

# İzole Koroner Arter Bypass Grefti Yapılan Hastalarda MİECC ile Otolog Kan Kullanılan Konvansiyonel KPB Yöntemlerinin İntraoperatif Hemodilüsyon ve Kan Kullanımı Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması

Comprasion of the Effects of MIECC and Conventional CPB Methods with Autologous Blood on Intraoperative Hemodilution and Blood Utilization in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass Grafting

© Kübra İnal<sup>1</sup>, © İsmail Yerli<sup>2</sup>, © Ali Kocailik<sup>2</sup>, © Hasan Karasu<sup>3</sup>, © Mustafa Emre Gürcü<sup>4</sup>, © Mehmet Kaan Kırılı<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Perfüzyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Perfüzyon Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

## Öz

**Amaç:** Kan transfüzyonu, enfeksiyon riski ve immünojenik reaksiyonlar gibi komplikasyonlara yol açabilirken, hemodilüsyon da dokulara oksijen sunumunu etkileyerek postoperatif komplikasyon riskini artırabilir. Bu çalışmada izole koroner arter bypass grefti (CABG) yapılan hastalarda minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi (MİECC) ile konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sisteminin intraoperatif hemodilüsyon ve kan kullanımı üzerine etkisini karşılaştırmayı amaçladık.


**Gereç ve Yöntem:** Bu araştırmanın evreni, 2020 yılı Ocak ayından 2023 Aralık ayına kadar izole CABG ameliyatı yapılan hastalardan oluşmaktadır. MİECC sistemi ve konvansiyonel sistemi ile izole CABG yapılan iki farklı gruptan toplam 100 hasta seçilerek verileri incelenmiştir. Her iki grupta da 50'şer hasta yer almakta olup, bu sayede iki yöntem arasındaki farklar ve sonuçlar ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

**Bulgular:** MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda kan kullanımı, hemodilüsyon oranı, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarı ve kan gazı serum laktat düzeylerinin konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha düşük olduğunu göstermiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca, postoperatif hematokrit (HCT) değerleri de MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda daha yüksek bulunmuştur.

**Sonuç:** Bu çalışmada, izole CABG operasyonu geçirmiş hastalarda intraoperatif dönem hemodilüsyon, hastaya verilen sıvı miktarları, kan kullanım miktarları, kan gazı serum laktat düzeyleri, idrar çıkışları ve postoperatif HCT değerleri gibi faktörlerin MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki farkları incelenmiştir. Sonuç olarak, MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda intraoperatif kan kullanım miktarında, hemodilüsyon oranında, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarında ve kan gazı serum laktat düzeyleri, konvansiyonel sisteme oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, postoperatif HCT değeri MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalarda daha yüksek çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kan transfüzyonu, hemodilüsyon, kardiopulmoner bypass, MİECC

\*Bu makale Kübra İnal'ın 2024 yılında yayınlanan "İzole Koroner Arter Bypass Grefti Yapılan Hastalarda MİECC ile Otolog Kan Kullanılan Konvansiyonel KPB Yöntemlerinin İntraoperatif Hemodilüsyon ve Kan Kullanımı Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden oluşturulmuştur.

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Kübra İnal, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Perfüzyon Kliniği, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** +90 534 773 51 24 **E-posta:** kbr.1907@outlook.com **ORCID ID:** orcid.org/0009-0003-4673-4886  
**Geliş Tarihi/Received:** 22.07.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 23.08.2024

## Abstract

**Objective:** Although blood transfusion can lead to complications, such as the risk of infection and immunological reactions, hemodilution can also increase the risk of postoperative complications by affecting oxygen delivery to tissues. In this study, we aimed to compare the effects of the minimally invasive extracorporeal circulatory system (MIECC) and the conventional extracorporeal circulatory system on intraoperative hemodilution and blood use in patients undergoing isolated coronary artery bypass grafting (CABG).

**Materials and Methods:** The study population consisted of patients who underwent isolated CABG between January 2020 and December 2023. A total of 100 patients from two different groups who underwent isolated CABG using the MIECC system and the conventional system were selected, and their data were examined. There were 50 patients in each group; thus, the differences and results between the two methods were analyzed in detail.

**Results:** Blood usage, hemodilution rate, total amount of fluid taken during the operation, and blood gas serum lactate levels in patients operated on using the MIECC system were significantly lower than those using the conventional system ( $p < 0.05$ ). Additionally, postoperative hematocrit (HCT) values were found to be higher in patients operated on using the MIECC system.

