

## Statik Manyetik Alanın Trombosit Agregasyonuna Etkisi\*

### *The Effect of Static Magnetic Field on Platelet Aggregation*

Çiğdem Bayram Gürel<sup>1</sup> , Gülsel Ayaz<sup>1</sup> , Handan Tuncel<sup>2</sup> , Tunaya Kalkan<sup>3</sup> ,  
Nazmiye Kurşun<sup>4</sup> , Turgut Ulutin<sup>1</sup> 

#### ÖZ

**Amaç:** Trombositler, salgıladıkları maddeler ve membran proteinleri ile birlikte koagülasyon ve inflamasyonda önemli rol oynayan 4-7 Mikron çapında kan hücreleridir. Manyetik alanın günümüzde, canlılara ve kan hücrelerine etkilerini araştırarak birçok çalışma olmakla birlikte henüz etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Özellikle düşük sabit manyetik alanın lökositleri aktive ettiği ve sayılarını arttırdığı tespit edilmiştir fakat trombositler üzerindeki etkileri ile ilgili tartışılabilir veriler mevcuttur. Bu çalışmada sabit manyetik alanın trombosit fonksiyonları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladık.

**Gereç ve Yöntem:** Trombositler farklı şiddetlerdeki (2mT, 5mT, 40mT) manyetik alana, farklı sürelerde (5, 15 ve 30 dakika) maruz bırakıldı ve trombosit agregasyonları farklı zaman aralıklarında (0, 24, 40, 48 saat) agregometre kullanılarak tespit edildi. ADP uyarımı kullanılarak trombosit agregasyonu eğim ve % amplitüd olarak belirlendi.

**Bulgular:** 5mT'da 15dk ve 30dk inkübasyondan sonra 24. saatteki trombosit agregasyonları, kontrole göre daha yüksek bulundu (eğim p=0,008, amplitüd p=0,026). 15 ve 30 dakika arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı. 2mT'da 15 ve 30 dakika inkübasyondan sonra 48. saatteki agregasyonları kontrole göre anlamlı olarak yüksek bulundu (p=0,038). 2mT'daki trombosit agregasyonu, 5mT'daki trombosit agregasyonundan istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (p=0,032).

**Sonuç:** Manyetik alana maruz kalan trombositlerde agregasyon artışı olduğu tespit edildi. 2mT'lık statik manyetik alan maruziyetinin 48 saat sonra bile trombosit agregasyonu yanıtını olumlu etkilemesi, bu etkinin trombositlerin vücut dışında daha uzun süre aktivitelerini korumalarını sağlayacağını düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Statik manyetik alan, trombosit agregasyonu, ADP

#### ABSTRACT

**Objective:** Platelets are 4-7 Micron diameter blood cells that play an important role in coagulation and inflammation with the substances they secrete and the membrane proteins. Although there are many studies investigating the effect of a magnetic field on living organisms and blood cells, its mechanism has not been clarified yet. It has been demonstrated that the low-intensity magnetic field activates the leukocytes and increases their number, but there are controversial data regarding its effect on platelets. In this study, we aimed to examine the effects of a magnetic field on platelet functions.

**Materials and Methods:** Platelets were exposed to different intensities of magnetic field (2mT, 5mT, 40mT) at different times (5, 15 and 30 minutes) and the aggregation of platelets was detected at different time intervals (0, 24, 40, 48 hours) using the aggregometer. The platelet aggregation curve was determined as slope and amplitude (%).

**Results:** After a 15' and 30' incubation at 5mT, platelet aggregation at the 24th hour was found to be higher than the control (Slope p=0.008, Amplitude p=0.026). There was no statistical difference between 15 and 30 minutes. The 48th hour aggregation was found to be significantly higher than the control after a 15' and 30' incubation at 2mT (p=0.038). Platelet aggregation at 2mT was higher than platelet aggregation at 5mT (p=0.032).

