



VETERİNER PROTOZOLOJİ

Prof. Dr. Serpil NALBANTOĞLU

Ankara Üniversitesi

Veteriner Fakültesi

Protozoonların Tarifi ve Tanımı

- Yeryüzünde canlılar Monerea, *Protista*, Fungi, Animalia ve Phyta olmak üzere 5 alemde toplanır.
- Sadece Monerea aleminin canlıları prokaryot olup, diğer alemlerin canlıları ökaryottur.
- Protozoonlar, *protista* aleminde yer alırlar. Ökaryot mikroorganizmalardır.

- Protozoon kelimesi,
- protos (=ilkel, tek, basit) ve
- zoon (=hayvan, yaratık) kelimelerinden türetilmiş olup, tek hücreli canlı anlamını ifade eder.
- Protozoon, tek bir hücreden ibaret; ancak farklılaşmış ve organize olmuş vücut yapıları ile yaşam için gerekli hareket, beslenme, üreme gibi tüm hayati fonksiyonları; metazoalar kadar yerine getirebilen mükemmel canlılardır.

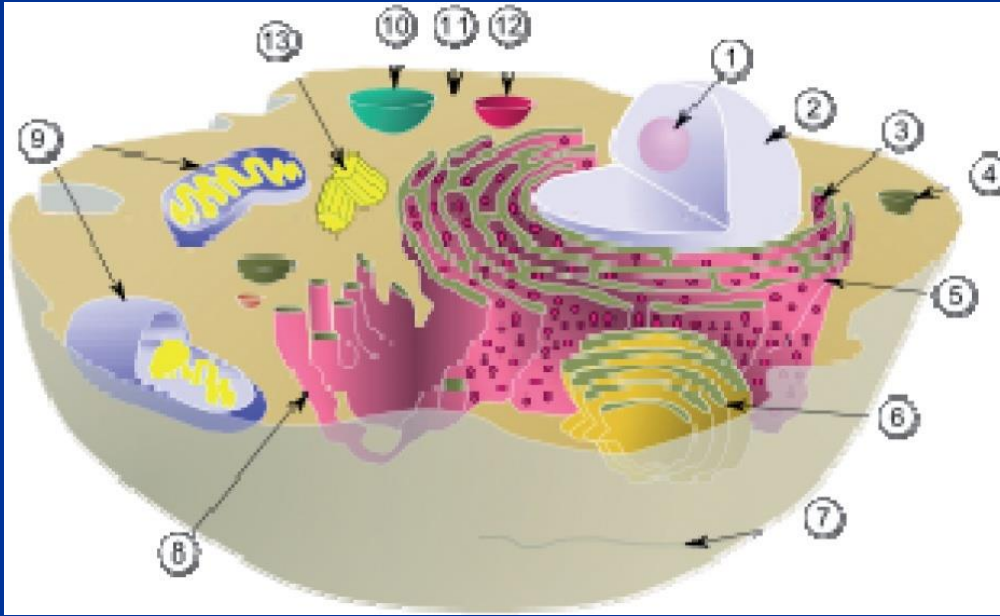
- Protozoon türlerinin büyüklükleri 1-300 μm arasında değişmektedir.
- Bunlardan parazitik yaşayan türler, çok küçük olup (0.5-20 μm) sadece mikroskopta tanınırlar ve birlikte yaşadığı canlının biyotoplarında yaşamlarını sürdürürler.
- Bu tek hücrelilerle ilgilenen bilim dalına Protozooloji adı verilir.
- Bu bilim alanının konuları protozoon türlerinin sınıflandırmadaki yeri, vücut yapıları, yaşam döngüleri, çevreyle ilişkileri olarak özetlenebilir.

Protozoonların Yapısal Özellikleri

- Protozoonlarda vücut belli bir şekle sahip olup; yuvarlak, oval, armut, lanset, mekik şeklinde olabilir.
- Ancak bazı protozoonlarda hücre zarının özelliğine ve protozoonun bulunduğu ortama bağlı olarak vücut şekilleri değişebilir.
- Ayrıca değişik gelişme dönemlerinde farklı morfolojik yapıda gösterebilirler (örneğin trofozoid, sporozoid, merozoid, kinet, ookinet, oocyst; vejatatif veya kist gibi).
- Protozoon'ların vücutları genellikle simetrik, bazı türler asimetriktir.

Ökaryotik bir hücrenin yapısı:

- 1) Çekirdekçik
- 2) Çekirdek
- 3) Ribozom
- 4) Vezikül
- 5) Granüllü (ribozomlu) endoplazmik retikulum
- 6) Golgi aygıtı
- 7) Sitoiskelet
- 8) Granülsüz (düz) endoplazmik retikulum
- 9) Mitokondriler
- 10) Vakuol
- 11) Sitoplazma
- 12) Lizozom
- 13) Sentriyoller (sentrozom)



- Protozoon çekirdek, sitoplazma ve sitoplasmayı dıştan saran hücre zarından ibaret bir hücredir.

Hücre Zarı

- Hücre zarı protozoona şekil verir, onu dış ortamdan ayırır ve ortama karşı korur.
- Aynı zamanda o ortamla olan ilişkisini de sağlar. Zaman zaman protozoonun cevabını ortama aktarır.
- Ayrıca pek çok biyolojik etkinlik bu zar sayesinde gerçekleştirilir.

Hücre Zarı

- Protozoonlarda zar sitoplazma içerisinde yer alan hyaloplazmanın modifikasyonu ile oluşur.
- Hücre zarı, genellikle lipid yüzeyleri birbirine bakan iki katlı fosfolipid yapıda olup, bu tür zara “pellikula” adı verilir. Protozoonların çoğu pellikula ile çevrilmiştir.
- Ancak bazı protozoonlarda tek katlı bir zar söz konusudur. Bu zar esnek olup, protozoona sabit bir şekil veremez.
 - Sarcodina türlerinde görülen bu zar “Plasmalemma” olarak isimlendirilir.

