

## ENDOKRİN SİSTEM FİZYOLOJİSİ

Müge BULAKBAŞI  
Yüksek Hemşire

## ENDOKRİN SİSTEM

- Canlılar yaşadığı dış ortamda meydana gelen değişimlere uyum sağlamak ve iç ortamlarındaki dengeyi korumak zorundadır.
- İç ortamın değişmez tutulması işine homeostasis denir.
- Homeostasisin sağlanmasında iki sistem görev alır.
- Bu sistemlerden birisi sinir sistemi, diğeri ise endokrin sistemdir.
- Bu iki sistem gerektiğinde koordineli çalışırlar.

## ENDOKRİN SİSTEM

- Endokrin sistemin üreme, beslenme, maddelerin hücreler tarafından kullanımı, tuz ve sıvı dengesini ayarlama, metabolik aktiviteyi düzenleme, büyüme gelişme gibi pek çok görevleri vardır.

## ENDOKRİN SİSTEM

- Endokrin sistem, sinir sistemi gibi organizmanın iç ve dış ortamındaki değişimlere bağlı olarak vücutta çeşitli düzenlemeler yapar.
- Bu nedenle sinir sistemi ile işbirliği içinde çalışır.
- İş birliğini sinir sistemi adına hipotalamus, endokrin sistem adına ise hipofiz bezi gerçekleştirir.
- Ancak hipofiz hipotalamusun kontrolünde çalışır.

## ENDOKRİN SİSTEM

- Endokrin sistem düzenlemeleri, iç salgı bezleri tarafından üretilip hedef hücreye kan dolaşımı ile iletilen hormon denilen kimyasal araçlarla yapılır.
- Hormonlar organizmada metabolizma ile ilgili (metabolik) işlevleri düzenler.
- Metabolizma değişim anlamına gelir ve vücutta oluşan tüm kimyasal ve enerji dönüşümlerini tanımlar.
- Organizmada metabolik dönüşümler anabolizma ve katabolizma denilen iki süreçle gerçekleşir.

## Anabolizma

- Anabolizma, organizmadaki basit yapıların kompleks yapılar oluşturması sürecidir.
- Bu süreç (anabolik) ile organizmadaki basit moleküllerden yağlar, proteinler gibi daha karmaşık moleküller yapılır.
- Moleküller organizasyonda ve işlevlerinde kullanılır.
- Örneğin organizmayı oluşturan hücreler ve dokular anabolik dönüşümlerle yapılır.
- Vücutun büyüme ve gelişmesi anabolizma faaliyetlerine dayanır.
- Bu nedenle anabolizma yapıcı bir dönüşümdür.
- Çünkü bağırsaklarda emilen maddelerin organizmada canlı doku haline dönüşmesi (özümlemesi) anabolizma faaliyetleriyle gerçekleşir.

## Katabolizma

- Katabolizma, organizmadaki kompleks yapıların daha basit yapılara parçalanmasıdır.
- Bu süreç (katabolik) ile organizmadaki daha büyük ve karmaşık madde molekülleri -gerekli enerjiyi temin için- daha küçük parçalara (moleküllere) yıkılır.
- Örneğin enerji sağlamak için hücre içindeki yağın parçalanması, glikojenin glikoza dönüşmesi katabolizma faaliyetlerine dayanır.
- Bu nedenle katabolizma yıkıcı bir dönüşümdür.
- Katabolizma, enerji elde etmek amacıyla yönelik olarak organizmada seyreden kimyasal olaylar (reaksiyonlar) zinciriyle gerçekleşir.
- Katabolizma faaliyetleriyle oluşan basit molekülünün (glikozun) oksijen ile oksitlenmesi (oksidasyonu) sonucu enerji açığa çıkar.
- Açığa çıkan enerji hücre faaliyetlerinde kullanılır.
- Sonuç olarak, endokrin bezlerden salgılanan çeşitli hormonların uyarıları ile organizmadaki anabolik ve katabolik faaliyetlerin hızı etkilenerek vücut metabolizması düzenlenir.

## Hormonlar

- Ulaşılan hedef hücrenin yüzeyinde bulunan reseptör (duyu alıcısı) molekülü ile hormon molekülü etkileşime girer ve hücrelerde bir dizi reaksiyon başlar.
- Gelişen bu reaksiyonlar hücrenin fizyolojisinde değişiklikler oluşturur.
- Böylece ulaştıkları dokularda, hücrelerin görevlerini yerine getirmelerini sağlayacak aktif etki yaparlar.
- Yapılan bu etki uyarıcı, ya da durdurucu niteliktedir.

## Hormonlar

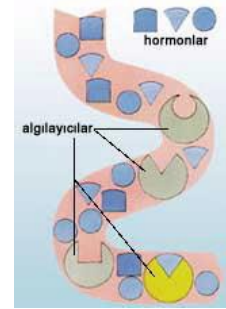
- Herhangi bir hormonun hedef organı etkilemesi, uyarıcı ya da durdurucu nitelikte olur.
- Böylece bir hormon tepkime organının çalışmasını hızlandırır ya da yavaşlatır.
- Herhangi bir hormonun etkileme niteliği, yapısındaki kimyasal maddelerden kaynaklanır, çünkü her hormonun sentezlenme özelliği ve kimyasal niteliği farklıdır.

## Hormonlar

- Hormon; harekete geçiren, uyarıcı madde demektir.
- Hormonlar; endokrin bezler tarafından salgılandıktan sonra kana verilen, kan yoluyla çeşitli organ ve dokulara taşınarak bunların yapı ve fonksiyonlarını, vücudun ihtiyaçlarına göre düzenleyen kimyasal maddelerdir.
- Hormonlar salgılandıktan sonra direkt olarak kan dolaşımına katılırlar ve bütün vücuda yayılarak etkileyeceği hedef dokuya ulaşırlar.

### Hormonlar ve hormonların etkilediği algılayıcıların anahtar-kilit ilişkisi

- Her hormonun etkisi kendine özgüdür.
- Bir hormon hedef hücrene varıncaya kadar geçtiği dokularda fark edilemez.
- Reseptörler bir kilit, hormonlar ise farklı bir anahtar özelliğindedir.
- Bir hormon yalnız bir kilide uyar.



