

***BOŞALTIM SİSTEMİ
FİZYOLOJİSİ***

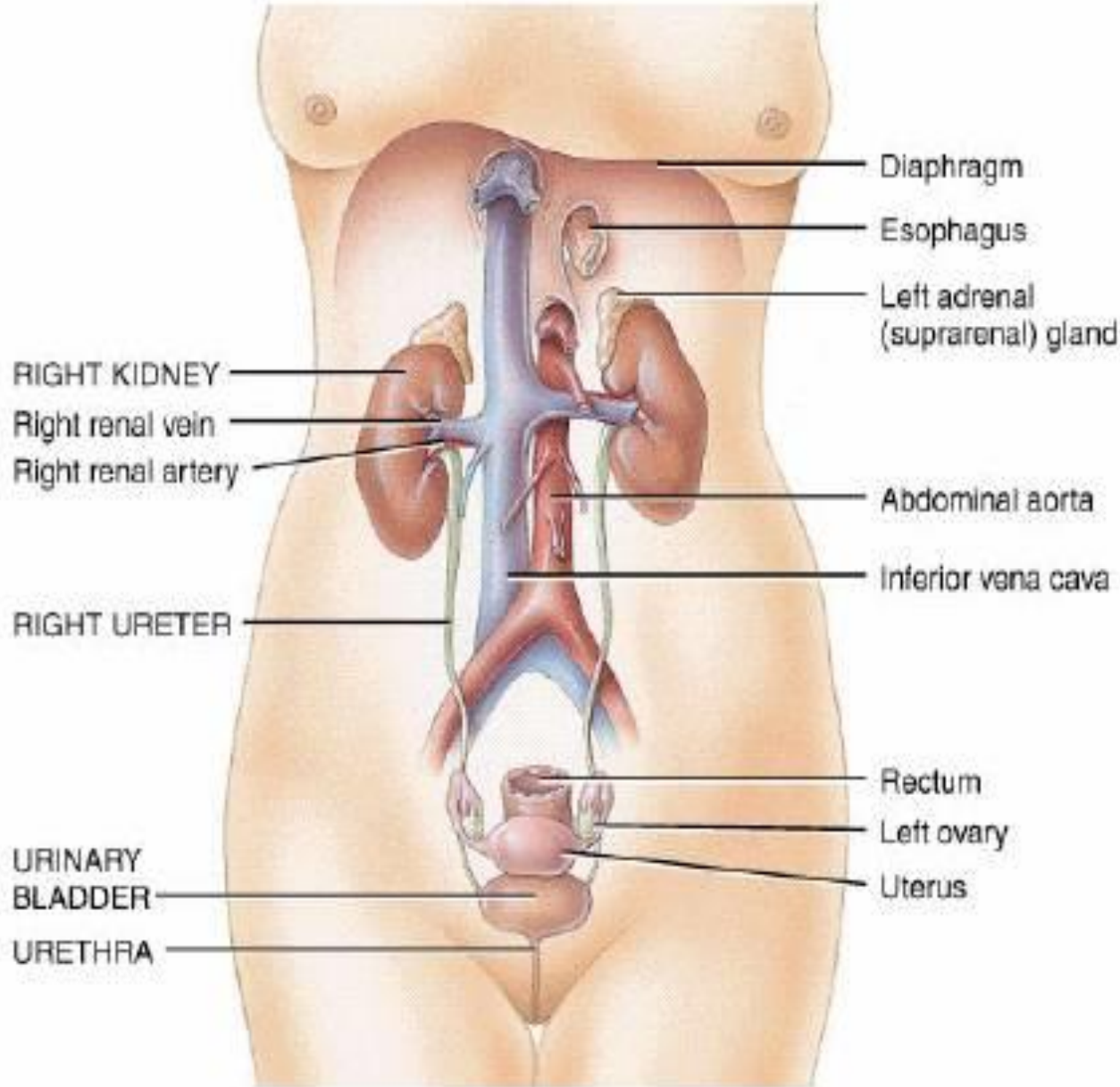
Prof.Dr.Mitat KOZ

BOŞALTIM

- Boşaltım sistemi yada diğer adıyla üriner sistem vücut sıvılarının hacim ve içeriğini düzenleyerek,
- kan basıncının,
- iç ortam pH sını, ve
- kanın elektrolit içeriğinin düzenlenmesini sağlar.

-
- Boşaltım sisteminin bir diğer görevi de metabolizma sonucu oluşarak kana verilen artık ürünlerden kanın arındırılmasını sağlamaktır.
 - Üriner sistem
 - iki adet böbrek,
 - iki adet üreter,
 - bir idrar kesesi (vesica urinaria), ve
 - bir adet uretradan oluşmaktadır.

