



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DÜŞÜK EJEKSİYON FRAKSİYONU (EF <%40) OLAN HASTALARDA
KARDİYOPULMONER BYPASS SIRASINDA KULLANILAN DEL NİDO
KARDİYOPLEJİ VE KAN KARDİYOPLEJİSİNİN ERKEN DÖNEM SONUÇLAR
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Elif Özlem BÜYÜKÇİFTÇİ
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI PERFÜZYON TEKNOLOJİSİ
PROGRAMI**

**ŞANLIURFA
2026**



**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DÜŞÜK EJEKSİYON FRAKSİYONU (EF < %40) OLAN HASTALARDA
KARDİYOPULMONER BYPASS SIRASINDA KULLANILAN DEL NİDO
KARDİYOPLEJİ VE KAN KARDİYOPLEJİSİNİN ERKEN DÖNEM SONUÇLAR
AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Elif Özlem BÜYÜKÇİFTÇİ
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI PERFÜZYON TEKNOLOJİSİ
PROGRAMI**

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Bişar AMAÇ

**ŞANLIURFA
2026**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince bilgi, deneyim ve desteğini esirgemeyen, iyikilerle dolu bir eğitim süreci geçirmemde ve karşılaştığım tüm sorunlarda beni destekleyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Bişar AMAÇ’a içten teşekkürlerimi sunarım. Akademik yönlendirmeleri ve katkıları, bu çalışmanın şekillenmesinde büyük rol oynamıştır.

Yüksek lisans eğitimim süresince bilimsel bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren Prof. Dr. Mehmet Salih AYDIN, Prof. Dr. Abdussetmet HAZAR, Dr. Öğr. Üyesi Murat Ziya BAĞIŞ’a teşekkür ederim.

Aldığım eğitim boyunca mesleğimi en iyi şekilde vicdanlı merhametli ve üstüme düşen sorumlulukları yapmayı aşılayan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Bişar AMAÇ, Dr. Öğr. Üyesi Reşat Dikme, Dr. Öğr. Üyesi. Mahmut PADAK, Dr. Öğr. Üyesi. Ömer GÖÇ, Dr. Öğr. Üyesi Yasemin HACANLI, Dr. Öğr. Üyesi Ezhar ERSÖZ’e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Eğitim ve sosyal hayatımda her daim desteğini hissettiğim arkadaşlarıma ve sevdiklerime teşekkürü borç bilirim.

Bugüne kadar emekleriyle, dualarıyla beni her daim destekleyen, evlatları olduğum için şükrettiğim değerli aileme sonsuz sevgi ve hürmetlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Kardiyopleji Tanımı ve Tarihçesi	3
1.2. Kardiyopleji Solüsyonunun Çeşitleri.....	5
1.2.1. Kan Kardiyoplejisi.....	5
1.2.2. Kristalloid Kardiyopleji.....	7
1.2.2.1. Del Nido Kardiyoplejisi	8
1.3. Kardiyopleji Uygulama Yolları	10
1.3.1. Antegrad Yol	10
1.3.2. Retrograd Yol	11
1.3.3. Kombine Yol.....	11
1.4. Sol Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu (LVEF).....	11
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	14
3. GEREÇ ve YÖNTEM	16
3.1. Etik İlkeler.....	16
3.2. Araştırmanın Tasarımı ve Hasta Popülasyonu.....	16
3.2.1. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri	16
3.2.2. Grupların Oluşturulması.....	17
3.3. Verilerin Toplanması	17
3.3.1. Değerlendirilen Değişkenler.....	17
3.3.2. Değişim Değerlerinin Hesaplanması.....	18
3.4. Kardiyopulmoner Bypass ve Miyokardiyal Koruma Yaklaşımı.....	18
3.4.1. Primer ve Sekonder Sonlandırmalar.....	18
3.5. İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR	20
4.1. Demografik Ve İntraoperatif Özellikler	20
4.2. İnflamatuvar Ve Hematolojik Parametreler	21
4.2.1. LDH, Laktat, Hematokrit Ve Üre Parametreleri	22
4.3. Preoperatif–Postoperatif Değişim Analizleri	23
4.4. Kategorik Değişkenler.....	25
5. TARTIŞMA.....	28
6. SONUÇLAR	35
7. ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR.....	37
ÖZ GEÇMİŞ	44

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DÜŞÜK EJEKSİYON FRAKSİYONU (EF <%40) OLAN HASTALARDA KARDİYOPULMONER BYPASS SIRASINDA KULLANILAN DEL NİDO KARDİYOPLEJİ VE KAN KARDİYOPLEJİSİNİN ERKEN DÖNEM SONUÇLAR AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Elif Özlem BÜYÜKÇİFTÇİ

HARRAN ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI PERFÜZYON TEKNOLOJİSİ PROGRAMI

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Bişar AMAÇ

Yıl: 2026, Sayfa: 44

Açık kalp cerrahisinde kardiyoplejik solüsyonlar, miyokardın iskemik hasardan korunmasında temel rol oynar. Düşük ejeksiyon fraksiyonuna (EF< %40) sahip hastalarda miyokardiyal korumanın önemi daha da artar. Kalbin sol ventrikülü, her kasıldığında içindeki kanın bir kısmını aort yoluyla vücuda pompalar. Ejeksiyon Fraksiyonu, bu pompalanan kanın oranını ifade eder. %55-70 normal kalp fonksiyonu, %40-54 hafif azalmış EF <%40 düşük EF kalp yetmezliği riski olarak ifade edilir. Düşük EF'li hastalarda miyokard koruması kritik öneme sahiptir.

Kan kardiyoplejisi, oksijen taşıma kapasitesi ve antioksidan içeriği sayesinde uzun yıllardır standart olarak kullanılırken, Del Nido kardiyoplejisi özellikle pediatrik olgularda popüler hale gelmiş ve son yıllarda erişkin cerrahisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Del Nido'nun daha uzun etkili tek doz uygulaması, cerrahi işlemi kolaylaştırmakta ve potansiyel olarak daha stabil hemodinamik sonuçlar sunmaktadır. Del Nido kardiyoplejisi tek doz uygulanabilirliği yeterli olurken, kan kardiyoplejisi sık aralıklarla uygulanması gerekebilir. Bu çalışma, düşük ejeksiyon fraksiyonuna (EF <%40) sahip hastalarda kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisinin erken dönem klinik, hematolojik ve biyokimyasal sonuçlar üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla retrospektif olarak tasarlandı.

