

SİNDİRİM SİSTEMİ

11.1.5. Sindirim Sistemi

Kavramlar ve Terimler

emilim, sindirim

11.1.5.1. Sindirim sisteminin yapı, görev ve işleyişini açıklar.

a. Sindirim sisteminin yapısı işlenirken görsellerden yararlanılır.

b. Sindirime yardımcı yapı ve organların (karaciğer, pankreas ve tükürük bezleri) görevleri üzerinde durulur. Yapılarına girilmez.

c. Öğrencilerin besinlerin sindirimini gözlemleyebileceği deneyler tasarlaması sağlanır.

11.1.5.2. Sindirim sistemi rahatsızlıklarını açıklar.

Reflü, gastrit, ülser, hemoroit hastalıkları üzerinde durulur.

11.1.5.3. Sindirim sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenlere ilişkin çıkarımlarda bulunur.

a. Asitli içecekler tüketilmesinin ve fast-food beslenmenin sindirim sistemi üzerindeki etkilerinin tartışılması sağlanır.

Polimer veya makromolekül besin maddelerinin enzim ve su yardımıyla yapıtaşlarına kadar parçalanmasına **sindirim** denir. Sindirim reaksiyonları bir hidroliz olayıdır. (Hidrolizde ATP kullanılmaz. dolayısıyla sindirim reaksiyonlarında ATP' ye ihtiyaç yoktur.)

NOT: İnorganik bileşikler ve vitaminler sindirilmez, doğrudan hücre zarından geçerler. Sindirim ürünleri: Glikoz, aminoasit, yağ asidi, riboz, azotlu organik baz gibi küçük moleküllerdir.

NOT: Büyük moleküllerin yapıtaşlarına kadar parçalanması sindirimdir. Organik yapı taşları eğer inorganik bileşiklere kadar parçalanıyorsa bu olaya hücre solunum denir. Hücre solunumunda enerji verici organik bileşikler inorganiklerine kadar parçalanır bu sayede hücrenin kullanabileceği ATP üretilir.

1- SİNDİRİM ÇEŞİTLERİ

A. Gerçekleşme şekline göre iki tip sindirim vardır. Bunlar: Mekanik ve kimyasal sindirim.

1- Mekanik Sindirim: Yüksek yapılı canlılarda besinlerin enzim kullanılmadan sadece fiziksel olarak küçük parçalara ayrılması olayıdır. Örneğin dişlerle ve mide hareketleriyle besinlerin ezilmesi, yağların safrayla küçük damlacıklara ayrılması mekanik sindirimdir. Mekanik sindirimin amacı; Besinlerin yüzeyini arttırarak enzimlerin etkinliğini arttırmak böylece kimyasal sindirimi kolaylaştırmaktır. Mekanik sindirimde enzimler kullanılmaz. Besinin kimyasal yapısı değişmez.

2- Kimyasal Sindirim: Dışarıdan alınan besin maddelerinin su ve enzimler yardımıyla yapı taşlarına kadar parçalanmasıdır. Kimyasal sindirim için su ve enzimler gereklidir. Doğrudan **ATP harcanmaz**. Gerekli enerji vücut ısısından ya da ortam ısısından sağlanır.

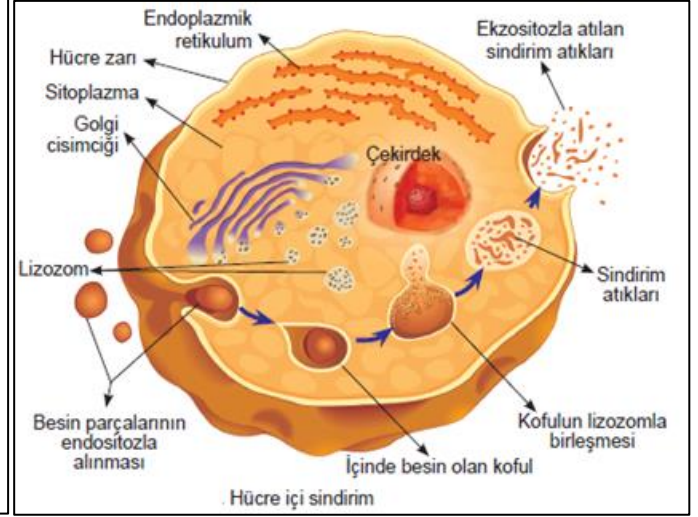
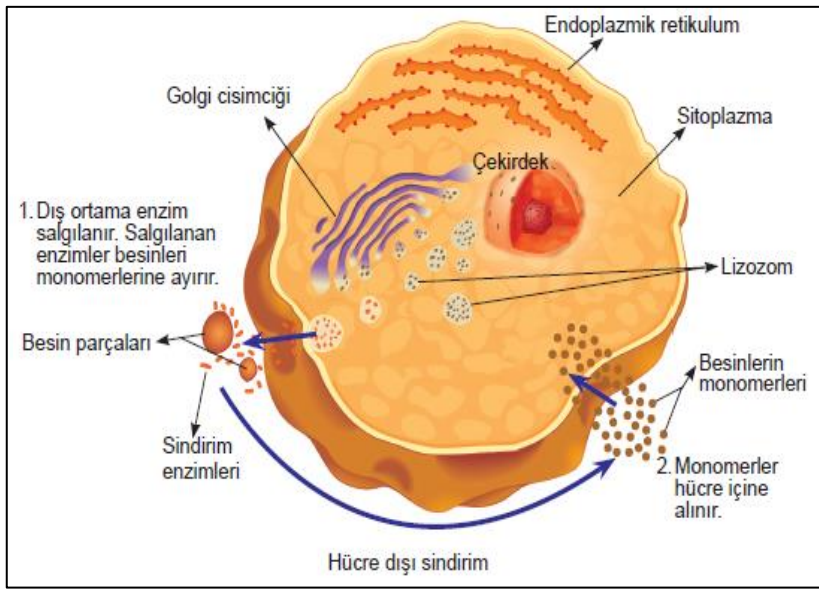
Ağız, mide ve incebağırsaktaki mekanik ve kimyasal sindirim miktarının karşılaştırılması;

Mekanik sindirim: Ağız >mide >ince bağırsak

Kimyasal sindirim: İnce bağırsak >mide > ağız

B. Kimyasal sindirim gerçekleştiği yere göre iki tip sindirim vardır. Bunlar: Hücre içi ve hücre dışı sindirim.

HÜCRE İÇİ SİNDİRİM	HÜCRE DIŞI SİNDİRİM
Besinlerin fagositoz veya pinositoz yoluyla (endositoz) koful ile hücre içine alınıp sindirilmesidir.	Hücrelerden salgılanan enzimlerle besinlerin hücre dışında yapı taşlarına parçalanması ve difüzyon veya aktif taşıma ile hücre içine alınmasıdır.
Amip, öğlena, paramesyum, süngerler, söleniterler ve akyuvar hücrelerinde görülür.	Saprofit bakteriler, mantarlar, böcekçil bitkiler, bazı omurgasızlar ile omurgalılarda görülen sindirim şeklidir.
Hücre içine alınabilecek kadar büyüklükteki besin molekülleri sindirilir.	Hücre içine alınamayacak kadar büyük besin molekülleri de sindirilir. Bu yüzden hücre içi sindirimden daha avantajlıdır.
Lizozom görev yapar.	Lizozom görev yapmaz.
Endositoz olayında ATP harcanır.	Ekzositoz olayında ATP harcanır.