**Conclusion:** In this study, the differences between the MIECC system and the conventional system in factors such as intraoperative hemodilution, amount of fluid given to the patient, amount of blood use, blood gas serum lactate levels, urine output, and postoperative HCT values in patients who underwent isolated CABG were examined. As a result, the amount of intraoperative blood use, hemodilution rate, total amount of fluid taken during the operation, and blood gas serum lactate levels were lower in patients operated on using the MIECC system compared with the conventional system. Additionally, postoperative HCT values were higher in patients who underwent surgery using the MIECC system.

**Keywords:** Blood transfusion, hemodilution, cardiopulmonary bypass, MIECC

## Giriş

Koroner arter hastalığı, dünya genelinde kalp ve damar hastalıkları arasında en yüksek ölüm ve hastalık oranlarına sahiptir. Bu hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, koroner arter bypass grefti (CABG) işlemidir. Geleneksel olarak, CABG operasyonlarında konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sistemleri kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler, operasyon sırasında ve sonrasında önemli miktarda kan transfüzyonu gerektirebilir ve hemodilüsyona neden olabilir (1).

Kan transfüzyonları ile ilgili potansiyel komplikasyonlar ve enfeksiyon riskleri bulunmaktadır (2). Aynı zamanda, artırılan kan kullanımı, hastane maliyetlerini ve hastaların iyileşme süresini uzatabilir. Hemodilüsyon, cerrahi sırasında kandaki kırmızı kan hücrelerinin seyrelmesi olarak tanımlanır ve bu durum, dokulara yeterli oksijen ulaşmasını engelleyerek postoperatif komplikasyon riskini artırabilir (3). Bu nedenlerle, kan kullanımını ve hemodilüsyonu minimize eden cerrahi teknik ve yöntemler tercih etmek önemlidir.

Son yıllarda geliştirilen minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi (MİECC) gibi yenilikçi teknolojiler, geleneksel yöntemlere alternatif olarak öne çıkmaktadır. MİECC sistemlerinin, cerrahi sırasında kan kullanımı ve hemodilüsyon oranlarını azalttığı bazı çalışmalarda gösterilmiştir (4).

Bu çalışma, izole CABG yapılan 100 hasta üzerinde gerçekleştirilen retrospektif bir çalışmayı ele almakta olup, bunların 50'sinde MİECC sistemi, diğer 50'sinde ise konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sistemi kullanılmıştır. Araştırmada, her iki grubun intraoperatif kan kullanımı ve hemodilüsyon oranları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın bulgularının, CABG operasyonlarında hangi yöntemlerin daha etkin ve güvenilir olduğunu belirlemeye yardımcı olması hedeflenmektedir. Çalışmamız, bu alanda yapılan sınırlı sayıdaki araştırmalara katkıda bulunmayı ve cerrahların, klinik sonuçları iyileştirmek amacıyla hangi teknik veya sistemin kullanılmasının daha uygun olacağına dair bilinçli karar vermelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

## Gereç ve Yöntemler

Bu araştırma, izole CABG yapılan hastalarda kullanılan farklı pompa türlerinin (konvansiyonel sistem-MİECC sistem) intraoperatif dönem kan kullanımı ve hemodilüsyon üzerine etkisini ortaya koymak; hemodilüsyon ve kan kullanımına bağlı komplikasyonları en aza indirmek için öneriler ortaya koymak amacıyla planlanmıştır.

### Araştırmanın Modeli

Araştırmamız, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayının (karar numarası: 2024/13/866, tarih: 16.07.2024) ardından tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı bir çalışma olarak yürütülmüştür.

### Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu araştırma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi kalp ve damar cerrahisi kliniğinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, 2020 yılı Ocak ayından 2023 yılı Aralık ayına kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu süre içerisinde, izole CABG ameliyatı yapılan hastaların dosyaları ve hastane bilgi yönetim sistemleri verileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan veriler,

hastaların geçmişteki kayıtlarının eksiksiz ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine özen göstererek toplanmıştır.

### Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırmanın evreni, 2020 yılı Ocak ayından 2023 Aralık ayına kadar Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde izole CABG ameliyatı yapılan tüm hastalar oluşturmaktadır.

Araştırma kapsamında, belirlenen zaman diliminde gerçekleştirilen elektif izole CABG operasyonlarına ait hasta dosyaları ve hastane bilgi yönetim sistemi verileri incelenmiştir.

Örneklem seçiminde aşağıdaki dahil etme ve dışlanma kriterleri göz önünde bulundurulmuştur:

#### Dahil etme kriterleri:

- Otuz yaş üstü ve 80 yaş altı kadın/erkek hastalar,
- Perfüzyon süresi 60-130 dakika arasında olan hastalar,
- Kross klemp süresi 40-80 dakika arasında olan hastalar,
- Hemostaz kanı heparinden önce alınmış ve otolog kan kullanılmış hastalar,
- Hematokrit (HCT) değeri %35 ve üzeri olan hastalar.

