

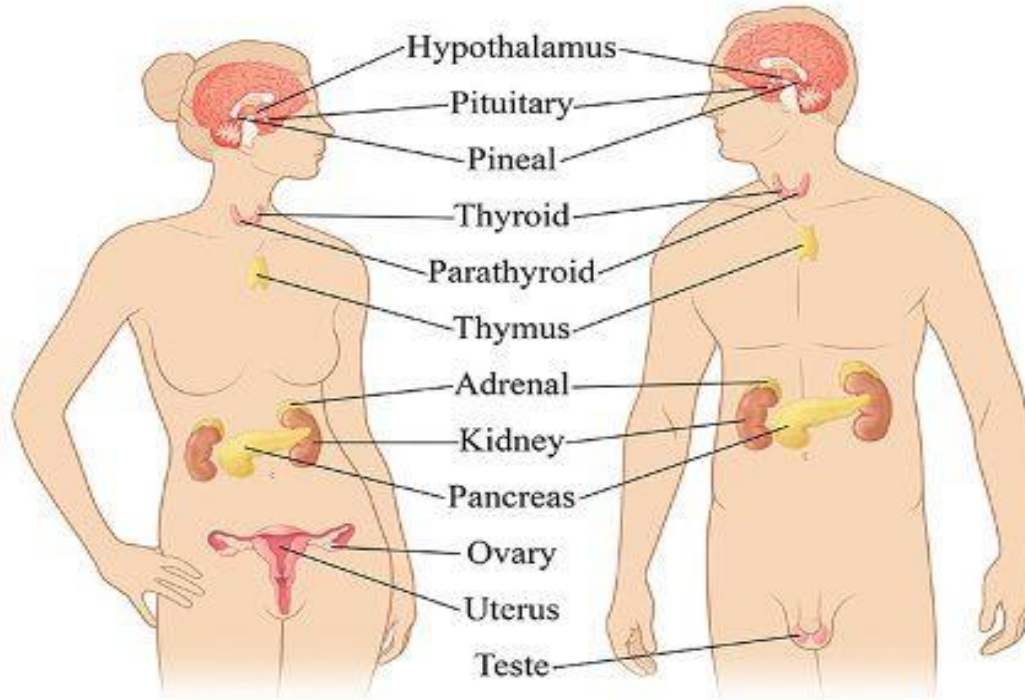
ENDOKRİN SİSTEM

Fizyoloji

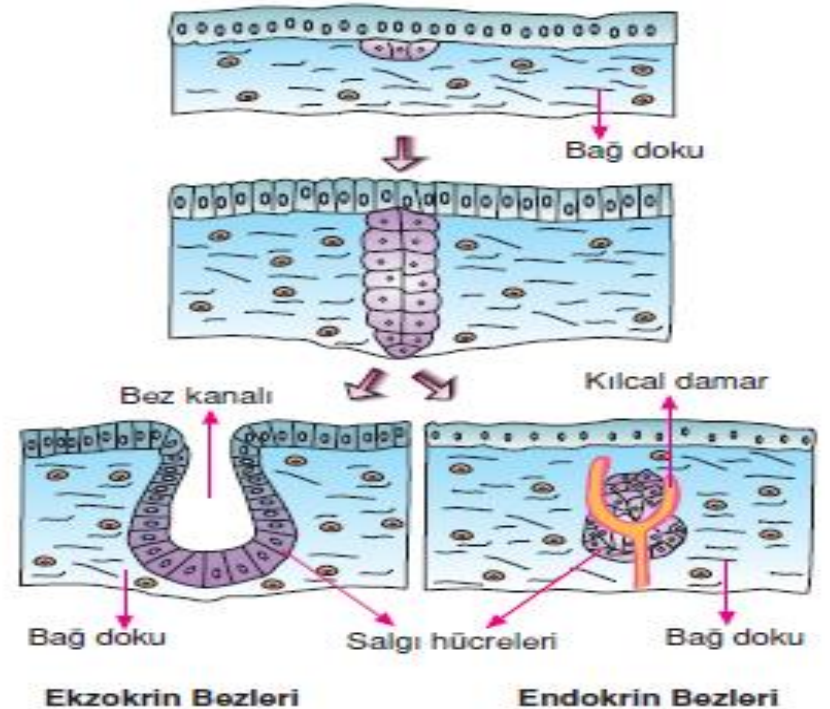
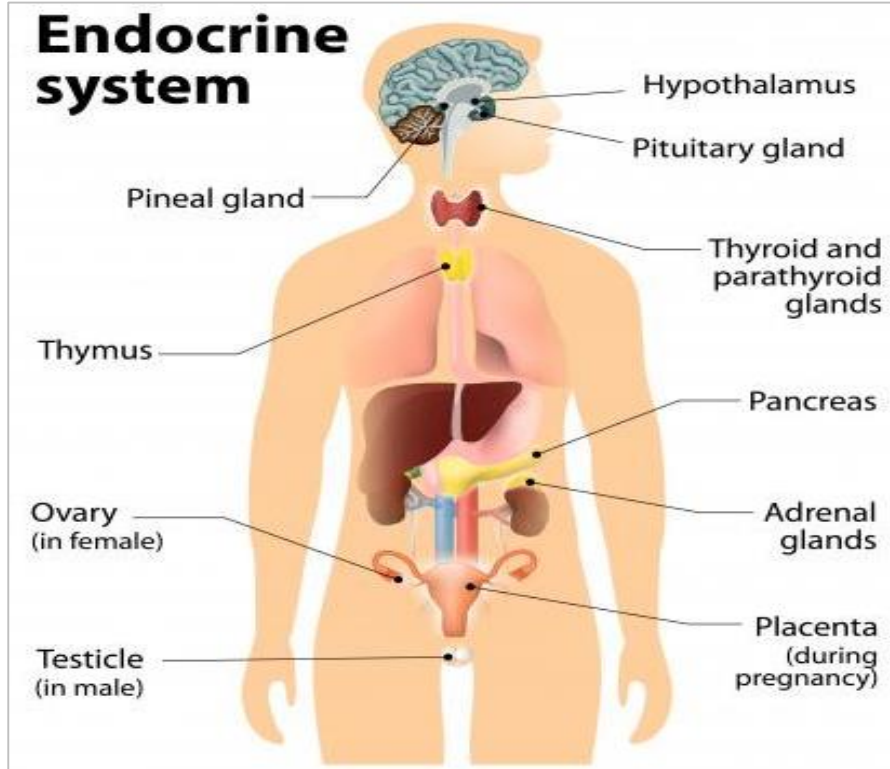
Öğr. Gör. Seher EROL ÇELİK

ENDOKRİN SİSTEM:

- **Hormonlar** endokrin bezler tarafından dolaşıma salgılanan ve hedef hücrelerinde biyolojik etkiler gösteren kimyasal maddelerdir.



- **Endokrin bezler**, hormonlarını iç çevreye salgıladığı için bu ismi almışlardır
- Bu bezlerin oluşturduğu sistem → **endokrin sistem**



- Hormonlar

Hücrelerarası sıvıya geçer



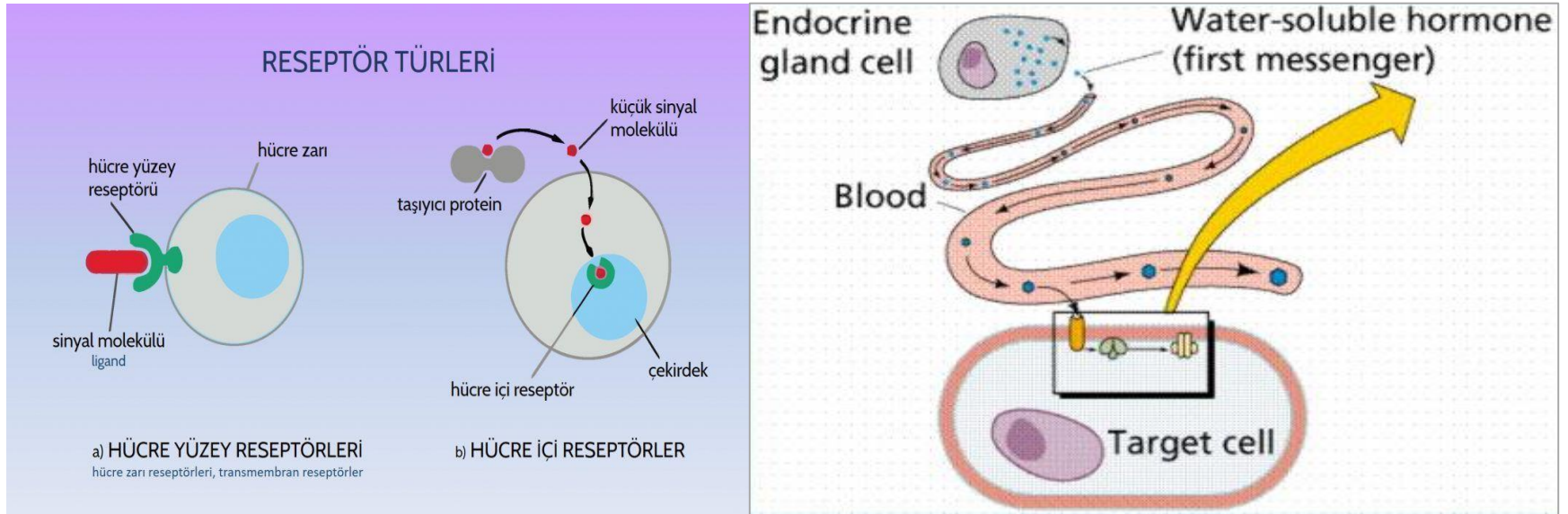
Dolaşıma salgılanır



Dolaşım sistemi ile

Hedef hücrelere

(spesifik **reseptör proteinler** içerir ve bu nedenle onlara **özgül** bir şekilde cevap verir)



