



Kanatlılarda Boşaltım Sistemi

Prof. Dr. Hakan ÖZTÜRK

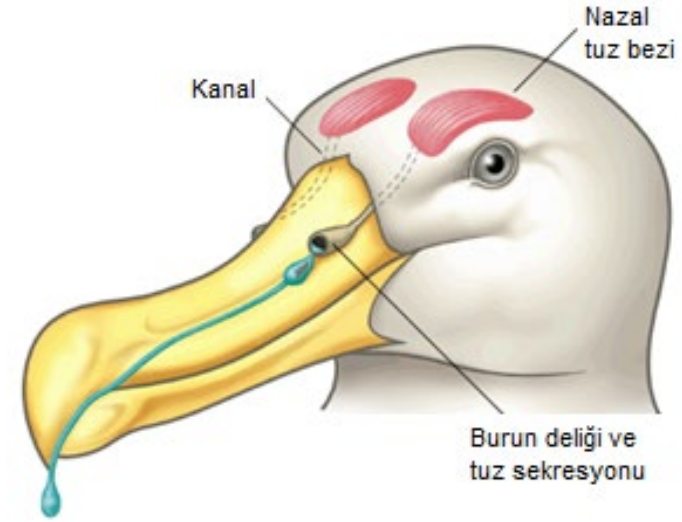
Giriş

- Veteriner hekimlik açısından karada yaşayan kuşlardan tavuklar ve hindiler ile su kuşlarından ördekler ve kazlar önemlidir. Son yıllarda devekuşu yetiştiriciliği de artmıştır.
- Memelilerde olduğu gibi kuşlarda da böbrekler önemli boşaltım organıdır. Ayrıca çoğu deniz kuşu gibi **ördekler, kazlar** ve bazı sürüngenler başlarında, hemen gözlerin üstünde bir çift **tuz bezine** sahiptir.
- Kuşlar ve sürüngenler yumurtlarlar. Azot metabolizmasının ozmotik etkiye sahip olmayan son ürününü yumurtada depolayabilmek için, bu hayvanlar özellikle ürik asit salgılarlar. Kuşların **idrar kesesi yoktur**, ancak **idrarlarını kloakada, kolonda** ve bir çift olan **sekumlarında** depolarlar.