#### Dışlanma kriterleri:

- Acil şartlarda CABG ameliyatı olan hastalar,
- HCT değeri %35 ve altı olan hastalar (hastanemizde protokol olarak HCT değeri %34 ve altı olan hastalardan hemostaz kan alınmamaktadır),
- Hemostaz kanı alınmamış hastalar,
- Kronik böbrek yetmezliği olan hastalar.

Bu kriterlere uygun olarak seçilen, MİECC sistemi ve konvansiyonel sistemi ile izole CABG yapılan iki farklı gruptan toplam 100 hasta seçilerek verileri incelenmiştir. Her iki grupta da 50'şer hasta yer almakta olup, bu sayede iki yöntem arasındaki farklar ve sonuçlar ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Hasta dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Hastane bilgi sisteminde yer alan hastalara ait demografik veriler (yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi), preoperatif ve postoperatif HCT değeri hakkında bilgi edinildi. Perfüzyon kayıt formundan aortik kross klemp ve kardiyopulmoner bypass (KPB) süresi, operasyon öncesi HCT değeri, kross klemp koyulduktan sonraki 1. ve 2. kan gazında laktat değeri, 34 °C ve 37 °C'de laktat değeri, KPB süresince alınan sıvı miktarı, genel denge, operasyon boyunca toplam idrar çıkış miktarı ve intraoperatif kan kullanım miktarı incelenmiştir. Anestezi kayıt formundan genel denge, anestezi tarafından alınan sıvı miktarı ve hemostaz kan kullanımı gibi veriler toplanmıştır.

Bu veri toplama araçları, hastaların hem cerrahi süreçlerini hem de anestezi ve postoperatif dönemdeki detayları kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

### İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi IBM Statistical Package for Sciences (SPSS) Statistics 27 paket yazılım kullanılarak yapılmıştır. Çalışma analizlerde temel tanımlayıcı ölçütlerden sıklık, yüzde, ortalama, standart sapma ve en büyük-en küçük değerler tanımlanmıştır. Değişkenlerin normal dağılımları Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak araştırılmış, normal dağılım gösteren değişkenler için ortalamaların kıyaslanmasında parametrik analizlerden bağımsız örneklem t-testi, non-parametrik veya dağılımı düzgün olmayan verilerin kıyasında Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler sonucunda p<0,05 olan değerler istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olarak kabul edilmiştir.

### Bulgular

#### MİECC ve KPB Konvansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların Demografik Verileri

Çalışmamıza dahil edilen CABG operasyonu geçirmiş ve operasyon sırasında KPB cihazı kullanılmış 100 hastanın demografik değişkenleri ve istatistik verileri tablolar halinde sunulmuştur.

Elli hastanın konvansiyonel sistem ile 50 hastanın ise MİECC sistemi ameliyat edildiği örneklem grubunda toplamda 100 hasta mevcuttur. Tüm ameliyat olan hastaların yaş ortalamaları  $\bar{X}=60,1\pm 8,10'$ 'dur. Konvansiyonel sistem ile ameliyat edilen hastaların yaş ortalaması ( $\bar{X}_{\text{konvansiyonel}}$ )= $60,5\pm 8,30$  iken MİECC sistemi ile ameliyat olan hastaların yaş ortalamaları ( $\bar{X}_{\text{MİECC}}$ )= $59,7\pm 9,2$  olarak gözlenmektedir (Tablo 1). En genç hastanın MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalar içerisinde ve 34 yaşında olduğu gözlenirken, konvansiyonel sistem ile ameliyat olan en genç hasta 45 yaşındadır. En yaşlı hastalar her iki sistem grubunda da 76 yaşındadırlar.

#### MİECC Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde Hemodilüsyon ve Sıvı Kullanım Oranları

MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem ile ameliyat edilen hastaların hemodilüsyon, KPB süresince alınan sıvı, anestezi tarafından verilen sıvı ve toplam sıvı değerlerinin dağılımı Kolmogorov-Smirnov normallik dağılımı ile kontrol edilmiş ve verilerin normal dağılıma uygun olmaması sebebiyle non-parametrik Mann-Whitney U testi uygulanmasına karar verilmiştir. Veriler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'de gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin; hemodilüsyon verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=337,50, p<0,05).

KPB süresince alınan sıvı verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=789,50, p<0,05).

