

# Solunuma Yönelik Yapılar

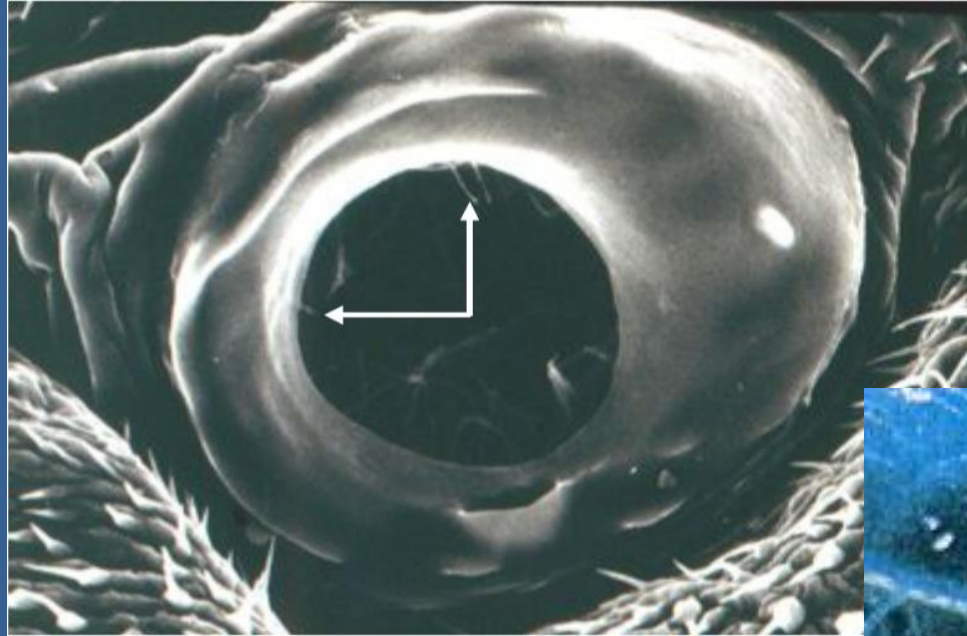
# Böceklerde Solunum sisteminin görevi:

- Hücre ve dokulara oksijen sağlamak,
- Hücresel solunum sonucu karbondioksidi uzaklaştırmak,
- Dolaşım sistemiyle birlikte kanat kas sistemine oksijen sağlamaktır.

