



Sindirim Sistemi



Büyük yapıya sahip olan besinlerin veya maddelerin daha küçük yapıları dönüştürülerek hücre zarından geçebilmesi olayına **sindirim** denilmektedir. Sindirimi kısaca özetlemek gerekirse, gıdaların ve besinlerin vücudumuz tarafından daha kolay emilebilmesi için küçük parçalara ayrılması olarak tanımlanabilir. **Sindirim sistemi**, tüm vücudu beslemek için yiyeceği enerjiye ve temel besin maddelerine dönüştürmek için birlikte çalışan bir grup organdır.

**Sindirim sayesinde;**

- Besinler hücre zarının yapısından geçebilecek duruma gelir. Bunu örnek bir örnek ile anlatacak olursak, aldığımız besinlerdeki nişasta büyük yapıları olduğu için hücre zarından geçemez ancak sindirim sayesinde glikoza dönüştürülerek hücre zarından geçebilmektedir.
- Sindirim sayesinde besinler, hücre solunumunda kullanılacak duruma getirilir.
- Sindirim sayesinde besinler, canlıya özgü olan polimerleri oluşturabilecek hale gelir. Bunu bir örnek ile açıklamak gerekirse, Nişasta alan bir insan bunu glikoza kadar parçalar ve hücrelere alınan glikoz glikojen şeklinde depolanabilmektedir.
- Sindirim olayı, mekanik sindirim ve kimyasal sindirim olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir.

## Mekanik Sindirim

Mekanik sindirim, çiğneme ve ezme gibi fiziksel olaylar sayesinde büyük molekül yapılarının daha küçük molekül yapılarına parçalanması olayıdır. Unutulmaması gereken bilgi mekanik sindirim sonucu oluşan ürünler hücre zarından geçememektedir.

## Kimyasal Sindirim

Hidroliz olayının gerçekleşmesi kimyasal sindirimdir. Yani, su ve enzimler yardımıyla moleküllerin yapıtaşlarına dönüşmesi olayıdır.

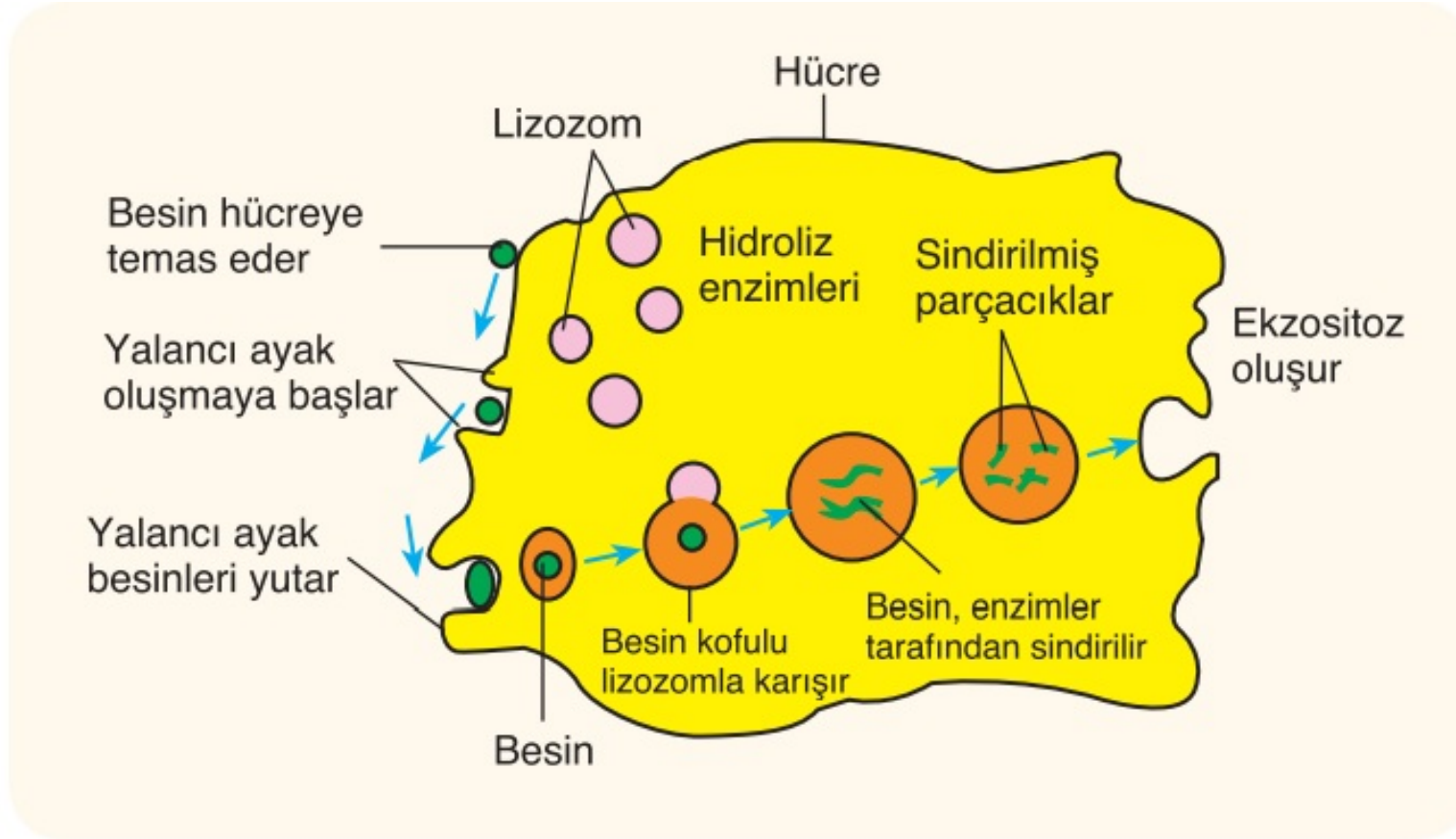
Mekanik sindirim, kimyasal sindirimi gerçekleştiren enzimler için substrat yüzeyinin arttırılmasını sağlar.

Sindirim olayı özelleşmiş kısımların içerisinde gerçekleşmektedir. Bunu bir örnek ile açıklayacak olursak, tek hücrelilerde sindirim kofulu, çok hücrelilerde sindirim boşluğu içerisinde gerçekleşmektedir. Çünkü bu sayede canlıların diğer organları ve yapıları sindirim olayı nedeniyle zarar görmemiş olur.

Sindirim olayı, Hücre içi sindirim ve hücre dışı sindirim olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

## Hücre İçi Sindirim

Katı besinlerin fagositozla, sıvı olan besinlerin ise pinositozla koful içerisine alınıp; bu koful içerisinde sindirilmesi hücre içi sindirimdir. Buna ek olarak hücre içerisindeki görevi sona eren veya depalanmış durumda olan moleküllerin parçalanması da hücre içi sindirim olayıdır. Hücre içi sindirim olayı; bitkilerde, protistalarda, sürüngenlerde ve sölenler gibi canlılarda görülmektedir.



