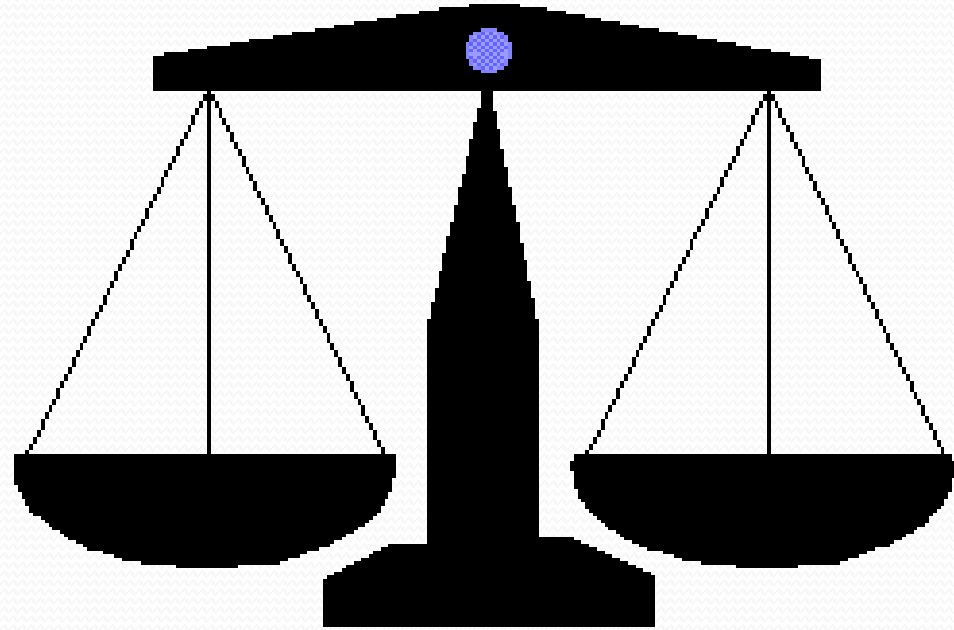


KAN FİZYOLOJİSİ

İç ortamın değişmez tutulması (Homeostasis)

- Canlıda hücrelerin yaşamı için gerekli olan etmenlerin etkisi altında her an değişme olasılığı bulunan kan miktarı, kan basıncı, beden sıvılarının ve dokuların pH'sı, ozmotik basınç, beden ısısı, kan gazları, plazmada bulunan glikoz, üre vb. fizyolojik değerlerin belirli sınırlar içinde değişmez tutulmasına denir.



Kanın bileşimi

Plazma

Kan
pülcukları

Akyuvarlar

Alyuvarlar

Kanın işlevleri

- Taşıma
 - O₂, CO₂, besin maddeleri, metabolik atıklar (üre, kreatin ve ürik asit), hormonlar
- Düzenleme
 - Yapısındaki tampon maddeler sayesinde pH' nın düzenlenmesi
 - Vücut sıcaklığının düzenlenmesi
 - Yapısındaki çözünmüş iyonlar ve proteinler yardımıyla su miktarının ve ozmotik basıncın dengede tutulması
- Hastalıklardan korunma
- Kan kayıplarından korunma

Antikoagulanlar

- Heparin
 - Konjuge polisakarit olan heparin, doğal bir antikoagulandır
 - Antitrombin III etkinliğini arttırarak ve bazı pıhtılaşma faktörlerini (trombin ve faktör Xa) inhibe ederek etkili olur
 - *in vivo* ve *in vitro* kullanılır
 - Kanın her mililitresi için 0,2 mg katılırsa pıhtılaşmayı engeller
- Sodyum sitrat
 - Kan transfüzyonlarında yaygın olarak kullanılan antikoagulan maddedir
 - Sitrat plazma iyonlarından kalsiyum ile birleşerek çözünmeyen tuzlar oluşturur ve böylelikle pıhtılaşmayı engeller
- Dikumarol
 - Karaciğerde protrombin yapımını durdurur
 - Tatlı yoncada bulunan bu madde *in vivo* kullanılır
- EDTA
 - Kalsiyum iyonlarını bağlayarak pıhtılaşmaya engel olur
 - *Hematolojik uygulamalar için in vitro* kullanılır
- Oksalat tuzları, çift oksalat karışımı, sodyum florür, hirudin, pepton gibi antikoagulanlar vardır *in vitro* kullanılır

BD Vacutainer® Venous Blood Collection Tube Guide

For the full array of BD Vacutainer® Blood Collection Tubes, visit www.bd.com/vacutainer. Many are available in a variety of sizes and draw volumes (for pediatric applications). Refer to our website for full descriptions.

BD Vacutainer® Tubes with BD Hemogard™ Closure	BD Vacutainer® Tubes with Conventional Stopper	Additive	Inversions at Blood Collection*	Laboratory Use	Your Lab's Draw Volume/Remarks
Gold	Red/Gray	• Clot activator and gel for serum separation	5	For serum determinations in chemistry. May be used for routine blood donor screening and diagnostic testing of serum for infectious disease.** Tube inversions ensure mixing of clot activator with blood. Blood clotting time: 30 minutes.	
Light Green	Green/Gray	• Lithium heparin and gel for plasma separation	8	For plasma determinations in chemistry. Tube inversions ensure mixing of anticoagulant (heparin) with blood to prevent clotting.	
Red	Red	• Silicone coated (glass) • Clot activator, Silicone coated (plastic)	0 5	For serum determinations in chemistry. May be used for routine blood donor screening and diagnostic testing of serum for infectious disease.** Tube inversions ensure mixing of clot activator with blood. Blood clotting time: 60 minutes.	
Orange		• Thrombin-based clot activator with gel for serum separation	5 to 6	For stat serum determinations in chemistry. Tube inversions ensure mixing of clot activator with blood. Blood clotting time: 5 minutes.	
Orange		• Thrombin-based clot activator	8	For stat serum determinations in chemistry. Tube inversions ensure mixing of clot activator with blood. Blood clotting time: 5 minutes.	
Royal Blue		• Clot activator (plastic serum) • K ₂ EDTA (plastic)	8 8	For trace-element, toxicology, and nutritional-chemistry determinations. Special stopper formulation provides low levels of trace elements (see package insert). Tube inversions ensure mixing of either clot activator or anticoagulant (EDTA) with blood.	
Green	Green	• Sodium heparin • Lithium heparin	8 8	For plasma determinations in chemistry. Tube inversions ensure mixing of anticoagulant (heparin) with blood to prevent clotting.	
Gray	Gray	• Potassium oxalate/sodium fluoride • Sodium fluoride/Na ₂ EDTA • Sodium fluoride (serum tube)	8 8 8	For glucose determinations. Oxalate and EDTA anticoagulants will give plasma samples. Sodium fluoride is the antiglycolytic agent. Tube inversions ensure proper mixing of additive with blood.	
Tan		• K ₂ EDTA (plastic)	8	For lead determinations. This tube is certified to contain less than .01 µg/ml (ppm) lead. Tube inversions prevent clotting.	
	Yellow	• Sodium polyanethane sulfonate (SPS) • Acid citrate dextrose additives (ACD): Solution A - 22.0 g/L trisodium citrate, 8.0 g/L citric acid, 24.5 g/L dextrose Solution B - 13.2 g/L trisodium citrate, 4.8 g/L citric acid, 14.7 g/L dextrose	8 8 8	SPS for blood culture specimen collections in microbiology. ACD for use in blood bank studies, HLA phenotyping, and DNA and paternity testing. Tube inversions ensure mixing of anticoagulant with blood to prevent clotting.	
Lavender	Lavender	• Liquid K ₂ EDTA (glass) • Spray-coated K ₂ EDTA (plastic)	8 8	K ₂ EDTA and K ₃ EDTA for whole blood hematology determinations. K ₂ EDTA may be used for routine immunohematology testing and blood donor screening.** Tube inversions ensure mixing of anticoagulant (EDTA) with blood to prevent clotting.	
White		• K ₂ EDTA and gel for plasma separation	8	For use in molecular diagnostic test methods (such as, but not limited to, polymerase chain reaction [PCR] and/or branched DNA [BDNA] amplification techniques.) Tube inversions ensure mixing of anticoagulant (EDTA) with blood to prevent clotting.	
Pink	Pink	• Spray-coated K ₃ EDTA (plastic)	8	For whole blood hematology determinations. May be used for routine immunohematology testing and blood donor screening.** Designed with special cross-match label for patient information required by the AABB. Tube inversions prevent clotting.	
Light Blue	Light Blue	• Buffered sodium citrate 0.105 M (3.2%) glass 0.109 M (3.2%) plastic • Citrate, theophylline, adenosine, dipyridamole (CTAD)	3-4 3-4	For coagulation determinations. CTAD for selected platelet function assays and routine coagulation determination. Tube inversions ensure mixing of anticoagulant (citrate) to prevent clotting.	
Clear					
Clear	Clear <small>Now Red/Light Gray</small>	• None (plastic)	0	For use as a discard tube or secondary specimen tube.	

Note: BD Vacutainer® Tubes for pediatric and partial draw applications can be found on our website.

SERUM VE PLAZMA



SERUM VE PLAZMA

- Kan vücut dışına alınır ve pıhtılaştırılsa jelatine benzer bir kitleye dönüşür ve pıhtının büzüşmesiyle, **serum** adı verilen sıvı dışarı çıkar. Serum plazmaya benzer fakat fibrinojen ve diğer pıhtılaşma faktörlerini içermez.
- Pıhtılaşma geri döndürülemez.
- Kanın içerisine pıhtılaşmayı engelleyen bir madde (**antikoagulan**) katılırsa, hücreler ağır oldukları için çöker ve böylece üstte **plazma** elde edilir.
- Bu şekliyle birbirinden ayrılmış kan şekilli elemanları ve plazma hafifçe karıştırılırsa tekrar kan elde edilmiş olur.

