

SİNDİRİM

Üretici (ototrof) canlılar, yaşamları için gerekli olan organik besin maddelerini fotosentez ya da kemosentez yoluyla oluşturma yeteneğine sahip iken, bu yeteneğe sahip olmayan tüketici (heterotrof) canlılar ise besinlerini dış ortamdan hazır olarak almak zorundadırlar.

Hayvanlar, yedikleri besin maddelerini çoğunlukla **protein**, **yağ** ve **polisakkarit** şeklindeki karbonhidratlar halinde polimer yapıda alırlar.

Bu polimerler canlıda enerji eldesi, organizmanın yapısına katılma, büyüme ve gelişmenin sağlanması gibi amaçlar için direkt olarak kullanılamazlar.

Çünkü dışarıdan alınan bu makromoleküller;

- Hücre zarından geçemezler.
- Hücrenin kendi yapısındaki makromoleküllerden farklı yapıdadırlar.

Heterotrof canlılar tarafından dış ortamdan hazır olarak alınan besin maddelerinin hücreler tarafından kullanılacak hale getirilmesi işi sindirim sistemi tarafından sağlanır.

Sindirim sistemi;

- ✓ besinlerin alınmasında,
- ✓ sindirilmesinde,
- ✓ emilmesinde,
- ✓ sindirilemeyen besin atıklarının dışarı atılmasında

görev alır.

Büyük yapılı besin maddelerinin **fiziksel** ve **kimyasal** olarak parçalanmasına **sindirim** denir.

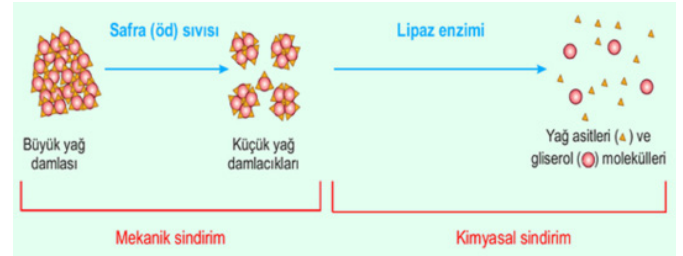
Besinlerin

- ✓ çiğneyerek ezme ,
- ✓ sindirim sistemindeki kas hareketleri (peristaltik) ve
- ✓ yağların safra tuzları sayesinde fiziksel olarak küçük parçalara ayrılmasına

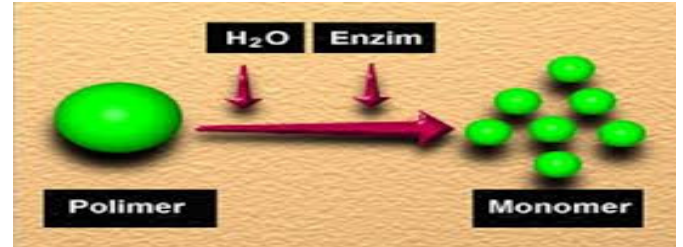
mekanik ya da fiziksel sindirim denir.

Mekanik sindirim, besinlerin küçük parçalara ayrılıp enzimlerin etki edeceği yüzey alanının genişlemesine sebep olması açısından son derece önemlidir.

Bu sayede kimyasal sindirim çok daha kolay şekilde gerçekleşir.



Büyük yapılı besin maddelerinin **enzim** ve **su** yardımıyla yapıtaşlarına ayrılması işlemine **kimyasal sindirim** (hidroliz) denir.



Kimyasal sindirim sonucunda;

- ✓ Polisakkarit ve disakkaritler basit şekere
- ✓ Nötral yağlar, gliserol ve yağ asitlerine
- ✓ Proteinler, aminoasitlere
- ✓ Nükleik asitler ise nükleotidlere

parçalanır.

Sindirim sonucunda oluşan monomerler hücre zarından geçerek hücre içine alınıldığında,

- ✓ hücrede enerji kaynağı olarak kullanılabilir,
- ✓ hücrenin kendi makromoleküllerinin yapımında kullanılabilir veya
- ✓ daha sonra kullanılmak üzere depolanabilir.

Kimyasal sindirim reaksiyonlarında su kullanıldığı için bu reaksiyonlar hidroliz reaksiyonlarıdır. Hidroliz sırasında gereken enerji ortamın ısısından sağlandığı için bu reaksiyonlarda ATP molekülü harcanmaz.

UNUTMA !