Çalışmaya kardiyopulmoner bypass eşliğinde kardiyak cerrahi uygulanan ve preoperatif sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %40'ın altında olan hastalar dahil edildi. Hastalar, intraoperatif miyokardiyal koruma amacıyla kullanılan kardiyopleji yöntemine göre iki gruba ayrıldı. Del Nido kardiyopleji uygulanan hastalar Del Nido kardiyopleji grubu, kan kardiyoplejisi uygulanan hastalar ise kan kardiyoplejisi grubu olarak sınıflandırıldı. Çalışmaya toplam 40 hasta dahil edildi. Her iki grupta da 20 hasta yer aldı.

Bulgular demografik ve intraoperatif özellikler açısından karşılaştırıldığında; yaş ortalaması, cinsiyet dağılımı, vücut yüzey alanı anlamlı fark bulunmadı. Yine benzer şekilde kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan pompa akımı, kros klemp süresi, total bypass süresi ve operasyon tipi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Bulgular inflamatuvar ve hematolojik parametrelerinin preoperatif ve postoperatif gruplar arasındaki karşılaştırılmasında; preoperatif ve postoperatif CRP düzeyi, preoperatif ve postoperatif nötrofil düzeyi, preoperatif ve postoperatif albümin düzeylerinde anlamlı fark bulunmadı. İki kardiyopleji yöntemi arasında benzer olduğunu göstermekte ancak preoperatif lenfosit düzeyinde anlamlı fark bulunmadı fakat postoperatif lenfosit düzeyi Del Nido kardiyopleji grubunda anlamlı olarak daha düşük saptandı.

Bulgular LDH, laktat, hematokrit ve üre parametrelerinin gruplar arasındaki karşılaştırması; preoperatif ve postoperatif LDH düzeyi, preoperatif intraoperatif ve postoperatif laktat düzeyleri, preoperatif intraoperatif ve postoperatif hematokrit değerleri, her iki grup için fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Lakin preoperatif üre değerleri benzer şekilde anlamlı fark bulunmayı postoperatif üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak yüksek bulundu.

Bu sonuçlar, düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda Del Nido kardiyopleji ile kan kardiyoplejisinin erken dönem biyokimyasal ve hematolojik sonuçlar açısından büyük ölçüde benzer olduğunu, ancak lenfosit yanıtı ve renal biyokimyasal değişim açısından bazı farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma ile elde edilen bulgular kardiyopleji yöntemi seçiminin hasta prognozunu nasıl etkileyebileceğine dair daha güçlü veriler sunabilir ve cerrahi uygulamalarda protokol geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kardiyopulmoner bypass, Kardiyopleji, Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu, Del Nido kardiyoplejisi, Kan kardiyoplejisi

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DEL NIDO USED DURING CARDIOPULMONARY BYPASS IN PATIENTS WITH LOW EJECTION FRACTION (EF <40%) A COMPARISON OF DEL NIDO CARDIOPLEGIA AND BLOOD CARDIOPLEGIA IN TERMS OF EARLY-TERM OUTCOMES

Elif Özlem BÜYÜKÇİFTÇİ

HARRAN UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

**DEPARTMENT OF CARDIOVASCULAR SURGERY PERFUSION TECHNOLOGY
PROGRAMME**

Thesis Advisor: Asst. Prof. Bişar AMAÇ

Year: 2026, Page: 44

In open-heart surgery, cardioplegic solutions play a fundamental role in protecting the myocardium from ischemic damage. The importance of myocardial protection is further amplified in patients with low ejection fraction (EF < 40%). Each time the left ventricle of the heart contracts, it pumps a portion of its blood through the aorta to the body. Ejection fraction refers to the percentage of blood pumped. 55-70% is considered normal heart function, 40-54% slightly reduced EF, and <40% low EF, indicating a risk of heart failure. Myocardial protection is critically important in patients with low EF.

While blood cardioplegia has been used as a standard for many years due to its oxygen-carrying capacity and antioxidant content, Del Nido cardioplegia has become particularly popular in pediatric cases and has recently begun to be used in adult surgery as well. Del Nido's longer-acting single-dose administration facilitates the surgical procedure and potentially offers more stable hemodynamic outcomes. While Del Nido cardioplegia can be administered in a single dose, blood cardioplegia may require frequent administration. This study was retrospectively designed to compare the effects of Del Nido cardioplegia and blood cardioplegia used during cardiopulmonary bypass on early clinical, hematological, and biochemical outcomes in patients with low ejection fraction (EF <40%).

Patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass and having a preoperative left ventricular ejection fraction below 40% were included in the study. Patients were divided into two groups according to the cardioplegia method used for intraoperative myocardial protection. Patients who received Del Nido cardioplegia were classified as the Del Nido cardioplegia group, and those who received blood cardioplegia were classified as the blood cardioplegia group. A total of 40 patients were included in the study, with 20 patients in each group.

When the findings were compared in terms of demographic and intraoperative characteristics, no significant differences were found in mean age, gender distribution, and body surface area. Similarly, there were no statistically significant differences between the groups in terms of pump flow used during cardiopulmonary bypass, cross-clamp time, total bypass time, and type of operation.

In the comparison of inflammatory and hematological parameters between preoperative and postoperative groups, no significant differences were found in preoperative and postoperative CRP levels, neutrophil

levels, and albumin levels. While the two cardioplegia methods showed similarities, no significant difference was found in preoperative lymphocyte levels; however, postoperative lymphocyte levels were significantly lower in the Del Nido cardioplegia group.

In the comparison of LDH, lactate, hematocrit, and urea parameters between groups, no statistically significant differences were found in preoperative and postoperative LDH levels, preoperative, intraoperative, and postoperative lactate levels, and preoperative, intraoperative, and postoperative hematocrit values for both groups. However, while no significant difference was found in preoperative urea values, postoperative urea levels were found to be significantly higher in the blood cardioplegia group.

These results indicate that Del Nido cardioplegia and blood cardioplegia are largely similar in terms of early biochemical and hematological outcomes in patients with low ejection fraction, but may show some differences in terms of lymphocyte response and renal biochemical changes.

The findings of this study may provide stronger data on how the choice of cardioplegia method may affect patient prognosis and may contribute to the development of protocols in surgical applications.