**Conclusion:** It was determined that there was an increase in aggregation of platelets exposed to a magnetic field. The fact that 2mT static magnetic field exposure positively affects the platelet aggregation even after 48 hours, suggests that this effect will enable the platelets to maintain their activities outside of the body for a longer time.

**Key words:** Static magnetic field, platelet aggregation, ADP

\* Bu çalışma daha önce 15<sup>th</sup> International Congress of Histochemistry and Cytochemistry (ICHC) "From Molecules to Diseases" 10.5505/2017ichc.PP-70 [Structure and function of the cell] May 18 - 21, 2017. Antalya/Türkiye'de poster olarak sunulmuştur.

<sup>1</sup> İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup> İstanbul Aydın Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup> Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID: Ç.B.G. 0000-0001-9407-7735;  
G.A. 0000-0003-3085-232X;  
H.T. 0000-0002-1926-9566;  
M.T.K. 0000-0001-9783-8835;  
N.K. 0000-0001-7424-9835;  
T.U. 0000-0002-0406-1746

#### Corresponding author/Sorumlu yazar:

Çiğdem Bayram Gürel,  
İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye  
E-mail: bayram@istanbul.edu.tr;  
cigdembayramgurel@gmail.com

Submitted/Başvuru: 18.09.2020

Accepted/Kabul: 12.10.2020

Citation/Atf: Bayram Gürel C, Ayaz G, Tuncel H, Kalkan T, Kursun N, Ulutin T. The Effect of Static Magnetic Field on Platelet Aggregation. Sağlık Bilimlerinde İleri Araştırmalar Dergisi 2020; 3(3): 173-178.  
https://doi.org/10.26650/JARHS2020-796725

## GİRİŞ

Trombositler; çok işlevli, karmaşık, çekirdeksiz hücrelerdir ve salgıladıkları ajanlar ve membran glikoproteinleri sayesinde hemostazda, trombozda ve inflamasyonda rol oynarlar. Vasküler endotel yüzeyinde hasar oluştuğunda, trombositler subendotelyal matrikste bulunan; kolajen, fibronektin, von Willebrand Faktör (vWF), trombospondin-1, lamininler, mikrofibriller ve fibrinojen gibi matriks bileşenlerine bağlanırlar. Bu bağlanmayı trombosit membranında integrin ailesinin üyelerinden olan, glikoprotein (Gp) Ia/IIa ve Gp VI aracılığı ile gerçekleştirirler. Aktive olan trombositler şekil değiştirerek yapışkan özellikte olan vWF ile daha sağlam bir tıkaç oluştururlar. vWF trombosit yüzey reseptörü olan Gp Ib/IX ile kolajen lifleri arasında bir köprü görevi görür (1,2). Böylece hasar bölgesine trombosit adezyonu olur. Trombosit adezyonundan saniyeler sonra şekil değişikliği gösteren trombositler ince uzun psödopodlar oluştururlar. Trombositler içindeki mikrofibrillerin kasılması sonucunda trombositlerdeki granüller hücre yüzeyine göç eder ve hücre dışına salgılanır. Salgılanan bu maddeler; adenozin difosfat (ADP), trombospondin, vWF, fibronektin, fibrinojen, heparinaz, tromboksan A<sub>2</sub> (TXA<sub>2</sub>) ve faktör Va'dır. Adezyondan sonra gerçekleşen bu aşama sekresyon aşamasıdır. Sekresyon aşamasında; trombositlerin yüzeyi ile bağlantılı kanaliküler sistem ve tubuler sistem rol oynar. Bu aşamadan sonra ise üçüncü aşama; agregasyon aşamasıdır. ADP ve TXA<sub>2</sub>; hasar bölgesinde trombosit agregasyonunu uyaran maddelerdir. Trombosit membranındaki GpIIb/IIIa aktive olarak fibrinojene bağlanır ve trombosit agregasyonu gerçekleşir. Sonuç, hasar yerinde bir trombosit tıkaçıdır. Trombositlerin aktivasyonu, yüzeylerindeki fosfolipidlerde değişikliklere yol açar. Bu fosfolipidler ayrıca bazı pıhtılaşma faktörlerini aktive ederek trombosit prokoagulanını da aktive eder. Trombositlerin herhangi bir fonksiyonundaki kusur, birincil hemostatik tıkaçın bozulması nedeniyle kanamaya neden olur. Trombosit disfonksiyonu kalıtsal veya edinilmiş olabilir. Kalıtsal bozukluklar nadir olmakla birlikte, kazanılmış olanlarla sık karşılaşılır (3,4,5).

