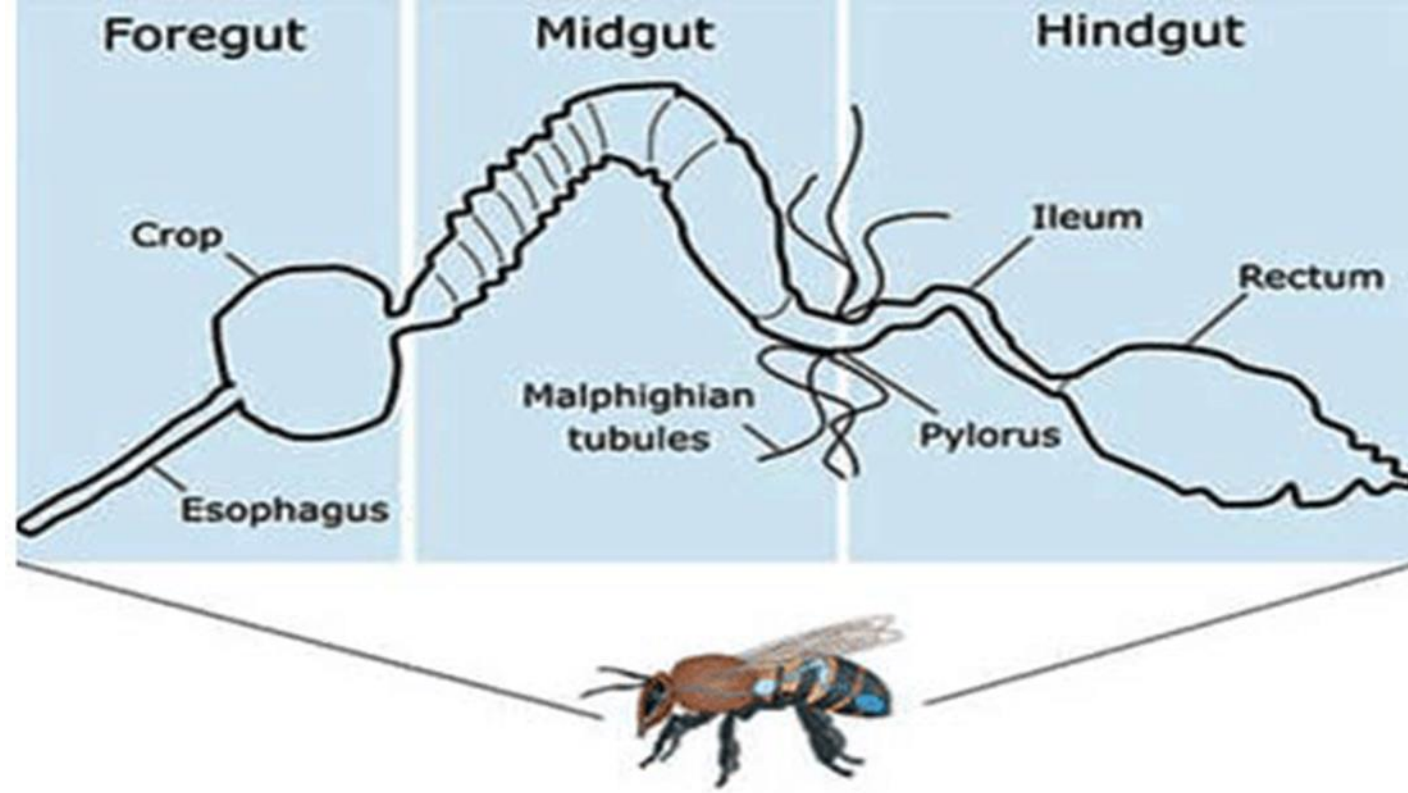
- ❖ Sindirim ağızda başlar, yemek borusu, bal midesi, bağırsaklar ve devamında **edipanus** ile sonlanır.
- ❖ Baş kısmında yer alan ağız organelleri, göğüs kısmında yer alan basit ve kısa bir farenks ve onu takiben yemek borusu izler.
- ❖ Yemek borusundan sonra karın kısmında balın depolandığı **bal midesi (kursak)** gelir. Su, nektar ve bal gibi besinleri burada depolayarak kovana taşınır.
- ❖ Kursaktan sonra sırasıyla ön mide (proventrikulus), esas mide (ventrikulus), incebağırsak, rektum ve anüs gelir.



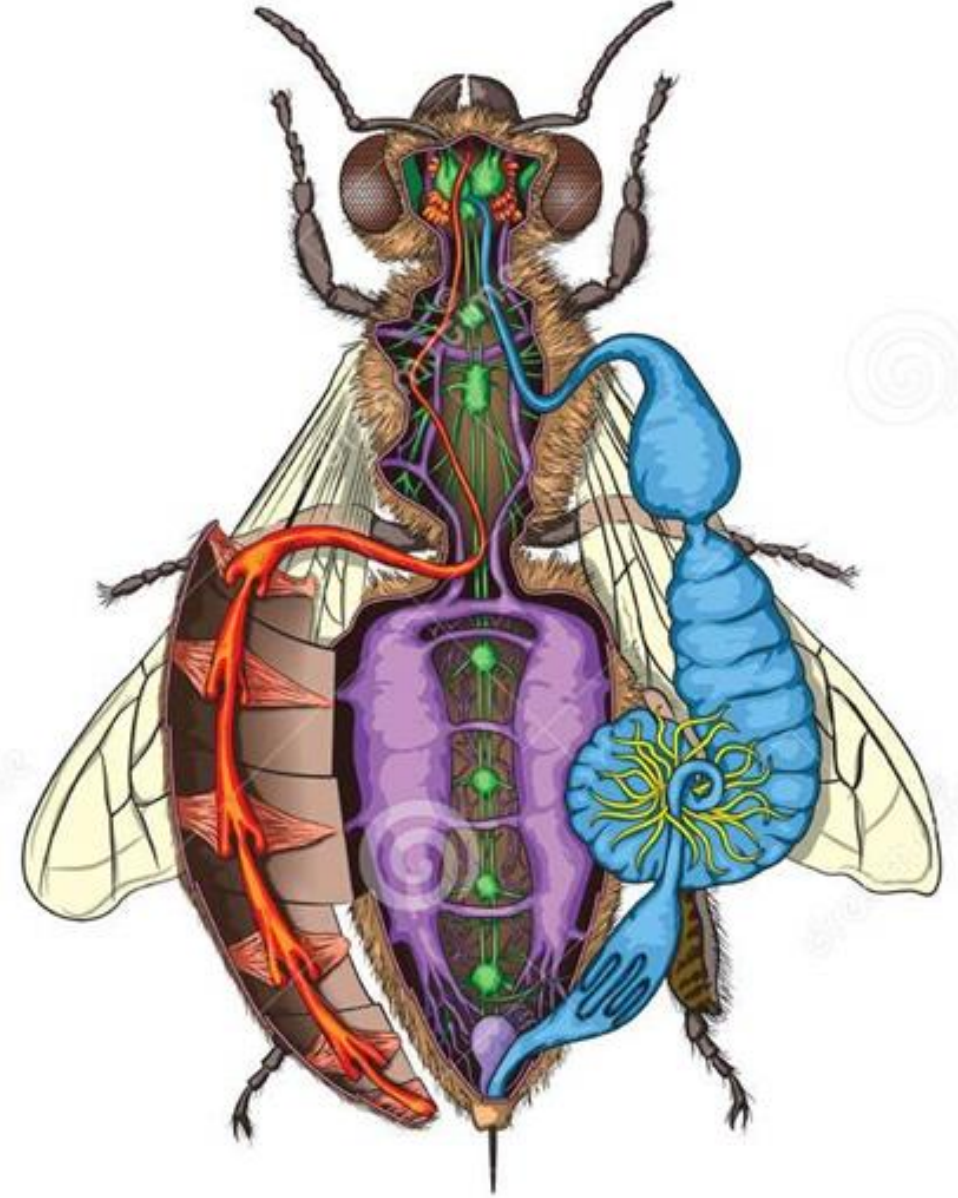
Bal midesi (kursak): Bal arılarının normal midelerine ek olarak, kovana geri getirilmeden önce nektarı depolamak için özel bir bal mideleri vardır. Bal midesi, arının balına katılan **antibakteriyel enzimler** içerir, bu da sağlığa faydalarını buradan alır.



- ❖ Sindirim olayı abdomenin içini kaplayan, kıvrımlı yapıda olan esas midede gerçekleşir. Sindirilmeyen ürünler rektum ve anüs yoluyla atılır.
- ❖ İnce bağırsak kaslarla çevrili olup, dar bir tüp şeklindedir. Sindirilmiş gıdaların emilimi ince bağırsakta gerçekleşir.
- ❖ Mide ve bağırsağın birleştiği yerin arasında **Malpighi tüpleri** bulunur. Bunlar sıvı nitrojen atıklarının kandan emilip bağırsaklara boşaltılmasında görevlidir.
- ❖ Rektum kış boyunca atıkları tutabilmek için genişler. Çünkü bal arıları hastalık gibi durumlar dışında kovanları kirletmemek için dışkılarını rektumda biriktirir. İlkbaharda kovan dışında çıktıklarında uçuş esnasında bunlar atılır.