### Hücre İçi Sindirim

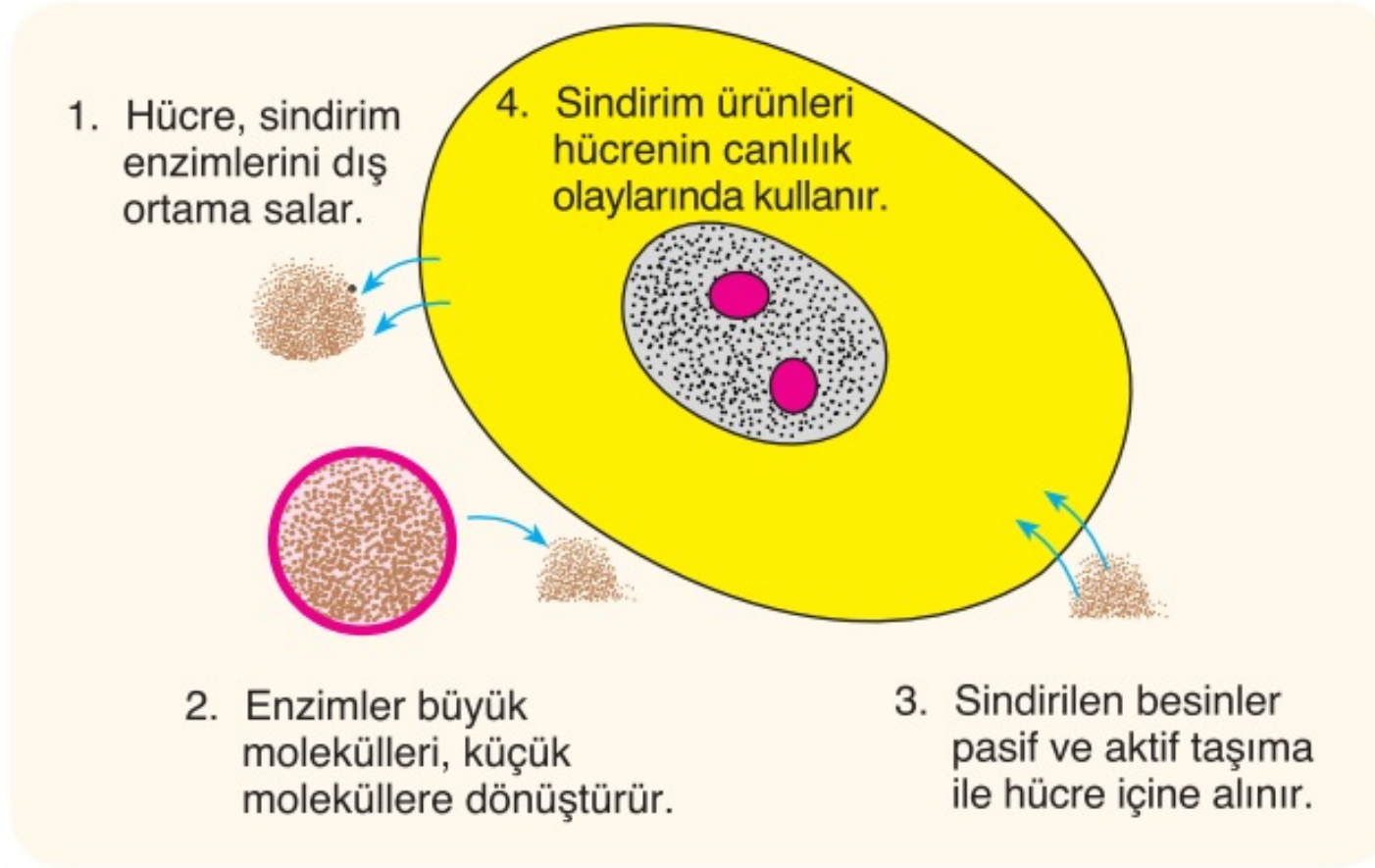
**Protista ve sürüngenlerde** katı besinler fagositoz yoluyla, sıvı besinler ise pinositoz ile hücre içine alınmaktadır. Hücre içine alınan katı veya sıvı besinlerin etrafını bir zar kaplar bu zara **besin kofulu** denilmektedir. Oluşan besin kofulu lizozom organel ile birleşir. Lizozom

organeli içerisindeki enzimler besin kofulu içerisindeki besinleri parçalar. Parçalanmış besinler daha sonra besin kofulunun zarından sitoplazmaya geçerek hücre metabolizmasında kullanılır. Kullanılan besinlerin görevi ve işlevi sona erdikten sonra **atık maddeler** olarak tanımlanır. Atık maddeler Boşaltım kofulu olarak adlandırılan bir yapılar ekzositoz ile hücre dışına atılmaktadır.

Sindirim olayının gerçekleştiği en basit yapı besin kofullarıdır. Sindirim olayının koful içerisinde gerçekleşmesi hücrenin kendi kendini sindirmesini engellemektedir.

## Hücre Dışı Sindirim

üretilemiş sindirim enzimlerinin hücre dışına gönderilmesiyle sindirimin hücre dışında gerçekleşmesi olayıdır. Hücre dışı sindirim; çürükçül canlılarda, böcekçil bitkilerde, sindirim sistemi gelişmiş olan omurgasız canlılarda ve omurgalı hayvanlarda meydana gelmektedir.



### Hücre Dışı Sindirim

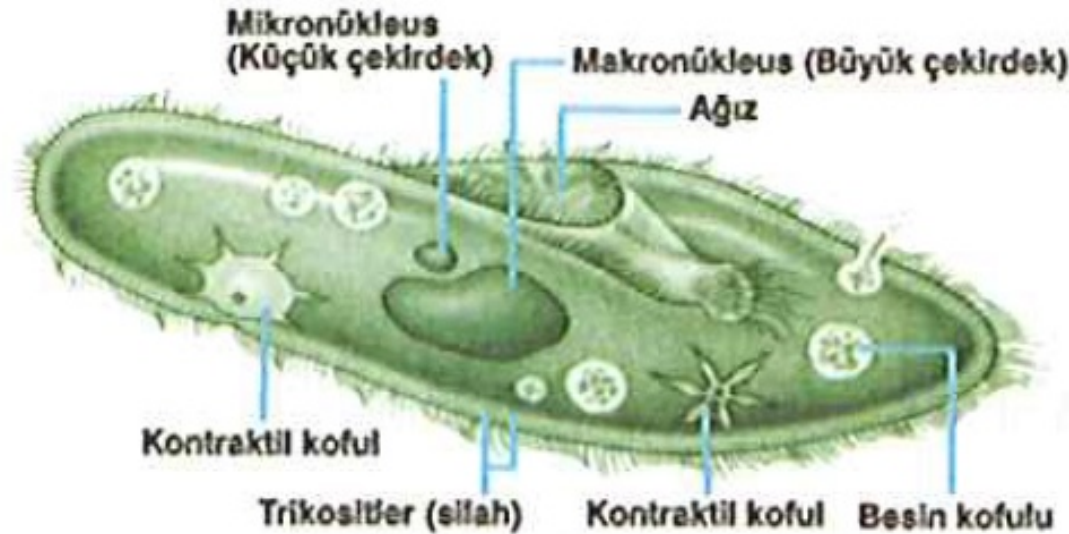
Hücrenin dış kısmına veyahut vücut ile bağlantılı olan özel sindirim boşluklarına sindirim enzimleri salgılanır. Salgılanan bu sindirim enzimleri sayesinde büyük moleküllü besin maddeleri yapı taşlarına kadar parçalanır. Parçalanmış besin maddeleri daha sonra difüzyon veya aktif taşıma olaylarıyla hücre içine taşınır. Burada sindirim olayı hücre dışında gerçekleştiği için buna hücre dışı sindirim denilmektedir.

Hücre dışı sindirim olayında kullanılan sindirim enzimleri hücre dışı sindirim olayındaki gibi lizozoma bağlanmaz. Hücre dışı sindirimde enzimlerin salgılanmasında ribozom, endoplazmik retikulum, golgi aygıtı ve hücre zarı görev yapmaktadır.

Hücre dışı sindirim olayı hücre içi sindirim olayından daha avantajlıdır. Çünkü, hücre dışı sindirim olayında hücre içine alınmayan besinlerden de faydalanılmaktadır.

## TEK HÜCRELİLERDE SİNDİRİM

- Klorofile sahip olan tek hücreli canlılar kendi besinlerini kendileri üretmektedir.
- Hetotrof olan tek hücreli canlılar zardan geçebilen maddeleri difüzyon yoluyla, geçemeyen maddeleri ise fagositoz ve pinositoz yardımıyla hücre içine almaktadırlar. Tek hücreli canlıların sindirimi koful içerisinde yapmaktadırlar. Sindirilen maddeler sitoplazmaya geçerken, koful içerisinde kalan artık maddeler hücre dışına atılır.