### Hormonların Kimyasal Yapılarına Göre Çeşitleri

- Hormonu oluşturan maddelerin kimyasal yapısı tam olarak bilinmemekle beraber steroid, peptid, ve aminoasit yapısında hormonlar olmak üzere üçe ayrılır.
- Genellikle steroid yapıdaki hormonlar lipitte, peptid ve aminoasit yapıdaki hormonlar ise suda çözünürler.
- Farklı yapıdaki iki hormon grubu etkilerini birbirinden farklı mekanizmalarla gösterir.
- Peptid yapıdaki hormonlar; büyük moleküldür, bu nedenle hücre içine giremezler.
- Etkilerini hücre yüzeyindeki reseptörlerle birleşerek gösterirler.
- Steroid hormonlar, göreceli olarak küçük moleküldür ve rahatlıkla hedef hücrenin plazma zarından geçerek nükleus içine girerler.



## Hormon Salgılanmasının Düzenlenmesi

- Organizmanın hormon ihtiyacını gidermeye ve dengelemeye yönelik olarak oluşan uyarılar zincirine geri bildirim mekanizması denir.
- Hormonal düzenlemede geri bildirim mekanizması pozitif ya da negatif yönde gelişir.
- Hormonların salgılanmasını sağlayan uyarı zincirine pozitif geri bildirim, hormonların salgılanmasını durduran uyarı zincirine ise negatif geri bildirim adı verilir.
- Pozitif ya da negatif yöndeki geri bildirimler birbiri ardı sıra devam ettirilir.
- Geri bildirim başlatan uyarılar, organların yapılarında bulunan kemoreseptör (kimyasal maddeye duyarlı) ya da baroreseptör (basınca duyarlı) hücreler tarafından alınır ve sinyaller halinde hipotalamusa sürekli iletilir.

## Hormon Salgılanmasının Düzenlenmesi

- Hormonlar belirli bir düzen içinde salgılanır.
- Salgılanma düzeni, sinir sistemi ile negatif ve pozitif geri bildirim mekanizmaları ile kontrol edilir.
- Kandaki hormon konsantrasyonu o hormonu salgılayan bezi uyarır.
- Bez kanda bulunan hormon seviyesine göre cevap verir.
- Kandaki hormon seviyesi normalin altında ise hormon salgılanması artar.
- Normalin üstünde ise hormon salgılanması azalır.

## Hormonların Görevleri

- Örneğin; boyunda bulunan paratiroid bezinden salgılanan hormon kandaki kalsiyum seviyesini düzenler.
- Şayet kandaki kalsiyum seviyesi düşerse paratiroid bezi uyarılır ve parathormonu salgılanması artar, böylece kandaki kalsiyum seviyesi yükselir.
- Şayet kanda kalsiyum seviyesi normalin üstünde ise aynı şekilde paratiroid bezleri uyarılır ve zıt etki yaparak parathormon salgılanması yavaşlar.
- Endokrin bez, uygun bir şekilde uyarılmazsa hormon salgılanması anormal olur.
- Bu durum kendini iki şekilde belli eder:
  - Hiposekresyon: Bezin hormon salgısı düşer ve hedef hücrelerin ihtiyacı olan uyarılma gerçekleşmez.
  - Hipersekresyon: Bezin hormon salgısı normalin üstünde olur ve hedef hücreler çok fazla uyarılır.

- Vücudun dış çevreye uyumunu sağlar.
- Değişen iç ortamın fiziksel ve kimyasal şartlarının dengesini ve sürekliliğini sağlar.
- Hücrelerdeki yapım ve yıkım olaylarını denetim altında tutar.
- Ücret organlarının fonksiyonlarını düzenler.
- Üreme fonksiyonlarını düzenler.
- Büyüme ve gelişmeyi sağlar.
- Enerji üretimi, kullanımı ve depolanmasını gerçekleştirir.

## Vücudumuzdaki iç salgı bezleri



## Endokrin Bezler

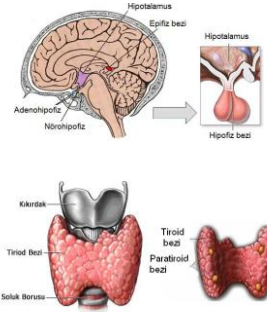
- Organizmanın ihtiyacına göre hormon sentezleyen ve sentezlediği hormonu kana salgılayarak ilgili hücrelerin çalışmasını etkileyen organlardır.
- Endokrin bezler, salgı epiteli hücrelerinden oluşur. Bol miktarda kılcak damar içerir.
- Kan damarlarından aldığı besin maddelerini sentezleyerek hormon moleküllerine dönüştürür.
- Sentezlenen hormonlar organizmanın ihtiyacına göre kana salgılanır.
- Her bir hormon kan yoluyla ilgili hücrelere iletilerek ilgili organın çalışması etkilenir.
- İnsan organizmasında hipofiz, epifiz, tiroid, paratiroid, adrenal bez, pankreas, ovaryum, testis denilen endokrin bezler bulunur.
- Vücudun farklı yerlerinde bağımsız yapıda bulunan bu bezlerin her biri adeta kimya laboratuvarları gibi çalışır ve farklı hormon üretir.

## Endokrin (İç salgı) Bezler

- Salgılarını bir kanala ihtiyaç duymadan direkt olarak kana veren bezlere endokrin bezler (iç salgı bezleri) denir. Ekzokrin (dış salgı) bezler ise salgılarını bir kanal aracılığı ile vücut boşluğuna bırakan bezlerdir.
- İç salgı bezleri; çok sayıda damar, sinir ve salgı epiteli hücrelerinden oluşur.
- İç salgı bezlerini oluşturan hücreler salgı (hormon) üretir.
- Damarlar, salgı üretimi için hücrelere madde taşırlar ve üretilen salgıları kan yolu ile ilgili yerlere götürür.
- Sinirler ise salgının miktarını denetler.
- İç salgı bezleri vücudun belli bölgelerine yerleşmiştir. Tamamı iki avucu ancak doldurur. Fakat güçlü bir etkiye sahiptirler. Bu güç salgıladıkları hormonlar sayesinde gerçekleşir. Endokrin bezlerinin genel olarak özellikleri şunlardır:
- İç salgı bezleri, dış salgı bezlerinin aksine boşaltma kanallarına sahip değildirler. Bu nedenle kanalsız bezler olarak da adlandırılır.
- Salgılarını (hormon) direkt olarak kana verirler. Bu sebeple diğer organlardan daha fazla kanlanırlar. Kana geçen hormonlar yalnızca hedef hücreleri etkiler.
- Normalden fazla hormon salgıladıklarında hiperfonksiyon, yetersiz salgıladıklarında hipofonksiyon belirtilerine sebep olurlar.