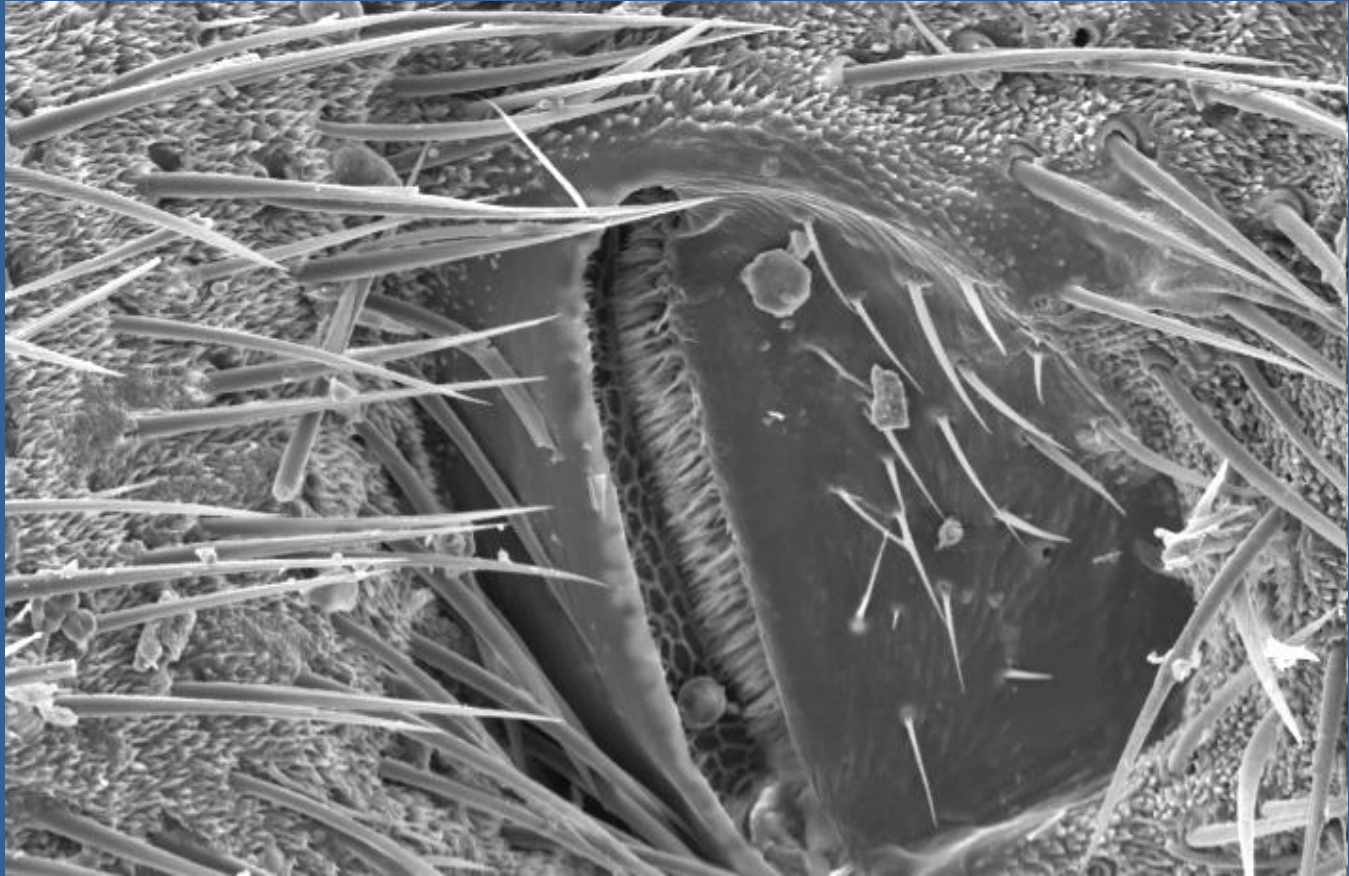
•Dikine kesitte trake sistemi olarak adlandırılan ve stigmalar ile yaygın trake sistemi görülmektedir. Trakeler böcekte her bir kısma uzanmakta ve hava kesesi olarak adlandırılan esneyebilir yapılara bağlanmaktadır. Bu hava keseleri nefes alıp vermede ve uçuş için özgül ağırlığı düşürmede işlevseldir. Trake sistemi **dorsal, visceral ve ventral** dallara ayrılır. Her bir segmentteki trake boruları genellikle o segment dalları ile anastomoze olur.

•Kaide olarak, stigmalar (spiracle) her bir abdomen segmentinde ve herbir toraks segmentinde bulunur. Buna rağmen, yaygın olarak meso ve metatoraksda 2 çift ve abdomende 8 çift görülmektedir.

Ergin *Phormia regina*'da (Calliphoridae; Diptera) stigma açıklığının iç kısmında toz parçacıklarının tutulmasında işlevsel kütiküler kıllar görülmektedir



## Spiracle



## Stigma:

- A. Holopneustic, tüm stigmalar açık vaziyettedir.
- B. Metapneustic, Sadece son abdomen segmentinde bir sifon boruda açık stigma bulunmaktadır.
- C. Hemipneustic iki fonksiyonel stigma bulunmaktadır.
- D. Apneustic, stigma açıklığı bulunmaz, fakat kütikula çok miktarda trakeolle kaplıdır ve kütikular solunum yapar.
- E. Apneustictir ve trakeoller kütikular çıkıntılarda yoğunlaşmıştır.
- F. Apneustictir ve rektal solungaçlar bulunmaktadır. oksijen bol miktarda trakeollerle kaplı art barsaktan alınmaktadır.

# Böcekler için stigmaların kapanabilmesinin önemi:

1. Su kaybının engellenmesi
2. Ana trake kanallarında meydana gelen tek yönlü hava akışı için temel oluşturur.
3. Yeni bir hipoteze göre toksik gaz moleküllerinin birikmesini engeller



- Trake sistemi ektodermin içeri çökmesiyle oluşmuştur ve kütikulanın kütikular tabakası ile kaplıdır. Dolayısıyla, **epikütikula** ile birlikte altında bir protein/kitin katmandan oluşur.
- Böcekteki trake sisteminin dağılımı o bölgedeki dokuların gereksinimleri hakkında fikir verir. Şayet bir dokuya çok sayıda trake borusu gittiği görülüyorsa o bölgenin metabolik faaliyeti için çok miktarda oksijene ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.
- Bir görüşe göre bir bölgede oksijen yetersizliği trake hücrelerinin daha fazla trake borusu oluşturduğudur.