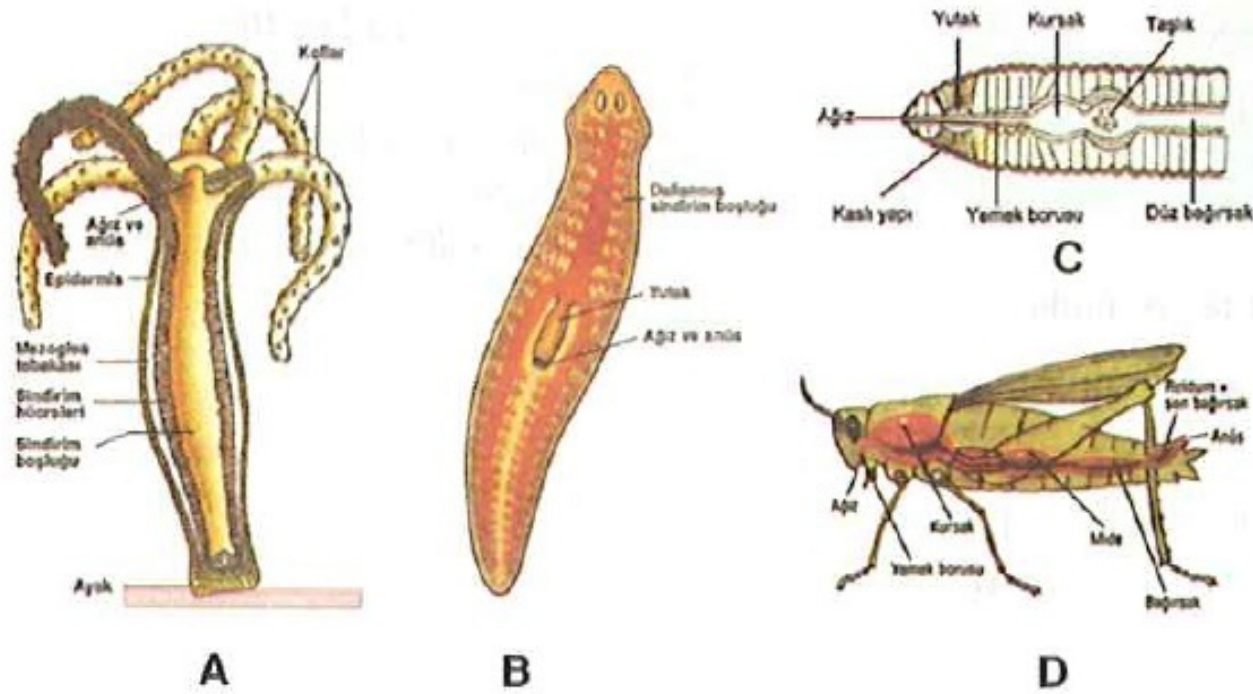


- Saprotit tek hücreli canlılar, sindirim enzimlerini hücre dışına salgılar ve sindirim sonucu oluşan ürünleri difüzyon veya aktif taşımayla hücre içine alırlar.

## OMURGASIZLARDA SİNDİRİM

**Sürüngen canlılarda** sindirim sistemi bulunmamaktadır. Bu canlılarda hücre içi sindirim olayı görülmektedir. Sürüngenlerin yapısında bol miktarda por adı verilen delikler bulunmaktadır. Sürüngenlerde por adılan verilen yapılar dışında, anüs ve ağız işlevi gören sindirim açıklığı bulunmaktadır. Porlardan su akıntısıyla giren mikroskobik bitki ve hayvanlar (planktonlar) fagositoz ile hücre içerisine alınarak sindirilirler. Sindirilemeyen artık maddeler ise tekrar suya verilerek vücut açıklığından dışarıya atılmaktadır.





A: Hidrada

B: Planaryada

C: Toprak solucanında

D: Böcekte

**Sölenler canlılarda** dış kısma açılan tek bir delikleri bulunmaktadır. Sölenlerde hücre içi ve hücre dışı sindirim olayı gerçekleşmektedir.

**Örneğin** hidralarda ağız ve anüs görevi olarak işlev gören tek açıklık bulunmaktadır. Bu yapının çevresinde besinin alınmasına yardımcı olan tentakül adı verilen uzantılar bulunmaktadır. Açıklıktan içeri giren besinler, sindirim boşluğu denilen kısma geçer. Sindirim boşluğundaki hücrelerin salgıladığı enzimlerle besinler yarı sindirilmiş parçalar haline gelir. Bu olay hücre dışında gerçekleştiği için hücre dışı sindirim gerçekleşmiş olur. Yarı sindirilmiş durumdaki bu besinlerde daha sonra endositoz yoluyla hücre içine alınarak besin

kofulu oluşur. Besin kofulu daha sonra lizozom organeli ile birleşir. Besin kofulunun içerisindeki yarı sindirilmiş besinler lizozomla birleştikten sonra lizozomun salgıladığı enzimlerle parçalanır. Bu olaya hücre içi sindirim denilmektedir. Sindirilmeyen besinler ve kullanılmış artık maddeler ağız ve anüs görevi gören tek açıklıktan dışarı atılır.

**Yassı solucanlardan planarya'da** tek açıklık bulunmaktadır. Bu canlılar sindirim olayı tıpkı hidralardaki gibidir. Yalnızca aralarındaki tek fark sindirim bolukları hidraya oranla daha fazla dallanmıştır. Bu canlılarda hücre dışı sindirim olayını hücre içi sindirim olayı takip etmektedir.

**Toprak solucanlarında** ağız kısmında başlayan ve anüste biten tam sindirim kanalı olarak adlandırılan bir sindirim şekli vardır. Toprak solucanları hücre dışı sindirim yapmaktadır. Ağız kısmından sonra solucanlarda besini emen kaslı bir yutak bulunmaktadır. Besin yemek borusundan sonra kursağa geçmektedir. Kursakta besinler nemlendirilip depolanmaktadır. Kursaktan sonra besinler taşlık olarak adlandırılan kısma geçmektedir. Taşlıkta bulunan küçük taşların yardımıyla besinler mekanik olarak ufalanır. Taşlıkta ufalanan besinler daha sonra bağırsağa geçer ve burada enzimlerin etkisiyle monomerlerine parçalanırlar. Daha sonra monomerlerine parçalanan bu besinler bağırsak tarafından emilir. Tüm bu işlemlerden sonra kullanılan besinler ve sindirilmeyen artık maddeler anüs adı verilen yapıdan dışarı atılır.

### **Toprak solucanlarında sindirim olayı sırasıyla;**

Ağız – Yutak – Yemek Borusu – Kursak – Taşlık – Bağırsak – Anüs

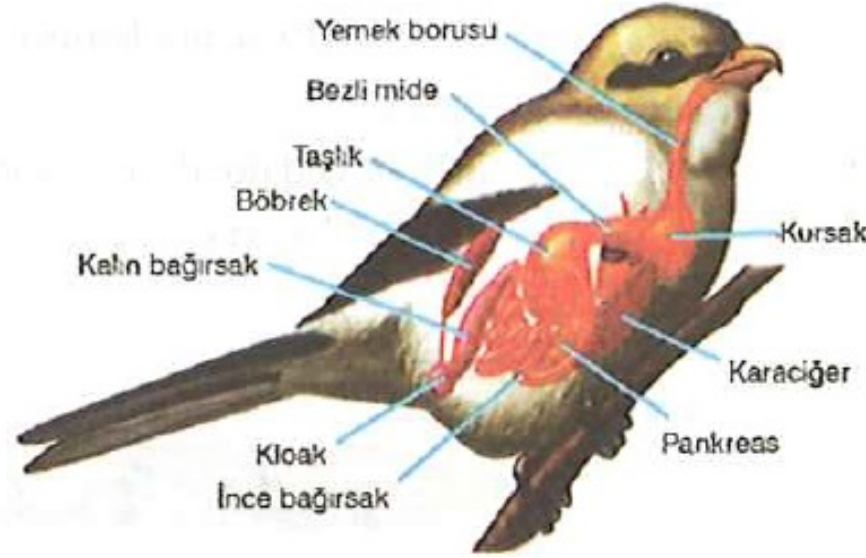
Böceklerde sindirim sistemi gelişmiştir. Ağızları beslenme şekillerine göre; emici, delici gibi özellikler kazanmıştır.