## ENDOKRİN BEZLER VE HORMONLARI

- İnsan vücudunda hormon salgılayan başlıca endokrin bezler şunlardır:
- Hipofiz bezi (Gl. pituitaria- Hypophysis)
- Epifiz bezi (Gl.pinealis-Pineal bez)
- Tiroid bezi (Gl. thyroidea)
- Paratiroid bezi (Gl. parathyroidea)
- Böbreküstü bezleri (Gl. Suprarenales- Adrenal bezler)
- Timus bezi Thymus bezi
- Pankreas bezi (Pancreas)
- Gonadlar (testisler ve ovariumlar)

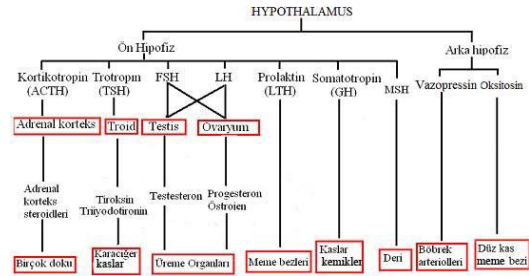


Ayrıca böbrekte, kalpte ve gastrointestinal sistemde de özel salgı hücreleri vardır. Gebelik süresince plasenta büyük bir iç salgı bezi görevi yapar.

## Hipofiz Bezi (Glandula Pituitaria)

- Hipofiz bezi, yapı ve fonksiyon bakımından ön lob (lobus anterior) ve arka lob (lobus posterior) olmak üzere iki bölümden oluşur.
- Arka loba nörohipofiz, ön loba adenohipofiz denir.
- Her iki lobdan çeşitli hormonlar salgılanır. Hipofiz bezi, salgıladığı hormonlarla diğer endokrin bezlerin faaliyetlerini düzenler.

## Hipofiz bezi hormonları ve hedef dokuları



## Hipofiz Bezi Ön Lobundan Salgılanan Hormonlar

- Lobus anterior (ön lob) hipofiz bezinin en büyük bölümü olup tüm bezin %75'ini oluşturur. Hipofiz bezi ön lobunda sinir lifleri yoktur. Bu nedenle ön lobdan sentezlenen ve salınan hormonların denetimi sinirsel değildir. Denetimleri hipotalamus salgıları ile olur.
- Hipofiz ön lob hormonları şunlardır:
  - A. Somatotropin hormonu (STH-büyüme hormonu)
  - B. Gonadotropik hormon (GTH)
    - Follikül stimulan (uyaran) Hormon (FSH)
    - Luteinize edici hormon (LH)
    - Laktotrop hormon-prolaktin hormonu (LTH)
  - C. Adrenokortikotropik hormon (ACTH)
  - D. Tiroid stimulan hormon (TSH)
  - E. Melanosit stimulan hormon (MSH)

## Somatotropin Hormon (SH) - Growth Hormon (GH)

- A. Somatotropin Hormon (SH) - Growth Hormon (GH): Bu hormona büyüme hormonu da denir.
- Somatotropik hormon, çocuklarda ve adolesan döneminde doku kütlelerini artırarak büyümeyi hızlandırır.
- Hücre çoğalmasını sağlar, protein sentezini artırır, kan şekerini yükseltir, yağ depolarını kullanırken karbohidrat depolarını korur.
- Uzun kemiklerin epifiz plakları üzerini doğrudan etkileyerek epifiz plaklarının devamlılığını sağlar.
- Büyüme dönemindeki bir kişide salgısı yetersiz olursa epifiz plakları erken kapanır ve zekâ geriliği olmayan cücelik ortaya çıkar bu duruma **dwarfizm** denir.
- Büyüme döneminde aşırı salgılanırsa aşırı büyüme **jigantizm (devlik)** denilen patolojik durum ortaya çıkar.
- Ergenlik döneminden sonra tekrar salgılanmaya devam ederse ellerde, ayaklarda, çenede, burunda, dil, karaciğer, böbrek gibi yumuşak dokularda anormal büyüme ve vertebralarda kalınlaşma olur, bu duruma da **akromegali** denir.

## Gonadotropik Hormon (GTH)

- B. Gonadotropik Hormon (GTH) : Ergenlik döneminde ve sonrasında hipofiz ön lobundan salgılanır. Erkek ve kadında cinsiyet bezlerinin ve organlarının üreme fonksiyonlarını kazanmasını sağlar. Bu hormonun salgılanmasında sinirsel uyarıların yanında ruhsal etmenler de önemlidir. Gonadotropik hormonlar biyolojik etkilerine göre üç gruba ayrılır.
  - Follikül stimulan hormon (FSH) :Bu hormon etkisini gonadlar üzerinde gösterir. Kadınlarda ovaryumlardaki folliküllerin ve ovumun gelişimini sağlar. Östrojen hormonunun salgılanmasını uyarır. Puberta (ergenlik) döneminde uterusun (rahim) büyüme ve gelişmesini sağlar. Erkeklerde testesteron salgılanmasını ve sperma hücrelerinin gelişmesini sağlar.
  - Luteinize edici hormon (LH): Hedef dokusu FSH ile aynıdır. Kadınlarda ovulasyonu ve progesteron hormonunun salınımını erkeklerde ise testosteron hormonunun salgılanmasını uyarıcı ve denetleyici rol oynar.
  - Laktotrop hormon (LTH): Bu hormona prolaktin hormonu da denir. Meme bezlerinin gelişmesini, süt yapımını ve sekresyonunu sağlar. Prolaktin hormonu özellikle gebelik ve emzirme dönemlerinde daha fazla salgılanır.
- C. Adrenokortikotropik Hormon (ACTH): Böbrek üstü bezlerinin korteks bölümünden salınan hormonların salgılanmasını kontrol eder. Bu hormonun yetersiz salgılanması durumunda böbrek üstü korteks hormonları (kortizol, androjen ve aldesteron) azalır, fazla salgılanması ise salgi miktarını artırır.
- D. Tiroid Stimulan Hormon (Tropik Hormon-TSH) :TSH, tiroid bezinin çalışmasını ve tiroksin (T4) hormonunun salgılanmasını denetler. Tiroid bezinde iyot tutulmasını ve tiroid bezinde salgılanan hormonun kana verilmesinde rol oynar.
- E. Melanosit Stimulan Hormon (MSH) : MSH, derinin dermis ve epidermis tabakaları arasında bulunan pigment ihtiva eden melanosit hücrelerini uyarır. Melanosit hücreler cildimizin rengi üzerine etki eden hücrelerdir.