KEYWORDS: Cardiopulmonary bypass, Cardioplegia, Left ventricular ejection fraction, Del Nido cardioplegia, Blood cardioplegia

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Del Nido Kardiyoplejisi Bileşenleri ve Görevleri	9
Çizelge 1.2.	Del Nido Kardiyopleji İçeriği	10
Çizelge 4.1.	Hastaların Demografik ve İntraoperatif Özelliklerinin Karşılaştırılması	21
Çizelge 4.2.	İnflamatuvar ve Hematolojik Parametrelerin Karşılaştırılması .	22
Çizelge 4.3.	LDH, Laktat, Hematokrit ve Üre Değerlerinin Karşılaştırılması .	24
Çizelge 4.4.	Preoperatif–Postoperatif Değişim Değerlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması	25
Çizelge 4.5.	Kategorik Değişkenlerin Karşılaştırılması	26

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1.

Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi gruplarında anlamlı farklılık gösteren erken dönem laboratuvar parametrelerinin karşılaştırılması. A: Çıkış lenfosit düzeyi; B: Çıkış üre düzeyi. Çıkış lenfosit düzeyi Del Nido kardiyopleji grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunurken, çıkış üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek saptandı. 27

1. GİRİŞ

Açık kalp cerrahisi gerçekleştirilecek hastalarda cerrahi alanda görüşün iyileştirilmesi ve kompleks cerrahi girişimlerin daha rahat uygulanabilmesi için hareketsiz ve kansız bir ortamın oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla kalbin geçici süre ile durdurulması sağlanmakta, ancak bu durum iskemi ve reperfüzyon hasarı gibi olumsuz süreçleri de beraberinde getirmektedir (Hearse, 1998). Operasyon sırasında meydana gelen miyokard hasarı, postoperatif mortalite ve morbiditenin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Buckberg vd., 1977). Özellikle düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) bulunan yüksek riskli hastalarda miyokardiyal rezervin sınırlı olması nedeniyle iskemi-reperfüzyon hasarı daha sık görülmekte ve klinik sonuçlar daha ağır seyredebilmektedir (Erol vd., 2024).

Miyokard iskemisinin ve sonrasında reperfüzyonun neden olduğu etkilerden kalbi koruyabilmek amacıyla çeşitli miyokardiyal koruma yöntemleri geliştirilmiştir. Kardiyak fizyoloji, hücrel metabolizma ve iskemi reperfüzyon hasarının daha iyi anlaşılmasıyla birlikte miyokard koruma stratejilerinde önemli gelişmeler sağlanmıştır (Ferrari vd., 1991). Miyokardiyal korumanın temel prensibi, miyokardın enerji ihtiyacı ile enerji sunumu arasındaki hassas dengenin korunması ve böylece hücrel hasarın en aza indirilmesidir (Braunwald, 1991). Bu doğrultuda geliştirilen kardiyoplejik solüsyonlar, kalbin diastolde arrest olmasını sağlayarak miyokardın metabolik gereksinimini azaltmakta ve cerrahi sırasında güvenli bir çalışma alanı oluşturmaktadır (Buckberg, 1995).

Kalbi koruma yöntemleri arasında en yaygın kullanılan yaklaşım, koroner dolaşım aracılığıyla uygulanan kardiyoplejik solüsyonlardır. Günümüzde kristalloid kardiyopleji, kan kardiyoplejisi, mikropleji ve Del Nido kardiyoplejisi gibi farklı teknikler kullanılmaktadır (Timek vd., 2020). Özellikle uzun kros klemp süresi gerektiren kompleks kardiyak cerrahilerde tek doz uygulanabilen kardiyoplejik solüsyonlar operasyon süresince cerrahi konforu artırmakta ve kardiyopleji tekrar gereksinimini azaltmaktadır (Bradić vd., 2023).

Kan kardiyoplejisi uzun yıllardır erişkin kardiyak cerrahide standart miyokard koruma yöntemi olarak kullanılmaktadır. Kan bazlı olması nedeniyle oksijen taşıma kapasitesi yüksek olup tamponlama özelliği sayesinde metabolik asidoz gelişimini azaltmaktadır (Yau vd.,

1991). Bununla birlikte sık aralıklarla tekrar doz gerektirmesi cerrahi süreyi uzatabilmekte ve operasyon sırasında dikkat dağıtıcı olabilmektedir (Menasché, 1996).

İlk olarak pediatrik kalp cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilen Del Nido kardiyoplejisi (DNK), son yıllarda erişkin kardiyak cerrahide de yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Govindapillai vd., 2013). Del Nido kardiyoplejisinin içeriğinde bulunan lidokain ve magnezyum, hücre içi kalsiyum birikimini azaltarak iskemi reperfüzyon hasarını sınırlamaktadır (Sommers vd., 1991). Ayrıca tek doz uygulanabilmesi sayesinde daha uzun süre miyokard koruması sağlayabilmekte ve cerrahi sırasında kros klemp kesintilerini azaltmaktadır (Lazović vd., 2026). Son yıllarda yapılan çalışmalarda erişkin hastalarda DNK kullanımının güvenli ve etkili olduğu gösterilmiş; özellikle kros klemp süresinde azalma, daha düşük troponin düzeyleri ve daha az inotrop ihtiyacı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Choi vd., 2010).

Tüm koruyucu yöntemlere rağmen düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonlu hastalar gibi yüksek riskli hasta gruplarında kardiyak arrest süresince gelişen iskemi ve reperfüzyona bağlı miyokard hasarı tamamen önlenememektedir (Brown vd., 2023). Düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda miyokardiyal enerji rezervlerinin azalması, ventriküler yeniden şekillenme ve koroner perfüzyon bozuklukları nedeniyle preoperatif dönemde düşük kardiyak output sendromu, aritmi, renal disfonksiyon ve mortalite riski belirgin şekilde artmaktadır (Wolner vd., 2025).