NOT: İnsanda ağızda, midede, incebağırsakta gerçekleşen sindirim hücre dışı sindirimdir.

NOT: Hücre içi sindirim, dışardan alınan büyük moleküllerin hücre içerisinde parçalanmasıdır. Bitkilerde hücre içinde depo edilen nişastanın, hayvan hücrelerinde depo edilen yağ ve glikojenin yine hücrelerinde parçalanması daha çok hidroliz olayıdır.

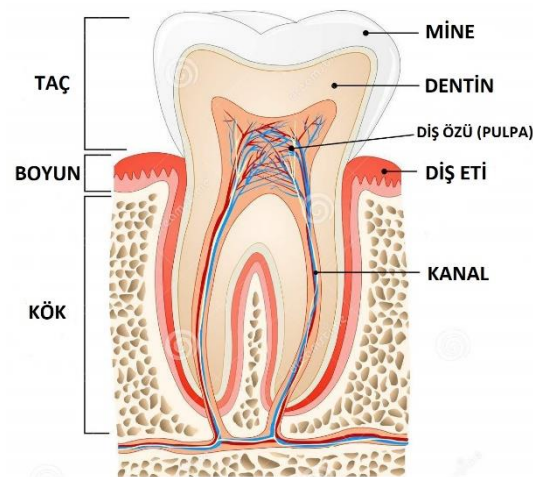
NOT: Hücre dışı sindirimini gerçekleştiren ökaryotik organizmalar, enzimlerini ekzositoz ile hücre dışına salarken Bakteriler koful oluşturamadığı için ekzositoz yapamazlar. Saprofit bakteriler, hücre dışına gönderecekleri enzimleri (proteinleri) translokaz adı verilen taşıyıcı proteinler yardımıyla taşırlar.

Sindirim sonucunda oluşan yapıtaş molekül; enerji kaynağı olarak, hücrenin kendi büyük molekülünü sentezleyebilmesi için kullanılır veya daha sonra kullanılmak üzere depolanabilir.

2- SİNDİRİM ORGANLARI

- Sindirim kanalı; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten meydana gelir.
- Sindirim kanalı yapısal olarak içten dışa doğru; mukoza, düz kas ve bağ doku olmak üzere üç tabakadan oluşur. Sindirim kanalının özelleşmiş bölümleri arasındaki geçit noktalarındaki kaslar, değişime uğrayarak halka şeklini almıştır (sfinkter). Bu kaslar gerektiğinde büzülerek kanalın bölümleri arasındaki madde geçişini düzenler.
- Lokma çiğnenip yutulduktan sonra yemek borusunu geçer ve 5-10 saniyede mideye ulaşır. Mide de sindirim 2-6 saat sürer. Kısmen sindirilmiş mide içeriği incebağırsakta 5-6 saat süre içinde tamamen sindirilir. 12-24 saat arasında sindirilemeyen maddeler kalınbağırsağı geçerek dışkı halinde anüsten atılır.

AĞIZ



Ağız yanaklar, dudaklar, dil, damak ve dişler tarafından çevrelenmiştir. Ağız boşluğunun iç yüzeyi çok katlı epitel doku ile kaplıdır.

Ağız, besinlerin hem fiziksel (mekanik) hem de kimyasal sindirimlerinin başladığı organdır.

Dişler besinleri parçalarken (mekanik sindirim) dil de besinlerin karıştırılmasını, tadının algılanmasını ve yutağı iletilmesini sağlar.

Dişler; boyuna taç, boyun ve kök olmak üzere üç kısımdan meydana gelir. Dişin taç kısmında kalsiyum, fosfor ve flor minerallerinden oluşan mine tabakası bulunur. Dişin en sert kısmı olan mine tabakasının altında kemik yapılı dentin, iç kısımda ise kan damarları ve sinirlerin bulunduğu pulpa (diş özü) bulunur.

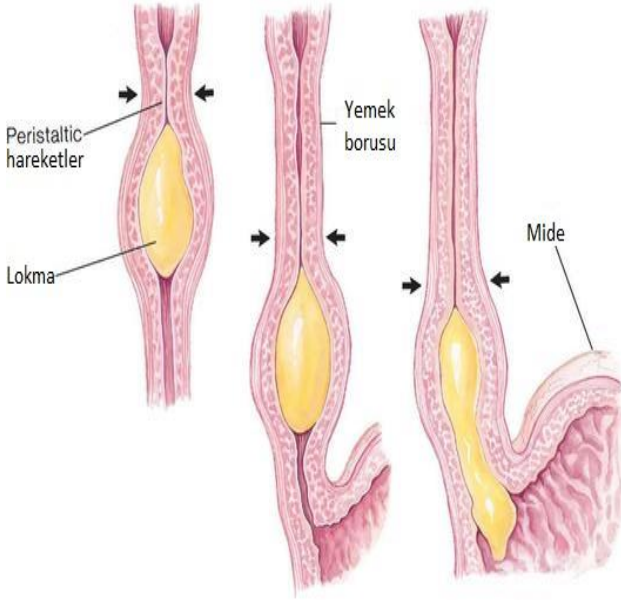
Büyük ağız diş	Küçük ağız diş	Köpek diş	Kesici diş	Köpek diş	Küçük ağız diş	Büyük ağız diş
6	4	2	8	2	4	6

NOT: Çiğneme olayı istemli olarak başlayıp refleks olarak (merkezi omurilik soğanıdır) devam etmektedir.

YUTAK (FARİNGS)