Hücre Zarı

- Hücre zarındaki lipid yapı içerisine, farklı karakter ve işlevselliği olan proteinler de katılarak, hücre zarının yapılanması tamamlanır.
- Hücre zarında işlevlerine göre 3 grup protein saptanmıştır.
 - Bunlar kanal,
 - algılama (reseptör) ve
 - tanııtım (kimlik) proteinleridir.

Kanal Proteinleri

- Zar içerisinde oluşan kanalcıkların teşkilinde yer alırlar. Bu kanallar seçici özellikte olup zarın “seçici geçirgen” karakterinin oluşumunda rol oynarlar.
 - Buradaki seçicilik hem hücre içine alınması gerekli maddeler, hem de hücreden atılacak artık maddeler için söz konusudur.
 - **Burada esas olan yarı geçirgenlik değil, seçici geçirgenliktir.**
 - Bazı gelişmiş protozoon türlerinde (*Balantidium coli*), ağız (*sitostom ve sitopharinks*) ve anüs (*sitopig*) gibi madde alış-verişinin yapıldığı özelleşmiş organeller de vardır.

Algılama (Reseptör) Proteinleri

- Protozoonun çevreyle olan ilişkisini düzenler.
- Parazit protozoonların konakla ilişkisinde önemleri vardır.
- Protozoonun konak da özellikle yerleşeceği, gelişmesini sürdürebileceği yerin seçiminde rol oynarlar.
- Bu proteinler bazı protozoonlarda vücudun belirli yerlerinde toplandığı halde, bazılarında tüm vücut yüzeyine yayılmış olarak bulunurlar.

Tanıtım (Kimlik) Proteinleri:

- Bu proteinler özellikle ileri düzey ökaryotlarda ve bazı iyi gelişmiş protozoonlarda yer alır.

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

- Yüzey örtüsü (surface coat)
- Kist duvarı
- Kabuklar
- Apikal kompleks

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

yüzey örtüsü

- Protozoonlarda zarın hemen üzerinde,
- protozoonun türüne ve gelişme dönemlerine göre değişen kalınlıkta,
- gliko-protein tabiatında bir “yüzey örtüsü” (surface coat) mevcuttur.

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

yüzey örtüsü

- Hücre zarının gliko-protein yapı, proteinini oluşturan aminoasitlerin polipeptid zincirlerinin gevşek bağlı ve değişken özelliğe sahip olması sayesinde hücre zarı yüzey örtüsü rahatlıkla kimlik değiştirebilir.
- Protozoonun bulunduğu ortamda kendisine karşı gelişecek yok etme girişimlerinden kendini gizlemesine olanak sağlar ve
- bulunduğu ortamda varlığını ve
- canlılığını sürdürür.

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

yüzey örtüsü

- Bu sayede bulunduğu ortamda karşılaştığı antikor, ilaç gibi maddelerden mevcut protein yapısını, yani antijenik yapısını değiştirerek kurtulabilir.
- Bu özellik protozoonun virulansını, yani hastalık yapma gücü de artırır.
- Hücre zarı yüzey örtü tabakası, doku sıvılarında yaşayan ve konak direncine, hücre içi türlere göre daha fazla maruz kalan protozoonlarda (*Trypanosoma türlerinde*) oldukça kalın ve iyi gelişmiştir.

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

kist duvarı

- Bazı protozoonların kist, ookist adı verilen dayanıklı gelişme şekillerindeki kist duvarıdır.
- Bazı protozoon türleri bulunduğu ortamda besin maddesinin azalması ve ortamın kimyasının bozulması (pH) durumunda, yeterince beslenemez ve üreyemezler. Bulduğu ortamı terk edip, yaşamını farklı bir ortamda devam ettirmek zorunda kalabilirler.
- Bu durumda protozoon kendini farklı ortamın olumsuz zor şartlarına karşı koyabilecek dirençli bir forma dönüşür. Bu olaya “kistlenme” denir.
- Kistlenen protozoonun zarı üzerinde daha kalın ve sağlam, olumsuzluklara dayanıklı ikinci bir, tabaka oluşur.

Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

kabuklar

- Serbest yaşayan protozoonlarda, yine bulunduğu ortamda ki olumsuz şartlardan kendini korumak için, zarın dışında ortamdaki kalsiyum-karbonatın vücut salgısıyla birleşip çökmesiyle oldukça sert, silis ve kalkerden yapılmış kabuklar (Foraminipherea) olabilir.
- Bunlardan bazılarının kabuğu delikli olup, buralardan yalancı ayak vs. çıkar.
- Kabuk oldukça sert olup protozoonu olumsuz çevre şartlarına karşı korur.