Preoperatif düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu özellikle koroner arter bypass greftleme (KABG) planlanan hastalarda sık görülmektedir. Koroner arter bypass greftleme ameliyatı, koroner arter hastalığında semptomların azaltılması, yaşam kalitesinin artırılması ve sağkalımın iyileştirilmesi açısından önemli bir tedavi yöntemidir (Jones vd., 2009). Koroner arter hastalığının klinik seyrini belirleyen en önemli parametrelerden biri sol ventrikül performansı ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonudur. Düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip hastalarda uygulanacak miyokard koruma stratejisinin başarısı postoperatif sonuçları doğrudan etkileyebilmektedir (Yamamoto, 2020).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda Del Nido kardiyoplejisinin düşük ejeksiyon fraksiyonlu erişkin hastalarda da güvenli şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir. Brown

ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada düşük ventrikül fonksiyonuna sahip hastalarda DNK kullanımının mortalite ve majör komplikasyonlar açısından kan kardiyoplejisi ile benzer sonuçlar verdiği gösterilmiştir (Brown vd., 2023). Erol ve arkadaşlarının düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda gerçekleştirdiği çalışmada ise modifiye Del Nido kardiyoplejisinin erken postoperatif dönemde güvenli olduğu ve operasyon süresince daha az kardiyopleji tekrar dozu gerektirdiği bildirilmiştir (Erol vd., 2024). Ayrıca yakın dönemde yayımlanan meta-analizlerde erişkin kardiyak cerrahide Del Nido kardiyoplejisinin kan kardiyoplejisine kıyasla benzer mortalite oranları sağladığı, buna karşın daha kısa kros klemp süresi ve daha düşük inotrop ihtiyacı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Catinella vd., 1984).

Bu tezde düşük ejeksiyon fraksiyonlu kompleks kardiyak cerrahi planlanan hastalarda Del Nido kardiyoplejisi ile kan kardiyoplejisinin güvenilirlikleri ve etkinlikleri karşılaştırılacaktır. Literatürde yer alan mevcut çalışmalar değerlendirilerek retrospektif randomize olarak planlanan çalışmamızın sonuçları ile karşılaştırılacaktır. Retrospektif çalışmamızda düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda Del Nido ve kan kardiyoplejisinin preoperatif ve postoperatif dönem sonuçları intraoperatif perfüzyon parametreleri, laktat düzeyleri, hematokrit değişimleri, inflamatuvar yanıt göstergeleri ve renal biyokimyasal parametreleri değerlendirilecektir. Literatürde bu hasta grubuna yönelik benzer çalışmaların sınırlı sayıda bulunması, çalışmanın özgünlüğünü ve bilimsel önemini artırmaktadır.

1.1. Kardiyopleji Tanımı ve Tarihçesi

Kardiyopleji, açık kalp cerrahisinde kardiyopulmoner bypass desteği altında kalbin kontrollü ve geri dönüşümlü olarak durdurulmasını sağlayan miyokard koruma yöntemidir. Kardiyoplejik solüsyonlar kalpte elektromekanik arrest oluşturarak miyokardın enerji tüketimini azaltmakta, iskemi süresince hücresel bütünlüğün korunmasına yardımcı olmakta ve reperfüzyon hasarını sınırlandırmaktadır (Amrani vd., 1999).

Kalp cerrahisinde aort klemlendiğinde koroner dolaşım kesilir ve miyokard iskemiye maruz kalır. İskemi sırasında adenosin trifosfat (ATP) depolarının tükenmesi, hücre içi kalsiyum birikimi, serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve metabolik bozukluklar gelişebilir. Kardiyoplejinin temel amacı bu süreçleri en aza indirerek cerrahi işlem boyunca miyokardın fonksiyonel ve yapısal bütünlüğünü korumaktır (Lawton vd., 1998).

Kardiyoplejik arrest genellikle yüksek potasyum içeren solüsyonlarla sağlanmaktadır. Potasyum konsantrasyonunun artırılması hücre membranında depolarizasyona neden olmakta ve kalbin diyastolde durmasını sağlamaktadır. Böylece miyokardın oksijen tüketimi belirgin şekilde azalmakta ve cerrahi işlemler için hareketsiz bir operasyon sahası elde edilmektedir (Khoo vd., 2003).

Kardiyopleji günümüzde miyokard korumasının temel bileşeni olarak kabul edilmekte olup, modern kalp cerrahisinin başarısında kritik rol oynamaktadır (Amrani vd., 1999).

Kalbin cerrahi olarak durdurulması fikri ilk olarak 1950’li yıllarda ortaya çıkmıştır. İlk dönemlerde yüksek potasyumlu solüsyonlar kullanılarak kardiyak arrest sağlanmaya çalışılmış ancak miyokardiyal hasar ve postoperatif ventrikül disfonksiyonu nedeniyle istenilen sonuçlar elde edilememiştir (Khoo vd., 2003).

1960’lı ve 1970’li yıllarda kardiyopulmoner bypass teknolojisindeki gelişmelerle birlikte miyokard korumasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Bu dönemde hipotermi uygulamaları ile birlikte kristalloid kardiyoplejiler kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle St. Thomas ve Bretschneider solüsyonları yaygın olarak tercih edilmiştir (Kober vd., 1998).

1980’li yıllarda kan kardiyoplejisinin geliştirilmesi miyokard korumasında önemli bir dönüm noktası olmuştur. Oksijen taşıma kapasitesine sahip olması, daha fizyolojik pH sağlaması ve tamponlama kapasitesinin yüksek olması nedeniyle kan kardiyoplejisi birçok merkezde standart yöntem haline gelmiştir (Levinsky vd., 1980).

Del Nido kardiyoplejisi ise 1990’lı yıllarda Boston Children’s Hospital’da Pedro Del Nido ve çalışma arkadaşları tarafından pediatrik kalp cerrahisi için geliştirilmiştir. Pediatrik miyokardın iskemi ve reperfüzyon hasarına karşı daha hassas olması nedeniyle hücre içi kalsiyum yüklenmesini azaltmaya yönelik özel bir formülasyon oluşturulmuştur. Del Nido kardiyoplejisi başlangıçta çocuk hastalarda kullanılmış olsa da son yıllarda erişkin kalp cerrahisinde de yaygın olarak uygulanmaya başlanmıştır (Matte ve del Nido, 2012).

Günümüzde Del Nido kardiyoplejisi ile ilgili yapılan sistematik derlemeler ve meta-analizler, bu yöntemin erişkin kalp cerrahisinde güvenli ve etkili bir alternatif olduğunu göstermektedir (Sevuk vd., 2022).

1.2. Kardiyopleji Solüsyonunun Çeşitleri

Kardiyoplejiler içeriklerine, sıcaklıklarına ve uygulama şekillerine göre sınıflandırılmaktadır.

