

## BOŞALTIM SİSTEMLERİ

Metabolizma sonucu hücre ve dokularda bazı zararlı maddeler oluşur.Bu maddelerin hücrelerden ve dolayısıyla organizmadan uzaklaştırılmasına **boşaltım** denir.

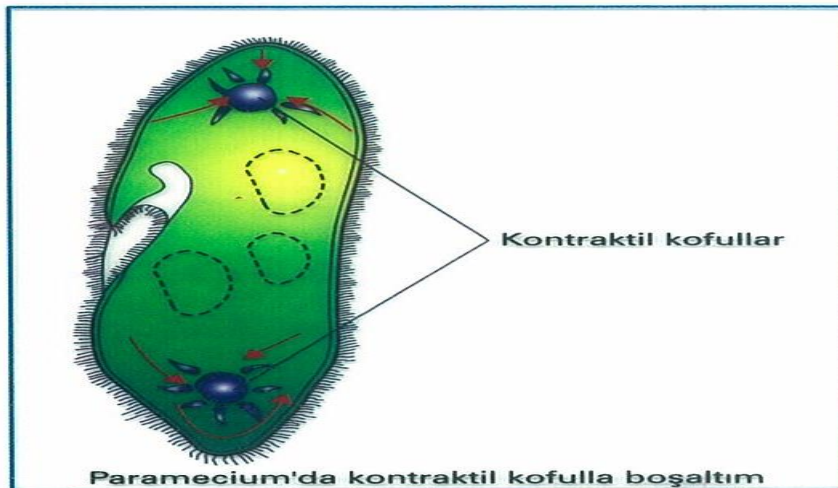
Vücutta oluşan artık maddelerden karbondioksit solunum yoluyla ,sindirim artıkları ise sindirim sistemi aracılığıyla dışarı atılır.

Protein moleküllerinin parçalanması sonucu meydana gelen azotlu artık maddeler ise (amonyak,üre,ürik asit)boşaltım organlarıyla vücuttan uzaklaştırılır.

Boşaltım sistemi azotlu atıkların atılması dışında,canlının yaşayabilmesi için uygun ve dengeli bir iç ortamın oluşmasını da (homeostasi)sağlar.

### BİR HÜCRELİLERDE BOŞALTIM

- Bir hücreli canlılar metabolizma sonucu oluşan artık maddeleri hücre zarından dışarı atarlar.
- **Paramecium** gibi tatlı sularda yaşayan bir hücreli canlılarda,hücre içi osmotik basınç dış ortamdan daha fazla olduğundan hücreye sürekli su girer.Bu yolla giren fazla suyun atılmasını **kontraktıl koful** denilen yapılar gerçekleştirir.
- Kontraktıl kofullar periyodik kasılıp gevşemelerle fazla suyu dışarı atarlar.
- Metabolik artıklardan olan karbondioksit ve amonyak ise hücre yüzeyinden difüzyonla dışarı atılır .
- Denizlerde yaşayan bir hücrelilerde ,hücre içi osmotik basınç dış ortamla denge halinde olduğundan kontraktıl koful bulunmaz.
- Bu canlılar azotlu artıklarını **amonyak** halinde hücre yüzeyinden atarlar.



## OMURGASIZLARDA BOŞALTIM

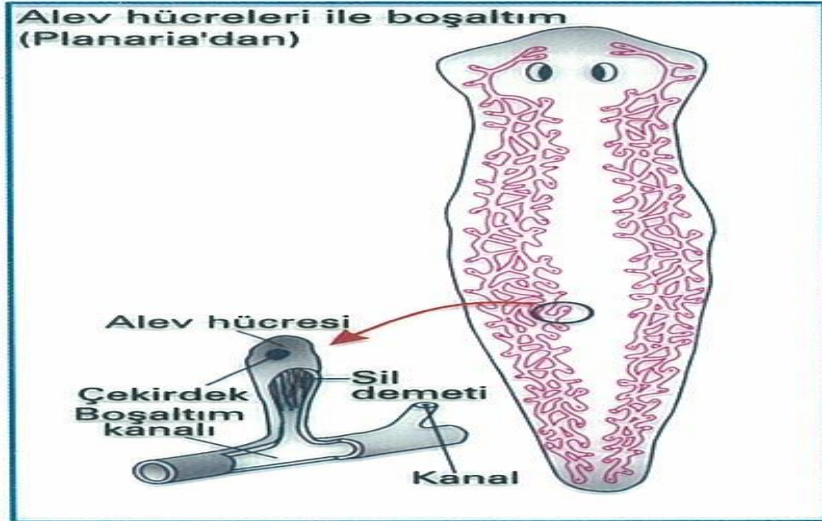
### SÜNGER VE SÖLENTERLERDE:

- Sünger ve sölenterlerde özel bir boşaltım organı yoktur. Karbondioksit ve amonyak bütün vücut yüzeyinden difüzyonla atılır.

### YASSI SOLUCANLARDA:

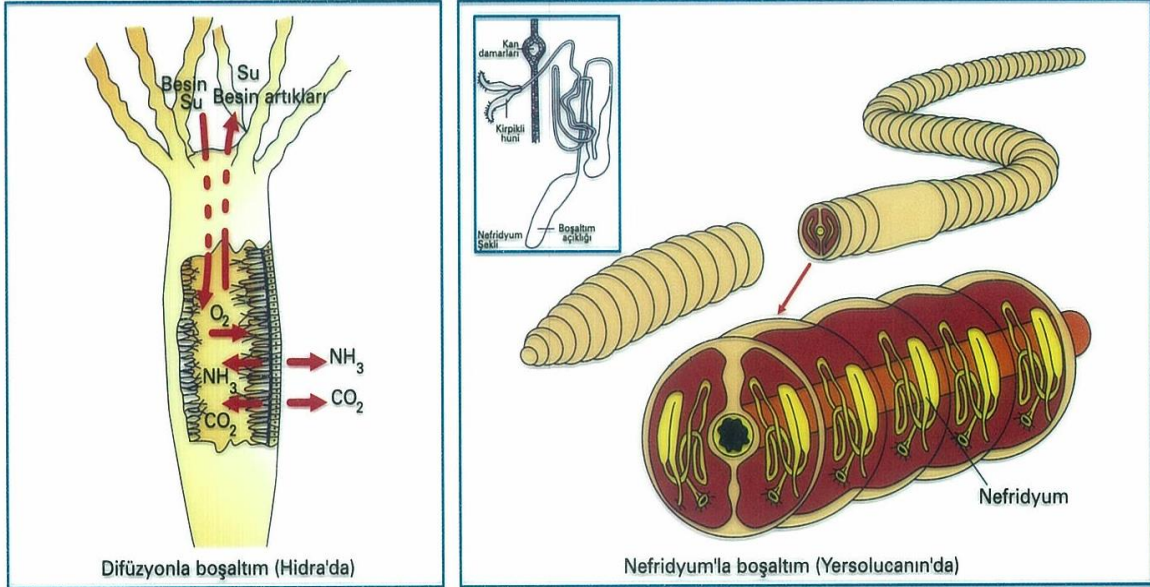
- Yassı solucanlarda(örneğin planarya) boşaltım organı olarak **protonefridyum** bulunur.
- Protonefridyum,vücut içine yayılan kanal sisteminden oluşmuştur.
- Kanalların ucunda içinde siller bulunan **alev hücreleri** yer alır.
- Sillerin hareketi titreşen bir mum alevine benzetildiği için bu yapılara alev hücresi denilmiştir.
- Vücut boşluğundan toplanan sıvı,alev hücrelerinin yardımıyla su kanallarına iletilir ve boşaltım deliğinden dışarı atılır.