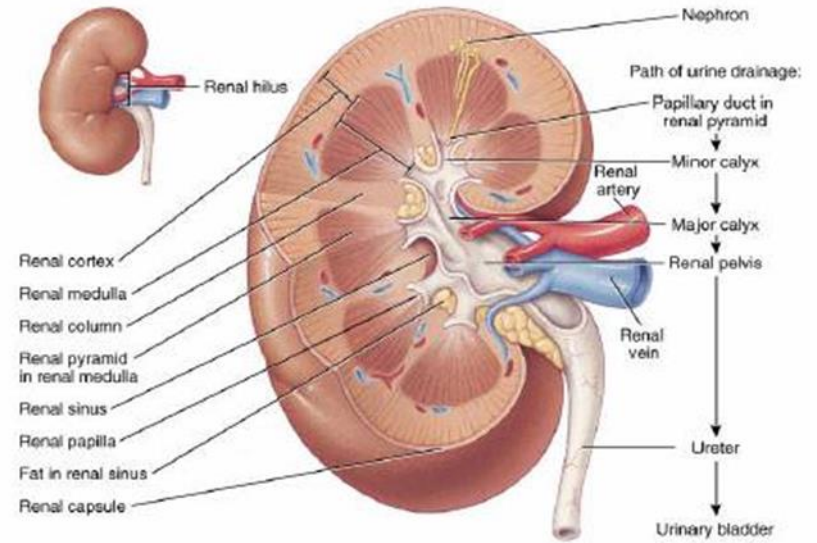
Organs of the Urinary System



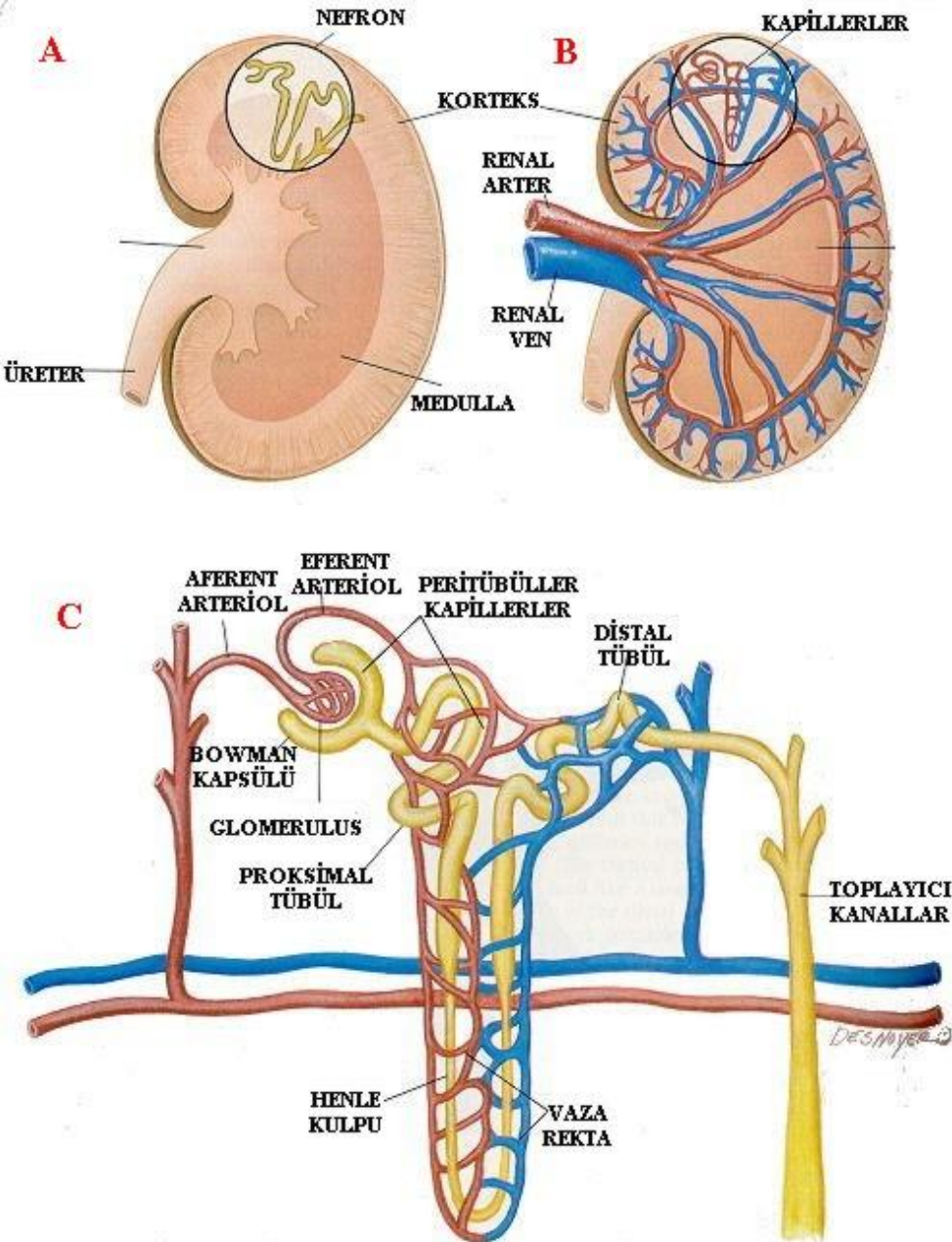
- **BÖBREKLER**
- **ÜRETERLER**
- **MESANE**
- **ÜRETRA**
- **İdrar böbreklerde oluşturulur, üreterler ile idrar kesesine taşınır ve üretra ile de dışarı atılır.**

- Böbreğin fonksiyonel en küçük birimi nefrondur.
- Her bir böbrekte yaklaşık 1.250.000 nefron vardır.
- İdrar nefronlarda oluşur, buradan toplayıcı kanallara, oradan minor kalikslere ve major kalikslere, oradan üreterlere ve oradan da idrar kesesine gelir ve üretra ile dışarı atılır.