1.2.1. Kan Kardiyoplejisi

Kan kardiyoplejisi, kardiyak cerrahi sırasında miyokardın iskemik hasardan korunması amacıyla kullanılan ve hastanın oksijenlenmiş kanının çeşitli kardiyoplejik ajanlarla karıştırılması sonucu elde edilen bir miyokard koruma yöntemidir. İlk olarak 1970’li yılların sonlarında geliştirilmiş ve özellikle Buckberg tarafından yapılan çalışmalar sonrasında yaygın kullanım alanı bulmuştur. Günümüzde birçok kalp cerrahisi merkezinde standart miyokard koruma yöntemi olarak kabul edilmektedir (Yamamoto vd., 2013).

Kan kardiyoplejisinin temel amacı, aort kros klemp süresince kalbi güvenli bir şekilde durdurmak, miyokardın metabolik gereksinimlerini azaltmak ve iskemi-reperfüzyon hasarını en düşük seviyeye indirmektir. Kristalloid kardiyoplejilerden farklı olarak içerisinde hastanın kendi kanını bulundurması nedeniyle daha fizyolojik bir ortam sağlamaktadır. Kanın oksijen taşıma kapasitesine sahip olması, doğal tamponlama sistemlerini içermesi ve ozmolaritesinin plazmaya yakın olması önemli avantajlar arasında yer almaktadır (Jacob vd., 2008).

Kan kardiyoplejisi hazırlanırken genellikle kardiyopulmoner bypass devresinden alınan oksijenlenmiş arteriyel kan kullanılır. Bu kan belirli oranlarda kristalloid solüsyon ve farmakolojik ajanlarla karıştırılarak kardiyopleji çözeltisi elde edilir. En sık kullanılan karışım oranları 4:1 veya 8:1 kan/kristalloid oranlarıdır. Bazı merkezlerde tamamen kan bazlı kardiyopleji uygulamaları da tercih edilmektedir (Stammers vd., 2017).

Kan kardiyoplejisinin içeriğinde yüksek konsantrasyonda potasyum bulunmaktadır. Potasyumun temel görevi miyokard hücrelerinde depolarizasyon oluşturarak kalbi diyastolik arrest durumuna getirmektir. Hücre membran potansiyelinin yükselmesi sonucunda hızlı sodyum kanalları inaktive olur ve aksiyon potansiyeli oluşamaz. Böylece kalp mekanik olarak durur ve enerji tüketimi belirgin şekilde azalır (Rosenkranz vd., 1987).

Potasyumun yanı sıra kardiyopleji solüsyonuna sıklıkla magnezyum eklenmektedir. Magnezyum, kalsiyum antagonist etkisi göstererek hücre içerisine aşırı kalsiyum girişini

engeller. İskemi ve reperfüzyon sırasında gelişen kalsiyum yüklenmesi miyokard hücre hasarının temel mekanizmalarından biri olduğundan, magnezyumun koruyucu etkisi oldukça önemlidir (Francica vd., 2022).

Kan kardiyoplejisinde kullanılan diğer önemli bileşenlerden biri sodyum bikarbonattır. Bikarbonat, iskemi sırasında gelişen metabolik asidozu tamponlayarak hücre içi pH dengesinin korunmasına katkı sağlar. Böylece anaerobik metabolizma sonucu oluşan laktik asidozun miyokard üzerindeki olumsuz etkileri azaltılmaktadır (White vd., 1977).

Mannitol de kan kardiyoplejisinin yaygın bileşenlerinden biridir. Mannitol ozmotik etkisi sayesinde hücrel ödemi gelişimini azaltırken aynı zamanda serbest oksijen radikallerini temizleyerek antioksidan özellik göstermektedir. Özellikle reperfüzyon döneminde oluşan oksidatif stresin azaltılmasında önemli rol oynadığı düşünülmektedir (Larsen vd., 2002).

Kan kardiyoplejisinin en önemli avantajlarından biri oksijen taşıma kapasitesidir. Kristalloid kardiyoplejiler oksijen içermezken, kan kardiyoplejisi eritrositler aracılığıyla miyokarda belirli düzeyde oksijen sunabilmektedir. Bu durum özellikle uzun süren operasyonlarda miyokardın enerji depolarının korunmasına katkı sağlamaktadır (Lawton vd., 1998).

Kan kardiyoplejisinin tamponlama kapasitesi de oldukça yüksektir. Kan içerisinde bulunan hemoglobin, plazma proteinleri ve bikarbonat sistemi pH değişikliklerine karşı güçlü bir tampon mekanizması oluşturmaktadır. Bu özellik miyokard hücrelerinin asidotik ortamdan korunmasına yardımcı olmaktadır (White vd., 1977).

Bir diğer avantajı ise fizyolojik ozmolarite sağlamasıdır. Kristalloid kardiyoplejilerde görülebilen aşırı hemodilüzyon ve hücrel ödemi kan kardiyoplejisinde daha az ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kanın doğal antioksidan sistemleri reperfüzyon hasarının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır (Larsen vd., 2002).

Kan kardiyoplejisi antegrad, retrograd veya kombine yollarla uygulanabilmektedir. Antegrad uygulama sırasında kardiyoplejik solüsyon aort kökünden verilerek koroner arterler aracılığıyla miyokarda ulaşır. Retrograd uygulamada ise koroner sinüs kullanılarak kardi-

yopleji venöz sistem üzerinden dağıtılır. Koroner arter hastalığının yaygın olduğu olgularda kombine uygulama tercih edilerek miyokardın daha homojen korunması hedeflenmektedir (Buckberg, 1991).

Kan kardiyoplejisinin önemli dezavantajlarından biri kısa koruma süresidir. Miyokard korumasının devam ettirilebilmesi için genellikle her 15–20 dakikada bir tekrar doz uygulanması gerekmektedir. Bu durum cerrahi işlemi zaman zaman kesintiye uğratabilmekte ve operasyon süresini uzatabilmektedir (Dyson, 2008).

Son yıllarda Del Nido kardiyoplejisinin yaygınlaşmasıyla birlikte birçok çalışma kan kardiyoplejisi ile Del Nido kardiyoplejisini karşılaştırmıştır. Yapılan araştırmalarda her iki yöntemin de güvenli ve etkili olduğu gösterilmiş olmakla birlikte Del Nido kardiyoplejisinin daha az kardiyopleji hacmi, daha az tekrar doz ihtiyacı ve daha kısa kros klemp süresi sağladığı bildirilmiştir. Bununla birlikte özellikle yüksek riskli ve uzun süreli operasyonlarda kan kardiyoplejisi halen güvenilir bir miyokard koruma yöntemi olarak kabul edilmektedir (Jacob vd., 2008).