## **OMURGALILARDA SİNDİRİM**

Omurgasızlara oranda daha kompleks yani daha karmaşık ve gelişmiş sindirim sistemleri bulunmaktadır. Omurgalıların beslenme şekillerindeki farklılıklar, omurgalı bazı hayvanların bazı adaptasyonların gelişmesine neden olmuştur.

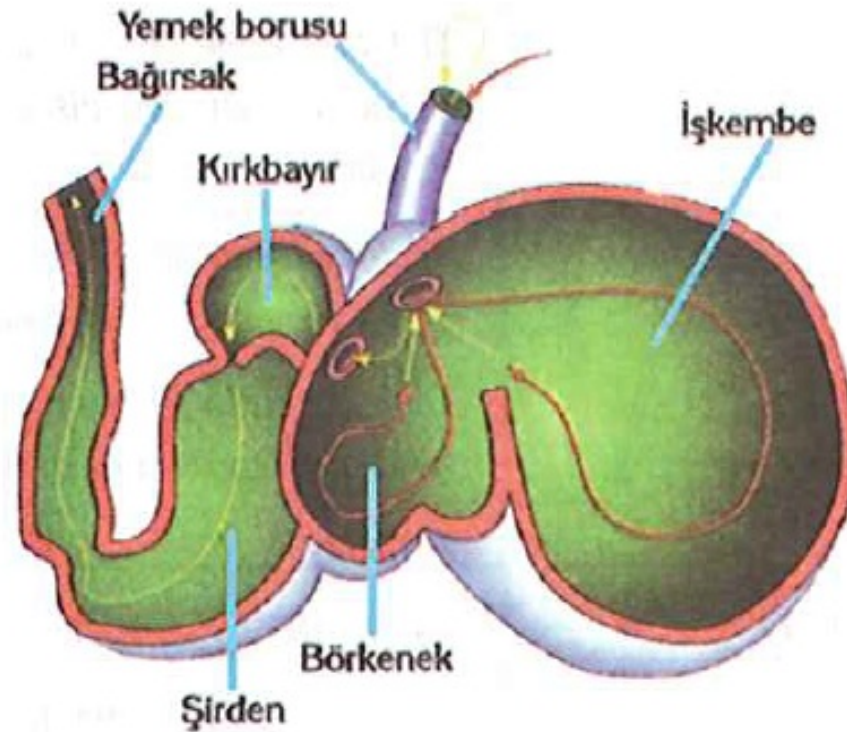
### Örneğin;

**Kuşların sindirim sistemi;** ağız, yutak, yemek borusu, kursak, mide, taşlık, bağırsaklar ve anüsten oluşmaktadır.



Kuşların ağız kısımlarının ucunda beslenme şekillerine göre farklı görevler üstlenmiş, keratin yapılı gaga bulunmamaktadır. Kuşların ağız kısımlarında diş bulunmamaktadır. Kursak, besinlerin nemlendirilip belli bir süre depolandığı kısımdır. Mide, besinlerin yumuşatılarak taşlık denen kısma iletilmesini sağlamaktadır. Taşlık, içerisinde küçük taşların bulunduğu kuvvetli kaslardan meydana gelen yapıdır. Taşlık denen kısımda mekanik sindirim gerçekleşmektedir. Bağırsaklarda ise, karaciğer ve pankreasın da salgılarıyla sindirim tamamlanır, yararlı besinler emilir. Atıklar ise anüsten dışarı atılır.

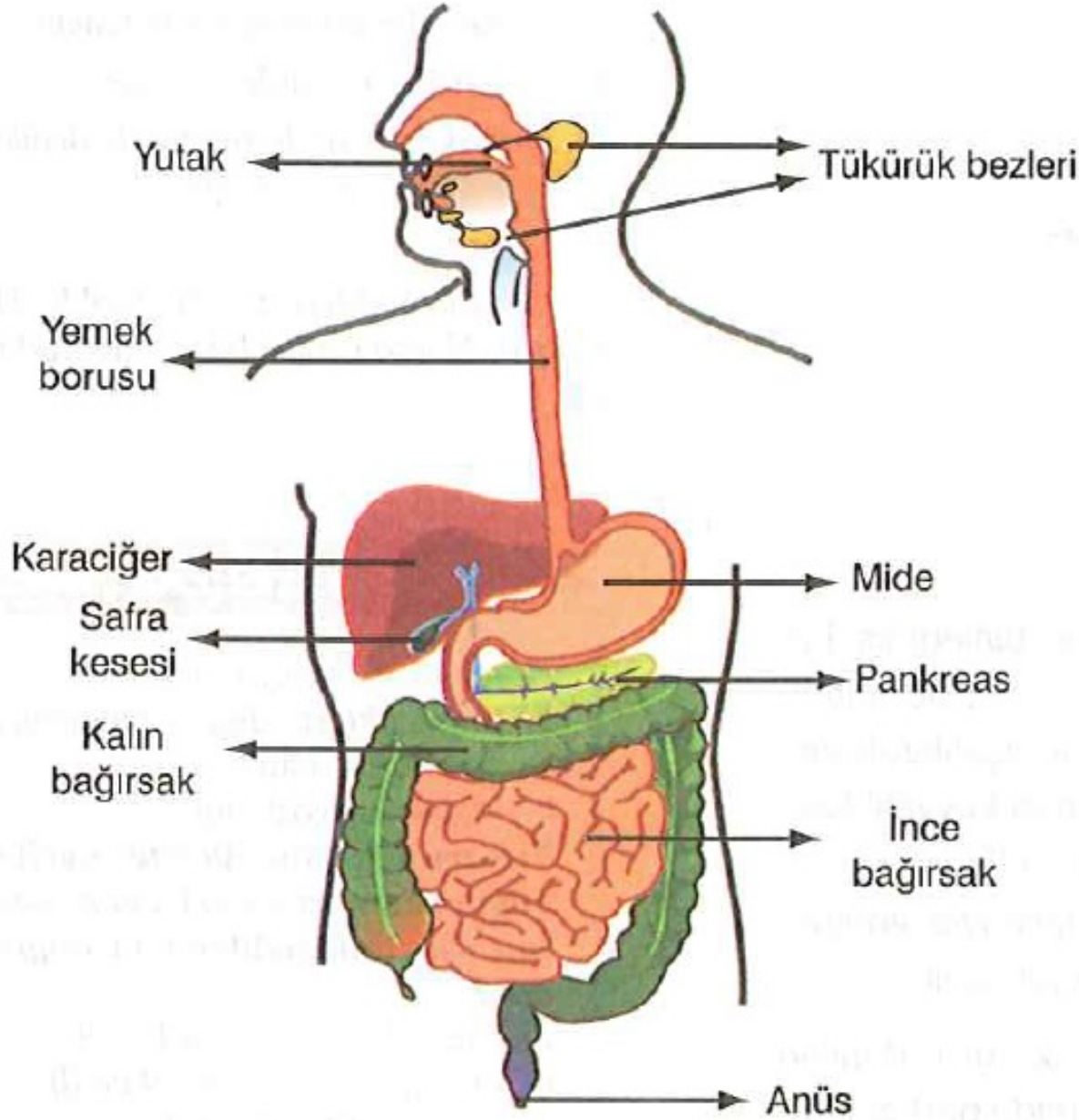
**Otçul memelilerin sindirim sistemi;** bu canlılarda azı dişi denilen öğütücü dişler bulunmaktadır. Öğütücü dişler çok gelişmiş yapılardır. Geviş getiren otçullarda mide dört kısımdan oluşmaktadır. Ağızdan alınarak yutulan besinler işkembe ve börkenekte depolanmaktadır. Bu kısımlarda bulunan simbiyotik bakteriler besinleri kısmen parçalar. Daha sonra besinler tekrar ağız kısmına getirilir ve çiğnenir. Bu olaya geviş getirme denilmektedir. Geviş getirildikten sonra tekrar yutulan besinler kırkbayır ve şirdene gelir. Burada besinler kimyasal sindirime uğratılır. Selülozun sindirimi çok güç olduğu için otçulların bağırsaklarının uzunluğu diğer memeli hayvanlara oranla daha uzundur.