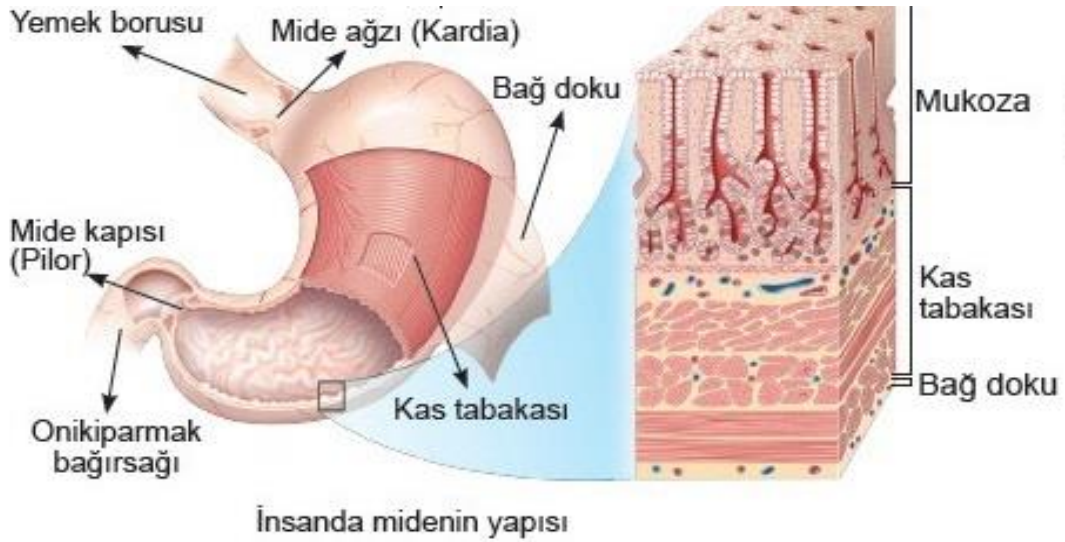
Ağız boşluğu, burun boşluğu, yemek ve soluk borusu arasındaki geçittir. Orta kulakta östaki borusu ile yutağa açılır. Yutağın sindirimdeki görevi, ağızda öğütülen besinleri yemek borusuna iletmektir. Bu olay yutkunma refleksi ile gerçekleşir. Yutkunma sırasında gırtlak kapağı (epiglottis), soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını engeller.

YEMEK BORUSU (ÖZOFAGUS)



- Yutak ile mide arasında bulunur. Yaklaşık 25 cm uzunluğunda ve 2 cm çapındadır.
- Yemek borusunda mekanik ve kimyasal sindirim olmaz.
- Yemek borusu sindirim kanalının diğer kısımlarında olduğu gibi üç tabakadan oluşur. En içte mukoza tabakası (Epitel dokudan oluşur), ortada halka şeklinde ve boyuna uzanan düz kaslar, en dışta ise bağ doku bulunur.
- Yemek borusunun orta tabakasında yer alan kasların kasılıp gevşemesi burada dalga hareketleri meydana getirir. Lokmanın yemek borusundan mideye doğru ilerlemesini sağlayan bu hareketlere **peristaltik hareketler** denir. Bu hareketlerle lokma, mideye ulaştırılır. (Kusma sırasında peristaltik hareket mideden ağza doğru gerçekleşir).
- Yemek borusunun 1/3'ü çizgili kas, diğer kısımları düz kastan yapılmıştır. Bu nedenle yutma işlemi istemli başlar, refleks olarak devam eder.

MİDE



İnsanda midenin yapısı

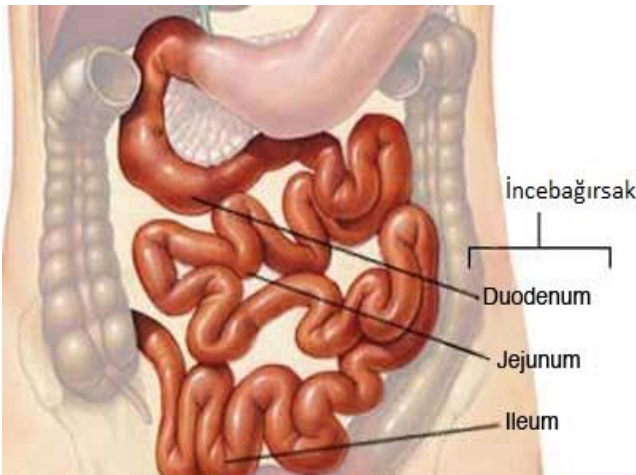
- Sindirim sisteminin en geniş kısmıdır. Diyaframın altında, karın boşluğunun üst sol bölgesinde bulunur. Yemek borusu ile bağlandığı yere **mide ağzı (kardia)**, ince bağırsağa bağlandığı yere **mide kapısı (pilor)** bölgesi, midenin en geniş kısmına da fundus denir. Mide ağzı besinlerin yemek borusuna, mide kapısı ise besinlerin mideye geri dönüşünü engeller.
- Midenin en dış kısmında bulunan bağ dokunun üzerini **periton** adı verilen karın zarı örter.
- Midenin yapısında dıştan içe doğru; bağ doku, düz kas ve mukoza tabakası bulunur.
 - ❖ Bağ Doku: Midenin korunmasını sağlar, üzerini periton adı verilen ince bir tabaka örter.
 - ❖ Düz kaslar: Enine, boyuna ve çapraz olarak yerleşmişlerdir. Düzenli kasılarak sindirim salgısı ile besinlerin karışmasını sağlarlar. Aynı zamanda besinlerin ezilmesini sağlayarak mekanik sindirim yaparlar.
 - ❖ Mukoza Tabakası: Epitel dokudan yapılmıştır. Mide mukozasında epitelden meydana gelen basit bezler bulunur. Bu bezlerin (hücrelerin) salgılarıyla mide öz suyu (gastrik sıvı) oluşur. Bu bezler üç tip hücreden oluşur.

- HCl salgılayan hücreler (Parietal hücreler) (H⁺ ve Cl⁻ iyonları ayrı ayrı salgılanır. Midede HCl meydana gelir).
- Enzim (pepsinojen) salgılayan hücreler (Şef hücreleri)
- Mide duvarını koruyan ve kayganlaştıran mukus salgılayan hücreler (Goblet hücreleri)

➔ **Mide öz suyunda; HCl, pepsinojen (protein sindirim enzimi) ve mukus bulunur. Mide öz suyunun pH'ı yaklaşık 2'dir.**

- **HCl (Hidroklorik Asit)' in görevleri**
 - Hücre dışında hücreleri bir arada tutan yapıyı parçalar.
 - Besinlerle alınmış mikroorganizmaları öldürür.
 - Pepsinojeni aktifleştirip pepsine dönüştürür.
 - Proteinlerin denatüre olmasını sağlayarak, pepsinin etkileşimini artırır.
 - Pankreas ve bağırsak bezlerinin salgı yapmasını sağlar.
 - Pepsinin çalışması için uygun pH' ı sağlar.
- **Midenin Görevleri**
 - Mide besinleri geçici olarak depolar.
 - Mekanik ve kimyasal sindirimin yapılmasını sağlar.
 - B12 vitaminin emilimini sağlayan bir madde salgılar.
 - Asidik ortamı sayesinde bazı mikroorganizmaları yok eder. (Doğal bağışıklık sağlar.)
- Mideden çıkan besin bulamacına **KİMUS** denir.
- **Mide Salgısının Düzenlenmesi**
 1. Besini görme, koklama, çiğneme ve besinin mide duvarına dokunması ile vagus siniri mide bezlerini uyarır.
 2. Mide salgı bezlerinden kana gastrin hormonu salgılanır.
 3. Gastrin kan yoluyla yeniden mideye gelerek, mide öz suyu üretimini sağlar.
 4. Mide içeriğindeki besinler (kimus), onikiparmak bağırsağına geçtiğinde mide öz suyu salgılanmasını durduran enterogastrin hormonu salgılanır.
- **Midenin kendi kendini sindirmesini engelleyen faktörler**
 - Mukoza tabakası hücreler üç günde bir tamamen yenilenir.
 - Üretilen yoğun mukus salgısı.
 - Pepsin enziminin inaktif olarak (pepsinojen) salgılanması.
 - Gastrin hormonunun düzenleyici etkisi. (Midenin boşuna salgı üretmesini engeller.)
- **Midenin enzim salgılamasını uyaran faktörler**
 1. **Hormonal etki:** Midenin yapısında bulunan bazı hücrelerden salgılanan gastrin hormonu, kan ile taşınarak midenin salgı yapan hücrelerine etki ederek enzim üretimini uyarır.
 2. **Sinirsel etki:** Besinlerin tadı ve kokusu beyinde ilgili merkezleri uyarır. Bu sayede besin mideye gelmeden salgı üretmeye başlar.
 3. **Mekanik (fiziksel) etki:** Besinlerin mide duvarına teması, midenin salgı üretimini uyarır.