Sonuç olarak kan kardiyoplejisi, oksijen taşıma kapasitesi, güçlü tamponlama özelliği, fizyolojik yapısı ve uzun yıllara dayanan klinik deneyimi sayesinde günümüzde kardiyak cerrahide en sık kullanılan miyokard koruma yöntemlerinden biri olmaya devam etmektedir. Özellikle koroner arter bypass cerrahisi ve kompleks kapak operasyonlarında etkin miyokard koruması sağlayarak postoperatif kardiyak fonksiyonların korunmasına önemli katkıda bulunmaktadır.

1.2.2. Kristalloid Kardiyopleji

Kristalloid kardiyopleji, açık kalp cerrahisinde miyokardın korunması amacıyla kullanılan ve temel olarak elektrolitler, tampon maddeler ve çeşitli farmakolojik ajanlardan oluşan kardiyoplejik solüsyonlardır. Bu solüsyonlar içerisinde eritrosit, trombosit veya plazma proteinleri bulunmaz. Kardiyoplejik etki yüksek potasyum konsantrasyonu veya hücrel membran stabilizasyonu sağlayan diğer ajanlar aracılığıyla oluşturulmaktadır (Zeng vd., 2014).

Kardiyopulmoner bypass sırasında aortik kros klemp uygulanmasıyla birlikte koroner

kan akımı kesilmekte ve miyokard iskemiye maruz kalmaktadır. Bu süreçte kardiyoplejik solüsyonlar kullanılarak kalp kontrollü şekilde durdurulmakta, miyokardın metabolik ihtiyaçları azaltılmakta ve iskemi süresince hücrel yapıların korunması hedeflenmektedir. Kristalloid kardiyoplejiler bu amaçla geliştirilen ilk kardiyopleji yöntemleri arasında yer almakta olup günümüzde halen birçok merkezde yaygın olarak kullanılmaktadır (Catinella vd., 1984).

Kristalloid kardiyoplejilerin temel avantajı hazırlanmasının kolay olması, maliyetinin düşük olması ve standart içeriklere sahip olmasıdır. Bununla birlikte oksijen taşıma kapasitesinin bulunmaması ve hemodilüsyon oluşturabilmesi önemli dezavantajları arasında yer almaktadır (Boening vd., 2020).

1.2.2.1. Del Nido Kardiyoplejisi

Del Nido kardiyoplejisi, başlangıçta pediatrik kalp cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilmiş tek dozluk bir kardiyopleji solüsyonudur (Sanetra vd., 2018).

Sol kalp cerrahisinde kalbi durdurmak ve korumak amacıyla kullanılan kardiyopleji yöntemleri içerisinde Del Nido kardiyoplejisi; uzun koruma süresi, tekrar doz gereksiniminin az olması ve cerrahi akışta daha az kesinti sağlaması nedeniyle dikkat çekmiştir (Lee vd., 2024).

Tarihsel olarak Del Del Nido çözeltisi, Boston Children's Hospital bünyesinde geliştirilmiş ve uzun yıllar pediatrik vakalarda başarıyla kullanılmıştır (Matte ve del Nido, 2012).

Matte ve del Nido tarafından Boston'daki klinik uygulama deneyimleri aktarılmış; orijinal formülasyonun dört parça kristalloid ve bir parça tam kandan oluştuğu belirtilmiştir (Matte ve del Nido, 2012).

Del Nido kardiyoplejisinin erişkin kardiyak cerrahide kullanımı son yıllarda giderek yaygınlaşmış ve özellikle uzun kros klemp süresi gerektiren kompleks operasyonlarda etkili miyokard koruması sağladığı bildirilmiştir (Ahmed vd., 2024).

Tek doz uygulanabilmesi sayesinde operasyon sırasında kardiyopleji tekrar ihtiyacını azaltmakta, kardiyopleji hacminin azaltmakta ve cerrahi sürekliliğe katkı sağlamaktadır

(Sanetra vd., 2023).

Del Nido kardiyoplejisinin temel amacı; hücre içi kalsiyum yüklenmesini azaltmak, metabolik ihtiyacı düşürmek ve iskemi-reperfüzyon hasarını minimum seviyeye indirmektir (Mendoza-Torres vd., 2025). İçeriğinde bulunan lidokain ve magnezyum sayesinde sodyum ve kalsiyum girişinin baskılanması sağlanarak miyosit membran stabilizasyonu desteklenmektedir (Choi vd., 2010). Mannitol içeriği sayesinde serbest oksijen radikallerinin temizlenmesine katkı sağlanırken hücrel ödemin azaltılması hedeflenmektedir (Larsen vd., 2002). Düşük kalsiyum konsantrasyonu ise reperfüzyon sırasında meydana gelen kalsiyum overload' unu azaltarak miyokardiyal hasarın sınırlandırılmasına yardımcı olmaktadır (Choi vd., 2010).

Çizelge 1.1. Del Nido Kardiyoplejisi Bileşenleri ve Görevleri

Bileşen	İçerik/Kaynak	Temel Görevi
Kan (1:4 oranında)	Hasta kanı	Oksijen taşıma kapasitesi sağlar, tamponlama etkisi oluşturur ve doğal kolloid destek sağlar.
Kristalloid Solüsyon	Plasma-Lyte A veya benzeri dengeli	Hücre içi ve hücre dışı sıvı-elektrolit dengesini sağlar.
Potasyum (K^+)	Potasyum klorür (KCl)	Hücre membranını depolarize ederek diastolik arrest oluşturur.
Lidokain	%1 lidokain çözeltisi	Sodyum kanallarını bloke ederek hücre içi Na^+ ve Ca^{2+} girişini azaltır, membran stabilizasyonu sağlar.
Magnezyum (Mg^{2+})	Magnezyum sülfat ($MgSO_4$)	Kalsiyum antagonisti etki göstererek hücre içi kalsiyum yüklenmesini azaltır.
Mannitol	%20 mannitol çözeltisi	Osmotik diüretik etki sağlar, serbest radikalleri temizler ve hücrel ödemi azaltır.
Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$)	Buffer ajan	Asit-baz dengesini korur ve metabolik asidozu önlemeye yardımcı olur.
Düşük düzey kalsiyum	Minimal Ca^{2+} içeriği	Reperfüzyon sırasında kalsiyum overload gelişimini sınırlar.