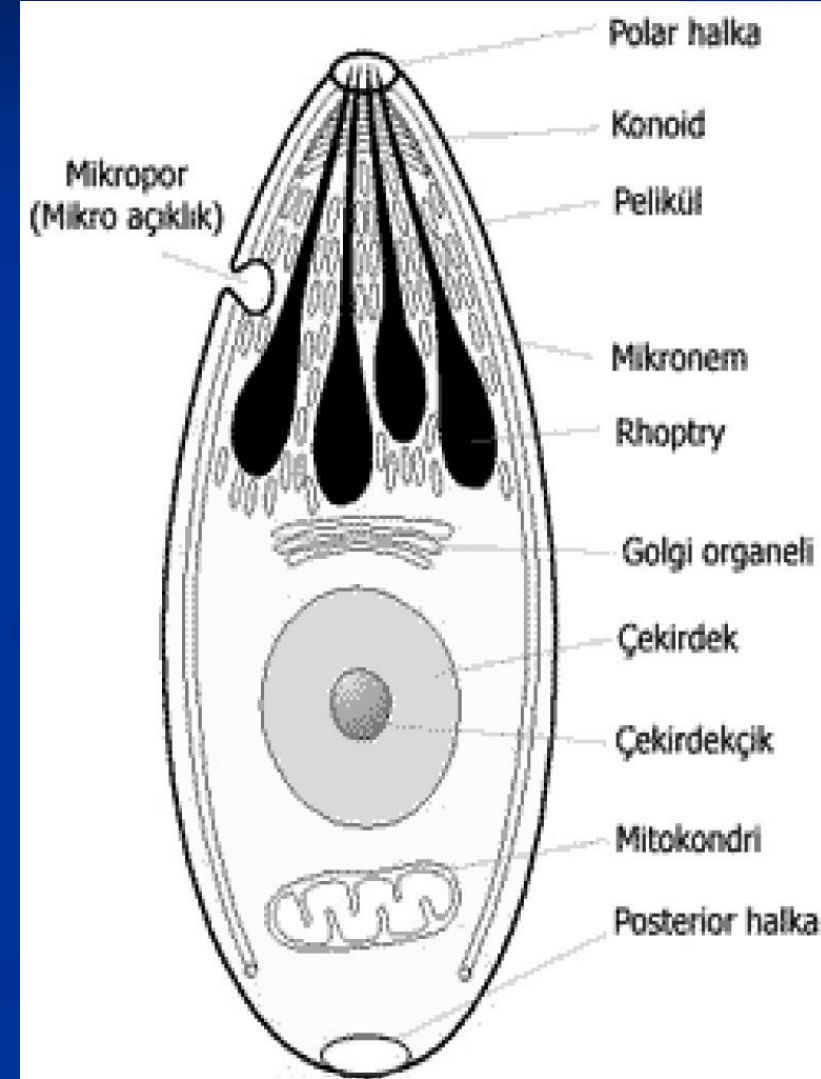
Hücre Zarı İle İlişkili Yapılar

apikal kompleks

- Protozoonların elektron mikroskopla incelenmesi ile birlikte 1970’li yıllarda ortaya konmuş olan bu yapı, adından da anlaşılacağı gibi vücudun ön tarafında çeşitli organellerden teşekkül etmiş kompleks bir yapıdır.
- Bu yapının saptanması ile birlikte protozoolojide sınıflandırmalar değişmiş, apikal komplekse sahip türler önceleri kök olarak, günümüzde ise kök altı olarak “Apicomplexa” adı altında sınıflandırmadaki yerini almıştır.

Apikal kompleks

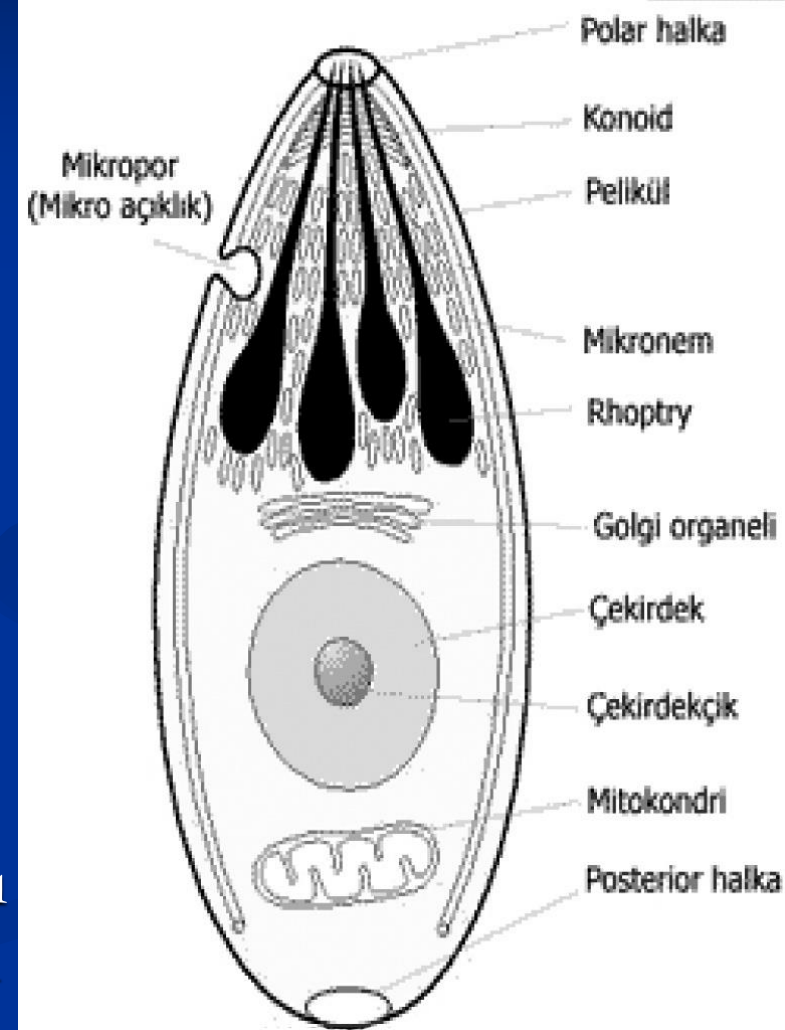
- Genellikle Alveolata kökü,
- Apicomplexa kök altında bulunur.
- İnsan ve hayvanlarda birçok hastalık etkenini içinde barındıran Sporozoea sınıfına dahil parazitik protozoonlarda görülür.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks

