Özgün Araştırma/Original Article *Mikrobiyol Bul 2026;60(3):329-342*/doi: 10.5578/mb.20260339

Geliş Tarihi (Received): 13.02.2025 • Kabul Ediliş Tarihi (Accepted): 12.06.2026

Bir Üniversite Hastanesinde Altı Yıllık İnsan Parvovirüs B19 Verileri: Son Dönemdeki Olgu Sayısı Artışının İncelenmesi

Six-Years Human Parvovirus B19 Data from a University Hospital: Analysis of the Recent Increase in Case Numbers

Kübra EVREN[1](ID), Funda DEMİR[2](ID), Melek YAMAN[3](ID), Özlem GÜZEL TUNÇCAN[4](ID), Hasan TEZER[5](ID), Derya Göksu FİDAN[6](ID), Gülendam BOZDAYI[1](ID)

[1] Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Tıbbi Viroloji Bilim Dalı, Ankara.
[1] *Gazi University, Faculty of Medicine, Department of Medical Microbiology, Division of Medical Virology, Ankara, Türkiye.*

[2] Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Tıbbi Mikrobiyoloji Kliniği, Ankara.
[2] *University of Health Sciences, Ankara Training and Research Hospital, Department of Medical Microbiology, Ankara, Türkiye.*

[3] Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, İmmünoloji Anabilim Dalı, Ankara
[3] *Gazi University Faculty of Medicine, Department of Immunology, Ankara, Türkiye.*

[4] Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Ankara
[4] *Gazi University Faculty of Medicine, Department of Infectious Disease and Clinical Virology, Ankara, Türkiye*

[5] Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çocuk Enfeksiyon Bilim Dalı, Ankara.
[5] *Gazi University Faculty of Medicine, Department of Pediatrics, Division of Infectious Disease, Ankara, Türkiye.*

[6] Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi, Öğrenci, İstanbul
[6] *Koc University Medical School, Medical Student, İstanbul, Türkiye.*

**Bu çalışma, 27. Avrupa Klinik Viroloji Derneği (ESCV) Kongresi (Selanik, Yunanistan)'nde poster bildirisi olarak sunulmuştur.*

Makale Atıfı: *Evren K, Demir F, Yaman M, Güzel Tunçcan, Tezer H, Fidan DG ve ark. Bir üniversite hastanesinde altı yıllık insan parvovirüs B19 verileri: Son dönemdeki olgu sayısı artışının incelenmesi. Mikrobiyol Bul 2026;60(3):329-342.*

ÖZ

İnsan parvovirüs B19 (PVB19), çocuklarda eritema enfeksiyozumun temel etkeni olmakla birlikte, aplastik kriz, sitopeni, artropati ve gebelikte fetal komplikasyonlara yol açabilen önemli bir viral patojendir. Koronavirüs hastalığı 2019 pandemisi sırasında uygulanan halk sağlığı önlemleri nedeniyle PVB19 dahil birçok solunum yolu virüsünün dolaşımı belirgin şekilde azalmıştır. Ancak 2023 yılı sonu itibarıyla dünyada ve Avrupa'da artan olgular bildirilmiştir. Bu çalışma, Ocak 2019-Ekim 2025 döneminde laboratuvarımıza gönderilen örneklerde PVB19 DNA pozitifliğini yaş, cinsiyet ve kliniklere göre değerlendirmeyi; pandemi öncesi ve sonrası dönemleri karşılaştırmayı ve son yıllardaki artışı ortaya koymayı amaçlamıştır. Serolojik testler, tam otomatik Enzyme-Linked Immunosorbent Assay sistemi (Alegria® ORGENTEC, Almanya) ile üretici önerilerine göre çalışılmıştır. Nükleik asit ekstraksiyonu EZ1&2 virüs mini kit v2.0 ile EZ1 Advanced XL cihazında yapılmış, PVB19 DNA ise artus® Parvo B19 RG PCR (Qiagen, Almanya) kitiyle Rotor-Gene Q cihazında gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu [real-time polymerase chain reaction (Rt-PCR)] ile araştırılmıştır. Pozitif olgular yaş, cinsiyet, yıl ve kliniklere göre değerlendirilmiştir. Toplam 1201 hastaya ait 1445 PCR sonucu retrospektif olarak incelenmiştir. Genel PVB19 DNA pozitifliği %7.4 olarak saptanmıştır.

İletişim (Correspondence): *Prof. Dr. Gülendam Bozdayı, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, Tıbbi Viroloji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye.* ***Tel (Phone):*** *+90 (312) 202 45 82,* ***E-posta (E-mail):*** *gbozdayi@hotmail.com*

Pandemi sonrası dönemde 2024-2025 yıllarında PVB19 DNA pozitiflik oranı, 2019-2023 dönemine kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (p< 0.01). İleri yaşla birlikte PVB19 DNA pozitifliği azalmıştır (p< 0.01). Pozitif hastalar arasında seroloji sonucu mevcut olan 14 hasta IgM+/IgG+, 32 hasta IgM–/IgG+, dört hasta IgM–/IgG– saptanmıştır. Pozitif hastaların önemli bir kısmını immünsuprese bireyler ve doğurgan çağdaki kadınlar oluşturmuştur. Bulgularımız, 2024 yılı itibarıyla Amerika Birleşik Devletleri ile Avrupa'daki artışlarla benzer şekilde PVB19 dolaşımının yeniden yükseldiğini göstermektedir. Pandemi döneminde test sayılarındaki artışa rağmen pozitiflik oranlarının düşük seyretmesi, toplumdaki gerçek viral dolaşımın belirgin şekilde azaldığını düşündürmektedir. Çalışma popülasyonunun %40.4'ünü immünsuprese hastaların oluşturduğu çalışmamızda serolojik yanıtın moleküler testlerle birlikte kullanımının PVB19 tanı ve izleminde klinik açıdan önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Parvovirüs B19; seroloji; viral yük; epidemiyoloji.*

ABSTRACT

Human parvovirus B19 (PVB19), the causative agent of erythema infectiosum in children, is also associated with conditions such as aplastic crisis, arthropathy, neutropenia, thrombocytopenia and fetal complications. During the coronavirus diseases-2019 pandemic, public health measures reduced the circulation of respiratory viruses as well as PVB19; however, increasing case numbers have been reported worldwide and across Europe since late 2023. This study aimed to evaluate PVB19 DNA positivity in samples submitted to our laboratory between January 2019 and April 2025, assess distributions by age, sex and clinical services, compare pre- and post-pandemic periods and investigate the recent rise in positivity. Serological testing was performed using a fully automated Enzyme-Linked Immunosorbent Assay system (Alegria® ORGENTEC, Germany). Nucleic acid extraction was carried out with the EZ1&2 virus mini kit v2.0 on the EZ1 Advanced XL platform, and PVB19 DNA was analyzed using the artus® Parvo B19 RG PCR kit (Qiagen, Germany) on the Rotor-Gene Q system. A total of 1445 real-time polymerase chain reaction (Rt-PCR) results from 1201 patients were retrospectively reviewed. Overall PVB19 DNA positivity was 7.4%. The PVB19 DNA positivity rate in 2024-2025 was significantly higher than that in 2019-2023 (p< 0.01). Increasing age was associated with lower DNA positivity (p< 0.01). Among PCR-positive patients with available serology, 14 were IgM+/IgG+, 32 were IgM–/IgG+ and four were IgM–/IgG–. A considerable proportion of positive cases consisted of immunosuppressed individuals and women of reproductive age. Consistent with observations from the United States and Europe, our findings indicate a resurgence of PVB19 circulation since 2024. Despite increased testing during the pandemic, low positivity rates suggest markedly suppressed viral circulation. Given that 40.4% of our study population was immunosuppressed patients, combined use of serological and molecular testing appears clinically valuable for the diagnosis and follow-up of PVB19 infection.