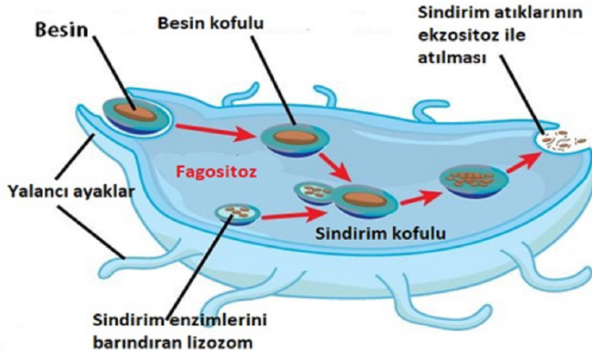
Kimyasal sindirim sürecinde ATP harcanmaz.

Nükleik asitlerin monomerleri olan nükleotidler kimyasal sindirim süreci ile parçalanabilirler.

Sindirim faaliyetleri hücre içinde veya hücre dışında gerçekleşebilir.

HÜCRE İÇİ SİNDİRİM

Endositoz yoluyla alınan veya hücre içerisinde daha önceden depolanmış besinlerin koful içerisinde sindirilmesi olayıdır.



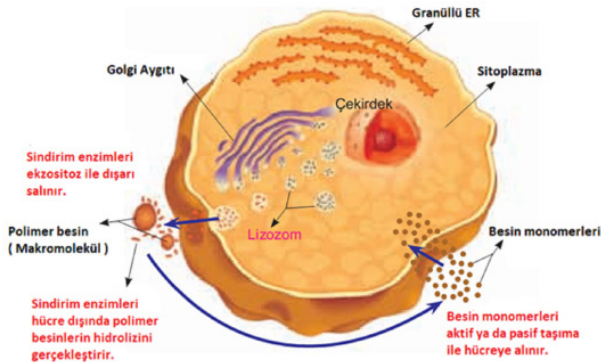
Hücre içi sindirimde sırasıyla gerçekleşen olaylar şunlardır.

- ✓ Dışarıdan hücre zarıyla çevrelenmek suretiyle alınan besin, **besin kofulu**nun oluşumuna sebep olur.
- ✓ Besin kofulu, lizozom organeli ile birleşerek **sindirim kofulu**nü oluşturur.
- ✓ Sindirim kofulu içerisinde hidroliz gerçekleşir.
- ✓ Oluşan besin monomerleri, sindirim kofulundan sitoplazmaya geçer.
- ✓ Oluşan atık maddeler ekzositoz yoluyla dışarı atılır.

Hücre içi sindirim sadece hücre içine alınabilecek kadar küçük besinlerin sindirimine olanak sağladığı için hücre dışı sindirime göre daha **ilkel** olarak kabul edilir.

HÜCRE DIŞI SİNDİRİM

Hücrede üretilen sindirim enzimlerinin dışarı salınması ve hücre dışında gerçekleşen hidroliz reaksiyonları sonucu oluşturulan besin monomerlerinin hücreye alınması (pasif / aktif taşıma ile) şeklinde gerçekleşen sindirim tipidir.



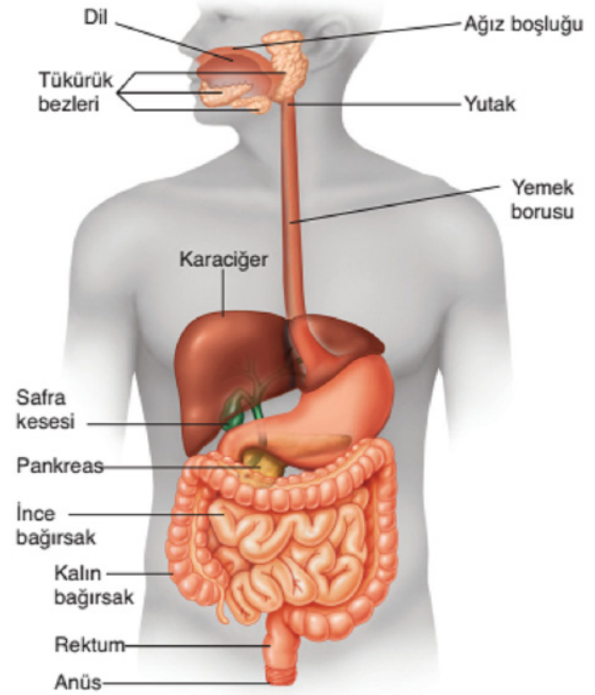
Çok büyük besin maddelerinin sindirilmesine olanak sağladığı için **gelişmiş** bir sindirim şekli olarak kabul edilir.

Hücre dışı sindirim, hayvanın vücut dışı ile bağlantılı olan kısımlarında (sindirim kanalında) gerçekleşir.

