

## BOŞALTIM SİSTEMİ

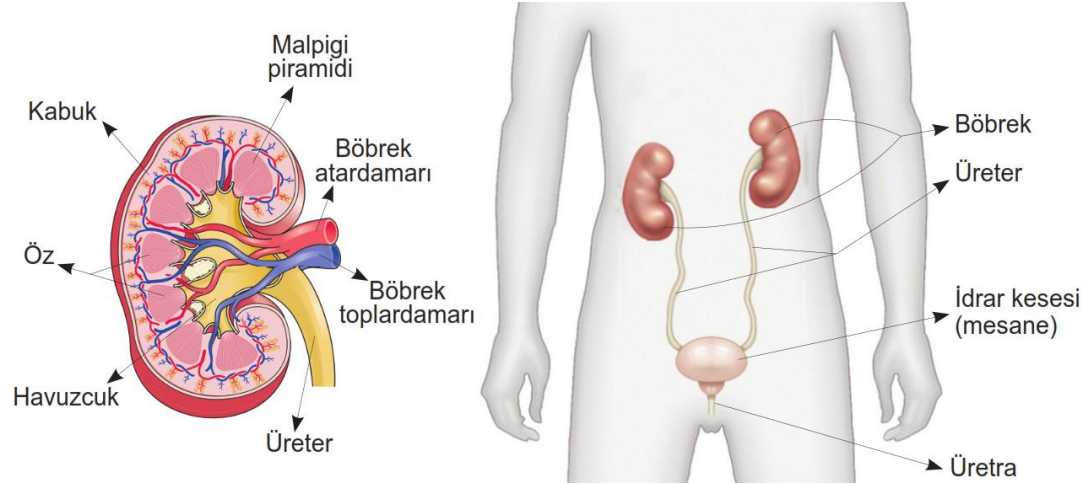
Solunum ve sindirim olayları ile aktif hücrel metabolizma sonucunda meydana gelen artık ürünlerin organizmadan dışarı atılması olayına **boşaltım** denir. Omurgasız ve omurgalı hayvanlarda boşaltım maddeleri, amonyak, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, üre ve ürik asittir. CO<sub>2</sub> solunum yoluyla dışarı atılırken hidrojen peroksit karaciğerde katalaz enzimi ile parçalanır. Boşaltım organları; dolaşım sistemi, sinir sistemi ve endokrin sistemle birlikte çalışarak hücrelerin yaşamasına uygun dengeli bir iç ortamın devamlılığı sağlar. Buna **homeostasis** denir. Boşaltım sistemi üç yolla homeostatik dengeyi sağlar:

1. Metabolik artıkları vücuttan dışarıya atar.
2. Hücre için su ve iyon dengesini belli sınırlarda tutar.
3. Vücut sıvısı ve kanın bileşimini düzenler.

**Artık ürünlerin vücut sıvılarından uzaklaştırılması böbreğin önemli işlerinden olmasına rağmen en büyük görevi; vücut sıvısı ve kanın bileşimi, pH değeri ve hacminin düzenlenmesini sağlamaktır.**

## İNSANDA BOŞALTIM SİSTEMİ

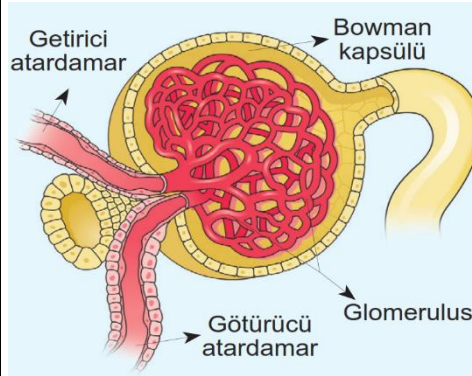
İnsanda boşaltım sistemi; **böbrekler**, **üreter** (idrar kanalı), **mesane** (idrar kesesi) ve **üretra** (boşaltım kanalı) organlarından oluşur.