Anestezi tarafından verilen sıvı verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

Toplam sıvı miktarlarına göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=847, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde İdrar Çıkışı Üzerine Etkisi

Tablo 3'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin idrar çıkışı verilerine göre ortalamalarının karşılaştırılması sonucu MİECC sisteminin sıra ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmektedir fakat bu farklılığın kovansiyonel sistemle aralarında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

Tablo 1. Demografik veriler		Ortalama ± SS	f	(%)
Yaş (yıl)		60,09±11,13		
Konvansiyonel		60,5±8,30		
MİECC		59,7±9,2		
Cinsiyet	Erkek		82	82
	Kadın		18	18
Vücut yüzey alanı (kg/m <sup>2</sup> )				
Konvansiyonel		1,87±0,05		
MİECC		1,85±0,07		
KPB süresi				
Konvansiyonel		98,2±21,76		
MİECC		95,58±20,31		
Kross klemp süresi				
Konvansiyonel		56,94±12,86		
MİECC		58±14,13		

SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KPB: Kardiyopulmoner bypass, f: f dağılım

Tablo 2. Hemodilüsyon, KPB süresince alınan sıvı, anestezi tarafından verilen sıvı ve toplam verilen sıvı miktarlarının, kovansiyonel ve MİECC sistemlerine göre karşılaştırması						
Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>Hemodilüsyon</b>						
Konvansiyonel sistem	50	12,33±12,7	3437,5	337,5	-6,3	0,000
MİECC sistemi	50	7,58±3,58	1612,5			
<b>KPB süresince alınan sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	775±608,29	2985,5	789,5	-3,243	0,001
MİECC sistemi	50	428±439,75	2064,5			
<b>Anestezi tarafından verilen sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	1977,4±534,51	2579,5	1195,5	-0,391	0,695
MİECC sistemi	50	428±439,75	2470,5			
<b>Toplam sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	1376±849,94	2928	847	-2,802	0,005
MİECC sistemi	50	1187±1073,38	2122			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KPB: Kardiyopulmoner bypass

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde Kan Kullanımı Üzerine Etkisi

Tablo 4'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin; intraoperatif dönemdeki kan kullanım miktar verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=1025,50, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların AKK1 ve AKK2'deki Kan Gazlarında Laktat Düzeyleri Karşılaştırması

Tablo 5'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin;

Aortik kross klemp (AKK)\_1. kan gazı (KG)\_LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

AKK\_2.KG\_LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=963,50, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların 34 °C ve 37 °C'deki Kan Gazlarında Laktat Düzeyleri Karşılaştırması

Tablo 6'da gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin;

34 °C KG LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=895, p<0,05).

37 °C KG LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=874, p<0,05).

**Tablo 3. İdrar çıkışı miktarlarına göre uygulanan ameliyat sisteminin karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>İdrar çıkışı (net)*</b>						
Kovansiyonel sistem	50	722,4±692,102	2340	1065	-1,276	0,202
MİECC sistemi	50	796,7±691,09	2710			
<b>Pompa öncesi idrar çıkışı (mL)</b>						
Kovansiyonel sistem	50	174,4±147,6	2323	1048	-1,394	0,163
MİECC sistemi	50	224,4±185,2	2727			
<b>Toplam idrar çıkışı (mL)</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1270,4±577,16	2315	1040	-1,449	0,147
MİECC sistemi	50	1369±512,09	2735			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 (\*) İdrar çıkışı (net) = Toplam idrar çıkışı (mL) - pompa öncesi idrar çıkışı (mL)  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi

**Tablo 4. İntraoperatif dönemdeki kan kullanım miktarlarının MİECC ve kovansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>Preoperatif ES kullanımı</b>						
Kovansiyonel sistem	50	0,38±0,854	2749,5	1025,5	-2,85	0,004
MİECC sistemi	50	0,04±0,282	2300,5			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, ES: Eritrosit süspansiyonu

**Tablo 5. AKK1 ve AKK2 kan gazı laktat düzeylerinin MİECC ve kovansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>AKK_1.KG_LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1,47±0,63	2628	1147	0,712	0,477
MİECC sistemi	50	1,36±0,533	2422			
<b>AKK_2.KG_LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1,64±0,701	2811,5	963,5	1,983	0,047
MİECC sistemi	50	1,37±0,514	2238,5			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, AKK: Aortik kross klemp, KG: Kan gazı

**Tablo 6. 34 °C ve 37 °C kan gazı laktat düzeylerinin MİECC ve konvansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>34 °C KG LAKTAT</b>						
Konvansiyonel sistem	50	1,85±0,852	2880	895	-2,452	0,014
MİECC sistemi	50	1,46±0,549	2170			
<b>37 °C KG LAKTAT</b>						
Konvansiyonel sistem	50	2,17±0,932	2901	874	-2,596	0,009
MİECC sistemi	50	1,76±0,834	2149			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KG: Kan gazı

