



## HEMOGRAM (TAM KAN SAYIMI)

**Diğer adı ve kısaltma:** Tam kan sayımı, CBC.

**Kullanım amacı:** Genel sağlık durumunun kontrolü, kemik iliğinin hücre üretim faaliyetinin ve beslenme ile ilişkili yetersizlik bulunup bulunmadığının değerlendirilmesi, akut enfeksiyon olasılığının araştırılması gibi amaçlarla kullanılır.

### Genel bilgiler:

Klinik laboratuvarcılık uygulamasında en fazla talep edilen test gruplarından biri olan hemogram kapsamında değerlendirmeye tabi tutulan parametre sayısı, kullanılan analizörün özelliklerine göre değişiklik gösterir. Otomatize kan sayım sistemlerin çoğunda, eritrosit sayısı, hemoglobin konsantrasyonu, ortalama eritrosit hacmi (MCV), lökosit sayısı ve trombosit sayısı doğrudan doğruya ölçülen parametrelerdir. İndeks değerlerinin büyük çoğunluğu hesaplanarak belirlenir.

**1- ERİTROSİT (Kırmızı küre, alyuvar) SAYISI:** Eritrositler kanda en fazla sayıda bulunan hücrelerdir. Görevleri dokularla akciğerler arasında oksijen ve karbondioksit transportunu sağlamaktır. Geleneksel olarak sonuçlar, milyon/ $\mu$ L birimi kullanılarak rapor edilse de, önerilen uluslararası standart birimi  $\times 10^{12}/L$ 'dir.

- **Eritrosit sayısının arttığı durumlar:** Primer polisitemi (polisitemia rubra vera), sekonder polisitemiler (akciğer veya kalp hastalıklarına bağlı hipoksemi, renal kist, serebellum hemanjioblastomasi, feokromasitoma, hepatoma, nefroblastoma gibi uygunsuz eritropoetin salınımına neden olan hastalıklar), fazla sigara içimi, yüksek rakımlı yerlerde yaşama, ağır egzersiz, hemokonsantrasyon, (dehidratasyon, yanıklar, aşırı kusma, intestinal obstrüksiyon).
- **Eritrosit sayısının azaldığı durumlar:** Eritrosit üretiminde azalmaya yol açan anemiler (demir eksikliği anemisi, kemik iliği hipoplazisi, aplazisi, kemoterapi), kan kaybı, intravasküler hemoliz, hamilelik (hemodilüsyona bağlı), soğuk aglütininerin varlığında eritrosit sayısı yanlış olarak düşük bulunabilir.

Saat 17.00 – 7.00 arasında ve yemeklerden sonra eritrosit sayımı sonuçlarında %10'a varan oranda düşme olabileceği bildirilmektedir. Kan alınırken turnikenin uzun süre bağlı tutulmasının yanıltıcı yüksek sonuçlara neden olması mümkündür.

### Referans Aralığı:

Yaş	Kadın (Milyon/ $mm^3$ )	Erkek (Milyon/ $mm^3$ )
-----	-------------------------	-------------------------



0–29 gün	3.90 – 5.90	3.90 – 5.90
1–3 ay	3.30 – 5.30	3.30 – 5.30
4–5 ay	3.50 – 5.10	3.50 – 5.10
6–8 ay	3.80 – 5.50	3.80 – 5.50
9–11 ay	4.00 – 5.30	4.00 – 5.30
1–2 yaş	3.80 – 5.10	3.80 – 5.10
3–5 yaş	3.70 – 5.10	3.70 – 5.10
6–8 yaş	3.80 – 5.10	3.80 – 5.10
9–11 yaş	4.00 – 5.30	4.00 – 5.30
12–14 yaş	3.80 – 5.00	4.10 – 5.20
15–17 yaş	3.90 – 5.10	4.20 – 5.60
18–44 yaş	3.80 – 5.10	4.30 – 5.70
45–64 yaş	3.80 – 5.30	4.20 – 5.60
65–99 yaş	3.80 – 5.20	3.80 – 5.80