### **Geviş getiren otçulların mide ve besinlerde izlediği yol**

Ağız – Yemek Borusu – İşkembe – Börkenek – Yemek borusu – Ağız – Yemek borusu – Kırkbayır – Şirden – Bağırsaklar

# İNSANDA SİNDİRİM SİSİTEMİ



## Sindirim Sistemi Organları

### İnsanda sindirim sistemi;

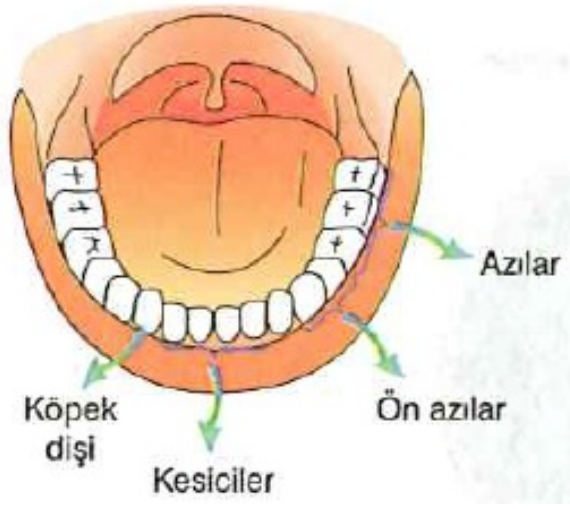
1. Ağız
2. Yutak
3. Yemek Borusu
4. Mide
5. İnce Bağırsak
6. Kalın Bağırsak
7. Anüs'den oluşmaktadır.

Karaciğer ve pankreas fa sindirim için gerekli salgı üreten organlardandır. İnsanın sindirim sisteminde yer alan sindirim organlarını aşağıda başlıklar halinde ele aldık.

### 1. AĞIZ

İnsanda sindirim sisteminin başlangıç kısmıdır. Sindirim olayında görev alan üç yapı içermektedir.

### Dişler



- Besinleri almak ve öğütmekten sorumlu olan ağız kısmıdır.
  - Yetişkin bir insanda 32 adet diş bulunmaktadır. Bir yarım çenede bulunan diş çeşitleri: önden arkaya doğru iki kesici diş, 1 adet parçalayıcı olan köpek dişi, 2 adet öğütücü olan azı dişi, 3 adet öğütücü olan azı dişi.
  - Bir dişin yapısında dıştan içe doğru 3 kısım bulunmaktadır. Bunlar, mine, dentin ve pulpadır.
1. Mine, dişe sertlik ve parlaklık kazandıran kısımdır.
  2. Dentin (Fildişi), Dişin kemik kısmıdır.
  3. Pulpa (Diş Özü), Kan damarları, sinirler ve bağ dokudan oluşmuş en iç kısımdır.



## Tükürük Bezleri

- İçinde, pityalin enzimiyle, su, bazı iyonlar ve glikoproteinlerden oluşmuş mukus bulunmaktadır.
- Alınan besinlerin ıslatılmasını, kayganlaştırılmasını, ağız içinin daima nemli kalmasını ve içerdiği enzimle bazı karbonhidratların sindirilmesini sağlamaktadır.
- Tükürüğün pH'ı 6,5 ila 6,8 arasında değişmektedir. pH'nın yükselmesi durumunda kalsiyum gibi maddelerin çökmesi sonucu diş taşları oluşmaktadır. Ayrıca bazı bakteriler de enzimlerin sayesinde glikozu diş taşına dönüştürebilirler.
- Ağızda, dil altı, çene altı ve kulak altı olmak üzere 3 çift tükürük bezi bulunmaktadır.



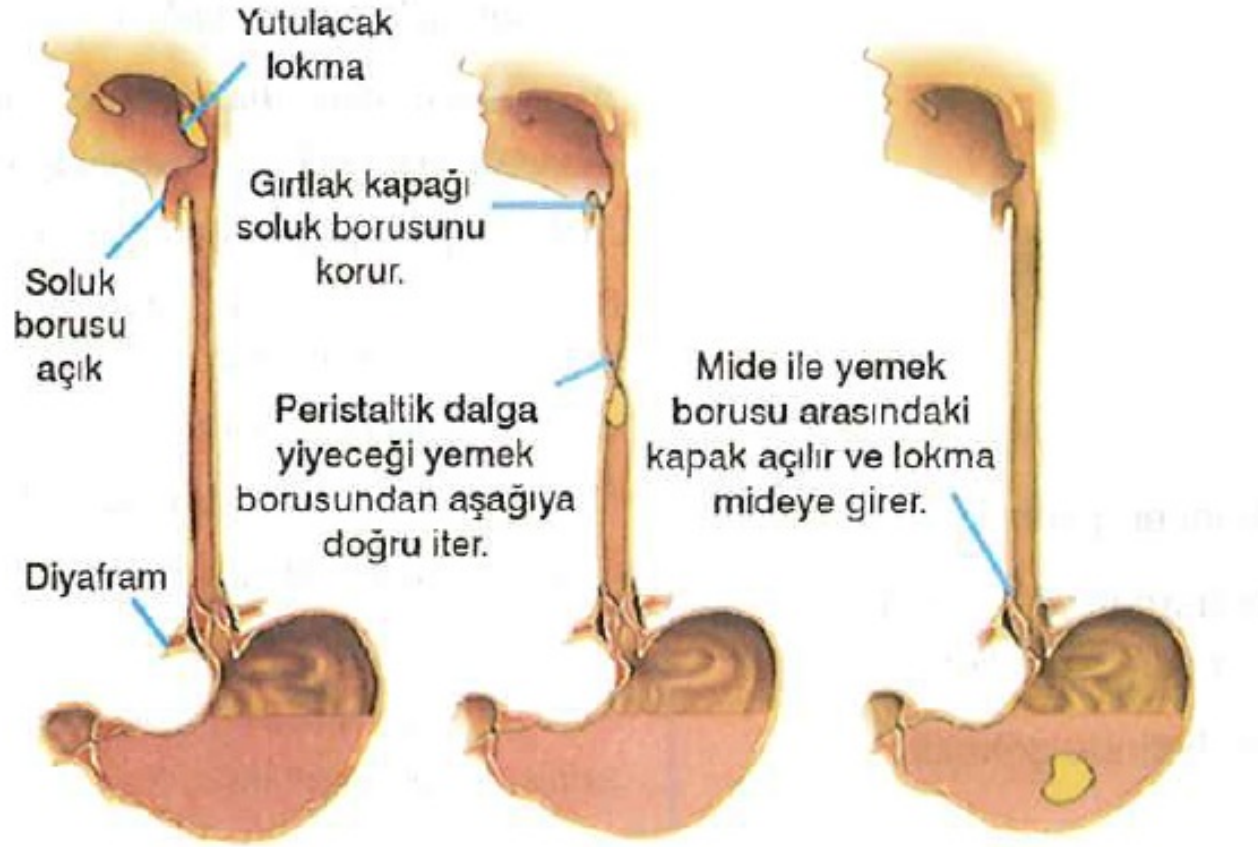
## Dil

- İçerdiği ağ şeklindeki sinirler sayesinde her yöne hareket ettirilebilmektedir.
- Tadın alınmasını sağlar, konuşmaya yardımcı olur ve alınan besinlerin yutağı aktarılmasını sağlar.