Internal Anatomy of Kidney

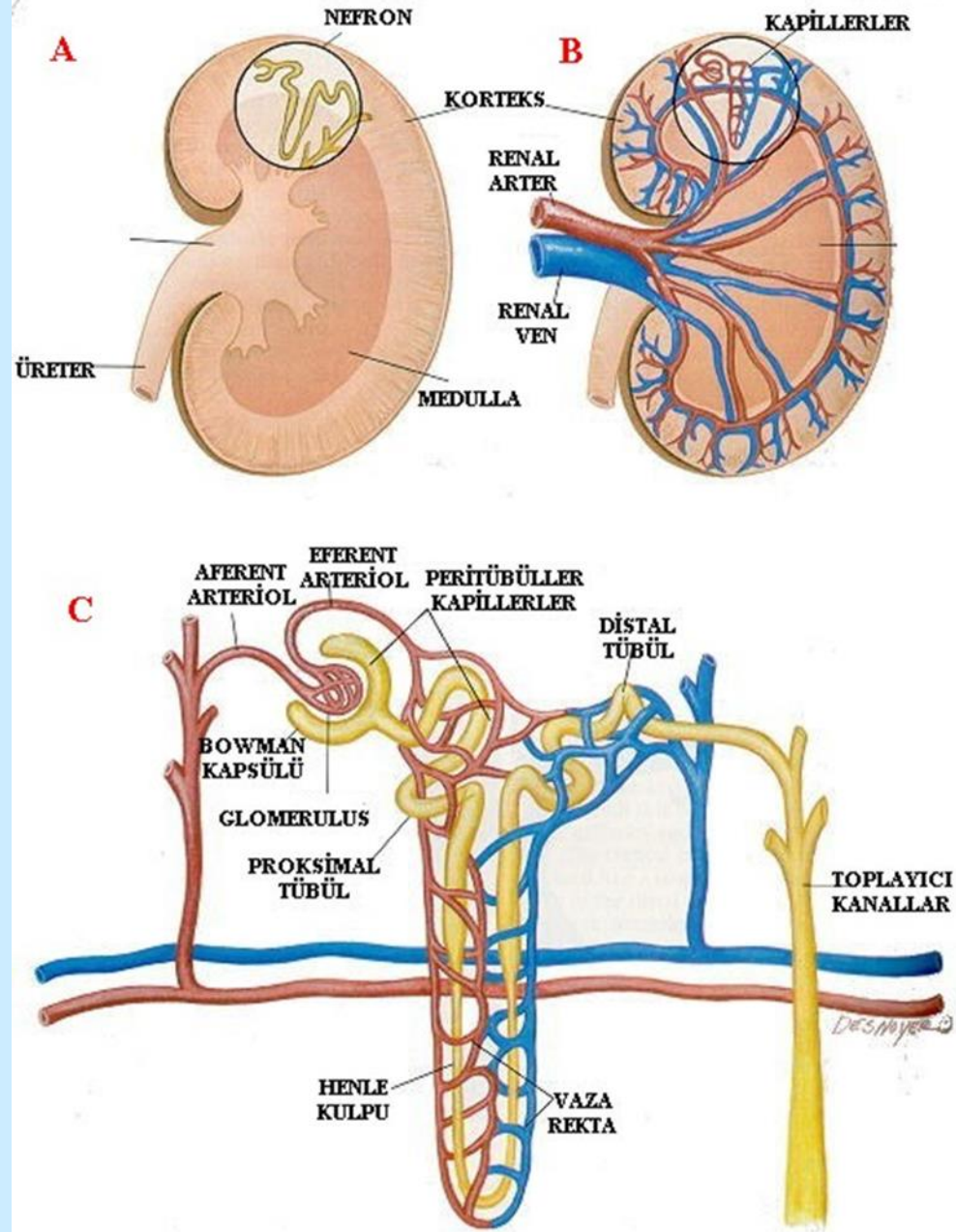


NEFRON



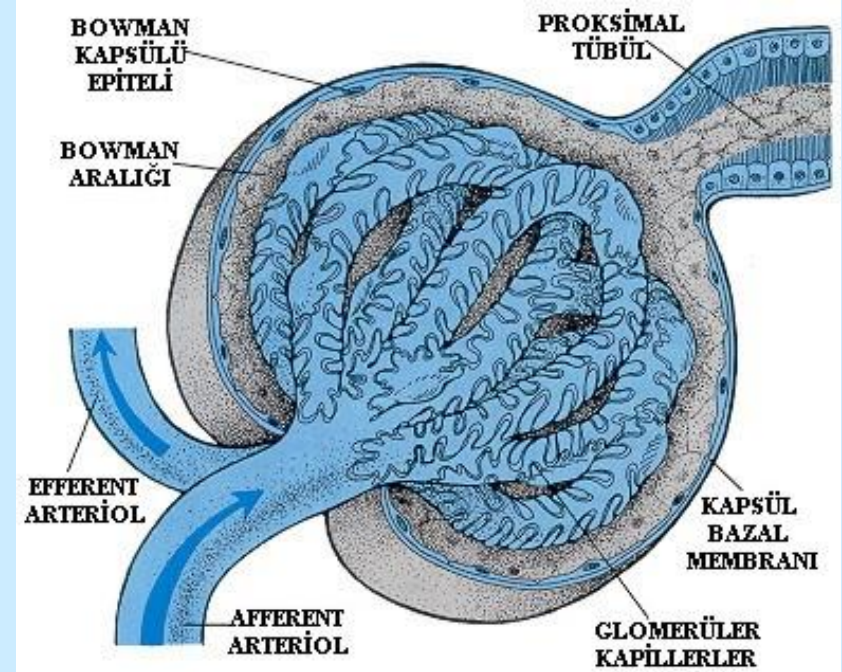
- Her bir nefron sıvıyı süzen bir renal korpüskül (yumru) ve uzun bir tübül (küçük tüp, boru) den oluşur.