**Tablo 7. Postoperatif ve peroperatif HCT değerlerinin, konvansiyonel ve MİECC sistemlerine göre karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama	SS	t	p
<b>Peroperatif HCT</b>					
Konvansiyonel sistem	50	39,39	5,6215	-4,965	0,000
MİECC sistemi	50	40,158	4,8637		
<b>Postoperatif HCT</b>					
Konvansiyonel sistem	50	30,308	4,4053	-0,731	0,0467
MİECC sistemi	50	34,872	4,7786		

Bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır  
SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, HCT: Hematokrit

## MİECC ve Konvansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların Postoperatif ve Preoperatif HCT Oranlarının Karşılaştırılması

Tablo 7'de gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin ( $\bar{X}=39,390\pm 5,6215$ ), preoperatif HCT değerleri düzeylerine göre konvansiyonel sistem ortalamasından ( $\bar{X}=40,158\pm 4,8637$ ) daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir ( $t_{98}=-0,731$   $p>0,05$ ).

Ayrıca tabloda gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin  $\bar{X}=34,8720\pm 4,7786$ , postoperatif HCT değerleri düzeylerine göre konvansiyonel sistem ortalamasından  $\bar{X}=30,3080\pm 4,4053$  daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $t_{98}=-4,965$ ,  $p<0,05$ ).

## Tartışma

CABG, yaygın olarak kullanılan bir kardiyovasküler cerrahi prosedürdür ve KPB sistemlerinin kullanımı ile gerçekleştirilir. KPB, cerrahi sırasında kalp ve akciğer işlevlerini geçici olarak devralarak kalbin durdurulmasına olanak tanır. Ancak, KPB sırasında hemodilüsyon, yani kanın seyreltici etkisi ve kan kullanımının artması gibi önemli komplikasyonlar meydana gelebilir. Hemodilüsyon, kan hücrelerinin sayısının ve plazma konsantrasyonunun azalmasına yol açarak doku oksijenlenmesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durum, operasyon sonrası komplikasyon risklerini artırabilir ve iyileşme sürecini uzatabilir. Kan kullanımı, yani kan transfüzyonları,

ameliyat sırasında kan kaybını telafi etmenin bir yolu olarak kullanılır ancak transfüzyonlar enfeksiyon riski ve immünolojik reaksiyonlar gibi istenmeyen etkilere neden olabilir (1,3).

Son yıllarda MİECC, bu sorunları azaltmak amacıyla ve konvansiyonel KPB sistemlerine alternatif olarak geliştirilmiştir. MİECC, daha küçük dolaşım hacmi ve minimal hemodilüsyon avantajları ile dikkat çekmektedir (4). Çalışmamız, bu iki yöntemin intraoperatif sonuçlarını karşılaştırarak klinik sonuçları değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmaya dahil edilen 100 hastadan 50'sine MİECC, 50'sine ise konvansiyonel sistem ile CABG uygulanmıştır. Her iki grubun da yaş ortalamaları, KPB süresi ve kross klemp süresi arasında anlamlı bir fark olmaması iki sisteminde karşılaştırılabilir özellikte olduğunun belirteçlerinden biri olmuştur.

KPB sırasında hemodilüsyon, yıllarca hipotermi sırasında artan kan viskozitesine karşı olumlu bir etki sağladığı düşünülmüştür. Ancak son çalışmalar, hemodilüsyon ve morbidite arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (5). Hemodilüsyon, nedeniyle kanın seyrelmesine bağlı olarak HCT düşüşü meydana gelir (6). KPB sırasındaki en düşük HCT seviyesi, postoperatif akut böbrek yaralanması, inme ve mortalite için geniş bir şekilde kabul edilen bir risk faktörüdür. Bu ilişkinin yaygın olarak kabul gören yorumuna göre, KPB'nin çok düşük bir HCT seviyesinde uygulanması, yetersiz bir oksijen teslimatına neden olabilir ve bu da organlarda doksisiyaya ve ardışık organ yetmezliğine yol açabilir (3). Çalışmamızda MİECC sisteminin