Trake yeni trakeyi oluşturan bir yada iki epitel hücresleri tarafından çevrenmiştir ve her bir deri değişiminde epikütiküler bir tabaka iğerdiği için atılmaktadır. Deri değiştirmede trakeoller atılmamaktadır.

Epikütikülada çoğunlukla cement ve waks tabakası yoktur.

## Çok miktarda oksijen gereksinimi olan organ yada dokular

1. Kaslar, özellikle kanat kasları (meso ve metathoraks stigmaları)
2. Ovariler
3. Işık organları
4. Ağustos böceklerinde ses çıkarma organları
5. Yusufçuk larvasındaki rektal bölgedeki soluk verme ile ilişkili dorsal kaslar
6. Ganglionlar genellikle çok miktarda trake borusu ile kaplıdır

Hava keseleri trake sisteminin genişlemiş ve esneyebilen bölgeleridir ve burada taenidium az veya yoktur. Dolayısıyla genişleyebilir. Büyük böceklerde ve özellikle uçanlarında daha büyüktür (Diptera, Hymenoptera ve bazı Coleoptera üyelerinde).

## İŞLEVİ

1. Alınan hava miktarını artırır.
2. Dokulara difüze olabileceği yolu kısaltır
3. Trake sisteminin havalanmasına yardımcıdır
4. Toraksın abdomenden bölgesel olarak ayrılmasında kullanılabilir
5. İşitme ve ses çıkarma organları için timpanal çukurlar oluşturur
6. Böceğin özgül ağırlığını düşürerek uçuşa yardımcı olur
7. Çekirge ve helikopter böceklerinde her bir uçuş kası ana bir trake hattı ve buna bağlı hava kesesi bulunur

Baş ve toraksa hava temininin ayrı ayrı organize edilmesi –Büyük yapılı böceklerde uçuş kaslarının oksijen ihtiyacı yüksektir. Uçuşta toraksı pompa olarak yönetir. Baş ile toraks arasındaki dar bağlantıdan dolayı stigmalardan gelen hava toraksdaki hava keselerine ve dolayısıyla uçuş kaslarına yönlendirilir.

# Stigmaların açılıp kapanması

1. Kapatma kasları kasıldığında stigma kapanır
2. Kapatma kasları gevşediğinde stigmalar açılır.

## **Açılışı ve kapanışı:**

Bölgeye ait sinirle ilişkili alınan etkilere bağlı olarak sinir sistemi kontrol eder.

## **Stigma kaslarına giden sinirsel sinyali kontrol eden faktörler**

1. Dokulardaki yüksek CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve düşük oksijen konsantrasyonudur
2. Bu durum stigma kasına giden sinirin potansiyel etki verme sıklığında düşüğe neden olur.
3. Bu durum kapatma kaslarında rahatlamaya ve stigmanın açık kalmasına neden olur.
4. Su dengeside bu durumu etkiler. Düşük su içeriği kapakların kapalı kalmasına neden olur.

# Trake sisteminde gazların hareketi

1. Difüzyon
2. Fasılalı gaz değişimi
3. Aktif havalanma

# Böceklerde solunum yada gaz değişiminin yolları

1. Kütikula solunumu – kütikula yoluyla doğrudan gaz değişimi. Tüm böceklerde kısıtlı olarak meydana gelmektedir. Protura ve trake sistemi olmayan Collembol’lerde görülmektedir.

2. Karasal böceklerde gaz değişimi

a. hava-boruda difüzyon

b. dokuda difüzyon

Oksijen havada sudakinden 100.000 katı daha hızlı difüze olur.

CO<sub>2</sub> dokularda oksijenden daha hızlı dolaşır

3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi



# Karasal böceklerde gaz değişimi

**Böceklerin birçoğunda stigmaların açılıp kapanması dahil havanın hareketi abdomenin nefes alma ile ilgili hareketi ile koordine edilmektedir, böylece abdomen kasları kasıldığında hava atılmaya zorlanmakta ve abdomen kasları gevşediğinde hava emilmektedir.**

## **Kesintili havalanma**

**Stigmalar bir süre kapalı tutulmaktadır. Gazların hareketi kesintili püskürtmeler ile olmaktadır. Bu tip nefes alıp verme sıklıkla böcek dinlenirken ve pupa evresinde görülür. *Hyalophora'nın* diyapozdaki pupasında püskürtmeler arasında geçen süre 8 saattir ve bu sürede stigmalar kapalıdır. Kapalı olduğu sürece, kısmen az miktarda gaz değişimi söz konusudur.**