KAN PLAZMASI

% 91-92 su

% 7'si plazma proteinleri

Karaciğerde ve globulinler ayrıca lenf yumrularında ve mukozal dokularda da yapılırlar

albumin

Kanın ozmotik basıncını korur (% 80)

Hücrelerin yapım ve onarımı

globulinler

(**immunoglobulin**: lenf yumruları, mukozal dokularda lenfositler ve plazma hücrelerinin ürettiği γ - globulinleri de kapsadığı için)

Bağışıklık reaksiyonlarında görev alan çeşitli antikorları taşırlar

Antijen-antikor kompleksi oluştururlar

fibrinojen

Pıhtılaşmadan sorumludur

%2 diğer maddeler

NPN bileşikler (üre, ürik asit, kreatin, kreatinin, amino asitler, glutasyon, ksantin ve hipoksantin), elektrolitler (kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum klor, demir bakır kobalt, manganez, çinko, selenyum ve molibden), **besin maddeleri** (glukoz, nötral yağlar, fosfolipitler ve kolesterol), hormonlar, **gazlar**, metabolizma atıkları

Plazma proteinlerinin diğer işlevleri

- Kanın akışkanlığını ayarlayarak normal kan basıncının korunmasına yardım etmek
- Alyuvarların süspansiyon (kan içinde asılı durma) stabilitesini etkilemek
- Kan pH'sının değişmez tutulması
- Plazmada solüsyon içinde tutulan karbonhidratların, lipitlerin ve diğer maddelerin çözünebilirliğini etkilemek
- Besin maddeleri (kalsiyum, fosfor, demir, bakır, lipitler, yağda çözünen vitaminler, amino asitler), hormonlar (tiroksin, steroidler), kolesterol, serbest yağ asitleri, safra asitleri, bilirubin ve birçok ilacın (örneğin penisilin, sulfonamidler, streptomisin, barbitüratlar) taşınması

Kanın pH' sı

- Kanın reaksiyonu, hidrojen iyonu düzeyi ile belirlenir. Hidrojen iyon düzeyinin negatif logaritması pH' yı verir. Kanın pH' sını doğru ölçebilmek için kan gazlarından özellikle CO₂' in uçmasının engellendiği ortamda ölçüm yapılmalıdır.
- Kanın reaksiyonu hafifçe **alkalidir** ve **pH 7.4 (7.0-7.8)** civarındadır.
- Arteriyel kan, venöz kana göre hafifçe daha alkalidir.
- **Metabolizma sonucu *in vivo* olarak kana karışan**, karbonik, laktik, pürivik, fosforik, sülfürik ve ürik **asitler olmasına rağmen kanın pH' sı sabit kalabilir**. Bunun en önemli nedeni **kimyasal tampon sistemidir**. Diğerleri ise solunum ve boşaltım sistemleri tarafından karbondioksit, amonyak ve hidrojen iyonlarının uzaklaştırılmasıdır.

Kanın tampon* sistemleri

*Tampon, hidrojen iyonlarını çift yönlü reaksiyon ile bağlayan herhangi bir maddedir.

Karbonik
asit x
sodyum
bikarbonat

Primer sodyum
fosfat x
sekonder
sodyum fosfat

Hemoglobin x
oksihemoglobin
(alyuvarlarda)

Asit protein
x alkali
protein



Kan hacmi

- Hematokrit, hemoglobin, alyuvar sayısı, plazma protein düzeyleri ve diğer hematolojik parametreleri anlamak ve yorumlayabilmek için kan hacmi ile ilgili bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Kan hacmi değiştiğinde bu değerler değişmektedir.
- Bir hayvanın kanını boşaltarak kan hacmini ölçmek (direkt yöntem) imkansızdır.
- Canlı hayvanda kan hacmini belirlemeye yönelik çeşitli indirekt yöntemler (klinik yöntemler) vardır.
 - Radyoizotop yöntemi
 - Renkli madde (Evans mavisi) yöntemi
 - Karbonmonoksit yöntemi

Plazma hacmi $\times 100/100 - \text{hematokrit}$ veya

Alyuvar hacmi $\times 100/ \text{hematokrit}$

Örnek: hematokrit %40, plazma hacmi 3200 ml ise

Toplam kan hacmi = $3200 \times 100 / 100 - 40 = 5333$ ml olarak bulunur.

Alyuvarların görevleri

- Akciğerlerden alınan O_2 'yi dokulara götürmek
- Dokulardan madde değişimi sırasında oluşan CO_2 'yi akciğerlere taşımak
- Kanın alkali reaksiyonunun değişmez tutulmasını sağlamak
- Yüzeylerindeki antijenlerle kan gruplarının belirlenmesini sağlamak

Alyuvarlar (eritrosit)

Memelilerin kanındaki alyuvarlar çekirdeksiz ve hareketsiz hücrelerdir.

Memelilerin kanındaki alyuvarlar, 4-9 mikrometre çapları olan bikonkav diskler şeklindedir

- Bu şekil; Büyük yüzey alanı/hacim oranı, minimum difüzyon mesafesi ve ozmotik değişikliklere dayanma kapasitesi sağlar.

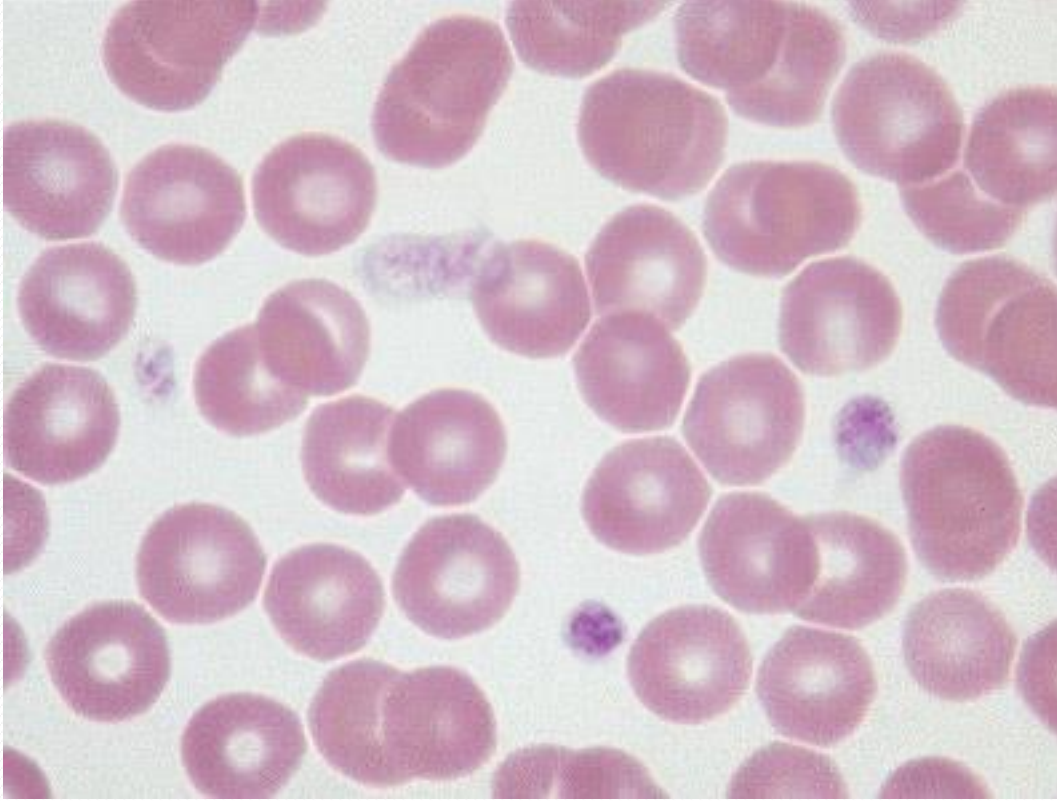
Dar yerlerden geçerken esnek yapısı avantaj oluşturur



Memeli alyuvarlarında çekirdek ve diğer organeller yoktur

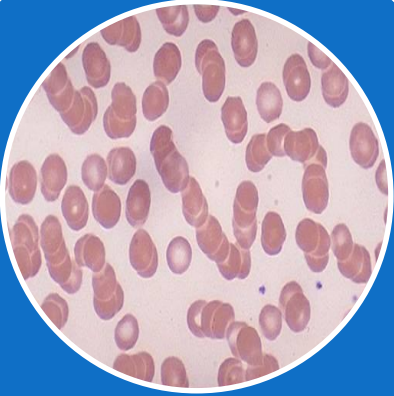
- Bunun sonucu, bölünme ve mitokondrial ATP oluşumu gözlemlenmez.

Köpeklerde alyuvarlar

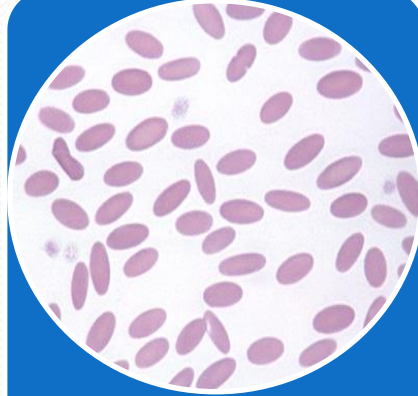


KÖPEK, alyuvarları diğer hayvanlara göre büyük, tek tip ve oldukça bikonkav hücrelerdir. Köpek eritrositlerinin yaşam süreleri 110-120 gün civarındadır.

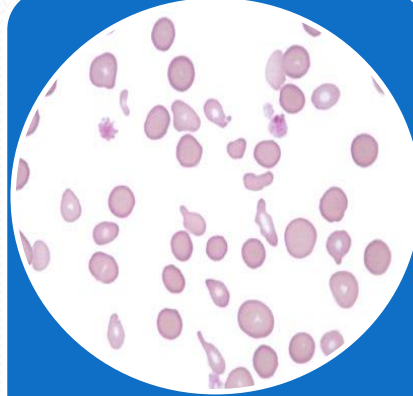
Çeşitli türlerde alyuvarlar



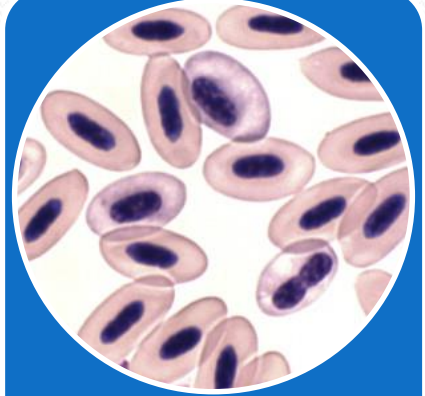
At alyuvarları,
hafifçe
bikonkavdırlar ve
rulo yapma
eğilimindedirler