**2- HEMOGLOBİN KONSANTRASYONU:** Hemoglobın, kana kırmızı rengini veren, demir içeren, protein yapısında bir maddedir. Eritrositlerin oksijen ve karbondioksit transportunu gerçekleştirmesini hemoglobın sağlar. Tamamen satüre hale geldiğinde 1 gram hemoglobın 1.34 mL oksijen taşıyabilir. Ortalama bir yetişkinde toplam 600 gram hemoglobın bulunur ve bu miktar hemoglobın aynı anda yaklaşık 800 mL oksijen taşıyabilir. Geleneksel birimi g/dL olarak kullanılsa da önerilen uluslararası birimi g/L'dir. Arttığı ve azaldığı durumlar, eritrosit sayısını artıran ve azaldığı durumlarla aynıdır. Ölçüm neticesinde değişiklik yaratan preanalitik varyasyon nedenleri yine eritrosit sayısında değişiklik yaratan nedenlerle aynıdır.

**Referans Aralığı:**

Yaş	Kadın (g/dL)	Erkek (g/dL)
0–14 gün	13.4 – 19.8	13.4 – 19.8
15–29 gün	10.0 – 17.1	10.0 – 17.1
1–2 ay	10.0 – 17.1	10.0 – 17.1
3–4 ay	9.4 – 13.0	9.4 – 13.0



5-6 ay	10.3 – 14.1	10.3 – 14.1
7-11 ay	11.1 – 14.1	11.1 – 14.1
1-5 yaş	11.0 – 14.0	11.0 – 14.0
6-9 yaş	11.5 – 14.5	11.5 – 14.5
10-11 yaş	12.0 – 15.0	12.0 – 15.0
12-14 yaş	11.5 – 15.0	12.0 – 16.0
15-17 yaş	11.7 – 15.3	12.3 – 16.6
18-44 yaş	11.7 – 15.5	13.2 – 17.3
45-64 yaş	11.7 – 16.0	13.1 – 17.2
65-99 yaş	11.7 – 16.1	12.6 – 17.4

**3- HEMATOKRİT:** Eritrositlerin kanda işgal ettiği hacmin ifadesidir. Geleneksel birimi “%” olarak kullanılsa da önerilen birimi hacim (L) fraksiyonudur (Örnek: %45 =0.45 L). Arttığı ve azaldığı durumlar, eritrosit sayısının arttığı ve azaldığı durumlarla aynıdır. Ölçüm neticesinde değişiklik yaratan preanalitik varyasyon nedenleri de eritrosit sayımında değişiklik yaratan nedenlerle aynıdır.

Hematokrit ölçümü manuel uygulamalarda, doğrudan santrifügasyon yöntemleri kullanılarak yapılabilir. Otomatize sistemlerde ise hematokrit değeri, MCV değerinin eritrosit sayısı ile çarpımı (MCV x eritrosit sayısı) yoluyla, yani hesaplama yöntemiyle belirlenir.

Manuel çalışan laboratuvarlarda genellikle mikrohematokrit metodu kullanılır. Hematokrit ölçümü amacıyla makrometod (Wintrobe) metodunun kullanımı, daha fazla numune kullanımını gerektirmesi, daha uzun zaman içinde netice vermesi ve daha fazla hatalı sonuç elde edilmesine neden olması nedeniyle tercih edilmez.

Santrifüj işlemi sırasında plazmanın, beyaz kan hücrelerinin ve trombositlerin eritrositler arasında hapsolması nedeniyle gerçek değer üzerinde sonuçlar elde edilme olasılığı vardır. Çalışmanın tamamlandıktan sonra mikrohematokrit tüpünün kontrol edilmesi, böyle bir hatanın yapılma riskini azaltır. Makrositik anemilerde, sferositoziste ve hipokromik anemilerde, hücreler arasında plazmanın hapsolme ve dolayısıyla %1-3 oranında daha yüksek hematokrit değeri ölçme riski artar.



Tam kan örneğinin uzun süre beklemesi sonucunda eritrosit hacminin artma eğilimi göstermesi nedeniyle hücre sayan sistemler tarafından belirlenen hematokrit değeri, gerçek değer üzerinde bulunabilir.