## Hipofiz Bezi Arka Lobundan Salgılanan Hormonlar

- Hipotalamustaki sinir çekirdeklerinde üretilen hormonlar küçük veziküllerin içinde, hipofizin arka lobuna nöronların aksonları tarafından taşınır ve burada depo edilir.
- Gerekliğinde kılcal damarlar aracılığı ile kana verilir.
- Bu nedenle arka lob hormon yapan değil hipotalamusta üretilen hormonları kana veren bölümdür.
- Hipofiz bezi arka lob hormonları, oksitosin ve antidiüretik hormon (ADH -vasopressin)dur.

## Antidiüretik Hormon (ADH, Vasopressin Hormon)

- Bu hormon hipotalamusun sinirsel hormon salgılayıcı hücreleri tarafından salgılanarak hipofizin arka lobunda depolanır.
- Gerekliğinde kılcal damarlar aracılığı ile kana salınır.

## Oksitosin Hormonu

- Hipotalamusun özelleşmiş hücreleri tarafından salgılanır. Hipofiz arka lobunda depolanır, gerektiğinde kana salınır. Oksitosin hormonu;
  - Doğum sırasında sekresyonu arttırarak uterus düz kaslarının kontraksiyonunu sağlayarak doğumu kolaylaştırır.
  - Doğumdan sonra uterusun kasılmasını devam ettirerek doğum sonu kanamaları azaltır ve uterusun küçülerek eski hâlini almasını sağlar.
  - Süt bezlerini etkileyerek süt miktarını artırır. Meme bezlerinin çevresindeki düz kasların (myoepitel dokunun) kasılmasını sağlayarak süt kanallarının açılmasını ve sütün bu kanalcıklarda ilerlemesini kolaylaştırır. Böylece emme sırasında bebeğin süt alabilmesini sağlar

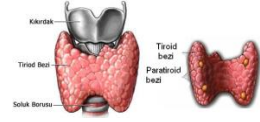
- Antidiüretik hormonun temel görevi, vücudun sıvı dengesini düzenlemek ve kan basıncını kontrol etmektir
- Kan plazma hacminin azalması durumunda, ADH sekresyonu artar. Böbrek tubuluslerinde suyun reabsorbsiyonunu (geri emilim) etkileyerek süzülen suyun vücutta tutulmasını sağlar. İdrar miktarını azaltır, idrarın yoğunluğunu arttırır. Bunun sonucunda kanın plazma hacmi artar ve kan basıncı yükselir. Kan plazma hacminin artması durumunda ADH sekresyonu azalır. Bunun sonucunda vücuttan suyun atılımı hızlanır.
- ADH'nin yetersiz salgılanması durumunda suyun büyük bir kısmı böbrek tubuluslarında geri emilemediği için idrar olarak atılır. Bu durumda diabetes insipitus (şekeriz şeker hastalığı) adı verilen hastalık görülür. Hasta çok sık idrara çıkar ve çok fazla su içer.

## Epifiz Bezi (Glandula Pinealis)

- Beyin yarımküreleri arasında arabeynin tavanında yer alan bezelye büyüklüğünde bir bezdir.
- Melatonin hormonunu salgılar.
- Epifiz bezleri salgıladığı hormon ile eşey bezlerinin vaktinden önce gelişmesini engeller.
- Epifiz bezi hormonları dokuz yaşından sonra işlevini kaybetmeye başlar.
- Karanlığın pineal bezdeki olayları aktive ettiği aydınlığın ise inaktive ettiği düşünülmektedir.

## Tiroid Bezi (Glandula Thyroidea)

- Vücudun en büyük endokrin bezidir.
- Bu bez sağ ve sol olmak üzere iki lobdan oluşur.
- Damarlardan zengin olan tiroid bezi kahverengi kırmızı renktedir.



## Tiroid Bezi Hormonları

- Tiroid bezi tarafından
  - tetraiyodotironin de (T4) denilen tiroksin,
  - triiyodotironin (T3), ve
  - kalsitonin hormonları salgılanır.

- Tiroid bezinin çalışması ve hormonun salgılanmasının denetimi tiroid bezi ile hipofiz bezinin ön lobu arasındaki feed-back mekanizmasının işleyişine bağlıdır.
- Tiroid hormonları, genel olarak protein sentezini arttırmırlar. Bu nedenle dokuların büyümesini sağlar. Karbonhidrat metabolizmasını hızlandırarak kan glukozunu yükseltir, yağ metabolizması da hızlanır. Tiroid hormonları sistolik tansiyonu arttırır, diastolik kan basıncını düşürür, kalp atışını hızlandırır.

## Tiroid bezi hormonlarının görevleri

- Tiroid bezinin tiroksin hormonu yapabilmesi için iyodun besinlerle alınması gerekir.
- Normal miktarda hormon yapabilmek için vücutun haftada 1 mg iyoda ihtiyacı vardır.
- Vücut bu maddeyi sentezleyemez.
- Besinlerle alınarak kana geçen iyot tiroid dokusu kesecikleri tarafından tutulur.
- TSH hormonu bu durumu kolaylaştırır.
- İyot hücre enzimleri sayesinde serbest iyot hâline dönüşür ve kesecikler içindeki kolloid maddeye girerek orada tirozin moleküllerine bağlanır.
- Mono ve diiyotlu türevler meydana gelir.
- Bunlar da triiyodotironin (T3) ve tetraiyodotironin (T4-tiroksin) hormonları oluştururlar.
- Bunlar iyotlu tiroid hormonlarıdır. T3 ve T4 hormonları kana geçer ve kan proteinlerine bağlanarak taşınır.

- Vücuttaki metabolik faaliyetleri düzenler. Oksidasyonu hızlandırması nedeniyle oksijenin tüketim ve karbondioksitin üretimi artar. Vücut ısısını düzenler. Solunum hızını artırır.
- Protein sentezini sağlayarak normal büyüme ve gelişmeyi sağlar.
- Yağ dokusundan yağ asitlerini ve yağ asitlerinin hücrelerdeki oksidasyonunu artırır.
- Tiroksin hormonu karaciğerden glikojeni glikoz hâline dönüştürüp kana geçmesini sağlar ve glikojen oluşumunu engeller.