Deve, alpaka, lama,
vikuna alyuvarları,
elips şeklindedir



Keçi alyuvarları, çok
küçük
olduklarından
bikonkavite azdır



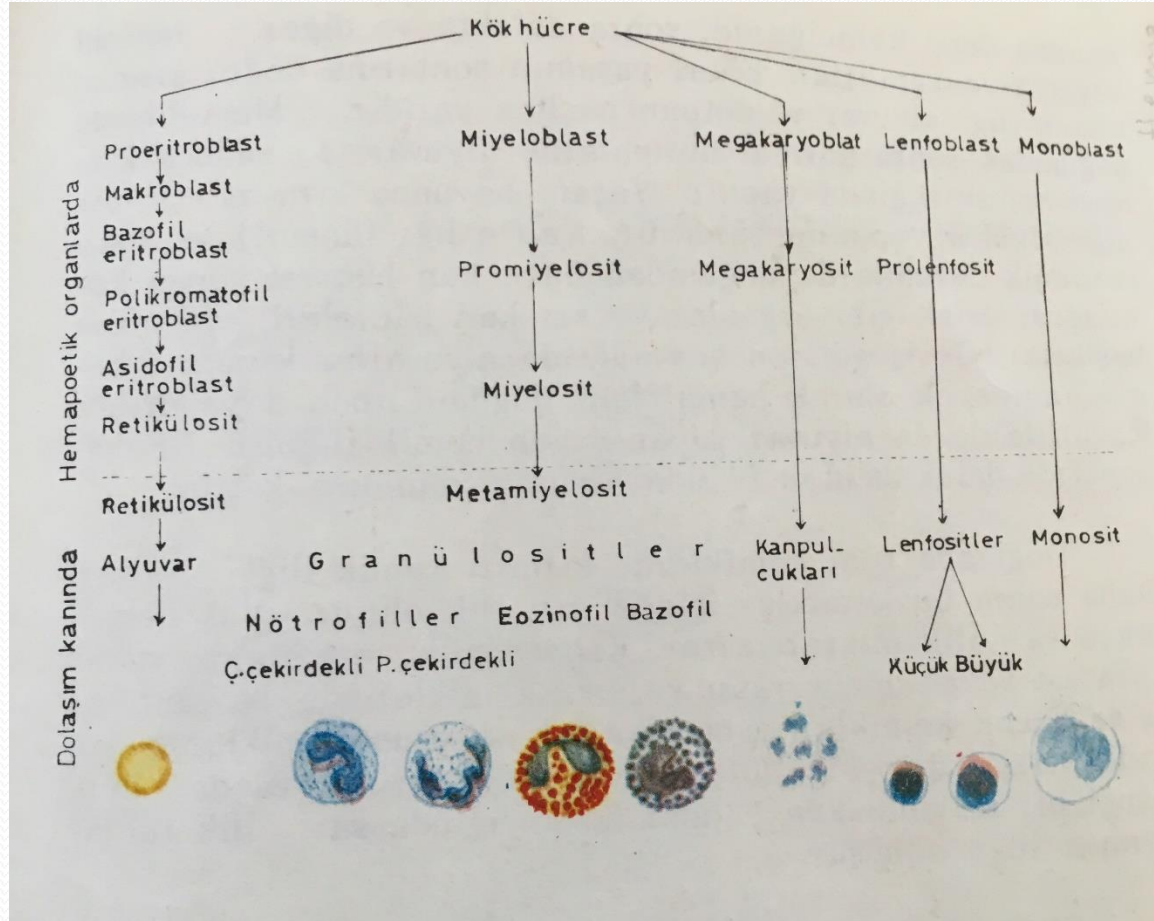
Değişken sıcakkanlı
hayvanların ve
kanatlıların
alyuvarları elips
şeklinde olup
çekirdeklidirler



Kan hücrelerinin kökenleri

- Doğumdan önceki yaşamın ilk evrelerinde kan hücrelerinin yapımı (**hematopoesis**), vitellus kesesi (yumurta sarısında), organlar oluşmaya başlayınca karaciğerde, sonra dalak ve diğer lenfoid organlarda sürer. Fötal yaşamın sonlarına doğru karaciğerdeki yapım durur. Bunun yerine, **kırmızı kemik iliği**, alyuvarların, granüllü akyuvarların, kan pulcuklarının ve monositlerin; **lenf folikülleri, lenf düğümleri, timüs ve dalak** ise lenfositlerin yapıldığı yer haline alırlar.

Kan hücrelerinin oluşumu ve gelişimi (hematopoezis)



Retikülosit

- Erişkin hayvanlarda, çevresel dolaşımdaki alyuvarların % 0.5-2'si, yeni doğanlarda ise % 0-95'i retikülosit olabilir.
- Yüksek miktardaki retikülosit sayısı; kanama, makrositer anemi, yanlış kan transfüzyonları veya başarılı demir tedavisinin göstergesidir. **Alyuvar ihtiyacını arttıran durumlarda, birçok hayvanın kemik iliğinden, genç ve çekirdekli alyuvarlar ve retikülositler dolaşım kanına verilir. Atlar bu şekilde tepki vermezler.**
- **Anemik hayvandaki düşük retikülosit sayısı kırmızı kemik iliği probleminin (Aplastik anemi) göstergesidir.**
 - **Lösemi, beslenme yetersizliği veya kırmızı kemik iliği hasarları sonucu eritropoietin görevini yeterince yerine getirememekte veya böbrek hastalıkları ve enfeksiyonlar da düşük retikülosit sayısına neden olmaktadır.**

Hayvanlarda alyuvar sayıları

TÜR	Alyuvar sayısı (x 10 ⁶ /μl)	Hemoglobin miktarı (g/dl)	Hematokrit (%)
Köpek	5,5 -8,5	12 - 18	37 - 55
Kedi	5,0 -10,0	10- 15	30 - 45
Sığır	5,0 -10,0	8 - 15	24 - 46
At	7,0 - 11,0	11,5 - 16	34 - 45
Domuz	5,0 - 8,0	10- 16	32 - 50
Koyun	9,0 - 15,0	9 - 15	27 - 45
Keçi	8,0 - 18,0	8 - 12	22 - 38

Alyuvar sayısı mm³ veya μl kandaki miktarı olarak ifade edilir. Bu miktar hayvanın ırkına, yaşa, cinsiyete, beslenme durumuna, egzersize, laktasyon, gebelik, yumurta üretimi, heyecanlanma, günün saati, canlının yaşadığı ortama, yüksekliğe ve diğer iklimsel faktörlere göre değişiklikler gösterir.

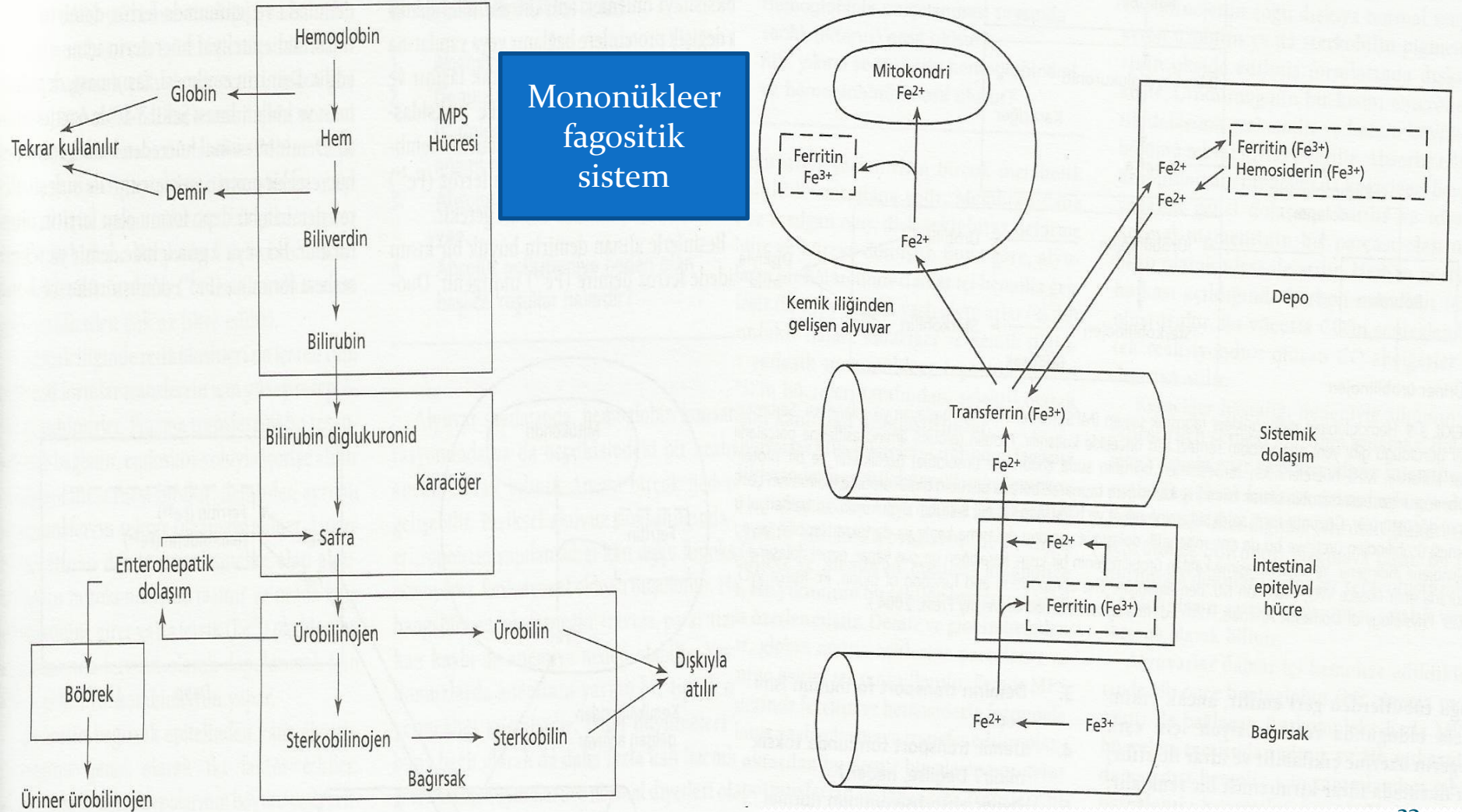
Alyuvarların yaşam süreleri

- Alyuvarların ortalama yaşam süreleri **köpekte 100 - 130 gün**, **kedilerde 70 - 80 gün**, **atlarda 140 - 150 gün**, **domuzlarda 75 – 95 gün**, ergin ruminantlarda 125 – 150 gün iken **kuzularda ve buzağılarda 50 – 100** gündür. Bu süre tavşan, sıçan ve fare gibi laboratuvar hayvanlarında 55-60, tavuklarda ise 28-30 gündür.
 - Kılcal damarlardan geçerken sürtünmeye bağlı olarak yıpranırlar
 - Organelleri olmadığından bu yıpranma tamir edilemez
- Yaşam sürelerini dolduran alyuvarlar, kemik iliği, dalak veya karaciğerdeki yerleşik makrofajlar tarafından parçalanırlar. % 10 kadar alyuvar ise dolaşımda yıkımlanır.
- Yıkım ürünleri tekrar alyuvar yapımı için değerlendirilir.

Alyuvarların yıkımı

Arkaya bakalım!

Mononükleer fagositik sistem



Arkaya
bakalım!

