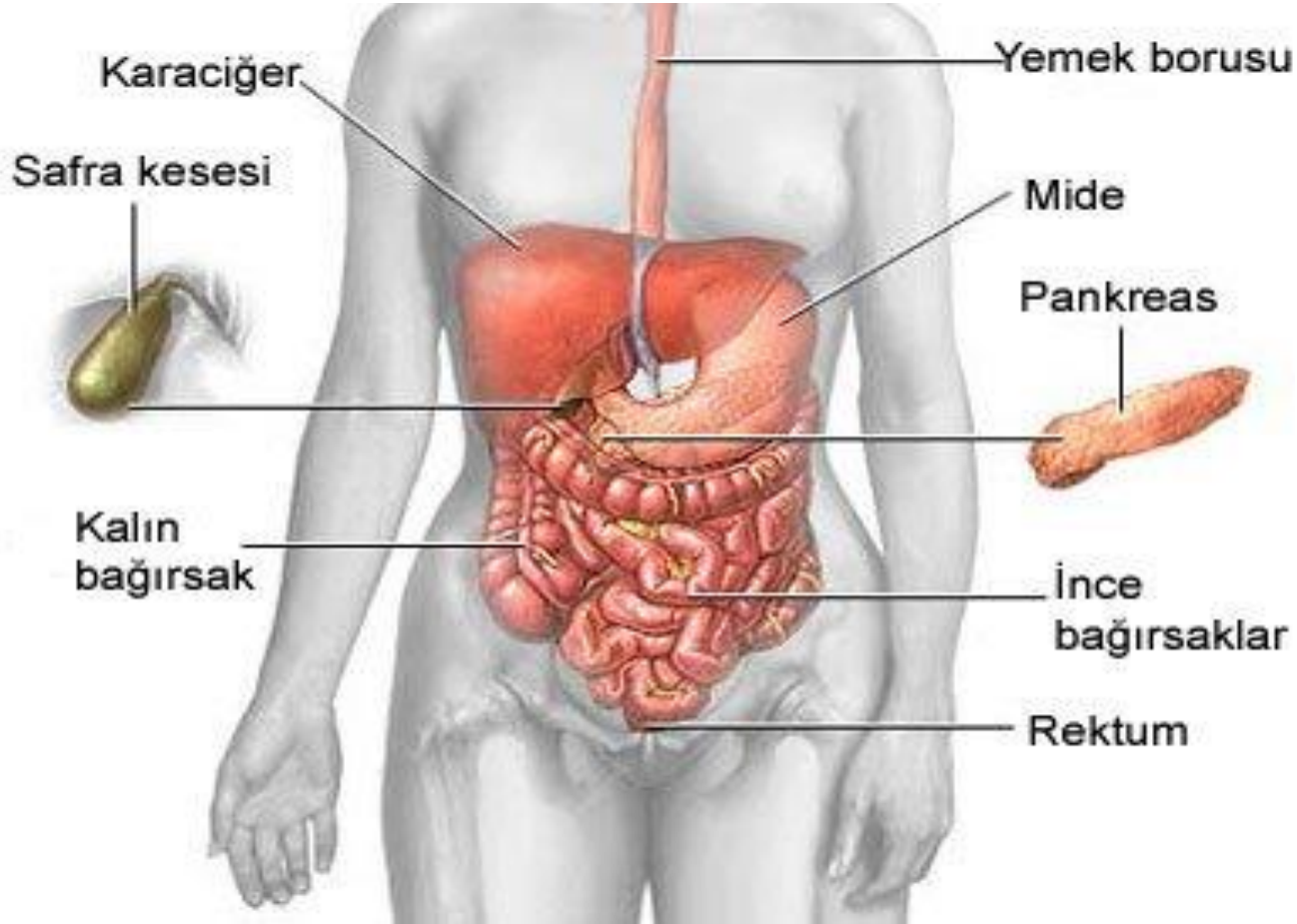


Sindirim Sistemi Fizyolojisi



Sindirim:

- Sindirim sisteminin fonksiyonu, vücuda alınan besin maddelerini mekanik ve kimyasal olarak parçalamak ve gerekli olanlarını kan dolaşımına absorbe etmektir (emilim).
- Alınan yiyecek maddelerinin mekanik parçalanması, ağızda çiğneme ile başlar ve mide-barsak düz kaslarının kasılması ile devam eder.
- Kimyasal parçalanma ise midenin, karaciğerin, incebarsakların ve pankreasın salgıladığı bazı enzimler aracılığı ile yapılmaktadır.
- Sindirim enzimleri olarak adlandırılan bu maddeler karbohidrat, protein ve yağları kolayca absorbe olabilecek büyüklükte moleküllere parçalar. Mekanik ve enzimatik parçalanma sonucu oluşan son ürünler, su, mineral ve vitaminlerle birlikte ince barsaklardan kana verilir.

Sindirim Sistemi Ana Fonksiyonu

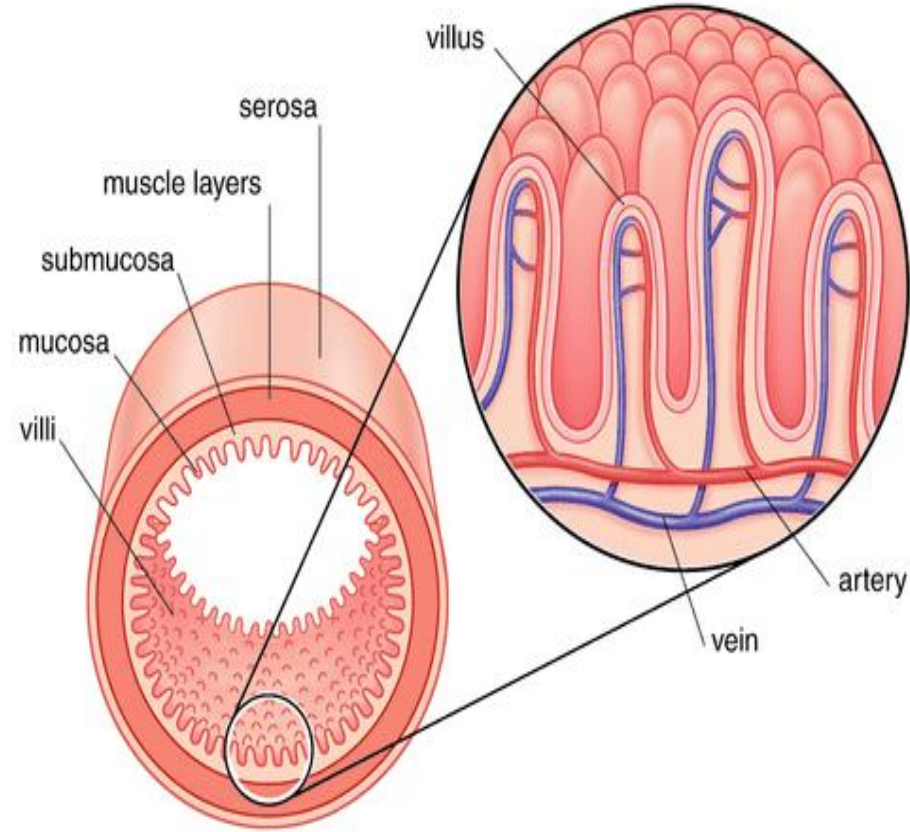
- Motilite: Yiyeceklerin küçük parçalara bölünmesini, karıştırılmasını ve iletilmesini sağlayan kas aktivitesidir.
- Sekresyon: Enzimler, mukus ve elektrolitlerden oluşan sulu sıvının salgılanmasıdır.
- Sindirim: Büyük besin moleküllerinin sindirim kanalında mekanik ve kimyasal olarak daha küçük partiküllere ayrılmasıdır.
- Emilim (absorbsiyon): Parçalanmış küçük moleküllerin organizma tarafından alınmasıdır. (kana veya hücreler arası sıvıya(lenfe) geçmesidir.