### Böbrek:

Böbrekler 10-15cm uzunluğunda ve 120-200gr ağırlığındadır. Böbrek dıştan iç doğru **korteks** (kabuk), bunun altında yer alan **medulla** (öz) bölgesi ve iç kısımda **pelvis** (havuzcuk) bulunur.

**Korteks:** Kanı süzmeye yarayan nefronlar kabuk bölgesinde bulunur. Nefron böbreğin yapı birimidir. **Bir nefron; malpighi cisimciği, proksimal tüp, henle kulpu,**



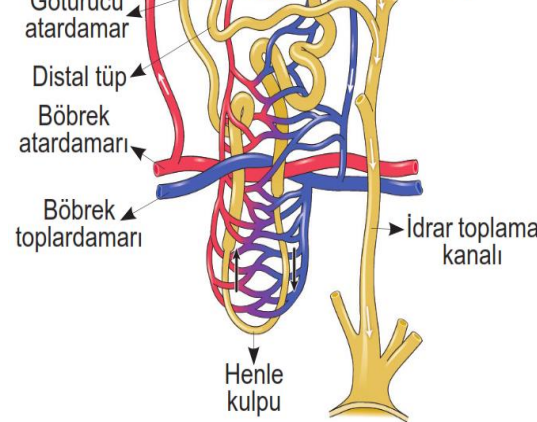
kanalciğının etrafını kılcal damar olarak sarar ve toplardamar olarak nefron kanalciğinden ayrılır.

Glomerulus kılcallarını diğer kılcallardan ayıran farklar:

1. İki atardamar arasında yer alır.
2. Çeperleri çift katlı yassı epitelyum dokudan oluşmuştur.
3. Kan basıncı iki kat fazladır.
4. Kan basıncı tüm damar boyunca sabittir.

Bu kılcallarda süzülme olur, tek yönlüdür. geri emilme olmaz.

**Medulla:** İdrar toplama kanalları ve Henle kulpu bulunur. İdrar toplama kanallarının tabanı kabuk bölgesine, tepesi havuzcuğa bakan piramit şeklindeki yapıları oluşturur. İdrar toplama kanalları, piramidin tepesinden havuzcuğa açılır.



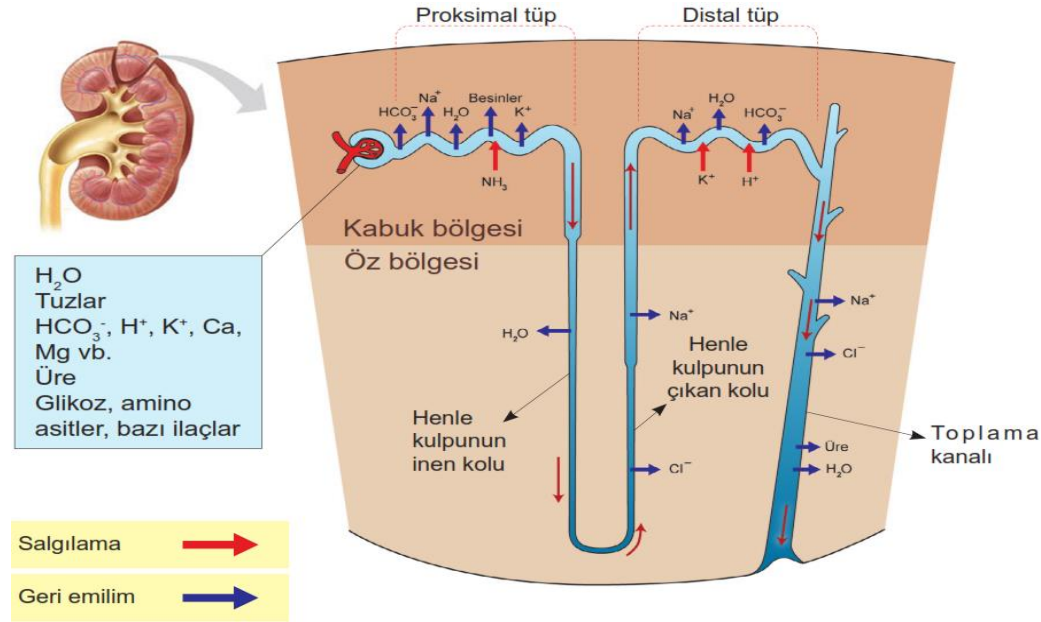
**Pelvis:** Böbreğin en iç kısmında yer alır. Böbrekte idrarın toplandığı yerdir. İdrar buradan üretere gönderilir. Bu kanalların idrar kesesine açıldığı yerde, idrarın geri dönmesini önleyen kapakçıklar bulunur. İdrar kesesi idrarla dolduğunda gerilen duvarların içinde bulunan serbest sinir uçları beyne impulslar göndererek kesenin kasılmasını sağlar.