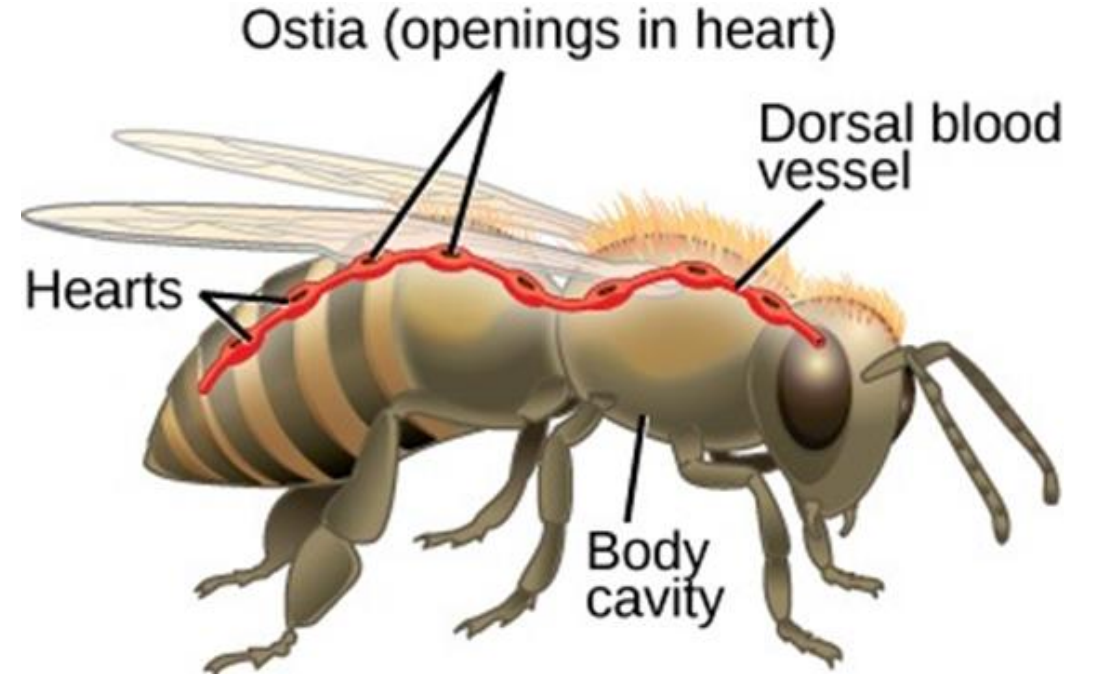


- ❖ Vücut içi su dengesi ise **Malpighi tüpleri** yanında rektum çevresinde kısmen kitinleşmiş **rektal yastıklardan** sağlanır.
- ❖ Bunlar, Malpighian tübüleri tarafından atıkları toplamak için kullanılan suyun $> \%90$ 'ını yeniden emer. Bu önemli bir işlevdir.
- ❖ Arılar, çoğu böcek gibi, yedikleri yiyeceklerden mümkün olduğunca fazla nem tutmaya çalışırlar. Bu nedenle, insanlar gibi azotlu atıkları idrara eşdeğer bir şekilde dışarı atmazlar. Bunun yerine, sularının çoğunu geri emerler ve orta derecede sıvı ile kuru dışkı yapma eğilimindedirler. Ürik asit katıları ve polen tanelerinin kabukları gibi diğer kullanılmayan gıda maddeleri nispeten katı dışkı olarak atılır.

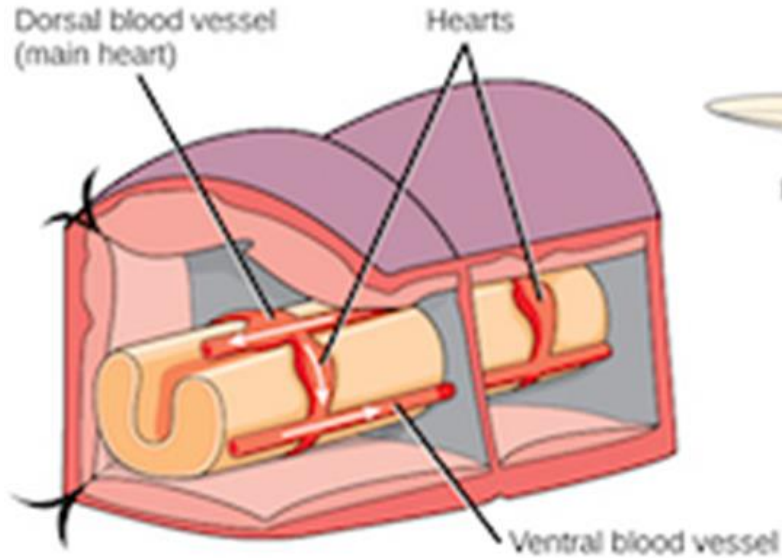


DOLAŞIM SİSTEMİ

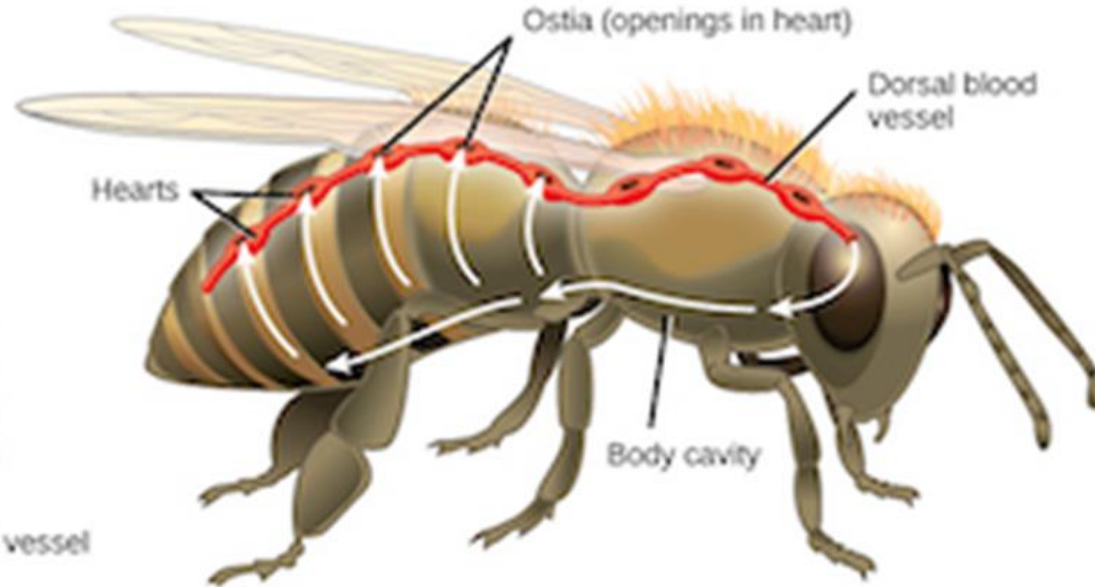
- ❖ Bal arıları **açık bir dolaşım** sistemine sahiptir.
- ❖ Arılar ve genel olarak böcekler, karınlarından göğüs kafeslerine ve kafalarına doğru uzanan **tek bir damara** sahiptir. Bu damar dorsal olarak düzenlenmiştir, yani sırtlarından aşağıya doğru uzanır.
- ❖ Damarın abdomende yer alan kısmına **kalp**, thoraksta yer alan kısmına ise **aort** adı verilir. Kanın kalbe girebilmesi için kalbin yanlarında küçük delikler vardır. Bu deliklere **ostia** adı verilir.



- ❖ Bal arısının kanı (**hemolenf**) açık arı renktedir. Hemositler arının vücut boşluğunda serbestçe dolaşır.
- ❖ Hemolenf oksijen taşımaz, bunun yerine sindirilmiş besinleri ve hormonları çeşitli vücut dokularına taşır.
- ❖ Ayrıca, hemolenf vücutta oluşan atık ürünleri toplar ve bunları boşaltım organlarına taşır.
- ❖ Hemolenf aynı zamanda bir besin rezervuarı görevi görür ve arı içinde ısı transferine yardımcı olabilir.