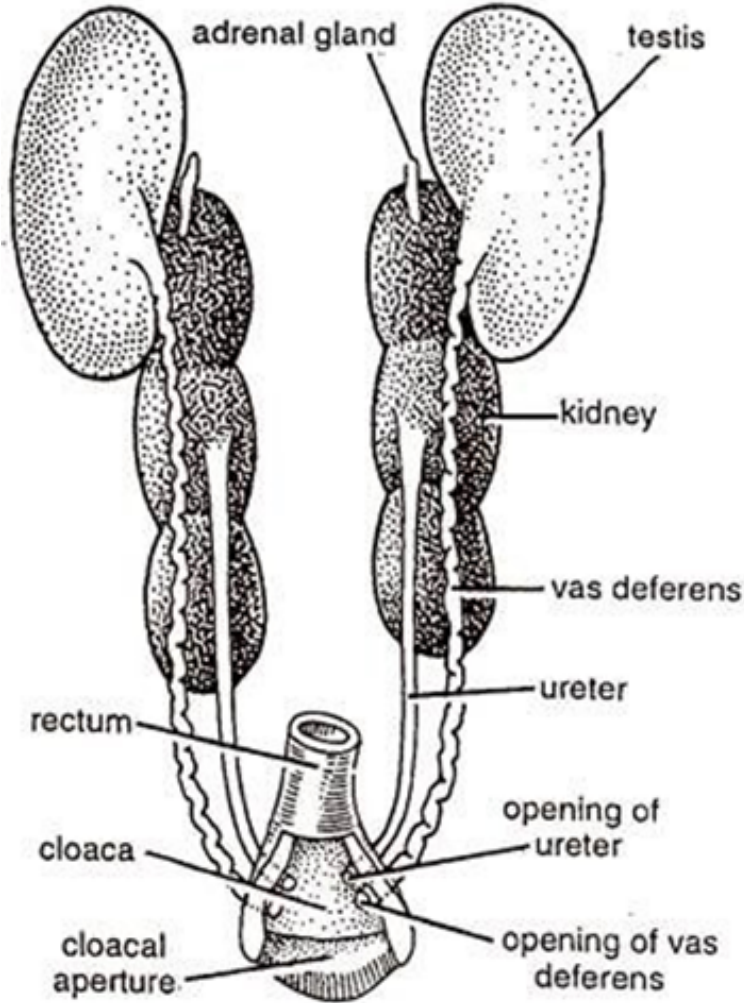


Giriş

- Memeliler gibi kuşlar da böbreklerinde ters akım sistemine sahiptirler. Bu sayede kuşlar plazmaya göre hipertonic bir idrar oluşturabilirler. Ancak kuşlarda olası **maksimum idrar konsantrasyonu** çoğu kara memelilerinden daha **düşüktür**.
- Kuşların tipik bir özelliği, üreterden kloakaya ve kalın bağırsağa boşaltılan idrarı **postrenal** olarak **değiştirebilme** yetenekleridir. Bu durum kuşlardaki ozmoregülasyon için önemli bir özelliktir.
- Bunun dışında deniz kuşları **tuz bezleri** yoluyla yüksek derecede hipertonic salgılar oluşturabilir ve salgılayabilir. Bu yetenek bazı kuş türleri ile bazı sürüngenlerin deniz suyu ile yaşamalarına izin verir.



Renal Ekskresyon



Erkek güvercinin ürogenital sistemi

KISACA

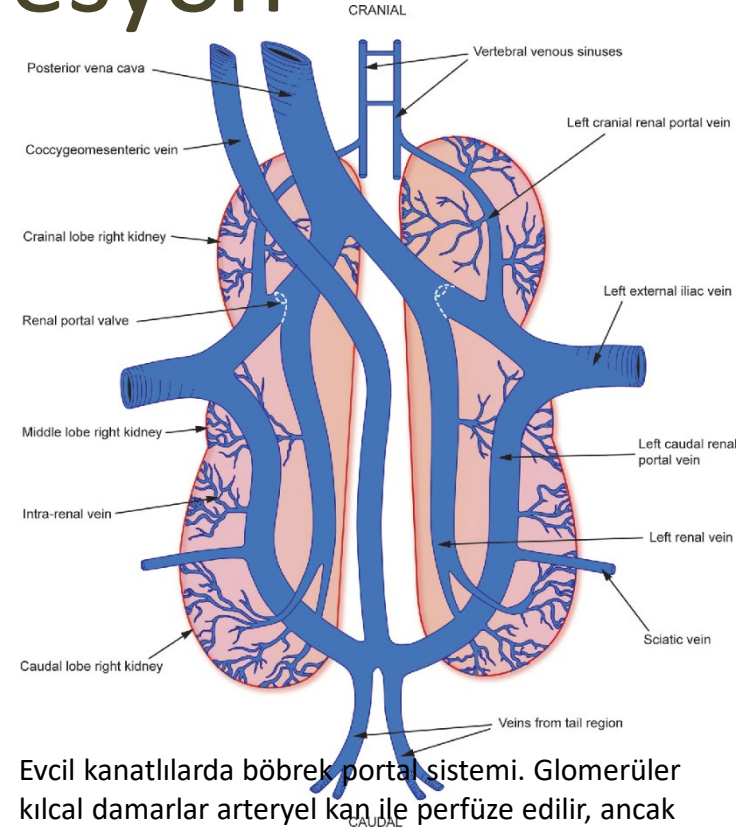
Kuşların idrar kesesi yoktur. Üreterden çıkan idrar kloakaya, kısmen de kalın bağırsağa gider.



Renal Ekskresyon

➤ Renal Dolaşım ve Glomerüler Filtrasyon Hızı:

Kuşlarda ve memelilerde idrar üretimi birçok yönden birbirine benzer. Ancak kuşlarda böbreğe hem arteriyel kan hem de portal kan gelir. Böbreğin kanlanması, glomerüler filtrasyon hızı (GFH) ve fraksiyonel filtrasyon oranı memelilerdekine benzer. Susamış kuşlarda ve deniz suyu içtiği için yüksek tuz yüklenmesine maruz kalan kuşlarda GFH düşüktür. Kuşlar, hipofiz arka lobundan salınan arjinin-vazotosin (AVT) vasıtasıyla GFH'ı azaltabilirler.