Besinlerin sindirimi için böyle bir hücre dışı boşluğa sahip olmak büyük besin maddelerinden faydalanmayı sağlar.

Süngerler hariç omurgasız hayvanlarda ve omurgalı hayvan gruplarında hücre dışı sindirim mevcuttur.

İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ



Yenilen besin maddelerini hücrelerin kullanabileceği moleküllere dönüştüren sindirim sistemi **sindirim kanalı** ve sindirim sıvılarını bu kanala boşaltan **yardımcı bezler** den oluşur.

UNUTMA !

İnsanda sindirim sistemi sindirim kanalı ve yardımcı bezler olmak üzere iki temel kısımdan oluşur.

SİNDİRİM KANALI	YARDIMCI BEZLER
Ağız	Tükürük Bezleri - Dil Altı - Çene Altı - Kulak Altı
Yutak (farinks)	Pankreas
Yemek Borusu (özofagus)	Karaciğer
Mide (Gaster)	Safra Kesesi
İnce Bağırsak 12 parmak bağırsağı - Boş bağırsak - Kıvrım Bağırsak	
Kalın Bağırsak - Kör bağırsak - Kolonlar - Rektum - Anüs	

Sindirim kanalı duvarı dıştan içe

- ✓ **bağ doku** ,
- ✓ **kas tabakası** (çoğunlukla düz) ve
- ✓ **mukoza** (epitel ve bağ doku)

olmak üzere 3 temel tabakadan ibarettir.

Mukoza

Emilimin gerçekleştiği epitel doku ve epitel dokuyu destekleyen bağ dokusundan ibarettir.

Lenf düğümleri ihtiva eder.

Kas Tabakası

Çoğunlukla düz kaslardan oluşmuştur. İçteki kas tabakası hal-kasal, dıştaki kas tabakası boyuna uzanır.

Midede ilave olarak çapraz uzanan kaslar da mevcuttur.

Yemek borusunun üst kısımları ile anüs sfinkteri (**büzgeç**) iskelet kaslarından oluşmuştur.

Kas tabakası sindirim kanalı boyunca peristaltik hareketlerin oluşmasını sağlar.

Bağ Doku

Sindirim kanalının en dış kısmını oluşturur.

SİNDİRİM KANALI BÖLÜMLERİ

AĞIZ

Sindirim yolunun başlangıç yeridir. Besinlerin hem mekanik hem de kimyasal sindirimi burada başlar.

Yanaklar, sert ve yumuşak damak ve dudaklar ile çevrili boşluğun içinde dil, küçük dil ve dişler bulunur.

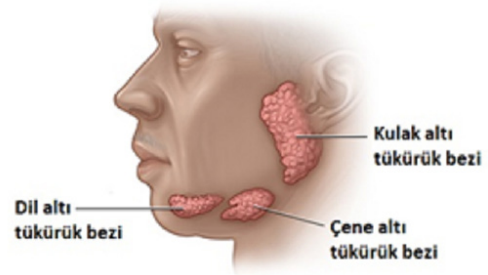
Sindirim enzimlerinin salgılandığı ilk bölümdür. Tükürük bezlerinin salgısında bulunan amilaz enzimi nişastanın kimyasal sindirimini başlatır.

Damağın gerisindeki **küçük dil** (uvula), yutkunma sırasında besinlerin genize kaçmasını önler.



Dil; iskelet kası yapısında olup, besinleri karıştırma, çiğnemeye yardımcı olma, yutmaya hazırlama, tat duygusunu ve sıcaklığı algılama, mukus salgılama gibi faaliyetleri yerine getirir. Dilin kök kısmında lenf düğümleri kümesi yer alır.

Ağız içerisinde çiğnenen besinlerin kayganlaştırılması ve ağız duvarının nemlendirilmesine yardım eden **tükürük bezleri** vardır.



Tükürük bezlerinin salgısı

- ✓ Ağızın temizlenmesini sağlama
- ✓ Besin artıklarının dişlere zarar vermesini önleme
- ✓ Asitliği tamponlayarak diş çürümelerini önleme
- ✓ Tadın alınabilmesi için besinlerin çözünme şartını sağlama

gibi görevleri de yerine getirir.

Yetişkin insanda günlük yaklaşık 1-1,5 litre tükürük oluşturulur. Tükürük salgısının miktarı otonom sinir sistemi (parasempatik) ile kontrol edilir.