İnsan yapımı statik manyetik alanlar (SMA), beynin ve diğer yumuşak dokuların üç boyutlu gö-

rüntülerini sağlayan manyetik rezonans görüntüleme (MR) gibi tıbbi uygulamalarda kullanılmaktadır. Taranan hastalar ve makine operatörleri bu nedenle çok yüksek mukavemetli SMA' a maruz kalabilirler. Yüksek mukavemetli SMA' a maruz kaldıktan sonraki biyolojik tepki, son zamanlarda, olası sağlık yararlarının yanı sıra potansiyel yan etkiler açısından da geniş ölçüde tartışılmaktadır. Şu anda, araştırma uygulamalarında daha yüksek çözünürlüklü görüntüleme elde etmek için tüm vücut taramasında 9,4 T'ye kadar güçlü SMA kullanılmaktadır (6). Yüksek mukavemetli SMA'nın neden olduğu biyolojik etkiler araştırılmaktadır ve bu tür maruziyet ile ilgili hala önemli güvenlik sorunları vardır. Hastanın MA'a maruz kalmasına ilişkin yönergeler; ABD Gıda ve İlaç Yönetimi, Uluslararası Elektroteknik Komisyonu, Ulusal Radyolojik Koruma Kurulu ve İyonlaştırıcı Olmayan Radyasyondan Korunma Uluslararası Komisyonu gibi çeşitli dünya örgütleri tarafından verilmektedir (6).

Yüksek mukavemetli SMA'nın yanı sıra düşük SMA'nın da hücreler üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda düşük sabit manyetik alanın lökositleri aktive ettiği ve sayılarını arttırdığı gösterilmiştir. Ancak düşük SMA'nın trombositlere etkisinin hangi yönde olduğu ile ilgili veriler tartışmalıdır (7,8). Biz bu çalışmada sabit manyetik alanın trombosit fonksiyonları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçladık.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Gönüllü sağlıklı kişilerden 09:00-11:00 saatleri arasında kan örnekleri alındı. %3,2'lik sitratlı vakumlu tüplere alınan kanlar önce 300G'de oda sıcaklığında 20dk santrifüj edildi. Tüpün en üst kısmında kalan trombosit zengin plazma (TZP) toplanarak plastik bir tüpün içerisine aktarıldı. Elde edilen TZP farklı şiddetlerde (40mT, 5mT, 2mT) statik manyetik alana, farklı sürelerde (5dk, 15dk ve 30dk) maruz bırakıldı. Manyetik alan maruziyetinden sonra farklı zaman aralıklarında (0. saat, 24. saat, 40. saat ve 48. saat) trombosit agregasyonları ölçüldü. Trombosit agregasyon testi agregometre cihazı (Chrono-Log 500-CA, 500CA Whole Blood

Lumi Aggregometer, CHRONO-LOG CORP., Havertown, PA, USA) ile gerçekleştirildi. Bunun için; 500 µL TZP agregometre cihazında 37C°de 3dk inkübe edildi. İnkübasyon sonrasında trombosit agregasyonunun tetiklenmesi için TZP içine son konsantrasyon 1 µM olacak şekilde ADP (CHRONO-LOG CORP., Havertown, PA, USA) eklendi. 3dk boyunca agregasyon kurbunun oluşması beklendi ve trombositlerin agregasyon hızları ölçüldü. Oluşan agregasyon kurbu eğim (ohm  $\Omega$ ) ve % amplitüd olarak hesaplandı (9,10,11).