- Tübül çeşitli parçalara ayrılır,
- bunlara proksimal kıvrımlı tübül,
- Henle kulpu,
- distal kıvrımlı tübül ve
- toplayıcı kanal denir.



Nefronun Bölümleri:

- Renal Korpüskül: Efferent ve afferent arterioller glomerulusu oluşturur.
- Glomerulusu oluşturan kapillerler büyük çaplı porlar içerir.
- Bu porlardan suda eriyen ve suda asılı pek çok madde geçebilir, ama hücreler geçemez.
- Bowman kapsülü tübül hücrelerinin ilk kısmından oluşur.

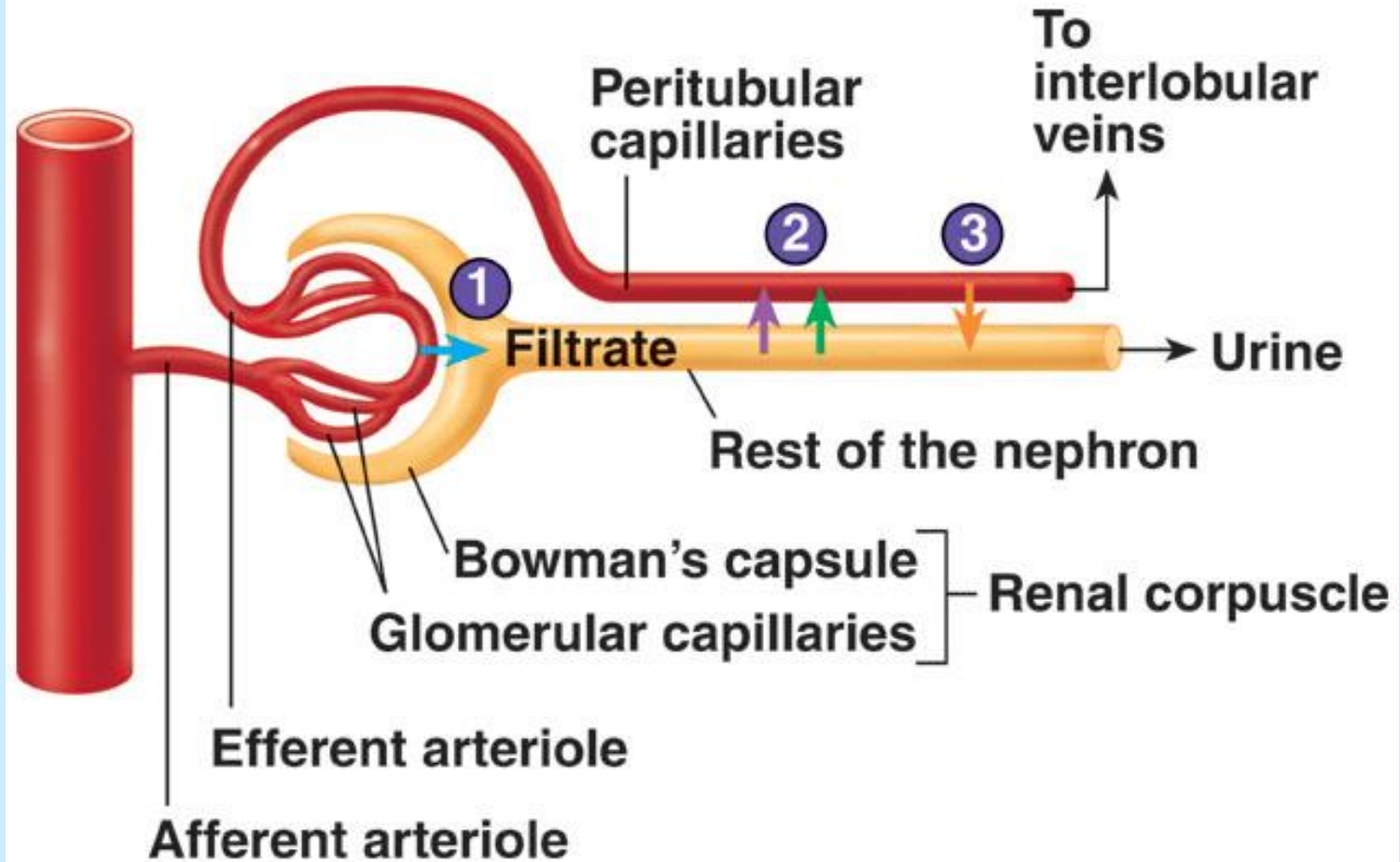


İDRAR OLUŞUMU

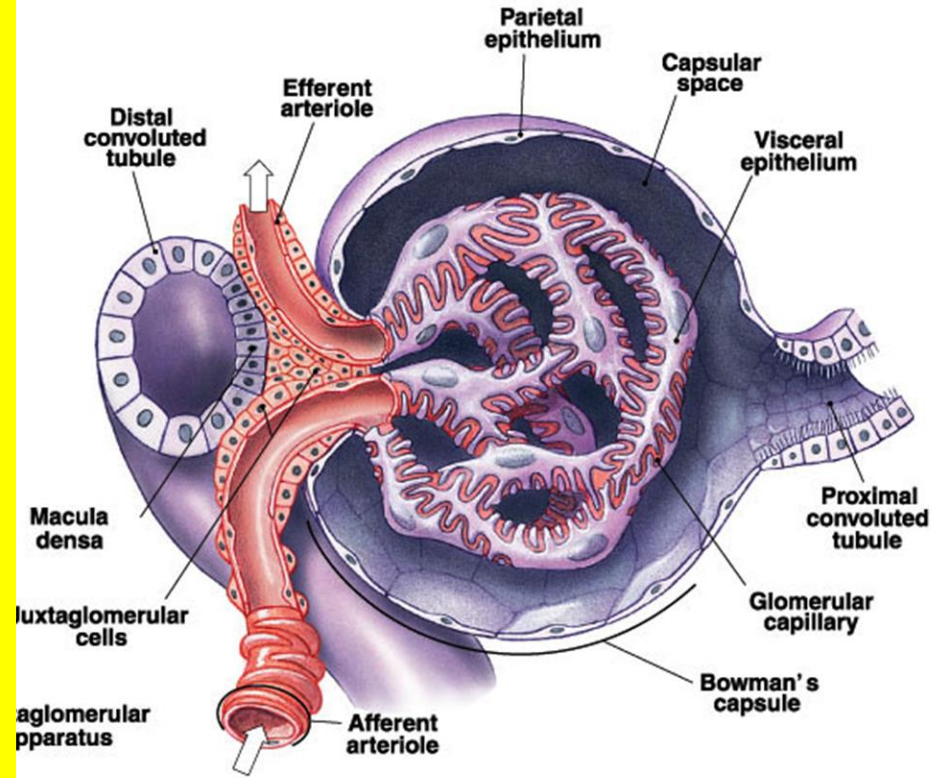
- İdrar yapımının amacı kanın bileşim ve hacmini korumaktır.
- Bu olay işe yaramayan organik maddelerin itrahını gerektirir.
- Atılan bu maddelerin en önemlileri üre, kreatinin ve ürik asittir.
- Bu maddelerin atılımı için bu olaya bir miktar suyun da eşlik etmesi gereklidir, fakat su kaybı en azda tutulmalıdır.
- Aynı zamanda yararlı maddeler tutulmalıdır.
- Bu amaçları yerine getirmek için böbrek üç temel mekanizma kullanır. Bunlar:
 - Glomerüler filtrasyon
 - Tübüler reabsorbsiyon ve
 - Tübüler sekresyondur.

İdrar Oluşumu:

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



- Filtrasyon renal korpuskül içinde olur.
- Glomerüler kapiller duvar içindeki basınç sıvıyı Bowman kapsülü içine iter.
- Kandan tübüllere hangi maddelerin geçeceğini tayin eden 3 tane fiziksel engel vardır.
- Bunlar kapiller endotel (porlar), kapillerleri saran bazal membran (lamina densa) ve podositlerdir.
- Kan hücreleri ve proteinlerin çoğu hariç, her şey bu fiziksel engellerden geçerek Bowman kapsülüne filtre olur.
- Bu maddeleri kapillerlerden üriner tübüllere geçmeye zorlayan hidrostatik ve ozmotik basınçların net etkisidir.



Bu basınçlar şunlardır