## 2. YUTAK

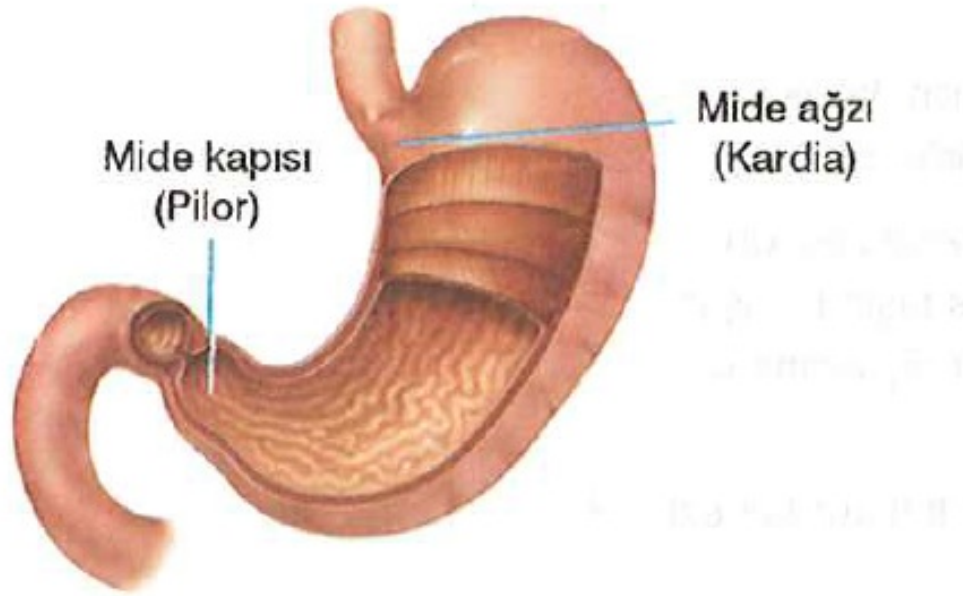
Yemek ve soluk borularına geçişlerin yapıldığı kısımdır. Dil ile geriye doğru itilen besinler yemek borusuna aktarılır. Bu sırada soluk borusu, gırtlak kapağı; burun boşluğu, küçük dil tarafından kapatılır ve besinlerin farklı bölgelere geçişi engellenir.

## 3. YEMEK BORUSU



- Yutak ve mide arasında 25 cm uzunlukta, 2 cm çapındaki kanaldır. yutulan besinlerin mideye ulaşmasını sağlamaktadır.
- Yapısında içten dışa doğru sırasıyla çok katlı epitel doku, düz kaslar ve bağ doku bulunmaktadır.
- Yapısındaki kasların hareketi peristaltik harekete neden olur. Bu sayede besinler mideye iletilir.
- Yemek borusunda sindirim gerçekleşmez.

#### 4. MİDE



- Karın boşluğunun sol üst bölümünde koburgaların arasında bulunan, sindirim sisteminin çapı en geniş organıdır. Yemek borusuna bakan açıklığına mide ağzı, ince bağırsağa bakan kısmına ise mide kapısı denilmektedir.
- Yapısında içten dışa doğru sırasıyla mukoza, alt mukoza; enine, boyuna çapraz yerleşmiş düz kaslar ve bağ doku bulunur. En dıştaki bağ dokudan örtüye periton denilmektedir.
- İçerdiği farklı şekilde dizilmiş düz kaslar, mideye geniş bir hareket imkanı sağlar. İçi dolduğunda şiddetle kasılarak içindeki besinleri ezer ve mekanik sindirimi gerçekleştirir. Mideyi terk eden bulamaç halindeki besinlere kimus denilmektedir.
- Periton salgıladığı bir sıvıyla mide ve bağırsakların yüzeyini nemlendirir ve çalışmalarını sırasında birbirlerine zarar vermelerini engeller.
- Mukoza tabakasında bulunan mide bezleri tarafından mide özsuğu salgılanır. Mide özsuğu içinde, HCl, pepsinojen, süt çocuklarında lap enzimi (rennin) ve mukus bulunur.

### **Bu Yapıların Başlıca Görevleri;**

## HCl;

- Pasif haldeki pepsinojeni aktif hale getirir.
- Prpsinojen + HCl —} Pepsin
- Pepsin enziminin çalışabileceği pH'ı sağlar.
- Besinlerle alınan bakterilerin üreme ve yaşamalarını engeller.

## Mukus;

- Midenin tüm iç yüzeyini kaplayarak, midede gerçekleşen sindirim tepkimelerinin ve asitle ortamın, mideye zarar vermesini engeller.
- Lap enzimleri; Süt çocuklarında sütteki proteini kazein halinde çökeltir.

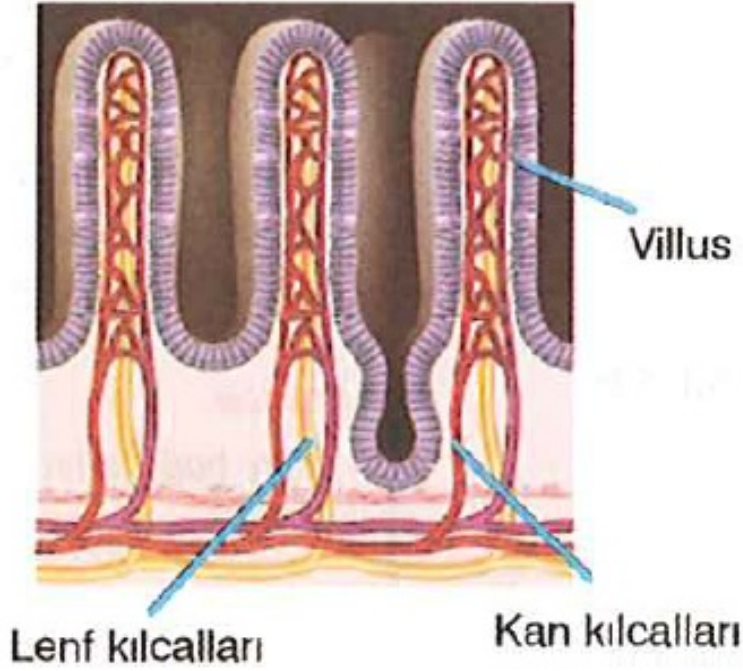
Süt proteini + Lap enzimi —} Kazein + Su

## Midenin Görevleri

- Besinleri depo etmek.
- Mide öz suyunu salgılayarak kimyasal sindirimi gerçekleştirmek.
- Mekanik sindirimi yapmak.
- B12 vitamininin emilimi için gerekli faktörü (intrinsik faktör) yapmak.
- Su ve alkol gibi maddelerin emilimini sağlamak.
- Kimus haline getirdiği besinleri ince bağırsağa iletmek.
- Midenin Kendi Kendini Sindirilmesini Önleyen Faktörler
- Midenin iç yüzeyinin mukus ile kaplı olması.
- Mide öz suyunun, mideye besin gelmesi durumunda salgılanması. Mide öz suyunu salgılayan hücreler, mide hücreleri tarafından üretilip kana verilen gastrin hormonuyla uyarıldıklarında özsu salgırlar. Böylece mide tamamen boşken fazla mide öz suyunu salgılanmaz.
- Mide öz suyunda bulunan pepsinojenin pasif bir enzim olması.

## 5. İNCE BAĞIRSAK

- Yapısında bulunan doku içten dışa doğru aynı yemek borusunda ve midede olduğu gibidir. 3 cm. çapında yaklaşık 7,5 m. uzunluğundadır.