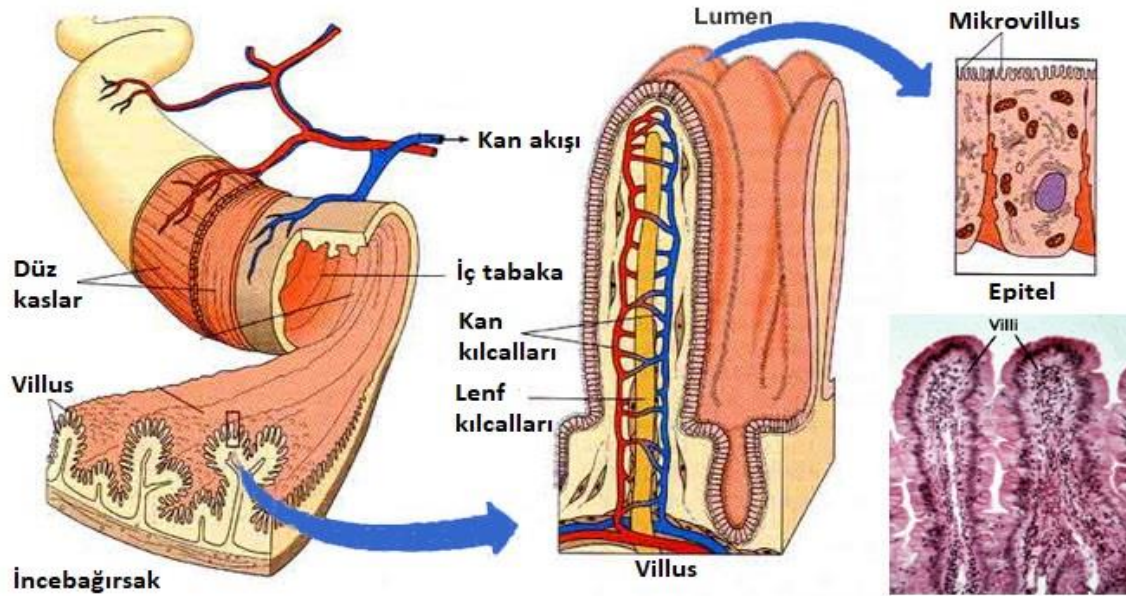
İNCEBAĞIRSAK



- Sindirim kanalının mide ile kalınbağırsak arasında kalan bölümüne denir. Dıştan içe doğru bağ doku, halka ve boyuna düz kaslar ve mukoza tabakasından oluşmuştur. Bağ dokusunun üzerini periton örter.

- İnce bağırsağın iç yüzeyindeki mukoza tabakası, besinlerin emilimini artırmak için katlanarak bağırsak boşluğuna doğru **villus** (tümür, villi) adı verilen parmak şeklindeki kıvrımları oluşturur. Villusları oluşturan epitel hücrelerinin yaptığı sitoplazmik uzantılara ise **mikrovillus** (mikrovilli) denir. Villus ve mikrovillus incabağırsağın emilim yüzeyini yaklaşık 550 m²'ye çıkarır.

- İnce bağırsak yaklaşık 7.5 metre uzunluğunda bir yapıdır. Kalın bağırsağa doğru sırasıyla duodenum (onikiparmak bağırsağı), jejunum (boş bağırsak) ve ileum (kıvrımlı bağırsak) olmak üzere üç kısımdan meydana gelir.
- Duodenum (25 cm), sindirimin ve emilimin en yoğun gerçekleştiği yerdir. Pankreas özsuyu ve safranin sindirim kanalına girişi burada gerçekleşir.
- Asidik kimus duodenuma (onikiparmak bağırsağı) geçtiğinde, duodenumdan sekretin ve kolesistokinin (KSK) hormonları salgılanır.
- İnce bağırsağın içini örten mukoza tabakası içinde salgı bezleri bulunur. Salgı bezlerinin bir kısmı bağırsak hücrelerini koruyan mukus salgılar. Diğer kısmı ise sindirim enzimlerini (**aminopeptidaz, tripeptidaz, erpesin/dipeptidaz, maltaz, laktaz, sukraz, dekstrinaz, nükleotidaz**) salgılar.
- İnce bağırsaktan ayrıca pankreas öz suyu ile gelen tripsinojeni aktifleştiren enterokinaz enzimi salgılanır. Enterokinaz sindirim enzimi değildir.



Sindirim Sisteminde Görev Alan Hormonlar ve Etkileri

Hormon	Salgılandığı organ	Hedef organ	Hedef organın cevabı
Gastrin	Mide	Mide	Mide öz suyunun salgılanması
Sekretin	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreasa HCO ₃ (bikarbonat) iyonlarını salgılatarak ince bağırsağın pH' ını düzenler.
		Karaciğer	Safra üretimini ve salgılanmasını sağlar.
Kolesistokinin (KSK)	Onikiparmak bağırsağı	Pankreas	Pankreas enzimlerinin salgılanmasını sağlar.
		Safra Kesesi	Safra kesesi kasılması ve burada depolanan safranin onikiparmak bağırsağına dökülmesini sağlar.

NOT: Sekretin ve kolesistokinin (KSK) mideyi etkileyerek, peristaltisi ve mide öz suyu salgılanmasını inhibe eder.

KALIN BAĞIRSAK

- Sindirim kanalının ince bağırsaktan sonra başlayıp anüs ile biten yaklaşık 1,5-2 m uzunluğundaki kısmıdır.
- Kalın bağırsak; **çekum (kör bağırsak), kolon, rektum (düz bağırsak)** olmak üzere üç kısımdan oluşur.
- 1. Kör bağırsak (Çekum):** Kalın bağırsağın ilk kısmıdır. İnce bağırsak ile birleştiği yerde kapak bulunur. Parmak şeklinde apandis denilen bir uzantı taşır. Bu bölgenin iltihaplanmasına apandisit denir. Eğer apandis dejenere olursa buradaki bazı bakteriler kana geçer ve enfeksiyonlara neden olabilir. Apandis iki görevi yerine getirmektedir.
 - ✓ Vücuda yararlı mikropları üreterek, sindirim sistemine yardımcı olur.
 - ✓ Ürettiği bu mikroplar sayesinde bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkı sağlar.