**Not:**Alev hücrelerinin temel görevi vücudun su dengesini sağlamaktır.Karbondioksit ve amonyak gibi artık maddeler vücut yüzeyinden difüzyonla dışarı atılır.



## HALKALI SOLUCANLARDA:

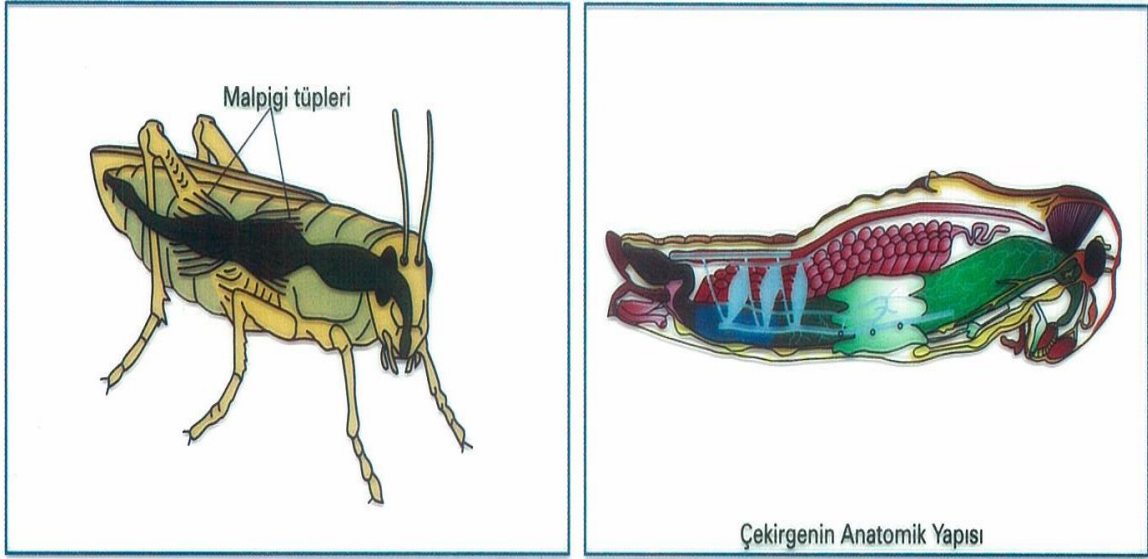
- Halkalı solucanlarda boşaltım organı **nefridyumlardır**
- Vücudun her halkasında bir çift nefridyum bulunur.
- İki ucu açık olan nefridyumun, vücut boşluğuna bakan ucu kirpikli huni şeklindedir.
- Buradan ayrılan kanal, vücut boşluğunda birçok kıvrımlar yaparak sonraki halkadan dışarı açılır.
- Yani nefridyumların birbiriyle bağlantısı yoktur.
- Huni çevresindeki kirpiklerin titreşimiyle vücut sıvısından su, glikoz ve artık maddeler toplanır.
- Kanala geçen bu maddelerden su ve glikozun bir kısmı, kanal çevresindeki kılcal damarlara geri emilir.
- Emilmeyip kanalda kalan artık maddeler ise idrarı oluşturur.



## BÖCEKLERDE:

- Böceklerde boşaltım **malphigi tüpleriyle** yapılır.
- Sayıları birkaç taneden yüze kadar çıkabilen bu tüplerin kapalı uçları organlar arasındaki vücut boşluğuna uzanır.
- Diğer uçları ise orta bağırsak ile son bağırsağın birleştiği yere açılır.

- Malpigi tüpleri vücut boşluğundaki kandan boşaltım ürünlerini alarak sindirim kanalına getirir.
- Artık ürünlerle gelen suyun fazlası son bağırsaktan geri emilir.
- Böceklerde meydana gelen azotlu artık ürün,katı haldeki **ürik asittir**.
- Ürik asit,sindirilmemiş besin artıklarıyla birlikte kristaller halinde dışarı atılır.



**NOT:**Ürik asit suda çok az çözüldüğünden,atılması için fazla suya gerek yoktur.Bu nedenle böceklerin ürik asit atmaları, su arıtımı yapmalarını sağlayan önemli bir uyumdur.

### OMURGALILARDA BOŞALTIM

- Omurgalı hayvanlarda boşaltım organı **böbreklerdir**.
- Bunlarda pronefroz,mezonefroz ve metanefroz olmak üzere üç tip böbrek vardır.

### PRONEFROZ BÖBREK:

- Balık ve kurbağaların embriyoları ile köpek balıklarının erginlerinde görülen boşaltım organıdır.
- Pronefroz böbrek,yapı olarak toprak solucanında görülen nefridiyumlara benzer.

- Her kirpikli huninin karşısında atardamarların oluşturduğu glomerulus adı verilen kılcal kan damarları yumağı bulunur.
- Glomerulustan kirpikli hunilere süzülen artık maddeler ortak bir kanala (volf kanalı)taşınarak, kloak adı verilen sindirim kanalından dışarı atılır.