PERİSTALTİZM

- Yiyecek maddesini barsak boyunca ilerleten olaydır. Sindirim kanalı duvarının kasları, yavaş dalgalar halinde, kasılıp gevşerler.
- Bu kasılmaları başlatan:
 - Sindirim kanalı duvarı içinde bulunan sinir ağlarıdır
 - Peristaltizm'i uyaran sindirim yolunun gerilmesi ya da sinir ağının uyarılmasıdır

Emilim (Absorbsiyon)

- İnce bağırsaklarda yer alan **villus** adı verilen yapılar , besinlerin emilim ile kana geçmesini sağlar. Bu kılıçıklar sayesinde öğütülmüş olarak gelen besinlerin faydalı kısımları emilerek kana karıştırılır ve villus bir çeşit tüydür.



Sindirim Sistemi Organları

Sindirim sistemi, gerçekte, ağızdan başlayan anüste sonlanan ve dışarı ile bağlantısını bu iki açıklıkla kuran uzun bir tüp yapısındadır.

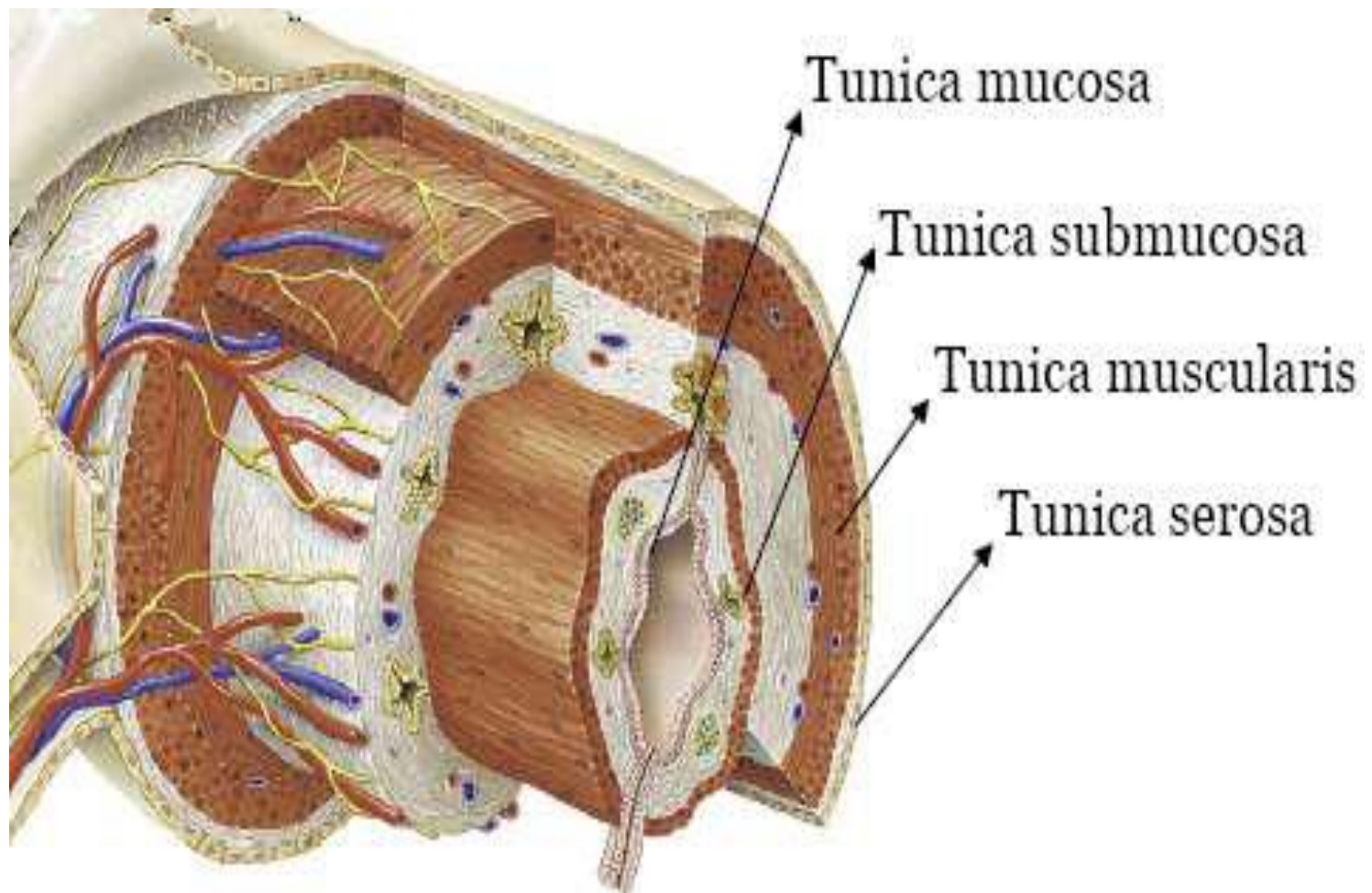
Bu yapının bazı bölgeleri yiyeceklerin taşınmasından (ağız ve yemek borusu), bir kısmı depo edilmesinden (mide ve kalın barsaklar), bir bölümü de esas olarak sindirim ve absorpsiyondan sorumludur. (incebarsaklar).