Keywords: *Parvovirus B19; serology; viral load; epidemiology.*

GİRİŞ

İnsan parvovirüsü B19 (PVB19), solunum yoluyla bulaşan ve dünya genelinde yaygın olarak görülen *Parvoviridae* ailesine (*Eritrovirus* cinsi) ait küçük, zarfsız bir DNA virüsüdür[1,2]. Çocuklarda eritema enfeksiyozum ile ilişkili olup, hematolojik bozukluklarda geçici aplastik krizlere ve gebelikte non-immün hidrops fetalis gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir[3,4]. Ayrıca kronik anemi, artrit ve çeşitli enflamatuvar tablolar da enfeksiyonun bildirilen sonuçları arasındadır. Ilıman iklim bölgelerinde, olgular genellikle kış sonu, ilkbahar aylarında artış göstermekte ve yaklaşık 4-5 yılda bir özellikle okul çağındaki çocukları etkileyen küçük salgınlar izlenmektedir[3,5]. İnsan nüfusunun yaklaşık %50-80'i çocukluk çağında PVB19 ile enfekte olurken, yetişkinlerde anti-PVB19 IgG antikorları %70'e ulaşmaktadır[6].

Parvovirüs B19 tanısal yaklaşımı, viral DNA veya proteinlerin tespit edilmesini ve anti-PVB19 IgM ve IgG'nin belirlenmesini içerir[6,7]. İmmünsuprese olmayan kişilerde virüs ile karşılaştıktan sonra 6-18 gün içinde viremi saptanır, IgM antikor pozitifliği 7-10 gün içinde başlar ve 3-6 ay pozitif kalırken, IgG antikorları yaklaşık 14. günde pozitifleşir ve ömür boyu pozitif kalarak kalıcı bağışıklığı sağlar[8,9].

Akut enfeksiyonların tanısında en sık başvurulan yöntem, PVB19'a özgü IgM antikorlarının saptanmasıdır, IgG varlığı ise geçirilmiş enfeksiyonu veya bağışıklığı göstermektedir. Ancak immünsuprese bireylerde antikor yanıtı zayıf olabileceğinden, bu olgularda moleküler yöntemler ile viral DNA'nın gösterilmesi tanı için kritik öneme sahiptir. Günümüzde en sık kullanılan yöntem gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu [real-time polymerase chain reaction (Rt-PCR)] olup, kalitatif ve/veya kantitatif olarak viral DNA'nın gösterilmesi özellikle hematolojik malignensiler, gebelik gibi durumlarda viral yük takibi ile enfeksiyonun klinik seyrinin değerlendirilmesi açısından önemli bir tanı yöntemidir[10].

Koronavirüs hastalığı 2019 [coronavirus diseases-2019 (COVID-19)] pandemisine bağlı kısıtlamaların, influenza virüsü ve respiratuar sinsityal virüs gibi solunum yoluyla bulaşan birçok virüsün dolaşımı ve mevsimsel değişimi üzerinde belirgin etkileri olduğu bildirilmiştir[11,12]. Son çalışmalar, COVID-19 pandemisi sırasında PVB19'un dolaşımının benzer şekilde neredeyse tamamen ortadan kalktığını, bunun da toplumdaki bağışıklık düzeylerinin azalmasına ve gelecekte olası salgın riskinin artmasına yol açtığını göstermektedir[5]. PVB19'un bulaş dinamiklerinin de bu dönemde etkilendiği ve üç yıllık düşük insidansın ardından 2023 yılı sonunda Avrupa'da parvovirüs B19 salgınlarının arttığı bildirilmiştir[2,3,11,12]. Ülkemizde ise PVB19 epidemiyolojisi ile ilgili yeni yapılmış bir çalışmada, 2024 yılı PVB19 vaka sayılarının önceki beş yılın yıllık vaka sayısına göre 14 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir[5].

Tüm bu bulgular göz önünde bulundurularak çalışmamızda, 2019-2025 tarihleri arasında laboratuvarımıza gönderilen örneklerde, parvovirüs DNA pozitifliğinin; yaş, cinsiyet, yıllar ve kliniklere göre dağılımının incelenmesi ve COVID-19 pandemisinin, parvovirüs B19'un dolaşımı üzerine etkisi, pandemi öncesi ve sonrası dönemlerin karşılaştırılması, son yıllardaki artışın incelenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Etik Komisyonu tarafından (Tarih: 07.10.2025 ve Araştırma Kod No: 2025-1668) onaylandı.

Çalışmamızda 01.01.2019-31.10.2025 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi, Tıbbi Viroloji Laboratuvarına gönderilen parvovirüs B19 PCR sonuçları retrospektif olarak incelendi. Çalışmaya 0-96 yaşları arasında 733'ü kadın (%61), 468'i erkek (%39) olmak üzere 1201 hastadan 1445 test sonucu dahil edildi. Parvovirüs B19 PCR pozitif olgular yaş, cinsiyet, başvuru yılı ve takip edildikleri kliniklere göre incelendi. Pozitif PCR sonuçlarının bir kısmı aynı hastaya ait tekrarlayan test istemlerinden kaynaklanmaktaydı. Toplam 89 hastanın %20.2'sinde (18/89) birden fazla PCR testi yapıldığı belirlendi.

Serolojik Testler

Kan örnekleri alındıktan sonra 10 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Elde edilen serumlar, anti-parvovirüs B19 IgG ve anti-parvovirüs B19 IgM antikorlarının varlığını araştırmak amacıyla analiz edildi. Serolojik testler, 'Enzyme-Linked Immunosorbent Assay' prensibiyle çalışan tam otomatize (Alegria® ORGENTEC Diagnostika, Almanya) sistemle üretici önerilerine göre çalışıldı. Anti-parvovirüs B19 IgG testi için 3 IU/mL üzerindeki değerler pozitif, 3 IU/mL altındaki değerler negatif olarak değerlendirildi. Anti-parvovirüs B19 IgM testi için ise 25 U/mL'nin üzerinde pozitif, 25 U/mL'nin altı değerleri negatif kabul edildi.