### **MEZONEFROZ BÖBREK:**

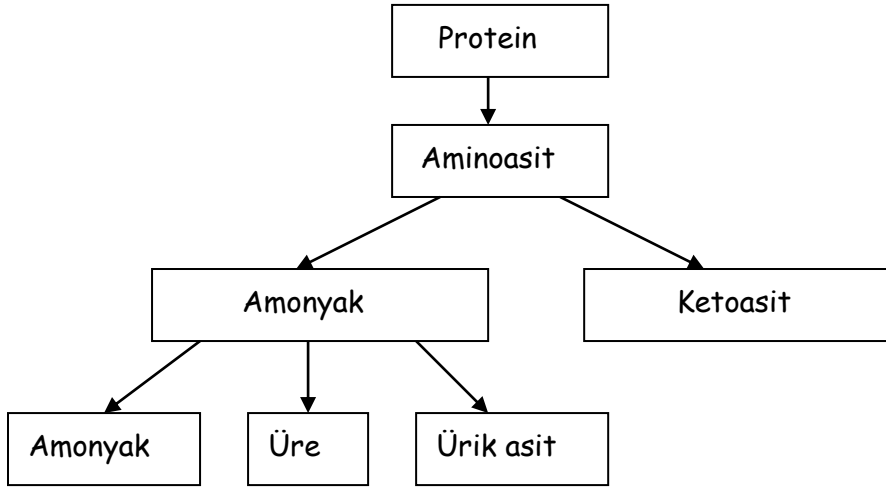
- Balık ve kurbağaların erginleri ile sürüngen,kuş ve memelilerin embriyolarında görülen boşaltım organıdır.
- Yapısı pronefroz böbreğe benzer ,ancak ondan daha gelişmiştir.
- Pronefroz böbrekten farklı olarak kirpikli huninin yerine bowman kapsülü gelmiştir.
- Bu kapsül glomerulusu sarar.
- Artık maddeler glomerulustan bowman kapsülüne süzülür.
- Bowman kapsülünün devamı olan kanallar ayrı ayrı boşaltım kanalına bağlanır ve kloaka açılır.

### **METANEFROZ BÖBREK:**

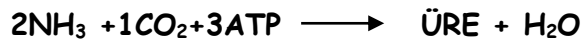
- Sürüngen ,kuş ve memelilerin erginlerinde görülen boşaltım organıdır.
- En gelişmiş böbrek tipidir.
- Böbrekler diğer omurgalılarıdaki gibi omurga boyunca değil ,bel bölgesinde bulunur.
- Her böbrek çok miktarda nefron kanalcığından oluşur.
- Bu kanalcıklara süzülen artık maddeler,önce böbrek içindeki havuzcukta toplanır.
- Bu artık maddeler sürüngen ve kuşlarda kloak ile,memelilerde ise idrar kesesine bağlı olan üretra ile dışarı atılır.

## SU VE KARA HAYVANLARINDA AZOTLU ARTIKLARIN BOŞALTIMI

- Proteinlerin parçalanması sonucu aminoasitler, hücresel solunumda (oksijenli solunum) yıkıldığında oluşan amonyak çok zehirlidir ve bol su ile vücuttan atılır.
- Bu nedenle suda yaşayan tek hücreliler, sünger, sölgeler, yassı solucan, balık ve kurbağa larvaları gibi canlılarda amonyak, fazla enerji kullanılmadan kolayca suya verilir.



- Karada yaşayan hayvanlar ise amonyağı daha az zehirli olan üre veya ürik asite enerji harcıyarak dönüştürebilirler.
- Bu dönüşüm sayesinde fazla su kaybı önlenmiş olur.
- Üre suda çözünür ve bir miktar su ile dışarı atılır.
- Karada yaşayan bazı hayvanlar( toprak solucanı, ergin kurbağa, memeliler) azotlu artıkları üre halinde atarlar.
- Memelilerde üre karaciğer hücrelerinde **ornitin devri** ile oluşur.
- Ürik asit az zehirlidir ve suda çok az çözünür.
- Karada yaşayan böcekler, sürüngenler ve kuşlar vücutlarının fazla su alamadıklarından azotlu artıklarını **ürik asit** kristallerine dönüştürerek atarlar.
- Böylece vücutlarından aşırı derecede su kaybını önlemiş olurlar.



# İNSANDA BOŞALTIM SİSTEMİ

Vücudumuzda, su ve tuz başta olmak üzere birçok maddenin kandaki miktarı hassas bir şekilde ayarlanır. Metabolizma sonucu açığa çıkan ürik asit, üre ve amonyak gibi azotlu atıkların miktarının belli bir düzeyin üzerine çıkması ölümlü sonuçlanabilir. Vücut sıvılarının bileşiminin dengede tutulabilmesi için azotlu atıkların süzülmesi, su ve elektrolitlerin fazlasının atılması gerekir.

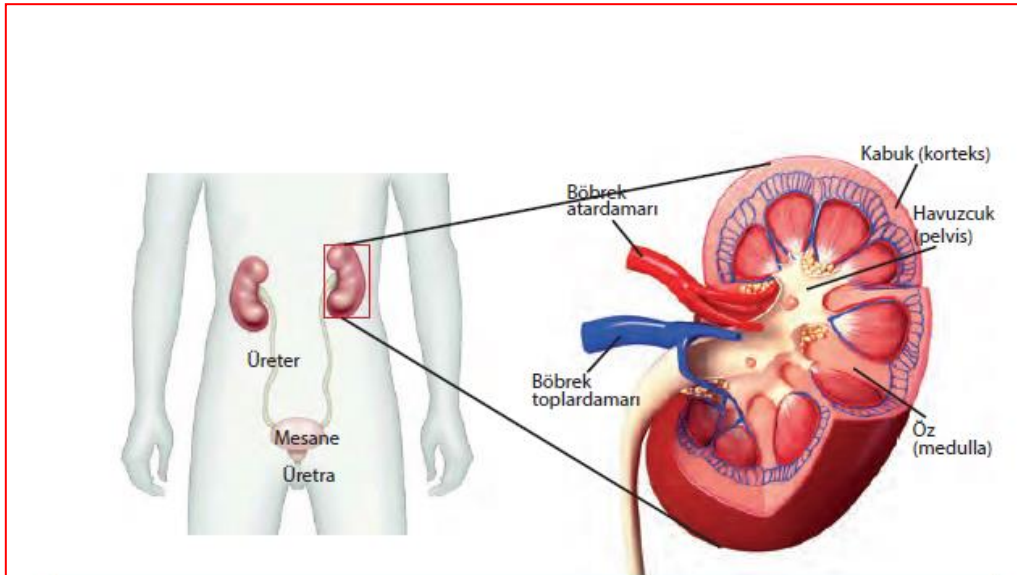
İnsanda boşaltım sistemini ;böbrekler ,idrar kanalı(üreter),idrar kesesi(mesane)ve dış idrar kanalı(üretra)oluşturur.