- Ağız (dişler ve dil), tükürük bezleri,
- Farinks, özofagus (yemek borusu), mide, barsaklar, rektum ve anüs
- Karaciğer, safra ve pankreas

Sindirim kanalının yapısı ve genel özellikleri

- 9 m uzunluğunda kassal bir tüptür
- Sindirim kanalının bütün bölümleri aynı temel doku tabakalarına sahiptir.
- Tüp tarzındaki yapıların duvarı içten dışa doğru; **mukoza-submukoza-muskülaris externa-seroza** şeklindedir.
- Karıştırmak ve ileriye doğru itmek iki önmeli fonksiyonudur

- **Tunica mucosa:** Epitelyum hücrelerinden oluşan bu tabaka organın iç boşluğuna bakar. Müköz tabakanın koruma, salgılama ve emilim fonksiyonlarını gerçekleştirir.
- **Tunica submucosa:** Elastik lifler içeren gevşek bağ dokusu tabakasıdır. Bu tabakada kan damarları, lenf damarları ve sinirler yer alır.
- **Tunica muscularis:** Ağız, yutak, özofagusun üst bölümü ve anüste çizgili diğer organlarda iki katlı düz kastan yapılmıştır.
- **Tunica serosa:** En dış tabakadır. Karın ve pelvis boşluğunda kalan organlarda peritonun iç yaprağı tarafından oluşturulur. Baş, boyun ve göğüs bölümlerinde yer alan sindirim kanalı organlarının dışında seröz zar yerine gevşek fibröz bağ dokusu bulunur. Bu tabaka tunica adventitia olarak adlandırılır.



Mekanik ve Enzimatik Parçalanma

- Sindirim sistemindeki hemen hemen her yapı yiyecek maddelerinin mekanik parçalanmasına, sulandırılmalarına, enzimatik parçalanmalarına (hidroliz) ve absorpsiyonlarına katılır.
- Yiyecek maddelerinin mekanik parçalanmaları ve sulandırılmaları, makromoleküller halinde alınan yiyeceklerin, enzimatik parçalanma hızını artırmaya önemli ölçüde yardımcıdır. Enzimatik parçalanma, moleküllerin kolayca absorbe edilecek boyutlara küçülmesini sağlar.
- Bütün bunların sonucunda sindirimde dört temel olayın varlığı ortaya çıkmaktadır. Bu olaylar sırası ile, mekanik parçalanma, sulandırma, enzimatik parçalanma ve absorpsiyondur.