### İnsan böbreğinde idrar oluşumu:

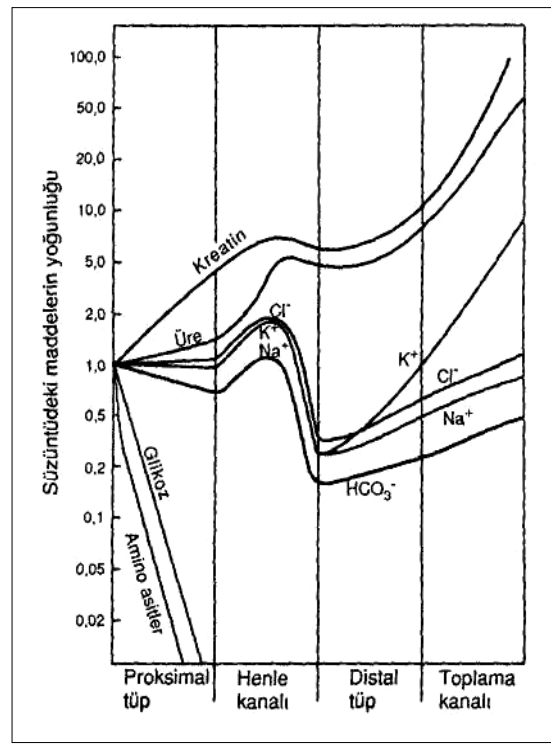
İnsan böbreğinde idrar oluşumunda süzülme, geri emilme ve salgılama evreleri vardır.

**SÜZÜLME:** Kalpten pompalanan kanın 1/4'ü böbreğe gelir. Getirici atardamarlar yardımıyla kan glomerulusa gelir. (70mmHg) Glomerulus kılcallarında, kan basıncı ile plazma proteinlerinin oluşturduğu ozmotik basınç (32mmHg) olmak üzere iki farklı basınç vardır. Bowman kapsülünde de içten dışa doğru bir basınç (14mmHg) vardır. **Toplam olarak Bowman kapsülü yönünde =70- 32+14 =24mmHg basınç** uygulanır.

Süzülme işlemi glomerulus kılcalları ile bowman kapsülü arasında olur. Yüksek kan basıncı etkisiyle glomerulus kılcallarından bowman kapsülüne aminoasitler, glikoz, inorganik maddeler, üre, ürik asit ve su geçer. Bu olaya **süzülme** denir. Böbreklerde yeterince üre süzülmezse kandaki üre miktarı artar, üremi hastalığı oluşur. Süzüntünün glomerulustan bowmana geçme hızına **süzme hızı** denir. Süzme hızı, birim zamanda glomerulustan bowman kapsülüne geçen sıvı miktarıdır. Süzülme hızı böbrekteki kan basıncı ile doğru orantılıdır. Soğuk havada, glomerulus kılcalları büzülür, kan basıncı artar, süzülme hızı artar ve daha fazla idrara çıkarılır. Sıcak havalarda terleme ile su kaybedildiği ve glomerulus kılcalları genişlediğinden kan basıncı azalarak süzme hızı düşer. Sağlıklı insanda günde 180-190 litre kan süzülür.