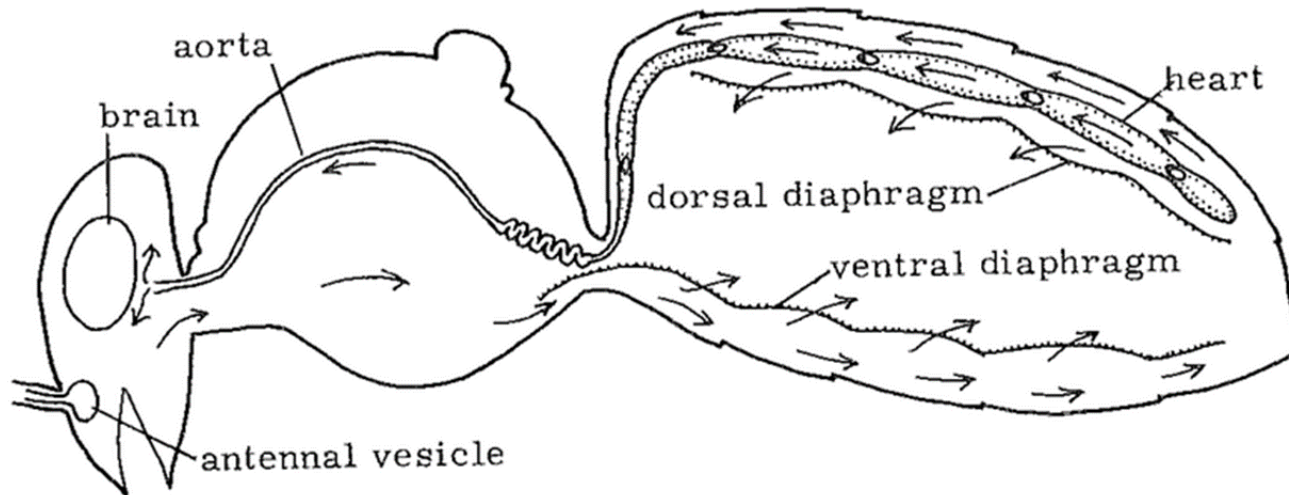
(a) Closed circulatory system



(b) Open circulatory system

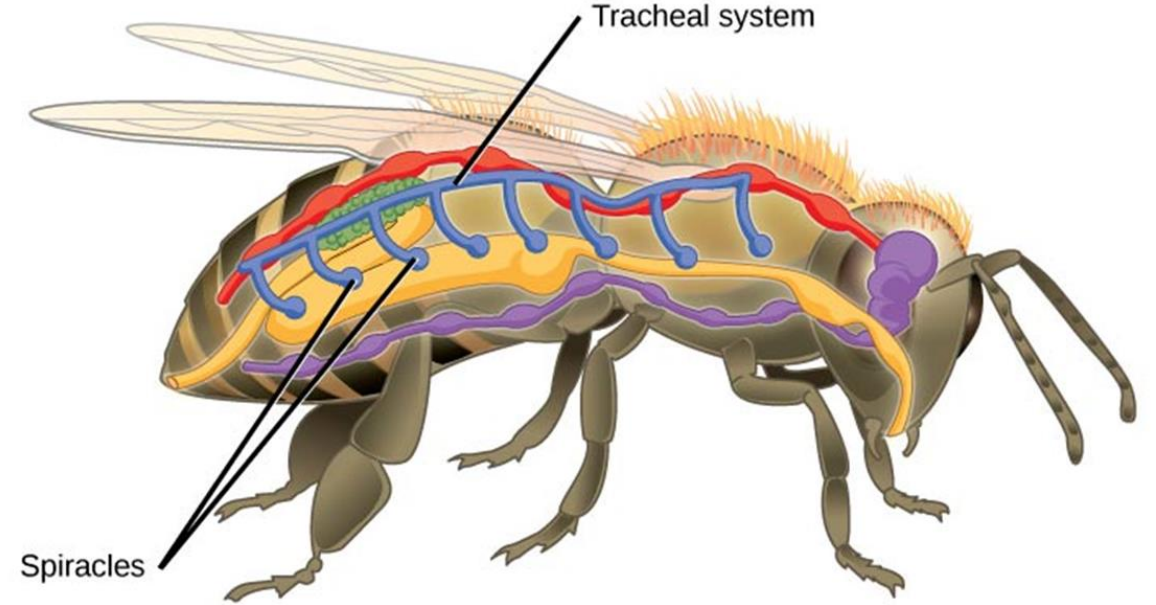
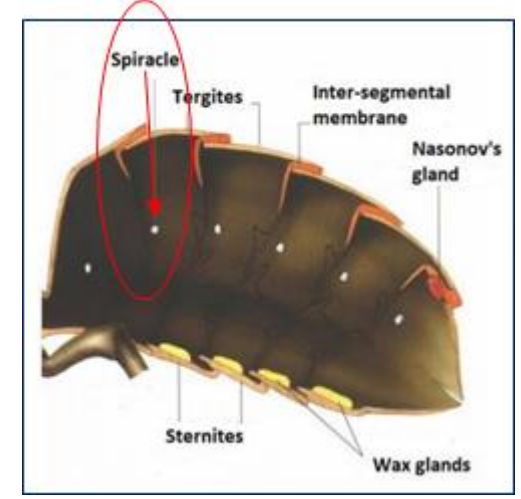
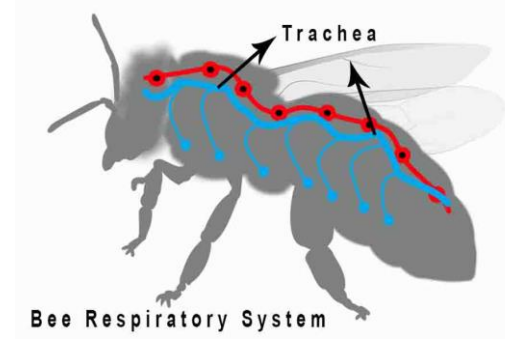
Hemolenf çeşitli organlara nasıl ulaşır?

- ❖ Kalpteki kan, damarın çevresindeki kasların otonom olarak arkadan öne doğru ritmik kasılmasıyla ileriye doğru pompalanarak göğüsü geçip beynin alt kısmına boşalır. Borucuklarla doku ve organlar arasına iletilen kan baştan geriye doğru bütün dokuları geçerek tekrar kalpte toplanır.
- ❖ Ostiyumlar kanın geri akmasını engeller.
- ❖ Dorsal diyafram ile ventral diyaframda dolaşıma yardımcı olur.

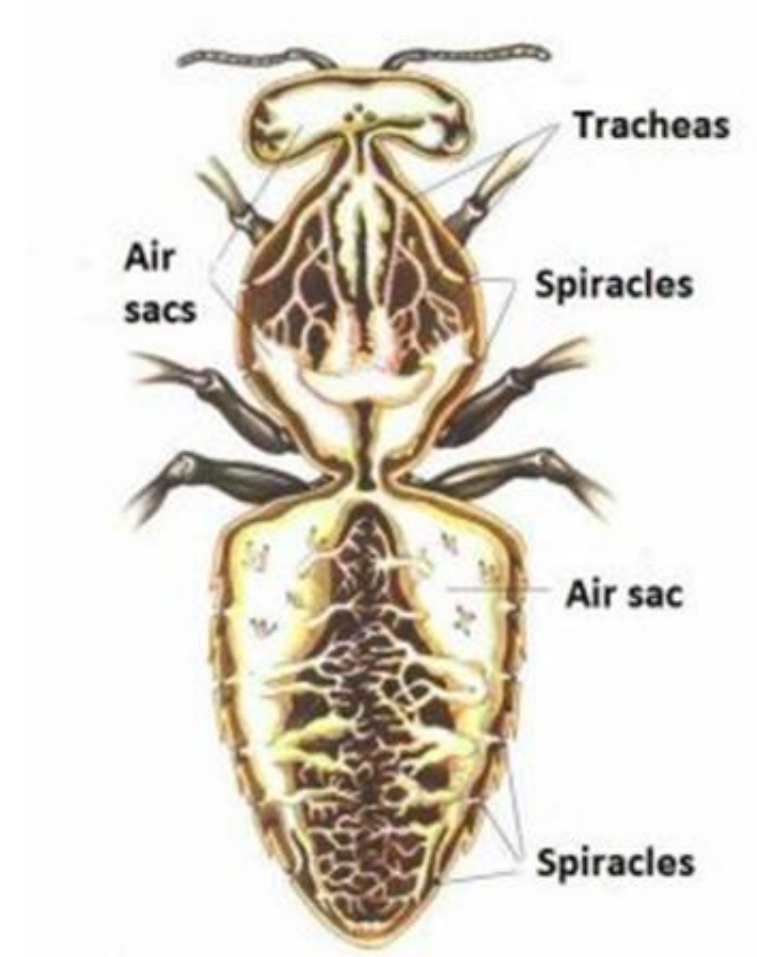


SOLUNUM SİSTEMİ

- ❖ Arılarda trake solunumu görülür. Oksijenin taşınması ve karbondioksitin atılması bir tüp (trake) sistemi sayesinde olur.
- ❖ Trake sistemi **solunum delikleri** (**stigmalar**) ile temiz hava içeri alınırken kirli hava dışarı atılır (göğüste 3 çift, karında 7 çift).
- ❖ Solunum delikleri kapanmaz. Bu deliklerin dışarı açılan kısmına **Atriyum** denir ve burada yabancı cisimlerin içeri girmesini engelleyen diken şeklinde **trikomlar** vardır.

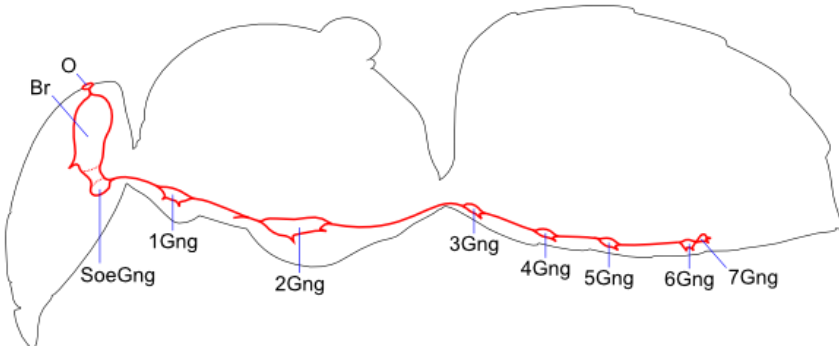


- ❖ Arılarda interaktif gaz değişimi difüzyonla kolay bir şekilde yapılabilirken aktivitenin arttığı dönem boyunca arılar artan gaz değişimini akciğer görevi göre trakelerin genişlemiş keseleri ile gerçekleştirir.
- ❖ Hava keselerinin tümünde hava depolanır. Keselerden çıkan dallar ve borular dokulara uzar.
- ❖ Dolaşım sistemine de katkı sağlar.



SİNİR SİSTEMİ

- ❖ Sinir sistemi ana sinir kordono ve 7 sinir düğümünden oluşur.
- ❖ Yalnızca bir milimetre küp büyüklüğünde küçük bir beyni olmasına rağmen 950.000'den fazla nörona sahiptir.
- ❖ Beyin ve sinir düğümleri uyarıları tek başına alma özelliği gösterebildiğinden arının başı kesildiğinde, uçuş ve sokma özelliği kaybolmaz.



SALGI BEZLERİ

Endokrin Bezlerden salgılanan hormonlar

Aktivasyon hormonu:

- Beynin her iki yanında yer alır, nörosekron hücreleri tarafından salgılanır. Metamorfoz hormonlarını kontrol eder.

Gömlek değiştirme hormonu:

- Ön göğüste bulunan protoraks bezlerden / ovaryum gibi dokulardan salgılanır. Steroid yapıdadır.
- Büyüme ve organların gelişmesinde etkilidir.

Juvenil hormon:

- Beynin arkasında bulunan bir çift bez olan Corpus allatum'dan salgılanır.
- Larva gelişiminde rol alır. Ana arının erken gelişiminde etkilidir.
- Ergin dişilerde ovaryum follicul hücrelerinin fonksiyonu ve pek çok yapının oluşumunda görevlidir.
- Ayrıca kovan içi görevlerde iş bölümünü sağlar.