Alyuvar yapımı

Eritropoetin	Böbrekler (peritübüler intersitisyel hücreler) ve karaciğerde yapılır.
İntrinsik faktör (IF)	Midede parietal hücrelerden salgınır
Vit B ₁₂	DNA sentezi
Folik asit	DNA ve RNA sentezi
Demir, bakır ve kobalt	Demir hemoglobinin yapı taşı oluşturur, bakır ise hemoglobin sentezinde esansiyel bir koenzim veya katalizördür.
Diğer B grubu vitaminler (piridoksin, riboflavin, nikotinik asit, pantotenik asit, tiyamin, biyotin) ve askorbik asit	Yetersizliklerinde alyuvarların gelişmeleri aksar
ACTH, tiroit hormonları, testosteron	Alyuvar yapımının düzenlenmesi için gerekirler

Hematokrit

- Kan hücreleri hacminin kan hacmine oranına hematokrit denir. **Klinik olarak kullanışlı bir hematolojik testtir.** Hematokrit değeri, uygun ve yeterli miktarda antikoagulan ile karıştırılan kan örneklerinden santrifüj edilerek bulunabilir.

- Hematokrit değeri; **Alyuvar kütlesi** (Paket alyuvar hacmi, PCV), alyuvarlar ve **trombosit** bileşenlerinden oluşmaktadır.
- İnsan ve çeşitli hayvan türlerinde hematokrit değeri % 50'nin altındadır

Hematokrit değeri değişme nedenleri

- **Hemokonsantrasyon, PCV ↑**
 - Dehidrasyon ve şok
- **Vücutta su tutulumunun artması, PCV ↓**
 - Gebelik ve kortizon tedavisi
- **Alyuvar sayısında azalma, PCV ↓**
 - Anemi
- **Polisitemi (Alyuvar sayısının artması), PCV ↑**
 - Asfeksi ve heyecanlanma
 - Polisitemi vera

Hemoglobin (Hb)

- Globin bir proteindir ve 4 polipeptit zincirinden oluşmuştur.
- Kan renkli maddesi olan bir molekül **hem**, polipeptit zincirine bağlanmıştır.
- Her molekül hem bir demir iyonu (Fe^{+2}) bulundurur ki bu iyon oksijen/karbondiyoksit molekülü ile reverzibl olarak bağlanır.
- Hb' nin moleküler ağırlığı 66000-69000 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Hemoglobinin kandaki miktarı

- Hemoglobinin kandaki miktarı gram/desilitre olarak belirtilir.
- Alyuvar sayısını değiştiren faktörler hemoglobin miktarını da değiştirir.

TÜR	Hemoglobin miktarı (g/dl)
Köpek	12 - 18
Kedi	10- 15
Sığır	8 - 15
At	11,5 - 16
Domuz	10- 16
Koyun	9 - 15
Keçi	8 - 12

Oksijen-hemoglobin dissosiasyon eğrisi

- Fötal hemoglobin ve miyoglobin eğrilerinin daha dik olması sonucunda oksijen basıncındaki her birim düşüşte daha fazla oksijen serbest kalır. Böylece dokulara daha fazla oksijen bırakılır.

Fötusta ve erişkinlerde oksijen taşınımı

Evcil kedi dışında, fetal kandaki Hb'nin oksijene affinitesi erişkin kanındaki Hb'den daha yüksektir.

- Kedi fötüslerinde, plasenteasyonun özel yapıda olması ve zıt-yünlü kan akımı prensibi nedeniyle bu türde oksijen fötusa yeterli düzeyde taşınır ve oksijene olan affiniteyi artırmaya gerek kalmaz.
- Ruminant fötüslerinin Hb'si ise yapısal olarak yetişkin Hb'sinden farklıdır ve yüksek oksijen affinitesine sahiptir. Örn: buzağılarda doğum dönemindeki Hb'nin %41-100 fetal hemoglobindir (HbF). Doğumdan sonra hızla HbA ile yer değiştirir.
- Köpek, at ve domuzlarda ise fetal Hb'ler yapısal olarak büyük fark göstermezler fakat bu hayvanlarda 2,3-BPG düzeyi erişkin alyuvarlarına göre oldukça düşüktür. Sonuç olarak fetal alyuvarların oksijene affinitesi daha yüksektir.

Hemoglobin bileşikleri

- Oksihemoglobin (Hb+O₂)
 - 1 g hemoglobin yaklaşık olarak 1,34 ml oksijeni reverzibl bağlar
- Karbominohemoglobin (Hb+CO₂)
 - Karbondioksitle yapılan reverzibl bileşik
- Redükte hemoglobin (HHb, deoksihemoglobin)
 - **Kandaki miktarı 5 gr/ dl düzeyinin üzerine çıkması siyanoz oluşumuna neden olur.**
- Methemoglobin
 - Sülfonamidler, anilin, fenasetin, klorat, nitritler ve kırmızı mantarlarla zehirlenmelerde demir 3 değerli hale okside olur ve oksijen taşıyamaz
- Sulfhemoglobin
 - Methemoglobin+sülfitle zehirlenme
- Karboksihemoglobin (HbCO)
 - Hemoglobinin CO' e affinitesi O₂ olan affinitesinden 210 kat fazladır. CO ile irreverzibl bileşik oluşturur.
- Azotmonoksit hemoglobin
 - Nitritli dumanların solunması durumlarında oluşan pembe renkli bir hemoglobin bileşimidir.
- Siyanhemoglobin
 - HCN solunması sonucu oluşan bir hemoglobin bileşimidir
 - İnorganik siyanür bileşiklerinin ağızdan alınması sonucu siyanmethemoglobin oluşur.

Arkaya bakalım!

CO₂'nin taşınması

- Total CO₂'nin sadece % 23'ü hemoglobin ile dokulardan akciğerlere taşınabilir (HbCO₂)
- Plazma proteinlerine bağlanarak (%5 H₂CO₃)
- Hidrasyon reaksiyonuyla, CO₂'in % 70'inden fazlası ise bikarbonat formunda taşınabilir (HCO₃⁻)

Miyogloblin

- Kas hemoglobini de denir. Hem grubu ve tek bir polipeptit zincirinden oluşan gerçek bir hemoglobindir.
- Miyogloblin Hb'nin serbest bıraktığı oksijenle birleşir, geçici olarak depo eder ve gerektiğinde oksijeni mitokondriye götürür
- Oksijenin kısmi basıncının düşük olduğu durumlarda serbest bırakır
- Miyogloblin kaslarda oluşur ve kaslarda yıkılır. Kasların yaralanmasında kana geçer ve idrarla dışarı atılır

Alyuvarların büyüklüğü ve hemoglobin içeriği

Arkaya bakalım!

Alyuvarların % hacmi (hematokrit)

1 mm³ (µl) kanda alyuvar sayısı

Hemoglobin miktarı (100 ml veya dl kanda gr olarak)

Wintrobe alyuvar indeksi

Ortalama alyuvar hacmi (OAH, MCV) = (Hematokrit/Alyuvar sayısı) x 10

Ortalama alyuvar hemoglobini (OAHb, MCHb) = (Hemoglobin/Alyuvar sayısı) x 10

Ortalama alyuvar hemoglobin derişimi (OAHbK, MCHC) = (Hemoglobin/Hematokrit) x 100

Alyuvarların evcil hayvanlarda çapı, keçilerdeki 4 µm ile köpeklerde 7 µm arasında yer alır. Bu ölçümler kuru frotilerden elde edilmektedir. Dolayısıyla bu değerleri % 25 arttırmak gerekmektedir.

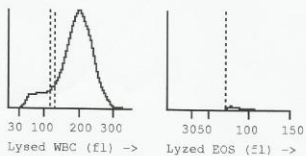
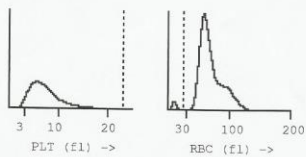
A.U VETERINER FAKULTESI KLINIK TANI LABORATUARI

ID = IREM ESER
 ID2 = IC HASTALIKLARI
 SEQ = 62 KOPEK 5 DIFF OT
 DATE= 04/06/2012
 TIME= 10:01:07 Normal ranges:

WBC = H 18.8	10 ⁹ /l	6.0	: 17.0
LYM = 2.1	10 ⁹ /l	0.9	: 5.0
MONO= 0.7	10 ⁹ /l	0.3	: 1.5
NEUT= H 15.6	10 ⁹ /l	3.5	: 12.0
EOS = 0.4	10 ⁹ /l	0.1	: 99.9
LYM%= 11.4	%	0.0	: 99.9
MON%= 3.4	%	0.0	: 99.9
NEU%= 83.0	%	0.0	: 99.9
EOS%= 2.2	%	0.1	: 99.9

RBC = 5.55	10 ¹² /l	5.50	: 8.50
HGB = 13.5	g/dl	12.0	: 18.0
HCT = 38.1	%	37.0	: 55.0
MCV = 68.5	fl	60.0	: 72.0
MCH = 24.4	pg	19.5	: 25.5
MCHC= 35.6	g/dl	32.0	: 38.5
RDWa= L 34.5	fl	35.0	: 53.0
RDW%= 14.0	%	12.0	: 17.5

PLT = L 172	10 ⁹ /l	200	: 500
MPV = 7.6	fl	5.5	: 10.5



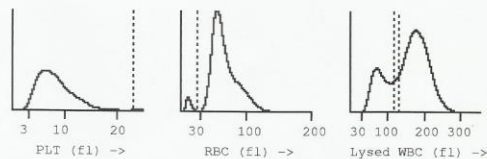
A.U VETERINER FAKULTESI KLINIK TANI LABORATUARI

ID = MAHMUT BILICI
 ID2 = IC HASTALIKLARI
 SEQ = 67 KOPEK 3 DIFF OT
 DATE= 04/06/2012
 TIME= 11:25:45 Normal ranges:

WBC = 11.2	10 ⁹ /l	6.0	: 17.0
LYM = 3.0	10 ⁹ /l	0.9	: 5.0
MONO= 0.7	10 ⁹ /l	0.3	: 1.5
GRAN= 7.5	10 ⁹ /l	3.5	: 12.0
LYM%= 27.5	%	0.0	: 99.9
MON%= 5.2	%	0.0	: 99.9
GRA%= 67.3	%	0.0	: 99.9

RBC = 5.82	10 ¹² /l	5.50	: 8.50
HGB = 13.9	g/dl	12.0	: 18.0
HCT = 38.0	%	37.0	: 55.0
MCV = 65.3	fl	60.0	: 72.0
MCH = 23.9	pg	19.5	: 25.5
MCHC= 36.5	g/dl	32.0	: 38.5
RDWa= 36.8	fl	35.0	: 53.0
RDW%= 16.5	%	12.0	: 17.5

PLT = 292	10 ⁹ /l	200	: 500
MPV = 8.3	fl	5.5	: 10.5



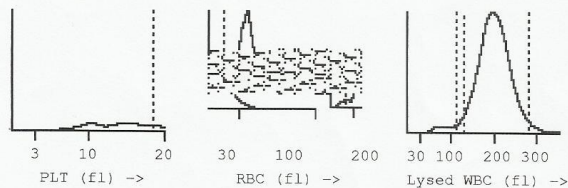
A.U VETERINER FAKULTESI KLINIK TANI LABORATUARI

ID = LUTFIYE EJDER
 ID2 = IC HASTALIKLARI
 SEQ = 1324 KEDI 5 DIFF OT
 DATE= 01/10/2012
 TIME= 14:08:35 Normal ranges

WBC = H 28.8 $10^9/l$ 5.5 : 19.5
 LYM = 1.1 $10^9/l$ 1.0 : 7.0
 MONO= 0.8 $10^9/l$ 0.2 : 1.0
 NEUT= H 26.0 $10^9/l$ 2.8 : 13.0
 EOS = 0.9 $10^9/l$ 0.1 : 99.9
 LYM%= L 3.8 % 15.0 : 60.0
 MON%= 2.6 % 0.5 : 11.0
 NEU%= H 90.5 % 25.0 : 85.0
 EOS%= 3.1 % 0.1 : 12.5

RBC = L 3.08 $10^{12}/l$ 5.00 : 11.00
 HGB = L 7.0 g/dl 8.0 : 15.0
 HCT = L 17.3 % 25.0 : 45.0
 MCV = H 56.2 fl 39.0 : 50.0
 MCH = H 22.9 pg 12.5 : 17.5
 MCHC= H 40.7 g/dl 31.0 : 38.5
 RDW= 32.7 fl 20.0 : 35.0
 RDW%= H 18.8 % 14.0 : 18.5

PLT = L 109 $10^9/l$ 200 : 500
 MPV = H 12.3 fl 8.0 : 12.0



WBC DIFF: Granulocyte predominance, slide review advised.
 WBC: Leukocytosis; slide review advised.
 PLT: Evaluate platelets on slide.
 HCT: Anemia; evaluate RBC on slide.
 MCV: Evaluate histogram & RBC morphology on slide.