**GERİ EMİLME:** Glomerulustan bowman kapsülüne süzülen sıvının hepsi dışarı atılmaz. Süzüntü içinde bulunan su, glikoz, aminoasit, inorganik tuzların nefron kanallarındaki hücrelere alınmasına **geri emilim** denir. Geri emilen maddeler nefron kanallarını saran kılcal damarlara geri verilir.



**Proximal tüpte:** Su ozmosla, glikoz ve aminoasitlerin tümü, vitaminler, amonyum,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  aktif taşımayla geri emilir. Hidrojen iyonları da yoğunluğa bağlı olarak aktif veya pasif olarak geri emilir.

**Henle kulpunda:**  $\text{Cl}^-$  iyonları aktif taşımayla geri emilirken,  $\text{Na}^+$  iyonları pasif olarak geri emilir. Henle kulpunun çıkan kolundan su geri emilmez.

**Distal tüpte:** Su ve  $\text{Na}^+$  emilimi devam eder. Üreyi geçirmediği için, üre geri emilemez. Bu nedenle tüpte üre yoğunluğu artarak idrarı oluşturur. Eğer nefron kanallarında ürenin bir kısmı geri emilmeseydi, bu yoğunluk daha da fazla olurdu.

**Sağlıklı kişilerde glikoz ve aminoasitlerin tamamı, suyun %99'u, sodyum iyonlarının %99,5'i, ürenin %50'si geri emilir.**

**SALGILAMA(SEKRESYON):** Süzülme ile bowman kapsülüne geçemeyen maddeler, kılcal damarlardan aktif taşıma ile kanalcığa geri verilir. Bu olaya **salgılama** denir. Amonyak, hidrojen, potasyum iyonları, çeşitli boyalar ve ilaçlar kanalcıklara aktif boşaltım ile geçirilir.

**TERLEME:** Deride bulunan ter bezleri, vücutta oluşan metabolik artıkların bir kısmının (%5-10) atılmasını sağlayarak boşaltım sistemine yardımcı olur. Ter, idrar içinde bulunan üre, ürik asit, tuzlar vb. daha seyreltik bir biçimdir. Terleme sıcak ortamlarda vücut sıcaklığının sabit tutulmasını sağlayan homeostatik mekanizmalardan biridir. Terleme esnasında vücut yüzeyinden ısı kaybedilerek vücut sıcaklığının yükselmesi önlenir.

	Böbrek Atardamarı	Böbrek Toplardamarı
Su	Fazla	Az
Glikoz	Fazla	Az
$\text{O}_2$	Fazla	Az
Üre	Fazla	Az
Vitamin	Fazla	Az
Tuz	Fazla	Az
$\text{CO}_2$	Az	Fazla
Plazma proteini	Eşit	Eşit
Kan hücresi	Eşit	Eşit

## BÖBREĞİN ORGANİZMADAKİ DÜZENLEYİCİ ROLÜ:

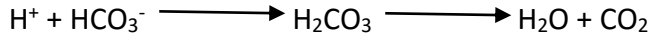
Böbreklerin idrar oluşumu dışında da görevleri vardır. Böbreklerin görevleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1. Kandaki ürenin fazlasını uzaklaştırır.
2. Vücudun su ve mineral dengesini korur.
3. Uzun süreli açlık durumlarında amino asitlerden ve yağ asitlerinden glikoz dönüşümünü sağlayarak kan şekerini dengeler.
4. Kan hücrelerinden alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev alır. Böbreklerden salgılanan eritropoietin hormonu kemik iliklerini uyarak alyuvar yapımını sağlar. Bu nedenle böbrek yetmezliği olan kişilerde kansızlık (anemi) görülür.
5. Kan pH'ının sabit tutulmasında görev alır.

Böbreklerin etkin rol oynadığı homeostatik düzenlemeler kanın bileşimi ve pH derecesi ile doku sıvılarındaki su, sodyum ve potasyum gibi maddelerin dengelenmesini sağlar.