- Böceğin farklı bölgelerindeki stigmaların ayrı ayrı açılıp kapanması koordinasyonu ile nefes alma asıl olarak bir bölgesinde gerçekleşirken, nefes verme başka bir bölgesinde cereyan eder. Böylece trake sistemi boyunca yönlendirilmiş hava akımı oluşur.
  - **Dolayısıyla, hava toraksdaki stigmalarından içeri girer ve abdomendeki stigmalarından çıkar.**
  - Çekirgelerde uçuşta birbirinden bağımsız iki yönlü havalandırma görülür.
1. İki yönlü sistem 2 ve 3. stigmaların açık olması uçuş kaslarını havalandırır.
  2. Asıl olarak merkezi sinir sistemini havalandıran tek yönlü sistemdir ve abdomenin 1. stigması yoluyla pompalanmakta ve 5-10. stigmalar ile dışarı atılmaktadır.

Kanın hareketi ile trake sistemindeki hava akımı salınımı düzenlenir. Kanın toraksa veya abdomene hareketi ile hava keseleri sıkıştırılır, böylece havanın içeri yada dışarı hareketi sağlanır.

Böcek kanı genellikle oksijen taşıyan pigmentlerden yoksun olduğu için, solunum ihtiyaçlarının trake sistemlerindeki gaz dolu lümeden difüzyon ile temin edildiği kabul edilmektedir. Dışarıdaki hava segmentlerdeki stigmalarından trake sistemine girmekte, trake epiteli tarafından salgılanan kütiküler borular boyunca difüze olmakta ve daha sonra hücreler arasına penetre olmuş ince cidarlı kütiküler boru olan trakeoller vasıtasıyla dokulara geçmektedir. Bilinen tek istisna kan hücreleridir ve hemolimfte yüzdükleri için trake kanallarına bitişik değildir. Larvalarda (Lepidoptera), yetersiz oksijen düzeyi kan hücrelerinin yapısında etkiye neden olur ve kan hücrelerinin dokulardan serbest kalarak 8. abdomen stigmalarına yakın olarak bulunan ince cidarlı trake öbeklerinde birikimine neden olur.

Kan hücrelerinin öbeklerde birikmesi normal yapıya dönmelerini sağlar. Kan hücreleri ayrıca abdomen ucunda bulunan tokus adı verilen kısımda ince cidarlı trakelere de yapışırlar. Abdomenin 8. segmentindeki özelleşmiş trake sistemi ve tokus kan hücreleri için akciğer görevi üstlenir.

# 3. Suda yaşayan böceklerde Solunum Yapıları

**Suda yaşayan böcekler oksijeni havadan, suda znen oksijenden yada her ikisinden alırlar.**

- a. Ktiklar solunum
- b. Trake solungaları
- c. Plastron solunumu
- d. Solunum sifonu
- e. Stigma solungaları

### 3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi

A- Kitinden (deri) solunumu-doğrudan ktikla yoluyla olur ve böcek genellikle sulak bir ortamdadır. Çoğu endoparazit hymenopterler oksijeni bu yolla temin eder. Çoğu sucul böceklerde oksijenin bir kısmı bu şekilde alınır.

# 3. Suda yaşayan böceklerde gaz değişimi

B. Trake solungaları

Aşağıdakilerin gen bireylerinde bulunur :

Odonata, Plecoptera, Trichoptera, sularda yaşayan Megaloptera, Neuroptera, bazı sucul Coleoptera, bazı Diptera, bazı Pyralidler (Lepidoptera), Ephemeroptera

Yaprak yada levha şeklinde solungaları olan böceklerde, solungalar kaslarla hareket ettirilebilir. Bu durum suyu titreştirerek ok miktarda oksijen teminine olanak verir.

Düşük oksijende, plecoptera larvaları suyu solungalara doğru daha hızla iterler.

# Parazitoitlerde solunum

1. Erginlerde asıl olarak stigmalar yoluyla olmakta,
2. Endoparazitik larvada
  - a. Braconid larvalarında özel bir kaudal damar ile kütiküler solunum
  - b. Sifon kullanarak konukçu kütikülasına doğrudan temas ile



**Endoparazitoidlerde solunum. (A) *Blastothrix* (Hymenoptera) larvası yumurtanın kalan kısmına geriden bağlanmış durumdadır, böylece yumurta sapçığı yoluyla atmosfer ile bağlantısını sağlamaktadır, ve (B) *Thrixion* (Diptera) larvası konukçuya giriş kısmına yakın stigmalardan sağlar..**