Hormonlar;

Hedef organlarının metabolizmalarını etkilerler



- Tüm vücutta kimyasal tepkimelerin hızının kontrolü,
- Hücre zarından madde taşınması,
- Su ve elektrolit dengesi ile kan basıncının düzenlenmesi gibi metabolik süreçler ile;
 - Büyüme,
 - Gelişme,
 - Üreme fonksiyonlarının düzenlenmesine yardım ederler.

Hormonların Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması:

- Kimyasal yapılarına göre hormonlar;
 - 1) Polipeptitler ve proteinler,
 - 2) Glikoproteinler,
 - 3) Aminler ve
 - 4) Steroidler olarak sınıflandırılabilirler.

Hormonların Etki Mekanizmaları:

- Hormonun salgılandığı yer ve hormonun biyolojik etkisinin olduğu yere bağlı olarak üç farklı etki mekanizması vardır. Bunlar:

I.Endokrin Etki: Hormon dolaşıma salgılandıktan sonra belirli bir uzaklıkta bulunan hedef hücrelerine ulaşır ve biyolojik etkilerini gösterir.

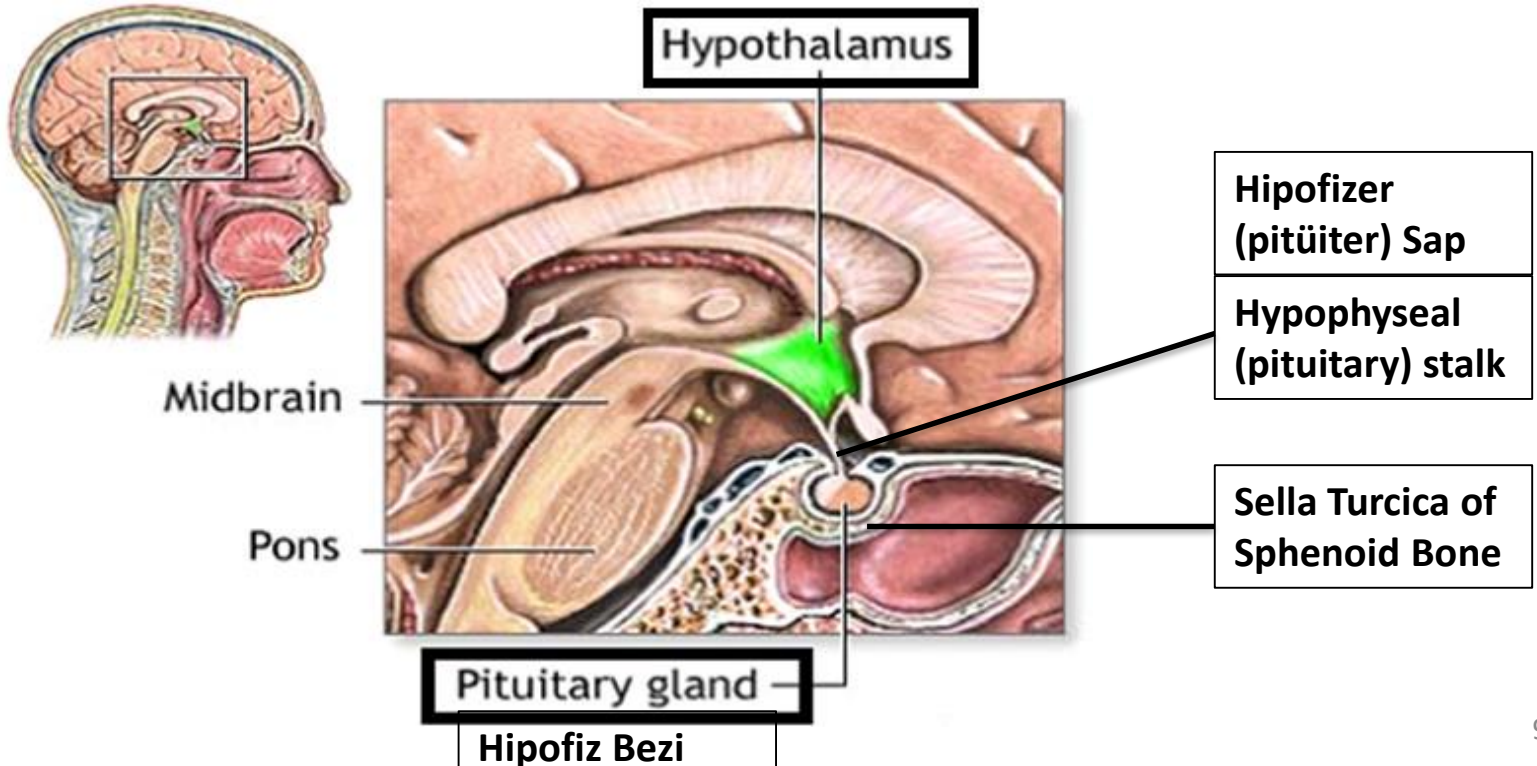
II.Parakrin Etki: Bir hücreden salgılanan hormon sıklıkla aynı doku veya organda bulunan komşuluğundaki hücrede biyolojik etkilerini gösterir.

III.Otokrin Etki: Hormon kendisini salgılayan hücre üzerinde biyolojik etkiler oluşturur.

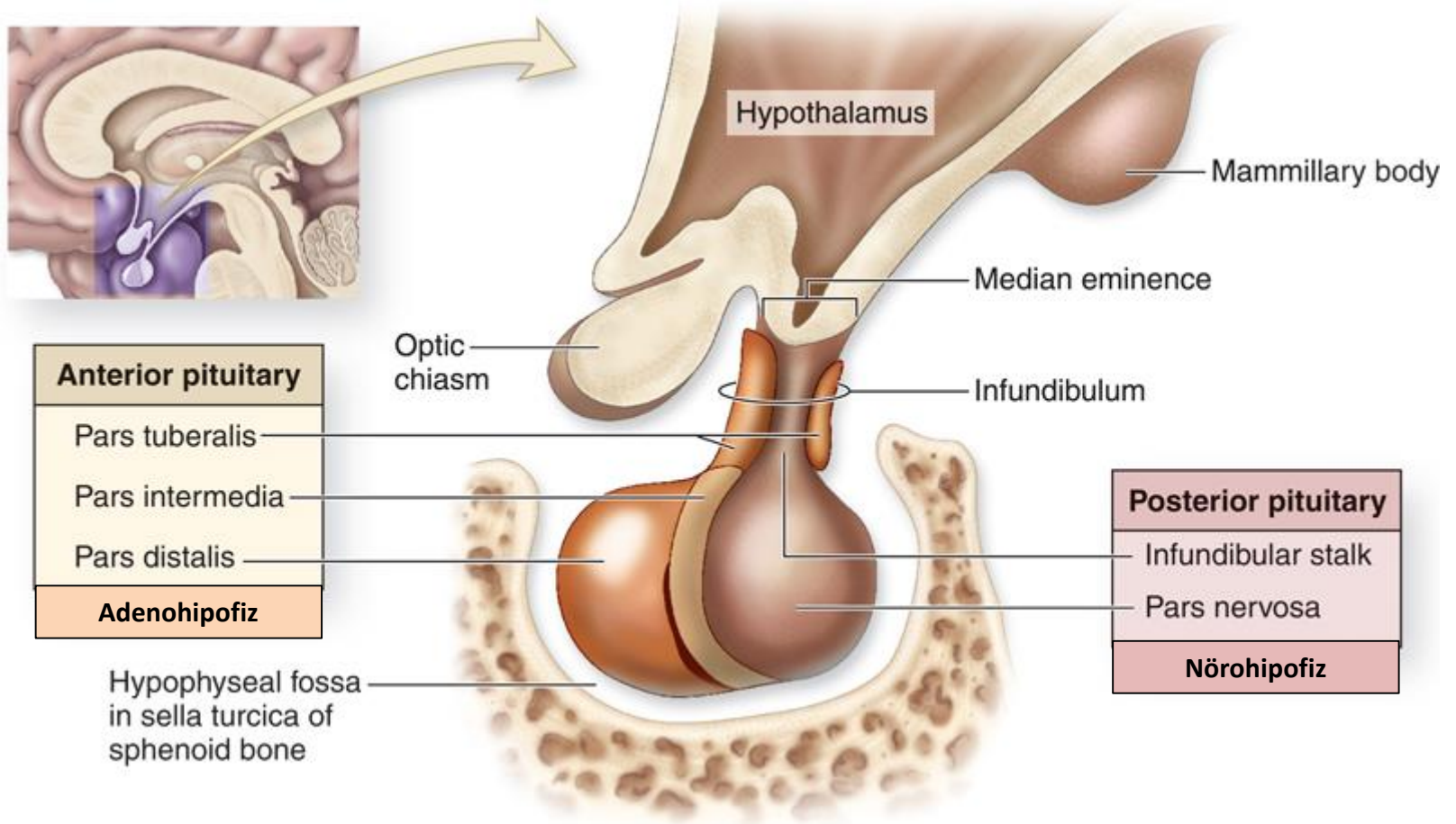
HIPOFİZ BEZİ

1-HİPOFİZ BEZİ:

- Pituitary bez veya hipofiz bezi yaklaşık 1 cm çapında ve 0,5 ile 1 gr ağırlığında hipotalamusa **hipofizer (pitüiter) sap** ile bağlanmış bir bezdir.



- Yapısal ve fonksiyonel olarak;
 1. **Adenohipofiz (ön hipofiz)**
 2. **Nörohipofiz (arka hipofiz)**



Ön Hipofiz Bezi Hormonları:

- Ön hipofiz bezinden tropik hormonların salgılanması **hipotalamustan** salgılanan hormonlar tarafından kontrol edilir.
- Hipotalamusta üretilen serbestleştirici ve inhibe edici hormonlar hipotalamusun *medyan eminens* olarak isimlendirilen taban kısmındaki *akson sonlanmalarına taşınırlar* ve bu bölgede bulunan *kapillerlere* serbestlenirler.

1-) Hipotalamusun **Büyüme Hormonu Serbestleştirici Hormonu (GHRH)**, hipofizin **Büyüme Hormonu (GH)** salgılanmasını uyarırken; **Büyüme Hormonu Baskılayıcı Hormon (Somatostatin, SS, GHIH)** GH salgılanmasını baskılar.

2-) Hipotalamusun **Tirotropin Serbestleştirici Hormonu (TRH)**, hipofizden **Tirotropin (TSH)** salgılanmasını uyarır.

3-) Hipotalamusun **Kortikotropin Serbestleştirici Hormonu (CRH)**, hipofizden **Adrenokortikotropin (ACTH)** salgılanmasını uyarır.

4-) Hipotalamusun **Gonadotropin Serbestleştirici Hormonu (GnRH)**, hipofizden **Gonadotropik Hormonların (FSH; Folikül Stimüle Edici Hormon ve LH; Luteinleştirici Hormon)** salgılanmasını uyarır.

5-) Hipotalamusun **Prolaktin Baskılayıcı Hormonu (PIH, dopamin)**, hipofizden **Prolaktin (PRL)** salgılanmasını baskılar. Prolaktin salgılanmasını uyaran bir **Prolaktin Serbestleştirici Hormon (PRF)** varlığı için aday pek çok hormon veya faktör (örneğin; **TRH, oksitosin, sekretin ve vazoaktif intestinal peptit**) vardır.

➤ Ön Hipofiz; beş farklı tip salgı hücresi içerir, bu hücreler:

1. **Büyüme Hormonu (GH)** salgılayan *somatotropolar*,
2. **Tirotropin (TSH)** salgılayan *tirotropolar*,
3. **Adrenokortikotropin (ACTH)** salgılayan *kortikotropolar*,
4. **Folikül Stimüle Edici Hormon (FSH)** ve **Luteinleştirici Hormon (LH)** salgılayan *gonadotropolar*,
5. **Prolaktin (PRL)** salgılayan *laktotropolar* (*mammotropolar*)dır.

Ön Hipofiz Hormonları ve Salgılanmalarını Kontrol Eden Serbestleştirici ve İnhibe Edici Hipotalamus Hormonları:

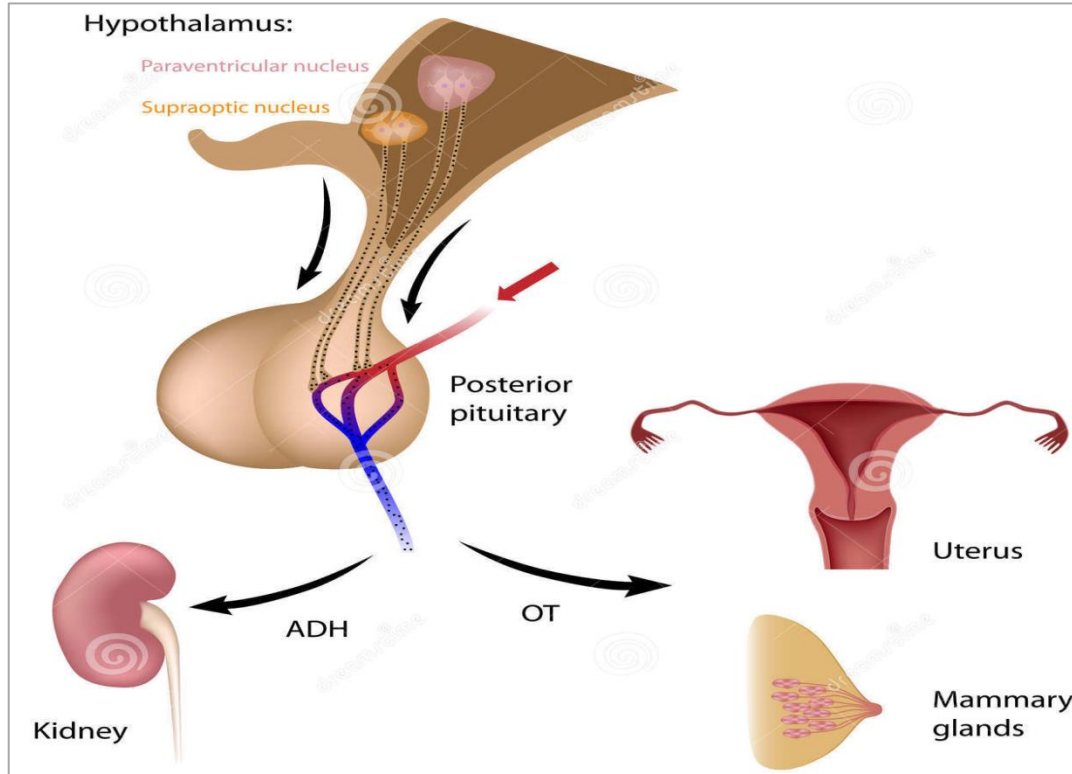
| HİPOTALAMUS HORMONLARI | ÖN HİPOFİZ H.LARI | HEDEF DOKU | BAŞLICA ETKİLERİ |
|---|---------------------------|--------------|---|
| Büyüme Hormonu Serbestleştirici H. | <i>Büyüme Hormonu</i> | Pek çok doku | Büyüme ve metabolik etkiler |
| Büyüme Hormonu İnhibe Edici H. | <i>Somato- statin</i> | | Büyüme hormonu salgılanmasının baskılanması |

| HİPOTALAMUS H.LARI | ÖN HİPOFİZ H.LARI | HEDEF DOKU | BAŞLICA ETKİLERİ |
|--|--------------------------------|-----------------|-----------------------------------|
| Tirotropin Serbestleştirici H. | <i>Tiroit Stimüle Edici H.</i> | Tiroit Bezi | Tiroit hormonlarının salgılanması |
| Kortikotropin Serbestleştirici H. | <i>Adrenokortikotropik H.</i> | Adrenal Korteks | Glukokortikoidlerin salgılanması |

| HİPOTALAMUS HORMONLARI | ÖN HİPOFİZ HORMONLARI | HEDEF DOKU | BAŞLICA ETKİLERİ |
|--|---|----------------------------|--|
| Gonadotropin Serbestleştirici H. | <i>Folikül Stimüle Edici H., Lüteinleştirici H.</i> | Üreme Sistemi | Gamet üretimi ve seks hormonlarının salgılanması |
| Prolaktin Serbestleştirici Faktör | <i>Prolaktin</i> | Meme dokusu, üreme sistemi | Süt üretimi |
| Prolaktin Baskılayıcı H. | <i>Dopamin</i> | | Prolaktin salgılanmasının baskılanması |

ARKA HİPOFİZ BEZİ HORMONLARI:

- Arka hipofiz bezi hipotalamusun bir uzantısı gibi düşünülebilir ve ön hipofizin aksine çoğunlukla terminal sinir lifleri ve sinir sonlanmaları ile destek doku görevi yapan nöroglia hücrelerinden oluşmuştur.