2. **Kolon:** Kalın bağırsağın orta kısmıdır.

3. **Düz bağırsak (Rektum):** Kalın bağırsağın son kısmıdır. Anüs ile dışarıya açılır.

• Kalın bağırsağın üç önemli görevi vardır:

- ✓ Su, sodyum, klor ve potasyum gibi elektrolitlerin kana emilimini tamamlamak, mukus salgılamak.
- ✓ B ve K vitamini üreten faydalı bakteriler için yaşam ortamı oluşturmak ve bu vitaminlerin emilimini gerçekleştirmek,
- ✓ Dışkının vücuttan atılınca kadar geçici olarak depolanmasını sağlamaktır.

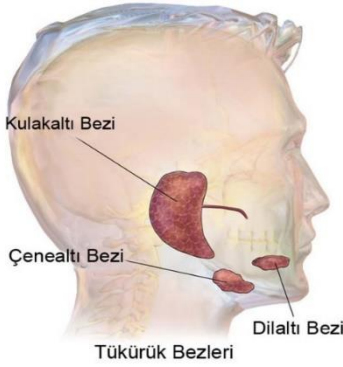
• Kalın bağırsakta mekanik ve kimyasal sindirim olmaz.

• Lifli gıdalar (selüloz vb.) ince bağırsakta sindirilemez ve kalın bağırsaktan dışkı ile dışarı atılır.

3- SİNDİRİME YARDIMCI ORGANLAR

Sindirime yardımcı organlar; tükürük bezleri, pankreas, karaciğer ve safra kesesinden meydana gelir.

A. TÜKÜRÜK BEZLERİ



- Kulak altı, çene altı ve dilaltında olmak üzere üç çift tükürük bezi vardır.
- Tükürük salgılanması sadece sinirsel denetim ile olur. Parasempatik (vagus) siniri uyarısı tükürük salgısını artırır. Sempatik sinirler azaltır. Örneğin, besini çiğneme, görme, kokusunu alma, çeşitli şartlanmalar gibi durumlarda tükürük salgılanması tükürük bezlerinin sinirsel yolla uyarıldığını gösterir.
- Tükürüğün pH'ı 6.2 ile 7.4 arasında değişir. Tükürük pH'ının yükselmesi, tükürüğün yapısında bulunan kalsiyum, fosfor gibi maddelerin çökmesine ve diş taşlarının oluşmasına neden olur.

Tükürüğün bileşimi ve görevleri;

Mukus (Dil altından salınır)	Sodyum, kalsiyum gibi bazı iyonlar su ve glikoprotein bulunur. Ağızın nemli kalmasını ve besinlerin kayganlaşmasını sağlar.
Amilaz enzimi (pityalin) (Kulak altından salınır)	Karbonhidratların kimyasal sindirimini başlatır. Nişasta ve glikojeni daha küçük polisakkarit olan dekstrin ve maltoza parçalar.
Lizozim enzimi	Antimikrobiyal etki yaparak dış çürümesine yol açan bakterilerin çoğunu yok eder.
Seröz (Çene altından salınır)	Besinlerin eritilerek tadının alınmasını sağlar.

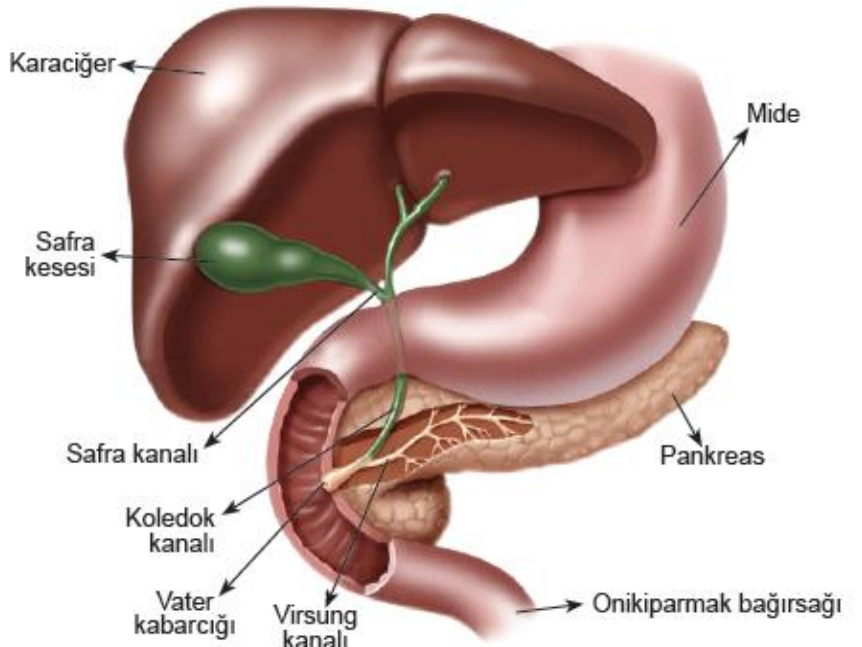
B. KARACİĞER VE SAFRA KESESİ

Karın boşluğunda midenin sağ üst kısmında yer alır. Safra (öd) kesesini taşır. Karaciğerin salgıladığı safra sıvısı koledok kanalı ile onikiparmak bağırsağına (vater kabarcığına) dökülür.

Safra içinde; su, safra tuzları, safra pigmentleri (bilirubin), bikarbonat iyonları (HCO_3^-), kolesterol, fosfolipit bulunur.

Safranın Görevleri

- İçindeki safra tuzları sayesinde yağların sindirimi ve emilimini kolaylaştırır.
- Yaşlı alyuvarların parçalanması sonucu oluşmuş bilirubinin dışkı ile atılması sağlanır.



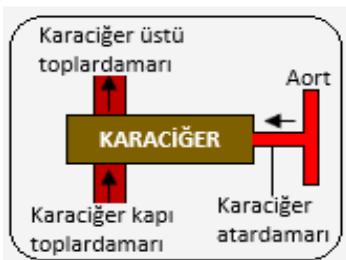
- İçindeki HCO_3^- sayesinde bağırsak ortamını bazikleştirir böylece pankreas ve bağırsak enzimlerinin etkinliği artar.
- Yağda çözünen vitaminlerin (A,D,E,K) ince bağırsaktan emilimini kolaylaştırır.
- Safra aynı zamanda antiseptik bir görev yaparak bağırsaktaki atık maddelerin kokuşmasını ve zararlı bakterilerin üremesini engeller.
- Safra pigmentleri dışkıya rengini verir.

NOT: Safra, enzim içermediğinden yağların kimyasal sindiriminde rol oynamaz. Sadece ince bağırsakta mekanik sindirimlerini gerçekleştirir.