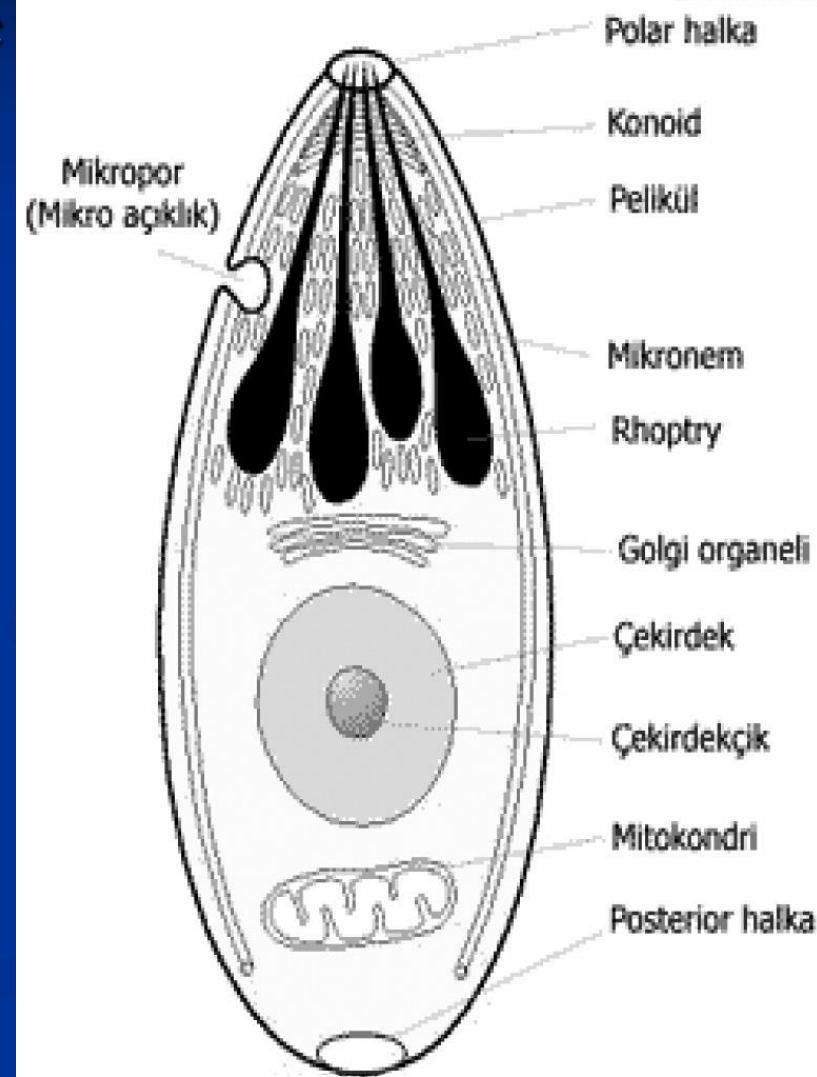
- Bu sınıfın üyeleri hücre içi gelişir.
- Bu organeller özellikle hücreyi bulmada,
- hücreye girmede ve
- hücreye adapte olmada görev üstlenirler.
 - Örneğin dolaşım kanında *Babesia* etkenlerinin eritrositleri, *Theileria* türlerinin lenfositleri bulması; tavuk *Coccidia* türlerinin bağırsaklarda yerleşeceği bölüm ve hücreleri bulması gibi hedef hücrelere kilitlenmesi apikal kompleks yapı sayesinde olur.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks

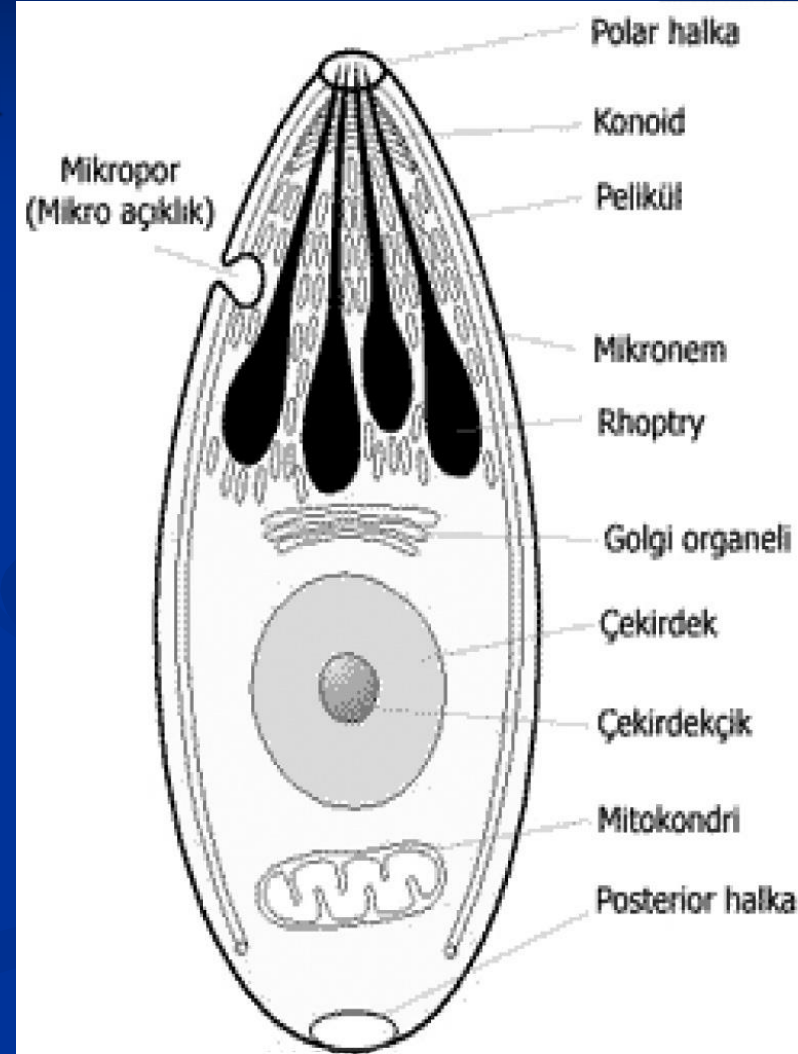
■ Protozoon hücreye girmeden önce ön ucu sivri, arka ucu daha yuvarlak, türe ve gelişme dönemlerine göre değişen boyutlarda, bir havuç şekli alır.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks

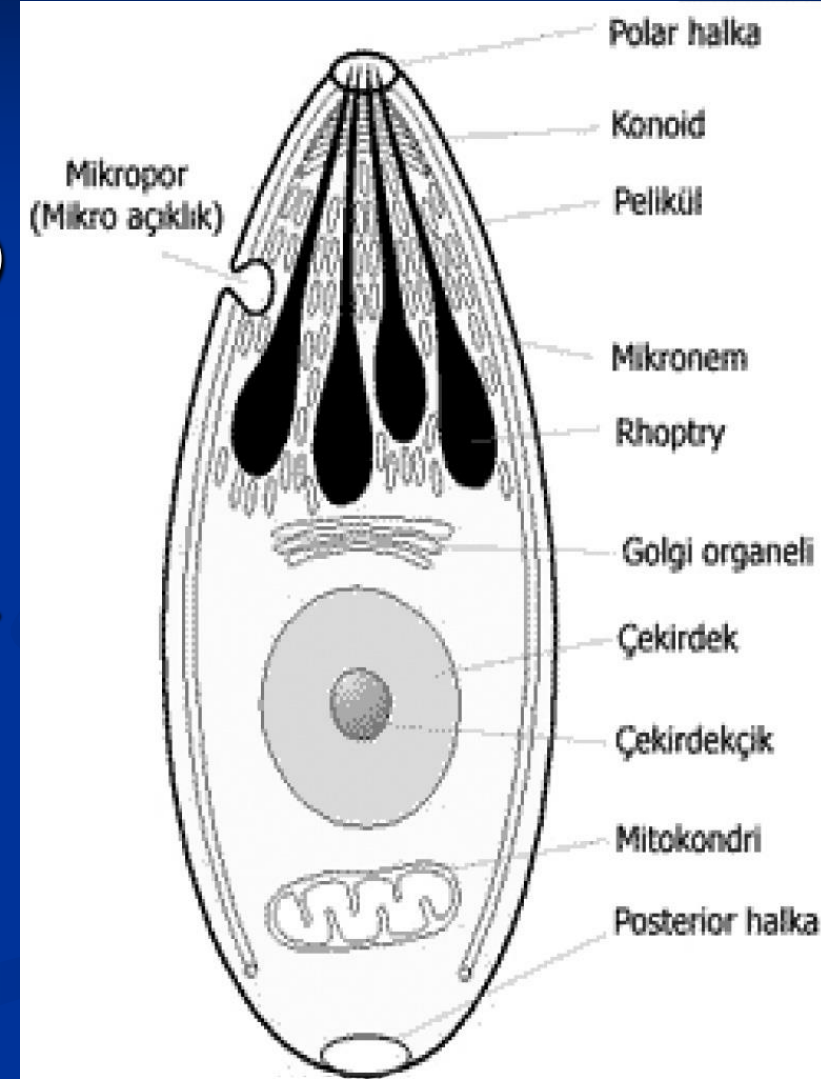
- Protozoon hücreye giderken ön ucunda apikal kompleks organelleri ile birlikte, nükleer başlıklı bir füze şeklinde ve donanımında olup, gelişme dönemini geçireceği hücreyi bu şekli ve donanımı sayesinde kolaylıkla bulur ve hücreye dahil olur.
- Hücre içine girdikten sonra görevi sona eren apikal kompleks organelleri genellikle rezorbe olurlar.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks Organelleri

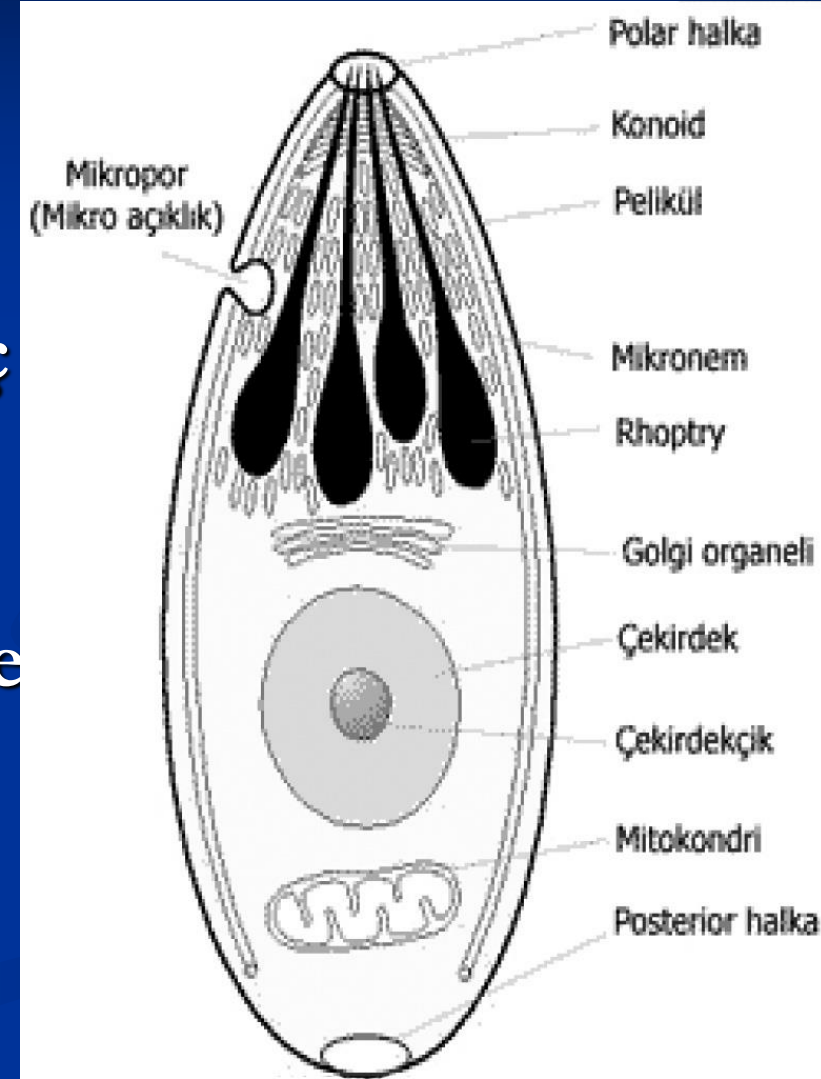
- Konoid
- Kutup Halkası (Polar Ring)
- Rhoptri
- Mikronem
- Subpellicular mikrotubüller