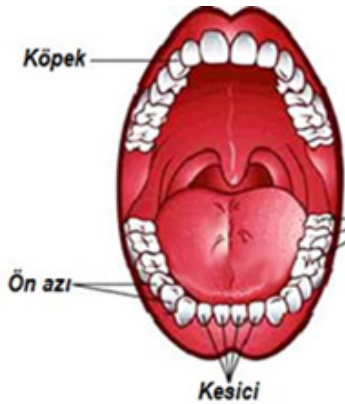
BİLEŞEN	FONKSİYON
Su (% 99)	Besinleri yumuşatır, ağız nemlendirir, konuşmaya yardımcı olur.
Bikarbonatlar	Tükürük pH değerini ayarlar.
Kloridler	Tükürük amilazını aktive eder.
Immunoglobulin A	Antibakteriyel etki sağlar.
Lizozim	Bakterileri yok eder. Diş çürüklerini önler. Ağız mukozasının enfeksiyonunu önler.
Müsin (Protein)	Mukus oluşumuna yardımcı olur.
Mukus	Besinleri kayganlaştırır.
Fosfatlar	Tükürük pH değerini ayarlar.
Tükürük Amilazı	Karbonhidratların yıkımını başlatır.
Üre, Ürik Asit	Sindirimle ilgili rolü yoktur. Tükürükle atılır.

Dişler, besinlerin parçalanmasını ve öğütülmesini sağlayan, alt ve üst çene kemiğinin diş çukurlarına yerleşmiş yapılarıdır.

İnsanda altıncı aydan itibaren çıkan dişler, süt dişleri (20 adet) adını alır. 6 - 7 yaşlarında dökülmeye başlayan süt dişlerinin yerine kalıcı dişler çıkar.

Dökülen süt dişlerinin kökleri kemik yıkmakla görevli hücreler (osteoklast) tarafından parçalanır.

Yetişkin bir insanda 32 diş vardır. Bunların 8'i kesici, 4'ü köpek dişi, 8'i küçük azı, 12'si ise büyük azıdır. 3. azı dişleri yirmilik diş ve ya akıl dişi adını alır.

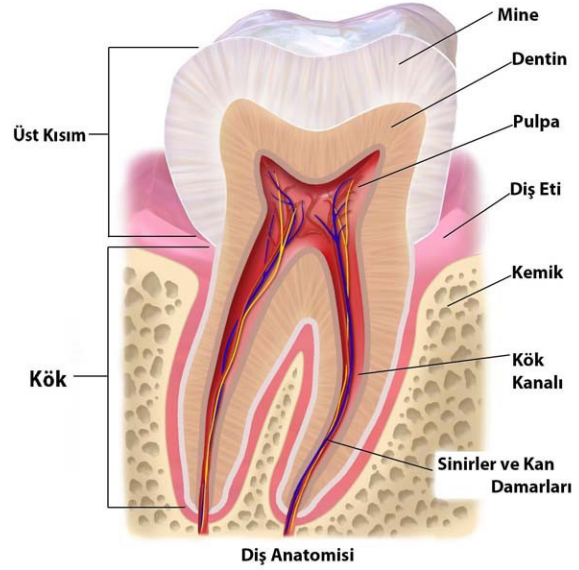


3M	2P	1C	2I		2I	1C	2P	3M
3M	2P	1C	2I		2I	1C	2P	3M

Her bir dişin **taç**, **boyun** ve **kök** olmak üzere 3 kısmı vardır.

Taç kısmı dışarıdan gözlemlenen kısımdır ve **mine tabakası** ile kaplıdır. Mine tabakası vücuttaki en sert yapı olup kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat kristallerinden oluşmuştur.

Mine tabakasının hemen altında **dentin** ya da **fildişi** denen kısım mevcuttur. Bunun hemen altında ise kan damarları ve sinirlerin bulunduğu **diş özü** yani **pulpa** yer alır. Pulpa gevşek bağ dokusundan oluşmuştur.



Dişin diş eti ile çevrelenmiş kısmına boyun denir. Diş kökü çene kemiğine gömülü vaziyettedir ve sementum denen ince bir kemik tabaka ile kaplıdır. Diş etleri keratinleşmiş olup bez ihtiva etmez.

Yutak, solunum sistemi ile sindirim sistemini birbirinden ayıran bölümdür. Yaklaşık 13 cm uzunluğundadır.

Östaki borusu açıklıkları, yemek ve soluk boruları yutağa açılır. Ağızda öğütülen besinleri yemek borusuna iletir.

Yutkunma sırasında **epiglottis** denen gırtlak kapağı soluk borusunu kapatarak besinlerin buraya kaçmasını önler. Besinlerin soluk borusuna kaçmamasında ses tellerinin yutkunma sırasında birbirine yaklaşması da etkilidir.