- Çocuklarda fiziksel ve mental gelişimi sağlar.
- Tiroksin böbrek işlevini kolaylaştırır ve idrar miktarını artırır.
- Kalsitonin (tirokalsitonin) hormonu, kanda kalsiyum düzeyi arttığında tiroid bezi folliküllerinden salgılanır.
- Kandaki kalsiyum seviyesini, düşürücü etki göstererek düzenler.
- Kalsitonin kandaki kalsiyum seviyesini normale düşürmek için kandaki fazla olan kalsiyumun kemiklerde depolanmasını hızlandırır.
- Böylece kandaki, kalsiyum seviyesi normale döner.
- Ayrıca kalsiyum böbreklerden geri emilmesini engeller ve kalsiyumun idrarla atılımını hızlandırır.
- Bu durum kanda kalsiyum seviyesi normale dönünceye kadar sürer.

- Tiroid bezinin herhangi bir nedenle yetersiz çalışması sonucu tiroksin salgısı azalır, bu duruma **hipotiroidizm** denir.
- Hipotiroidizmde; şişmanlık, soğuğa karşı duyarlılık, aşırı uyku hâli, kalbin atım hızında yavaşlama ve zihinsel tembellek görülür.
- Yeni doğanda ve çocukluk döneminde tiroid hormonlarının salgılanmaması veya az salgılanması **kretenizm** denen tablonun ortaya çıkmasına neden olur.
- Kretenizmde fiziksel ve mental gerilik (cücelik ve zekâ geriliği) birlikte görülür.
- Erişkinlerde görülen tiroid yetmezliğine ise **miks ödem** denir.
- Miks ödem durumunda yorgunluk, deri ve saçlarda kuruluk, yüzde şişlik olur.

- Tiroid hormonlarının normalden fazla salgılanmasına **hipertiroidizm** denir.
- Bu durum tirotoksikozis (basedow-graves hastalığı) olarak adlandırılır.
- Hipertiroidizmde; zayıflama kalp atım hızında artma, sinirlilik, ellerde titreme, sıcağa dayanıksızlık, uykusuzluk ve kaslarda güçsüzlük görülür.
- Hipo ya da hipertiroidizme bağlı olarak tiroid bezinin büyümesine **guatr** denir.
- Hipertiroidizmde tiroid hormonlarının artmasına bağlı olarak TSH inhibe edilir (baskılanır).
- Ancak feed-back mekanizması işlemez ve tiroid hormonu aşırı salgılanmaya devam ederse böylece tiroid bezi büyür.
- Hipotiroidizmde besinlerle iyot yeterince alınmaz ve hormon sentezi yapılamaz. TSH miktarı artar. TSH'nin tiroid bezini sürekli uyarmasına bağlı olarak tiroid bezi sürekli çalışır ve büyür.

## Paratiroid Bezler (Glandula Parathyroidea)

- Paratiroid bezler, tiroid bezinin arka üst tarafında bezi saran kapsül içinde bulunur.
- Salgıladığı parathormon sayesinde kalsiyum ve fosfor metabolizmasını düzenler.
- Parathormon kanda kalsiyum seviyesini yükseltici etkiye sahiptir.
- Bu hormon kandaki kalsiyum düzeyinin normalin altına düşmeye başlaması durumunda salgılanmaya başlar.

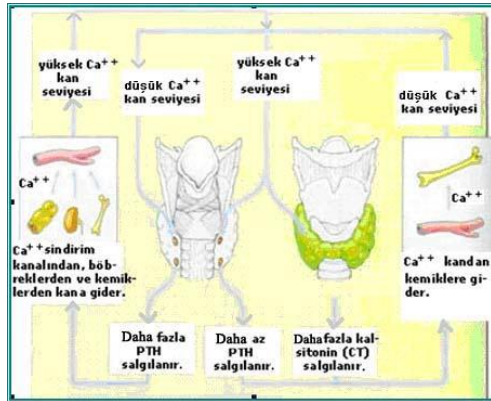
## Parathormonun etkileri

- Kemikten kalsiyum ve fosfor salınmasını hızlandırır, kana geçişini sağlar.
- Böbrekleri etkileyerek böbrek tubuluslarından (borucuk) kalsiyumun geri emilimini hızlandırır ve kana geçişini sağlar. Böylece kalsiyumun idrarla atılımı engellenir. Fosfatın böbreklerden geri emilimi azaltılır.
- İnce bağırsaklardan kalsiyumun emilimini hızlandırır. Bu etkinin oluşabilmesi için D3 vitaminine ihtiyaç vardır. Parathormonun etkisiyle D3 vitamininden böbreklerde kalsitriol (antitetanik) denilen bir madde sentezlenir. Sentezlenen bu madde bağırsaklardan kalsiyum emilimini hızlandırır ve fosfor atılmasını artırır.

## Parathormonun etkileri

- Parathormon yeterince salgılanmazsa kandaki kalsiyum seviyesi düşer; buna bağlı olarak kaslarda, bilhassa el ve yüz kaslarında kasılmalar, tetani görülür.
- Bu kasılma larenks kaslarında olursa solunum engellenir ve ölüme neden olabilir.
- Parathormonun fazlalığında, kemiklerden kalsiyum salımı fazla olur ve kemiklerdeki kalsiyum deposu boşaltılarak kana verilir.
- Böylece kemikler kolayca bükülür ve kırılır.

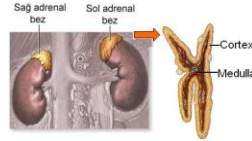




- Kalsitonin ve parathormon birbirine zıt etkiyle çalışarak kandaki kalsiyum seviyesini düzenler.
- Kandaki kalsiyum seviyesi yükseldiğinde parathormonun salgılanması yavaşlarken kalsitonin miktarı artar.
- Kalsiyumun kandandan kemiklere geçişi ve böbreklerden atılımı hızlanırken bağırsaklardan emilimi yavaşlatılır ve kalsiyum seviyesi düşürülür.
- Kandaki kalsiyum seviyesi düştüğünde ise parathormonun salgılanması artar, kalsitonin miktarı azalır.
- Kalsiyumun kemiklerden kana geçişi ve bağırsaklardan emilimi hızlanırken böbreklerden atılımı azaltılır ve böylece kandaki kalsiyum seviyesi yükseltilir.