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks Organelleri

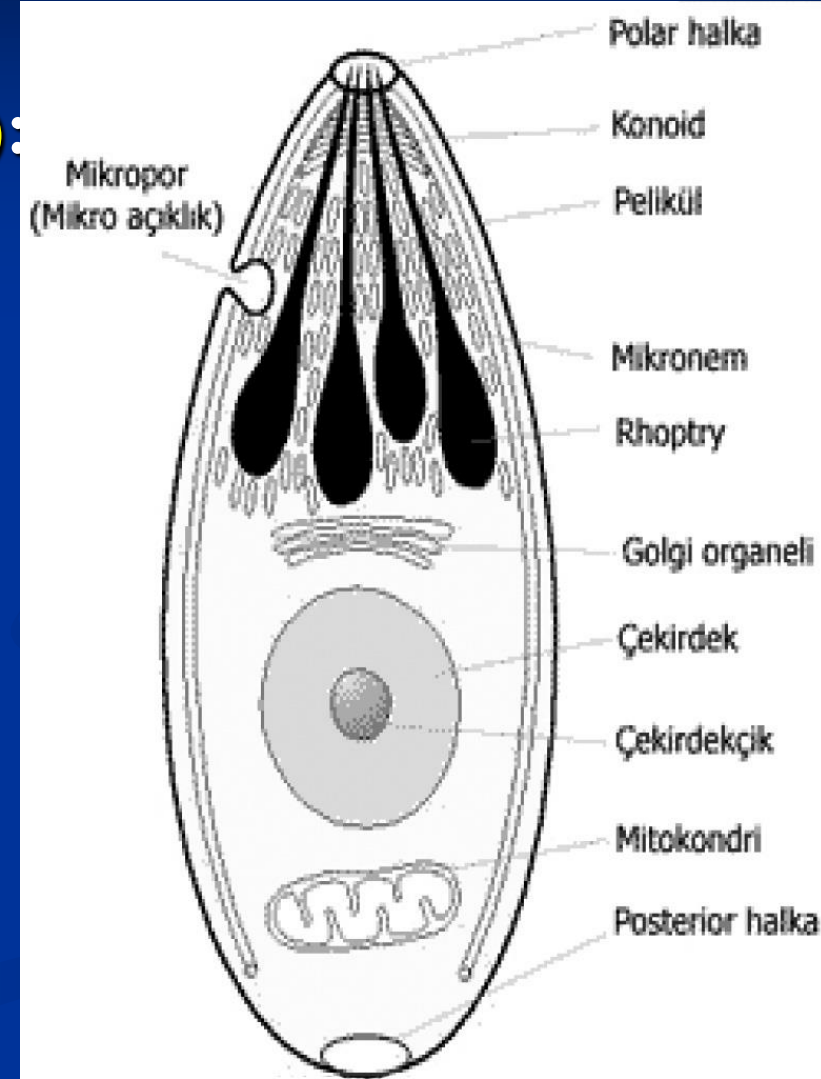
- **Konoid:**
- Hücreye giderken füze şeklini alan protozoonun uç kısmında konik tarzda bir çıkıntı olarak gelişen oluşumdur. Bu yapı hücreye girişte yardımcı olur.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks Organelleri

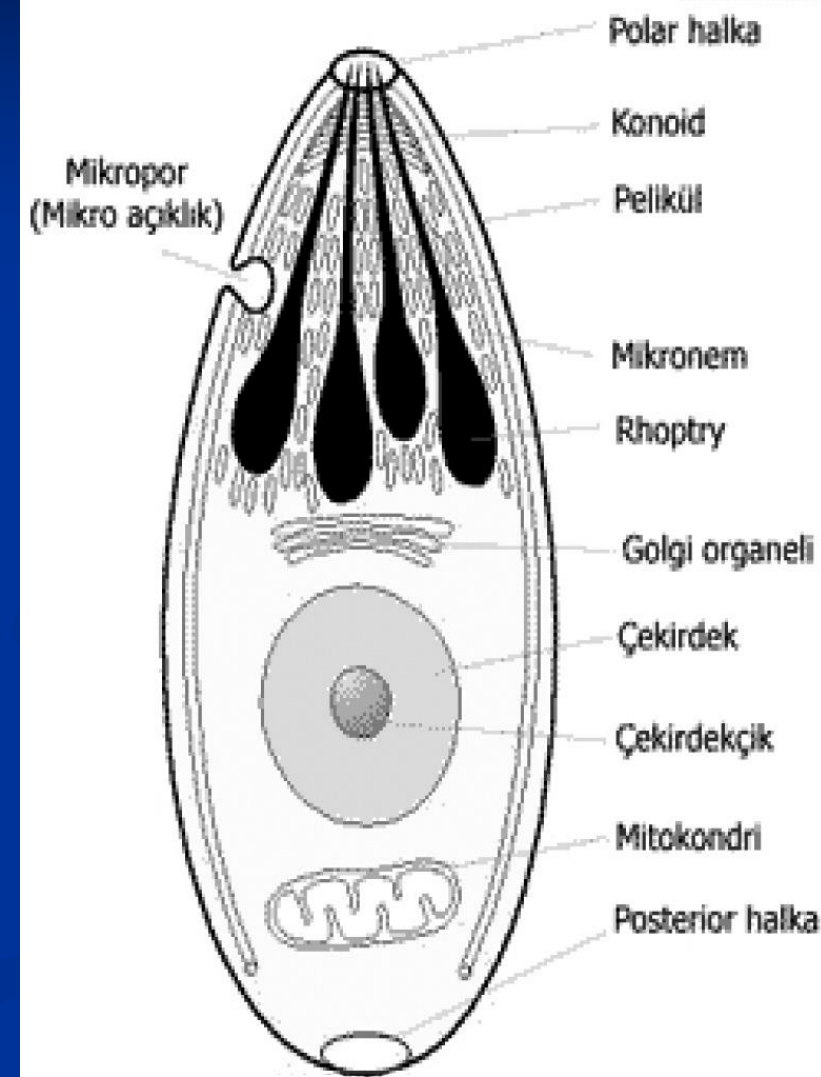
- **Kutup Halkası (Polar Ring):**
- Burada konak doku ve hücrelerin seçiminde işe yarayan reseptörler yer alır.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks Organelleri