Moleküler Testler

Örneklerin parvovirüs B19 DNA viral yük değerlerinin saptanması Rt-PCR yöntemiyle yapıldı.

Nükleik asit izolasyonu

Nükleik asit izolasyonu EZ1&2 virüs mini kit v2.0 (Qiagen, Almanya) kullanılarak, EZ1 Advanced XL (Qiagen, Almanya) otomatize ekstraksiyon sistemiyle üretici firmanın talimatlarına uygun olarak gerçekleştirildi.

Amplifikasyon

Amplifikasyon işlemi artus® Parvo B19 RG PCR (Qiagen, Almanya) kantitasyon kitiyle RotorGene Q (Qiagen, Almanya) cihazı kullanılarak üretici talimatlarına göre gerçekleştirildi. Kit ile PVB19 genomunda 76 baz çiftlik bir bölgenin özgül amplifikasyonu yapılarak hedef tespiti yapıldı. PCR sinyalinin floresans eşiğine ulaşması için gereken amplifikasyon döngüsü sayısını ifade eden döngü eşiği değeri, kit içinde bulunan standartlar aracılığıyla oluşturulan standart eğriler kullanılarak analiz edilmiş olup Rotor-Gene Q sistemi yazılımı (sürüm 2.3.5) tarafından otomatik olarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonrası hedef DNA miktarı uluslararası birim (IU)/mL cinsinden kantitatif olarak raporlandı. Amplifikasyon saptanmayan örnekler negatif olarak değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

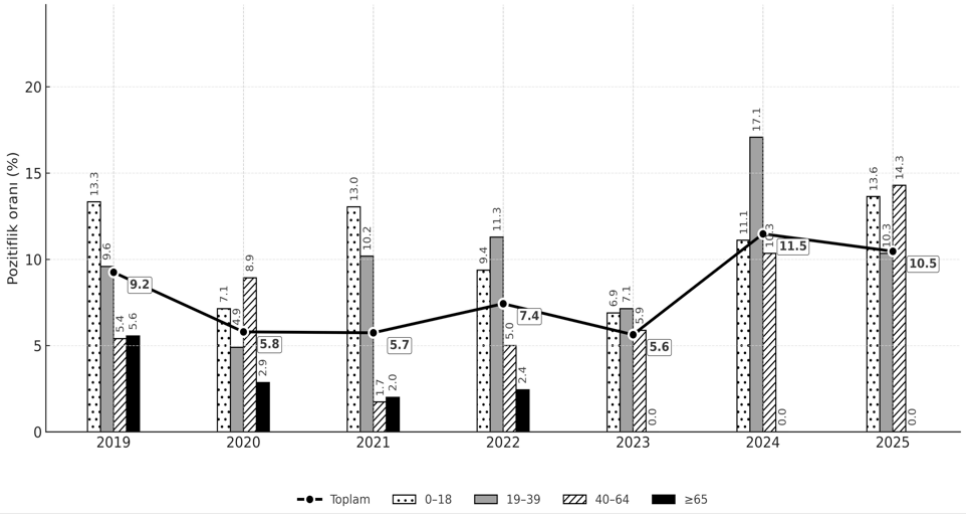
İstatistiksel değerlendirme, IBM Statistical Package for the Social Sciences Statistics 27 for Mac (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) ve Phyton v3.13.2 (Python Software Foundation, ABD) yazılımları kullanılarak yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler ortanca [çeyrekler açıklığı (IQR)] değerleriyle verildi. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare testi uygulandı. Yıllara göre yaş grupları arasındaki ikili karşılaştırmalar için post-hoc analizler yapıldı. İki grup oranları arasındaki farkın anlamlılığını ölçmek için Z testi kullanıldı. Sürekli değişkenler (PVB19 DNA kopya sayıları $\log_{10}$ IU/mL) normal dağılım göstermediğinden parametrik olmayan Kruskal-Wallis testi kullanıldı. Anlamlı fark saptanan durumlarda ikili gruplar arası karşılaştırmalar Mann-Whitney U testiyle yapıldı. Tüm testlerde $p< 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmamızda Ocak 2019 ile Ekim 2025 arasında PVB19 DNA saptanması için laboratuvarımıza gönderilmiş olan 1201 hastadan 1445 parvovirüs B19 PCR sonucu retrospektif olarak incelenmiştir. Örneklerin 733'ü kadın (%61), 468'i erkek (%39) hasta olup, hastaların 1000 (%83.2)'inin 18 yaşın üzerinde olduğu saptanmıştır. Yaş aralığı 0-96 olup, ortanca yaş 37 (IQR= 25-57) olarak saptanmıştır. Hastaların 509 (%42.4)'unun yataklı servisler, 692 (%57.6)'sinin poliklinik hastalarından oluştuğu belirlenmiştir.

Parvovirüs B19 DNA'sı, 1201 hastanın, 89 (%7.4)'unda pozitif saptanmıştır. Pozitif saptanan hastaların 53 (%61.6)'ü kadın, 36 (%38.4)'sı erkek olarak belirlenmiştir. Yaşlara göre incelendiğinde çocuk yaş grubunda pozitiflik %11 iken, erişkin yaş grubunda %6.6 olarak saptanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Z= 2.1052, p= 0.03). Çocuk ve erişkin hastalarda yıllara göre pozitiflik oranları dalgalı bir seyir göstermiş olup, yıllar arasında iki grup için de anlamlı bir fark saptanmamıştır (p> 0.05). Yıllara göre cinsiyet, yaş dağılımı ve kliniklere göre pozitif hasta sayıları Tablo I'de gösterilmiştir.

Yaş gruplarına göre pozitiflik oranları incelendiğinde gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık bulunmuştur (χ^2= 15.845, p= 0.001). En yüksek pozitiflik 0-18 ve 19-39 yaş gruplarında saptanırken en düşük pozitiflik ≥65 yaş grubunda (%2.1) saptanmıştır. Lineer trend analizi, pozitiflik oranının yaşla birlikte anlamlı olarak azaldığını göstermiştir (p< 0.001). Fisher'ın kesin post-hoc analizinde, ≥65 yaş grubunun pozitiflik oranı hem 0-18 hem de 19-39 yaş gruplarına kıyasla Bonferroni düzeltmesi sonrası da anlamlı derecede daha düşük saptanmıştır (p< 0.01). Diğer grup karşılaştırmalarında anlamlı fark izlenmemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. *Yıllara göre yaş gruplarının pozitiflik oranları.*