- Arka hipofiz hormonları olan ***antidiüretik hormon (ADH, arjinin vazopresin)*** ve ***oksitosin*** aslında **hipotalamusun supraoptik ve paraventriküler çekirdeklerindeki nöron gövdelerinde üretilirler.**
- Bu hormonlar daha sonra ***hipotalamus hipofiz traktusu*** içindeki aksonlar aracılığı ile arka hipofize taşınarak orada veziküller içinde depolanırlar.
- Hipotalamustan gelen uyarılara cevap olarak dolaşıma verilirler.
- Bu nedenle **arka hipofiz gerçek bir bezden çok bir depo organı olarak düşünülebilir.**

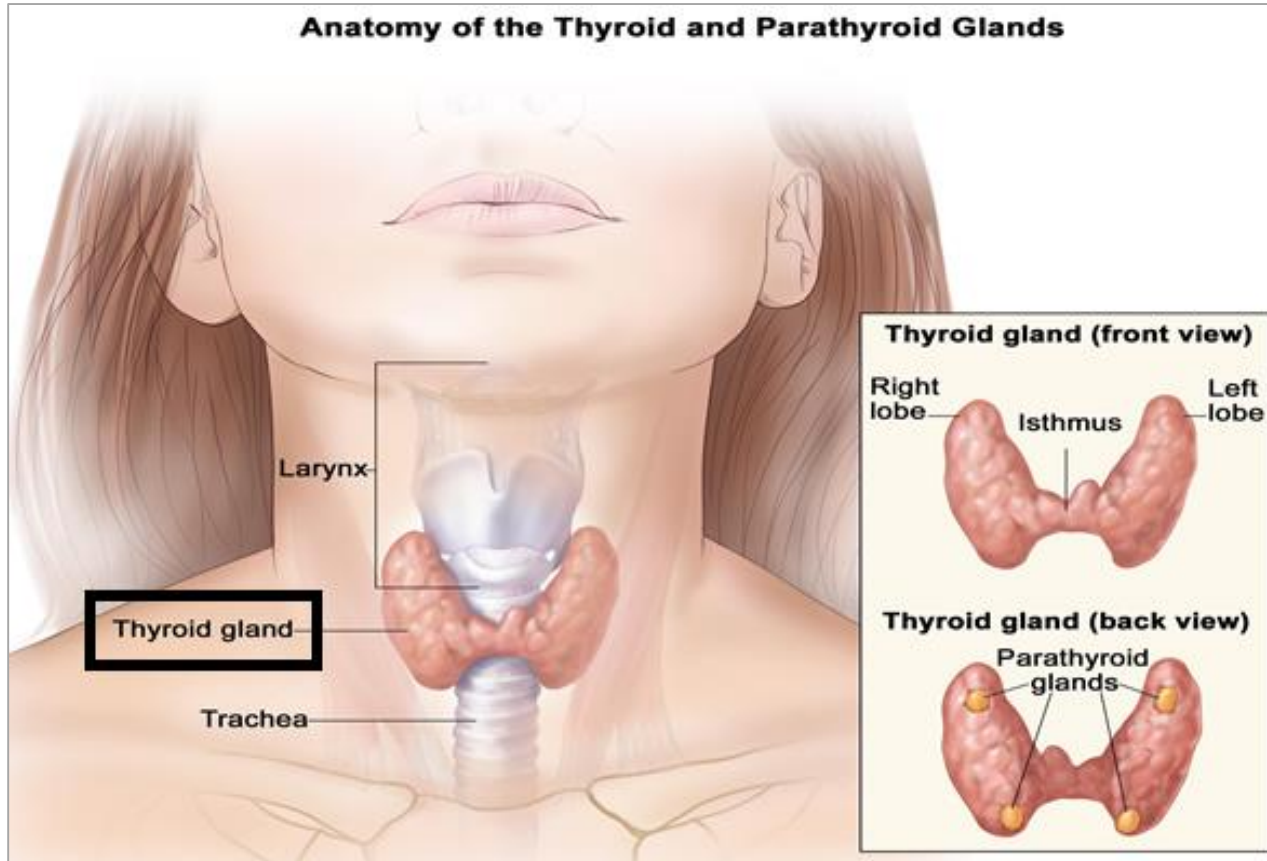
Arka Hipofiz Hormonları ve Başlıca Etkileri:

| ARKA HİPOFİZ HORMONLARI | HEDEF DOKU | BAŞLICA ETKİLERİ |
|-----------------------------------|---------------------|--|
| <i>Antidiüertik Hormon</i> | Böbrekler | Su geri emiliminin artması, kan basıncı artışı |
| <i>Oksitosin</i> | Meme dokusu, uterus | Sütün boşaltılması, uterus kasılması |

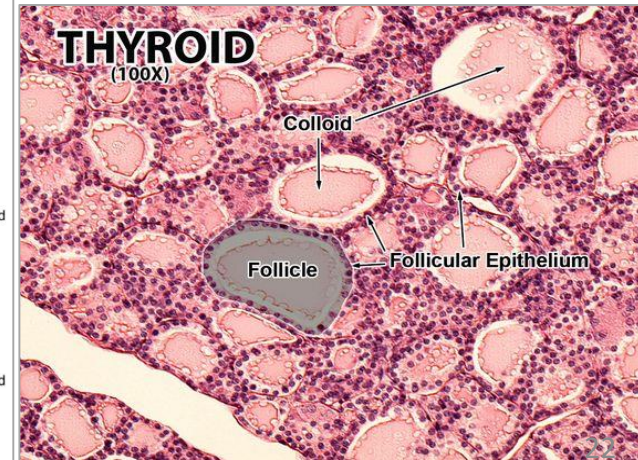
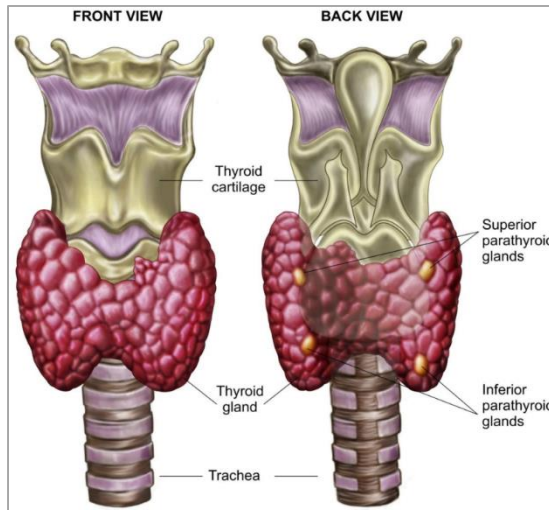
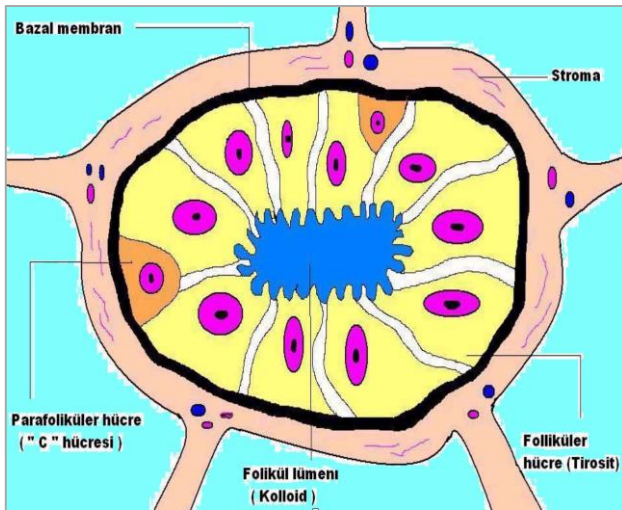
TİROİT BEZİ – PARATİROİT BEZLERİ

2- TİROİT BEZİ:

- Tiroit bezi larinksin hemen altında trakeanın önünde yerleşmiştir ve yaklaşık olarak 15-20 gram ağırlığındadır.