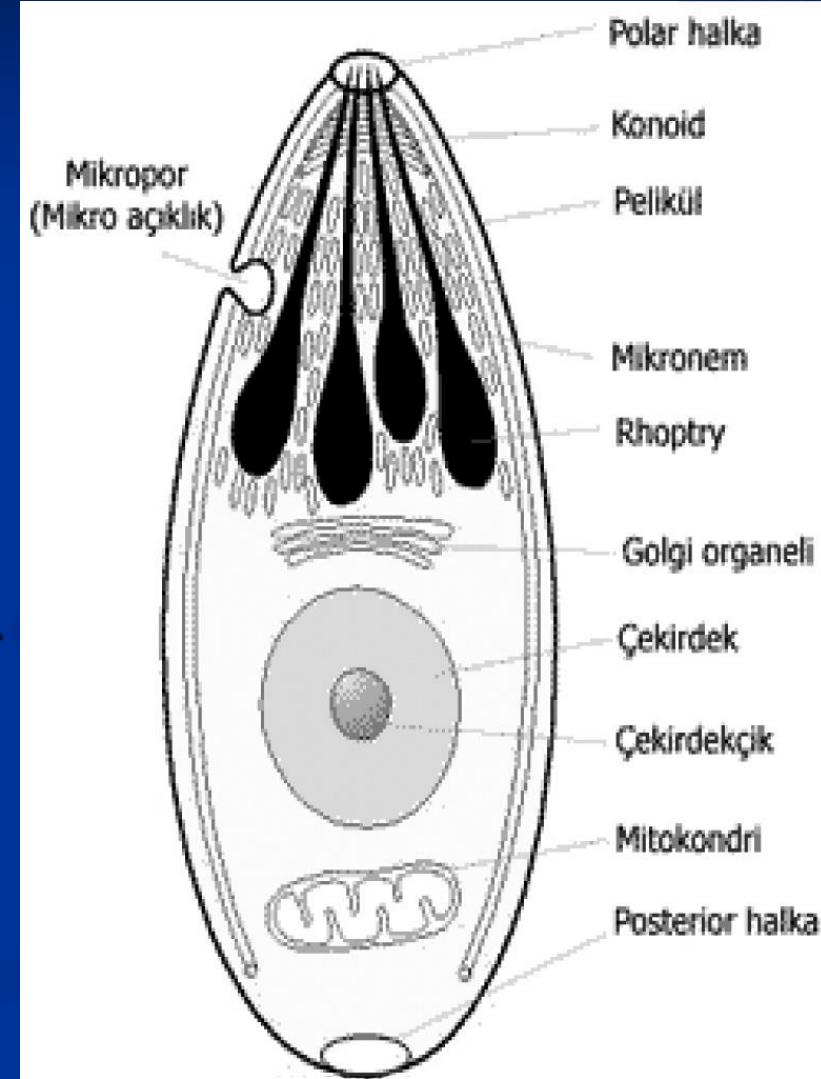
- **Rhoptri:**
- Bir çift kese şeklinde olup enzim içerir. Bu enzim sayesinde protozoon hücreyi irkiltmeden içeri girer ve içeride gelişmesini sürdürür. Bu salgı hücreye ait algaçları inaktive eder ve hücreye ait savunma mekanizmalarını kırar.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Apikal kompleks Organelleri

- Apikal kompleks içerisinde zarla ilişkili olan bu üç yapı dışında, kayarak hareket etmeye yarayan kassal oluşumlar (**mikronem**) ve pellicula altında çok sayıda yer alan destek ve boşaltı organelleri (**subpellicular mikrotubuller**) bulunur.



Apikal kompleks yapının şematik görünümü

Sitoplazma

- Sitoplazmanın, homojen, granüllü, vakuollü, kolloidal, peltemsi ve yapışkan bir yapısı vardır.
- Genellikle şeffaftır, ancak bazı protozoonlarda pigmentlerden dolayı renkli olabilir.
- Sitoplazma sıvı ve şekilli organellerden ibarettir.

Sitoplazma

- Sitoplazmanın sıvı kısmına “hyaloplazma” (temel plazma) adı verilir.
- Hyaloplazma; su, protein, vitamin, karbonhidrat, yağ, hormon içerir ve bir doğal yaşam vasatıdır.
- Hyaloplazma içinde yer alan hücrenin şekilli elemanları, organeller ise polipeptid ve yağ zincirlerinden oluşan unit membran ile çevrilidir.

Sitoplazma

- Sarcodina'larda sitoplazmanın ekto ve endoplazma olarak iki kısmı açıkca farkedilir.
- **Ektoplazma**, hücre zarının hemen altında ince, daha şeffaf ve hareketsiz bir yapı arz eder,
- ektoplasma yaptığı salgı ile protozoonun dışında bir kabuk oluşturarak onu dış etkilerden korur,
- protozoona belli bir şekil verir,
- ayrıca hareket organelleri de buradan çıkar.