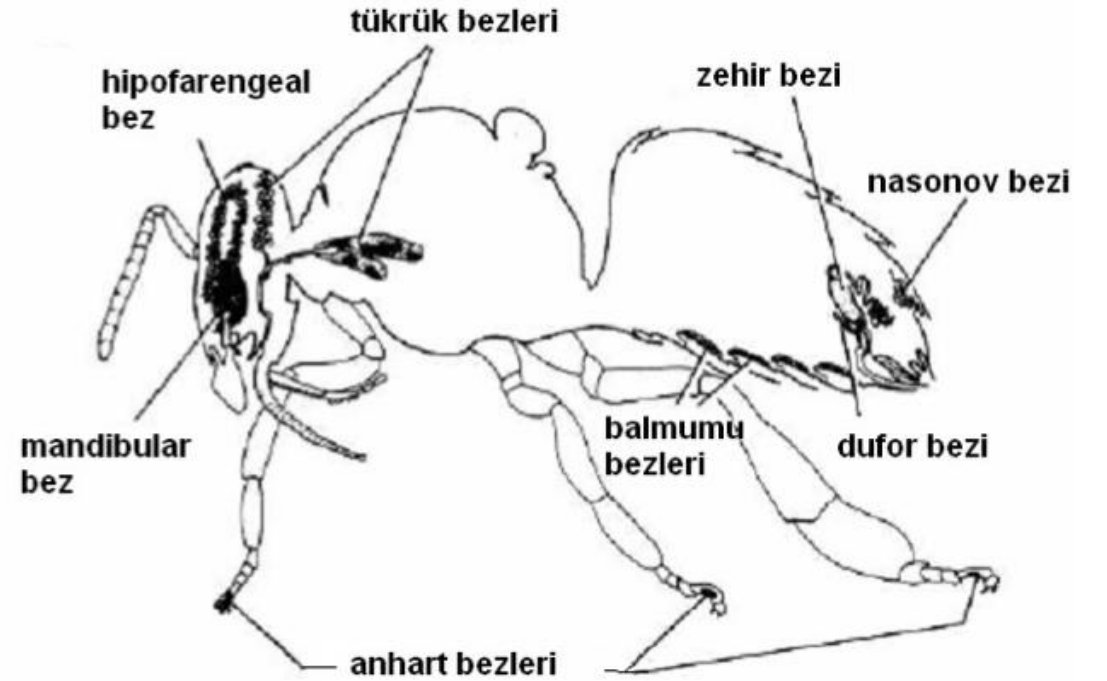
EKZOKRİN BEZLER

Hypopharyngeal bezler (yavru gıda bezleri):

- ❖ Ergin işçi arılar tarafından üretilirler. Üzüm salkımını andırır. Larvaların beslenmesi için protein lipid ve vitaminleri üretirler. 5-13 günlük arılarda fazlaca üretilirken, 13 günden sonrasında büzüşerek yok olur.
- ❖ Bu salgı bezleri genç yaşta arı sütü salgımlarken daha ileriki yaşlarda balın oluşumu sırasında sakkarozu parçalayan intervaz enzimleri ve glikozu glikonik aside oksitleyen enzimi salgılar.

Labial salgı bezleri (tükürük bezleri):

- ❖ Başın arka kısmında ve göğsün alt kısmında bulunurlar.
- ❖ Besinlerin sindirilmesini kolaylaştıran enzimler içerir.
- ❖ Ayrıca balmumunun çiğnenmesi ve balmumunun fizyolojik özelliğinin değiştirilmesini sağlar.

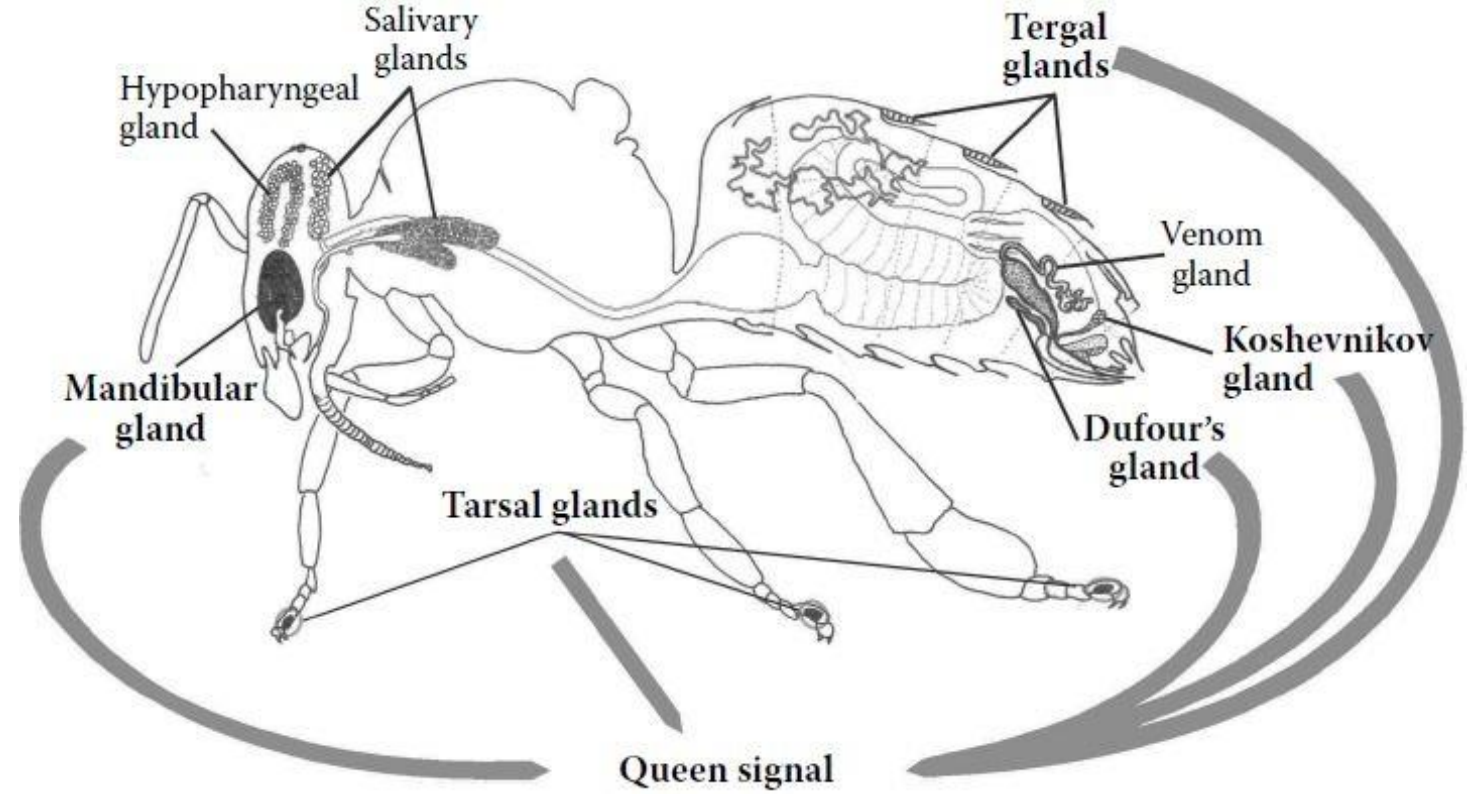


Mandibular bezler (üst çene bezleri):

- ❖ Üst çenenin hemen üzerinde yer alır.
- ❖ Ana arı cevheri olarak bilinen salgılar boşaltılır.
- ❖ 9-keto-(E)-2dekanoik asit ve 9-hidroksi-(E)-2 dekanoik asit üretir. Bunlar kovan içi sosyal aktiviteyi düzenler.

Zehir salgı bezi:

- ❖ Zehir kesesi ve zehri salgılayan hücrelerden oluşur



Balmumu bezleri:

- ❖ İşçi arıların 4., 5., 6. ve 7. karın segmentlerinde bal mumu bezleri bulunur.
- ❖ Mum salgılayabilmek için yaşamlarının **ilk 5-6 günü** polen yemeleri gerekir.
- ❖ Bu bezlerin arının 12-18. gününde çalışmaya başlar ve yaşlandıkça dejenere olarak kaybolur.
- ❖ Balmumu, arıların çıkarabileceği ve peteklerini inşa etmek için kullanabileceği küçük ölçekli şekilli parçalar halinde üretilir. Balmumu beyaz renkte başlar ve arılar kirli ayaklarıyla üzerinde yürüdükçe sarı ve kahverengiye boyanır.
- ❖ 1 kg bal mumu üretmek için yaklaşık 8,5kg bal kullanırlar.





Arnhart bezleri:

- Tarsuslarda bulunmaktadır. Salgılanan feromonun işçi arının petek üzerindeki iş bölümü ile ilgili olduğu ve işçi arıların kovanlarını geriye dönüşlerinde bulmak için bu bezlerle kovana işaret koyduğu kabul edilmektedir.
- Ayrıca bu bezler sayesinde düz yüzeylere de tutunabilmektedirler.
- Ana arıda da bulunan bu bezlerden salgılanan feromon, koloninin kovan içinde yeterliliğini gösterir.
- Ana arının yaşlanması veya aktivitesinin azalması durumunda yeteri kadar feromon salgılanamaz, bu durumda işçi arılar hemen ana arı memesi beslemeye başlarlar.
- Erkeklerde de arnhart bezleri bulunur.

Tergal bezler:

- mandibular bezlerle beraber işçi arıların ovaryumlarının gelişimi ile ilgili sekresyon yaptıkları bilinmektedir.

FEROMONLAR

Nasanov salgı bezi:

- Koku feromonudur.
- İşçi arıların 7. karın segmentinin iç yüzeyinde bulunur.
- Geraniol, nerolik asit, geranik asit, (E)-citral, (Z)-citral, (E,E)-far-nesol ve nerolden oluşan 7 kimyasalın karışımından oluşmaktadır.
- Arıları kovana çekmek, işçi arıları doğru tarafa yöneltmek ve oğulun bir arada tutulmasını sağlamak için kullanılır.

Alarm feromonu:

- İğne bölgesinden salgılanır. Sokulan yere bulaştığı için tüm arılar kitlesel olarak orya saldırır.