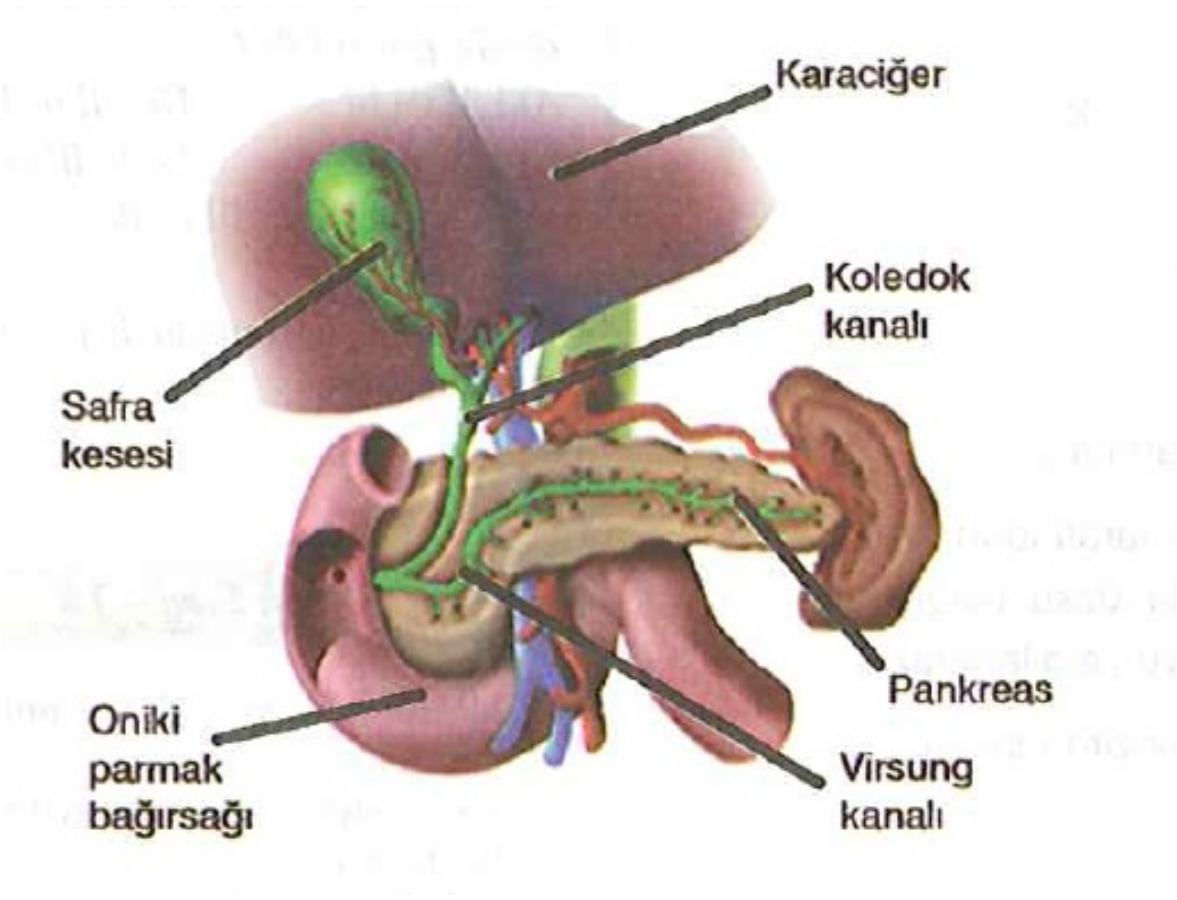
- Sindirim olayının tamamlandığı, maddelerin emiliminin yapıldığı bölümdür.
- Yapısında bulunan apitel doku çok sayıda katlanmalar (mikrovillus) yapmış, böylece emilim yüzeyini genişletmiştir. (Yaklaşık 550 metrekare'lik bir yüzeyi vardır).

### 3 Bölümden oluşmaktadır.

Onikiparmak Bağırsağı (Duodenum): mideden sonra gelen ilk 22 santimetrelilik bölümdür.

1. Boş bağırsak (jejunum)
2. Kıvrımlı bağırsak (ileum)

- Onikiparmak bağırsağında bulunan **vater kabarcığı** denen yere, karaciğerden gelen koledok ve pankreastan gelen virsung kanalı açılır.
- İnce bağırsaklarda da sıvının ilerlemesi peristaltik hareketlerle sağlanır.



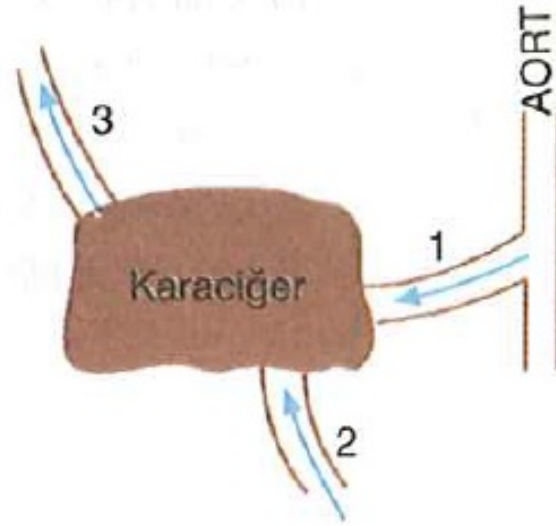
## 6. KALIN BAĞIRSAK

- Çapı ince bağırsaktan daha geniştir.
- İç yüzeyinde, yüzeyi arttıran kıvrımlar bulunmaz.
- Görevi sindirilmeyen maddeleri toplamak ve atmaktır. Kalın bağırsak rektum ile sonlanır. rektum anüsle dışarı açılır.
- Suyun en fazla emildiği yer burasıdır.
- Kalın bağırsakta B ve K vitaminleri sentezleyen bakteriler bulunmaktadır.
- Kalın bağırsağın ince bağırsak ile birleştiği yerde kör bağırsak, kör bağırsağın ucunda da körelmiş bir çıkıntı olan appendiks bulunur.

## 7. KARACİĞER

- Yaklaşık 2 kilogram ağırlığında, vücudun en büyük organıdır. Midenin üzerinde , karın boluğunun sağ tarafında bulunur.
- üzerinde bağı dokudan yapılmış glisson kapsülü, bu kapsülün üzerinde de periton bulunmaktadır.
- Karaciğer sağ ve sol olmak üzere iki loptan oluşmuştur. Bu loplar da daha küçük lopçklara ayrılmıştır. Loğçuklar karaciğerin temel yapı ve görev birmidir. Karaciğer hücreleri lopçukların etrafına, merkezden çevreye doğru şeritsel olarak dizilmiştir.
- Bu şeritlerin arasında sinuslar (boşluklar) vardır. Sinusların çeperinde alyuvar üreten retikulo-endotel hücreleri ve yaşlı alyuvarları parçalayan küpfer hücreleri bulunur.
- Karaciğere iki damar gelir, bir damar karaciğerden çıkar. Gelen damarlar:
- Aorttan ayrılan karaciğer atardamarı.
- Sindirim kanalından gelen kapı toplardamarı. Çıkan damar ise karaciğer üstü toplardamarıdır.





#### *Karaciğerle ilgili damarların şeması*

*1: Karaciğer atardamarı*

*2: Karaciğer kapı toplardamarı*

*3: Karaciğer üstü toplardamarı*

- Karaciğerin sindirim sistemi bakımından temel görevi safra salgılamaktır. safra içinde: safra tuzları, safra pigmentleri, kolesterol, su, yağ asitlerivs. bulunur. üretilen safra karaciğer kanalına aktarılır. Bu kanal karaciğerden çıktıktan sonra ikiye ayrılır. Bir kol fazla safrayı safra kesesine götürür. Diğer kola koledok kanalı denir ve vater kabarcığına açılır.