- Mekanik parçalanma ile yiyecek maddeleri ufak parçalara adeta öğütülür. Öğütme işlemi enzimlerin kolayca etki edebilmesi için yüzey alanını genişletir. Bu da enzimatik parçalanma hızını artırır.
- Sulandırma işi iki yönden çok önemlidir. Birincisi, enzimatik reaksiyonların sulandırılmış ortamda çok daha hızla yürümesi, ikincisi ise, çözelti halindeki moleküllerin, absorpsiyon yapacak yüzeylerle daha kolay temas etmesi sonucu emilimin kolaylaştırılmasıdır.

- Enzimler parçaladıkları veya hidroliz ettikleri molekül tipine bağlı olarak dört grup altında toplanmaktadır:
- **Amilazlar**: Nişasta gibi polisakkarit yapısını parçalayan enzimler.
- **Lipazlar**: Yağları parçalayan enzimler.
- **Proteazlar**: Proteinleri ve polipeptidleri parçalayan enzimler.
- **Nukleazlar**: Nukleik asitleri ve nukleotidleri parçalayan enzimler.

- Sindirim sisteminin sayılan bu görevlerinin kontrolü çok sayıda hormon, enzim ve otonom sinir sistemi tarafından yapılmaktadır.
- Bu kontrolde çoğu sindirim kanalının kendisi tarafından yapılan hormonlar rol oynar.
- Bu hormonlar **endokrin** (kan ile genel dolaşıma katılır), **parakrin** (çevre ekstrasellüler sıvıya diffüze olur) ve **nörokrin** (nöronlar tarafından sinaptik aralığa) salgılanır hormonlardır.

AĞIZDAN SİNDİRİM

Ağızda, yiyeceklerin mekanik parçalanması (dil ve dişler), tükürük salgısı ile bir miktar sulandırılması ve sınırlı hidrolizi yapılmaktadır.

Çiğneme ile besinler küçük parçalara ayrılır ve tükürükle karıştırılıp yumuşatılarak yutmaya hazır hale getirilir.

Çiğneme çok sayıda kasın SSS çiğneme merkezindeki kontrolü aracılığı ile gerçekleşir.

Masseter ve temporalis kası çeneyi kapatırken, myohyoid ve digastricus kasları çeneyi açar.

Spinal bir refleks dişlerin bir birini ezmesini önler.

Tükrük salgısının görevi:

Tükrük salgısı günde 1500 ml kadardır. 3 çift tükrük bezi tarafından salgılanır. Tükrük salgısında bulunan **alfa-amilazı** veya **pityalin** enzimi bulunur.

Tükrük:

- 1) Polisakkaritleri disakkaritlere parçalar,
- 2) Müsin ve salgı sayesinde ise yiyeceklerin nemlendirilmesi, yumuşatılmasını ve kayganlaştırılmasını sağlar.
- 3) Besin maddelerini eriterek tadarının alınmasını sağlar.
- 4) Bakterileri içerdiği antikorlar yardımı ile kontrol altına alır.

Yutak ve Yemek Borusu

- **Farinks: Ağızdan özefagusa kadar olan bölümdür. Farinks gıda ve hava için ortak geçiş noktasıdır.**
- **Özefagus (Esophagus):Farinksten mideye besin taşıyan 25 cm uzunluğunda tüp kanaldır.**
- **Özefagus mukus olarak isimlendirilen sindirim salgısını da üretir.**
- **Özefagusun üst ucunda bulunan sfinkter hava geçişini engeller. Özefagusun alt ucunda bulunan sfinkter ve yakınlarındaki kaslar mide içeriğinin özefagusa geçişini önler.**