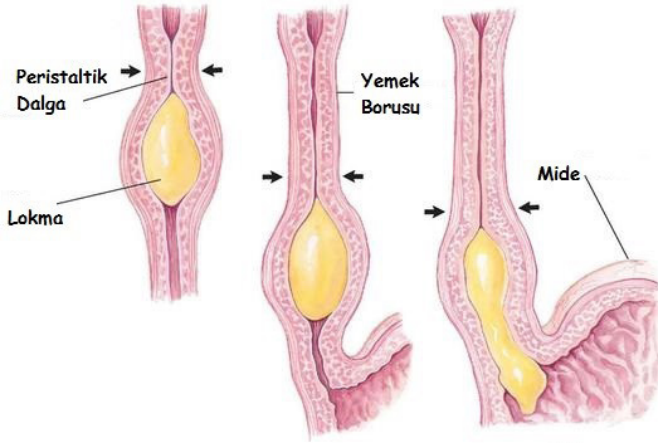


Yemek borusu (Özofagus)

Yutak ile mide arasında uzanan yaklaşık 25 cm uzunluğunda ve 2 cm çapında kaslı bir borudur.

Bu kısımda mekanik ve kimyasal sindirim olmaz.

Soluk borusunun arka kısmında ilerler. Yapısı tüm sindirim kanalında olduğu gibi en içte mukoza, ortada halka ve boyuna uzanan düz kas demetleri ve dışta bağ dokudan oluşmuştur. Kas tabakanın ritmik kasılmaları ile peristaltik hareketler ortaya çıkar.



Yemek borusunun mideye bağlandığı kısımda kaslı bir büzgeç (sfinkter) bulunur. Bu yapı özellikle soluk alma sırasında artan karın basıncından dolayı mide içeriğinin tekrar yemek borusuna dönmelerini engeller.

Mide (Gaster)

Sindirim sisteminin büyük bir kese gibi genişlemiş yapısıdır.

Besinlerin geçici olarak depo edildiği (2 - 6 saat), mekanik ve kimyasal sindiriminin yapıldığı organdır.

Yeni doğanda yaklaşık 30 ml iken yetişkinde 1,5 litre kadardır.

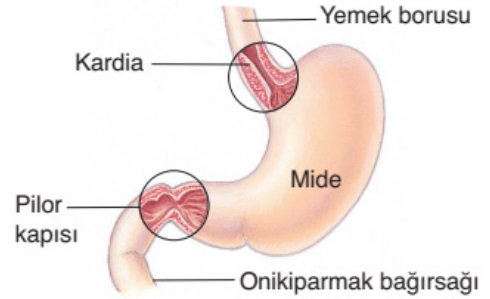
Midenin 5 temel fonksiyonu vardır.

- ✓ Yenilen besinleri depolar.
- ✓ Yenilen besinleri daha küçük parçalara ayırır ve mide özsuğu ile karıştırarak (20 saniyede 1 kez) çorba gibi bir şekle dönüştürerek **kimüs** ü oluşturur.
- ✓ HCl ve proteinlerin sindirimini başlatan enzimleri salgılar. Asit salgısı sayesinde birçok mikroorganizmayı öldürölür.
- ✓ Mide özsuğunun salgılanmasını uyararak **gastrin** hormonunu üretir.
- ✓ B₁₂ vitaminin emilmesini sağlayan kimyasallar salgılar.

Mideden enzim salgılanması; **hormonal**, **sinirsel** ve **mekanik** etki şeklinde üç farklı yol ile kontrol edilir.

- ✓ Besinlerin tadı, kokusu ya da görünüşü beyindeki belirli bölgeleri uyarır. Beyinden çıkan parasempatik sinirler mide bezlerini uyararak çalışmasını hızlandırır (sinirsel etki).
- ✓ Besinlerin mide duvarına teması mide bezlerini uyararak salgı yapmasını sağlar (mekanik etki).
- ✓ Midenin yapısında bulunan bazı hücrelerden salgılanan gastrin hormonu, mide bezlerini uyararak mide özsuğunun salgılanmasını sağlar (hormonal etki).

Midenin yemek borusuna bağlandığı yere mide ağzı (**kardia**) 12 parmak bağırsağına bağlandığı yere mide kapısı (**pilor**) denir.



Mide duvarının iç kısmında mukus ve sindirim enzimlerini salgılayan hücrelerin bulunduğu mukoza tabakası bulunur. Mide duvarını döşeyen bu tabakadan gastrik sıvı salgılanır.