Arazi işaretleme feromonu

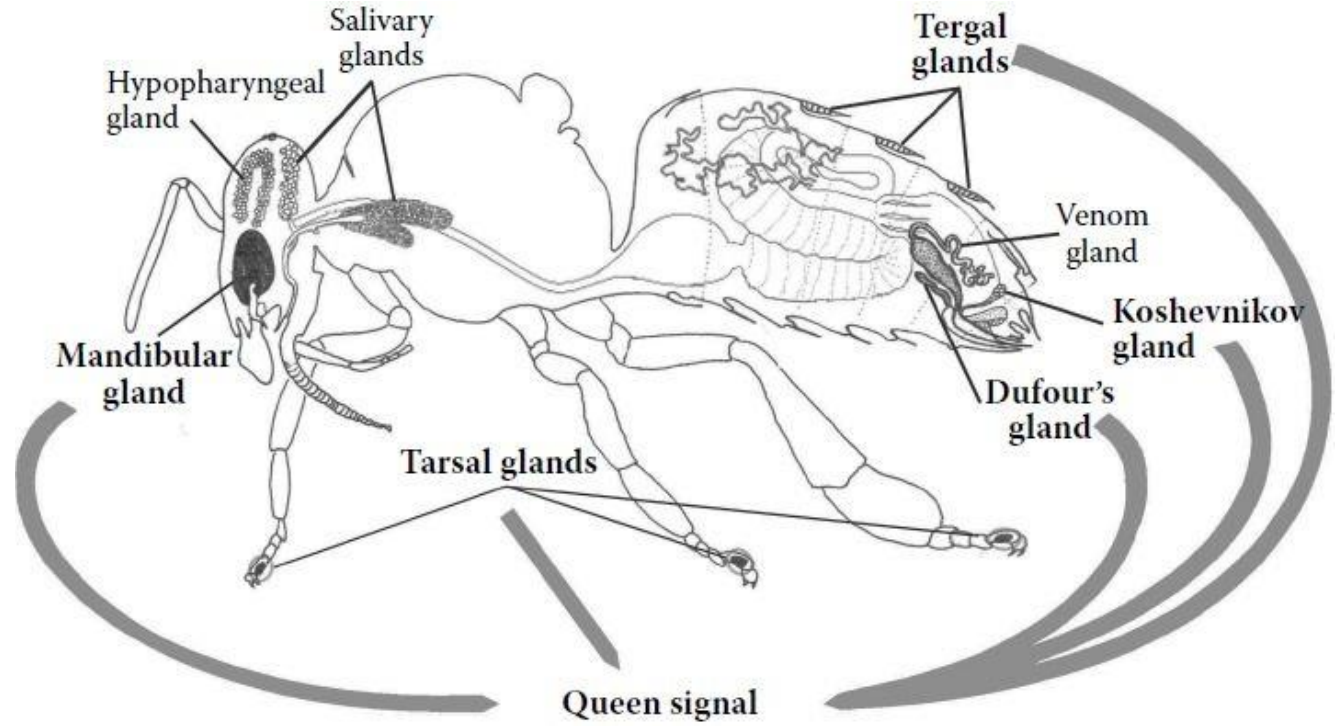
ANA ARI FEROMONLARI

Koshevnikov salgı bezi:

Cezbedici bir kokudur. Erkek arıları kendine çeker.

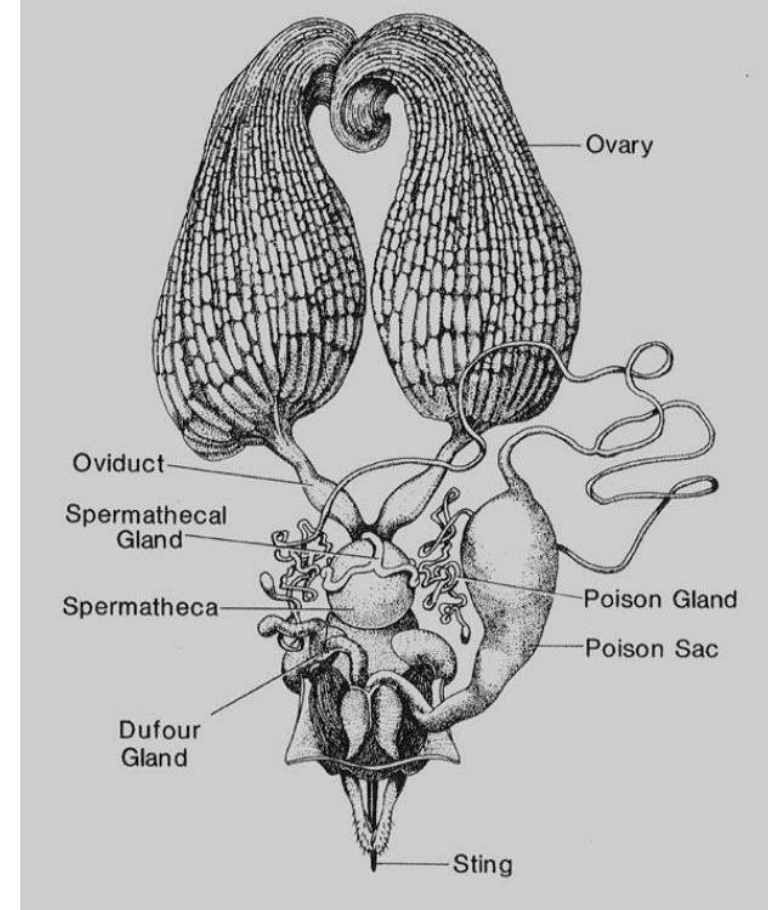
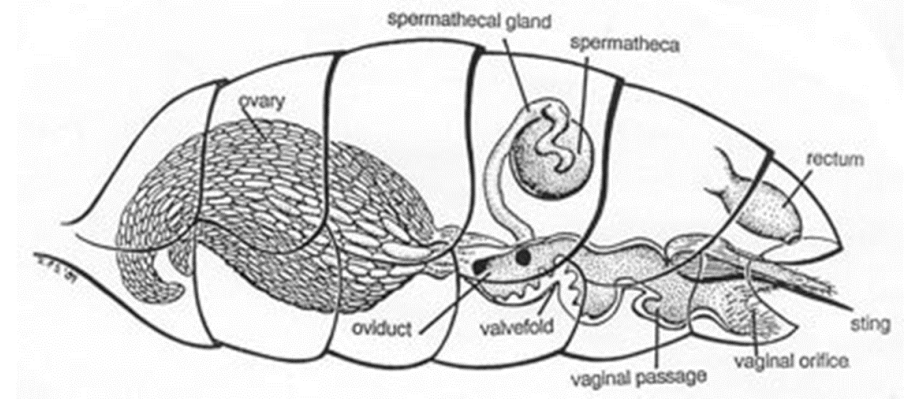
Dufour salgı bezi:

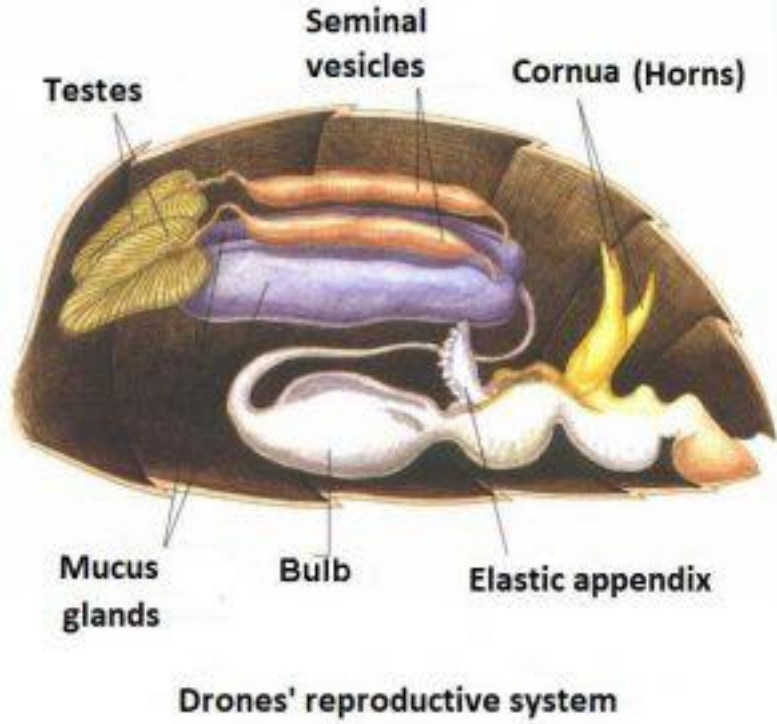
Ana arıda yumurtlama foksiyonların düzenlenmesinde görev aldığı sanılmaktadır. İşçi arıların yumurtlamalarını ve yeni ana arı yetiştirmelerini engellemektedir.



ÜREME SİSTEMİ

- ❖ Sadece ana arı ve erkek arıda üreme organları gelişmiştir. İşçi arıların üreme yeteneği yoktur.
- ❖ Koloninin devamlılığını ana arılar sağlamaktadır. Kolonide tek olarak bulunan ana arı gelişmiş bir üreme kapasitesine sahiptir.
- ❖ İşçi arılarda dişi oldukları halde üreme faaliyetleri ve yumurtlama özellikleri baskılanmıştır. İşçi arılar yavruların bakımı ve beslenmesi, petek inşası, savunma, nektar ve polen toplama gibi kovan içi ve dışı görevleri yerine getirmektedir.
- ❖ Ana arının üreme organları; bir çift yumurtalık, bir çift yanal yumurta kanalı, ana yumurta kanalı, sperm kesesi (spermatheca) ve döl yolundan oluşur.

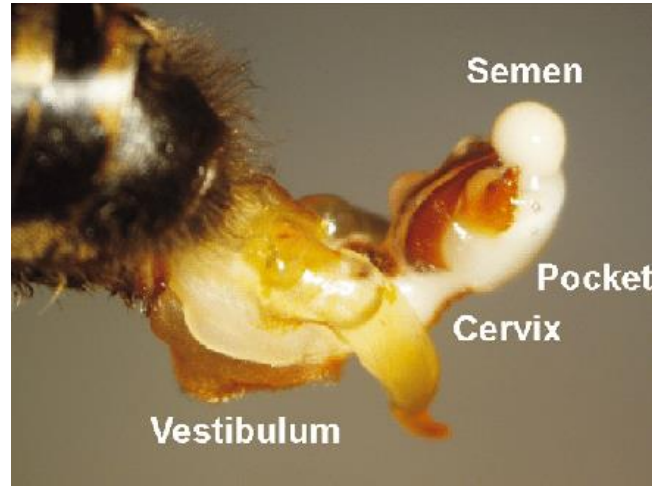




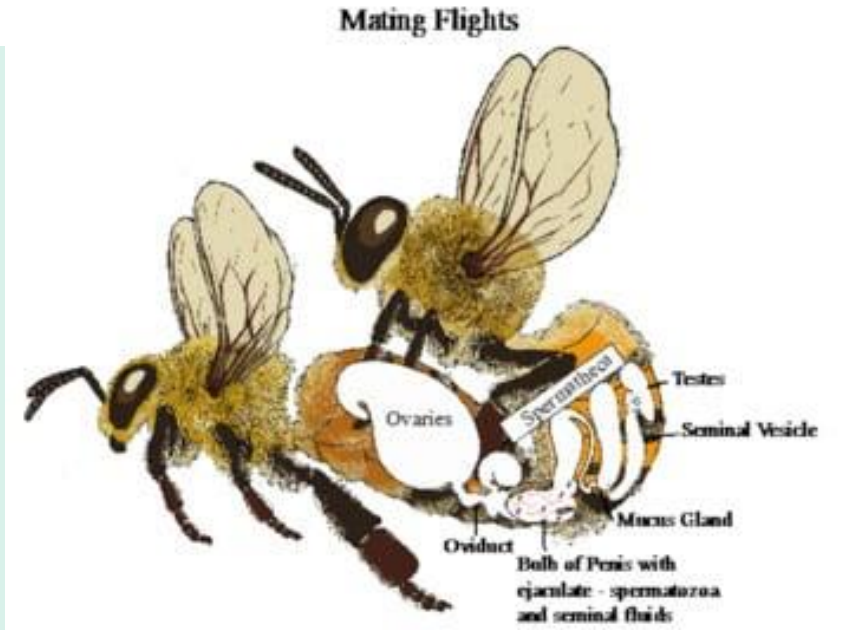
Erkek arılarda üreme organı bir çift testis, vas deferans, vesicula seminalis, bir çift mukoza bezi, bunların birleştiği ejakülasyon kanalı ve penisten oluşur.