- **Glomerüler Kan Hidrostatik Basıncı:** Bu glomerüler kapillerlerdeki kan basıncıdır, değeri 50 mm Hg dır. Maddeleri kapillerlerden dışarı çıkmaya zorlayan bir güçtür.
- **Kapsüler Hidrostatik Basınç:** Bu karşı güç Bowman kapsülü içindeki sıvının basıncıdır, değeri 15 mm Hg dır. Glomerüler hidrostatik basınçtan kapsüler hidrostatik basıncı çıkardığımız zaman maddeleri bowman kapsülüne doğru iten net basınç 35 mm Hg olur.

Bu basınçlar şunlardır

- **Kan Kolloid Osmotik Basıncı:** Kandaki proteinler suyu kapillerler içinde tutmaya çalışırlar. Bu basıncın değeri de 25-30 mm Hg dır.
- **Kapsüler Kolloid Osmotik Basınç:** Çok az miktarda da olsa bir miktar protein Bowman kapsülüne geçer ve dolayısıyla kolloidal ozmotik bir basınç yaratır. Bu basınçta suyun kapillerlerden Bowman kapsülüne doğru çekilmesine katkıda bulunur, ancak bu basınç ihmal edilecek kadar çok küçüktür.

-
- **Net Basınç:** Net basınç net hidrostatik basınçlarla net kolloidal basınçlar arasındaki farktır, ve yaklaşık 10 mm Hg dir.
 - Bu basınç glomerüler kapillerlerden Bowman kapsülü yönüdedir.

Glomerüler filtrasyon basıncını oluşturan kuvvetler

1. Glomerül kapiller hidrostatik basınç(HB)

2. Plazma proteinlerinin onkotik basıncı(OB)

3. Bowman kapsülü içi hidrostatik basınç(BKB)

4. Bowman kapsülü içi onkotik basınç

(Plazma proteinleri filtre olmadığı için ihmal edilebilir)

GLOMERÜLER FİLTRASYON HIZI

- Glomerüler Filtrasyon Hızı (GFH) bir dakikada oluşan filtrat miktarıdır.
- Bu kreatinin klerens testiyle ölçülür.
- Normalde günde 180 litre filtrat üretilir, fakat bunun % 99 u geri emildiği için günde yalnızca 1-2 litre idrar yaparız.
- GFH kan basıncına bağlıdır. GFH çeşitli yollardan regüle edilir.