Gastrik sıvı (mide özsuğu) üreten bezler 3 tip hücreden oluşur.

a) HCl asit salgılayan parietal hücreler

Bu hücreler aynı zamanda B₁₂ vitamininin emilmesini kolaylaştıran glikoproteinlerin de üretimini gerçekleştirir. B₁₂ eksikliğinde alyuvar yapımı sekteye uğrar.

b) Enzim salgılayan şef hücreleri**c) Mide duvarını koruyup kayganlaştıran mukus üreten hücreler**

Gastrik sıvı yüksek derişimde hidroklorik asit içeren pH değeri yaklaşık 2 olan bir sıvıdır. İçinde protein sindiren enzim ile mukus bulunur.

Midede üretilen hidroklorik asidin vazifeleri şöyle sıralanabilir.

- ✓ Et ve bitkilerde bulunan hücre dışı matriksi parçalar.
- ✓ Besinlerle yutulmuş mikroorganizmaları parçalar.
- ✓ Gastrik sıvıda bulunan pepsinojen molekülünün küçük bir kısmını uzaklaştırarak aktif merkezin açığa çıkmasını yani pepsinojenin **aktif pepsin** şekline dönüşmesini sağlar.
- ✓ Besinlerdeki proteinin denatüre olmasını sağlayarak peptid bağları ile pepsinin etkileşimini artırır.
- ✓ Pankreas ve bağırsak bezlerinin salgı yapmasını uyarır.
- ✓ Kalsiyum ve demirin bağırsaktan emilimini kolaylaştırır.

Mide kendi kendini sindirmekten

- ✓ mide bezlerinin mide boşken salgı yapmaması,
- ✓ pepsinojenin inaktif halde salgılanması ve
- ✓ mukusun koruyucu etkisi sayesinde

korunmuş olur.

Bunun yanı sıra mide iç yüzeyini örten epitel doku mitoz bölünmelerle her 3 günde bir tamamen yenilenir.

İnce Bağırsak

Sindirim kanalının mide ile kalın bağırsak arasında kalan kısmıdır. Yaklaşık 7 – 8 metre uzunluğundadır.

Besin maddelerinin kimyasal sindirimi burada tamamlanırken, hidroliz sonucu oluşmuş besinlerin emilimi de bu bölümde gerçekleşir.

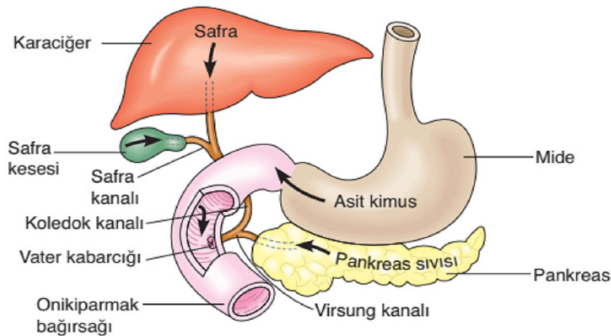
İnce bağırsak;

- ✓ 12 parmak bağırsağı (duodenum)
 - ✓ boş bağırsak (jejunum) ve
 - ✓ kıvrım bağırsak (ileum)
- olmak üzere 3 bölümden oluşur.

12 Parmak Bağırsağı (Duodenum)

İnce bağırsağın kısa bir başlangıç bölümüdür. Üzerinde **Vater Kabarcığı** bulunur.

Karaciğerden çıkan **Koledok Kanalı** ve pankreastan çıkan **Wirsung Kanalı** buraya açılır.



Midedeki kimüsün 12 parmak bağırsağına gelmesi ile buradaki hücreler **sekretin** ve **kolesistokinin** hormonlarını salgılayarak kana verir.

HORMON	ÜRETİM YERİ	HEDEF ORGANDA ETKİSİ
Gastrin	Mide	Mide özsuyu salgılanmasını uyarır.
Sekretin	12 Parmak Bağırsağı	Pankreastan bikarbonat iyonları salınmasını uyarır. Karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını uyarır.
Kolesistokinin	12 Parmak Bağırsağı	Pankreas enzimlerinin salınmasını uyarır. Safra kesesinin kasılmasını uyararak safranın boşaltılmasını sağlar.

Boş Bağırsak (Jejunum)

12 parmak bağırsağında sonra gelen bölümdür. İnce bağırsağın yaklaşık % 40 ını oluşturur.