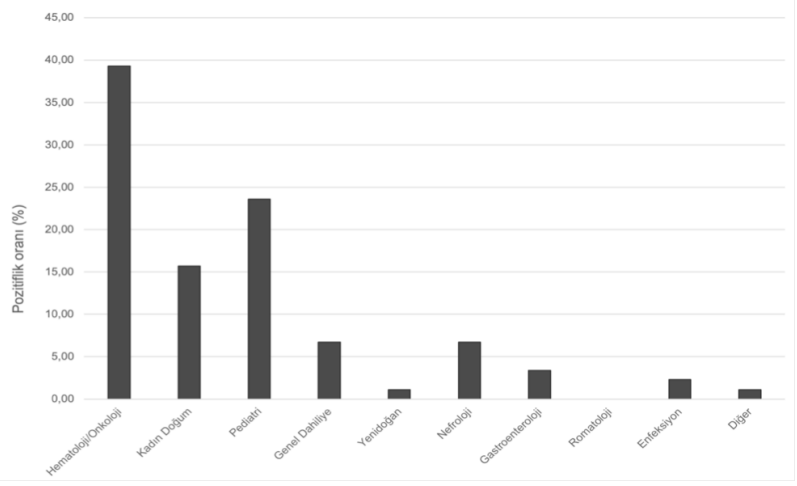
**2025 yılı ilk on ay verileri.*

Tablo I. *Yıllara Göre Cinsiyet, Yaş Dağılımı ve Kliniklere Göre Pozitiflik Saptanan Hasta Sayıları*

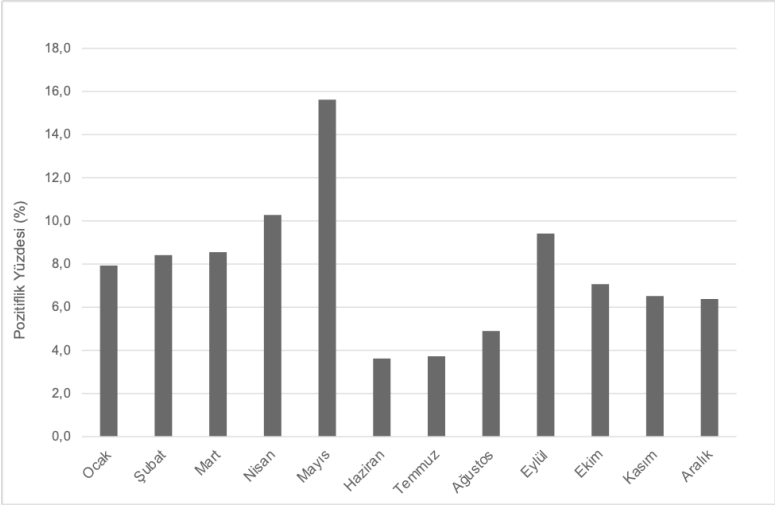
Cinsiyet (n= 1201)	**2019 (%)**	**2020 (%)**	**2021 (%)**	**2022 (%)**	**2023 (%)**	**2024 (%)**	**2025 (%)***	**Toplam (%)**
Kadın	104 (60.1)	135 (65.2)	189 (64)	102 (58)	73 (51.4)	71 (58.2)	59 (66.7)	733 (61)
Erkek	69 (39.9)	72 (34.8)	107 (36)	73 (42)	69 (48.6)	51 (41.8)	27 (33.3)	468 (39)
Toplam	173 (100)	207 (100)	296 (100)	175 (100)	142 (100)	122 (100)	86 (100)	1201 (100)
Yaş (n= 1201)								
0-18	45 (26)	14 (6.8)	23 (7.8)	32 (18.3)	29 (20.4)	36 (29.5)	22 (25.6)	201 (16.7)
19-39	73 (42.2)	102 (49.3)	108 (3.5)	62 (35.4)	42 (29.6)	41 (33.6)	29 (33.7)	457 (38.1)
40-64	37 (21.4)	56 (27.1)	115 (38.9)	40 (22.9)	51 (35.9)	29 (23.8)	21 (24.4)	349 (29.1)
>65	18 (10.4)	35 (16.9)	50 (16.9)	41 (23.4)	20 (14.1)	16 (13.1)	14 (16.3)	194 (16.1)
Toplam	173 (100)	207 (100)	296 (100)	175 (100)	142 (100)	122 (100)	86 (100)	1201 (100)
Klinik (n= 1201)								
Hematoloji/ Onkoloji	4/53 (5.8)	7/95 (7.4)	9/148 (6.1)	4/70 (5.8)	5/72 (6.9)	4/27 (15.4)	2/20 (14.3)	35/485 (7.2)
Kadın doğum	3/47 (8.5)	3/60 (5.0)	2/54 (3.7)	2/25 (8.0)	0/14 (0.0)	4/23 (17.4)	0/14 (0.0)	14/237 (5.9)
Pediatri	6/28 (21.4)	1/8 (12.5)	3/19 (15.8)	2/26 (7.7)	2/26 (7.7)	3/26 (11.5)	4/21 (3.4)	21/154 (13.6)
Genel dahiliye	1/7 (16.7)	0/7 (0.0)	0/14 (0.0)	4/20 (21.1)	0/10 (0.0)	0/7 (0.0)	1/9 (0.0)	6/74 (8.1)
Yenidoğan	0/16 (0.0)	0/6 (0.0)	0/2 (0.0)	0/3 (0.0)	0/1 (0.0)	1/12 (8.3)	0/2 (0.0)	1/42 (2.4)
Nefroloji	1/13 (7.7)	1/11 (9.1)	1/19 (5.6)	0/11 (0.0)	0/2 (0.0)	2/5 (40.0)	1/7 (25.0)	6/68 (8.8)
Gastroen-teroloji	0 (0.0)	0/2 (0.0)	1/23 (4.3)	1/10 (10.0)	1/8 (12.5)	0/6 (0.0)	0/2 (0.0)	3/51 (5.9)
Romatoloji	0/4 (0.0)	0/6 (0.0)	0/3 (0.0)	0/3 (0.0)	0/4 (0.0)	0/4 (0.0)	0/3 (0.0)	0/27 (0.0)
Enfeksiyon	1/3 (0.0)	0/2 (0.0)	1/3 (3.3)	0/2 (0.0)	0/3 (0.0)	0/3 (0.0)	0/2 (0.0)	2/18 (11.1)
Diğer	0/2 (0.0)	0/10 (0.0)	0/11 (0.0)	0/5 (0.0)	0/2 (0.0)	0/9 (0.0)	1/6 (0.0)	1/45 (2.2)

*2025 yılında ilk on ay verileri.

Klinik birimlere göre pozitiflik oranlarının dağılımı istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, ki-kare testinde gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmıştır (p= 0.04). Yapılan post-hoc analizde pediatri kliniğinde pozitiflik oranının diğer kliniklere kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Pozitiflik saptanan hastaların kliniklere göre dağılımı Şekil 2'de gösterilmiştir. Buna göre pozitiflik saptanan hastalar arasında en fazla erişkin hematoloji/onkoloji hastaları yer alırken, bunu pediatri kliniği hastalarının izlediği görülmüştür. Pozitif hastaların aylara göre dağılımı incelendiğinde en fazla PVB19 pozitifliği mayıs ayında görülmüştür (Şekil 3).