#### Referans Aralığı:

Yaş	Kadın (%)	Erkek (%)
0-14 gün	39.0 – 65.0	39.0 – 65.0
15-59 gün	31.0 – 55.0	31.0 – 55.0
2-4 ay	28.0 – 42.0	28.0 – 42.0
5-6 ay	32.0 – 44.0	32.0 – 44.0
7-11 ay	32.0 – 41.0	32.0 – 41.0
1-2 yaş	32.0 – 40.0	32.0 – 40.0
3-5 yaş	32.0 – 42.0	32.0 – 42.0
6-8 yaş	35.0 – 42.0	35.0 – 42.0
9-11 yaş	34.0 – 43.0	34.0 – 43.0
12-14 yaş	33.0 – 44.0	35.0 – 45.0
15-17 yaş	34.0 – 44.0	37.0 – 48.0
18-44 yaş	35.0 – 45.0	39.0 – 49.0
45-64 yaş	35.0 – 47.0	39.0 – 50.0
65-99 yaş	35.0 – 47.0	37.0 – 51.0

**4- ERİTROSİTLERLE İLİŞKİLİ İNDEKSLER:** İlk kez Wintrobe tarafından tanımlanan, eritrositlerin büyüklüğü ve eritrosit içi hemoglobin konsantrasyonu hakkında bilgi sahibi olmayı hedefleyen indeks değerleri, daha çok anemilerin karakterinin ve dolayısıyla da sebebinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Otomatize hücre sayım cihazlarının kullanılmaya başlanmasından önce MCV, MCH ve MCHC parametreleri eritrosit sayısı, hemoglobin konsantrasyonu ve hematokrit parametrelerine dayanılarak hesaplama yoluyla belirlenmekteydi. Günümüzde ise MCV otomatize hücre sayım cihazları tarafından doğrudan ölçülmekte, geleneksel manuel tekniklerle belirlenmesi mümkün olmayan RDW indeks değeri, eritrosit hacim histogramından yararlanılarak hesaplanmaktadır.

**a) MCV (Mean Cell Volume):** Ortalama Eritrosit Hacmi Hematokrit ve eritrosit sayısından yararlanılarak hesaplanır.



$$MCV = \frac{Htc (L)}{\text{Eritrosit sayısı (M/}\mu\text{L)}} \times 100$$

Aynı formül önerilen uluslararası birimlerle ifade edilirse:

$$MCV = \frac{Htc (L)}{\text{Eritrosit sayısı (x10}^{12}\text{/L)}}$$

MCV birimi “mikrometreküp” veya femtolitre (fl) birimi ile ifade edilir. 1 femtolitre 10<sup>-15</sup> L'dir

**Örnek:** Hematokrit: 0.45 Eritrosit sayısı: 5x10<sup>12</sup>/L

$$MCV = \frac{0,45 L}{5 \times 10^{12}} = 90 \times 10^{-15} L$$

MCV değerinin düşüklüğüne “**mikrositöz**”, normal sınırlar içinde bulunmasına “**normositöz**”, büyük olmasına ise “**makrositöz**” denir.

Demir eksikliği anemisi ve talasemi taşıyıcılığı **mikrositöz**'un en sık görüldüğü durumlardır. Ayrıca bazen kronik hastalıklarda, bazı hemoglobinopatilerde ve bazen hipotiroidizmde de mikrositöz görülebilir. B12 vitamini ve folik asit eksikliği, makrositöz durumlarında ilk akla gelen olasılıklardır. Ayrıca akut kan kaybına bağlı anemilerde, hemolitik anemilerde, aplastik anemilerde, hipotiroidizmde, karaciğer hastalıklarında, yaygın malign hastalıklarda, sigara, alkol ve oral kontraseptif kullananlarda da makrositöz görülebilir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte MCV değerinde artma meydana gelir.

### Referans aralığı:

Yaş	Kadın (fL)	Erkek (fL)
Doğumda	98.0 – 120.0	98.0 – 120.0
1 – 7 gün	88.0 – 120.0	88.0 – 120.0
8 – 14 gün	86.0 – 120.0	86.0 – 120.0
15 gün –1 ay	85.0 – 110.0	85.0 – 110.0
2 – 5 ay	77.0 – 110.0	77.0 – 110.0
6 ay – 5 yaş	74.0 – 89.0	74.0 – 89.0
6 yaş – 11 yaş	78.5 – 90,4	76.5 – 90.6
12 yaş – 15 yaş	79.9 – 92.3	81.4 – 91.9
>15 yaş	81.6 -98.3	81.2 – 95.1



**b) MCH (Mean Cell Hemoglobin): Ortalama Eritrosit Hemoglobini**

Eritrosit hücresi başına düşen ortalama hemoglobin miktarını (ağırlık) gösterir. Hemoglobinin konsantrasyonu ve eritrosit sayısından yararlanılarak hesaplanır.