NOT: Safradaki kolesterolün yoğunluğu, fosfolipit ve safra tuzlarına oranla artarsa kolesterol kristalleşir ve safra taşlarını oluşturur. Safra taşı küçük ise safra kanalından geçerek bağırsaklara atılabilir. Büyük ise safra kesesinin ağzına yerleşir ve ağırlı kasılmalara sebep olur. Eğer safra taşı safra kesesine yerleşirse safranın bağırsağa ulaşmasına engel olur. Buna bağlı olarak yağ sindirimi ve emilimi bozulur. Yağda çözünen vitaminlerin emilimi de aksar. A,D,E,K vitaminleri eksikliklerine bağlı hastalıklar ortaya çıkar. Sindirilmeyen yağlar kalın bağırsağa girer, yağlı ve sulu dışkı atımı görülür (ishal). Aynı zamanda safra taşlarından dolayı safra kanalının tıkanması ile bilirubin kanda birikir. Kanda biriken bilirubin dokulara girer, derinin ve göz akının sarımsı renk almasına neden olur. Bazı virüslerde sarılığa neden olur.

Karaciğerin Görevleri

- Karaciğerin sindirimdeki görevi; yağların mekanik sindirimini sağlayan safra salgısını üretmektir. Üretilen safra sıvısı, safra kesesinde depolanır. (**Karaciğerden sindirim kanalına enzim verilmez**).
- Kandaki glikoz miktarının düzenlenmesine yardımcıdır. Glikozun fazlasını glikojen hâlinde depo eder. Kanda glikoz miktarı düştüğünde karaciğerde depolanan glikojen, glikoza dönüştürülerek kana verilir.
- Proteinlerin karbonhidrat ve yağlara dönüşümünü sağlar.
- Temel amino asitler dışındaki amino asitleri sentezler. Aminoasitleri birbirine dönüştürür.
- Proteinlerin metabolizması sonucu açığa çıkan ve zehirli amonyağı (NH_3) üreye dönüştürür.
- Alkolün zararlı etkisini azaltır.
- İlaç kalıntıları gibi zehirli maddeleri zehirsizleştirir.
- Vücuda girmiş olan toksik maddelerin etkilerini azaltır veya ortadan kaldırır.
- Zehirli H_2O_2 'i (Hidrojen peroksit) katalaz enzimi ile su ve oksijene parçalar.
- Vücut ısısını ayarlar.
- A, D, K ve B_{12} vitaminlerinin fazlasını depolar.
- Karotenden yani Provitamin A' dan A vitamini sentezler.
- Demir ve bakır gibi mineralleri depolar.
- Embriyo öneminde ve kansızlık durumunda alyuvar üretir.
- Karaciğerde bulunan kupfer hücrelerinde yaşlanmış ve hasarlı alyuvarlar parçalanır.
- Albumin, globulin, fibrinojen gibi kan proteinlerini sentezler.
- Kanın damar içinde pıhtılaşmasını engelleyen heparin üretir.
- Kandaki steroid yapıdaki hormonların seviyesini ayarlar, fazlasını kandan uzaklaştırır.
- Eritropoitein hormonu üreterek kırmızı kemik iliğinden alyuvar yapımını uyarır. (Eritropoetininin %10'unu karaciğer, %90'nını böbrekler üretir.)
- Çizgili kaslarda üretilen laktik asidi, piruvat ya da glikoza dönüştürür.
- Galaktoz ve fruktozu, glikoza dönüştürür.



Karaciğere iki kaynaktan kan gelir.

1. Mide, pankreas, dalak ve sindirim kanalından (ince bağırsak ve kalın bağırsaktan) gelen kirli kan kapı toplardamarı ile karaciğere getirilir.

2. Aorttan gelen ve oksijen zengin kanı taşıyan karaciğer atardamarıdır.

*Karaciğerden çıkan kanı kalbe götüren damar ise karaciğer üstü toplardamardır.

➡ Tokken glikoz oranı; Kapı toplardamarı > Karaciğer Üstü Toplardamarı > Karaciğer Atardamarı
Açken glikoz oranı; Karaciğer Üstü Toplardamarı > Karaciğer Atardamarı > Kapı Toplardamarı

C. PANKREAS

- Mide ile onikiparmak bağırsağı arasında bulunur. Karma bir bezdir. Langerhans adacıkları (alfa ve beta hücreleri) ile insülin ve glukagon salgılar. Acinar hücreleri ile sindirim enzimlerini (pankreas öz suyu) salgılar. Pankreas öz suyu, virsung kanalı ile onikiparmak bağırsağına (vater kabarcığına) dökülür.
- pH'ı 7,5-8,8 arasındaki pankreas öz suyunun içinde;
 - ✚ Bikarbonat iyonları/ HCO_3^- (mideden gelen asidik kimusu nötürleştirir),
 - ✚ karbonhidratların sindiriminde görevli **amilaz**,
 - ✚ yağların sindiriminde görevli **lipaz**,
 - ✚ proteinlerin sindiriminde görevli **kimotripsinojen, tripsinojen, karboksipeptidaz**,
 - ✚ nükleik asitlerin sindiriminde görevli **nükleaz enzimleri (DNAaz, RNAaz)** bulunur.

4-BESİNLERİN KİMYASAL SİNDİRİMİ VE EMİLİM

a. Karbonhidratların Sindirimi

Ağız; Tükürükte bulunan tükürük amilazı (pityalin), nişasta ve glikojen moleküllerini parçalayarak iki glikozdan oluşan maltoz ve küçük polisakkarit zinciri olan dekstrine dönüştür.

İnce Bağırsak; Ağızda başlamış olan karbonhidrat sindirimi pankreastan salgılanan amilaz enzimi ile ince bağırsakta devam eder. Pankreastan salgılanan ve tükürüktekienden daha etkili olan amilaz enzimi ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojeni onikiparmak bağırsağında maltoz ve dekstrine parçalar. Daha sonra ince bağırsak bezlerinden salgılanan maltaz, sükras (sakkaraz), laktaz ve dekstrinaz enzimleri ile basit şekerler oluşturulur. Böylece karbonhidrat sindirimi ince bağırsakta tamamlanır.

b. Yağların Sindirimi

Yağların kimyasal sindirimi **ince bağırsakta** başlar ve biter. Onikiparmak bağırsağından salgılanan kolesistokinin hormonu etkisi ile safra salgısı koledok kanalı ile vater kabarcığından onikiparmak bağırsağından dökülür. Safra, yağları mekanik olarak sindirip küçük yağ damlacıklarına dönüştürür. Safranin etkisiyle damlacık hâline dönüşmüş olan yağlar, pankreas tarafından salgılanan lipaz enzimi sayesinde kimyasal olarak sindirilerek yağ asidi ve gliserole dönüştürür.

c. Proteinlerin Sindirimi

Mide: Besinlerin uyarıcı etkisi ile (görme, koklama ve düşünce) vagus siniri, mide bezlerinden gastrin hormonunun salgılanmasına yol açar. Kan dolaşımına katılan gastrin hormonu mide hücrelerini mide özsuyu salgılaması için uyarır. Özsu içinde bulunan HCl, mide bezlerinde üretilen ve pasif bir enzim olan pepsinojeni aktif olan pepsin enzimine dönüştürür. Pepsin, proteinleri polipeptit parçalarına (peptonlara) ayırıştırır.