## BÖBREĞİN YAPISI

- İnsan böbreği fasulye biçiminde,10-15cm uzunluğunda,120-200 gr ağırlığında bir organdır.
- İki böbrek karın boşluğunun arka tarafında,bel hazasında ve omurganın iki yanına yerleşmişlerdir.
- Konum olarak sağ böbrek, sol böbreğe göre birkaç santimetre daha aşağıdadır.
- Böbrekler anatomik olarak incelendiğinde dıştan içe doğru 3 yapı ayırt edilmektedir.

Bunlar; en dışta bulunan **kabuk (korteks)** bölgesi, onun altında çok sayıda uzantıdan oluşan, koni ya da piramit şekilli **öz (medulla)** bölgesi ve öz bölgesindeki toplayıcı kanalların açıldığı (idrarın toplandığı) **havuzcuk (pelvis)** bölgesidir.

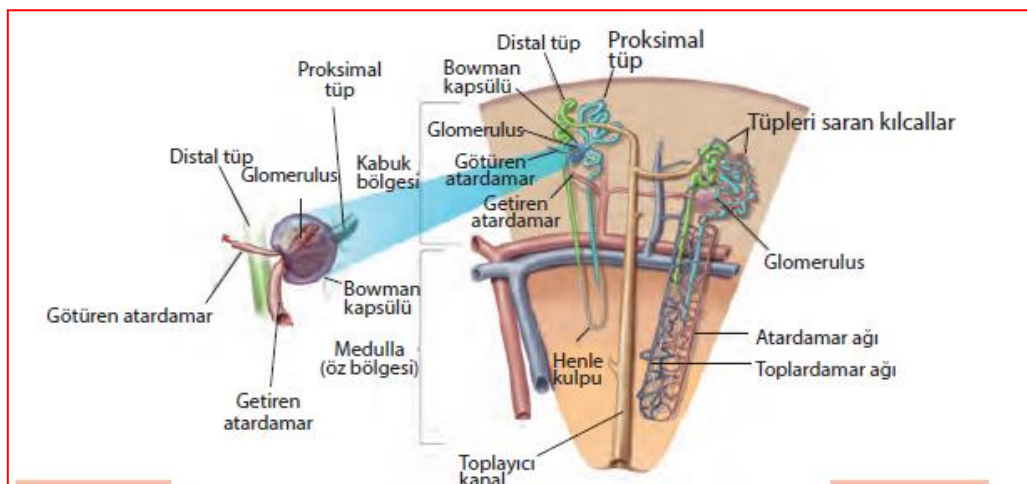
- Kabukla havuzcuk arasında idrarın taşınmasında rol oynayan toplama kanalları bulunur. Bu kanallar bir araya gelerek pramit görüntüsünü oluşturur. Bu yapılarla **Malpighi piramitleri** denir.



- Her iki böbreğin havuzcuğundan çıkan ve idrar kanalı (üreter) adı verilen kanallar idrar kesesine(mesane) açılırlar.
- İdrar kesesi karın boşluğuna yerleşmiş olan,içi boş ve kastan yapılmış bir organdır.
- İdrar kanallarının idrar kesesine açıldığı kısımlarda,ıdrarın geri dönmesini engelleyen kapakçıklar bulunur.
- Kese içindeki idrar belli bir miktara ulaşınca, çeperdeki sinir uçları uyarılarak beyine kesenin dolduğunu bildiren impulslar gönderir.Böylece kese kasılır ve idrar,dış idrar kanalı(üretre) adı verilen bir kanalla dışarı atılır.
- Böbrek atardamarı ile böbreklere gelen kan, böbreklerde süzüldükten sonra böbrek toplardamarı ile tekrar geri götürülür. Sağlıklı ve yetişkin bir insanın vücudundaki kanın tamamı (5 - 6 L) yaklaşık 5 dakikada böbreklerden geçerek süzülür. Bu işlem bir günde yaklaşık 300 kez tekrarlanır.

**Böbrek toplar damarı,üre konsantrasyonu en az olan damar olmasına rağmen,kirli kan taşıyor olmasının nedeni,temiz ve kirli kavramlarının  $O_2$  ve  $CO_2$  konsantrasyonları ile ilgili olmasındandır.üre konsantrasyonu en yüksek olan damar ise karaciğer üstü toplardamarıdır.**

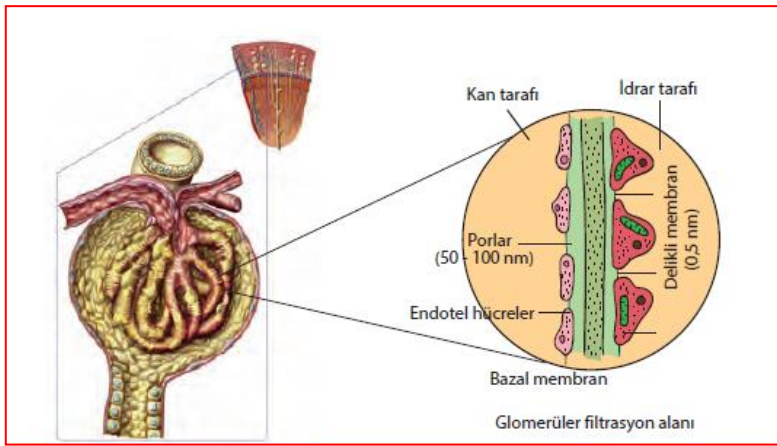
- Böbreğin fonksiyonel birimleri **nefron** olarak adlandırılır.
- **Nefron yapısal olarak glomerulus, Bowman kapsülü, proksimal tüp, Henle kulpu, distal tüp ve toplayıcı kanallardan oluşur.**
- Glomerulus ile proksimal ve distal tüpler böbreğin kabuk bölgesinde, toplayıcı kanallar ve Henle kulpunun bir kısmı öz bölgesinde bulunur.