İstatistiksel analiz: Verilerin istatistiksel değerlendirilmesi SPSS 11.0 kullanılarak yapıldı. Gruplar arası kıyaslamalar için Friedman Testi kullanıldı ve istatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Farklı sürelerde ve farklı şiddetlerde statik sabit manyetik alana maruz kalan trombositler şöyle yanıt vermiştir: 5mT manyetik alana 15dk ve 30dk maruziyetten sonra, 24. saatteki agregasyon, kontrole göre istatistiksel olarak daha yüksek bulundu (Aplitud  $p = 0,026$ , Eğim  $p = 0,008$ , Tablo 1). 15dk ve 30dk inkübasyon arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. 2mT manyetik alana 15dk ve 30dk maruziyetten sonra 48. saatte ölçülen trombosit agregasyonu kontrole göre istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ( $p = 0,038$ , Tablo 2). 15dk ve 30dk inkübasyon arasında ise istatistiksel olarak anlamlı

bir fark tespit edilmedi. 30 dakika süre ile 2mT ve 5mT manyetik alana maruz kalan trombositlerin 48. saatte yapılan agregasyon ölçümleri karşılaştırıldığında, 2mT'deki agregasyonun 5mT'dekinden istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptandı ( $p < 0,05$ , Tablo 3). 40mT'ya maruz bırakılmış trombositlerin agregasyonunda herhangi bir değişiklik tespit edilmedi ( $p > 0,05$ , Tablo 3).

## TARTIŞMA

Trombosit agregasyon testi, trombosit fonksiyonlarını tespit edebilmek açısından altın standart olarak kritik bir yere sahiptir (9, 11). Diğer kan hücreleri gibi trombositler de dış etkenlerden, oksidan ve iyonojen ajanlardan (manyetik alan) etkilenirler. Teknolojinin günlük hayatımıza fazlaca girmesi ile manyetik alanların hücrelere olan etkisi gittikçe artmıştır. Tıp ve biyoloji alanında manyetik alanın etkilerinin neler olduğu konusunda yapılmış birçok çalışma olmakla birlikte kan hücreleri üzerine nasıl etki ettiği henüz tam olarak açıklanamamıştır. Sağdilek E. ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 1mT ve 5mT SMA'da 1 saat maruziyet sonrasında trombosit agregasyonunun etkilenmediği bildirilmiştir (12). Bir başka çalışmada ise 6mT statik manyetik alana maruz bırakılan hücrelerin manyetik alandan etkilendiği gösterilmiştir. Özellikle, statik manyetik alanın hem apoptozu hem de mitozu etkilediği belirtil-

**Tablo 1.** 5mT şiddetinde sabit manyetik alana maruz kalan trombositlerin agregasyon değişimleri

5mT şiddette	Kontrol		15 dakika maruziyet		30 dakika maruziyet		p*
	Ort±SS	Medyan (Min-maks)	Ort±SS	Medyan (Min-maks)	Ort±SS	Medyan (Min-maks)	
24 saat sonra trombosit agregasyon ölçümü							
% Amplitüd (n=7)	7,28±7,20	9 (0-16)	14,71±11,37	14 (0-32)	16,57±9,47	14 (6-35)	0,026
$\Omega$ Eğim (n=7)	13,0±1,2,5	19 (0-28)	26,14±18,14	25 (0-50)	28,29±9,46	30 (10-39)	0,008

Ort; Ortalama, SS: Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum, \*Friedman Testi