NOT: Geviş getiren memelilerin midelerinde sütü pıhtılaştıran rennin (lap enzimi) enzimi bulunur. Bu enzim başka birçok memelide de bulunur. Rennin, süt proteinlerini pıhtılaştırarak ve çöktürerek sütün midedeki hareketini yavaşlatır. İnsanların bebeklerinde rennin enzimi bulunmaz. Yeni doğan bu bebeklerde de pepsin enzimi, ergin bireylerde olduğu gibi süt proteinlerini sindirir.

İnce bağırsak: Midede proteinler tam olarak sindirime uğramaz. Kimus, mide kapısından ince bağırsağa geçer. Kimusun ince bağırsağa teması sonucu mukozadan entorokinaz enzimi salgılanır. Enterokinaz, pankreas salgısı olan tripsinojeni aktiveleştirerek tripsine dönüştürür. Tripsinde kimotripsinojeni aktiveleştirerek kimotripsine dönüştürür.

(**Kimus:** Mideden ince bağırsağa geçen yarı sindirilmiş haldeki besin maddeleri)

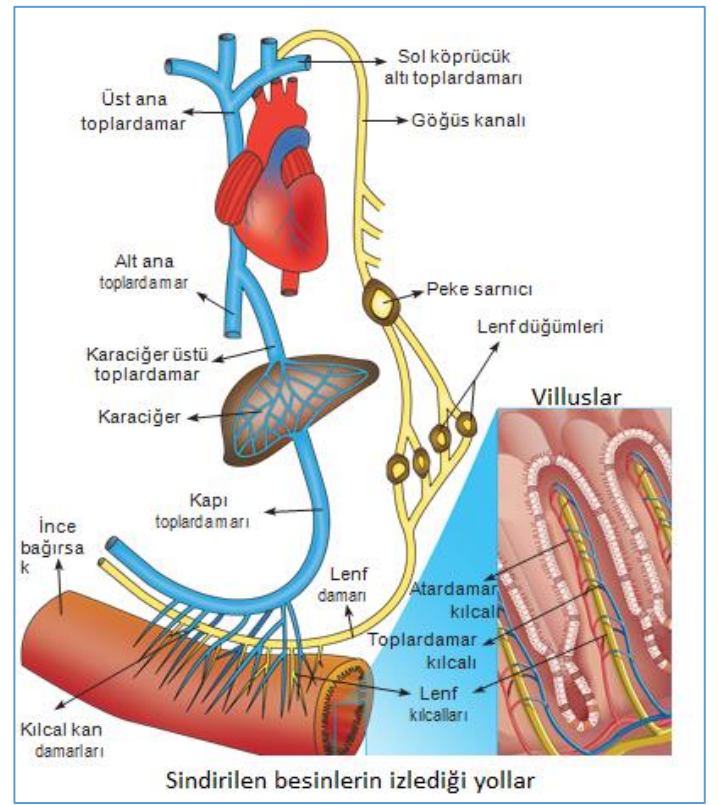
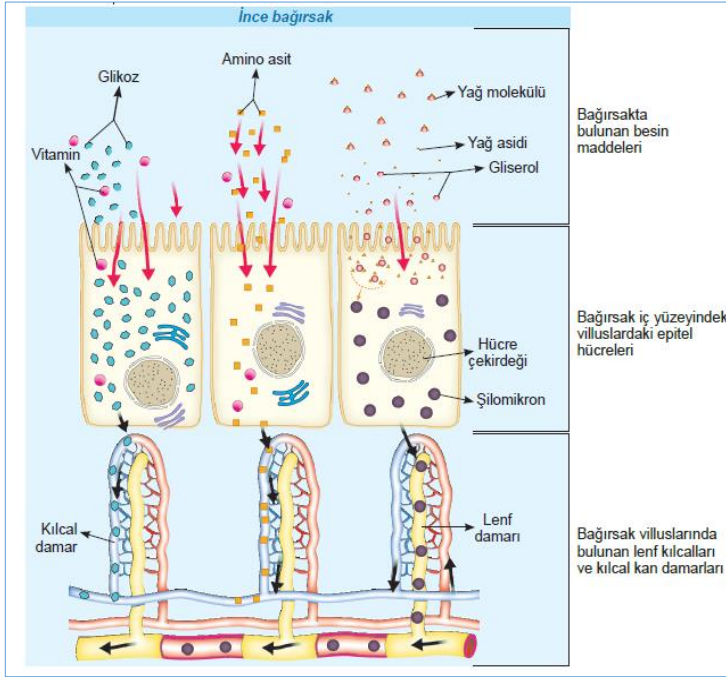
Tripsin ve kimotripsin enzimleri mideden gelen polipeptitlere etki ederek daha küçük polipeptitlere parçalar. Bu polipeptitler pankreastan salgılanan karboksipeptidaz ve ince bağırsaktan salgılanan aminopeptidaz enzimleri tarafından sırasıyla karboksil (-COOH) ve amino (-NH₂) uçlarından hidroliz edilir. Sonunda tripeptitler, dipeptitler ve aminoasitlerden oluşan bir karışım ortaya çıkar. Son olarak tripeptit ve dipeptitler, tripeptidaz ve dipeptidaz (erepsin) enzimleri tarafından amino asitlere (a.a) parçalanır

d. Nükleik Asitlerin Sindirimi

Nükleik asitlerin sindirimi pankreastan salgılanan nükleazlar (DNAaz, RNAaz) olarak adlandırılan enzim grubu ile ince bağırsakta olur. Nükleazlar, DNA ve RNA'yı nükleotitlere parçalar. Diğer hidroliz enzimleri de nükleotitleri, nükleozitlere, azotlu bazlara, şekerlere ve fosfatlara parçalar.

NOT: Nükleotitler, nükleik asitleri meydana getiren monomerlerdir. Nükleotitler hariç monomerler sindirilmezler.

BESİNLERİN EMİLİMİ



- Ağızla alınan maddeler, sindirim sisteminin ağız, mide, ince ve kalın bağırsak gibi bölümlerinden emilerek kana geçer. Örneğin; bazı zehirler, bazı ilaçlar, iyonlar, nikotin ve bazı uyuşturucu maddeler ağızda emilir. Alkol, aspirin, bazı zehirler, suyun bir kısmı ve bazı iyonlar midede emilir. Kalın bağırsak bakterilerinin ürettiği B, K vitaminleri ile su ve madensel tuzların emilimi kalın bağırsakta gerçekleşir.
- Emilim esas olarak ince bağırsakta (emilimin %90'ı) olur. Villus ve mikrovilluslar sayesinde ince bağırsağın emilim yüzeyi çok genişlemiştir.
- İnce bağırsağın üst bölgelerinde sindirim, alt bölgelerinde ise emilim daha fazla gerçekleşir.
- Her villusun yapısında bir kılcal damar ağı ve bir lenf kılcalı bulunur. Villus ve mikrovilluslarda emilen besinler bu damarlara geçerek vücut dolaşımına katılırlar.
- Emilimde hormonlar ve sinir sistemi görev yapmaz.
- Emilim pasif ve aktif taşıma ile olur.