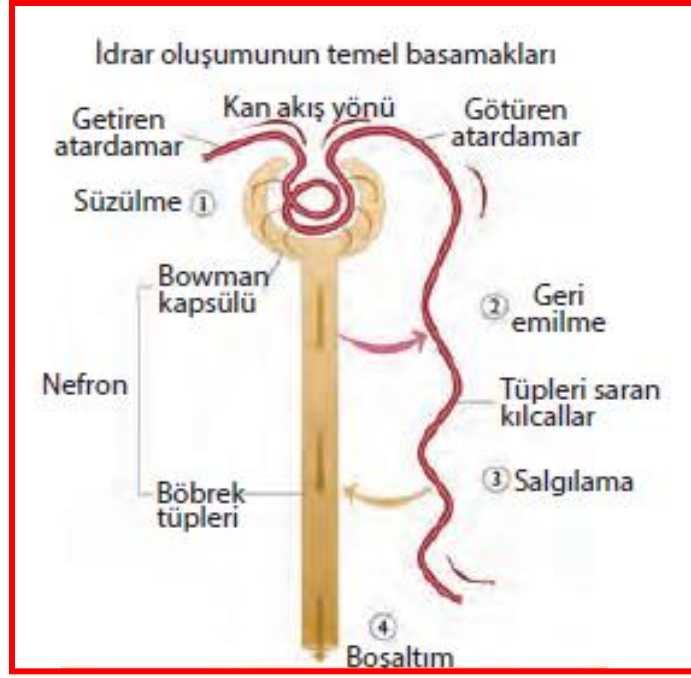
## NEFRONUN YAPISI VE İŞLEVİ

- Her böbrek ,kandan üre ile diğer artık maddelerin süzülmesini sağlayan ve nefron adı verilen yapı birimlerinden oluşmuştur.
- Her böbrekte yaklaşık bir milyon **nefron** bulunur.
- Bir nefron, ince uzun bir boşaltım kanalcığı ile **glomerulus** denilen kılcak kan damarları yumağından meydana gelmiştir.
- Tek sıralı epitel dokudan oluşan boşaltım kanalcığının yarı küre şeklindeki kapalı ucuna **bowman kapsülü** denir.
- İçi boş olan bu kapsül ,glomerulusu tamamen çevirir.



- Glomerulus ve bowman kapsülüne **malpigi cismi** denir.

- Bowman kapsülünden uzanan kanalcık ,birçok kıvrımlar yapar.
- Boşaltım kanalcığının bowman kapsülünden sonraki kısmı **proksimal tüp,henle kulpu ve distal tüp olmak üzere üç bölgeye ayrılabilir.**
- Nefronda; atardamar ile gelen kanın **süzülmesi**, süzüntüden bazı yararlı maddelerin ve suyun **geri emilmesi** ile süzilemeyen bazı zararlı maddelerin ve ilaçların aktif olarak **salgılanması (aktif boşaltım)** olayları gerçekleşir.



**Proksimal tüp** bowman kapsülünden hemen sonra başlayan kısımdır. Proksimal tüp malpigi cismi ile birlikte böbreğin kabuk kısmında bulunur.

**Henle kulpu** boşaltım kanalcığının proksimal tüpten sonra gelen U harfi şeklindeki kısmıdır. Henle kulpu böbreğin öz bölgesinde bulunur.

**Distal tüp** henle kulpunun kabuk bölgesine çıkarak meydana getirdiği ikinci kıvrımlı kısımdır. Boşaltım kanalcığı distal tüpten sonra idrar toplama kanalı ile devam eder. Bu kanal böbreğin öz bölgesinde bulunur.

Kısacası bir nefronu oluşturan kısımlar şunlardır.

- Malpigi cismi
- Proksimal tüp
- Henle kulpu
- Distal tüp
- İdrar toplama kanalı

## İDRAR OLUŞUMU

Dinlenme halinde, kalbin pompaladığı kanın yaklaşık %25'i böbrek atardamarı ile böbreklere gelir. Böbrekler kanın kimyasal bileşimini düzenler ve idrarın oluşmasını sağlar.

İdrar oluşumu; süzülme, geri emilme ve salgılama olmak üzere üç olay sonucu gerçekleşir.

## SÜZÜLME

- Glomerulus kılcallarındaki kanın bowman kapsülüne geçmesidir.
- Süzülme olayı fiziksel bir temele dayanır ve kan basıncının etkisiyle gerçekleşir.
- Glomerulusu oluşturan kılcal damar yumağı böbrek atardamarının ince uç dallarıdır. Bir glomerulusa gelen kılcal atardamara **getirici (afferent) atardamar**, yumak oluşturduktan sonra çıkan atardamara **götürücü (efferent) atardamar** adı verilir.
- Glomerulustan çıkan atardamar, proksimal tüp, Henle kulpu ve distal tüp etrafında zengin bir kılcal damar ağı oluşturur. Nefron tüplerinin etrafındaki bu damar ağı daha sonra toplardamar olarak böbrekteki diğer küçük toplardamarlarla birleşir ve böbrek toplardamarını oluşturarak böbreği terk eder.
- Glomerulus kılcalları, iki atardamar arasında bulunduğu için kan basıncı damar boyunca sabittir ve vücuttaki diğer kılcalların yaklaşık iki katıdır(70mmHg).
- Bu basıncın sabit olmasının temel nedeni getirici atardamar çapının götürücü atardamardan fazla olmasıdır.
- Glomerulustan çıkan atardamar, proksimal tüp, Henle kulpu ve distal tüp etrafında zengin bir kılcal damar ağı oluşturur. Nefron tüplerinin etrafındaki bu damar ağı daha sonra toplardamar olarak böbrekteki diğer küçük toplardamarlarla birleşir ve böbrek toplardamarını oluşturarak böbreği terk eder.
- Kan basıncının etkisiyle, glomerulus kılcallarında bulunan ve hücre zarından geçebilen su, mineraller, bikarbonat iyonu, glikoz, vitaminler, üre, kreatinin gibi maddeler Bowman kapsülüne geçer. Bu olaya **süzülme**, oluşan sıvıya **süzüntü (filtrat)** denir. Süzüntünün içeriğinde alyuvar ve protein bulunmaz. Ayrıca süzülme kan basıncının etkisiyle gerçekleştiğinden enerji harcanmaz.
- Glomerulus kılcalları iki katlı epitel dokudan oluştuğu için kan hücrelerini ve kan proteinlerini geçirmez ve sadece süzülmeyi gerçekleştirirler. Bu kılcallarda geri emilim olmaz.
- Bu kılcalların çift katlı olmaları ,yüksek kan basıncına dayanmalarınıda sağlar.
- Kandaki maddelerin süzülebilmesi için kanın böbrekteki süzme birimlerinden yüksek bir basınçla geçmesi gerekir. Bu yüzden böbrek atardamarındaki basınç her zaman yüksek tutulur.