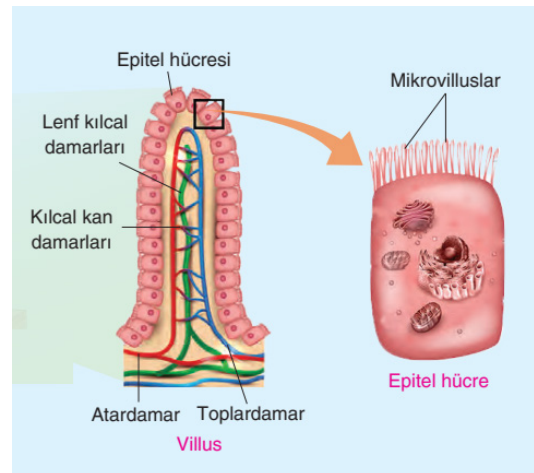
Emilimin büyük kısmı burada gerçekleşir.

Kıvrım bağırsak (İleum)

İnce bağırsağın son kısmıdır. Kalın bağırsakla birleştiği noktada besin artıklarının geri dönmesini engelleyen bir büzgeç mevcuttur.

İnce bağırsak mukozasının yüzeyinde besinlerin emilimini sağlayan **villüs** (tümür) adı verilen parmak şeklinde yapılar bulunur.

Villüsler **mikrovillüslü** epitel hücrelerden oluşmuştur. Villüslerde kan ve lenf kılcalları bulunur.



İnce bağırsağın için döşeyen mukozadaki salgı bezlerinin bir kısmı bağırsak hücrelerini koruyan **mukus** salgılayan bir kısmı da **hidrolitik enzimler** salgılar. (Enterokinaz , peptidaz , maltaz , sükras , laktaz , dekstrinaz , nükleotidaz)

Kalın Bağırsak

Sindirim kanalının son bölümüdür.

İnce bağırsaktan farklı olarak villus ve mikrovillus bulundurmaz.

Çekum (kör bağırsak) , kolonlar, rektum ve anüs olmak üzere 4 kısımdan oluşmuştur.

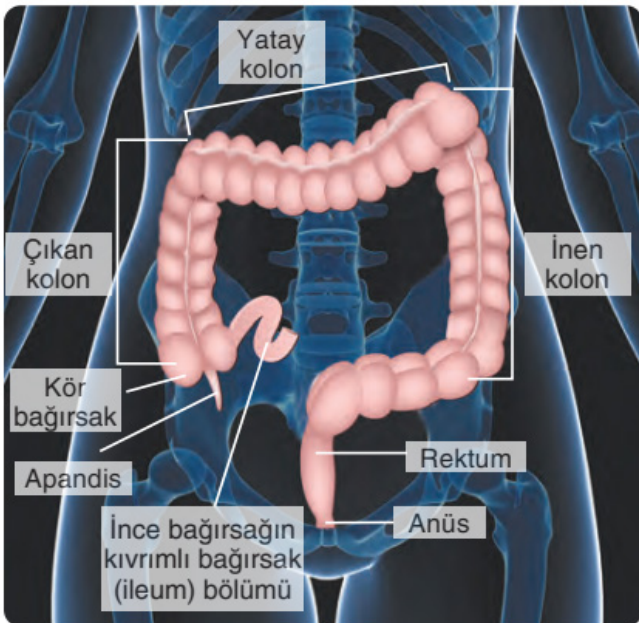
Çekum kalın bağırsağın ilk ve en geniş bölümüdür. Yaklaşık 6 cm kadardır. Kör bağırsağın başlangıç noktasında appendiks ya da apandis olarak adlandırılan yaklaşık 9 cm uzunluğunda lenfoid özellikli bir yapı bulunur.

Bu kısmın herhangi bir sebeple tıkanması ve iltihaplanması sonucunda **apandisit** ortaya çıkar.

Kıvrım bağırsakla bağlandığı noktada büzgeç bulunur ve içeriğin tekrar ince bağırsağa dönmesini engeller.

Kalın bağırsağın başlıca 3 önemli fonksiyonu vardır.

- ✓ Su, sodyum, potasyum ve klor gibi elektrolitleri emmek.
- ✓ Sahip olduğu gram negatif anaerobik bakterilerin ürettikleri B₅ B₇ B₁₂ ve K vitaminleri ile besinlerle alınan B₁ ve B₂ vitaminlerini emmek. Bu şekilde sentezlenen K vitamini günlük ihtiyacın yarısı kadardır.
- ✓ Dışkılama öncesi dışkıyı depolamak.



Pankreas

Hem hormon hem de sindirim enzimi salgılayan karma (mix) bir bezdir. Yaklaşık 12 - 15 cm uzunluğunda 80 g ağırlığındadır.