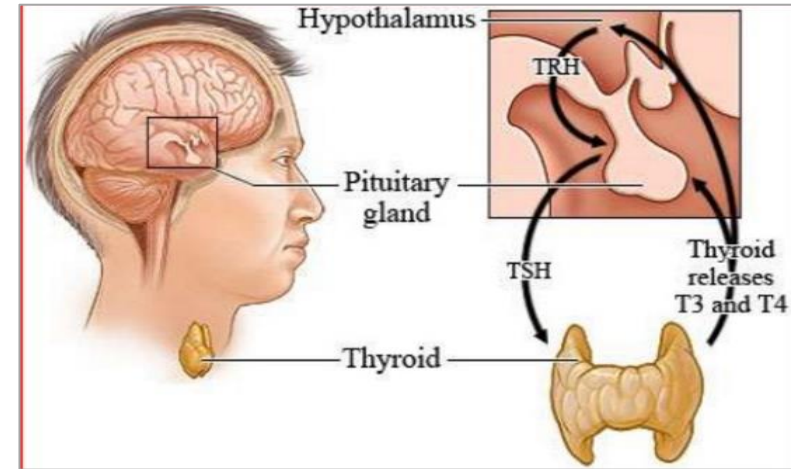
- Mikroskopik seviyede çok sayıda **kapalı tiroit foliküllerinden** oluşmuştur.
- Tiroit bezinin fonksiyonel ünitesi olan bu foliküller, kolloidle dolu olan merkezlerindeki boşluğu çevreleyen ve tiroit hormonlarını sentezleyen **folikül (epitel) hücreleri** içerir. Ayrıca, tiroit bezi, **kalsitonin** isimli hormonu salgılayan **parafolikül hücreleri (C hücreleri)** içerir.
- Foliküllerin içinde proteinden zengin bir sıvı olan **kolloid** vardır.
- Kolloidin başlıca bileşeni tiroit hormon sentez ve depolanmasında çok önemli rolü olan **tiroglobülin** isimli bir glikoproteindir.



Tiroit Hormonları:

- Bu hormonlar;
 - **Tiroksin (tetraiyodotironin, T4)** ve
 - **Triiyodotironin (T3)** olarak isimlendirilir.
- ❑ Tüm vücutta hücre metabolizma ve aktivitesini uyarırlar ve bazal metabolik hızın en önemli belirleyici faktörleridir.
- ❑ Tiroit hormonları aynı zamanda karbonhidrat, lipit ve protein metabolizmasını düzenleyici etkilere sahiptir.
- ❑ Bunlara ek olarak normal büyüme ve gelişme ile fetal hayat ve doğumdan sonraki ilk birkaç yılda sinir sisteminin olgunlaşması için gereklidirler.

- **TSH (Trioid Stimüle edici Hormon)** uyarısı ile birlikte, folikül hücreleri küçük bir miktar kolloidi pinositozla alırlar ve T4 ve T3 'ü tiroglobulinden hidrolize ederek serbest hormonları dolaşıma salgırlar.
- Tiroit bezinden salgılanan bu hormonların yaklaşık olarak % 93 'ü T4 ve % 7 'si T3 'tür.
- Bununla birlikte;
- T3 yaklaşık beş kez daha güçlüdür ve
- Periferik dokularda T4 'ün hemen tamamı farklı tipteki deiyodinaz enzimleri aracılığı ile T3 'e dönüştürülür.



Tiroit Hormonlarının Başlıca Etkileri:

| SİSTEMLER: | BAŞLICA ETKİLERİ: |
|----------------------------------|---|
| <i>Metabolik</i> | ↑ Bazal metabolik hız, Glikoliz, Glikoneojenez , Lipoliz, Plazma serbest yağ asidi seviyeleri, Fosfolipit ve trigliserit seviyeleri, Protein yapımı |
| | ↓ Plazma kolesterol |
| <i>Kalp-damar Sistemi</i> | ↑ Kan akımı, Kalp debisi, Kalp hızı, Kalp atım gücü |
| <i>Solunum Sistemi</i> | ↑ Solunum hızı, Solunum derinliği |

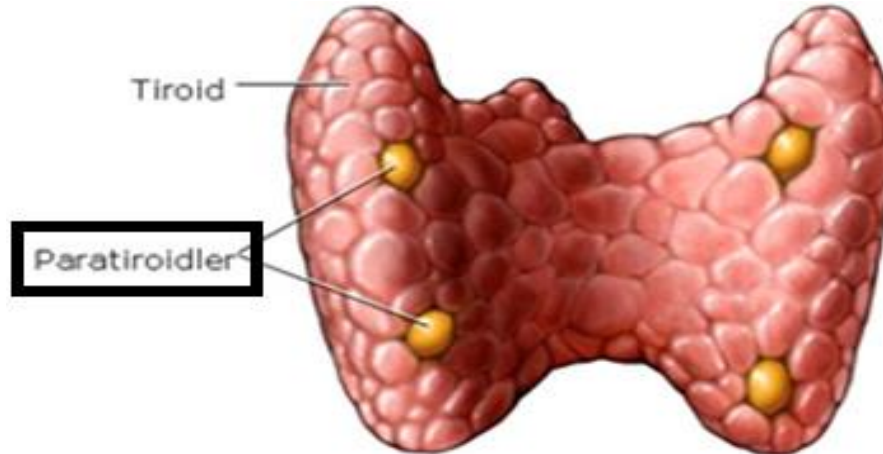
Tiroit Hormonlarının Başlıca Etkileri:

| SİSTEMLER: | BAŞLICA ETKİLERİ: | |
|---------------------------------------|--------------------------|---|
| <i>Gastrointestinal Sistem</i> | ↑ | İştah ve besin alımı, Mide-bağırsak kanal hareketleri, Sindirim sıvıları salgılama hızı |
| <i>Merkezi Sinir Sistemi</i> | ↑ | Beyin gelişim hızı |
| <i>Diğer</i> | ↑ | Vitamin ihtiyacı, Kas cevabı, Kemik yapımı, |
| | | Normal üreme işlevlerinin devamı. |

- Tiroit hormonlarının sentez ve salgılanması **hipotalamus-hipofiz tiroit bezi aksı** ile kontrol edilir.
- **Hipotalamustan gelen Tirotropin Serbestleştirici Hormonuna (TRH) cevap olarak ön-hipofizden salgılanan Tiroit Stimüle Edici Hormon (TSH, Tirotropin), tiroit hormonlarının tüm sentez basamaklarını** (iyodürün folikül hücrelerine alınması, organikleşme, tiroit hormonlarının üretim ve serbestleşmesi) **ve salgılanmalarını uyarır; ayrıca tiroit hücrelerinin büyüklük ve sayılarının artmasına neden olarak tiroit bezi üzerinde tropik (yani büyümeyi uyarıcı) etki gösterir.**
- Bezin büyümesini artırıcı etkisi ***iyot eksikliği (endemik) guatrı*** olan ve tiroit bezinin anormal olarak büyüdüğü kişilerde belirgin olarak görülebilir.

3- PARATİROİT BEZLERİ:

- Küçük ve genellikle **4 adet** olan paratiroid bezleri tiroit bezinin arka yüzeyinde yer alırlar.
- İçerdiği *esas hücrelerin* salgıladığı polipeptit yapıdaki **paratiroid hormonu** kan kalsiyum seviyelerinin düzenlenmesinde görev yapan en önemli hormondur.



- Kan kalsiyum seviyelerinin düzenlenmesi, hücrenin normal fonksiyonlarının devamı, sinir iletimi, hücre zarı stabilitesi, kemik yapımı, pıhtılaşma ve hücreiçi sinyal iletimi gibi pek çok işlev için kritik öneme sahiptir.
- Bu düzenlenme Paratiroid Hormon (Parathormon, PTH), vitamin D ve kalsitonin hormonları arasındaki ilişkiye bağlıdır.

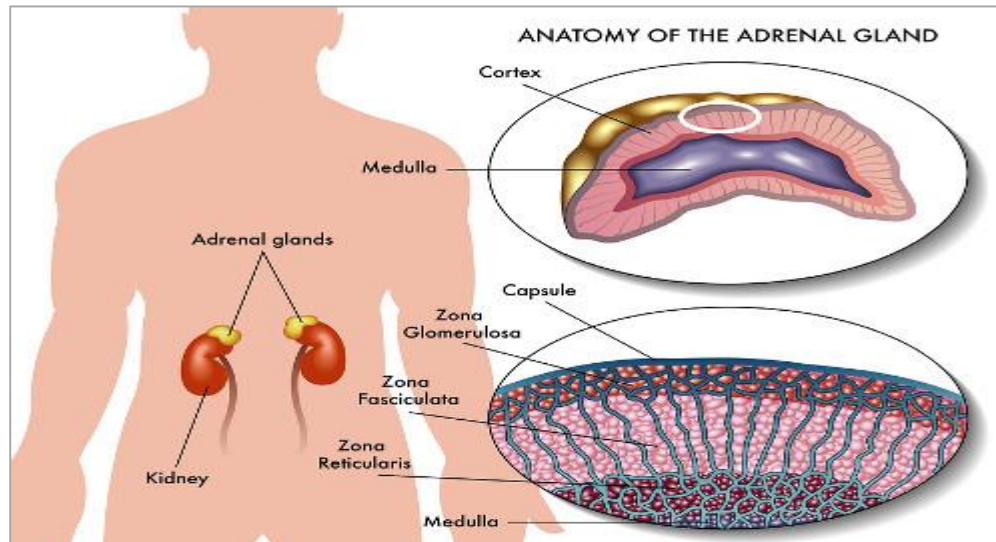
Paratiroid Hormonu (Parathormon, PTH):