Yutma işlemi ve kontrolü

- Yutma istemli başlayıp otonom bir reflekse devam eden aktif bir olaydır.
- Yutma işlemi sırasında ağız kapanır
- Dil lokmayı yumuşak damağa doğru iter
- Bu sırada yumuşak damak yukarı ve arkaya kayar ve lokmanın nasofarinkse kaçmasını engeller
- Soluk alıp verme durur ve epiglottis hava yolunu kapar
- Farinks gevşer içine lokmayı alır, sonra özefagus üst kısmı gevşer ve farinks kasılarak lokayı özefagusa doğru iter.
- Lokma mideye peristaltik hareketlerle iletilir.
- Beyin sapındaki yutma merkezi damak, farinks ve özefagustan duyusal impulslar alır.
- Farinks ve Özefagus 1/3 kısmı çizgili kaslardan yapılmıştır ve somatik sinir sistemi lifleri ile innerve edilir.
- Özefagusun alt 2/3 kısmı düz kaslardan yapılmış olup N. Vagustan parasempatik lifler alır.

MİDEDE SİNDİRİM

- Yiyecekler ağızdan mideye özofagus aracılığı ile ulaşır. Yemek yeme hızı midedeki sindirim hızından çok daha fazladır. Bu nedenle mide, sindirim sisteminde **depo görevi** yapacak şekilde özelleşmiştir.
- Midede günde 2500 ml yakın salgı oluşturulmaktadır. Salgıda; mukus, bikarbonat, HCl, pepsinojen ve ağızdan alınan B12 vitaminin emilebilmesinde önemli rol oynayan **intrinsik faktör** bulunur.
- İnsanlarda mide sıvısının pH'ı 1,1-1,8 arasındadır.
- Mukus ve bikarbonat mide mukozasını asit salgısının tahrişinden korur.

- Asit salgısı (HCl), protein sindirimine yardımcıdır. Midede proteinleri peptidlere parçalayan enzim **pepsin** dir. Pepsin ise ancak **HCl** varlığında pepsinojenden oluşmaktadır.
- Nervus Vagus'un uyarılması (parasempatik etki), mideden gastrin hormonunun salgılanması ve histamin, midenin asit salgısını artırmaktadır.
- Midede yiyeceklerin mekanik parçalanması, sulandırılması, sınırlı oranda enzimatik parçalanması ve absorpsiyonu (etil alkol) yapılır.
- Yiyeceklerin, midede karıştırılıp, sulandırılması ve parçalanması sonucu oluşan içeriğe **kimus** adı verilmektedir.

- Yemek sonrası dönemde gerilme sonucu lokal refleksler ve N.Vagustan gelen sinyaller sonucu düz kaslarda uyarı ve kasılma olur.
- Yağlı yiyeceklerin ince barsaklara geçmesi yavaş olur.
- Karbohidrat içeren besinler ince bağırsaklara daha hızlı geçerler.
- Sekretin ve kolesistokinin hormonları duodenumda ki enteroendokrin hücrelerinden salgılanır. Duodenum içeriği çok asidikse sekretin, kimus çok yağlı ise kolesistokinin salgılanır. Bu hormonlar mide boşalmasını geciktirir.

Midenin sekresyonunu etkileyen faktörler

- 1) Asetilkolin, Ca^{2+} üzerinden etkiyle H^+ ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Asetilkolinin etkisi, atropin tarafından inhibe edilir.
- 2) Gastrin de Ca^{2+} üzerinden etkiyle H^+ ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Gastrin, aynı zamanda pepsinojen salgılanmasını da artırır.
- 3) Kalsiyum, H^+ iyonuna karşı hücre permeabilitesini artırır. Hipokalsemide mide sekresyonu inhibe olur.
- 4) Histamin, H^+ ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Histamin etkisi, simetidin gibi H_2 reseptör blokerleriyle inhibe olur. cAMP, $\text{H}^+/\text{K}^+-\text{ATPaz}$ pompasının aktivitesini artırarak paryetal hücre dışına H^+ pompalanmasını artırır.
- 5) Sekretin, pepsinojen salgılanışını artırır, HCl salgılanışını azaltır.

Mide boşalması-düzenlenmesi

- **Nöral Kontrol-Enterogastrik refleks;**
Enterogastrik refleks mide motilitesini ve gastrik salgılanmayı azaltır.
- **Hormonal kontrol-Enterogastronlar;**
Sekretin, kolesistokinin ve gastrik inhibitör peptid hormonları ile sağlanır.