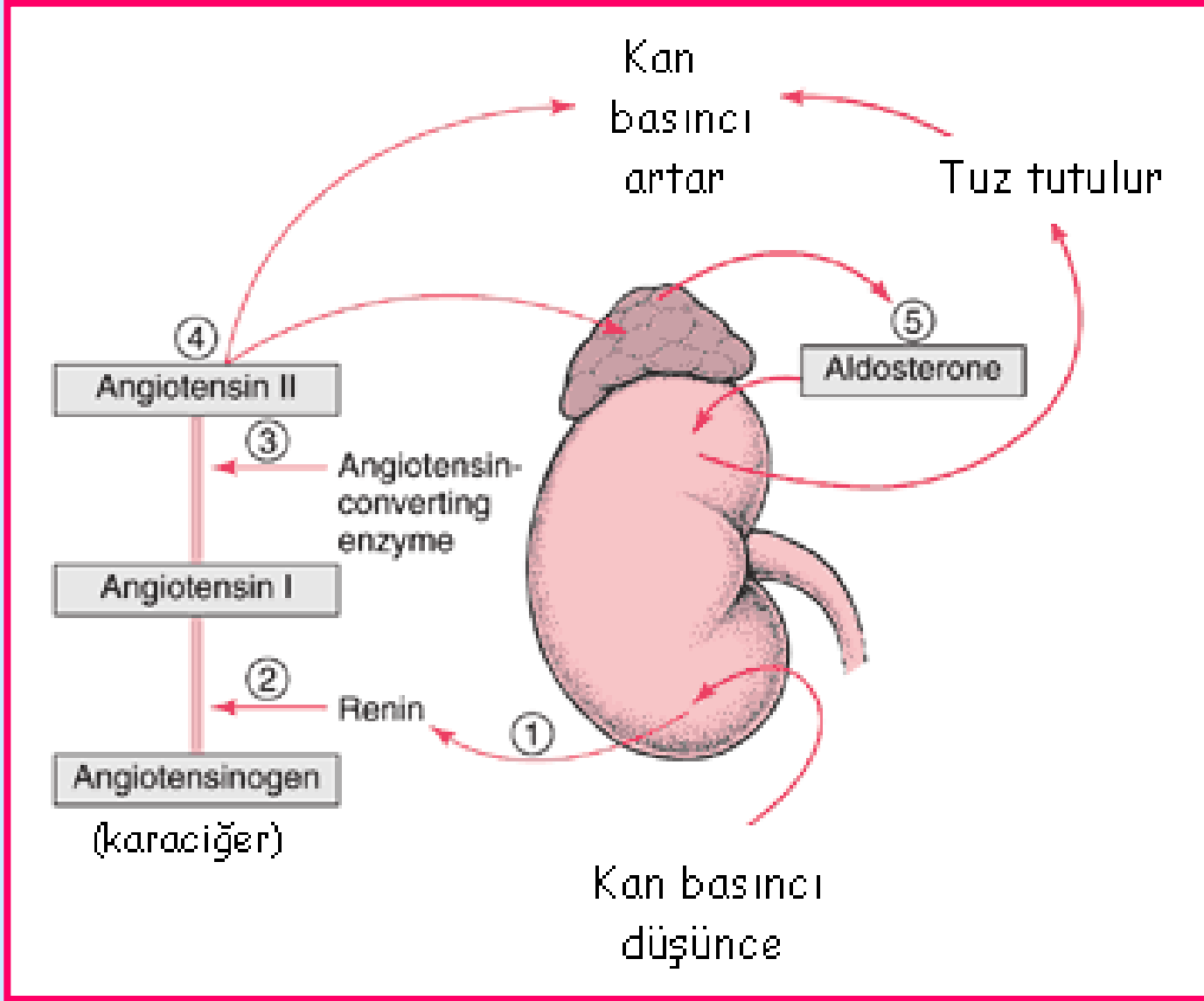
1. Otoregölasyon:

- Sistemik arter basıncındaki değişikliklere rağmen GFH nı sabit tutmak glomerüler arteriol ve kapillerlerin çaplarının değiştirilmesi ile mümkün olur.
- Bu olayda juxtaglomerüler apparatus rol oynar.

2. Hormonal regülasyon

- İki yolla olur.
- A) Renal kan akımı düştüğü zaman juxtaglomerüler apparatus renin salgılar bu da angiotensinojenin angiotensin I e dönüşümünü sağlar.
- Daha sonra akciğerlerde konverting enzimin etkisiyle Angiotensin I Angiotensin II ye dönüşür ve bu da şu mekanizmalarla GFH nın artmasına sebep olur.
 - Efferent arteriolün daralması.
 - Proksimal kıvrımlı tübüldeki su ve sodyum geri emiliminin uyarılması
 - Antidiüretik hormon salınımının uyarılması.
 - Aldosteron salınımının uyarılması.
 - Susamanın uyarılması.

• Renin-Anjiotensin-Aldosteron Sistemi



.*
Aldosteron tübül hücrelerinde Na^+ taşıyan proteinlerin sayısını artırır.