Midenin ön kısmında mide ile incebağırsak arasında bulunur. %98 lik kısmı enzim üretirken %2 lik kısmından hormon sentezi yapılır.

Günlük 1,5 – 2 lt kadar salgı üretir.

Pankreas sıvısı mideden gelen asidik kimüsün tamponlanmasını sağlar. (Ph 7,5 – 8,8)

Bu sıvıda;

- ✓ Proteinlere etki eden Tripsinojen , Kimotripsinojen ve Karboksipeptidaz
- ✓ Nişasta ve glikojene etki eden Amilaz
- ✓ Yağlara etki eden Lipaz
- ✓ DNA ve RNA yı parçalayan Nükleaz lar

bulunur.

Karaciğer

✓ Karın boşluğunun sağ üst kısmında bulunan karaciğer vücudun en büyük iç organıdır.

✓ Glisson kapsülü adı verilen bağ dokusu yapılı bir zarla çevrilidir.

✓ Dört büyük loptan meydana gelen karaciğerde sağdaki en büyük lop safra (öd) kesesini taşır.

✓ Salgılanan safra öğünler arasında safra kesesinde depolanır.

✓ Safra içerisinde safra tuzları safra pigmentleri bikarbonat iyonları kolesterol ve fosfolipitler mevcuttur.

✓ **Safrada sindirim enzimleri bulunmaz.**

✓ Karaciğer loplari daha küçük lopçuklara ayrılmıştır.

✓ Lopçuklar karaciğerin temel yapı ve görev birimleridir.

Safranin görevleri şöyle sıralanabilir.

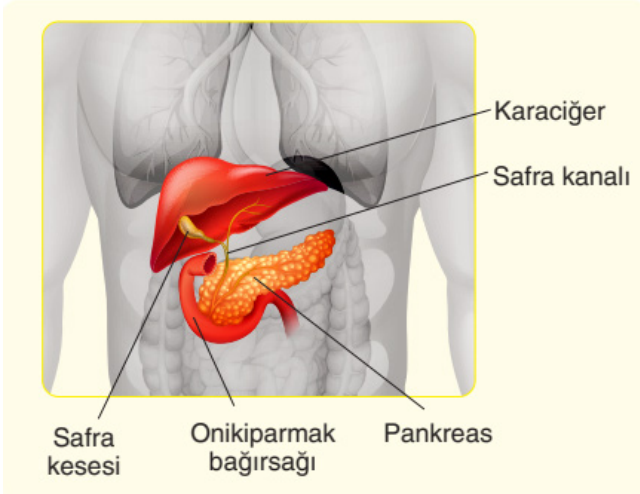
✓ İçindeki safra tuzları sayesinde yağların sindirim ve emilimini kolaylaştırır.

✓ Karaciğerin yaşlı alyuvarları parçalaması sonucu oluşan (bilirubin) safra pigmentleri dışkılama ile atılır.

✓ İçindeki bikarbonat sayesinde bağırsak ortamını bazikleştirir. Böylece pankreas ve bağırsak enzimlerinin aktivitesi artar.

✓ Yağda eriyen vitaminlerin ve yağların ince bağırsaktan emilimini kolaylaştırır.

✓ Antiseptik özelliği ile bakterilerin üremesini engeller.



Karaciğerin vücuttaki temel vazifeleri şunlardır.

- ✓ Safra salgılama
- ✓ Kanın kompozisyonunu ayarlama, toksinleri uzaklaştırma
- ✓ Heparin (karbonhidrat kökenli) ve fibrinojen, protrombin gibi kan proteinlerini sentezleme
- ✓ Yaşlı kan hücrelerini parçalama
- ✓ Alyuvar hücreleri üretme
- ✓ A vitamini öncülünden A vitamini sentezleme
- ✓ A,D,E,K vitaminleri ve demir,bakır gibi mineralleri depolama
- ✓ Amonyaktan üre sentezleme
- ✓ Zararlı olan H_2O_2 (hidrojen peroksit) gibi maddeleri zararsız hale getirme
- ✓ Fazla glikozu glikojene çevirip depolama, gerektiğinde glikojeni glikoza çevirme
- ✓ Proteinleri,karbonhidrat ve yağlara dönüştürme
- ✓ Aminoasitlerden glikoz sentezleme
- ✓ Vücut ısını düzenleme
- ✓ Bazı hormonların yapısına katılan kolesterolü üretme
- ✓ Temel aminoasitler dışında kalan aminoasitleri üretme (Krebs döngüsü aşamalarında)
- ✓ Albümin den plazma proteinini üretme