Orijinal Del Nido kardiyopleji karışımında kan ile kristalloid oranı genellikle 1:4

şeklinde uygulanmaktadır (Matte ve del Nido, 2012). Bu formülasyon sayesinde yaklaşık 60–90 dakika boyunca etkili miyokard koruması sağlanabildiği bildirilmektedir (Li vd., 2024). Özellikle uzun süreli kardiyak arrest gerektiren kompleks cerrahilerde tek doz uygulama avantajı cerrahi konforu artırmaktadır (Zhai vd., 2023). Son yıllarda erişkin kalp cerrahisinde yapılan çalışmalarda Del Nido kardiyoplejisinin postoperatif troponin düzeyleri, inotrop ihtiyacı ve yoğun bakım süresi açısından kan kardiyoplejisi ile benzer veya daha iyi sonuçlar sağlayabildiği bildirilmiştir (Ahmed vd., 2024).

Çizelge 1.2. Del Nido Kardiyopleji İçeriği

Bileşen	Miktar	Görevi
Plasma-Lyte A	1000 mL	Temel taşıyıcı kristalloid solüsyon.
Mannitol %20	16,3 mL	Ozmotik diüretik, serbest radikal temizleyici, hücre ödemi azaltır.
Sodyum bikarbonat (1 mEq/mL)	13 mL	pH tamponu sağlar, asidozu önler.
Potasyum klorür (KCl 2 mEq/mL)	13 mL	Kardiyak arresti sağlar (depolarizasyon ile diastolik duruş).
Lidokain %1	13 mL	Na ⁺ kanal blokajı, hücre içi Ca ²⁺ yüklenmesini azaltır.
Magnezyum sülfat %50	4 mL	Kalsiyum antagonisti etki, aritmi önleyici ve hücre stabilizatörü.

1.3. Kardiyopleji Uygulama Yolları

Kardiyoplejik solüsyonların miyokarda ulaştırılmasında farklı uygulama yöntemleri kullanılmaktadır.

1.3.1. Antegrad Yol

Antegrad kardiyopleji en sık kullanılan uygulama yöntemidir. Kardiyoplejik solüsyon aort kökü aracılığıyla koroner arterlere verilerek fizyolojik kan akımı yönünde miyokarda ulaştırılır. Koroner dolaşımın normal olduğu hastalarda homojen dağılım sağlamaktadır (Hacker vd., 2024).

Ancak ciddi koroner arter hastalığı bulunan bireylerde stenotik segmentlerin distalinde yeterli kardiyopleji dağılımı sağlanamayabilir. Bu nedenle bazı durumlarda alternatif

uygulama yöntemleri tercih edilmektedir (Calafiore vd., 1995).

1.3.2. Retrograd Yol

Retrograd kardiyoplejide kardiyoplejik solüsyon koroner sinüs aracılığıyla venöz sistem üzerinden miyokarda ulaştırılır. Özellikle ileri koroner arter hastalığı bulunan hastalarda antegrad uygulamaya önemli bir alternatif oluşturmaktadır (Eng ve Munsch, 1992).

Retrograd kardiyoplejinin en önemli avantajı ciddi koroner tıkanıklıkların distalindeki miyokard bölgelerine ulaşabilmesidir. Bununla birlikte sağ ventrikül ve posterior septum bölgelerinde dağılımın yetersiz olabileceği bildirilmiştir (Gates ve Laks, 1998).

1.3.3. Kombine Yol

Bazı merkezlerde antegrad ve retrograd uygulama birlikte kullanılmaktadır. Bu yöntem sayesinde miyokardın daha homojen korunması amaçlanmaktadır. Özellikle kompleks koroner bypass operasyonlarında kombine uygulama tercih edilmektedir (Buckberg, 1989).

1.4. Sol Ventrikül Ejeksiyon Fraksiyonu (LVEF)

Ejeksiyon fraksiyonu (EF); sol ventrikülün sistolde pompaladığı kan hacminin toplam dolu hacme oranı olarak tanımlanır ve normal değer genellikle %55–70 aralığındadır. EF, kalp yetmezliğini sınıflandırmak için kullanılır. EF, <40% ise düşük ejeksiyon fraksiyonu, 41–49% hafif azalmış, ve ≥50% ise normal EF olarak sınıflandırılır (Rosano vd., 2025). EF ölçümü en sık transtorasik ekokardiyografi ile Simpson'ın yöntemine göre yapılır ve EF düşük olan hastalar postoperatif mortalite/morbidite açısından daha yüksek riske sahiptir (Potter ve Marwick, 2018).

Klinik pratikte düşük EF, hem perioperatif riskin artışı hem de miyokardiyal rezervin kısıtlılığı nedeniyle cerrahi strateji, anestezi yönetimi ve postoperatif destek kararlarını doğrudan etkiler; ayrıca düşük EF'li hastalarda optimal miyokard koruması sağlanamadığı takdirde iskemi-reperfüzyon hasarı, postoperatif yeni inotrop-ihtiyacı, mekanik destek gereksinimi ve uzun yatış süreleri daha sık gözlenir (Kron, 1999). Kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahi sırasında dolaşım ve oksijenasyonu geçici olarak devralan bir destek sistemi olup, intrakardiyak girişimlerin güvenli biçimde yapılmasına olanak tanır;

KPB'nin kendisi de inflamatuvar yanıt, koagülasyon değişiklikleri ve organ perfüzyon bozuklukları gibi sistemik etkiler yaratabileceğinden, özellikle düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda KPB'nin yönetimi ayrıntılı planlama gerektirir (Wang vd., 2007). KPB altında miyokardiyal koruma esas olarak aortik kross-klemp uygulaması süresince miyokardın metabolik ihtiyaçlarını minimize ederek iskemi süresini tolere edilebilir hale getirmek amacıyla gerçekleştirilir; bu amaçla kullanılan temel araç kardiyopleji çözeltileridir ve bu çözeltiler bileşim, sıcaklık, aralıklı/tek doz uygulama ve uygulama yoluna göre farklılık gösterir (Catinella vd., 1984).