Erkek arılar petek gözünden çıkışından **12-14 gün sonra** cinsel olgunluğa ulaşırlar.

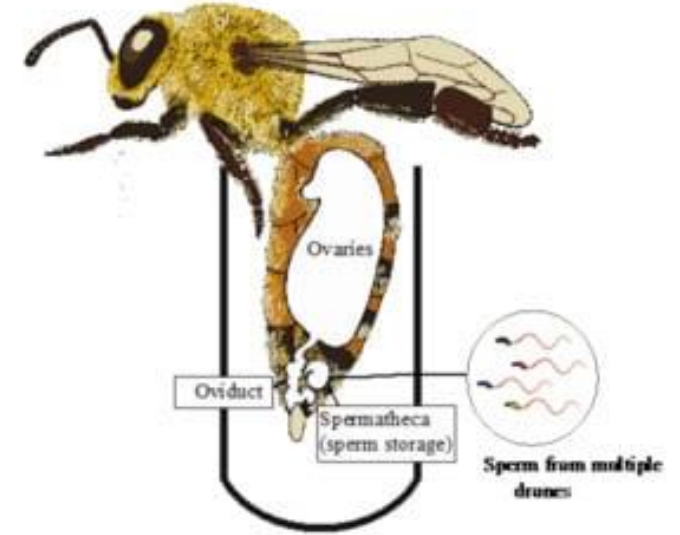
Erkek arının tek görevi ana arıyı dölemektir.
Çiftleşen erkek arı bir süre sonra ölür.



- ❖ Ana arının yumurta kalitesi yaş, ırk ve beslenme özelliklerine göre değişir.
- ❖ Ana arı gelişmesini 16 günde tamamlayarak kuluçkadan çıkar ve **5-6 gün** sonra eşeyssel olgunluğa ulaşır ve hava şartları uygunsa çiftleşme uçuşuna çıkar. Normade 3 hafta içinde çiftleşmemiş ana arı damızlıkta kullanılmaz çünkü zaman geçtikçe çiftleşme başarısı da azalır.
- ❖ Çiftleşme **8-20 erkek arı** ile kovandan **2-5 km uzaklıkta ve 10-30 metre** havada gerçekleşir.
- ❖ Çiftleşme uçuşu aynı günde **1-3 defa** yapılır. Her uçuş 25 dk sürer.
- ❖ Ana arı erkek arıdan yeterinde spermayı depoladıktan (yaklaşık **4-6 milyon**) sonra kovana geri döner ve 3-5 gün dinlendikten sonra yumurtlamaya başlar. Bundan sonra artık çiftleşme uçuşuna çıkmaz.
- ❖ Sperm kesesi bezleri ile beslenip korunan spermalar yıllarca canlı kalabilmektedir.
- ❖ Ana arı ile çiftleşen erkek arının üreme organı ana arıda kalır. Buna **çiftleşme işareti** denir.
- ❖ Üreme organını kaybeden erkek arı felç olarak yere düşer ve yaklaşık 1 saat sonra yerde ölür.