$$MCH = \frac{\text{Hb (g/L)}}{\text{Eritrosit sayısı (M/}\mu\text{L)}} = \frac{\text{Hb (g/dL)}}{\text{Eritrosit sayısı (M/}\mu\text{L)}} \times 10$$

Örnek: Hemoglobin: 15 g/dL, eritrosit sayısı: 5.0 M/μL

$$MCH = \frac{15}{5} = 30 \text{ pg}$$

MCH birimi pikogram (pg) olarak ifade edilir. 1 pg = 10<sup>-12</sup> g'dır.

MCH değerinin düşük olması genellikle **hipokromi** varlığını düşündürse de, aynı zamanda mikrositöz bulunması halinde, eritrositler normokromik görünüme sahip olabilir. Mikrositer anemilerde (beraberinde sferositöz yoksa) ortalama eritrosit hemoglobini düşük bulunur. Aynı zamanda hipokromi de mevcutsa, MCH değeri daha belirgin derecede düşük bulunur. Makrositer anemilerde hücreler daha büyük olduğundan ve daha fazla miktarda hemoglobin taşıdığından MCH değeri yüksek bulunur.

**Referans aralığı:** 25 – 36 pg.

**c) MCHC (Mean Cell Hemoglobin Concentration): Ortalama Eritrosit Hemoglobin Konsantrasyonu**

Sıkıştırılmış eritrositlerin belirli bir hacminde bulunan hemoglobin miktarını gösterir. Hesaplanması için hematokrit ve hemoglobinin değerleri kullanılır.

$$MCHC = \frac{\text{Hemoglobin (g/dl)}}{\text{Htc}}$$

Sonuç, g/dL birimiyle ifade edilir.

Örnek: Hemoglobin: 15 g/dL, Hematokrit: 0.45

$$MCHC = \frac{15 \text{ g/dl}}{0.45} = 33.3 \text{ g/dl}$$

MCHC değerinin düşük olması durumunda eritrositlerin hipokromik görünümde olması beklenir. MCHC değeri düşüklüğüne en sık olarak demir eksikliği anemisinde rastlanır. Makrositozlarda beraberinde hipokromi yoksa MCHC değeri normal, hipokromi varsa düşük bulunur.



Sferositozda ise MCHC değeri yüksek bulunur. Bütün bu bilgiler, MCH ile kıyaslandığında MCHC'nin hipokromi ile çok daha yakından ilişki gösteren bir indeks parametresi olduğunu göstermektedir.

**Referans aralığı:** 31.0 – 36.0 g/dL.

#### **d) RDW (Red cell Distribution Width): Kırmızı hücresi dağılım genişliği**

Eritrositlerin büyüklükçe birbirinden farkının yani anizositozun bir göstergesidir. 1983 yılında Bessman isimli araştırmacı anemilerin RDW ve MCV değerlerine dayanılarak sınıflandırmasını önermiştir. Bu iki parametre beraberce dikkate alınarak talasemi taşıyıcılığı ve demir eksikliği anemisi arasında ayırım yapılabilir.

- Talasemi taşıyıcılığında MCV düşük ve RDW normal
- Demir eksikliği anemisinde ise MCV düşük, ancak RDW yüksektir.

Yani, her iki hastalık tablosunda da mikrositoz olmasına rağmen, talasemi taşıyıcılığında eritrosit hücrelerinin büyüklük açısından birbirinden farklı olmadığı halde, demir eksikliğinde anizositoz olması beklenir. Demir eksikliğinde eritrositlerin genellikle hipokromik olması da ayırıcı tanıya yardımcı olur.