TÜBÜLER GERİ EMİLİM VE SEKRESYON

- Glomerüler filtrasyon sonucunda henüz idrar diyemeyeceğimiz, filtrat denilen bir sıvı oluşur.
- Filtratın idrar olabilmesi için bazı temel organik bileşiklerin geri emilmesi ve sodyum, potasyum, klor, bikarbonat, ve hidrojen iyonunun konsantrasyonlarının regüle edilmesi gereklidir.
- Bunlara ek olarak bazı istenmeyen yıkım ürünlerinin de atılmak üzere kandan filtrata geçmesi gerekir, bu olaya sekresyon denir.

-
- Bu sebeplerden dolayı bir maddenin idrar konsantrasyonu kan konsantrasyonundan çok farklı olabilir.
 - Geri emilim ve sekresyon diffüzyon ve taşıyıcılı transport mekanizmalarıyla gerçekleştirilir.
 - Bu mekanizmalar nefronun değişik bölümlerinde değişik maddelerin geri emilimi ve sekresyonuyla sonuçlanır.

	Glomerülden	Tübüler Geri	
	<u>filtrasyon</u>	<u>idrara</u>	emilim %'si
Su(lt/gün)	180	1,8	99
Na+(gr/gün)	630	3,2	99,5
HCO-3(mEq/gün)	4320	2	99,9
Glukoz(gr/gün)	180	---	100
Üre(gr/gün)	46,8	23,4	50
Kreatinin(gr/gün)	1,8	1,8	0

Tübüler geri emilim seçicidir.

Gukoz

Amino asit

Na+

HCO⁻³

Tama yakın geri emilir

Üre

Kısmen geri emilir

Kreatinin

Emilmez

Proksimal Kıvrımlı Tübül:

- Bu bölümde filtratın % 60-70 i peritübüler kapillerlere geri emilir.
- Taşıyıcılı transportda taşınan molekül arttıkça taşıma hızı da artar, ancak bu mekanizma belirli konsantrasyonlarda doyuma ulaşır.
- Transport maksimum (T_m) denilen bu konsantrasyonda o maddenin hepsi geri emilemez ve maddenin bir kısmı idrara çıkar.
- Glukoz için T_m değeri 180 mg/dl dir, bu sebeble normalde idrarda hiç glukoz yokken, şeker hastalarında kan glukozu bu değerin üstüne çıktığı zaman, idrarlarında glukoz bulunur.

Henle Kulpu:

- Henle kulpundaki geri kalan suyun, sodyum ve klorun çoğu geri emilir.
- Permeabilitenin bölgesel olarak değişmesi, suyun çözünen maddelerden ayrı olarak emilmesini sağlar, bu sayede çok konsantre veya çok seyrek idrar oluşturulabilir.
- Filtrat Henle kulpu boyunca ilerlerken:
- İnen kol suya geçirgen fakat çözünen maddelere geçirgen değildir. Bu sayede eğer tübülün dışında osmolarite daha yüksek ise su geri emilir.
- Kalın çıkan kısım ne suya ne de çözünen maddelere geçirgen değildir, fakat sodyum ve klor iyonları aktif olarak peritübüler aralığa pompalanır.
- Bunun sonucu olarak peritübüler aralığın osmolaritesi yükselir ve Henle kulpunun inen kısmındaki su osmolarite yönünde peritübüler aralığa çıkar.

Sonuç olarak filtrat Henle kulpundan geçerken Őunlar olur.

- Su, sodyum ve klor geri emilir.
- Filtratın hacmi azalır.
- Üre ve diğer istenmeyen yıkım ürünleri filtratda kalır.
- Medulladaki peritübüler aralıktaki konsantrasyonun artırılması sayesinde idrar toplayıcı kanallarda ilerlerken daha fazla suyun geri emilimi sağlanmış olur.

Distal kıvrımlı tübül:

- Nefronun bu kısmında sodyum ve klor iyonları bir miktar daha geri emilime uğrar.

Toplayıcı kanallar:

- Toplayıcı kanallar yalnızca antidiüretik hormon varlığında suya geçirgendirler, bu hormon yoksa suya geçirgen değildirler.
- Bu hormon, filtratdan suyun geri emilimini artırır.
- Suya ihtiyaç olduğu zaman bu hormonun etkisiyle su tutulumu artırılarak, idrar hacmi azaltılır.
- ADH seviyesini değiştirerek daha konsantre ya da daha seyreltik idrar oluşumu sağlamak mümkündür.

-
- GFH'nin düşmesi juxtaglomerüler apparatusun makula densasındaki hücrelerin renin salmasına neden olur.
 - Reninin sebep olduğu angiotensin II artışı adrenal bezlerden aldosteron salınımına neden olur.
 - Aldosteron sodyum tutulumunu artırırken potasyum sekresyonunu artırır.

İDRAR YAPMA (MİKSİYON)

- **Üreterler:**
- Üreterler 30 cm uzunluğunda, böbrekten mesaneye uzanan kastan yapılmış bir çift borudur.
- Üreter duvarı üç katmandan oluşur: içte mukoza, ortada kas tabakası, ve dışta bağ dokusu.
- Üreterlerin kas tabakası düzenli olarak her 30 saniyede bir kasılarak idrarın böbrek pelvisinden mesaneye iletilmesini sağlar.