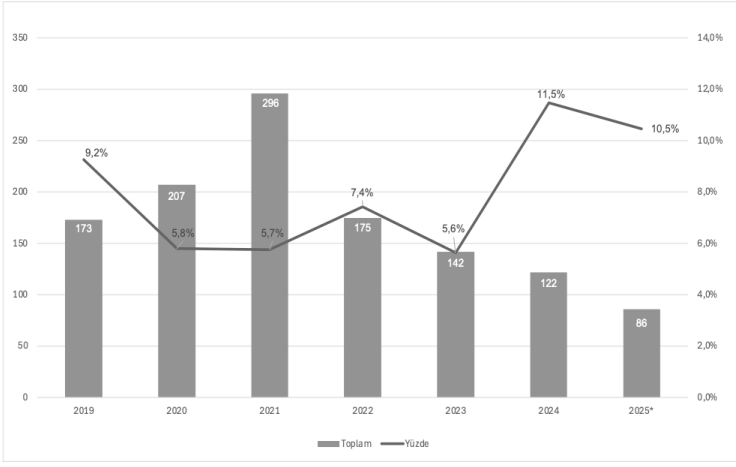


Şekil 2. *Pozitiflik saptanan hastaların kliniklere göre dağılımı.*



Şekil 3. *Aylara göre pozitiflik oranları.*

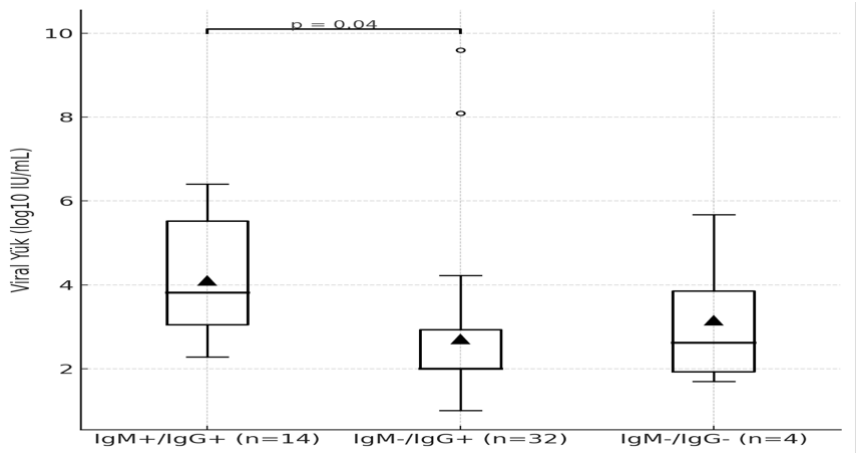
Yıllara göre yapılan karşılaştırmada, 2019-2025 yılları arasında pozitiflik oranlarının değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir (χ^2= 7.59, p> 0.05). Bu sonuç, yıla bağlı pozitiflik değişimlerinde belirgin bir yıl etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Literatürde özellikle 2023 sonu itibarıyla PVB19 görülmesinde artış bildirilmiştir. Buna göre yapılan dönemsel değerlendirmede pandemi öncesi ve pandemi dönemi (2019-2023 yılları) pozitiflik oranı %6.6, pandemi sonrası dönem (2024-2025 yılları) pozitiflik oranı ise %11.1 olarak saptanmış olup, pandemi sonrası dönemde, pandemi öncesi döneme kıyasla pozitifliğin anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür (p= 0.04). Yıllara göre pozitiflik oranları Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. *Yıllara göre parvovirüs DNA pozitiflik yüzdesi.*
**2025 yılı ilk on ay verileri.*

Seroloji pozitif hastalar arasında IgM+/IgG+ (n= 14) grupta ortanca (medyan) viral yük dağılımı 3.81 $\log_{10}$ IU/mL (IQR= 3.0-5.76) olarak saptanmıştır. Bu grupta en düşük viral yük 2.28 $\log_{10}$ IU/mL, en yüksek viral yük 6.39 $\log_{10}$ IU/mL olup, ortalama viral yük 4.11 ± 1.25 $\log_{10}$ IU/mL olarak bulunmuştur. IgM+/IgG+ (n= 32) grupta ortanca viral yük değeri 2 $\log_{10}$ IU/mL (IQR= 2-3.12) olarak saptanmıştır. Bu grupta en düşük viral yük 1.0 $\log_{10}$ IU/mL, en yüksek 9.8 $\log_{10}$ IU/mL olup, ortalama viral yük 2.45 ± 1.59 $\log_{10}$ IU/mL olarak bulunmuştur. IgM-/IgG- (n= 4) grupta ortanca viral yük 2.62 $\log_{10}$ IU/mL (IQR= 1.85-4.45) olarak saptanmıştır. En küçük viral yük 1.69 $\log_{10}$ IU/mL, en yüksek 5.69 $\log_{10}$ IU/mL olup, ortalama viral yük 3.15 ± 1.81 $\log_{10}$ IU/mL olarak bulunmuştur.

Gruplar arasında viral yük açısından yapılan analizde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (H= 13.290; p< 0.05). İkili karşılaştırmalarda bu farkın özellikle IgM+/IgG+ grubun IgM-/IgG+ gruba kıyasla anlamlı derecede daha yüksek viral yüke sahip olmasından kaynaklandığı görülmüştür (p< 0.05). IgM-/IgG- olan hasta grubu ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p> 0.05) (Şekil 5). IgM ve IgG negatif olmasına rağmen 5.69 $\log_{10}$ IU/mL (466000 IU/mL) viral yüke sahip olan bir hastanın ise akut miyeloid lösemi nedeniyle altı ay önce allojenik kök hücre nakli yapıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 5. *Serolojik gruplara göre PVB19 viral DNA yükü.*

**p< 0.05; Mann–Whitney U. PVB19: Parvovirüs B19, IgM+: İmmünoglobulin M pozitif, IgM–: İmmünoglobulin M negatif, IgG+: İmmünoglobulin G pozitif, IgG–: İmmünoglobulin G negatif, IU: Uluslararası birim.*