postoperatif HCT değerleri düzeylerine göre konvansiyonel sistem ortalamasından daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). MİECC, azalmış hemodilüsyon ve azalan kan transfüzyonu ihtiyacından dolayı kan koruma devresi olarak bilinir. Ayrıca, düşük antikoagülasyon protokolleri endotel aktivasyonunu azaltırken, pıhtılaşma bütünlüğü üzerinde koruyucu etkiye sahiptir (7). Anastasiadis ve ark.'nın (8) 2010'da yaptıkları CABG ameliyatı geçiren 99 hastanın yer aldığı prospektif randomize bir çalışmada, MİECC grubunda hemodilüsyonun daha az olduğunu ( $p=0,001$ ) tespit etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada ise hemodilüsyon HCT düşüşü olarak değerlendirildi ve MİECC grubu hastaların hemodilüsyon oranı konvansiyonel sisteme göre daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yine benzer bir şekilde Wiesenack ve ark. (9) yaptıkları çalışmada MİECC grubu hastaların intraoperatif hemodilüsyon oranının konvansiyonel sisteme göre daha düşük olduğunu ve bu farklılığın anlamlı olduğunu ( $p<0,05$ ) tespit etmişlerdir. Hemodilüsyon ve HCT seviyeleri, MİECC sisteminin kullanımı sırasında dikkate alınması gereken önemli parametrelerdir. Daha düşük hemodilüsyon seviyeleri ve daha yüksek HCT değerleri, MİECC sisteminin dokuların oksijenasyonu ve perfüzyonu açısından olumlu etkileri olabileceğini göstermektedir. Mandak ve ark.'ın (10) 24 hasta üzerinde yaptıkları, MİECC ve konvansiyonel sisteminin periferik doku oksijenasyonu ile ilgili çalışmada, MİECC sisteminin hemodilüsyonu engelleme ve daha yüksek HCT seviyelerini koruma potansiyeli, postoperatif dönemde böbrek fonksiyonlarını sürdürmek ve koplakasyon riskini azaltmak açısından önemli bir avantaj sağlayacağını ifade etmişlerdir. MİECC ve konvansiyonel KPB sisteminin devre uzunluğu karşılaştırıldığında, iki sistem arasındaki tüp çapı benzer olsa da, MİECC'nin (80 cm) tüp uzunluğu konvansiyonel KPB'ninkinin (150 cm) yaklaşık yarısı kadardır (11). Bu da doldurma hacminin kısıtlanmasına neden olur. Sonuç olarak, daha az sıvı gereksinimine dolayısıyla daha az hemodilüsyona neden olur (12).

Çalışmamızda MİECC sisteminin KPB süresince alınan sıvı verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) gözlenmiştir. Bunun yanı sıra ameliyat boyunca anestezi tarafından verilen sıvı verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Toplam sıvı miktarlarına göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=847$ ,  $p<0,05$ ). Bu durumun fazla hemodilüsyona katkıda bulunduğunu tespit ettik. Buna benzer olarak literatürde total intravenöz sıvı alımının konvansiyonel KPB sistemine kıyasla MİECC sisteminde daha düşük olduğuna dair çalışmalar vardır (13). Bunun yanı sıra çalışmamızda intraoperatif idrar çıkışlarını iki sistem için kıyaslandığında MİECC sisteminin sıra ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir fakat bu farklılığın konvansiyonel sistemle aralarında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Kalp cerrahisi geçiren hastalarda allojenik kan ürünü kullanımı, morbidite ve mortalite açısından bağımsız bir öngördürücü olarak belirlenmiştir. Özellikle 1-2 ünite kırmızı kan hücresi transfüzyonu dahi uzamış ventilatör desteği, böbrek yetmezliği, inme, miyokard iskemisi ve enfeksiyonlar gibi artmış morbidite oranları ile ilişkili bulunmuş ve erken ile geç dönemde mortalite oranlarının yükselmesine neden olmuştur (14). Bizim çalışmamızda MİECC'nin intraoperatif dönemdeki kan kullanım miktar verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=1025,50$ ,  $p<0,05$ ). Literatüre baktığımızda sonuçlarımız, Anastasiadis ve ark. (4), Harling ve ark. (15), Zangrillo ve ark. (16), van Boven ve ark. (17) ve Benedetto ve ark. (18) ile El-Essawi ve ark.'nın (19) yaptığı 500 hastalık randomize çalışmasıyla uyumludur. Ellam ve ark.'nın (20) 2019'da yaptığı çalışma da MİECC'nin kırmızı kan hücresi kullanımını azalttığına dair çalışmaları mevcuttur. Ancak, Ellam ve ark.'nın (13) 2023 yılında yaptıkları çalışmada MİECC grubunun kırmızı kan hücresine duyulan ihtiyacında bir azalma göstermesinde yetersiz kalmıştır. Remadi ve ark.'nın (21), çalışmasına göre MİECC olgularının %6,0'ında intraoperatif kan transfüzyonu gözlemlenirken, konvansiyonel KPB olgularının %12,8'inde görülmüştür ( $p<0,001$ ). Stalder ve ark. (22), tarafından yapılan çalışmada, MİECC hastalarında ortalama kırmızı hücre transfüzyonu 0,27 ünite iken, konvansiyonel KPB hastalarında, 2,79 üniteydi ( $p<0,05$ ). Bu bulgular, kardiyak cerrahi operasyonlarında dolaşım yöntemi seçimi konusunda klinik pratikte dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Doku perfüzyonunun yeterliliğinin değerlendirmek amacıyla kan laktat seviyelerinin ölçülmesi yaygın bir uygulamadır (23). Ancak, artan kan laktat seviyelerinin yorumlanması bir çok değişkenle sınırlı olabilir. Ani asit-baz dengesi değişiklikleri, organlar arası substrat aktarımı, periferik ve viseral doku perfüzyonu ile hepatik laktat alımı gibi faktörler, kan laktat seviyelerini etkileyebilir ve bu durumlar kardiyak cerrahi sırasında ve sonrasında ortaya çıkabilir. Perioperatif postoperatif dönemde hiperlaktatemi mevcut olduğu zaman yetersiz doku perfüzyonuna işaret edebilir (22). Çalışmamızda kross klemp koyulduktan sonra alınan ilk kan gazında ve 2. kan gazında (AKK1 ve AKK2) MİECC sisteminin; AKK\_1\_LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. AKK\_2\_LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=963,50$ ,  $p<0,05$ ). Hasta ısı 34 °C ve 37 °C iken alınan kan gazında MİECC sisteminin; 34 °C KG LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=895$ ,  $p<0,05$ ). 37 °C KG LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=874$ ,  $p<0,05$ ). Modrau ve ark.'nın (24) yaptığı çalışmada postoperatif dönemde MİECC grubunda, konvansiyonel KPB grubuna kıyasla laktat seviyesinin anlamlı olarak daha düşük

olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Condello ve ark.'nın (25) yaptığı çalışmada MİECC hastalarında intraoperatif laktat oluşumunda konvansiyonel sisteme göre anlamlı bir azalma gözlenmiştir.

## Sonuç

Bu çalışmada, izole CABG operasyonu geçirmiş hastalarda intraoperatif dönem hemodilüsyon, hastaya verilen sıvı miktarları, kan kullanım miktarları, kan gazı serum laktat düzeyleri, idrar çıkışları ve postoperatif HCT değerleri gibi faktörlerin MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki farkları incelenmiştir. Sonuç olarak, MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda intraoperatif kan kullanım miktarında, hemodilüsyon oranında, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarında ve kan gazı serum laktat düzeyleri, konvansiyonel sisteme oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, postoperatif HCT değeri MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalarda daha yüksek çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre, MİECC sisteminin kalp cerrahisi operasyonlarında kullanımının hastaların klinik parametreler üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği gözlemlenmiştir. MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki klinik sonuçlar üzerine karşılaştırmaları içeren daha geniş örneklem çalışmaları, her iki sistemin avantajları ve dezavantajları konusunda daha sağlam bir temel oluşturacaktır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Araştırmamız, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayının (karar numarası: 2024/13/866, tarih: 16.07.2024) ardından tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı bir çalışma olarak yürütülmüştür.

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: K.İ., İ.Y., Konsept: K.İ., İ.Y., A.K., Dizayn: K.İ., İ.Y., A.K., H.K., Veri Toplama veya İşleme: K.İ., İ.Y., A.K., Analiz veya Yorumlama: K.İ., İ.Y., A.K., H.K., M.E.G., M.K.K., Literatür Arama: K.İ., İ.Y., H.K., Yazan: K.İ., İ.Y., A.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Kowalewski M, Pawliszak W, Raffa GM, Malvindi PG, Kowalkowska ME, Zaborowska K, et al. Safety and efficacy of miniaturized extracorporeal circulation when compared with off-pump and conventional coronary

artery bypass grafting: evidence synthesis from a comprehensive Bayesian-framework network meta-analysis of 134 randomized controlled trials involving 22 778 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;49(5):1428-1440.