### **Süzülmenin meydana geldiği glomerulus kılcalları ile vücut kılcalları arasındaki farklar şunlardır:**

- Vücut kılcalları atar ve toplardamarlar arasında bulunurken ,glomerulus kılcalları iki atardamar arasında yer alır.
- Vücut kılcallarında kan basıncı atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe azalırken ,glomerulus kılcallarında sabittir.
- Glomerulus kılcallarındaki kan basıncı ,vücut kılcallarının yaklaşık iki katıdır.
- Vücut kılcalları tek katlı epitel dokudan oluşurken ,glomerulus kılcalları iki katlı epitel dokudan oluşur.
- Vücut kılcallarının atardamar ucunda süzülme, toplar damar ucunda geri emilme gerçekleşirken,glomerulus kılcallarında sadece süzülme olur.
- Kan basıncının düşmesi böbrekte süzülmenin durmasına yol açabilir. Aşırı yükselmesi durumunda ise süzme birimleri zarar görebilir.

**Not:** Süzülme hızı böbrekteki kan basıncı ile doğru orantılıdır.Örneğin;

\* Soğuk havalarda kılcal damarlar büzüleceğinden kan basıncı artar.Bu durumda süzme hızının artması nedeniyle daha fazla idrar çıkarılır.

\*Sıcak havalarda ise kılcal damarlar genişler, terleme ile vücuttan çok su atılır. Bu nedenle ozmolaritesi yüksek olan az miktarda idrar oluşturulur.

\*Heyecanlanan ve korkan insan daha çok idrara çıkar. Sebebi;adrenalin hormonu kan basıncını arttırdığı için süzülme hızlanır.

### **GERİ EMİLİM**

- Glomerulustan bowman kapsülüne geçen süzüntü ,kimyasal yapı bakımından kan plazmasına benzer.
- Bu sıvı aynen dışarı atılsaydı vücut için yararlı olan su,çeşitli iyonlar,glikoz ve diğer organik moleküller vücuttan uzaklaştırılacak ve kanın kimyasal bileşimi bozulacaktı.
- Ancak geri emilimden dolayı durum böyle gerçekleşmez.
- Süzüntü içinde bulunan su,glikoz,amino asit,inorganik tuz gibi yararlı maddeler nefron kanallarındaki hücrelere alınır.Bu olaya **geri emilim** denir.

- Geri emilen maddeler daha sonra nefron kanallarını saran kılcal damarlara geçer. Bu kılcallar da birleşerek böbrek toplar damarlarını oluşturduğundan, emilen maddeler yeniden kan dolaşımına karışmış olur.
- Geri emilmeden dolayı Bowman kapsülüne süzülen sıvı, havuzcukta toplanandan çok farklıdır.
- Geri emilme ya osmotik kurallara göre pasif taşıma ya da ATP kullanımıyla aktif taşıma şeklinde olmaktadır. Örneğin suyun geri emilmesi pasif taşımayla yapılır.

### **PROKSİMAL TÜPTE ;**

- Glikoz, amino asitler, vitaminler, bazı iyonlar ( $\text{HCO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ) aktif taşımayla geri emilirken ,
- Suyun geri emilimi pasif taşımayla yapılır.
- Hidrojen iyonlarının geri emilimi de yoğunluğa bağlı olarak pasif veya aktif taşımayla olur.

### **HENLE KULPU**

- Nefronda oluşan idrarın yoğunlaştırıldığı yerdir.
- Henle kulpunun inen kolu, çıkan kolundan çap olarak daha incedir.
- Henle kulpunun inen kolu suya geçirgen olmasına rağmen, çıkan kolu geçirgen değildir.
- Bu nedenle henle kulpunun çıkan kolunda suyun geri emilimi yapılmaz.
- Yine henle kulpunda klor iyonları aktif taşıma ile geri emilirken,
- Sodyum iyonları da eksi yük taşıyan klor iyonlarını takip ederek pasif olarak geri emilir.

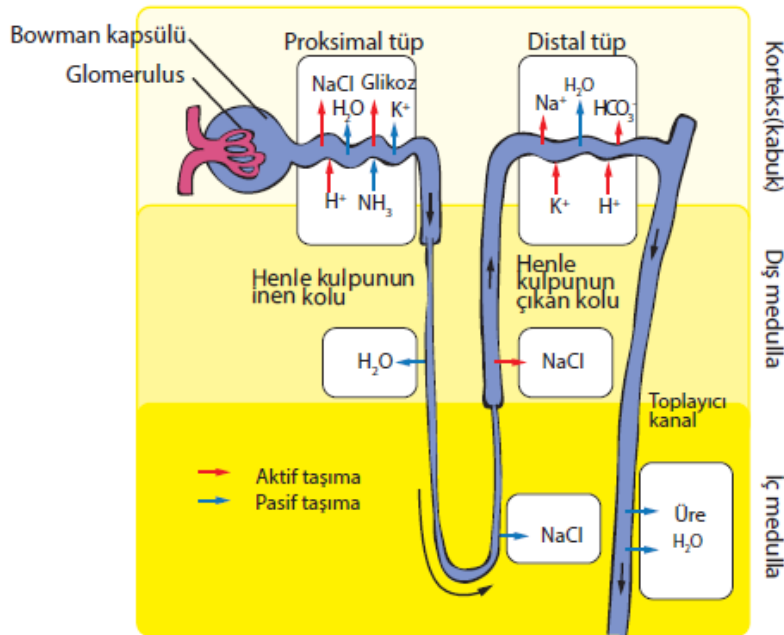
**NOT:** Henle kulpu kurak ortamlarda yaşayan memelilerde, ılıman bölgede yaşayanlara göre oransal olarak daha uzundur.

## DİSTAL TÜPTE:

- Vasopressin (ADH) hormonunun etkisiyle su,
- Aldosteron hormonunun etkisiyle de sodyum iyonları geri emilir.
- Bu bölümde aldosteron potasyum iyonları dışarı atılır.
- Ancak ürenin geri emilimi yapılmadığı için tüpte üre yoğunluğu artar.

## İDRAR TOPLAMA KANALI

- Kabuk ve öz bölgesine uzanan bu kanallarda vazopressin (ADH) hormonunun etkisi ile suyun geri emilimi devam eder.
- Suyun atılması (ya da geri emilmesi) büyük ölçüde toplayıcı kanalları etkileyen vazopressin hormonu tarafından sağlanır.
- Vazopressin yetersizliğinde suyun daha az emilmesine bağlı olarak seyreltik idrar oluşur ve su kaybı artar.
- Oluşan idrar böbreğin havuzcuk bölgesinde toplanarak üreterle idrar kesesine taşınır.