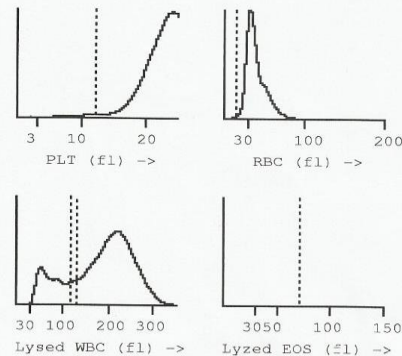
A.U VETERINER FAKULTESI KLINIK TANI LABORATUARI

ID = H YUSUF INANC
 ID2 = CERRAHI
 SEQ = 787 KOPEK 5 DIFF OT
 DATE= 08/08/2012
 TIME= 10:48:02 Normal ranges

WBC = 11.7 $10^9/l$ 6.0 : 17.0
 LYM = 2.4 $10^9/l$ 0.9 : 5.0
 MONO= 0.5 $10^9/l$ 0.3 : 2.5
 NEUT= 8.5 $10^9/l$ 3.5 : 12.0
 EOS = 0.3 $10^9/l$ 0.1 : 19.0
 LYM%= 21.0 % 12.0 : 30.0
 MON%= 3.6 % 2.0 : 13.0
 NEU%= H 72.7 % 35.0 : 70.0
 EOS%= 2.7 % 0.1 : 19.0

RBC = H 9.87 $10^{12}/l$ 5.50 : 8.50
 HGB = 14.5 g/dl 12.0 : 18.0
 HCT = L 36.7 % 37.0 : 55.0
 MCV = L 37.2 fl 60.0 : 72.0
 MCH = L 14.7 pg 19.5 : 25.5
 MCHC= H 39.4 g/dl 32.0 : 38.5
 RDW= L 18.9 fl 35.0 : 53.0
 RDW%= H 18.3 % 12.0 : 17.5

PLT = L 148 $10^9/l$ 200 : 500
 MPV = 8.4 fl 5.5 : 10.5



PLT: Evaluate platelets on slide.
 MCV: Evaluate histogram & RBC morphology on slide.

Kan depo eden organlar

- Dalak
 - Kan rezevuarı
 - Hematopoez
 - Alyuvarların ortadan kaldırılması
 - Lenfosit yapımı ve MFS hücreleri
 - Safra pigmentinin oluşumu ve demirin depo edilmesi
- Hemal yumrular (hemolenf)
- Karaciğer

Kanın özgül ağırlığı

- Kanın özgül ağırlığı suya oranlanarak belirlenir. Bunun için piknometre denen bir kaba konularak tartılması gerekmektedir.
- Kan içinde hücresel yapıların özgül ağırlıklarının daha yüksek olmasından ötürü, pıhtılaşması önlenmiş kan bir tüpe konulduğunda hücreler çökme eğilimindedir.

Tür	Tam Kan	Plazma	Alyuvar
At	1,053	1,023-1,029	1,116
Sığır	1,052	1023-1,029	1,084
Köpek	1,056	1,023-1,027	1,098
Domuz	1,046		1,095

Alyuvar çökme hızı (Sedimentasyon hızı)

- Kan şekilli elemanlarının plazma içinde çökmesine sedimentasyon denir.
- Normal durumlarda sedimentasyon insanlarda ve her hayvan türünde değişik olmak üzere belirli bir hızla meydana gelir.
- Hayvan türüne göre dikey veya 45° eğimli tutulan tüpler içinde yapılır.
- **Hayvanın sağlık durumu hakkında bilgi veren bir kan testidir.**
 - Hastalıkların büyük bölümünde hız artar (Romatizma, tüberküloz, kötü huylu tümörler, gebelik, anemi)
 - Bazı hastalıklarda hız azalır (Hepatitis, miyoglobinüri, furbür, gastroenteritler)
- Atların alyuvarları kolay çökerken sığırlarınki zor çöker.
- Aneminin gelişimiyle eş zamanlı olarak alyuvarların çökme hızı artar. Kas içi (İM) yolla demir enjeksiyonu , aneminin tedavisinden çok daha önce alyuvar çökme hızını normal düzeye getirir.

Tür	Sedimentasyon hızı (mm/saat)	
Kedi	53 mm/saat	%27 Hematokrit
Kedi	15 mm/saat	%37 Hematokrit
At	135 mm/saat	
Sığır	1,2 mm/saat	90°
Sığır *	16,5 mm/saat	45°
Domuz	5 mm/saat	
Köpek	6 mm/saat	

Çökme hızı çeşitli hayvan türlerinde farklıdır

- Sığır, manda, koyun, keçi, lama, deve, domuz tavşan, kobay ve tavuklarda diğer hayvanlardan farklı olarak çok yavaştır
 - Bu nedenle Westergreen ve Frimberger sedimentasyon araçları 45° eğik tutulur
- At, kedi, köpek gibi hayvanlarla insanlarda sedimentasyon hızlı olduğundan sedimentasyon sehpaları dik tutulur

Şekilli elemanların çökme hızına etki eden faktörler

- İç etmenler
 - Fibrinojen, albumin, kolesterol düzeyleri yükselince çökme hızı artar
 - Alyuvarların sayılarının artması ya da çaplarının küçüldüğü durumlarda hız yavaşlar
 - Anemilerde ve çapları büyüdüğünde çökme hızlanır
- Dış etmenler
 - Ortam ısısı
 - Kullanılan antikoagulanın çeşidi ve miktarı
 - Sedimentasyon tüpünün eğilmesi

Kan grupları terminolojisi


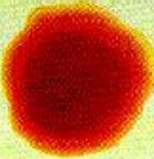

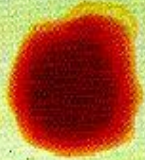
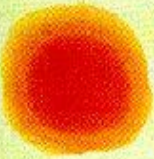
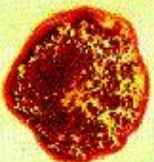

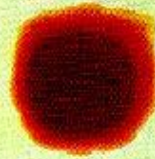
- Kan gruplarını belirleyen antijenler alyuvarların yüzeylerinde bulunurlar ve genetik olarak belirlenmiş glikoprotein veya glikolipit yapısındadır.
 - Antijen; Aglütinojen, reseptör veya izoantijen
 - Antikor; aglütinin, izoaglütinin (**Plazmada bulunular**)
- Alyuvarların birbirleriyle birleşerek yığınlar (**Aggregasyon**) yaparak çökmeleri (**Aglütinasyon**)
- Alyuvarların erimeleri (**Hemoliz veya lizis**)

İnsanlarda kan grupları ve sistemleri

- En az farklı 24 kan grubu belirlenmiştir
 - ABO, Rh, Lewis, Kell, Kidd ve Duffy sistemleri

Kan grupları

ABO Blood Reactions

	Blood type				
	A	B	AB	O	
Anti-A					Anti-A
Anti-B					Anti-B

Aşağıya
bakınız

RH sistemi

- Antijen, ilk olarak *Rhesus* maymununun alyuvarlarında bulunmuştur
- Alyuvarlarının yüzeyinde Rh aglütinojeni bulunan insanlar Rh+ kabul edilir. Normal koşullarda plazmada anti-Rh antikorları bulunmaz
- Antikor, sadece Rh- kanda, antijen uygulanmasıyla elde edilebilir
 - Rh+ kanın transfüzyonu
 - Gebelik sırasında Rh+ kan taşıyan fötüs
- Antijenin ikinci defa uygulanması, alyuvarların hemolize olması ile sonuçlanır