**Tablo 2.** 2mT şiddetinde sabit manyetik alana maruz kalan trombositlerin agregasyon değişimleri

2mT şiddette	Kontrol		15 dakika maruziyet		30 dakika maruziyet		p*
	Ort±SS	Medyan (Min-maks)	Ort±SS	Medyan (Min- maks)	Ort±SS	Medyan (Min- maks)	
48 saat sonra trombosit agregasyon ölçümü							
% Amplitüd (n=5)	5,6±7,67	0 (0-14)	9,8±12,26	9 (0-30)	13,20±11,28	15 (0-29)	0,127
$\Omega$ Eğim (n=5)	9,0±12,57	0 (0-26)	16,20±21,28	14 (0-52)	25,20±19,68	27 (0-53)	0,038

Ort; Ortalama, SS: Standart Sapma, Min; Minimum, Maks; Maksimum, \*Friedman Testi

**Tablo 3.** 2mT, 5mT ve 40mT sabit manyetik alana 30 dakika süre ile maruz kalan trombositlerin 48 saat sonrasında ölçülen agregasyon değişimleri

İnkübasyon durumu 30 dk maruziyet	48 saat sonra trombosit agregasyon ölçümü	
	% Amplitüd (n=5) Ort±SS	Ω Eğim (n=5) Ort±SS
Kontrol	5,60±7,67	9,0±12,57
2mT	13,20±11,28*	25,2±19,68
5mT	2,80±6,26*	5,6±12,52
40mT	12,6±12,99	21,6±21,68

Ort; Ortalama, SS:Standart Sapma, \*Friedman Testi p&lt;0,05

miştir. Apoptozun artışının veya azalışının hücre tipine ve SMA'nın maruziyet süresine bağlı olduğu belirtilen çalışmada bu etkinin hücre içi  $Ca^{+2}$  iyon konsantrasyonu üzerinden olabileceği vurgulanmıştır. Hücre içerisinde  $Ca^{+2}$  iyon konsantrasyonunun artmasının hücre sinyal mekanizmalarını etkileyerek apoptozu tetikleyen mekanizmalar arasında yer aldığı belirtilmiştir (13). Plazma membranı; biyoelektrik özellikleri nedeniyle, hücre içi ve hücre dışı farklı iyon konsantrasyonlarına sahiptir. Bu özellik hücrenin polarizasyon ve depolarizasyon mekanizmasının temelini oluşturur. Plazma membranının sahip olduğu biyoelektrik yük, manyetik alanın etkisini gösterdiği ilk yerdir. Bu nedenle, plazma membranının yapısal ve biyofiziksel değişiklikleri, reseptör bağlanması veya aktivasyonunu etkileyerek genel olarak hücre fonksiyonunu etkileyecektir. Özellikle, statik manyetik alanların çeşitli deneysel modellerde organizmanın hücre içine  $Ca^{+2}$  salınımını değiştirdiği öne sürülmüştür. Ancak bu etkinin hücre tiplerine göre artış ya da azalış olarak farklılık gösterdiği de belirtilerek hücrenin manyetik alana olan cevabının sadece bu mekanizma ile açıklanamayacağı bildirilmiştir (13,14,15,16).

Çalışmamızı trombositlerin aktivitesini belirleyen testlerden biri olan, membran glikoproteinleri üzerinden gerçekleşen agregasyon testi ile gerçekleştirdik. Trombosit agregasyonu üzerine etkili manyetik alan şiddetinin 2mT olduğunu tespit ettik. Bu etki 5mT'da da istatistiksel olarak anlamlı fark yaratmasına rağmen 2mT kadar güçlü değildi. 2mT'nın trombosit agregasyonuna etkisi

sadece 15 ve 30 dakikalık kısa süreli maruziyette bile ortaya çıkabiliyordu.

## SONUÇ

Çalışmamızda elde ettiğimiz bir başka sonuç ise 2mT ve 5mT'ya 15dk ve 30dk boyunca maruz kalan trombositlerin 24 ve 48 saat sonra bile, manyetik alana maruz kalmayan (yani kontrol) trombositlerden daha aktif olduklarıydı. Bu gözlem bize trombositlerin vücut dışına alındıktan sonra 2mT statik manyetik alana maruz bırakılarak daha uzun süre canlı kalabilecekleri fikrini verdi. Bir sonraki çalışmamızda bu verinin kuvvetlenmesi için örnek sayısını arttırmayı ve hücre içi ve hücre dışı  $Ca^{+2}$  iyon konsantrasyonlarını tespit ederek verileri analiz etmeyi planlamaktayız.