## Adrenal Bezler (Gl. Suprarenalis-Böbrek Üstü Bezleri)

- Adrenal bezler (gl. suprarenalis) her iki böbreğin üst kısmına yerleşmiş, sarımsı renkte iki bezdir.
- Her biri ortalama 6-7 gramdır.
- Adrenal bezler iç ve dış olmak üzere iki bölümden oluşur.
- İç kısmına adrenal medulla (öz), dış kısmına adrenal korteks (kabuk) denir.
- Her iki bölümden yapı ve fonksiyon bakımından farklı hormonlar salgılanır.



## Medulla Bölümü Hormonları

- Adrenal medulladan sempatik uyarı ile adrenalın (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin) olmak üzere iki hormon salgılanır.
- Adrenal medulla hormonlarına katekolaminler de denir.
- Adrenalin ve noradrenalin bazı organlar üzerine aynı bazılarına ise farklı etki gösterir.
- Bu hormonların salınımı korku, heyecan, hiddet, stres durumlarında artar.

## Adrenalin ve noradrenalinin etkileri

- Kalbin çalışmasını hızlandırarak kan basıncını artırır.
- Yüzeysel, çevresel kan damarlarını daraltır.
- İskelet kasları kan damarlarını genişletir.
- Karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşmesini etkileyerek kandaki şeker düzeyini yükseltir.
- Oksijen tüketimini artırır.
- Sindirim kanalında yavaşlamaya neden olur.
- Pupillaların (göz bebeği) genişlemesini sağlar.
- Noradrenalin, kılcal damarları daraltır, kan basıncını artırır.

## Korteks Bölümü Hormonları

- Adrenal bezin korteks bölümü yaşam için çok önemli bir bezdir.
- Korteks bölümünün olmaması ölüme sonuçlanan ciddi bozukluklara yol açar.
- Bu hormonlar, hipofiz ön lob hormonu olan adrenokortikotrop hormon (ACTH)un korteksi uyarması ile salgılanır ve kana verilir.
- Adrenal korteksten steroid hormonlar sentezlenir bu nedenle bu hormonlara kortikosteroid hormonlar da denir.
- En önemlileri; glukokortikoidler, mineralokortikoidler ve androkortikoidlerdir.
- Hormonlar fonksiyonları bakımından birbirlerinden farklıdır.

## Glukokortikoidler

- Daha çok protein, yağ ve karbonhidrat metabolizması üzerine etkilidir.
- Bu gruptaki en önemli hormonlar
  - kortizol ve kortikosteron (kortizon ve hidrokortizon).
- Glukokortikoidlerin görevleri:
  - Karaciğeri etkileyerek protein ve yağlardan glikoz oluşmasını ve glikozun karaciğerde depolanmasını sağlar. Hücrelerde glikoz kullanımını azaltır. Böylece kanda glikoz miktarı artar.
  - Proteinlerin yıkımını artırır ve protein sentezini azaltır. Karaciğer dışındaki kas dokusunda protein depolarını azaltır.
  - Yağların yıkımını, serbest yağ asidi oranını ve kullanımını artırır.
  - Glukokortikoidlerin metabolik etkilerinin yanı sıra iltihap belirtilerini ve alerjiji giderici etkileri vardır.

## Kortizon yokluğunda görülen bozukluklar

- Kan glikoz düzeyi düşer.
- Yağ dokusundan serbest yağ asitlerinin meydana gelmesinde eksiklikler ortaya çıkar.
- Kan basıncı düşer.
- Distal tübülün suya geçirgenliğini azaltarak daha fazla suyun atılmasına neden olur. Kortizol eksikliğinde fazla su içildiği zaman vücutta su birikmesine ve su zehirlenmesine neden olur.
- Lezzet almada bozukluk, işitme ve koku almada yetersizlikler görülebilir.
- Kas zayıflığı görülür.
- Nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte yokluğunda timus bezi ve lenf bezleri büyür.

## Mineralokortikoidler

- Bu grupta bulunan hormonların en önemlileri
  - aldosteron ve desoxycorticosteron (dezoksikortikosteron).
- Aldosteron vücut sıvı ve elektrolit dengesini sağlanması için gerekli bir hormondur.
- Asıl etkisini sodyum üzerine gösterir.
- Aldosteron, böbreklerin nefron tubulusları üzerine etki ederek sodyumun böbreklerden geri emilimini sağlar.
- Potasyumun ve hidrojen iyonlarının böbreklerden idrarla atılımını hızlandırır.
- Sodyum miktarının artması ozmotik basıncın artmasına ve aynı oranda suyun emilimine neden olur.
- Böylece vücut sıvılarındaki su ve elektrolit dengesi sağlanır.
- Ayrıca aldosteron enfeksiyonlara karşı savunma sistemini de destekler.
- Dezoksikortikosteron, iltihaplarda bağ dokusunun artmasını böylece dokunun onarılmasını sağlar.

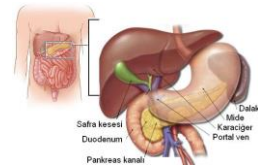
- Aldosteronun yetersiz salgılanmasında;
- Sodyum, su ve klorun geri emilimi azalır.
- Kan hacmi ve kalp atışı yavaşlar, buna bağlı olarak dolaşım şoku gelişir.
- Aldosteron fazlalığında ise potasyumun vücuttan fazla atılmasına bağlı olarak potasyum miktarı azalır ve kas zayıflığı görülür.

## Androkortikoidler (Gonadokortikoidler, Seksüel Hormonlar)

- Korteksten salgılanan seksüel hormonlar progesteron, östrojen ve androjendir.
- Androjen erkekte ses kalınlaşması, kıllanma ve kas tonüsünün artmasında rol oynar.
- Kadında cinsiyet içgüdüsünün ortaya çıkmasında etkilidir.
- Androkortikoidlerin salgılanması ACTH denetimindedir.
- Bu hormonlar aynı zamanda testis hücrelerinde de üretilir.

## Pankreas bezi

- Pankreas karın boşluğunda midenin arka kısmında, duodenumun kıvrımı içine yerleşmiştir.
- Dalağa kadar uzanır.
- Ortalama 12-15 cm uzunluğunda, 80 gram ağırlığındadır.