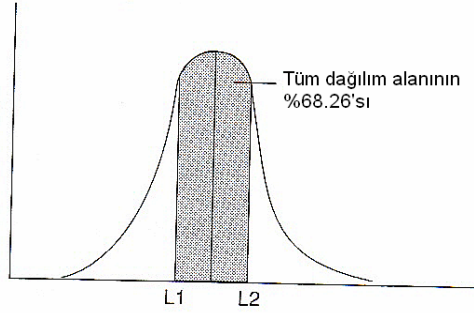
RDW değeri iki şekilde hesaplanabilir ve ifade edilebilir:

#### **d-1) RDW-CV (RBC distribution width – Coefficient of Variation):**

MCV + SD ve MCV – SD değerlerinin arasındaki farkın, dağılım grafiğinin taban genişliğine oranı olarak ifade edilebilir. Dağılım tabanının genişliği, en büyük eritrositlerin hacmi ile en küçük eritrositlerin hacmi arasındaki farkı gösterir. Böylece eritrosit histogramın tam orta bölgesinde bulunan ve toplam hücrelerin %68.26'lık kısmını teşkil eden eritrositlerin dağılım aralığının, bütün eritrositlerin dağılım aralığına oranı hesaplanmış olur. Sonuç % birimi ile ifade edilir.

$$RDW-CV = \frac{(MCV+SD) - (MCV-SD)}{\text{Dağılım grafiğinin taban genişliği}} \times 100$$

Eritrositler büyüklük açısından birbirine yaklaştıkça, dağılımın standart sapması küçüleceğinden, RDW-SD değeri küçülecektir. Buna karşılık eritrositlerin büyüklük açısından birbirinden farkının artması standart sapma değerini büyüteceğinden RDW-SD değerinin daha büyük olmasına neden olacaktır.



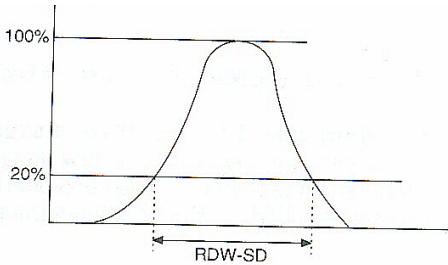
*RDW-CV hesabının grafiksel gösterimi*

**Referans aralığı:**

Yaş	Kadın (%)	Erkek (%)
0 – 2 yaş	12.0 – 14.5	12.0 – 14.5
3 – 5 yaş	12.0 - 14.0	12.0 - 14.0
6 – 11 yaş	11.6 – 13.4	12.0 – 14.0
12 –15 yaş	11.2 – 13.5.0	11.6 – 13.8.0
>15 yaş	11.9 – 15.5	11.8 – 15.6

**d-2) RDW-SD (RBC distribution width – Standard Deviation).**

Eritrosit histogramında pik noktasının yüksekliği %100 frekans düzeyi olarak kabul edilip, %20 frekans düzeyine uyan yatay çizginin histogramı kesme noktalarının karşılık geldiği hücre hacimleri arasındaki fark olarak ifade edilir.



*RDW-SD hesabının grafiksel gösterimi*





Anizozitoz olasılığını değerlendirme açısından genellikle birbiri ile uyumlu neticeler vermelerine rağmen, RDW-CV değeri RDW-SD değerine göre daha yaygın olarak kullanılır.

**5- LÖKOSİT SAYISI (WBC):** Beyaz kan hücreleri veya beyaz küreler olarak da adlandırılan lökositler, vücudu enfeksiyon etkenlerine veya yabancı maddelere karşı koruyan bağışıklık sisteminin hücresel komponentini oluşturur. Kan dolaşımı ve lenfatik sistem ile bütün vücudu dolaşan lökositler kemik iliğinde üretilir. Lökositlerin toplam sayısı kadar lökosit formülü ile belirlenen alt gruplara dağılımı da klinik değerlendirmede büyük önem taşır. (Bk. Periferik yayma)

Patolojik olarak enfeksiyonlarda, lökomoid reaksiyonda, akut hemolitik atak ve akut hemoraji sonrasında, polisitemia vera'da lökosit sayısı **yüksek** bulunur.

Egzersiz sonrasında, emosyonel stres dönemlerinde, menstruasyon döneminde, soğuğa maruziyet durumunda, anestezi uygulaması sırasında ve sonrasında, hamilelikte ve doğum sırasında, paroksizmal taşikardilerde, güneş ışığına ve ultraviyole ışınlarına maruz kaldığında, konvülsiyon ataklarından sonra, bulantı ve kusma durumlarında kan lökosit sayısında **fizyolojik olarak yükselme** meydana gelir.