TARTIŞMA

Parvovirüs B19 enfeksiyonu asemptomatik seyirden yaşamı tehdit eden komplikasyonlara kadar geniş bir klinik spektruma sahiptir[13]. Parvovirüs B19 enfeksiyonu çocuklukta yaygın görülmekle birlikte daha düşük oranda yetişkinlik döneminde de görülebilir[14]. Solunum yoluyla bulaşan PVB19 her 3-4 yılda bir salgınlara neden olur ve 2024 yılında yeni bir salgın için uluslararası bir uyarı yayımlanmıştır[3,13-15]. Ocak 2019-Ekim 2025 döneminde Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Viroloji Laboratuvarına gönderilmiş olan örneklerde, PVB19 PCR sonuçları ve IgM/IgG antikor varlığını incelediğimiz bu çalışmada PVB19 DNA pozitifliği %7.4 olarak saptanmıştır. Literatürde Jiang ve arkadaşlarının[14] 2009-2021 yılları arasında Çin'de yaptıkları ateşli döküntülü hastalık tanısı olan çocuk ve erişkin yaş grubu hastalardaki sürveyans çalışmasında PVB19 pozitiflik oranı %2.59 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda saptanan pozitiflik oranının daha yüksek olması, Jiang ve arkadaşlarının çalışmasında sadece ateşli döküntülü hastalık tanısı alan hastalar dahil çalışmaya edilmişken, çalışmamızda PVB19 enfeksiyonunun çok daha geniş bir klinik spektrumu içeren hasta grubunda değerlendirilmesine bağlı olduğunu düşünmekteyiz. Liotti ve arkadaşlarının[2] İtalya'da 2019-2024 yılları arasındaki PVB19 moleküler tanı eğilimlerini inceledikleri çalışmasında 826 hastanın 80 (%9.7)'inde PVB19 DNA pozitifliği saptanmış ve bu oranın çalışmamızdaki oranla benzer olduğu görülmüştür. Çalışmamızda yıllara göre karşılaştırma yapıldığında pozitiflik oranları arasında istatistiksel fark saptanmamıştır.

Çalışmamızda hasta grubu çoğunlukla (%83.6) 18 yaş üzeri hastalardan oluşmaktadır. Bu durum hastalarımızın çoğunlukla hematoloji/onkoloji klinikleri ile kadın hastalıkları ve doğum kliniğinden olmasıyla açıklanabilir. Çalışmamızda pozitiflik

oranının yaşla birlikte anlamlı olarak azaldığı saptanmıştır (p< 0.001). Çin'de Jiang ve arkadaşlarının[14] yaptığı geniş ölçekli sürveyans çalışmasında da benzer bir yaş eğilimi bildirilmiş ve pozitif olguların yarısını beş yaş altı çocukların oluşturduğu, ergenlerde pozitifliğin yüksek olduğu ve 60 yaş üzeri grupta pozitif olgu saptanmadığı belirtilmiştir. Katar'da kan bağışçıları ile yapılmış bir çalışmada viremi oranları ile yaş arasında negatif korelasyon olduğu ve PVB19 pozitiflik oranının yaşla birlikte azaldığı bildirilmiştir[16]. Çalışmamızda ≥ 65 yaş grubunda pozitiflik oranının hem 0-18 hem de 19-39 yaş gruplarına kıyasla anlamlı olarak düşük olması, literatürdeki yaşa bağlı enfeksiyon dinamikleri ile uyumlu bir bulgudur.

Parvovirüs B19 enfeksiyonu esas olarak çocukluk çağında yaygındır ve daha düşük bir oranda olsa da yetişkinlik döneminde de görülebilir[5]. Çalışmamızda pediatri kliniğinde saptanan yüksek pozitiflik oranı PVB19'un öncelikle çocukluk çağında görülmesi ve epidemilere neden olması ile uyumludur. Pozitif hasta sayısının hematoloji/onkoloji hastalarında en fazla olması ise virüsün eritroid progenitör hücrelerde replike olarak aplastik kriz ve kronik anemiye yol açması, özellikle immünsupresif hastalarda uzun süre persiste olabilmesi ile açıklanabilir[10]. Çalışmamızdaki PVB19 enfeksiyonu açısından risk grubunu oluşturan immünsupresif erişkin hasta sayısının fazla olması, PVB19'un yalnızca pediatrik hastalarda değil, erişkin hastalarda da önemli bir enfeksiyon etkeni olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Parvovirüs B19 Avrupa'da endemik olup ilkbahar ve yaz başlarında daha sık görülür ve her 4-5 yılda bir salgınlara yol açtığı bilinmektedir[2,7]. Çalışmamızda en fazla pozitiflik oranı literatür ile uyumlu olarak mayıs ayında görülmüştür[2,5]. Veyrenche ve arkadaşlarının çalışması[7] incelendiğinde; en yüksek pozitiflik 2023 ve 2024 yıllarında, aylara göre incelendiğinde ise en yüksek pozitiflik mayıs ayında görülmüştür. Ülkemizden Kalıp ve arkadaşlarının çalışmasında[5], yine 2023 yılında artışın başladığı, 2024 yılında ise özellikle Mayıs ayında olmak üzere ciddi bir artış olduğu gösterilmiştir. Liotti ve arkadaşları da çalışmalarında[2] aylara göre pozitifliğin en fazla mayıs ayında görüldüğünü tespit etmişlerdir.

COVID-19 pandemisi sırasında maske kullanımı, sosyal mesafe gibi bulaşıcılığı azaltan önlemler solunum yolu virüsleri başta olmak üzere viral enfeksiyonların toplumda dolaşımını etkilemiştir[2,5]. Ülkemizde 2022 yılının Nisan ayında toplu taşıma ve sağlık kuruluşları hariç kapalı alanlarda maske takma zorunluluğu kaldırılmıştır[17]. Dünya Sağlık Örgütü ise 2023 Mayıs ayında COVID-19 pandemisinin artık küresel bir acil durum teşkil etmediğini açıklamıştır[18]. Pandemi nedeniyle alınan önlemlerin azaltılmasının ve normalleşmenin bir sonucu olarak özellikle 2024 yılında Amerika'da bildirilen PVB19 pozitifliğinde artış dikkat çekicidir. Hastalık Kontrol Merkezi [Center for Disease Control (CDC)] Ağustos 2024 raporunda, 2022-2023 döneminde düşük seyreden enfeksiyon oranlarının 2024 yılı itibarıyla belirgin şekilde arttığını, kan bağışçılarında PVB19 DNA prevalansının Aralık 2023'te %1.5'ten Haziran 2024'te %19.9'a yükseldiğini bildirmiştir[15]. Avrupa'da da benzer artışlar gözlenmiş, İngiltere'de