## Pankreas Bezi Hormonları

- Pankreas hem endokrin, hem de ekzokrin salgı yapan karışık bir bezdir.
- Pankreasın endokrin kısmı langerhans adacıklarıdır.
- Langerhans adacıklarını oluşturan hücreler içerdikleri granüllerin şekillerine, özelliklerine, büyüklüklerine göre sınıflandırılır.
- Her adacıkta fonksiyonları farklı A (alfa) hücreleri, B (beta) hücreleri, D (delta) hücreleri ve F hücreleri olmak üzere dört tip hücre bulunur.
- Pankreas Bezi Hormonları: Langerhans adacıklarında bulunan
  - A (alfa) hücreleri **glukagon**,
  - B (beta) hücreleri **insülin**,
  - D (delta) hücreleri **somatostatin** ve
  - F hücreleri **pankreatik polipeptid** salgılar.

## İnsülin

- İnsülin hormonu pankreasın langerhans adacıklarındaki beta hücrelerinin granüllü endoplazmik retikulumunda sentezlenir.
- İnsülin kandaki glikoz seviyesini düşürerek düzenler.
- Kanda glikoz seviyesi yükseldiğinde insülin miktarı artar ve şu etkileri yapar.:
  - Glikozun karaciğere taşınarak glikojen hâlinde depo edilmesini sağlar.
  - Glikozun hücre içine taşınmasını sağlar. Glikozun hücreler tarafından kullanılması ve oksidasyonu insülin sayesinde gerçekleşir. İnsülin olmadan hücreler glikozu kullanamazlar. Çünkü glikoz dokular arası sıvıdan hücre içine insülin sayesinde taşınır.
  - Bağırsaklardan emilen glikoz insülin sayesinde kaslarda ve karaciğerde depo edilir.
  - Karbonhidratlardan yağ oluşumunu hızlandırır.
- İnsülinin yetersiz salgılanması sonucu glikoz karaciğerde glikojen hâlinde depo edilemez ve hücreler tarafından yeterince kullanılamaz.
- Sonuç olarak kanda glikoz seviyesi yükselir.
- Herhangi bir nedenle insülinin yetersiz salgılanmasına bağlı olarak kanda glikoz seviyesinin normalin üstünde olmasına **hiperglisemi** denir.
- Kanda glikoz birikmesi diabetes mellitusa (şeker hastalığı) neden olur.

## Glukagon

- İnsülinin normalin üstünde salgılanmasına bağlı olarak kanda glikoz düzeyinin normalin altına düşmesine **hipoglisemi** denir.
- Bu durumda en çok beyin etkilenir.
- Çünkü beynin tek enerji kaynağı glikozdur.
- Hipogliseminin ilerleyen aşamalarında hipoglisemik şok ve ölüm gelişir.
- Glukagon hormonu, pankreasın langerhans adacıklarının A (alfa) hücrelerinde sentezlenir.
- Kanda glikoz düzeyini artırıcı etki yapar.
- Karaciğerde ve kaslarda depo edilen glikojenin glikoza dönüştürülerek kana verilmesini sağlar.

## Kanın glikoz düzeyinin ayarlanması

- Kan glikoz seviyesinin dengede tutulması çok önemlidir çünkü beyin hücrelerinin sürekli olarak glikoza ihtiyacı vardır.
- Beyin hücreleri başka hiçbir maddeyi beslenmek için kullanamaz.
- İnsülin ve glukagonun salgılanması direkt olarak kan-glikoz seviyesi tarafından kontrol edilir.
- İnsülinin antagonisti glukagondur.
- Kanın glikoz değeri, insülin ve glukagon hormonlarının birlikte çalışması sayesinde % 80-120 mg olarak sabit tutulur.
- Plazmadaki glikoz seviyesi artınca B (Beta) hücreleri uyarılır ve insülin salgılanması artar.
- Glikozun hücrelerde kullanımı gerçekleşir ve kan glikoz seviyesi düşer.
- Kanda glikoz seviyesi düşünce pankreasın alfa hücreleri uyarılır.
- Glukagon hormonunun salgılanması artar ve kan şekeri yükselir.

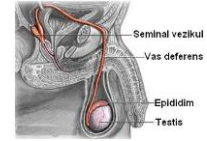
- Pankreastan salgılanan diğer hormonlar somatostatin ve pankreatik polipeptiddir.
- **Somatostatin**, pankreasın D hücrelerinde yapılır. Pankreas B hücrelerinden insülin salgılanan her uyarı D hücrelerinden somatostatin salgılatır. Somatostatin mide boşalmasını geciktirir, mide asit yapımını ve gastrin salgısını önler.
- Pankreasın enzim salgısını azaltır.
- **Pankreatik polipeptid** hormonu safra kesesi kontraksiyonunun önlenmesi ve pankreasın sindirim enzimlerinin yapımının ayarlanmasını sağlar.

## Gonadlar

- Kadın ve erkeğin vücut biçimlerinde üreme ve cinsiyetle ilgili farklılıklar vardır.
- Organizmadaki bu farklılıklar fonksiyonel ve hormonal farklılığı da beraberinde getirir.
- Gonadlar; erkekte testisler kadında ise ovariumlardır.
- Gonadlardan salgılanan hormonlar kadınlık ve erkeklik karakterlerinin ortaya çıkmasını sağlar.
- Cinsiyet hormonlarının kontrolü,
  - hipofiz ön lobundan salgılanan FSH ve LH tarafından gerçekleştirilir.

## Testisler

- Erkek gonadları olan testisler (erbezleri); gövdenin tabanında, kasıklar arasında scrotum denen kesenin içinde bulunur.
- Sağlı solu iki adet olup oval şekilli ve 10- 15 gram ağırlığındadır.

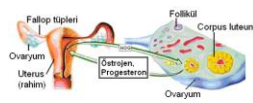


## Testosteron hormonunun görevleri

- Testislerde erkek üreme hücresi (spermatozoalar) ve androjen hormonu üretilir.
- Androjen hormonlarının en önemlisi testosterondur ve salgılanmasının denetimini LH sağlar.
- Testosteron hormonu, intrauterin dönemde çok az miktarda salgılanır.
- Doğumdan sonra 10-12 yaşına kadar hiç salgılanmaz.
- Ergenlik döneminin başlamasıyla salgı miktarı hızla artar. 40 yaşından sonra yavaşlamaya başlar. 80 yaş civarında hiç salgılanmaz.
- Kadınlarda da az miktarda testosteron salgılanır.
- Testislerin sertoli hücrelerinden inhibin denilen bir hormon daha salgılanır.
- Bu hormon FSH salınmasını inhibe eder (baskılar).
- Erkek dış üreme organlarının büyümesi ve gelişmesini sağlar.
- Erkeklerdeki seksüel davranışların yerine getirilmesini sağlar.
- Vücutta kılların dağılımını sağlar.
- Gırtlak mukozasının kalınlaşması ve gırtlığın genişlemesini sağlar. Plika vokalislerin (ses telleri) büyümesini ve dolayısıyla sesin kalınlaşmasını sağlar.
- Protein yapımı ve kasların gelişmesini sağlar.
- Testosteronun kemik büyümesi ve kalsiyum tutulmasına etkisi vardır. Kalsiyumun kemiklerde birikerek sertleşmesini sağlar.
- Sperm yapımı ve üreme sisteminin salgı bezlerinin gelişimini sağlar.