Düşük dozlu statik manyetik alan çalışmalarının yanı sıra yüksek dozlu statik manyetik alan çalışmaları da yapılmaktadır. Görüntüleme teknolojileri arasında yüksek dozlu manyetik alanların teşhis amaçlı kullanımı gittikçe artmaktadır. Yüksek dozda manyetik alanın hücrelerin farklılaşma veya proliferasyonuna da neden olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Yapılan bir çalışmada CD34 hücreleri, 4 ile 16 saat boyunca en güçlü manyetik alan gradyanına (41,7 T/dakika) sahip 5 T SMA'ya veya manyetik alan gradyanı içermeyen 10T SMA'ya maruz bırakılmıştır. Toplanan hücrelerde, 16 saat süreyle 10T SMA'ya maruz bırakıldıktan sonra, toplam artış oluşturan birim eritroid ve megakaryosit progenitor hücrelerden üretilmiş koloni oluşumunda hematopoetik öncüllerde önemli bir artış gözlenmiş, böylece kontrolden 1,72 ve 1,77 kat daha fazla çoğaldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca, erken hematopoez ve hücre döngüsü ile ilgili genlerin, SMA'ya maruz kalma ile önemli ölçüde arttığı bulunmuştur. Bu sonuçlar, 10T SMA maruziyetinin gen ekspresyonlarını değiştirebileceğini ve pluripotent hematopoietik kök hücrelerden megakaryositik/eritroid progenitor (MEP) farklılaşmasında ve/veya bipotent MEP proliferasyonunda spesifik bir artışa neden olabileceğini göstermektedir (6).

Sonuçta 2mT ve 5mT şiddetinde statik manyetik alan trombosit fonksiyonlarının vücut dışına çıktıktan 48 saat sonra bile devam etmesini sağlayabiliyor.

SMA trombosit agregasyonunu arttırarak etkisini gösteriyor. Ancak mekanizmanın aydınlatılması için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır. 2mT ve 5mT şiddetindeki SMA maruziyetinin trombositlerin (kan alındıktan sonra) daha verimli daha uzun süre kullanılmasına yardımcı olabileceği kanaatindeyiz.

**Etik Komite Onayı:** Bu çalışma için etik komite onayı İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan alınmıştır. (tarih 17/10/2006 ve no 26527).

**Ethics Committee Approval:** This study was approved by the Ethical Committee of the Istanbul University Cerrahpaşa Faculty of Medicine. (date 17/10/2006 ve no 26527).

**Bilgilendirilmiş Onam:** Katılımcılardan bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

**Informed Consent:** Written consent was obtained from the participants.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Peer Review:** Externally peer-reviewed.

**Yazar Katkıları:** Çalışma Konsepti/Tasarım Ç.B.G., T.K.; Veri Toplama- G.A., Ç.B.G.; Veri Analizi/Yorumlama- Ç.B.G., H.T., T.K., N.K., T.U.; Yazı Taslağı- Ç.B.G., G.A., N.K.; İçeriğin Eleştirel İncelemesi- T.U., Ç.B.G., H.T., T.K.; Son Onay ve Sorumluluk- Ç.B.G., H.T., G.A., T.K., N.K., T.U.; Malzeme ve Teknik Destek- Ç.G.B., T.K.; Süpervizyon- H.T., T.U., T.K.