Sitoplazma

- Sarcodina'larda sitoplazmanın ekto ve endoplazma olarak iki kısmı açıkça farkedilir.
- **Endoplazma** daha granüllü ve aktiftir.
- Endoplasmada beslenme ve üreme fonksiyonları icra edilir.
- Endoplasmada çekirdekten başka çeşitli sitoplasmik organeller bulunur. Bu organeller içerisinde en önemlileri endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, lizozom'lar, vakuoller, mitochondria, perokrizomlar, ribozomlar ve destek yapılarıdır.
 - Ekto ve endoplazma ayırımı özellikle amiplerde belirgindir.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Endoplazmik Retikulum

- Bu organel çekirdek zarı ile hücre zarı arasında uzanan kanallardan ibarettir.
- İki farklı işlevsel yapıda endoplazmik retikulum vardır.
- Bunlardan biri üzerinde ribozomlar bulunan “granüllü veya kaba endoplazmik retikulum”, diğeri ribozom bulunmayan “agranüler veya düz endoplazmik retikulum”dur.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

- **Granüler endoplazmik retikulumda**
- Ribozomlar protein sentezinde görev alır ve primer proteinleri kompleks hale getirir. Oluşan kompleks proteinler, granüler endoplazmik retikulumdan özellikle golgi aygıtına taşınır.
- **Agranüler endoplazmik retikulumda** ise
- Glikojen ve lipid sentezi yapılır ve bunların gerekli yerlere taşınması gerçekleştirilir.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Golgi Aygıtı

- Keselerden oluşmuştur.
- Çekirdeğin hemen civarında disk şeklinde üst üste dizilmiş olarak görülen bu yapı bazı Ciliata türleri hariç her protozoonda vardır.
- Özellikle sindirim enzimlerinin salgılanmasında ve bu enzimlerin lizozoma taşınıp toplanmasında rol alır.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Lizozomlar

- Golgi aygıtından köken alır, içerisinde sindirim enzimleri mevcuttur.
- Metabolizmanın gerçekleştiği yerdir.
- Normalde sahip olduğu enzimler inaktiftir.
- Enzimler, besin alındıktan sonra meydana gelen pH değişimi ile aktive olur.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Vakuol

- Gıda,
- kontraktil ve
- konkroment vakuol olmak üzere üç farklı işlevsel vakuol vardır.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

- **Gıda Vakuolü (Endozom)**
- Beslenme sırasında gıdaların sindirilmek üzere içine alındıkları etrafı zarla çevrili oluşumlardır.
- Bunlar iki tiptir.
 - **Fagozom** büyük katı partikülleri,
 - **pinozom** sıvı veya küçük partikülleri içeren vakuollerdir.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

- **Kontraktil Vakuol**
- Gerek osmoz ile girmiş olan gerekse gıdalarla vücuda alınmış olan fazla suyu dışarı atmak için oluşturulur.
- Bunlara genelde serbest, tatlı sularda yaşayan protozoonlarda rastlanır.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Konkroment Vakuolleri

- Bazı Ciliata gruplarında vücudun ön 1/3'ünde yuvarlak veya oval katı maddeler ihtiva eden bir vakuoldür.
- Bu vakuol pelliküler bir başlığı, kalıcı bir cidarı, konkroment tanecikleri ve iki fibril sistemi ile komplike bir yapı gösterir.
- Bazı araştırmacılar bunun bir denge organelli olduğu kanaatindedir.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Mitochondria

- Mitokondria bir çift unit zardan oluşmuştur. Dıştaki zar düz, içteki ise girintili çıkıntılıdır.
- Dış zarın endoplazmik retikulumden köken aldığı sanılmaktadır. İçteki zar girintilerine krista denir.
- Serbest yaşayanlar ile aerobik ortamda yaşayanlarda mitokondria iyi gelişmiştir.
- Protein sentezinde görev aldığı tahmin edilmektedir.
- Mitokondride enerji oksidasyon ile elde edilir.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ **Peroksizom**

- Sitoplazmada endoplazmik retikulumdan köken alır.
- Protozoona zararlı yapıların detoksifiye edildiği kese yapısındaki oluşumlardır.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Ribozomlar

- Sitoplazmada serbest olarak bulunur.
- Bunlar tarafından üretilen proteinler hücre içi kullanılır.
- rRNA sentezinde görev alır.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

■ Destek Yapılar

- Bütün ökaryotik hücrelerde sitoplazma içinde hücre iskeletini oluşturan protein iplikcikleri bulunur.
- Bunlar hücrenin şeklini ve hücre içi organellerin belli bir konumda kalmasını sağlar.

Sitoplazmada Yer Alan Organeller

- **Destek Yapılar:** Işık mikroskopunda görmek mümkün değildir, elektron mikroskopta saptanabilir.
- sürekli olarak polimerizasyonla oluşur.
- Bu iplikcikler;
 - aktin flamenler (Uzun protein iplikcikleri),
 - mikrotubuller (protein yapısında, içi boş tüp ve borucuklar) ve
 - ara bağlantı iplikcikleri olmak üzere üç çeşittir.
- Gerek tubuller gerekse iplikcikler hücre zarı ile ilişki halindedirler.

Sitoplazmada Protozoonlara Özgü Organeller

- Apikal Kompleks
- Kinetoplast
- Bazal Cisimcik
- Flagellum (Kamçı)
- Silium
- Yalancı Ayaklar (Pseudopoda)
 - Lobopodium
 - Filopodium
 - Retikulopodium
 - Axopodium
- Parabazal Cisimcik
- Aksostil
- Kosta
- Dalgalı Zar
- Hidrogenosom
- Glikosom
- Mitosom