- PTH'nin en önemli fizyolojik etkisi **kalsiyum homeostazının devamını sağlamaktır.**
- Bu hormon kemikler, böbrekler ve bağırsaklar üzerindeki etkileri ile **kan kalsiyum konsantrasyonunu artırırken fosfat konsantrasyonunu azaltır.**

ADRENAL (BÖBREKÜSTÜ) BEZLER

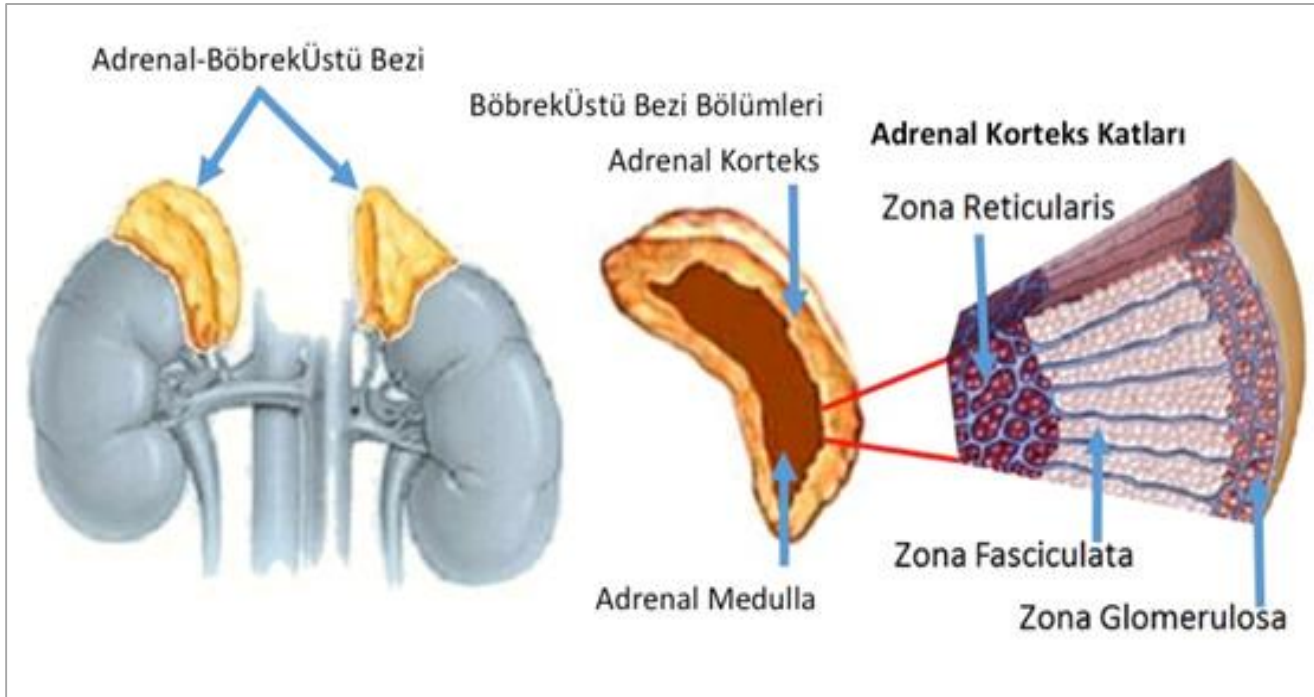
4- ADRENAL (BÖBREKÜSTÜ) BEZLER:

- Adrenal bezler her iki böbreğin üst kutbunda yerleşmiş dıştaki korteks ve içteki medulla kısımlarından oluşan bir çift bezdir.



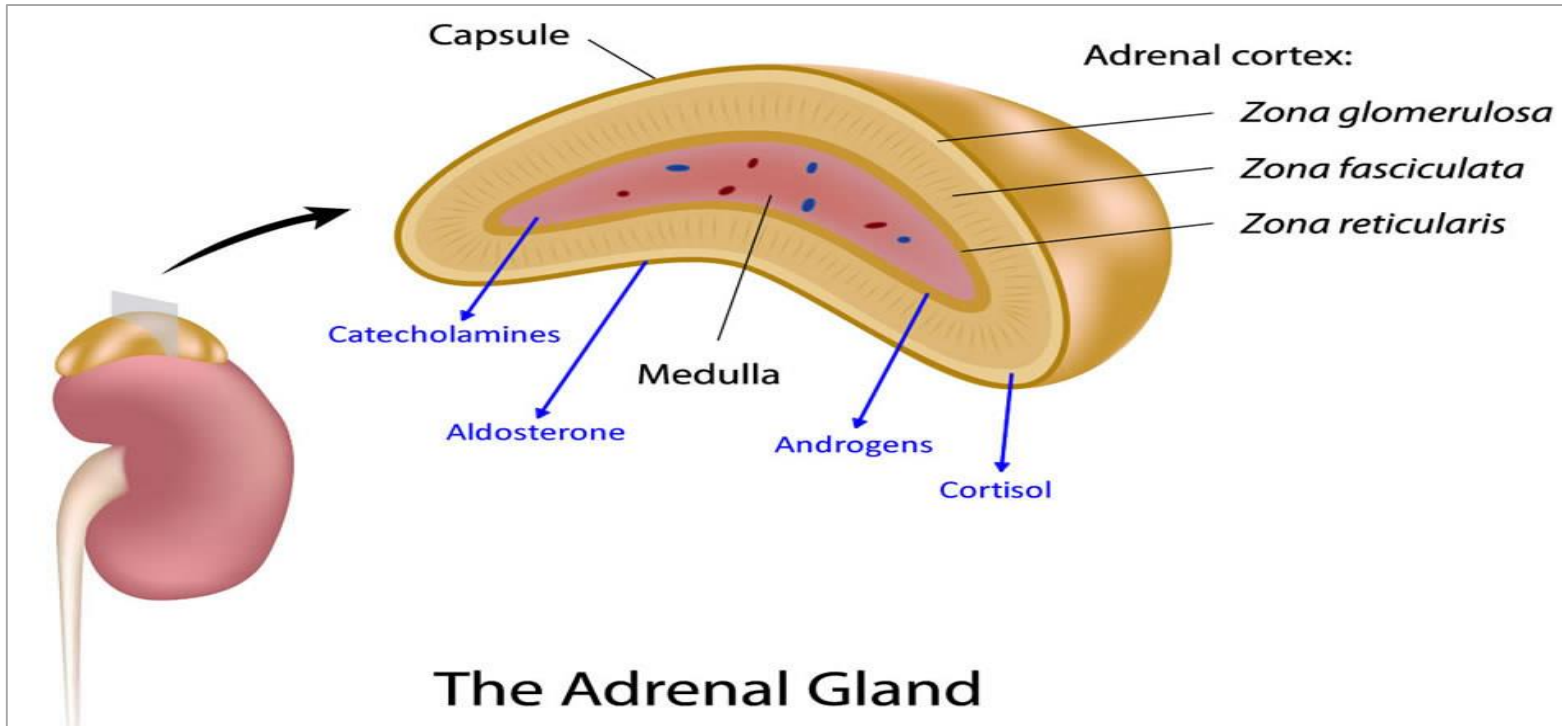
Adrenal bez;

- Vücutun strese cevabının düzenlenmesinde,
- Su ve elektrolit dengesinin devamlılığının sağlanmasında
- Kan basıncının kontrolünde son derece önemli görevlere sahiptir.



Adrenal Korteks Hormonları:

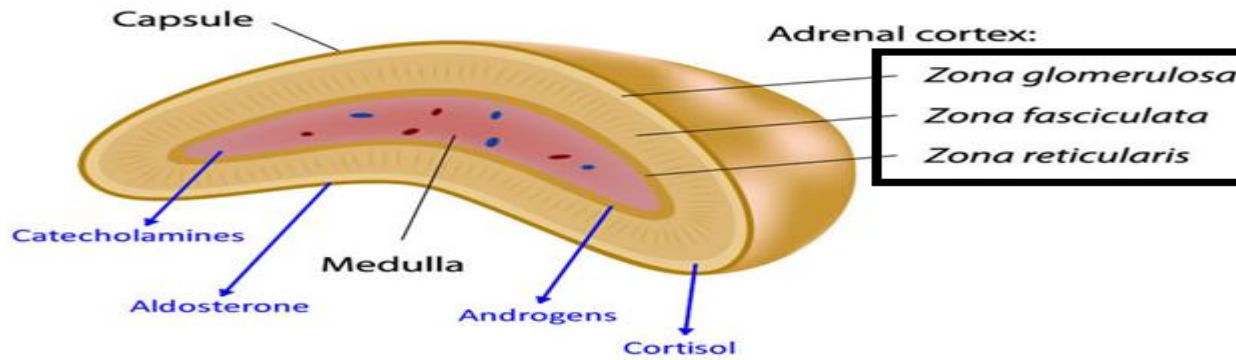
- Adrenal korteks, bezin yaklaşık olarak % 80-90 'ını oluşturur ve dış kısımda **zona glomeruloza**, ortada **zona fasikülata**, iç kısımda ise **zona retikularis** olmak üzere birbirinden farklı fonksiyonları olan üç farklı bölgeden oluşur.