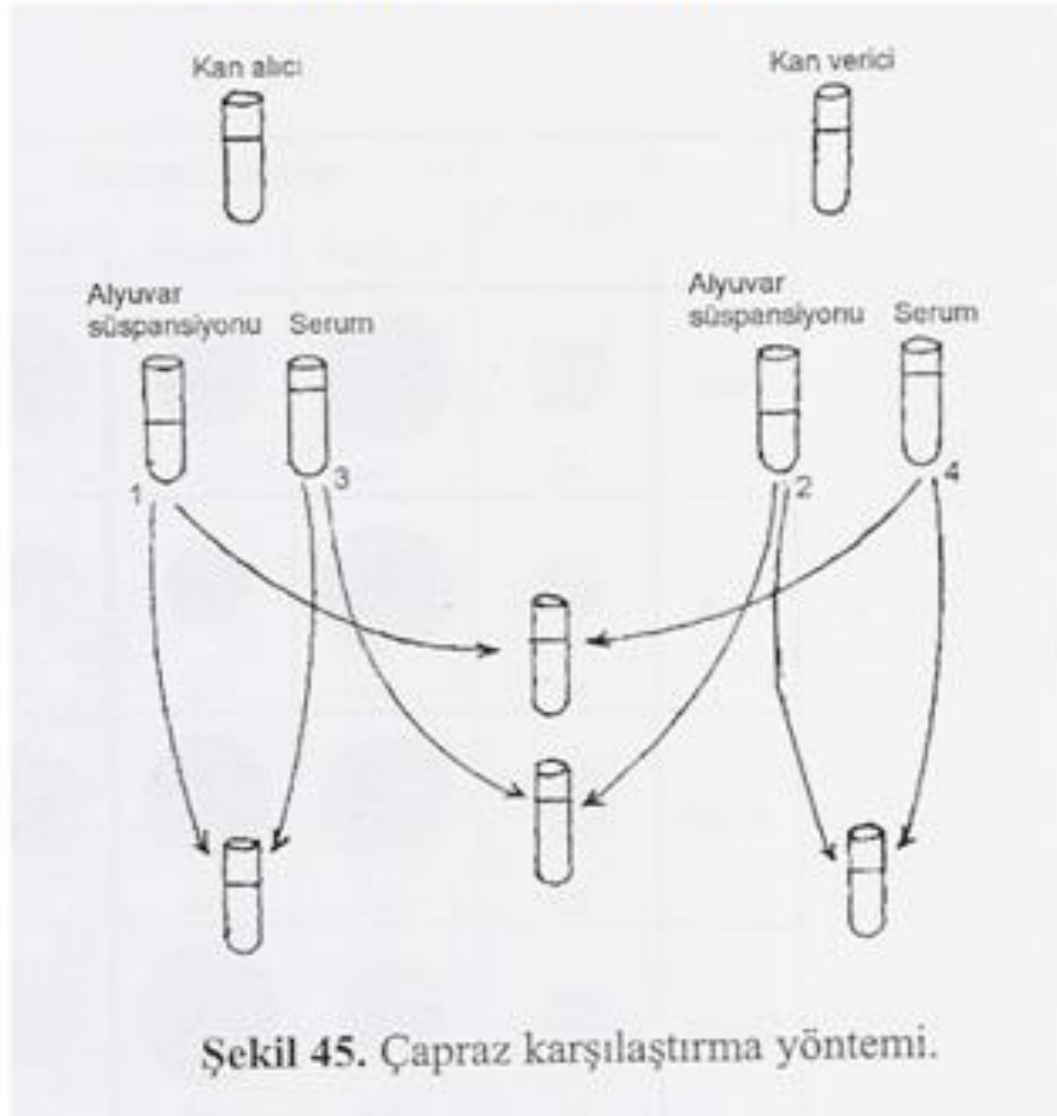
Köpek ve kedilerde kan grupları

- Kedilerde, AB kan grubu sistemi içerisinde A, B ve ender olarak rastlanan AB olmak üzere üç çeşit kan grubu bulunmaktadır.
- **A kan grubu, en yaygın olan kan grubudur. Düşük titrede anti-B antikorunu içerir. Bu kan grubunu taşıyan kedilere B kan grubu alyuvarlar verilirse bu hücrelerin yarılanma ömrü 2 gün kadardır ve minör (az düzeyde) transfüzyon reaksiyonları gözlemlenir.**
- **B kan grubu, daha az yaygındır. Yüksek titrede Anti-A antikoruna sahiptir. Bu kan grubuna sahip kedilere 1 ml dahi A grubu kan verilerse ölümlü sonuçlanan reaksiyon görülür!!!**
- **AB kan grubu, oldukça ender görülmektedir. A veya B antijenlerine karşı antikor bulunmamaktadır. Her iki grubun da yıkanmış alyuvarları güvenle verilebilir.**
- Köpeklerde, 13' den fazla kan grubu tanımlanmıştır. Bu kan grupları **DEA (Dog Erythrocyte Antigen)** olarak isimlendirilmiş ve numaralandırılmıştır. Örneğin; DEA 1.1, DEA 1.2 ve DEA 1.3 (A sistemi)
- Köpeklerde, diğer kan gruplarına karşı doğal olarak oluşmuş antikorlar klinik açıdan önemsenmeyecek kadar azdır. Bu nedenle yanlış yapılan kan transfüzyonları dahi **ilk seferde** klinik açıdan tehlike oluşturmaz. *****Anti-DEA 1.1 veya 1.2 antikorunu içeren plazma veya tam kan aktarımında alıcı (recipient) köpeklerde hemolitik transfüzyon reaksiyonu oluşturur. Bu nedenle verici (donör) köpeklerin plazma ve tam kanlarında söz konusu antikorun olmadığı tespit edilmelidir.**
- Ayrıca önceden yapılan bir kan transfüzyonu sonucu DEA 1.1'e duyarlı hale gelmiş köpeklerde (DEA 1.2) yüksek düzeyde antikor titresi oluşur. Ticari olarak satılan Anti-DEA1.1 test serumu ile vericinin (Donör) kan grubunun DEA 1.1 olmadığı ortaya konduktan sonra kan nakli yapılmalıdır.

Atlarda ve sığırlarda kan grupları

- Atlarda, 7 genetik sistem (EAA, EAC, EAD, EAK, EAP; EAQ ve EAU) içinde 34 faktörle belirlenen kan grupları vardır. Buna karşın birkaç teşhis laboratuvarı bulunmaktadır. **Ticari bir test serumu da bulunmamaktadır.** Her ne kadar atlarda seyrek olarak kan transfüzyonuna ihtiyaç duyulsa da hemaglutinasyon çapraz karşılaştırma testi kan aktarmalarında en güvenli yol olarak kabul edilmektedir. Sıklıkla kan transfüzyonununun, sıvı kaybının yerine konması için gerektiği ancak alyuvarların yerine konması zorunlu olmadığı durumlarda ise **plazma tranzfüzyonu klinik gereklilik durumunda** uygulanabilir. Çünkü genel olarak atların plazmalarında aglutininler bulunmamaktadır.
- Sığırlarda, 11 kan grubu sistemi vardır. İki allel içeren L antijeni olduğu gibi, B sistemi gibi 600' den fazla farklı allel içeren kompleks sistemlerde vardır. Tüm kan grubu sistemleri göz önünde bulundurulursa milyonlarca farklı kan grubu kombinasyonu oluşabilmektedir.
- Koyunlarda 7, domuzlarda ise 16 kan grubu sistemi vardır.
- Sığır, domuz, koyun, keçi ve lamalarda kan grubu tespiti pratikte mümkün olmadığı için zorunlu durumlarda ya plazma transfüzyonu ya da **tek sefer ve** uygun olmasa da farklı bir kan grubu tranfüzyonu yaşam kurtarıcı olarak düşünülmelidir.

Çapraz Karşılaştırma



Akyuvarların görevleri

- Bakteri ve bazı zehirlere karşı antitoksik maddeler salarak ve fagositoz özellikleri yardımıyla bedeni zararlı mikroorganizmalardan korumak
- Bazofillerde yapılan heparinle damar içindeki kanın pıhtılaşmasını önlemek
- Yağ emilimine yardım etmek ve yabancı proteinleri parçalayarak organizmanın bileşimini korumak
- Hücrelerin onarımı ve yenilenmelerini sağlamak
- Bağışıklıkta görev almak

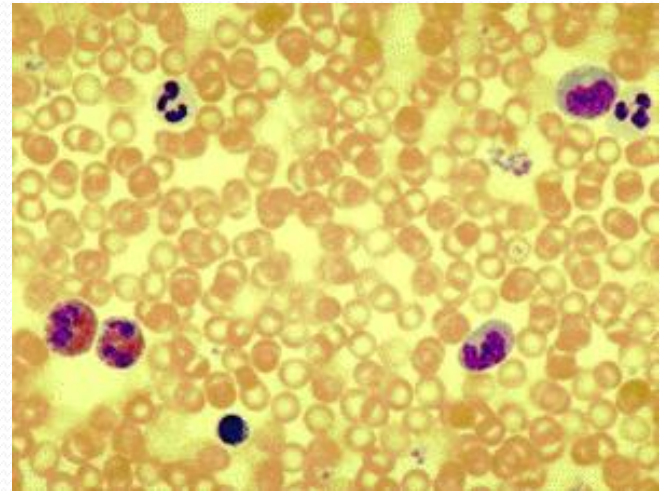
Akyuvar tipleri ve görünümleri

- Akyuvarlar sitoplazmalarında granüller içeren granülositler veya çok az sayıda granüller içeren agranülositler olarak sınıflandırılırlar
 - Granüllü akyuvarlar; nötrofil, **eozinofil** ve **bazofiller**dir
 - Agranüler akyuvarlar ise monositler ve lenfositlerdir
- Granülositler (miyeloblast) ve monositler (monoblast)kemikiliğinde, lenfositler (lenfoblast) lenf yumruları, dalak, tonsiller, bağırsaklar ve başka yerlerdeki lenfoid organ ve dokularda yapılırlar.

Nötrofil (Granülosit)

- Polimorfnükleer lökositler
- Çekirdekleri 2 - 5 lobludur ve bu loblar birbirleriyle ince bağlantılar yapmışlardır
 - Yaşlı hücrelerin çekirdekleri daha fazla lobludur
 - Genç hücreler, bant nötrofil olarak isimlendirilir, çünkü nukleusları nal şeklindedir
- Granülleri mavi, kırmızı veya lila renkli ve çok küçüktür
- Çapları 10-15 mikron kadardır
- **Dolaşımdaki akyuvarların % ?'i nötrofillerdir**

Nötrofil



Psödoeozinofil (heterofil)

Kanatlılarda
nötrofillere
benzeyen hücrelere
heterofil denir.

Memelilerde
granüller nötrofilik
olmasına karşın,
kuşlarda bu hücreler
asidofiliktir ve
granülleri de mekik
veya iğ şeklindedir.

Nötrofil görevleri

- Bakterilere karşı en hızlı cevabı veren akyuvarlardır
- **Bakterilere karşı etkileri (azurofilik ve özel granüller)**
 1. Lizozom enzimi salarak fagosite edilen bakteri, virus ve hücrel döküntüleri parçalar ve sindirebilirler.
 2. Kuvvetli oksidan maddeler salarlar (H_2O_2). Bu madde kuvvetli bakterisit etkilidir.
 3. Antibiyotik gibi etki gösteren proteinler (defensin), bakteri duvarını yıkımlarlar.

Aşağıya
bakınız

Yangı bölgesine akyuvarların göçü

- Kemotaksi : Yangılı dokudan ortaya çıkan ürünler veya bakteriler kimyasal davetiyeler salarlar (kemotaksik maddeler)
- Marjinasyon : Bu maddeler damar geçirgenliğini artırırken aynı zamanda nötrofillerin damar endoteline yapışmasını sağlar
- Diapedez : Nörofillerin kılcal damar (endotel hücrelerin) aralıklarından geçmesi
- Bazı akyuvarların yangı bölgesine amipsi hareketlerle gitmesi
- Fagositoz

Eozinofil (Granülosit)

- Boyanmış frotilerde, **kırmızı üniform granülleri olan hücreler** olarak görünürler.
- Çekirdekleri 2-3 lobludur ve bu loblar birbirine iplikçiklerle bağlıdır
 - Çekirdekleri net görünür
- Hemen hemen nörofillerle aynı büyüklükte ve çapları 14-20 mikrondur.
- Kanatlı eozinofilleri, heterofillere benzerlik gösteririler. Ancak, granülleri yuvarlak ve donuk kırmızıdır. Çekirdekleri de sıklıkla iki lobludur, ve heterofillere göre daha mavi boyanır.
- Dolaşım kanındaki akyuvarların % 2-4'ünü oluştururlar

Eozinofil görevleri

- Kılcal damarlardan ayrılarak doku sıvısına girebilirler.
- Granülleri allerjik kökenli lokal yangısal reaksiyonları tamponlayan ve sonlandıran birçok enzim içerir. Örn: Histaminaz enzimi salarlar.
 - Bazofillerin neden olduğu yangıyı azaltırlar
- Paraziter enfeksiyonlarda sayıları artar. Parazitik formlar opsonize edilir.
- Antijen-antikor kompleksini fagosite ederler.
- Granüllerinde plazminojen de bulunur
- Kortizol eozinofil sayısını azaltır.
 - Stres
 - Cushing sendromu
 - Kortizol enjeksiyonu eozinofil sayısını düşüren durumlardır.