**Author Contributions:** Conception/Design of Study- Ç.B.G., T.K.; Data Acquisition- E.G.A., Ç.B.G.; Data Analysis/Interpretation- Ç.B.G., H.T., T.K., N.K., T.U.; Drafting Manuscript- Ç.B.G., G.A., N.K.; Critical Revision of Manuscript- T.U., Ç.B.G., H.T., T.K.; Final Approval and Accountability- Ç.B.G., H.T., G.A., T.K., N.K., T.U.; Technical or Material Support- Ç.G.B., T.K.; Supervision- H.T., T.U., T.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir

**Conflict of Interest:** Authors declared no conflict of interest.

**Finansal Destek:** Yazarlar finansal destek beyan etmemişlerdir.

**Financial Disclosure:** Authors declared no financial support.

## KAYNAKLAR/REFERENCES

1. Borges I, Sena I, Azevedo P, Andreotti J, Almeida V, Paiva A, et al. Lung as a Niche for Hematopoietic Progenitors. *Stem Cell Rev Rep* 2017;13(5):567-74.
2. Lefrançais E, Looney MR. Platelet Biogenesis in the Lung Circulation. *Physiology (Bethesda)* 2019;34(6):392-401.
3. Choi JL, Li S, Han JY. Platelet function tests: a review of progresses in clinical application. *Biomed Res Int* 2014;456569.
4. Yardımcı TU, Ulutin ON. Glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in human platelets and its secretion. *New Istanbul Contrib Clin Sci* 1976;11(3):142-7.
5. Ulutin ON, Akman N, Özcan E. [THROMBOSIS, ARTERIOSCLEROSIS AND HYPERCOAGULABILITY] [Article in Turkish] *Türk Tıp Cemiy Mecm* 1963;29:428-32.
6. Monzen S, Takahashi K, Toki T, Ito E, Sakurai T, Miyakoshi J, et al. Exposure to a MRI-Type High-Strength Static Magnetic Field Stimulates Megakaryocytic/Erythroid Hematopoiesis in CD34+ Cells From Human Placental and Umbilical Cord Blood. *Bioelectromagnetics* 2009;30:280-5.
7. Tenuzzo B, Vergallo C, Dini L. Effect of 6mT static magnetic field on the bcl-2, bax, p53 and hsp70 expression in freshly isolated and in vitro aged human lymphocytes. *Tissue Cell* 2009;41(3):169-79.
8. Dini L, Abbro L. Bioeffects of moderate-intensity static magnetic fields on cell cultures. *Micron* 2005;36(3):195-217.
9. Tutluoğlu B, Gürel CB, Özdas SB, Musellim B, Erturan S, Anakkaya AN. et al. Platelet function and fibrinolytic activity in patients with bronchial asthma. *Clin Appl Thromb Hemost* 2005;11:77-81.
10. Melanie M, White BA. Platelet protocol research and clinical laboratory procedures printed in the United States of America. Academic Press March 12, 1999.
11. Gungor ZB, Sipahioğlu N, Sonmez H, Ekmekçi H, Toprak S, Ayaz G, et al. Endothelial

- Dysfunction Markers in Low Cardiovascular Risk Individuals: Comparison of Males and Females *J Med Biochem* 2017; 36(1): 62-72.
12. Sağdilek E, Sebik O, Çelebi G. 1mT ve 5mT statik manyetik alanların trombosit agregasyonuna etkisi. *Ege Tıp Dergisi* 2009; 48 (2), 71-6.
13. Tenuzzo B , Chionna A, Panzarini E, Lanubile R, Tarantino P, Di Jeso B, et al. Biological effects of 6mT static magnetic fields: a comparative study in different cell types. *Bioelectromagnetics* 2006;27(7):560-77.
14. Luciana D, Luigi A. Bioeffects of moderate-intensity static magnetic fields on cell cultures. *Micron* 2005;36(3):195-217.
15. Miyakoshi J. Effects of static magnetic fields at the cellular level. *Prog Biophys Mol Biol* 2005;87(2-3):213-23.
16. Teodori L, Göhde W, Maria GV, Fausto T, Dario C, Barbara P, et al. Static magnetic fields affect calcium fluxes and inhibit stress-induced apoptosis in human glioblastoma cells. *Cytometry* 2002;49(4):143-9.