- Adrenal korteks **kortikosteroidler** olarak isimlendirilen **steroid hormonlar** salgılar.
- *Kortikosteroidler fonksiyonel olarak üç sınıfa ayrılabilir.*
 - 1. Mineralokortikoidler:** Sodyum ve potasyum gibi elektrolitlerin (minerallerin) dengesini düzenlerler.
 - 2. Glikokortikoidler:** Glikozun ve protein, yağ gibi diğer organik moleküllerin metabolizmasını düzenlerler.
 - 3. Cinsiyet (Seks) Steroidleri (Adrenal Androjenler):** Zayıf androjenlerdir ve gonadlardan (ovaryumlar ve testisler) salgılanan cinsiyet (seks) steroidlerinin işlevlerine yardımcı olurlar.

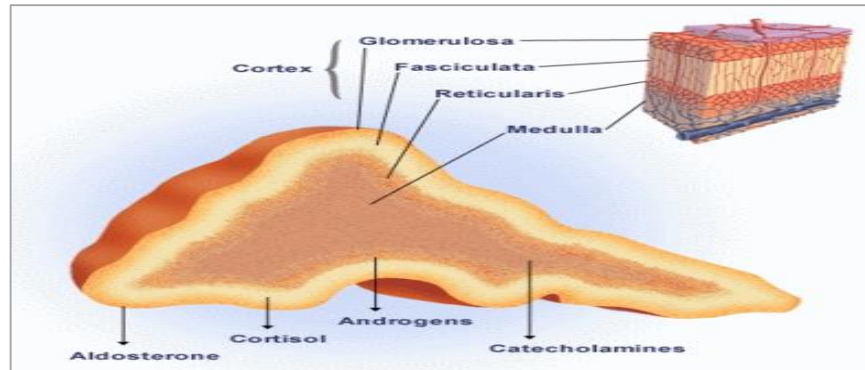
Adrenal Korteksten Salgılanan Hormonlar ve Sentetik Steroidler:

| ADRENAL KORTEKS: | HORMONLAR: |
|-------------------------|--|
| Zona glomeruloza | Aldosteron |
| Zona fasikülata | Kortizol, Kortikosteron |
| Zona retikularis | Dehidroepiandrosteron, Androstenedion |
| Sentetik steroidler | Kortizon, Prednizolon, Metilprednizon, Deksametazon |



Adrenal Medulla Hormonları:

- Adrenal medulla modifiye olmuş bir sempatik gangliyona benzetilebilir.
- Adrenal medulla hücreleri (kromafin hücreler) postgangliyonik sempatik nöronları oluşturan aynı embriyonik dokudan (nöral krest) köken alır.
- Bu hücreler pregangliyonik sempatik aksonlardan serbestlenen asetilkolin uyarısına cevap olarak *katekolaminleri* (epinefrin = adrenalin / norepinefrin = noradrenalin) üretir, depolar ve dolaşıma salgılar.
- Her ikisi de benzer molekül yapısında ve fizyolojik etkilere sahiptir.



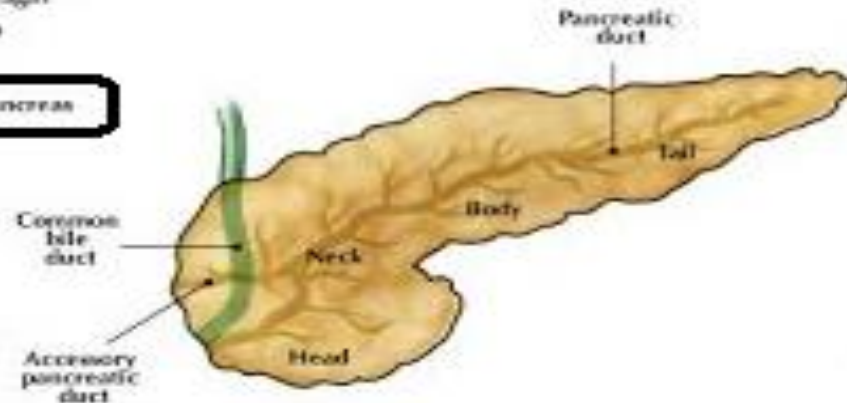
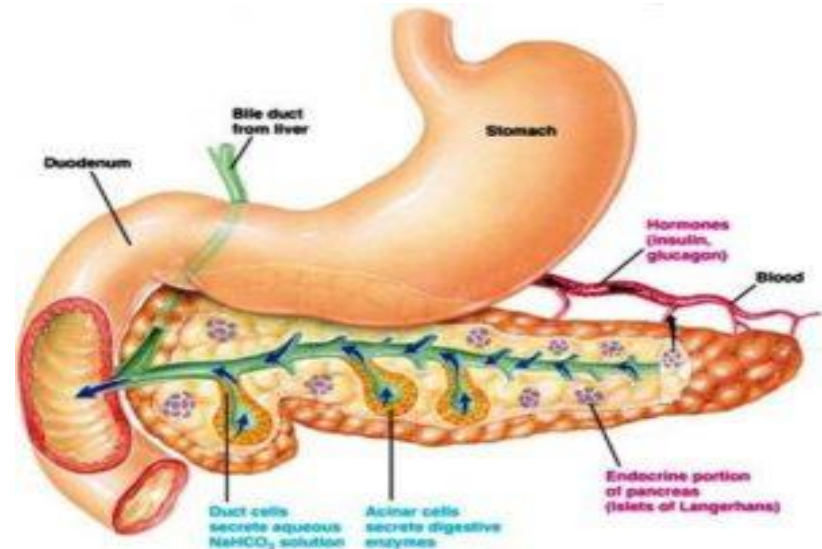
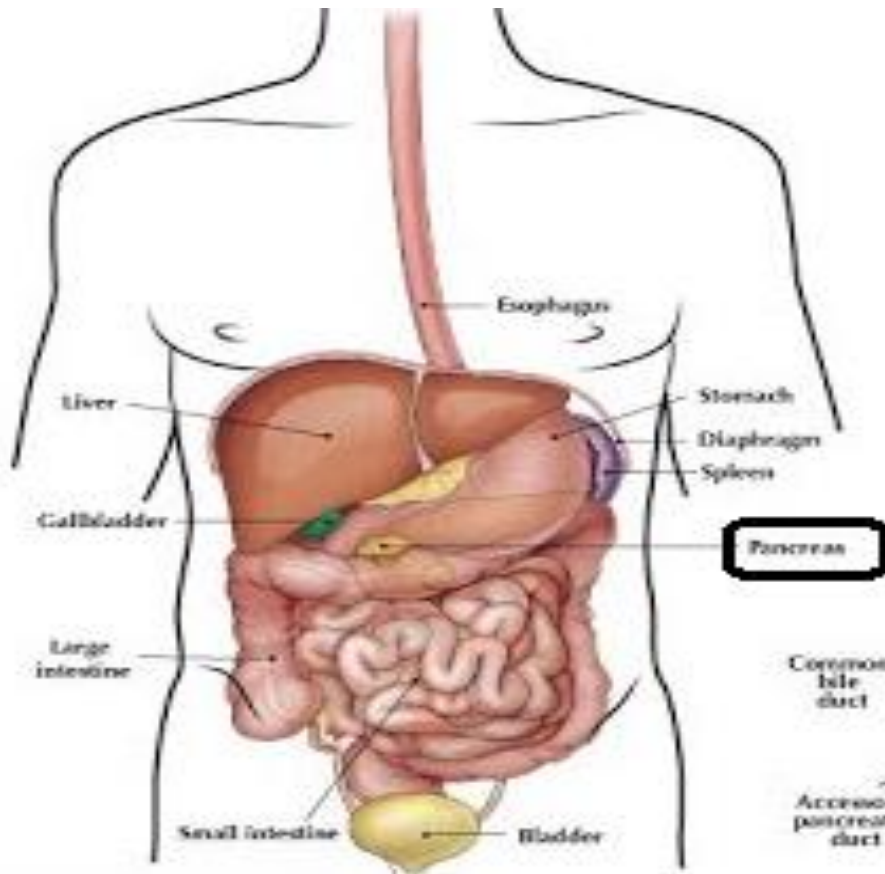
Epinefrin ve Norepinefrinin Önemli Etkileri:

| EPİNEFRİN (Adrenalin): | NOREPİNEFRİN (Noradrenalin): |
|---|--|
| Glikojenoliz | Glikojenoliz |
| Glikoneojenez | Glikoneojenez |
| Hiperglisemi ↑↑↑ | Hiperglisemi |
| Bazal metabolik hız ↑ | Bazal metabolik hız ↑ |
| Bronkodilatasyon ↑↑↑ | Bronkodilatasyon ↑ |
| Kalp hızı ↑, kalp kasılma kuvveti ↑ | Kan basıncı ↑ |
| Vazodilatasyon (iskelet kasını besleyen damarlar) | Vazokonstriksiyon (deri, gastrointestinal ve ürogenital sistemi besleyen damarlar) |