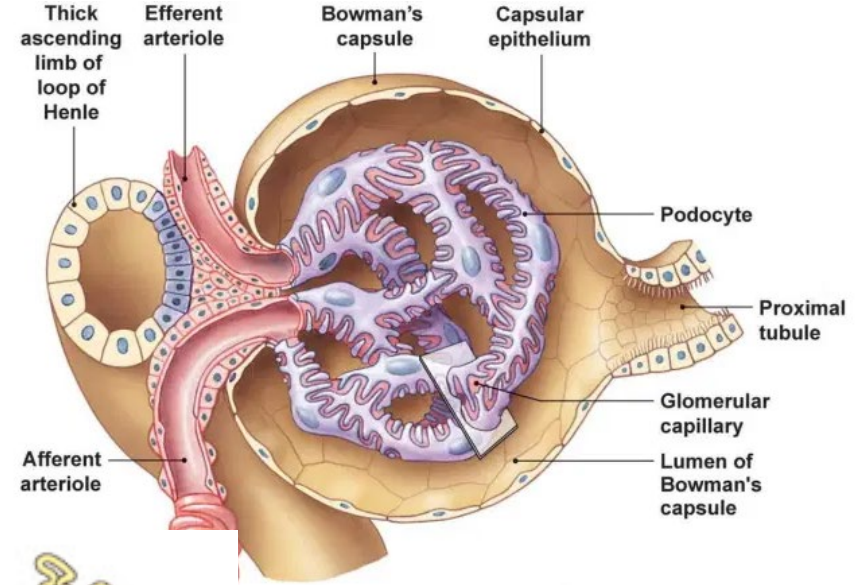
Evcil kanatlılarda böbrek portal sistemi. Glomerüler kılcal damarlar arteriyel kan ile perfüze edilir, ancak peritübüler kılcal damarlar, efferent arteriyollerden postglomerüler kan ve renal portal sistemden venöz kan karışımı ile perfüze edilir.



Renal Ekskresyon

➤ Nefron ve İdrar Ozmolaritesi:

Kuşların böbreklerinde kısmen memelilerinkine benzeyen nefronlar vardır (**memeli tipi, MT**), bu nefronlar Henle kulpuna sahiptir. Ayrıca Henle kulpu olmayan nefronlar da bulunur (**sürünge tipi, RT**). AVT, hem RT hem de MT nefronlarında GFH'ı azaltır. Ancak sadece MT nefronları idrarın daha yüksek ozmolariteye sahip olmasında rol oynar. Tavuk, hindi ve ördeklerde su ve iyonların atılması görece olarak geniş bir aralıkta dalgalanır. Dehidratasyonda idrar ozmolaritesi $600 \text{ mosmol/l}^{-1}$ 'ye, deve kuşunda ise $800 \text{ mosmol/l}^{-1}$ 'ye kadar yükselebilir.



Memeli tipi



Sürünge tipi



Renal Ekskresyon

➤ İdrarla Azot Atılması:

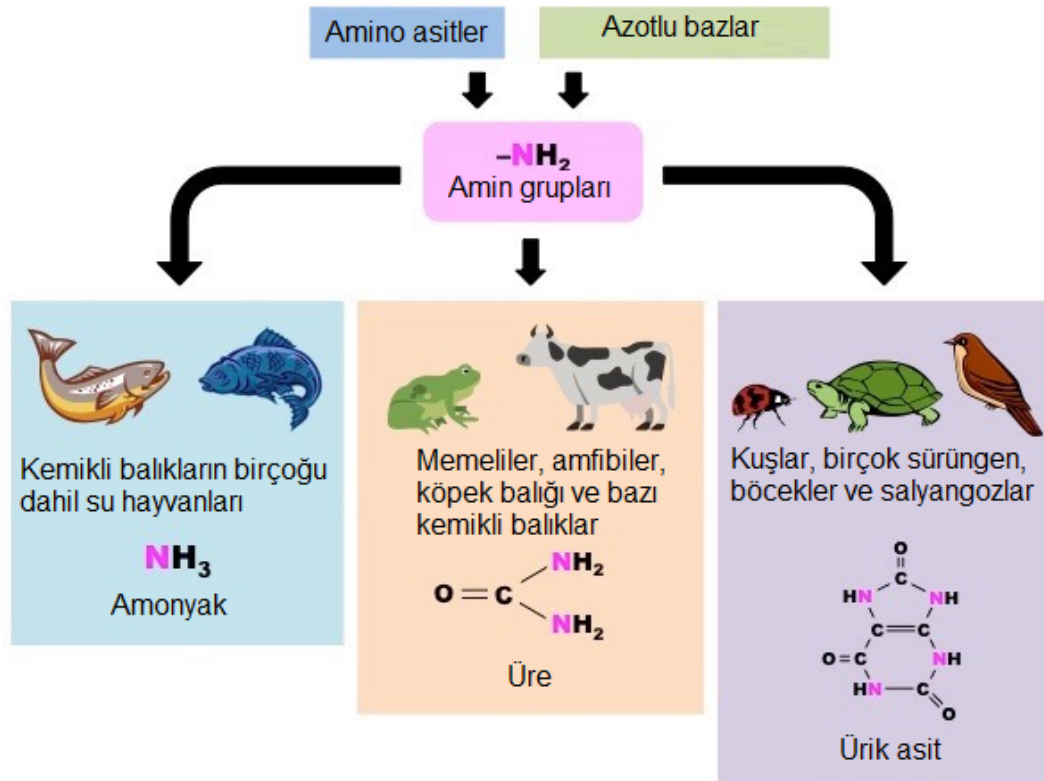
Tavuklarda üreter idrarıyla azot atılması başlıca **ürik asit** formunda olur. Ürik asit atılan azotlu bileşiklerin yaklaşık %80'ini, amonyak yaklaşık %15'ini oluşturur. Atılan azotun geri kalanı ise üre ve kreatin/kreatinin şeklindedir. Düşük proteinli diyetlerde amonyağın oranı artar, ürik asidin oranı ise azalır. Ürik asidin **çözünürlüğü çok az** olduğu için, kuşlar ve sürüngenler azot atılımı için **çok az suya** ihtiyaç duyarlar. Ürik asit idrarın ozmolaritesine çok az etki yapar. Sıcaklık azaldıkça **ürik asit kristalleri çöker**. Bu ürik asit kristalleri kuş dışkısı üzerinde sıklıkla görülen ince beyaz tabakanın nedenidir. Eskiden azot gübresi olarak Guano kullanılırdı. Guano, deniz kuşu dışkısının ürik asit bakımından zengin bir bozulma ürünüdür ve özellikle Peru kıyılarından elde edilmektedir.



Renal Ekskresyon

KISACA

Kuş idrarının ozmolaritesi çoğu kara memelisinin idrarına kıyasla daha düşüktür. Kuşlarda N-metabolizmasının en önemli son ürünü ürik asittir.



Renal Ekskresyon

➤ Asit ve Bazların Atılması:

Üreter idrarının pH değeri memelilerde olduğu gibi pH 5-8 arasındadır (ortalama 6,5-7,0). Metabolik asidoz nedeniyle yumurta kabuğunun yapımı sırasında pH daha düşüktür, bu durumda kalsiyum konsantrasyonu da azalır ve klor ile fosfat konsantrasyonları artar. Kalsiyum ve fosfat atılımı parathormon tarafından düzenlenir.



Renal Ekskresyon

➤ Tuz ve Su Atılmasının Hormonal Düzenlenmesi:

Suyun renal atılımı esas olarak **arjinin-vazotosin (AVT)** tarafından düzenlenir. Ayrıca böbrekte sodyumun geri emilmesi memelilerde olduğu gibi aldosteron tarafından kontrol edilir. **Aldosteron, koprodeum ve kolonda** apikal membranlara sodyum kanallarının entegrasyonunu ve açılmasını sağlayarak sodyum geri emilimini artırır. Sodyum eksikliği durumunda kandaki aldosteron konsantrasyonu artar. Dehidratasyonda AVT konsantrasyonu da yüksektir ve daha az üreter idrarı oluşturulur. Memelilerde olduğu gibi kuşlarda da kalbin atriyal duvarında renal sodyum ve su atılımını artıran **atrial natriüretik peptit (ANP)** sentezlenir. Kuşlar da renin-anjiyotensin sistemine sahiptir, ancak kuşlarda bu sistemin sodyum dengesindeki önemi henüz tatmin edici düzeyde aydınlatılamamıştır.