## Ovarium (Kadın Seks) Hormonları

- Kadın gonadı olan ovariumlar (ovaryum), küçük pelvisin yan duvarlarında kendine ait fossa ovarica denen çukurda bulunur.
- Sağlı sollu iki adet olup yaklaşık 4-6 gram kadardır.
- Ovaryumlar ovumu (kadın üreme hücresi) meydana getirme görevinin yanında östrojen (östrojen) ve progesteron hormonlarını da salgılar.
- Bu hormonlar hipofiz ön lobundan salgılanan FSH ve LH hormonlarının denetimi altındadır.



- Östrojen ve progesteronun salgılanması puberte döneminde (12-14 yaş) başlar.
- Bu dönemde doğuştan ovariumlarda mevcut olan primer folliküller FSH'nin etkisiyle gelişir.
- Bu gelişme ile birlikte folliküler oosit (genç) hücrelerinden ovumu (olgun) meydana getirir.
- Diğer taraftan LH'nin etkisiyle sıvı salgılar.
- Böylece follikül içinde içi sıvı olan bir boşluk oluşur.
- Bu boşluktaki sıvı östrojen hormonunu oluşturur.
- Olgunlaşarak içinde sıvı toplayan folliküle graff follikülü denir.
- Graff follikülü ortalama olarak 28 günde bir çatlar ve içindeki ovumu dışarı atılarak ovülasyon (yumurtlama) gerçekleşir.
- Ovülasyondan sonra graff follikülünün yerinde corpus luteum (sarı cisim) denilen bir oluşum meydana gelir.
- Corpus luteumdan az olarak östrojen daha fazla olarak da progesteron hormonu salgılanır.

## Östrojen Hormonu ve Etkileri

- Östrojen, kadın üreme organlarının gelişmesini ve görevlerini denetleyen hormonlar grubudur.
- En etkili östradiol olmak üzere östron ve östriol sayılabilir.
- Esas olarak ovaryumlardan ve plesantadan salgılanan östrojen az miktarda da adrenal bezler ve testislerden salgılanır.

## Östrojenin etkileri

- Menstrüasyonun (adet kanaması) fizyolojik olarak düzenlenmesini sağlar.
- Fallop tüplerinin, uterus ve dış genital organların büyümesini sağlar.
- Fallop tüplerinin yapısında bulunan siliaları etkiler ve döllenmiş ovumun uterusu doğru hareketini kolaylaştırır.
- Memede yağ toplanmasını, bağ dokusu kitlesinin artmasını ve süt bezlerinin kanallarının oluşmasını sağlar.
- Östrojen kemiklerin büyüme faaliyetlerini hızlandırır. Bu sebeple ergenlik döneminde kızlarda hızlı büyümeye sebep olur.
- Metabolizmayı hızlandırırken deri altı dokusunda, kalça ve uyluklarda yağ birikmesini ve kadın vücudunda karakteristik görünümün oluşmasını sağlar.

## Progesteron Hormonu ve Etkileri

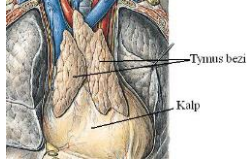
- Kadın vücudunun gelişmesi ve kadına özgü karakterlerin sürdürülmesinde östrojenle birlikte görev yapar.
- Ovaryum siklusunun ikinci yarısında (14. günden sonra) corpus luteumdan salgılanır.
- Eğer fertilizasyon (döllenme) olmuşsa gebeliğin 4. ayına kadar corpus luteum progesteron üretmeye devam eder.
- Bu süreden sonra bu görevi plesanta alır ve gebelik süresince fazla miktarda salgılanır.
- Fertilizasyon olmamışsa menstrüal siklusun yaklaşık olarak 26. gününde progesteron salgılanması en azıdır.

## Progesteron Hormonu ve Etkileri

- Progesteronun etkileri şunlardır:
- Progesteron hormonu, kadında ikincil seks karakterlerinin (meme gelişimi, kalça genişlemesi, sesin incilmesi sakal bilyik çıkmaması) gelişmesini sağlar.
- Progesteronun en önemli görevi, cinsel siklusun ikinci yarısında endometriyumun (rahim duvarının en iç tabası) kalınlaşmasını ve buradaki salgılarla ilgili değişiklikleri başlatarak uterusu döllenmiş yumurtanın tutunmasını hazırlamaktır.
- Uterus kontraksiyonlarını yavaşlatır ve tutunmuş zigotun atılmasını engeller.
- Fallop tüpü mukozasında salgı değişiklikleri yapar. Tüp içinde hareket ederken bölünmekte olan zigotun beslenmesini sağlar.
- Memelerde süt bezlerinin gelişmesini sağlar.

## Timus Bezi

- Timus toraks boşluğunda sternumun arkasında, ön mediastinuma yerleşmiştir.
- Simetrik olmayan iki lobdan meydana gelmiştir.
- Timus ergenliğe kadar gelişmeye devam eder ve ağırlığı 30-40 grama kadar ulaşır.
- Ergenlik döneminden sonra yavaş yavaş küçülerek yerini yağ ve bağ dokusuna bırakır.



## Timus Bezinin Görevleri

- Timus, endokrin bir bez olmasının yanı sıra lenfoid sistemin organlarından biridir.
- Lenfosit üretmek özellikle çocukluk yaşlarında vücudun savunma mekanizmasında rol alır.
- Timusdan salgılanan hormonlar timosin, timik humoral hormon (THH) ve faktör timik serum (FTS)dir.
- Bu hormonlar T lenfositleri ve bazı B lenfositlerinin gelişmesinde rol oynar.
- Timus hormonları, ayrıca hipofizden salgılanan cinsiyet hormonlarının (LH, FSH) salınmasını baskılar.