2. Dzik WH. The James Blundell Award Lecture 2006: transfusion and the treatment of haemorrhage: past, present and future. *Transfus Med.* 2007;17(5):367-374.
3. Ranucci M, Carboni G, Cotza M, Bianchi P, Di Dedda U, Aloisio T, et al. Hemodilution on cardiopulmonary bypass as a determinant of early postoperative hyperlactatemia. *PLoS One.* 2015;10(5):e0126939.
4. Anastasiadis K, Antonitsis P, Haidich AB, Argiriadou H, Deliopoulos A, Papakonstantinou C. Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Cardiol.* 2013;164(2):158-169.
5. Jonas RA, Wypij D, Roth SJ, Bellinger DC, Visconti KJ, du Plessis AJ, et al. The influence of hemodilution on outcome after hypothermic cardiopulmonary bypass: results of a randomized trial in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126(6):1765-1774.
6. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125(6):1438-1450.
7. Anastasiadis K, Antonitsis P, Ranucci M, Murkin J. Minimally Invasive Extracorporeal Circulation (MiECC): Towards a More Physiologic Perfusion. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(2):280-281.
8. Anastasiadis K, Asteriou C, Deliopoulos A, Argiriadou H, Karapanagiotidis G, Antonitsis P, et al. Haematological effects of minimized compared to conventional extracorporeal circulation after coronary revascularization procedures. *Perfusion.* 2010;25(4):197-203.
9. Wiesenack C, Liebold A, Philipp A, Ritzka M, Koppenberg J, Birnbaum DE, et al. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs.* 2004;28(12):1082-1088.
10. Mandak J, Brzek V, Svitek V, Dergel M, Lago Chek J, Volt M, et al. eripheral tissue oxygenation during standard CPB and miniaturized CPB (direct oxymetric tissue perfusion monitoring study). *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2013;157(1):81-89.
11. Remadi JP, Marticho P, Butoi I, Rakotoarivelo Z, Trojette F, Benamar A, et al. Clinical experience with the mini-extracorporeal circulation system: an evolution or a revolution?. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(6):2172-2175.
12. Baikoussis NG, Papakonstantinou NA, Apostolakis E. The "benefits" of the mini-extracorporeal circulation in the minimal invasive cardiac surgery era. *J Cardiol.* 2014;63(6):391-396.
13. Ellam S, Räsänen J, Hartikainen J, Selander T, Juutilainen A, Halonen J. Impact of minimal invasive extracorporeal circulation on perioperative intravenous fluid management in coronary artery bypass surgery. *Perfusion.* 2023;38(1):135-141.
14. Kilic A, Whitman GJ. Blood transfusions in cardiac surgery: indications, risks, and conservation strategies. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(2):726-734.
15. Harling L, Warren OJ, Martin A, Kemp PR, Evans PC, Darzi A, et al. Do miniaturized extracorporeal circuits confer significant clinical benefit without compromising safety? A meta-analysis of randomized controlled trials. *ASAIO J.* 2011;57(3):141-151.
16. Zangrillo A, Garozzo FA, Biondi-Zoccai G, Pappalardo F, Monaco F, Crivellari M, et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass improves short-term outcome in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139(5):1162-1169.
17. van Boven WJ, Gerritsen WB, Waanders FG, Haas FJ, Aarts LP. Mini extracorporeal circuit for coronary artery bypass grafting: initial clinical



- and biochemical results: a comparison with conventional and off-pump coronary artery bypass grafts concerning global oxidative stress and alveolar function. *Perfusion*. 2004;19(4):239-246.
18. Benedetto U, Angeloni E, Refice S, Capuano F, Goracci M, Roscitano A, et al. Is minimized extracorporeal circulation effective to reduce the need for red blood cell transfusion in coronary artery bypass grafting? Meta-analysis of randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138(6):1450-1453.
  19. El-Essawi A, Hajek T, Skorpil J, Böning A, Sabol F, Ostrovsky Y, et al. Are minimized perfusion circuits the better heart lung machines? Final results of a prospective randomized multicentre study. *Perfusion*. 2011;26(6):470-478.
  20. Ellam S, Pitkänen O, Lahtinen P, Musialowicz T, Hippeläinen M, Hartikainen J, et al. Impact of minimal invasive extracorporeal circulation on the need of red blood cell transfusion. *Perfusion*. 2019;34(7):605-612.
  21. Remadi JP, Rakotoarivelo Z, Marticho P, Benamar A. Prospective randomized study comparing coronary artery bypass grafting with the new mini-extracorporeal circulation Jostra System or with a standard cardiopulmonary bypass. *Am Heart J*. 2006;151(1):198.
  22. Stalder M, Gygax E, Immer FF, Englberger L, Tevaearai H, Carrel TP. Minimized cardiopulmonary bypass combined with a smart suction device: the future of cardiopulmonary bypass? *Heart Surg Forum*. 2007;10(3):235-238.
  23. Takala J, Uusaro A, Parviainen I, Ruokonen E. Lactate metabolism and regional lactate exchange after cardiac surgery. *New Horiz*. 1996;4(4):483-492.
  24. Modrau IS, Halle DR, Nielsen PH, Kimose HH, Greisen JR, Kremke M, et al. Impact of minimally invasive extracorporeal circulation on coagulation - a randomized trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020;57(6):1145-1153.
  25. Condello I, Santarpino G, Bartolomucci F, Valenti G, Di Bari N, Moscarelli M, et al. Minimally invasive extracorporeal circulation in end-stage coronary artery disease patients undergoing myocardial revascularization. *J Cardiothorac Sur*. 2021;16(1):356.