Renal Ekskresyon

KISACA

Kuşlarda bulunan arjinin-vazotosin (AVT), fonksiyonel açıdan memelilerin antidiüretik hormonuna (vazopressin) karşılık gelir.



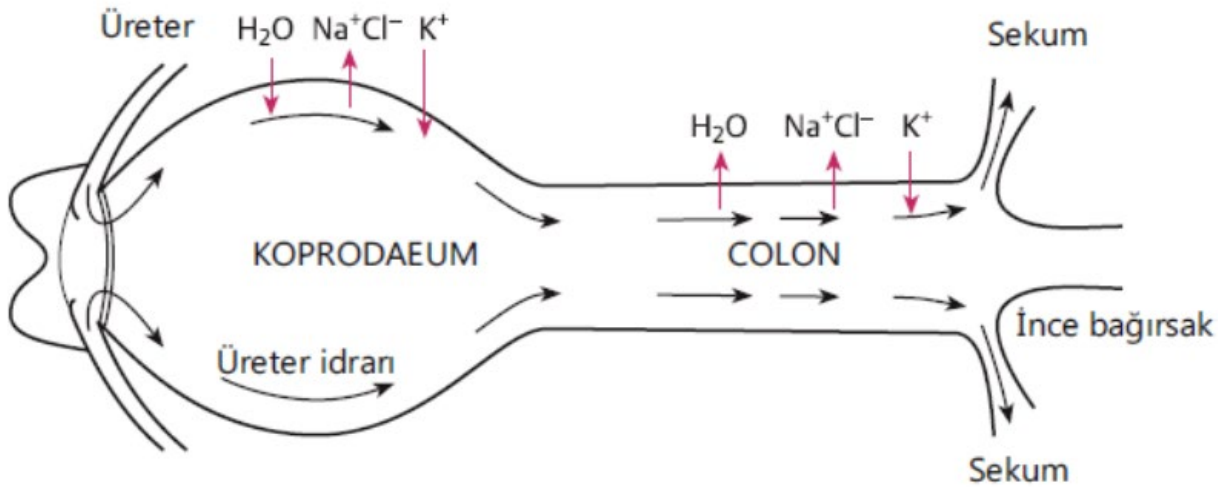
Üreter İdrarının Kloaka, Kolon ve Sekumda Değiştirilmesi

İdrar üreterden koprodeuma boşaltılır. Antiperistaltik hareketlerle bu idrarın bir kısmı koprodeumdan kolona geçer, hatta küçük bir kısım sekuma kadar ulaşır. Defekasyon sırasında koprodeum ve kolon içeriği boşaltılır, sekum içeriği ise daha nadiren çıkartılır. Devekuşunda da idrar tamamen koprodeuma verilir, ancak idrarın dışarı atılması dışkılamadan ayrı gerçekleştirilir.



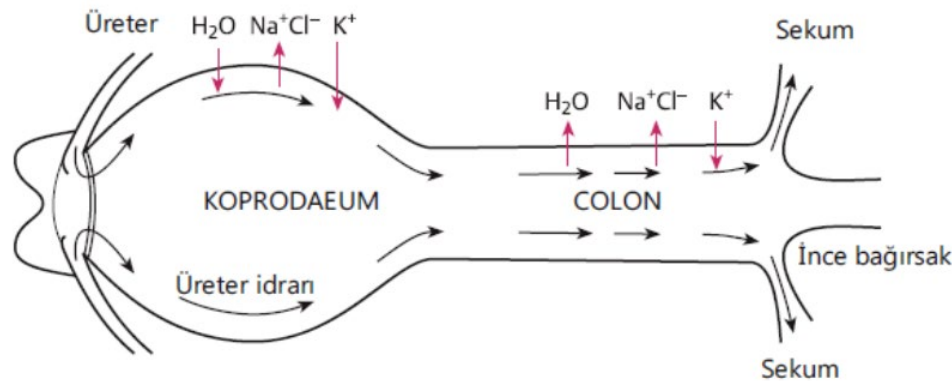
Üreter İdrarının Kloaka, Kolon ve Sekumda Değiştirilmesi