Bazofil (Granülosit)

- Büyük, koyu mor ya da siyah, değişik büyüklükteki granüller bazik boyalarla boyanır.
 - Çekirdekleri bu granüller tarafından maskelenebilir
- Düzensiz, S şeklinde ve iki loblu çekirdekleri vardır.
- Çapları 10-18 mikrondur.
- Dolaşım kanındaki akyuvarlar içinde % 1'den az bulunurlar.

Bazofil görevleri

- Granüllerinde, heparin, histamine & bradikinin, serotonin ve lizozomal enzim üretirler.
 - Yangı ve alerji reaksiyonlarıyla ilgilidirler. Allerjik reaksiyonu arttıırırlar. Yangıya cevabı başlatırlar ve arttıırırlar.
- Kılcal damarlardan ayrılarak, bağ dokuya mast hücresi olarak girerler. Her iki tip hücrenin de IgE reseptörleri vardır ve her ikisi de hücre yüzeyi IgE'si ile spesifik antijenler birleştğinde degranüle olurlar Böylece aşırı duyarlılık (hipersensitivite) reaksiyonları oluşur.

Aşağıya
bakınız

Monosit (Agranülosit)

- Dolaşım kanındaki en büyük hücrelerdir ve çapları 12-22 mikrondur. Gerektiğinde çapları 2-3 kat artabilir.
- Diğer akyuvarlarla karşılaştırıldığında bunlar daha fazla sitoplazmaya sahiptirler ve frotilerde bu bölgeleri mavi-gri renklidir.
- Çekirdekleri genellikle böbrek veya at nalı şeklindedir.
- Hareketli (motil) hücrelerdir.
- Dolaşım kanındaki akyuvarların %3-8'ini oluşturur

Monosit görevleri

- Enfeksiyon bölgelerine uzun sürede ancak çok sayıda gelirler.
- Dolaşan monositler dolaşım kanındaki bakterileri, virüsleri, ölü doku artıklarını ve antijen- antikör komplekslerini fagosite ederler.
 - Dokulara fagositoz için geçtiklerinden dolaşımda uzun süre kalmazlar ve dokulardaki fagositik aktiviteleri daha yüksektir.
- Dokularda makrofaja dönüşürler.
 - Bazı özel dokularda yerleşik makrofajlar da vardır.
 - Akciğerlerde alveolar makrofajlar
 - Karaciğerde kupffer hücreleri
 - Serbest makrofajlar enfeksiyon bölgelerinde toplanırlar

Aşağıya
bakınız

Lenfosit (Agranülosit)

1. Ovalden yuvarlağa kadar değişen koyu renkli büyük çekirdekleri vardır.
2. Sitoplazmaları açık mavi renklidir.
 - Çekirdeğin etrafında çok az görülürler
3. Küçük lenfositler 6 - 9 mikron çapındadır.
4. Büyük lenfositler 10 - 14 mikron çapındadır.
5. Lenfoid dokularda (peyer plakları, dalak, tonsiller, timus ve Bursa fabricius) oluşurlar.
6. Dolaşım kanındaki akyuvarların % ?'ini oluştururlar

Aşağıya
bakınız

Lenfosit görevleri

- B lenfositler
 - Bakterileri ve toksinlerini yok ederler
 - Plazma hücrelerine dönüşerek antikor üretirler
- T lenfositler
 1. **Yardımcı T lenfositler** : bu hücrelerin antikor yapma özelliği yoktur ancak **antijenleri tanıtarak B lenfositlerin antikor yapmalarına yardımcı olurlar**. Ayrıca sitokinleri veya lenfokinleri de üretirler.
 2. **Baskılayıcı T lenfositler** : B ve T lenfositlerin işlevlerini düzenleyen ve baskılayan hücrelerdir.
 3. **Sitotoksik T lenfositler** : Katil hücre de denilen bu lenfositler aracıya gerek olmadan virus ve tümör hücrelerini öldürürler.
 4. Bellek hücreleri



Akyuvarların yaşam süreleri ve sayıları

- Akyuvarlar, geliştikten sonra bir süre sonra ekstravasküler görevlerini yapmak üzere dolaşımı kanını terk ederler.
 - **Granülositler** kanda 6- 20 saat kalırlar, dokulardaki yaşam süreleri ise **2-3 gün** kadardır.
 - **Monositler** kanda 24 saat veya daha kısa kalırken, dokularda **birkaç ay** yaşarlar.
 - Lenfositler tekrarlayan bir biçimde kandan dokulara , lenfe ve tekrar kana geçebilirler.genel olarak **T lenfositler 100-200 gün**, **B lenfositler ise 2-4 gün**, bellek hücreleri ise yıllarca yaşarlar.
- Evcil hayvanlarda sayıları μl (mm^3) kanda 7000-15000 akyuvar arasındadır.
 - Toplam akyuvar popülasyonunun sadece %2'si dolaşım kanındadır. Geri kalan kısmı lenf sıvısında, deride, akciğerlerde, lenf yumruları ve dalakta bulunur

Akyuvar formülü

- Dolaşım kanındaki çeşitli tip akyuvarların yüzde oranlarının belirlenmesine akyuvar formülü denir.
 - Akyuvar formülü, enfeksiyon, zehirlenme, lökemi, kemoterapi, paraziter ve allerjik reaksiyonlar hakkında bilgi verir
 - Nötrofil (akut bakteriyel enfeksiyonlarda artar)
 - Lenfosit (kronik enfeksiyonlarda ve viral hastalıklarda artar)
 - Monosit (fungal, viral hastalıklar ile operasyon sonrası durumlarda artar)
 - Eozinofil (paraziter ve allerjik reaksiyonlarda artar)
 - Bazofil (allerjik reaksiyonlar ile hipotiroidide artar)
- Kan tablosuna egemenlik yönünden sadece nötrofillerle, lenfositler yer değiştirir.
 - İnsan, tek tırnaklılar, köpek ve kedilerde nötrofiller çoğunluktadır
 - Ruminant, tavşan, domuz, kobay ve balık kanları lenfositer bir karakter gösterirler
 - Evcil tavuklar lenfositer, hindi ve papağanlarda ise nötrofil ve lenfositlerin yüzde oranları birbirine eşittir

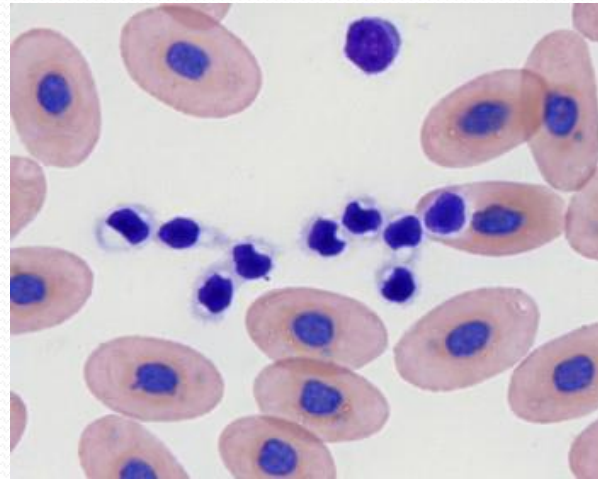
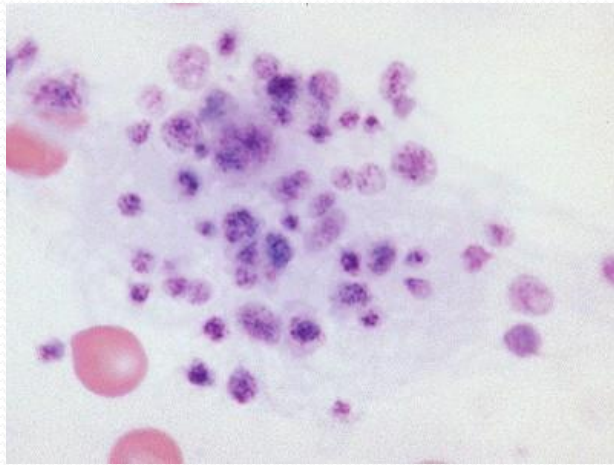
Bazı hayvanlara göre akyuvar oranları

		Akyuvar formülü (%)				
Tür	Akyuvar sayısı mm ³ 'te	Nötrofil	Lenfosit	Monosit	Eozinofil	Bazofil
Domuz						
1 günlük	10000-12000	70	20	5-6	2-5	<1
2 haftalık	10000-12000	50	40	5-6	2-5	<1
6 haftalık ve daha büyük	15000-22000	30-35	55-60	5-6	2-5	<1
At	8000-11000	50-60	30-40	5-6	2-5	<1
Sığır	7000-10000	25-30	60-65	5	2-5	<1
Köpek	9000-13000	65-70	20-25	5	2-5	<1
Tavuk	20000-30000	25-30	55-60	10	3-8	1-4

Trombosit (Platelet, kan pulcuğu)

- Genellikle yuvarlak yapılardır, 2 - 4 mikron çapındadır ve memelilerde renksiz, ekirdeksiz hücre parçacıklarıdır. Tavuklar ile diğer memeli olmayan türlerde çekirdekli oval hücrelerdir.
- Trombositler, ftal karaciğer, dalak ve kemik iliğinde oluşur. Erişkin memelilerde ise başlıca üretim yeri kemik iliğidir.
 - Kemik iliğindeki kök hücreden megakaryoblastlar oluşur. Bu hücrelerden mitozla megakaryositler oluşmaktadır. Bu dev hücrelerin her birinden de 3000-4000 kadar kan pulcuğu meydana gelir.
- Yaşam süreleri 5-9 gün kadardır
 - Ömürleri dolduğunda kemik iliği, karaciğer ve dalaktaki makrofajlar tarafından dolaşımdan uzaklaştırılırlar
- Normal kan pulcuğu sayısı $\mu\text{l}(\text{mm}^3)$ kanda 150.000-600.000 kadardır.