## NOT:

- Sağlıklı insanlarda glikoz ve amino asitlerin %100'ü,
- Suyun %99'u,sodyumun%99,5'u,ürenin yaklaşık%50'si geri emilerek tekrar kana verilir.
- Kandaki maddelerin normal değerine eşik değer denir.
- Eğer bu maddelerden birinin miktarı eşik değeri aşarsa ,nefron kanallarından tamamen emilmez;eşik değerinden fazla olanı idrarla dışarı atılır.Örneğin eşik değeri ,glikoz için 100ml kanda 500mg kadardır.Kanda glikoz miktarı bu değeri aşarsa ,glikozun hepsi nefron kanallarından geri emilmez ve idrarla dışarı atılır.
- Normal şartlarda idrarda; kan hücreleri, glikoz, protein, A, D, E ve K vitaminleri bulunmaz.
- Kreatinin molekülünün nefron kanallarında geri emilimi olmaz.

## SALGILAMA

- Kandaki bazı maddeler süzülme ile bowman kapsülüne geçemezler.
- Bu maddeler aktif taşıma ile kılcal damarlardan nefron kanalcıklarına verilir.
- Bu olaya **salgilama veya aktif boşaltım** adı verilir.
- Salgılanan maddelere penisilin gibi bazı ilaçlar, amonyak, amonyum, hidrojen, potasyum gibi iyonlar örnekler verilebilir.

Madde	Böbrek A.D	Böbrek T.D	Maddeye Ne Oldu?
Glikoz	Fazla	Az	Böbrek hücreleri kullandı
Aminoasit	Fazla	Az	Böbrek hücreleri kullandı
Oksijen	Fazla	Az	Böbrek hücreleri kullandı
Karbondioksit	Az	Fazla	Böbrek hücreleri oluşturdu.
Üre ve ürik asit	Fazla	Az	İdrarla dışarı atıldı.

## İDRARIN YAPISI

- Süzülme, salgılama ve geri emilme olayları sonucu oluşan idrarın yapısında; su, üre, ürik asit, amonyak, kreatinin, kalsiyum, sodyum, potasyum, klorür, fosfat, sülfat gibi iyonlar, az miktarda lökosit ve epitel hücre, B ve C vitaminleri görülür.
- Bunlar toplayıcı kanallarla böbreğin havuzcuğuna taşınır.
- İnsanda salgılanan idrarın pH'ı alınan besinin durumuna göre 5-7 arasında değişir.

**NOT:** Derideki ter bezleri, metabolik artıkların %5-10'unun atılmasında görev alırlar. Ter 1/8'i katı madde olmak üzere idrar içinde bulunan maddeleri (üre, tuzlar ve diğer organik maddeler) daha seyreltik olarak içerir.

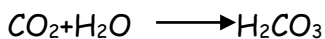
- Böbreğin havuzcuğunda biriken idrar, **üreter** adı verilen kanallarla idrar kesesine taşınır.
- **İdrar kesesi** (mesane) kasılabilir özelliğe sahiptir ve bu özelliğiyle idrarın dışarı atılmasını sağlar. Mesanede biriken idrar **üretra** yoluyla vücut dışına atılır
- Üretra ve üreter için çoğunlukla **idrar yolları** terimi kullanılmaktadır.

## BÖBREĞİN ORGANİZMADAKİ DÜZENLEYİCİ ROLÜ

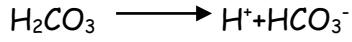
Böbrekler; kanın bileşimini, pH derecesini, doku sıvısındaki su, sodyum potasyum gibi maddelerin miktarını düzenleyerek homeostasinin sağlanmasında görev yapar.

### pH Düzenlenmesi :

- Proksimal ve distal tüpü çevreleyen kılcallardan H<sup>+</sup> iyonu salgılanması neticesinde kanın pH'ı ayarlanırken toplayıcı kanallarda idrar asitleştirilir.
- İnsan kanının pH'ı 7,4'dür ve bu değer 7 veya 7,7 olması ölüme yol açar. pH değerinin sabit tutulmasında solunum sistemi ve böbreklerin büyük önemi vardır.
- Böbrekler, kan pH'ı değiştiğinde asit veya baz bileşiklerini salgılayarak dengenin oluşmasını sağlar.
- Böbreklerin pH'ı düzenlemesi sırasında, kanalcık hücrelerinde;







tepkimleri gerçekleşir.

- Oluşan  $\text{H}^+$  iyonu kanalcık sıvısına verilirken, sıvısındaki  $\text{Na}^+$  iyonu kanalcık hücrelerine alınır.

### Suyun düzenlenmesi:

- Böbrekler su miktarını hipofizden salgılanan antidiüretik hormon (ADH=vasopressin) ile düzenler.
- Kandaki su miktarı azalırsa (kan yoğunlaşırsa), salgılanan antidiüretik hormon suyun geri emilimini sağlar ve vücutta ki su dengesi ayarlanır.

### Mineral ve su miktarının düzenlenmesi:

- Mineral ve tuz miktarı, böbrek üstü bezinden salgılanan aldosteron hormonuyla dengede tutulur.
- Aldosteron, nefron kanallarından sodyum iyonunun geri emilmesini sağlar.
- Aldosteron fazla olursa, gereğinden çok sodyum geri emilir ve sodyum iyonu vücutta su tutulmasına neden olacağından ödemler ortaya çıkar.
- İnsanın fazla miktarda deniz suyu içmesi halinde dokular su kaybederek ölüme neden olabilir.
- Deniz suyunda yaklaşık %3, insan kanında ise %1 oranında tuz vardır.
- Böbrekler %2 oranındaki tuzu süzebilir.
- Deniz suyu kana geçince, kandaki tuz miktarı %3'e yükselir.
- Kandaki tuz yoğunluğu artınca, hücre ve hücreler arasındaki su osmozla kana geçerek, kanda hacim artışına yol açacaktır.
- Böbrekler fazla su ve tuzu atmaya çalışırlarsa da yeterince süzme ve boşaltım yapamazlar.
- Böylece vücuda giren deniz suyunun her litresi için 0,5 litre doku sıvısı kaybedilerek ölüm olur.