– PANKREAS –
DIĞER ENDOKRİN BEZLER

5-PANKREAS:

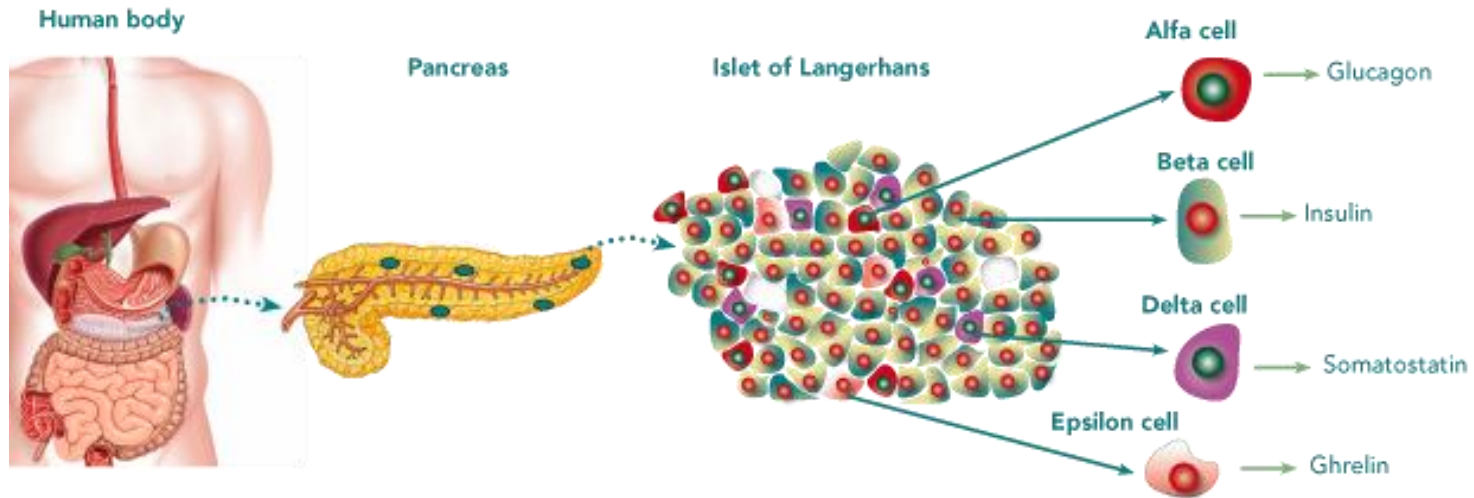
- Pankreas hem endokrin hem de ekzokrin bir bezdir.



- Pankreasın **insülin** ve **glukagon** üretimi ve salgılanması ile ilgili olan endokrin fonksiyonu glikoz homeostazının fizyolojik kontrolü için gereklidir.
- Pankreasın endokrin kısmı, kan damarlarının etrafında kümelenmiş **Langerhans adacıkları** olarak isimlendirilen hücre gruplarından oluşur.

□ Bu adacıklarda 4 farklı tipte hücre vardır;

- **Glukagon** salgılayan *alfa hücreleri*,
- **İnsülin** salgılayan *beta hücreleri*,
- **Somatostatin** salgılayan *delta hücreleri* ve
- **Pankreatik polipeptit** salgılayan *PP hücreleri (Pankreatik Polipeptit)*.



Pankreas Adacık Hormonları:

1. İnsülin:

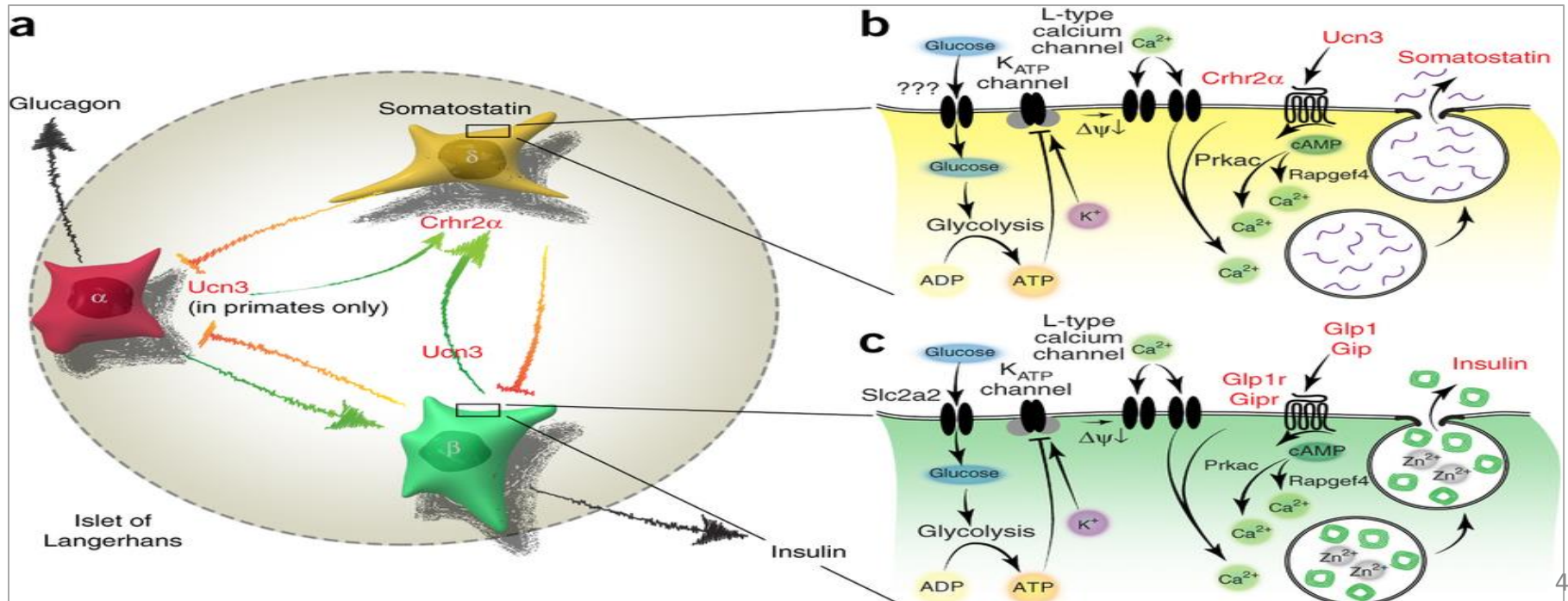
- Protein yapısında olan ve plazma glikoz konsantrasyonunu düzenleyen en önemli hormondur.
- İnsülin salgılanması kanın glikoz konsantrasyonuna duyarlı bir negatif geribildirim sistemi ile düzenlenir.
- Karbonhidrattan zengin bir yemekten veya şekerli bir içecekten sonra plazma glikoz seviyeleri yükselir.
- Bu artış **beta** hücrelerinden artan miktarda ve iki aşamalı olarak *insülin salgılanmasına neden olur.*

2. Glukagon:

- Pankreasın **alfa** hücrelerinden salgılanan protein yapısında bir hormondur ve insülinin etkilerine zıt yönde etkilere sahiptir.
- En önemli olarak, kan glikoz konsantrasyonunun artmasına neden olacak etkilere neden olur.
- Glukagon salgılanması da negatif geribildirim mekanizması ile düzenlenir.

3. Somatostatin:

- Delta hücrelerinden salgılanır.
- Hem insülin hem de glukagon salgılanmasını inhibe ederek glikoz metabolizmasını düzenlemeye yardım ederler.



Pankreastan Salgılanan Hormonlar ve Başlıca Etkileri:

| HORMONLAR: | HÜCRE TİPİ: | BAŞLICA ETKİLERİ: |
|----------------------------|-------------|--|
| <i>İnsülin</i> | Beta | <ul style="list-style-type: none">• Glikozdan glikojen sentezini ↑• Glikoneojenez ↓,• Glikozun yağ ve kas hücrelerine girişini ↑,• Kan glikoz konsantrasyonunu ↓,• Amino asitlerin hücrelere girişini ↑,• Protein ve yağ sentezini ↑. |
| <i>Glukagon</i> | Alfa | <ul style="list-style-type: none">• Karaciğerde glikojenoliz ↑,• Glikoneojenez ↑,• Yağların yıkımını ↑. |
| <i>Somatostatin</i> | Delta | <ul style="list-style-type: none">• İnsülin ve glukagon salgılanmasını baskılar. |

6- DİĞER ENDOKRİN BEZLER:

- Diğer endokrin bezler içinde;
 - **Pineal bez,**
 - **Timus,**
 - **Üreme organları,**
 - **Sindirim sistemi içinde belirli hücreler (Örneğin; gastrin salgılayan G hücreleri),**
 - **Kalp ve**
 - **Böbrekler sayılabilir.**