Tifoid ve paratifoid ateş, tularemi, brusellozis, influenza, kızamık, enfeksiyöz hepatit, rubella, saman nezlesi, sıtma, milier tüberküloz, septisemi gibi enfeksiyon tablolarında; pernisiyöz anemi, aplastik anemi, hipersplenizm, Gaucher hastalığı, Felty sendromu, Chédiak-Higashi sendromu ve paroksizmal nokturnal hemoglobinüri gibi hematolojik hastalıklarda lökosit sayısı **düşük** bulunur.

#### Referans Aralığı:

Yaş	Referans aralık (K/mm <sup>3</sup> )
prematüre	9.00 – 30.00
0-1 ay	9.40 – 34.00
2-12 ay	5.00 – 19.50
1-3 yaş	6.00 – 17.50
4-5 yaş	5.50 – 15.50
6-15 yaş	4.50 – 13.50
>15 yaş	4.50 – 11.00



**5- TROMBOSİT SAYISI:** Kemik iliğinde megakaryositlerin sitoplazmasından üretilen trombositler, hemostaz sürecinde çok önemli role sahiptir. Ortalama ömrü 5-9 gün arasında değişir. Trombositlerle ilgili hastalıklar başlıca 3 ana grupta toplanabilir. Trombosit sayısının düşmesi **trombositopeni**, yükselmesi **trombositoz** olarak adlandırılır. Sayıda anlamlı bir değişiklik olmaksızın fonksiyonlarda değişiklik olmasına **trombasteni** adı verilir.

Trombositlerin sayısının çok düşük seviyeye inmesi ya da fonksiyonlarının bozulması kanamaya sebep olur. Buna karşılık sayısının çok yüksek seviyelere çıkması ise tromboz riskini artırır.

#### **Trombositopeni sebepleri:**

##### **A-İmmün sebepli trombositopeniler** (Bk. ANTI-TROMBOSİT ANTİKORLARI):

a) Otoantikorlar sebebiyle retiküloendotelial sistem tarafından trombosit yıkılımının artması: Primer immün trombositopenik purpura; lenfoproliferatif hastalıklara, kollajen doku hastalıklarına, enfeksiyöz mononükleoz ve kazanılmış insan immün yetmezlik sendromu (AIDS) gibi enfeksiyon hastalıklarına bağlı immün trombositopeni.

b) Alloantikorlar sebebiyle retiküloendotelial sistem tarafından trombosit yıkılımının artması: Neonatal alloimmuntrombositopeni, transfüzyon sonrası purpura, pasif alloimmün trombositopeni, alloimmün trombosit transfüzyonuna cevapsızlık.

c) İlaçlara bağlı immün trombositopenik purpura (örn. Kinin)

d) Heparin tarafından indüklenen trombositopeni

##### **B-İmmün sebepli olmayan trombositopeniler:**

a) Trombin veya proenflamatuvar sitokinler tarafından trombosit aktivasyonu: Dissemine intravasküler koagülasyon, septisemi ve her türlü sistemik enflamatuvar cevap uyandıran sendromlar.

b) Makrofajlar tarafından trombosit yıkılımının hızlandırılması: Enfeksiyonlar ve bazı lenfoproliferatif hastalıklar.

c) Von Willebrand aktivitesi bozukluğu sebebiyle trombosit yıkılımı: Trombotik trombositopenik purpura, hemolitik üremik sendrom.

d) Sun'i yüzeylerle temas nedeniyle trombosit kayıpları: Kardiyopulmoner bypass cerrahisi, intravasküler kateter kullanımı.

e) Kardiyovasküler hastalıklar sebebiyle trombosit yaşam süresinin kısalması: Doğumsal veya sonradan ortaya çıkan kalp hastalıkları, kardiyomiyopati, pulmoner embolizm.



**Trombositoz sebepleri:**

a) **Geçici veya kısa süreli sebepler:** Akut kan kaybı, akut enfeksiyonlar ve her türlü iltihabi reaksiyonlar, şiddetli egzersiz veya stres, trombositopeniden iyileşme dönemi.

b) **Kalıcı veya uzun süreli sebepler:** Demir eksikliği, hemolitik anemiler, splenektomi; kronik iltihabi hastalıklar veya enfeksiyon hastalıkları (bağ dokusu hastalığı, temporal arterit, iltihabi bağırsak hastalığı, tüberküloz, kronik pnömoni); ilaç reaksiyonları (vinkristin, all-trans-retinoik asit, sitokinler ve growth faktörler).

**Referans Aralığı:** 150 – 400 K/mm<sup>3</sup>