## BÖBREKLERİN ORGANİZMADAKİ İŞLEVLERİ ŞÖYLE ÖZETLENEBİLİR:

- Metabolizma sonucu oluşan üre,ürük asit gibi azotlu artıkları dışarı atmak
- Böbrekler alyuvar yapımının düzenlenmesinde görev yapmak.  
(sağlıklı bireylerde kemik iliğinde alyuvar yapımını uyarayan eritropoietin hormonunun%90'ı böbreklerde,geri kalanı ise karaciğerde üretilir.)



- Günümüzde rekombinant DNA teknolojisiyle üretilen eritropoietin kullanılarak böbrek hastalarındaki kansızlık tedavi edilebilmektedir. Böylece kan nakline daha az ihtiyaç duyulmaktadır.
- Kanda alyuvar sayısı azaldığında böbreğe gelen oksijen miktarı da azalır. Buna bağlı olarak böbrekte eritropoietin sentezi artar. Bazı böbrek hastalarında yeterli eritropoietin sentezlenememesine bağlı olarak kansızlık ortaya çıkabilir. Hastalık ağırlaştıkça aneminin şiddeti de artar. Bu hastalara belirli aralıklarla kan verilmesi gerekebilir.
- Uzun süreli açlık durumunda aminoasitlerden ve gliserol gibi karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz sentezlemek
- Kan ve diğer sıvılardaki asit-baz dengesini düzenlemek
- Vücudun su ve tuz dengesini ayarlamak
- Bazı ilaçları, zehirli maddeleri atmak
- Kan basıncını ayarlamak

## TATLI VE TUZLU SU BALIKLARINDA SU-TUZ DENGESİ

### TATLI SU BALIKLARINDA;

- Vücut içi osmotik basınç dış ortama göre daha yüksek olduğunda ,su osmozla bu canlıların vücutlarına girer. Bunlarda glomeruluslar büyük olduğundan ,çok miktarda sıvı süzerler .
- vücut yüzeyleri kısmen suya geçirgen pullarla kaplıdır.
- Tatlı su balıkları su içmezler.
- İdrarla beraber amonyak ve tuz da idrarla atılır. Kaybedilen tuz solungaçlardan aktif taşımayla geri alınır.
- Tatlı su balıklarının idrarları seyreltiktir.

### TUZLU SU BALIKLARINDA;

- Vücut içi osmotik basınç ,dış ortama göre daha düşük olduğundan osmozla su kaybetme tehlikesi bulunur.
- Vücut yüzeyinde suya geçirgen olmayan deri bulunduğundan su kaybı azdır.
- Bunlarda glomeruluslar küçülmüş veya tamamen kaybolmuştur.
- Su kaybı deniz suyu içilerek karşılanır.
- Su vücutta kalır,fakat alınan tuz solungaçlardaki özelleşmiş hücrelerden aktif taşımayla dışarı atılır.
- Azotlu artık maddeleri amonyak halinde bir kısmını idrarla atarken geri kalanını solungaçlardan dışarı atarlar. Böylece idrarla fazla su kaybı önlenmiş olur.
- Bu balıkların idrarları yoğundur.

### HOMEOSTAZİS(İÇ DENGE)

- Hücrelerimiz ancak belirli koşullarda canlılığını sürdürebilir.
- iç ortam koşullarının belirli sınırlar içimde kararlı bir biçimde dengede tutulmasına **homeostazis** denir.
- Ph'ın ısının,su ve tuzun belirli sınırlar içinde değişmeden kalması gerekir.

- Bunun için **sinir, endokrin, solunum, boşaltım ve dolaşım** sistemleri sayesinde bazı kontrol mekanizmaları geliştirilmiştir.
- Besin maddeleri sindirim sistemi ile vücuda girer, oluşan monomerler dolaşım sistemi ile hücrelere ulaşır.
- Sindirim sisteminden dolaşım sistemine emilmeyen artık maddeler (dışkı) kalın bağırsaktan atılır.
- **Sindirim artıklarının atılmasının homeostazise doğrudan bir katkısı yoktur.**
- Karaciğerin hemoglobin yıkımı ile oluşturduğu billuribin dışkı ile atılır. Billuribin atması ile kalın bağırsakta boşaltımda görev alır denir.
- Hücrelerde solunum sonucu  $CO_2$  ve  $H_2O$  oluşur.  $CO_2$  solunum sistemi ile dışarı atılır.
- $H_2O$  akciğerden buhar halinde, deriden terle, kalın bağırsaktan dışkı içinde ve böbrekten idrarla atılır.
- Protein metabolizması sonucu oluşan  $NH_3$  karaciğerde üre ve ürikaside dönüştükten sonra boşaltım sistemiyle, idrar olarak dışarı atılır.
- Sonuç olarak; kalın bağırsak, akciğer, deri ve özellikle böbrek homeostazistste önemli görev alır.

## **BÖBREK RAHATSIZLIKLARI**

- Böbrek yetmezliği, böbreklerin metabolik atıkları atma, sıvı ve elektrolit dengesini devam ettirme yeteneğinin bozulmasıyla ortaya çıkan bir durumdur.
- Normalde bir insanın her iki böbreği, dolaşım sisteminden dakikada 1,2 L kan alıp bundan yaklaşık 120 mL süzünü oluşturmaktadır.
- Bir günde süzülen kan miktarı yaklaşık 180 L ve oluşan idrar 1,5-2 L'dir. Vücutta oluşan metabolik atıkların vücuttan atılabilmesi için ise idrar miktarının en az 400 mL olması gerekir.



- Ülkemizde böbrekle birlikte bütün organ ve doku nakilleri Sağlık Bakanlığına bağlı Organ, Doku Nakli ve Diyaliz Hizmetleri Daire Başkanlığı koordinasyonunda yürütülmektedir.

## **BÖBREK TAŞI**

- Böbreğin havuzcuk denilen kısmında, idrardaki kalsiyum ve ürik asit gibi bazı maddelerin kristalleşmesi ve bu kristallerin zamanla kümeleşmesi sonucunda **böbrek taşı** oluşabilir .
- Küçük taşlar (halk arasında kum da denmektedir) bir soruna sebep olmadan kendiliğinden atılır.
- Daha büyük taşlar ise idrar kesesine doğru ilerlerken idrar yollarında hasara, şiddetli ağrılara ve idrar akışının durmasına neden olabilir.
- Böbrek taşı erkeklerde kadınlara oranla daha sık görülür.
- Böbrek taşı düşüren bireylerde bu olayın tekrarlama olasılığı daha fazladır.