### **Safranın Görevleri**

- Yağların ğarçalanmasını sağlayarak yüzeylerinin büyümesine neden olur.
- Yağ monomerlerinin emilimini kolaylaştırır.
- Bağırsak içinin kokuşmasına neden olan bakterilerin üremesini engeller.
- Dışkıya rengini verir.
- Ortam pH'sını yükseltir.
- Karaciğerin Görevleri
- Safra salgılamak,
- Heparin, fibrinojen, protrombin gibi kan proteinlerini sentezleme,
- Yaşlı kan hücrelerini parçalama,
- Alyuvar hücrelerini üretme,
- A vitamini öncülünden A vitamini sentezleme,
- A, D, E, K vitaminleri ve demir, bakır gibi mineralleri depolama,
- Amonyaktan üre sentezleme,
- Zararlı olan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (hidrojen peroksit) gibi maddeleri zararsız hale getirmek,
- Fazla glikozu glikojene çevirip depolama, gerektiğinde glikojeni glikoza çevirme,
- Proteinleri, karbonhidrat ve yağlara dönüştürme,
- Vucüt ısını düzenleme,

## 8. PANKREAS

- Mide ve onikiparmak bağırsağı arasında yer alan 75 ila 80 gram ağırlığında, pembe renkli yaprak şeklinde bir karma bezdir.
- Acinar hücreleri, sindirim için gerekli, tripsinojen, kimotripsinojen, amilaz velipaz enzimlerini üretir. Bu enzimler virsung kanalıyla vater kabarcığına dökülür. Bu sıvının pH'sı 8,5 dur ve mideden gelen kimusun pH'sını yükseltir.
- Langerhans adacığındaki hücreler, kan şekerinin düzenlenmesini sağlayan insülin ve glukagon hormonlarını salgılayıp kana verir.

## ÖNEMLİ NOTLAR;

- Pankreasın enzim salgılamasını, onikiparmak bağırsağından salgılanıp pankreası uyanan sekretin hormonu uyarır.
- Kimüs mideden onikiparmak bağırsağına geçtiğinde, burdan mide salgı bezlerinin çalışmasını durduran enterogastron hormonu salgılanır.
- Apnkreastan onikiparmak bağırsağına gelen tripsinojen ve kimotripsinojen, bağırsaktan salgılanan enterokinaz enzimiyle aktifleştirilir.
- Pankreastan, karbonhidratları, yağları, proteinleri, DNA'yı ve RNA'yı sindiren enzimler salgılanır.

## İNSANDA KİMYASAL SİNDİRİM

- Ağırda sadece karbonhidratlar sindirilebilmektedir. Burada gerçekleşen tepkime:

Nişasta + Su –amilaz–} Maltoz + Dekstrin

- Karbonhidratların sindiriminin devamı onikiparmak bağırsağında ve ince bağırsağın diğer bölümlerinde gerçekleşir. Oniki parmak bağırsağında pankreastan gönderilen amilaz enzimiyle polisakkaritlerin sindirimi gerçekleşir.

Nişasta + Su —Amilaz—} Maltoz + Dekstrin

- İnce bağırsak bezlerinde üretilen enzimlerde, disakkaritleri monosakkaritlere çevirir.

Maltoz + Su —Maltaz—} Glikoz + Glikoz

Laktoz + Su —Laktaz—} Glikoz + Galaktoz

Sükroz + Su —Sükraz—} Glikoz + Fruktoz

- Proteinlerin sindirimi midede başlamaktadır.

Protein + Su —pepsin—} Pepton

- Peptonlar, pankreastan gelen tripsinojenin aktive edilmesiyle, onikiparmak bağırsağında peptitlere dönüşür.

Pepton + Su —tripsin—} Peptin

- Oluşan Peptitler, ince bağırsak bezlerinden salgılanan erepsin enzimiyle aminoasitlere parçalanır.

Peptit + Su —erepsin—} Aminoasit

- Yağların sindirimi ise, karaciğerde üretilen safra ve pankreastan gönderilen lipaz yardımıyla onikiparmak bağırsağında gerçekleşir.

Yağ + Safra + Su —lipaz—} Yağ asidi + Gliserol

## **SİNDİRİLMİŞ BESİNLERİN EMİLMİ**

- Sindirim sonucu bağırsak boşluğunda bulunan sindirin ürünlerinin bağırsak epitelleri tarafından alınmasına emilim denir.
- İnce bağırsak iç yüzeyinde villus (Tümür) denilen birçok çıkıntı vardır. Her tümürün ortasında lenf kılcalı, bunların çevresinde de kan kılcalları yer alır.
- Emilim olayı difüzyon ve aktif taşımayla olur ve emilme olayında sinir sisteminin rolü yoktur.

### Emilen maddelerin taşınmasında farklı yollar izlenir;

- Su, basit şekerler, aminoasitler, vitaminler ve gliserinin bir bölümü kılcal kan damalarına geçer ve aşağıdaki yolu izler.



*Kan kılcallanna geçen moleküllerin taşınması*

- Emilerek Kana geçen maddeler önce karaciğere uğrar. Böylece fazla glikoz glikojene çevrilip, içindeki zararlı maddeler zararsız hale getirilerek karaciğerden çıkar.
- Gliserol ve yağ asitleri lenf kılcallarına geçer ve aşağıdaki yolu izler.



- Yağların yapıtaşları bağırsak hücrelerine geçtiğinde, bu moleküllerden trigliseritler sentezlenir ve üzerleri lipoproteinlerle kaplanarak suda eriyebilen şilomikron denilen küçük yağ damlacıklarına halinde lenf damarına verilir, daha sonra da kan dolaşımına katılır.

### ÖNEMLİ NOT:

Aynı büyüklükte olmalarına rağmen bazı moleküllerin emilimi daha hızlı olmaktadır.

Örneğin, aynı büyüklükteki glikoz, fruktoz ve galaktozdan en hızlı emilen galaktoz, en yavaş emilen fruktozdur.

Sindirim sisteminin çalışmasında sempatik ve parasempatik sinirler görev yapar. Sempatik sinirler, besinlerin yemel borusundan onüze doğru ilerlemesini ve dışarı atılmasını yavaşlatır; tükürük, mide, safra, pankreas ve bağırsak salgılarını azaltır. Parasempatik sinirler ise hızlandırıcı ve arttırıcı etki yapar.

## Sindirim sistemi fizyolojisi ve aşamaları

Sindirim sistemi, tüm yiyecekleri alıp vücudun işlev görmesini, büyümesini ve onarılmasını sağlamak için enerji ve besinlere dönüştürmekten sorumludur. Sindirim sistemi altı temel süreçleri şunlardır:

- Yiyeceklerin yutulması
- Akışkanların salgılanması ve sindirim enzimleri
- Gıda ve atıkların vücuttan karıştırılması ve hareketi
- Yiyeceğin daha küçük parçalara sindirimi
- Besinlerin emilmesi
- Atıkların atılması

## Yeme

Sindirim sisteminin ilk işlevi, yutma veya yiyecek alımıdır. Ağız tüm besinlerin vücuda girdiği delik olduğu için bu fonksiyondan sorumludur. Ağız ve mide de sindirilmeyi beklediği için yiyeceklerin depolanmasından sorumludur. Bu depolama kapasitesi, vücudun her gün sadece birkaç kez yemesine ve aynı anda işleyebileceğinden daha fazla yiyecek almasına izin verir.

## Salgı

Bir gün boyunca, sindirim sistemi yaklaşık 7 litre sıvı salgılar. Bu sıvılar, tükürük, mukus, hidroklorik asit, enzimler ve safra içerir. Tükürük kuru gıdaları nemlendirir ve karbohidratların sindirimini başlatan sindirim enzimi olan tükürük amilazı içerir. Mucus, GI yolunun içinde koruyucu bir bariyer ve yağlayıcı görevi görür. Hidroklorik asit gıdaları kimyasal olarak sindirmeye yardımcı olur ve gıdalarımızda bulunan bakterileri öldürerek vücudu korur. Enzimler, proteinler, karbohidratlar ve lipitler gibi büyük makromolekülleri küçük bileşenlerine ayıran minik biyokimyasal makineler gibidir. Son olarak safra, kolay sindirim için büyük miktarda lipitleri küçük globüller halinde emülsiyeye etmek için kullanılır.

## Karıştırma ve Hareket