-
- **Mesane (idrar kesesi):**
 - İdrarın geçici olarak depo edildiği kastan yapılmış bir organdır, 1 litreye kadar sıvıyı tutabilir.
 - Mesanenin içi kıvrımlıdır, idrarla dolunca bu kıvrımlar düzleşir.
 - Üreterlerin girdiği ve üretranın çıktığı mesane kısmına trigon denir.
 - Mesane duvarı da üç katmandan oluşur: mukoza, submukoza ve düz kas tabakası.

-
- Mesane düz kasına detrusor kası denir.
 - İnternal üretral sfinkterin düz kasları idrar yapmanın istemsiz kontrolünü sağlar.
 - Mesane duvarındaki düz kas mesanenin önemli ölçüde genişlemesine izin verirken, aynı zamanda da idrar yapmak için gerekli kas gücünü sağlar.

-
- **Üretra:**
 - Üretra mesanenin tabanından eksternal üretral açıklığa kadar uzanır.
 - Uzunluğu ve fonksiyonu erkek ve kadında farklıdır.
 - Kadınlarda kısadır ve vajinanın ön duvarı yakınında vestibül denilen kısma açılır.
 - Erkeklerde daha uzundur ve prostatik, membranöz ve penil olmak üzere üç kısma ayrılır.
 - Her iki cinste de eksternal üretral sfinkter denilen bir çizgili kas şeridi vardır ve bu kas idrar yapmanın istemli kontrolünü sağlar.

İşeme refleksi ve işeme:

- Mesane duvarındaki gerilme reseptörleri mesane gerildiği zaman uyarılır ve medulla spinalisteki parasempatik nöronları ve istemli kontrol için de serebral korteksi uyarır.
- Mesanede yaklaşık 200 ml idrar biriktiği zaman işeme ihtiyacı belirir.
- Bunun üzerine parasempatik nöronlar mesane duvarındaki düz kasların kasılması için uyarı doğururlar.

-
- Ancak işeyebilmek için hem internal (istemsiz) hem de eksternal (istemli) sfinkterlerin gevşemesi şarttır.
 - Eğer eksternal sfinkter istemli olarak gevşemezse, mesanedeki düz kaslar bir süre için gevşer, fakat artan idrar miktarı kısa sürede bu kasın tekrar kasılmasına yol açarak daha güçlü bir işeme arzusuna yol açar.

• İdrarın Fiziksel Özellikleri

✚ Miktarı: 1-1.5 lt, ortalama 1200 ml
3/4'ü gündüz, kalanı gece oluşur.

- Alınan su miktarı
 - Böbrek dışı yollardan su kaybı
 - terleme
 - egzersiz
 - ishal
 - Diyet
 - Vücut pozisyonu
- etkiler

Özgül ağırlığı: normal koşullarda 15 °C'de 1015-1025 arasındadır.

- pH: 5-7 arasında değişir. Karışık beslenen bir kişinin idrar pH'sı yaklaşık 6.2'dir.
- Rengi: sarıdır; yoğunluğuna bağlı olarak sarının tonu değişir.
- Kokusu: idrarın kendine özgü bir kokusu vardır.

İdrarın Kimyasal Özellikleri

- ✚ Su kısmı: %60
- ✚ Suda eriyen maddeler: %40
 - İnorganik maddeler
 - Organik maddeler
 - Üre; protein metabolizmasının son ürünüdür.
 - Kreatinin; kas metabolizmasının göstergesidir.

Böbreklerin Hormonal Aktivitesi

- Eritropoietin salgılar. Eritropoietin eritrosit sentezini stimüle eder.
- 1,25 dihidroksikolekalsiferol (D3 vitamini) ün yapımının bir kısmı böbrekte gerçekleşir.
- Kolekalsiferol karaciğerde 25 pozisyonunda hidroksillenir ve 25 hidrokolekalsiferol olur,
- bu madde böbreğe gelir ve 1 pozisyonunda hidroksillenir ve 1, 25 dihidroksikolekalsiferol olur.
- Bu aktif D vitamini dir.
- Kalsiyum ve fosfat regülasyonunda önemli rol oynar.

Üriner sistem bozuklukları-1

- Akut ve kronik böbrek yetmezliği
 - Böbrek fonksiyonlarının kısmen yada tamamıyla durmasına akut böbrek yetmezliği denir,
 - İdrar oluşmaz yada çok az oluşur,
 - Kanama, kalp krizi, trombozis, toksik materyaller (merkür, arsenik gibi) akut böbrek yetmezliğine yol açar,
 - Kronik böbrek yetmezliği ise yıllar içinde gelişen bir olaydır.

Üriner sistem bozuklukları-2

- Glomörülonefrit;
 - Glomörül iltihabıdır, akut ve kronik olabilir,
- Pyelonefrit;
 - Bakteriyel enfeksiyonların idrar kesesi, oradan üreterlere, oradan da böbreklere yayıldığı durumdur
 - Kadınlarda daha sık görülür.
- Renal kalkuli(böbrek taşları);
 - Kalsiyum tuzlarının oluşturduğu taşlar
- Cystitis (sistit);
 - İdrar kesesinin iltihabı
- Üretritis;
 - Üretranın iltihabı

Üriner sistem bozuklukları-3

- Üriner inkontinens;
 - İdrar tutamama, idrar kaçırmadır.
 - Geçici inkontinens emosyonel streslerden kaynaklanır.
 - Kalıcı inkontinens ise sinir sistemi yaralanması, mesane enfeksiyonu ve mesane yada üretradaki doku hasarı sonucu gelişebilir.