Kuşlarda üreter idrarının kalın bağırsağa retrograd akışı. Üreter idrarı ürodeuma akar, oradan da koprodeuma geçer. Antiperistaltik kasılmalarla idrarın bir kısmı mukozanın yüzeyi boyunca kolona ve kısmen de sekuma kadar taşınır. Kolonun lümeninde ve koprodeumun merkezinde bağırsak içeriği büyük parçacıklar bakımından daha zengindir. Bu içeriğin (digesta) transportu bağırsağın ortasında aboral yönde gerçekleşir ve dışkı olarak dışarıya atılır. Koprodeumda sodyum ve klor geri emilimine rağmen su sekresyonu da gerçekleşir, çünkü dehidratasyonda özellikle koprodeum içeriğinin ozmolaritesi yüksektir. Ayrıca kolonda da NaCl emilimi olur. Kolon içeriğinin ozmolaritesi düşük olduğundan sodyum emilimini su izler, bu nedenle kolonda su emilimi olur.



Dehidratasyon ve Sodyum Eksikliği

Aşağıdaki şekilde koprodeum ve kolondan sodyum, klor ve suyun geri emildiği ve potasyumun salgılandığı şematik olarak gösterilmiştir. Düşük sodyumlu bir diyetle koprodeumda sodyumun geri emilimi artar. Ancak bu artmış sodyum geri emilimi (gastrointestinal sistemin çoğu bölümünde olduğu gibi) su emilimi ile bağlantılı değildir. Aksine, koprodeumda kan ile koprodeum içeriği arasındaki ozmotik gradiyent nedeniyle çoğu zaman su sekresyonu gerçekleşir. Buna karşın kolon içeriğinde ozmolarite koprodeum içeriğinden daha düşüktür ve sodyumun geri emilmesini su izler. Dehidratasyonda üreter idrarıyla atılan sodyumun yaklaşık %70'inin ve idrarla atılan suyun %15'inin koprodeum ve kolonda geri emilebilmesi, tavuklar için bir kıstas olarak kabul edilebilir.



Hidratasyon ve Tuz Yüğü

Fazla su alımında düşük ozmolariteye sahip fazla miktarda idrar oluşturulur. Yüksek tuz alımında koprodeumda sodyumun geri emilimi baskılanır, ancak kolonda sodyum yine önceki gibi geri emilir. Koprodeumda ve kolonda NaCl'nin geri emilmesi NaCl alınmasına bağıdır. Düzenleme özellikle apikal sodyum kanallarını açan aldosteron tarafından yapılır. Yüksek NaCl alımında aldosteron konsantrasyonu düşüktür, bu durumda koprodeum ve kolondaki sodyum kanalları büyük ölçüde kapalıdır. Ancak tuz bakımından zengin bir diyetle beslenmede sodyum, glikoz ve amino asitlerin kolonda dışkı ile taşınmasının indüklendiğı görülmektedir. Böylece sodyum burada geri emilmeye devam eder. Sodyum ve suyun sekumdan geri emilmesi de önemlidir, buradaki süreçler koprodeum ve kolondakilere benzer.



Tuz Bezleri

Tuz bezleri boşaltım kanallarına açılan çok sayıda ağdan oluşmuştur. Tuz bezlerinin salgısı berraktır, burun boşluğuna salınır ve sonunda gaganın ucundan damlar. Yüksek düzeyde NaCl alımı tuz bezlerinin büyümesini uyarır, böylece tuzun dışarıya atılma kapasitesi artırılır.

Dışarıya atılma ozmosensörler tarafından uyarılır. Salgı neredeyse saf NaCl içerir. Ördeklerde ve kazlarda $1.100 \text{ mosmol/l}^{-1}$ 'ye kadar bir ozmolarite ölçülmüştür. Bu değer plazma ozmolaritesinin 3-4 katı, maksimum üreter idrarı konsantrasyonunun ise neredeyse iki katı demektir. Uyarılan tuz bezi aldığı NaCl'nin %75'ine kadarını dışarı atabilir. Geleneksel ticari kaz ve ördek yetiştiriciliğinde tuz bezleri aktif değildir. Bu bezler eğer hayvanlar tatlı su yerine tuzlu su içerse aktif hale gelir.



Tuz Bezleri

KISACA

Kaz ve ördeklerin geleneksel ticari yetiştiriciliğinde tuz bezleri aktif değildir. Yüksek tuz alınması durumunda kazlar ve ördekler ozmolaritesi 1.100 Mosmol/l⁻¹'ye kadar olan salgılar üretirler ve bunu dışarı atarlar.