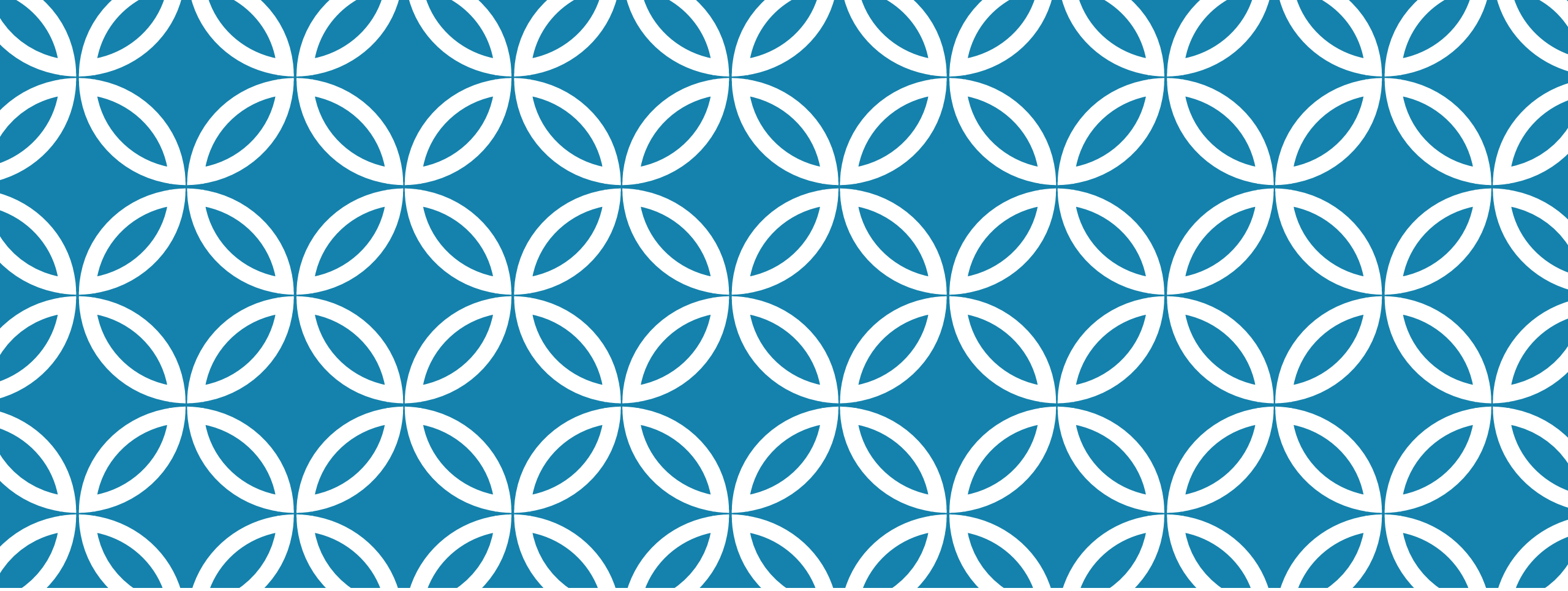


Queen Egg Laying Post-Mating

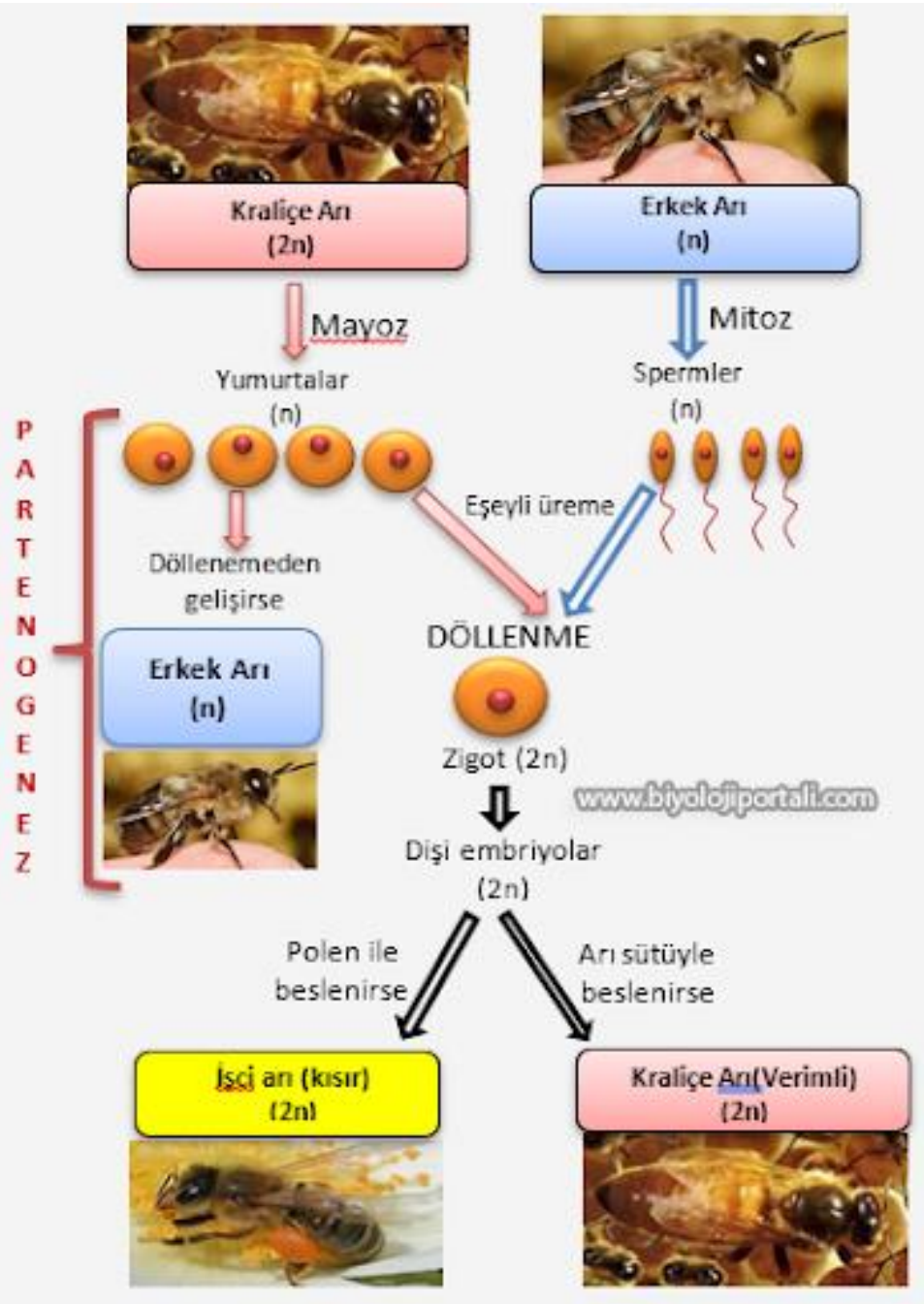


- ❖ Dişı olan işçi arılarda da üreme organları bulunmaktadır. Ancak bunlar çok özel durumlarda aktif hale geçer (Ana arının olmadığı durumlar). Fakat çiftleşme özellikleri bulunmadığı için dölsüz yumurta üretmekte ve yumurtalardan da **cıız-zayıf erkek arılar** meydana gelmektedir.
- ❖ İşçi arıların üreme düzeyi çok düşüktür. Bunun sebeplerinden biri işçi arıların yumurta denetleme davranışdır. Bu davranışta işçi arılar tarafından gözlere bırakılan yumurtalar diğer işçi arılar tarafından petek gözlerinden çıkarılmaktadır. Aynı zamanda ana arı yumurtalarına nazaran işçi arı yumurtalarının daha az canlı olması da nedenlerden biri olarak kabul edilmektedir. Yumurtalıkları gelişmiş olan işçi arılar diğer işçi arıların saldırılarına uğramaktadır. Ana arı tarafından üretilen feromon diğer işçi arılarda yumurtalık gelişimini engellemektedir. Bu feromonlar kolonide düzenin sağlanmasında rol oynamaktadır. İşçi arılar fertil olarak görünmeselerde yumurtalıkları yapılarını korumaya devam etmektedir. Belirli koşullar altında yumurtalıklarını aktive ederek tamamen işlevsel duruma getirebilir. Ana arının koloniden ayrılması ya da kolonideki etkinliğini yitirdiği durumlarda ana arının salgıladığı 9-okso-desenoik asit (9ODA) feromonunun kolonideki etkinliği ortadan kalmaktadır. Bunun yumurtlalıkları active olan işçi arılar dölsüz yumurtalar bırakmaya başlamaktadır





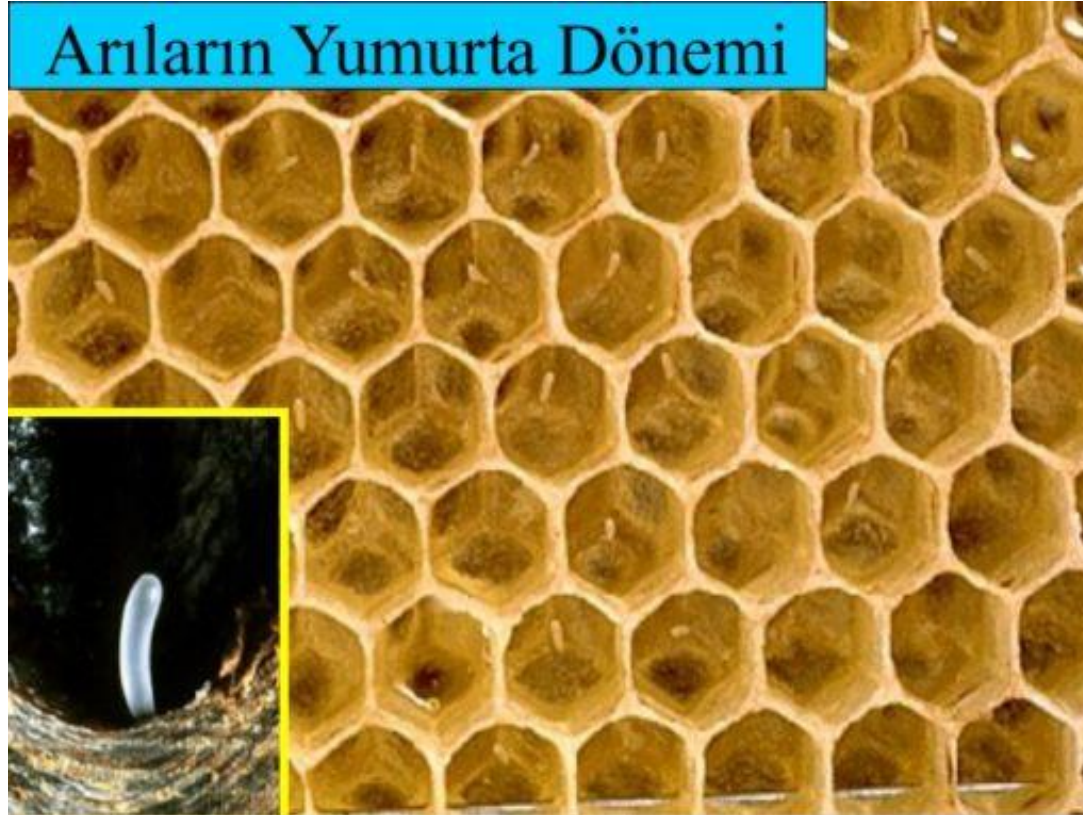
BÜYÜME VE GELİŞME |



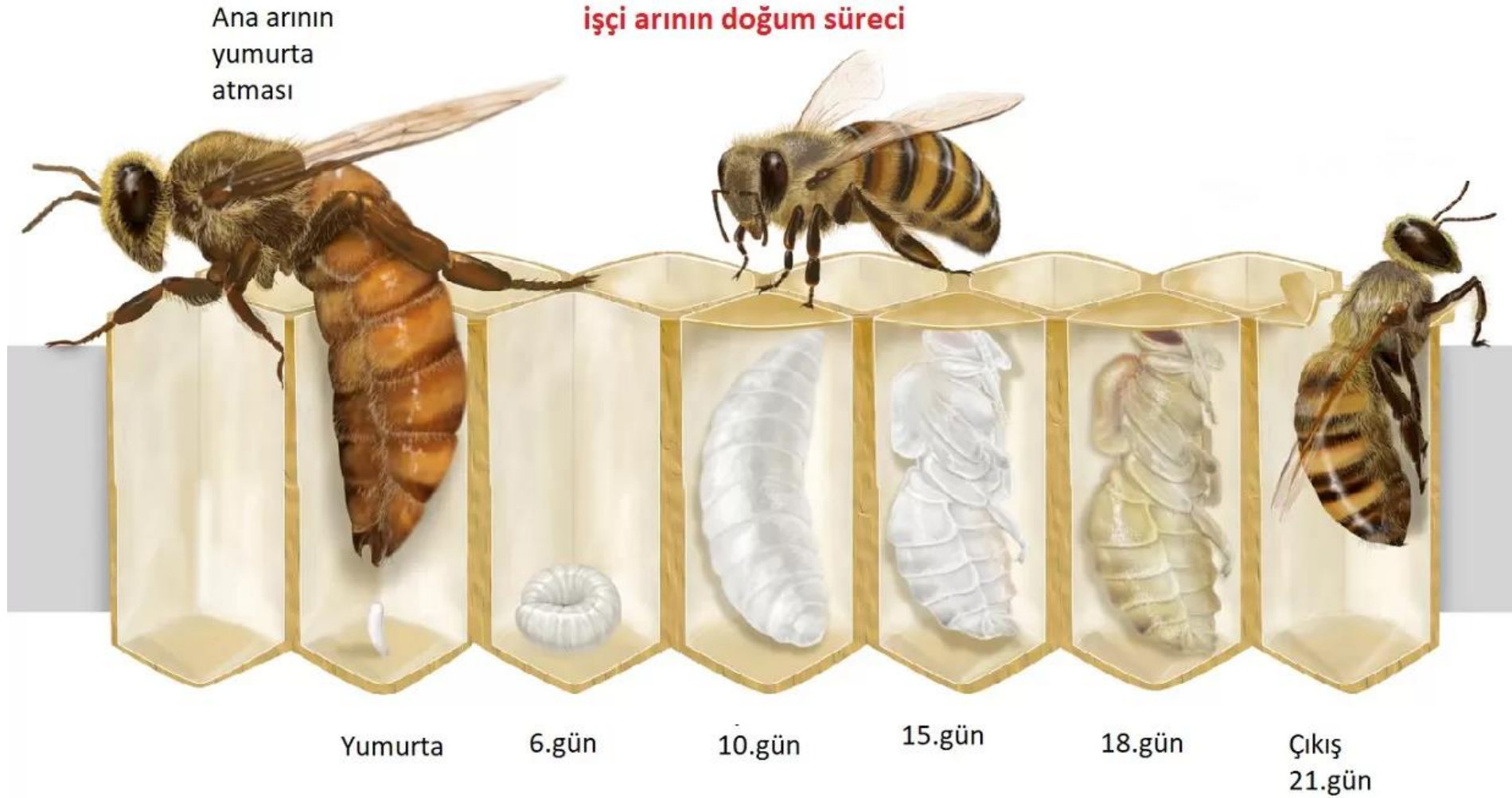
❖ Bal arılarda hem eşeyli hem de eşeysiz üreme görülebilmektedir. Eşeysiz üreme **partogenez** adı verilen yolla erkek birey ortaya çıkaracak yumurtalar üretebilmektedir.

❖ Ana arının herbir yumurtalığında **160-210 adet** olan ve yumurta üreten yumurta tüpleri bulunur. Her bir yumurda tüpünde hücreler bölünerek yumurtaları oluşturur. Olgunlaşan yumurtalar lateral oviductdan median oviducta geçer. Bu sırada spermatekadan salınan spermalar ile döllenen yumurtalardan **işçi arı** meydana gelir. **Döllenme** olmazsa yumurtalardan **erkek arı** oluşur.