Platelet ve/veya trombosit



Trombositlerin işlevi

- Kan damarlarının yaralanmasına trombositlerin verdiği ilk cevap trombosit adezyonudur. Trombositler disk benzeri şekillerini kaybederek yapışkan uzantılar (pseudopod) oluştururlar ve böylece hem yaralanmış damara daha sıkı yapışırlar hem de başka trombositleri oraya hapsederler. Aynı zamanda trombositlerin aktivasyonu devam eder ve hücrenin içeriği dışarıya boşaltılır. Bu granüller bir çok pıhtılaşma faktörünü, diğer proteinleri, kalsiyumu, serotoninini, ADP ve ATP'yi içerir. Sonuç olarak, bunların hepsi pıhtılaşma işlevine yardımcı olur ve/veya pıhtıyı güçlendirir.

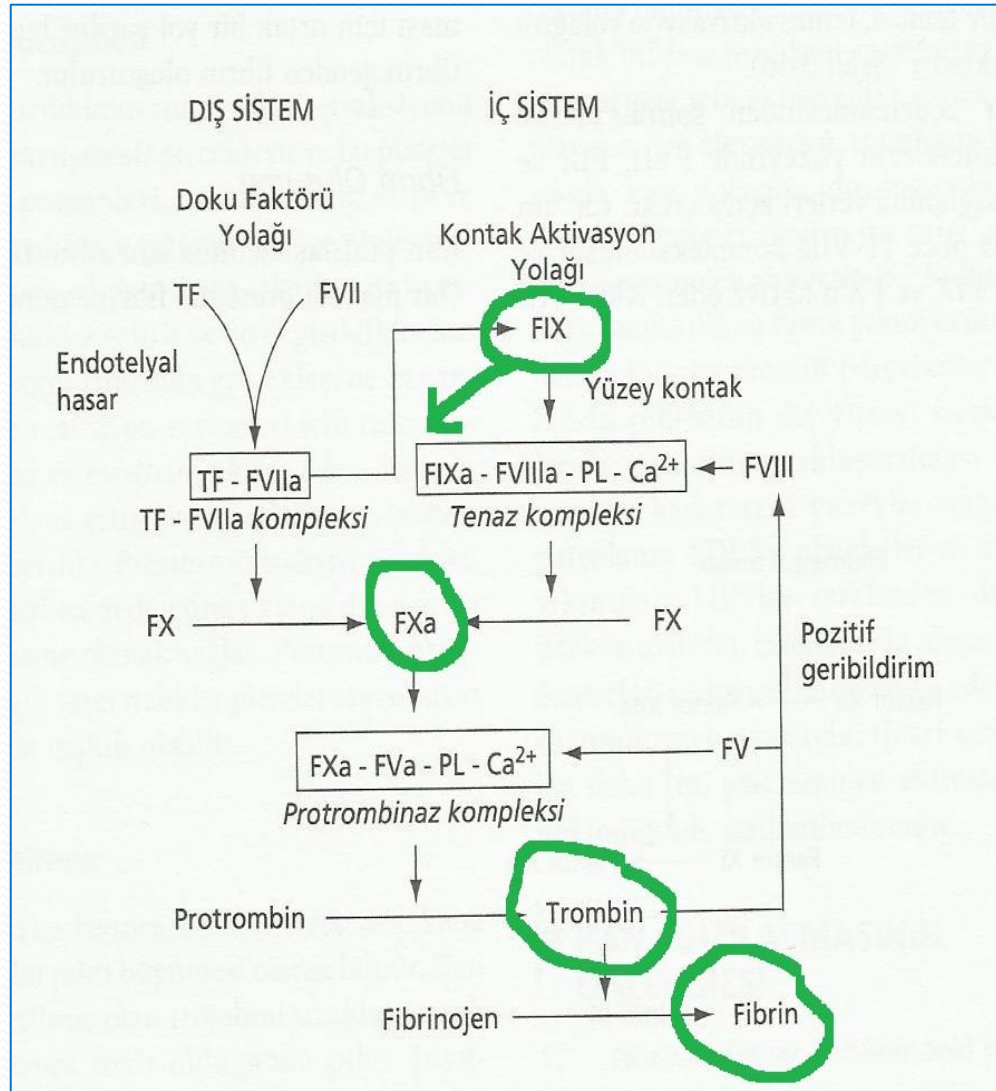
Aşağıya
bakınız

Kanamamanın durdurulması (hemostaz)

*** Hemostazın oluşabilmesi için, damar endoteli, dolaşımdaki trombositler ve plazma proteinlerinin bir seri biyokimyasal reaksiyonlarla etkileşime girmeleri gerekir.

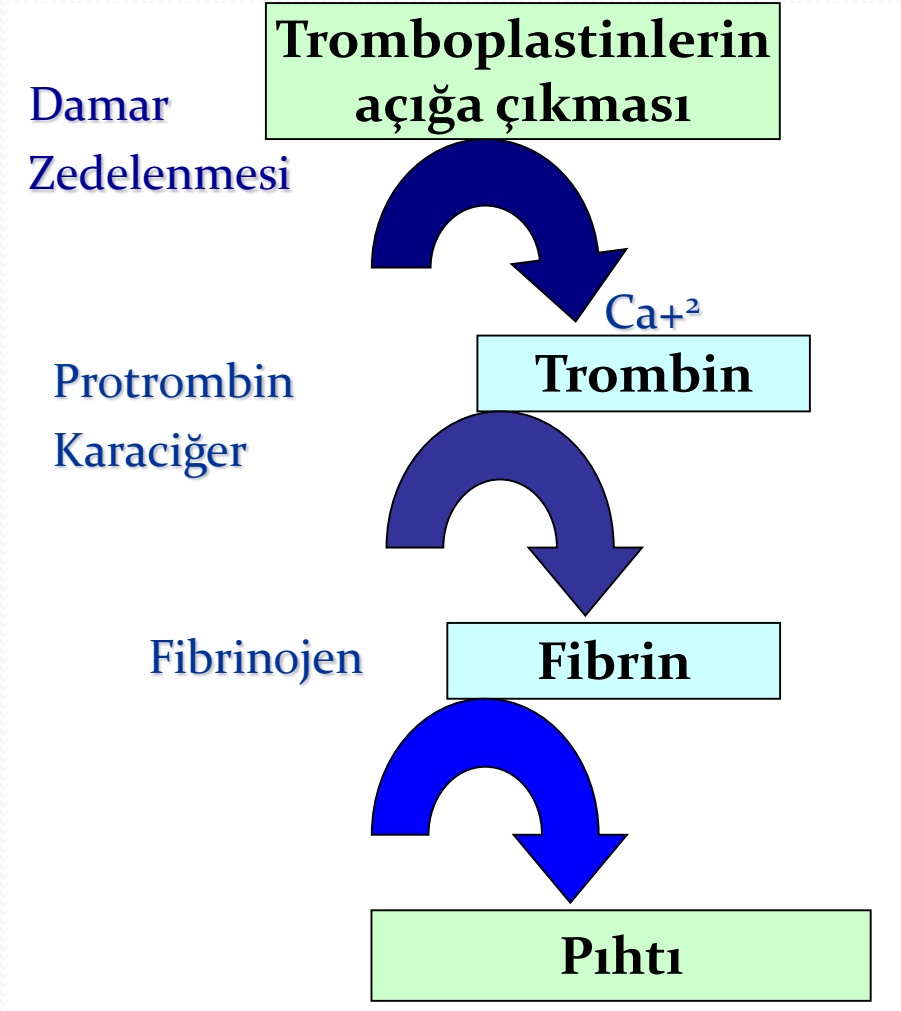
- Yaralanan damardan dışarı akan kanın durdurulmasına **hemostaz** denir.
 - Damar hasarı (1)
 - Damar kasılması, büzülmesi ve trombosit aktivasyonunu sağlayan fibronektinin, kollajen ve endotel hücrelerinden serbestlenmesi (1)
 - Kan pulcuğu ya da hemostaz tıkaçı oluşumu(2)
 - Kanın pıhtılaşması ve trombus oluşumu(3)
 - Pıhtının büzülmesi (pıhtı retraksiyonu) ve yara kenarının kapanması(4)
 - Pıhtılaşmanın sona ermesi (5)

Pıhtılaşma evreleri ve ana bileşenleri



Kanın pıhtılaşma evreleri

- Kanın pıhtılaşmasını üç temel evreye ayırabiliriz
 - Tromboplastinlerin oluşumu ve etkin duruma geçmesi
 - Protrombinden trombin oluşumu
 - Fibrinojenin fibrine dönüşmesi
 - Pıhtı



Kanama ve pıhtılaşma süresinin belirlenmesi için testler

- Kanama süresinin tespiti; Bukkal mukoza kanama süresi, ayak tırnağı kesme testi
- Kapiller tüp yöntemi (at, sığır, koyun, domuz ve köpeklerde 2-5 dk)
- Tek aşamalı protrombin zamanı (OSPT; PT) ; Bu testte kan örneği, önce tromboplastin (TF) ve fosfolipitlerin bir karışımı ile aktive edilir sonra kalsiyum eklenir ve pıhtılaşma zamanı belirlenir. **Plazma FV, FVII, FX, protrombin aktivitesi veya fibrinojen miktarında anormallikler olduğunda pıhtılaşma zamanı uzar.**
- Aktive edilmiş kısmi tromboplastin süresi (APTT, PTT)
- **Sonuç olarak, pıhtılaşma sürecinin bilinmesi, pıhtılaşma bozukluklarının anlaşılmasına yardımcı olur.**
 - **K vitamini eksikliği, protombin ve FVII, IX ve X' un** yetersiz yapılması nedeniyle hemoraji ile sonuçlanır.
 - Dikumarol da K vitamininin kullanılmasını önleyerek protombin yapımını azaltır. Hayvanlarda tatlı yonca zehirlenmesi diye bilinen bir toksikasyondur.
 - **Karaciğer hastalıkları, dissemine intravasküler koagülasyon** (DIC, yaygın damar içi pıhtılaşma)
 - Evcil hayvanlardaki kalıtsal hastalıklardan; FVIII(antihemofilik faktör) eksikliği (Hemofili A) ve FIX (eksikliğinde hemofili B), vWF yetersizlikleridir.

KAYNAKLAR

- Dukes Veteriner Fizyoloji, Çeviri editörü: Sedat Yıldız, Türkçe birinci baskı, Nisan 2008.
- Fizyoloji, Baki Yılmaz, 2. baskı, 2000.
- Evcil Hayvanların Fonksiyonel Anatomisi ve Fizyolojisi, Çeviri Editörleri: Ülker Çöteliolu ve Mukaddes Özcan, 4. basımdan çeviri, 2012.
- Schalm's Veterinary Hematology, Ed: Bernard F. Feldman, Joseph G. Zinkl, Nemi C. Jain, 5. baskı, 2000.