İnce Bağırsaktan emilen maddelerin taşınma yolları

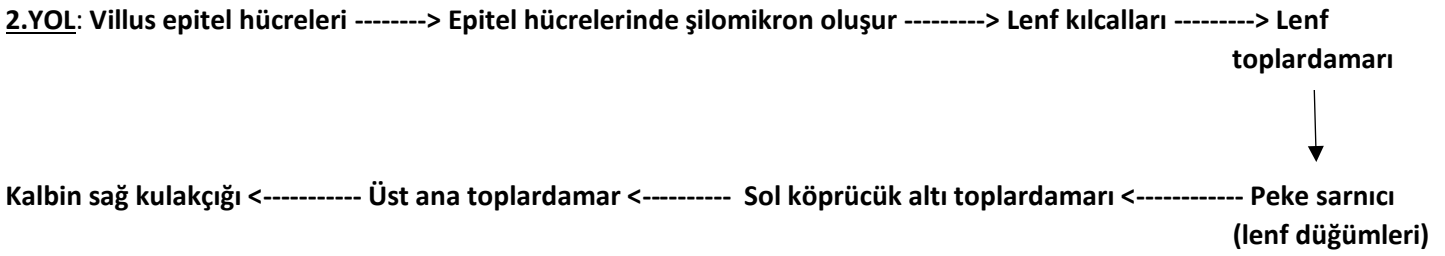
Kan kılcallarına emilen ve kan dolaşım sisteminde taşınan maddeler (1.yol)	Lenf kılcallarına emilen ve lenf dolaşım sisteminde taşınan maddeler (2.yol)
<i>Glikoz, fruktoz, galaktoz, amino asitler, B ve C vitaminleri, mineraller ve su</i> (Tereyağı gibi kısa zincirli yağ asitleri suda belli oranda çözündüğü için villuslarda emildikten sonra yaklaşık %10'u kılcal kan damarlarına geçerek taşınır).	<i>Yağ asitleri ve gliserolün %90'ı ve A, D, E, K vitaminleri</i> (Yağ asitleri ve gliserol villus epitel hücrelerine geçtikten sonra hücre içinde yeniden yağları oluşturmak üzere birleşirler. Oluşan yağlar, fosfolipitler ve kolesterol katıldıktan sonra özel bir proteinle kaplanır. Yağların proteinle kaplanmış haline şilomikron denir. Yağ, lenf sisteminde şilomikron şeklinde taşınır).

NOT: Şilomikronlardaki proteinin suda çözünürlüğü yüksek olduğu için kanda taşınmasını kolaylaştırır

1.YOL: Villus epitel hücreleri -----> Kan kılcaları -----> Kapı toplardamarı -----> Karaciğer -----> Karaciğer üstü toplardamarı



Kalbin sağ kulakçığı <----- Alt ana toplardamarı



NOT: Kan kılcalları ile lenf kılcallarının taşıdığı maddelerin dolaşımında ilk karıştığı yer kalbin sağ kulakçığıdır.

5- SİNDİRİM SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

Reflü: Mide üst kapağındaki yetmezlik sonucunda asitli mide içeriğinin yemek borusuna geri kaçmasıyla oluşan tahribattır.

Gastrit: Mide mukozasında ani gelişen (akut) veya süregelen (kronik) olan enfeksiyonlardır. Gastritin birçok sebebi olabilir. Bakteriler, virüsler, asit ve alkali kimyasallar, alkol, sigara ve ilaçlar bunlardan bazılarıdır. Gastrit tedavi edilmezse kansızlık (pernisiyöz anemi), mide ülseri ve kanama ortaya çıkabilir. Yediğimiz baharatlı bir yiyecek, alkol veya bozuk gıdalar gastrite yol açabilir.

Ülser: Mide ve onikiparmak bağırsağının mukozasındaki yara oluşması durumudur. Oluşumunda en önemli faktörler asit salgısının artması, Helicobacter pylori bakterisinin neden olduğu enfeksiyon, çok yaygın kullanılan ilaçlar ile aspirin, genetik faktörler ve streştir.

Kabızlık: Bağırsak hareketlerinin yetersiz olması ortaya çıkan dışkılama güçlüğü, olarak adlandırılır. Kabızlığı önlemenin en kolay ve etkili yöntemi bol su içmek ve lifli gıdalarla beslenmektir.

İshal: Aşırı sulu ve sık dışkılama olarak tanımlanır. Su kaybının yerine konulamaması durumunda özellikle çocuklarda ölüme yol açabilir. İshalin tedavisinde öncelikle mikrobik bir hastalık söz konusu ise antibiyotik kullanılarak enfeksiyon önlenmeli ve bol su içilmelidir. Çocuklarda ishal durumunda kaybedilen su ve elektrolitlerin yerine konması için hazır olarak bulunabilen rehidrasyon içeceği verilir. Rehidrasyon içeceği 1 L suyun içinde yaklaşık yarım kaşık tuz ile 8 kaşık şeker oranının karışımından oluşmaktadır.

Hemoroid (Basur): Çeşitli evrelerde gözükten ve makattan kan gelmesi ve şişlik gibi belirtileri ile tespit edilen bir hastalıktır. Hemoroid hastalığının nedeninin tam olarak bilinmemekle birlikte hastalarda ailesel yatkınlığın, sürekli kabızlık sorunu olanların, baharatlı ve posasız yiyecekler tüketen kişilerin yanı sıra dışkılama alışkanlığında yapılan yanlışların da hastalık riskini artırdığı bilinmektedir. Hemoroid'in belirtileri; Makattan kanama, ağrılı dışkılama, makatta şişlikler (meme) oluşması, makatta kaşıntı ve bazen akıntı. Makatta ağrı, şişlik ve özellikle dışkılama sırasında kanama gibi şikayetlerden herhangi birisi mevcutsa mutlaka bir doktor uzmanına tedavi ettirilmelidir.

Laktoz Toleransı: Yapılan araştırmalara göre çoğu yetişkin insanda laktaz enzimi salgılanması ya çok azdır ya da tamamen durmuştur. Bu durumdaki insanlar çok miktarda süt içtiklerinde gaz, kramplar ve ishal oluşur. Bu bireyler laktozsuz süt (glikoz ve galaktoza parçalanmış süt) ya da fermente süt ürünleri tükettiklerinde böyle sorunlar yaşamazlar.

NOT: Probiyotikler, insan bağırsağında doğal olarak bulunan faydalı mikroorganizmalardır. Faydalı bakteri olarak da tanımlayabileceğimiz probiyotikler; kötü beslenme, antibiyotik kullanımı ve zararlı bakterilerin etkilerine karşı vücudu korumakla görevlidirler. Bağırsaklarda bulunan faydalı diğer bakterileri de kontrol eden probiyotikler, günlük diyetinize mutlaka eklemeniz gereken bir kaynaktır.