Böbrekler, kan pH'sı değiştiğinde hidrojen ve bikarbonat iyonları salgılayarak kanın pH'sını düzenler. Bu düzenleme kanalcıkları oluşturan hücrelerde karbonik asidin iyonlaşması ile oluşan hidrojen iyonlarını, borucuklar içindeki sodyum iyonları ile değiştirerek gerçekleştirir.

Kanda her zaman  $\text{HCO}_3^-$  iyonları vardır. Kan bazik ise kanalcıkları oluşturan hücreler sodyumu pompalar, hidrojen iyonlarını geri alır. Kan asidik ise hidrojeni atar, sodyumu geri alır.



Böbrekler su miktarını hipofizden salgılanan **vasopressin (ADH) hormonu** ile dengeler.

Mineral ve tuz miktarı da böbrek üstü bezlerinden salgılanan **aldosteron hormonuyla** dengede tutulur.

Paratiroid bezinden salgılanan **parathormon** distal tüpten kalsiyumun geri emilmesini sağlar.

Böbrekler doku sıvılarındaki su ve tuz miktarını düzenlemede görev yapar. İnsanın fazla miktarda deniz suyu içmesi halinde, dokulardan su kaybederek ölmesini buna örnek olarak verebiliriz. Deniz suyunda yaklaşık %3 oranında tuz vardır. İnsan kanındaki tuz oranı ise %1 kadardır. Deniz suyu sindirim sisteminden emilerek kana geçtiği zaman kandaki tuz miktarı da %3'e yükselir. Kandaki tuz yoğunluğunun artması, osmozla hücre ve hücreler arasındaki suyun kana geçmesine neden olduğundan kanın hacmi artar. Böbrekler kandaki tuz ve fazla suyu atarak, su ve tuz dengesini korumaya çalışırsa da, aşırı tuz yoğunluğu sebebiyle böbrekler yeterli bir süzme ve boşaltım yapamazlar. Çünkü böbrekler ancak yoğunluğu %2 olan tuz

çözeltisini dışarı atabilir. Deniz suyu içen bir insan, vücuduna giren deniz suyunun her litresi için 0,5 lt. doku sıvısı kaybeder. Bu şartlar altında dokular fazla su kaybına uğrar ve ölüm olur. Böbreklerin bu düzenleme görevini yapmasında böbrek üstü bezlerinden salgılanan "**aldosteron**" ve hipofiz bezinin salgıladığı "**antidiüretik hormon**" un etkisi büyüktür.

Böbrekler alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev yapar. Sağlıklı bireylerde kemik iliğinde alyuvar yapımını uyaran **eritropoietin hormonunun** %90'ı böbreklerde, geri kalanı karaciğerde üretilir. Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda eritropoietin yapımının azalması sonucu anemi görülür.

Böbrekler, uzun süreli açlık durumunda amino asitlerden ve gliserol gibi karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz sentezler.

## İNSANDA BOŞALTIM SİSTEMİNDE GÖRÜLEN HASTALIKLAR:

**Nefrit:** böbreklerdeki nefronların iltihaplanması sonucu oluşur. Genellikle üst solunum yolları enfeksiyonları önemli nedenleridir.

**Böbrek yetmezliği:** böbrek fonksiyonlarının yapılamaması durumudur. Süzülme yapılamaz. Kronik böbrek yetmezliğinin nedenleri yüksek tansiyon ve şeker hastalığıdır.

**Üremi:** ürenin kandaki yoğunluğunun artmasıdır. Böbrek yetmezliği sonucu meydana gelir.

**Böbrek taşları:** idrardaki kalsiyum gibi madensel tuzların, D vitamini ve azotlu bileşiklerin, idrar toplama kanallarında ve havuzcukta çökmesi ile oluşur. İdrarda kan görülmesi ve sancılı olması böbrek taşı varlığının belirtileridir.