- ❖ İşçi arılar petek üzerinde dar veya geniş gözler meydana getirmektedir.
- ❖ Temizliği yapılmış ana arı tarafından kontrol edilmiş dar olan petek gözlerine (**5 mm**) **işçi arıların** yetişmesi, geniş olan petek gözlerine (**7 mm**) ise **erkek arıların** yetişmesi için ana arı tarafından yumurta bırakılmaktadır (Yani işçi arı gözlerine döllü, erkek arı gözlerine ise dölsüz yumurta bırakır).
- ❖ **Ana arıda** döllü yumurtalardan meydana gelmektedir ve ana arı için ayrılan petek gözü (**8-9 mm**) geniştir.



Kolonideki tüm bireylerin gelişimi embriyo safhası; **yumurta** dönemi, **larva**, **prepupa**, **pupa** ve **ergin** olmak üzere 5 farklı aşamadan meydana gelmektedir. Petek gözü içerisinde geçen dönem (kuluçka süresi) ana arıda 16, işçi arılarda 21, erkek arılarda da 24 gün sürmektedir.



YUMURTA:

- ❖ Arı yumurtası silindir şeklinde, uçları yuvarlak ve uzun ekseni boyunca eğri bir dışbükey görünümündedir.
- ❖ Yumurta petek gözüne bırakıldığı zaman **dikey konumdadır**. Dikey konumda bırakılan yumurta yavaş-yavaş yana eğilerek 3. günün sonunda petek gözünün tabanında tamamen yatay bir konuma girer. Bu özellikten faydalanarak petek gözündeki yumurtanın kaç günlük olduğu kolayca anlaşılır.
- ❖ Dölllenmiş yumurta döllenmemiş yumurtaya oranla daha hızlı gelişir ve dört saatte gelişimini tamamlar.
- ❖ Embriyo **3. günün sonunda** larva dönemine geçer.



LARVA:

- ❖ Bal arısı larvası renk, şekil, hacim olarak çok hızlı ve önemli değişiklik gösterir. Bu dönemde vücudu oluşturan halkalar üzerinde gözenekler bulunur ve başta ağız parçaları oluşmuştur.
- ❖ Larva dönemine geçmeden az önce işçi arılar yumurtanın yanına arı sütü koymaya başlamışlardır. Yumurtadan larvaya geçiş olduğu an arı sütü ile beslenmeye başlar.
- ❖ **Bütün arı bireyleri larva döneminin ilk üç gününde arı sütüyle beslenir** (*Arı sütü 5-15 günlük işçi arılar tarafından salgılanır*)
- ❖ Larvaya verilecek arı sütünün ölçüsü bireylere göre değişir. **Ana arı larvaları bütün larva dönemi boyunca arı sütüyle beslenir.**
- ❖ Larva döneminin son üç günlük kısmında işçi ve erkek arı larvaları çiçek tozu-bal karışımına benzer, polen ihtiva eden düşük kaliteli arı sütüyle beslenirler.
- ❖ Döllü yumurta bu beslenme farklılığından dolayı işçi ve ana arı olarak gelişebilmektedir. Yani döllü yumurtalardan meydana gelecek ferдин işçi veya ana arı olması onun larva dönemindeki beslenme şekline bağlıdır.
- ❖ **Larva dönemi 6 gün sürer** sonra prepupa dönemine geçer.

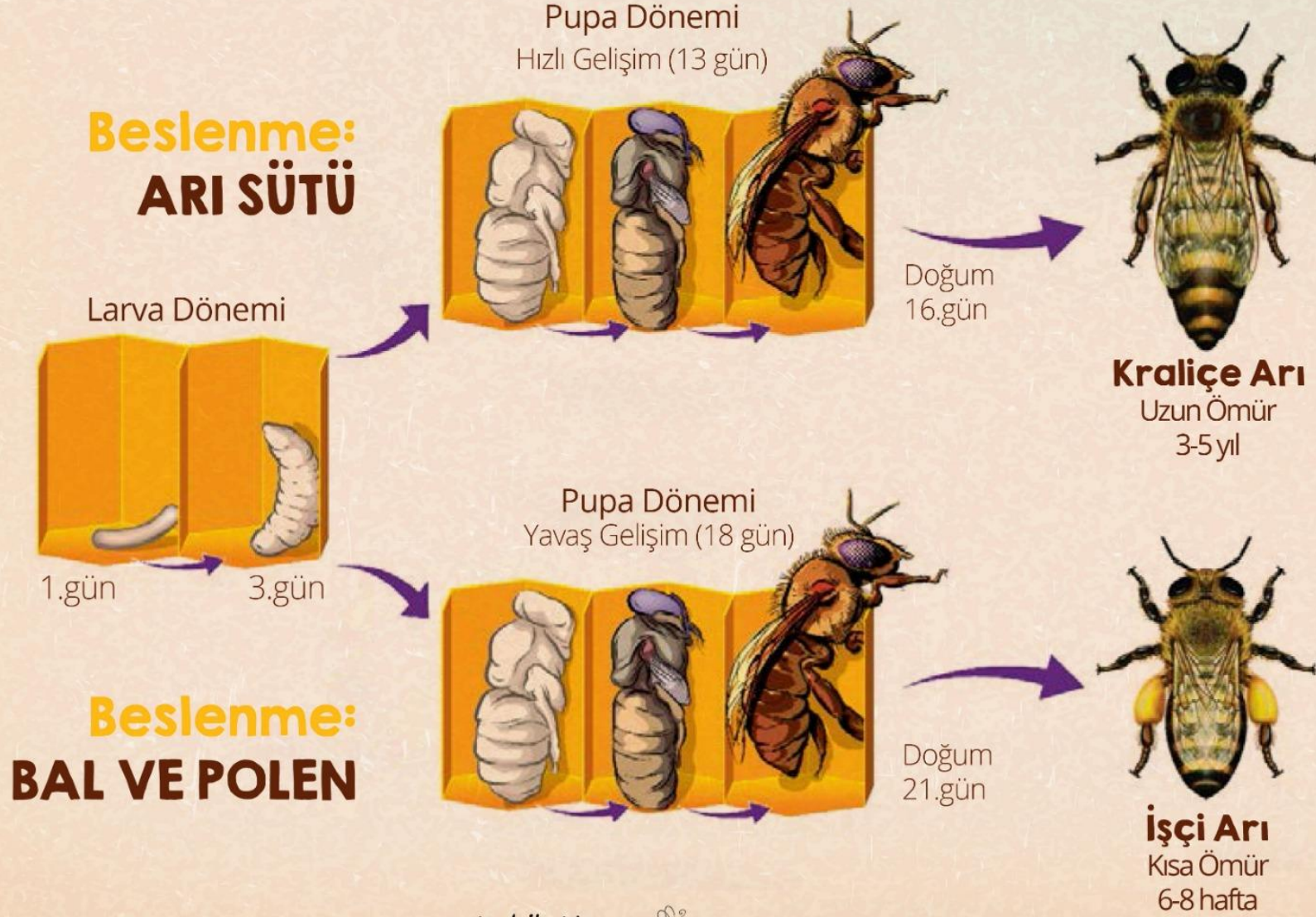


PUPA:

- ❖ 6 günlük larva döneminde 5 kez gömlek değiştiren larva pupa dönemine girer.
- ❖ Yumurta yumurtlandıktan sonra **8. günün sonunda** işçi arı larvası içeren petek gözünün ağzı mühürlenir.
- ❖ Larva **9. gününde** başındaki özel bir bezden salgıladığı salgıyı kullanarak bir **kozaya** dönüşür.
- ❖ Larva **10. gününde** bu kozasında hareketsiz olarak durur. **Bu devre prepupa (pupa öncesi) devresi olarak adlandırılır.**
- ❖ **11. gün** prepupa bir pupa olur.
- ❖ Pupa dönemi prepupa dönemiyle birlikte ana **arıda 7, işçi arıda 12 ve erkek arıda 15** gündür.
- ❖ Yumurtanın petek gözüne bırakıldığı andan itibaren ergin arı oluncaya kadar geçen süre **ana arı için 16, işçi arı için 21 ve erkek arı için 24 gündür.**

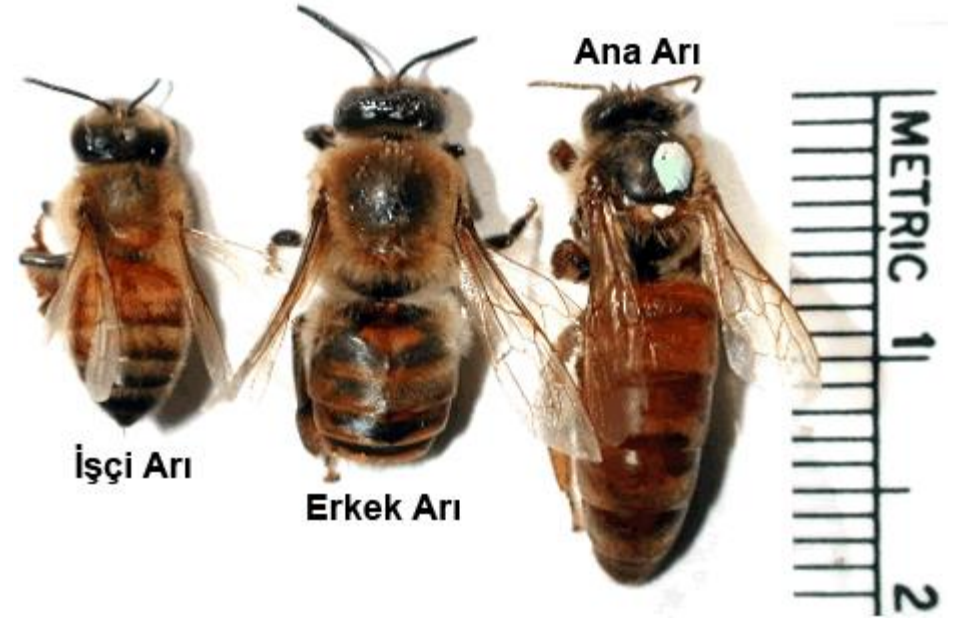


Bal Arısı Gelişim Süreci



Bir Arının Yaşam Evreleri

	Ana Arı	İşçi Arı	Erkek Arı
Yumurta	3	3	3
Larva	5	6	7
Pupa	8	12	14
Toplam (gün)	16	21	24
Açık Dönem	8	9	10
Kapalı Dönem	8	12	14
Toplam (gün)	16	21	24



Life cycle of honey bee

Geelong Beekeepers Club Inc.