ciddi miyokardit vakalarının incelendiği başka bir çalışmada da 2024 yılının ilk sekiz ayında belirgin artış rapor edilmiştir[19]. Literatürde Ranno ve arkadaşlarının[13] 2018-2024 yılları arasında İtalya'daki üçüncü basamak bir çocuk hastanesindeki PVB19 dolaşımını inceledikleri çalışmalarında pozitiflik, pre-pandemik dönemde (%9.8) yüksek seyretmiş, pandemi sırasında (%0.8) düşmüş ve 2024 yılında büyük bir salgınla %32.8'e yükselmiştir. Çalışmamızda, CDC ve Avrupa'da 2024 yılı itibarıyla bildirilen artışı incelemek amacıyla 2019-2023 yılları arasında saptanan pozitiflik oranı (%6.6), 2024-2025 yıllarındaki oran (%11.1) ile karşılaştırılmış ve 2019-2023 yılları arasındaki pozitiflik oranı ile 2024-2025 yılları arasında gözlenen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu bulgu, Liotti ve arkadaşlarının çalışmasında[2] bildirilen artışla ve Türkiye'de Kalıp ve arkadaşlarının[5] 2020-2024 ulusal PVB19 izlemini konu alan çalışma verileriyle tutarlıdır; her iki çalışmada da COVID-19 kısıtlamaları süresince düşük dolaşıma bağlı olarak duyarsızlaşmış nüfus birikiminin ardından parvovirüs B19 pozitiflik oranlarında yükseliş gözlenmiştir. Ranno ve arkadaşlarının bulgularına benzer şekilde çalışmamızda 2019'da %9.2 olan pozitiflik oranı 2020–2023 döneminde %5-7 aralığına gerilemiş, 2024'te ise %11.5'e yükselerek pandemi sonrası artan viral dolaşımı yansıtmıştır. Bu bulgular, COVID-19 pandemisinin PVB19 dolaşımı üzerindeki etkisini gösteren uluslararası verilerle uyumlu bulunmuş olup pandemi süresince ülkemizde de uygulanan sıkı halk sağlığı önlemleri ve kapalı alanlarda maske kullanımının zorunlu olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür[2,5,12].

Venturoli ve arkadaşlarının[20] 2012-2024 yılları arasında PVB19'un pre-pandemik, pandemi, pandemi sonrası dağılımını PVB19 IgG/IgM antikorları ve PCR pozitifliği yönünden inceledikleri çalışmalarında pandemi döneminde PVB19 dolaşımının %1'in altına düştüğü, 2024 ilk yarısında ise %20'ye ulaşan keskin bir artış yaşandığı görülmüştür. Pandeminin zirve döneminde test edilen örnek sayısında %25'lik bir azalma olmasına rağmen PVB19'un dolaşımdan neredeyse tamamen kaybolduğu görülmüş ve tespit edilen az sayıdaki pozitif örneğin muhtemelen persistan enfeksiyonlara bağlı olduğu düşünülmüştür. Çalışmamızda 2020 ve 2021 yıllarında PVB19 DNA test istem sayıları, 2020'de %19.6 artarak 207'ye, 2021'de ise %71.1 artarak 296'ya yükselmiştir. Ancak test hacmindeki bu artışa karşın pozitiflik oranları aynı oranda yükselmemiş, aksine 2019'da %9.2 olan pozitiflik oranı, 2020'de %5.8 ve 2021'de %5.7 düzeyinde kalmıştır. Merkezimizde pandemi süresince COVID-19 dışı diğer moleküler testler çalışılmaya devam etmiş ve pozitiflik oranları artan test hacmiyle paralel bir yükseliş göstermemiştir. Bu bulgu, hasta grubumuzun çoğunlukla persistan viremi görülebilen erişkin ve immünsuprese hastalardan oluşmasıyla ve hekimlerin bu grupta tanısal yaklaşımı sürdürmesine karşın, toplumdaki viral dolaşımın daha düşük seviyede olmasıyla açıklanabilir.

Parvovirüs B19 tanısında moleküler ve serolojik yöntemlerin birlikte kullanıldığı tanısal yaklaşım, PVB19 enfeksiyonuna bağlı değişen klinik spektrumları karakterize etme açısından önemlidir[7]. Çalışmamızda parvovirüs IgM+/IgG+ olan hastalarda PVB19

viral yükü en yüksek iken, IgM–/IgG+ grubunda daha düşük viral yük gözlemlenmiştir. IgM–/IgG– grubunda ise geniş bir viral yük aralığı saptanmış olup bu gruptaki dört hastadan üçü immünsupresif hastalardan oluşmaktadır. Serolojik olarak IgM+/IgG+ grupta saptanan yüksek viral yük (IQR= 3-5.8 $\log_{10}$ IU/mL), Liotti ve arkadaşlarının[2] akut enfeksiyon döneminde vireminin belirgin şekilde yüksek seyrettiğini gösteren bulgularıyla (IgM+/IgG+ grupta IQR= 4.8-5.9 $\log_{10}$ IU/mL) benzerdir. Buna karşılık IgM–/IgG+ grubundaki düşük-orta viral yük (IQR= 2-3.1 $\log_{10}$ IU/mL) ise geç enfeksiyon veya post-viral döneme karşılık gelen parvovirüs enfeksiyon seyriyle benzerlik göstermektedir[2,7]. Bizim çalışmamızda IgM–/IgG+ grubun medyan viral yükünün IgM+/IgG+ gruba göre anlamlı derecede düşük bulunması PVB19 enfeksiyon seyriyle örtüşmektedir. Bu gruptaki düşük medyan değer (2 $\log_{10}$ IU/mL), Liotti ve arkadaşlarının[2] bildirdiği düşük viral yük aralığı (2.3-3.5 $\log_{10}$ IU/mL) ile uyumludur ve enfeksiyonun viremi döneminin geçmesi şeklinde yorumlanabilir. IgM yanıtı olmayan bu grupta en düşük ve en yüksek değerler arasında görülen fark (1-9.8 $\log_{10}$ IU/mL), Veyrenche ve arkadaşlarının[7] post-viral komplikasyon veya persistan enfeksiyon sınıflarında tanımladığı değişken profille de benzer bulunmuştur. Hastalardan IgM–/IgG– grupta yer alan ve allojenik kök hücre nakli sonrası izlenen immünsupresif bir hastada yüksek viral yük saptanması ise özellikle immünsuprese hastalarda tanımlanan yetersiz antikor yanıtına bağlı gelişen "seronegatif fakat yüksek viral yük" profilini göstermektedir. Bu hasta grubunda serolojik yanıt gelişememiştir ve viremi uzayabilir veya şiddetli seyredebilir[7].

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Retrospektif tasarımı nedeniyle PVB19 DNA pozitifliği ile klinik bulgular arasındaki ilişki ayrıntılı olarak değerlendirilememiştir. Çalışmanın tek merkezli olması, erişkin ve immünsuprese hastaların ağırlıkta olması nedeniyle sonuçların topluma genellenebilirliği sınırlıdır.

Sonuç olarak, laboratuvarımıza gönderilen örneklerde PVB19 DNA pozitiflik oranlarını, pandemi döneminin pozitiflik üzerindeki etkisini ve seroloji-viral yük ilişkisini değerlendirdiğimiz bu çalışmada hasta grubunun %40.4'ünü immünsupresif hastalar oluşturmaktadır. Çalışmamızda PVB19'un tanı ve izleminde özellikle immünsuprese hastalardaki yetersiz antikor yanıtı nedeniyle serolojik ve moleküler yöntemlerin birlikte kullanımının hasta yönetiminde önemli rol oynadığı görülmüştür.

ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Etik Komisyonu tarafından onaylanmıştır (Tarih: 07.10.2025 ve Karar no: 2025-1668).

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

KAYNAKLAR

1. Guillet M, Bas A, Lacoste M, Ricard C, Visse C, Barlet V, et al. New atypical epidemiological profile of parvovirus B19 revealed by molecular screening of blood donations, France, winter 2023/24. Euro Surveill 2024; 29(21): pii=2400253 https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.21.2400253
2. Liotti FM, Marchetti S, D'Onghia S, Romano L, Ricci R, Sanguinetti M, et al. Compelling Increase in Parvovirus B19 Infections: Analysis of Molecular Diagnostic Trends (2019-2024). Viruses 2025; 17(4): 523. https://doi.org/10.3390/v17040523
3. d'Humieres C, Fouillet A, Verdurme L, Lakoussan SB, Gallien Y, Coignard C, et al. An unusual outbreak of parvovirus B19 infections, France, 2023 to 2024. Euro Surveill 2024; 29(25): pii=2400339. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2024.29.25.2400339
4. Turk Dagi H, Ozdemir M, Baykan M, Baysal B. Investigation of parvovirus B19 seroprevalence in various age groups in Central Anatolia Region, Turkey. Mikrobiyol Bul 2010; 44(3): 467-72.
5. Kalip K, Toptas M, Culha G, Balci M, Oz E, Demirkol ME. Epidemiology of Parvovirus B19 in Türkiye: A Descriptive Analysis of National Surveillance Data (2020-2024). Balkan Med J 2025; 42(3): 254-61. https://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2025.2025-1-50
6. Rahema MAH, Al-Shuwaikh AM, Al-Tameemi WF. Molecular and Serological Detection of Human Parvovirus B19 in a Sample of Iraqi Patients with Acute Lymphoid Leukemia in Relation to Hematological Parameters. Asian Pac J Cancer Prev 2025; 26(4): 1285-92. https://doi.org/10.31557/APJCP.2025.26.4.1285
7. Veyrenche N, Fourgeaud J, Burgard M, Allali S, Toubiana J, Pinhas Y, et al. Virological characterization of Parvovirus B19 isolated during the atypical 2023-2024 outbreak in France. J Infection 2025; 90(2): 106409. https://doi.org/10.1016/j.jinf.2025.106409
8. Heegaard ED, Brown KE. Human parvovirus B19. Clin Microbiol Rev 2002; 15(3): 485-505. https://doi.org/10.1128/CMR.15.3.485-505.2002
9. Lee TH, Kleinman SH, Wen L, Montalvo L, Todd DS, Wright DJ, et al. Distribution of parvovirus B19 DNA in blood compartments and persistence of virus in blood donors. Transfusion 2011; 51(9): 1896-908. https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2010.03035.x
10. Qiu J, Soderlund-Venermo M, Young NS. Human Parvoviruses. Clin Microbiol Rev 2017; 30(1): 43-113. https://doi.org/10.1128/CMR.00040-16
11. Russcher A, van Boven M, Benincà E, Verweij EJT, Backer MWAMD, Zaaijer HL, et al. Changing epidemiology of parvovirus B19 in the Netherlands since 1990, including its re-emergence after the COVID-19 pandemic. Sci Rep-Uk 2024; 14(1): 9630. https://doi.org/10.1038/s41598-024-59582-7
12. Fourgeaud J, Allali S, Toubiana J, Pinhas Y, Frange P, Leruez-Ville M, et al. Post-COVID-19 pandemic outbreak of severe Parvovirus B19 primary infections in Paris, France: 10-year interrupted time-series analysis (2012-2023). J Clin Virol 2023; 167: 105576. https://doi.org/10.1016/j.jcv.2023.105576
13. Ranno S, Russo C, Colagrossi L, Fox V, Di Maio VC, Linardos G, et al. Parvovirus B19 Rebound. J Med Virol 2025; 97(5): e70380. https://doi.org/10.1002/jmv.70380
14. Jiang H, Qiu Q, Zhou Y, Zhang Y, Xu W, Cui A, et al. The epidemiological and genetic characteristics of human parvovirus B19 in patients with febrile rash illnesses in China. Sci Rep 2023; 13(1): 15913. https://doi.org/10.1038/s41598-023-43158-y
15. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Increase in Human Parvovirus B19 Activity in the United States. 2024.: Health Alert Network (HAN) U.S. Department of Health and Human Services.
16. Abdelrahman D, Al-Sadeq DW, Smatti MK, Taleb SA, AbuOdeh RO, Al-Absi ES, et al. Prevalence and Phylogenetic Analysis of Parvovirus (B19V) among Blood Donors with Different Nationalities Residing in Qatar. Viruses 2021; 13(4): 540. https://doi.org/10.3390/v13040540
17. T.C. İçişleri Bakanlığı. 81 İl Valiliğine Kapalı Alanlarda Maske Kullanımı Genelgesi Gönderildi. 2022. Erişim adresi: www.icisleri.gov.tr/81-il-valiligine-kapali-alanlarda-maske-kullanimi-genelgesi-gonderildi (Erişim tarihi: 14.12.2025).
18. Sarker R, Roknuzzaman ASM, Hossain MJ, Bhuiyan MA, Islam MR. The WHO declares COVID-19 is no longer a public health emergency of international concern: Benefits, challenges, and necessary precautions to come back to normal life. Int J Surg 2023; 109(9): 2851-2. https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000513

19. Russell N, Hatcher J, Best T, Breuer J, Charlesworth J, Muir P, et al. Severe Parvovirus B19-Associated Myocarditis in Children in the Post-COVID-19 Era: A Multicenter Observational Cohort Study. Open Forum Infect Dis 2025; 12(5): ofaf224. https://doi.org/10.1093/ofid/ofaf224
20. Venturoli S, Bertoldi A, Manaresi E, Lazzarotto T, Gallinella G. Epidemiology of Parvovirus B19 Infection In an Italian Metropolitan Area, 2012-2024: COVID-19 Pre-Pandemic, Pandemic and Post-Pandemic Trends. J Med Virol 2025; 97(3): e70296. https://doi.org/10.1002/jmv.70296

Bu eser CC BY-NC Atıf-GayriTicari Türev Eser Yaratma 4.0 Uluslararası Lisansı kapsamında lisanslanmıştır.
Veri Paylaşım Beyanı: Bu çalışmanın bulgularını destekleyen veriler, makul talepler doğrultusunda sorumlu yazardan temin edilebilir.
©Telif Hakkı 2026 Mikrobiyoloji Bülteni'ne aittir. Makale metnine www.mikrobiyolbul.org web sayfasından ulaşılabilir.