Mide sıvısının salgılanmasının kontrolü

- Mide sıvısının salgısı 3 asamada kontrol edilir.
- **Sefalik faz:** Besinlerin görülmesi, koklanması veya tadılması salgıyı baslatır.
- **Gastrik (mide)fazı:** Midenin besin ile dolmasına cevap olarak salgılama
- **intestinal (bagırsak) fazı:** Asırı mide sıvısı sekresyonunu önleyici inhibitör komponenttir. Besinlerin ince bagırsaklara geçisiyle başlar.

İnce bağırsaklar

- **Duodenum:** İnce bağırsakların C şeklindeki başlangıç bölümüdür. Yaklaşık 25 cm uzunluğundadır, pankreas ve safra kesesinden gelen enzimlerin kimus ile karışımı sağlanarak sindirimin kalan bölümü tamamlanır.
- **Jejenum:** Yaklaşık 2.5 metre uzunluğundadır. Pek çok kıvrım (plika) ve villus içerir. Sindirim ve emilim görevleri vardır.
- **Ileum:** Yaklaşık 3.5 metredir. Emilimin büyük bir bölümü gerçekleştirilir. Peyer's patchleri (lymphoid tissue) ihtiva eder.

Kimus midede 1-3 saat kaldıktan sonra ince bağırsaklara geçer. Kimus ince bağırsaklarda kas kasılmalarıyla daha da karıştırılır.

- Kimus ince bağırsaklarda 1-6 saat kalır. İnce bağırsaklarda karbonhidrat ve protein sindirimi tamamlanır, yağ sindiriminin büyük bir bölümü gerçekleşir.**
- Sindirimi tamamlanmış moleküller kan ve lenf dolaşımına verilmek üzere emilirler**

İnce bağırsak enzimleri

Bağırsak salgısı (sıvısı);

- Su, tuz ve mukus, ince bağırsak enzimleri ve ince bağırsak hormonları bulunur.
- **İnce bağırsak enzimleri:**
- Enterokinazlar: Pankreas enzimi tripsinojeni aktif hali olan tripsine çevirir.
- Disakkaridazlar: Sükraz, maltaz ve laktaz (karbonhidrat sindirimi tamamlanır)
- Aminopeptidazlar: Protein sindirime yardım eden ederler.

İnce bağırsak hormonları

- **Sekretin**: pankreas ve karaciğer salgılarını artırır.
- **Kolesistokinin-Cholecystokinin (CCK)**: Pankreas enzimlerinin üretimini ve salınımı, safra kesesinden safra salgısını uyarır.
- **Gastrin**: gastrik salgılanmayı ve gastrik motiliteyi uyarır.

Emilim -Absorption

- Karbonhidrat, protein ve lipit sindirim ürünleriyle elektrolitler, vitaminler ve su ince bağırsaklar tarafından emilir. Her gün yaklaşık 5-10 Litre su ince bağırsaklara girer ve geri emilir,
- Karbonhidratlar, monosakkarit (glikoz, fruktoz, galaktoz) olarak kolayca emilir.
- Proteinler yapısal amino asitlere ayrıldıktan sonra emilir.
- Lipitler ince bağırsakta suda erimeyen geniş trigliserit damlacıkları olarak gelir, **Pankreatik lipaz** enzimi onları serbest yağ asidi, gliserol ve monogliseritlere dönüştürür. Safra tuzları ile yağ asitlerini çevreler ve suda eriyebilen **miçel** denilen partikülleri oluştururlar. Miçeller bağırsak mukozasından emilir ve bağırsak hücrelerinde parçalanarak yeniden trigliserit oluşur. Trigliseritler **şilomikron** adı verilen damlacıklar olarak lenf ve kan dolaşımına verilir.

Kalın bağırsaklar

- Kimus ince bağırsakları terkettiği zaman sindirim tamamlanmış olur ve kimus kalın bağırsaklara geçer.
- Kalın bağırsaklar sıvı halindeki kimustan su ve tuzların kaldırılması emilmesi işlevini görür.
- **Kalın bağırsakların görevleri:**
- **Emilim:** Suyun kalan bölümleri, tuzlar ve vitaminlerin bazıları kalın bağırsaklardan emilir.
- **Bakteriyel aktivite:** Kalın bağırsaklarda Vit K ve B12'nin sentezinde rol alan faydalı bakteriler vardır.
- Bu canlı veya ölü bakteriler kuru feçes ağırlığının % 20-25'ini oluştururlar. Bu bakteriler intestinal gazları da oluşturur.

Feçes oluşumu;

- **Sindirim sisteminin son ürünü feçestir.**
- **Günde yaklaşık 150 gr feçes vücuttan atılır (bunun 100 gr su, 50 gr ı katı maddedir)**
- **Su ve bakteriler yanında feçes yağ,nitrojen, safra pigmentleri,sindirilemeyen gıdalar (sellülöz gibi) ihtiva eder.**

DIŞKILAMA (DEFEKASYON) REFLEKS

- Dışkılama istemli ve istemsiz kontrol altındadır.
- Normalde boş olan rektum, inen koldan gelen kitle hareketiyle dolar.
- Rektum duvarının gerilmesi refleks olarak internal anal sfinkterin (düz kas) gevşemesini sağlar ve rektumla sigmoid kolondaki motor aktivitenin artısına sebep olur.
- Aynı zamanda dışkılama ihtiyacı beyne iletilir.
- Birey eğer durumun dışkılama için uygun olmadığını düşünürse, dışkılamayı durdurmak için eksternal sfinkter (çizgili kas) üzerindeki basıncı artırır, bunun üzerine çoğunlukla rektum hala dışkıyla (feçes) dolu olmasına rağmen dışkılama isteği kaybolur.
- Dışkılamak istediğimiz zaman ise eksternal sfinkter gevşer ve Valsalva manevrası ile karın içi basınç artırılır.
- Karın içi basınçla birlikte rektumun peristaltik kontraksiyonları dışkıyı dışarı çıkarır.

Sindirim organı olarak pankreas

- Pankreas ekzokrin ve endokrin salgı hücrelerine sahiptir.
- Ekzokrin hücreler ince bağırsaklara sindirim sıvılarını sekrete eder.
- Pankreatik sıvı salgısı tat tomurcuklarınca besinin varlığının belirlenmesiyle ve kimusun duodenuma girmesiyle sekretin ve kolesistokinin hormonları aracılığıyla uyarılır.
- **Pankreatik enzimler:** Pankreatik amilaz ve lipaz ve Pankreatik proteolitik enzimler olan Tripsinojen, kimotripsinojen ve prokarboksipeptidaz

Karacigerin görevleri

- **Karaciğer vücuttaki salgı yapan en büyük organdır. Görevleri:**
 - 1) **Metabolik düzenleme; portal venden alınan amino asit, karbonhidrat ve lipid düzeylerinin algılanıp ayarlanması.**
 - 2) **Fazla amino asitlerin üreye çevrilmesi,**
 - 3) **Plazma proteinlerinin sentezi,**
 - 4) **Vitamin ve minerallerin depolanması, ilaçların, zehirlerini kimyasal maddelerin metabolize edilmesi(detoksifikasyon),**
 - 5) **Depo görevi; karbonhidrat, vitamin, yağ, amino asit,**
 - 6) **Safra sentezi ve salgılanması**

Safra kesesi

- **Safra kesesi karaciğerden gelen safrayı sindirim için gerekinceye kadar depolayıp, konsantre hale getirir.**
- **Safra kesesinin kasılması kesedeki safrayı boşaltır.**
- **Safra yağ sindirimi için gereklidir.**
- Pankreas salgısı, günde 700-3000 ml
- Karaciğerin safra salgısı ise 300-1000 ml kadardır.