Kardiyopleji çözeltileri temelde kan bazlı veya kristalloid bazlı olabilmekte ve her iki yaklaşımın da literatürde avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır; kan bazlı kardiyopleji, hem oksijen taşıyıcı kapasitesi hem de tamponlama açısından miyokarda daha fizyolojik bir ortam sunduğu iddiasıyla bazı çalışmalarda daha üstün koruma göstergeleri (ör. azalan kardiyak enzim çıkışı) bildirirken, sistematik incelemeler sonuçların heterojen olduğunu ve tercihlerin çoğu zaman cerrahın deneyimi, işlemin tipi ve hasta risk profiline bağlı kaldığını göstermiştir (Ali vd., 2020). Tek doz uygulanabilen Del Nido (DNC) tipi kristalloid çözeltilerin pediatrik popülasyondaki uzun deneyimini takiben erişkin cerrahisinde de artan bir kullanım gözlenmiştir; meta-analizler ve olgu serileri Del Nido'nun klinik sonuçları açısından genellikle kan kardiyopleji ile karşılaştırılabilir olduğunu, bazı çalışmalarda ise operasyon süresinin ve toplam kardiyopleji hacminin azaldığını bildirmiştir; ancak özellikle düşük EF'li hastalarda etkinlik ve güvenlik verileri halen sınırlıdır (Yamashita vd., 2025).

Retrograd kardiyopleji, özellikle sol koroner arter sisteminde ileri derecede darlık veya tıkalı lezyon bulunan vakalarda distale ulaşımı sağlamak amacıyla tercih edilmekte olup bazı çalışmalarda retrograd uygulamanın özellikle sağ ventrikül korunmasında ve distal bölgelerde soğutma/koruma avantajı sunduğu rapor edilmiştir (Wen vd., 2025). Kombine uygulama, düşük EF ve yaygın koroner arter hastalığı bulunan olgularda miyokardın tüm katmanlarına daha homojen dağılım sağlayarak perfüzyon defisitlerini azaltabilir; bazı güncel seriler kombine stratejinin bu yüksek riskli hasta grubunda fonksiyonel iyileşme ve daha düşük enzim yükselmesi ile ilişkili olduğunu göstermiştir, ancak bunlar çoğunlukla gözlemsel çalışmalardır ve randomize veriler sınırlıdır (Carpenter vd., 1999).

Kardiyopleji solüsyonunun sıcaklığı ve aralıklı dozlama stratejileri de düşük EF'li hastalarda kritik öneme sahiptir; soğuk kardiyopleji metabolik hızı düşürerek enerji rezervlerini korurken, ılık veya sıcak kardiyopleji bazı çalışmalarda reperfüzyon sırasında daha hızlı fonksiyonel geri dönüş ile ilişkilendirilmiştir; bununla birlikte meta-analitik çalışmalar sıcaklık, kan ve veya kristalloid ve uygulama rejimleri arasında tutarlı üstünlük bulamadığından, seçim çoğu merkezde vaka-bazlı ve cerrahi ekibin tercihlerine bağlı kalmaktadır (Gasior vd., 2000).

Erişkinlerde Del Nido kullanımına dair sistematik incelemeler ve daha yakın tarihli çok merkezli gözlemsel çalışmalar, Del Nido'nun özellikle minimal invaziv ve selektif CABG serilerinde güvenli ve etkin olduğunu, kardiyopleji hacmi ve kross-klemp süresinde olumlu farklılıklar sağlayabildiğini bildirmiştir; buna karşın Del Nido'nun düşük EF'li, geniş iskemi riskine sahip hasta grubunda uzun dönem fonksiyonel sonuçlara etkisi konusunda daha fazla randomize çalışma gereklidir (Catinella vd., 1984).

Ejeksiyon fraksiyonu hem cerrahi risk sınıflamasında hem de postoperatif fonksiyonel sonuçların belirlenmesinde temel bir parametredir ve düşük EF'li hastalarda KPB sırasında miyokardiyal koruma stratejileri kardiyopleji tipi, uygulama hacmi, uygulama miktarı, uygulama tekrarı uygulama yolu, sıcaklık ve dozu hasta profiline, hasta demografisine göre kişiselleştirilmelidir; mevcut kanıtlar kan bazlı ve kristalloid bazlı kardiyoplejiler arasında genel olarak benzer kısa dönem sonuçlar gösterirken, Del Nido gibi tek doz stratejileri, hacim farkı ve doz farkı tekrar farkı gibi etkenler değişmekte operasyonel avantajlar sağlayabilmekte fakat düşük EF özelinde daha yüksek düzey kanıt ihtiyacı olduğu için bu hasta grubunda güvenlik ve etkinliğin ve detaylı parametrelere ihtiyaç vardır prospektif olarak çalışılması gerekmektedir (Khalil, 2026).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kardiyopulmoner bypass (KPB) sırasında miyokardiyal koruma amacıyla kullanılan kardiyopleji yöntemleri, postoperatif mortalite ve morbidite üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip hastalarda miyokardın iskemiye toleransının azalması nedeniyle etkili bir kardiyopleji stratejisi daha büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda pediatrik kalp cerrahisinde yaygın olarak kullanılan Del Nido kardiyoplejisinin erişkin kardiyak cerrahide de güvenilir ve etkili olduğu gösterilmiştir. Del Nido kardiyoplejisinin daha uzun doz aralığı sağlaması, daha az kardiyopleji gereksinimi oluşturması ve miyokardiyal metabolik yükü azaltması nedeniyle erişkin hasta grubunda kullanım sıklığı giderek artmaktadır (Yamashita vd., 2025).

Erişkin kalp cerrahisinde Del Nido kardiyoplejisinin etkinliği ile ilgili yapılan meta-analizlerde, Del Nido kardiyoplejisinin kan kardiyoplejisine benzer mortalite ve morbidite sonuçları sağladığı; ancak operasyon süresi ve kardiyopleji uygulama sayısı açısından avantaj oluşturabileceği belirtilmiştir. Li ve arkadaşlarının meta-analizinde Del Nido kardiyoplejisinin güvenli ve etkili bir yöntem olduğu, özellikle operasyonel kolaylık sağladığı ifade edilmiştir (Li vd., 2024). Buna karşın düşük ejeksiyon fraksiyonlu erişkin hasta grubunda biyokimyasal ve hematolojik parametreleri ayrıntılı inceleyen çalışma sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmanın, düşük EF'li hastalarda Del Nido kardiyoplejisi ile kan kardiyoplejisinin erken dönem biyokimyasal ve hematolojik etkilerini karşılaştırarak literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Kardiyopulmoner bypass sırasında gelişen sistemik inflamatuvar yanıtın değerlendirilmesinde CRP, nötrofil ve lenfosit düzeyleri önemli biyobelirteçler olarak kabul edilmektedir. Kardiyopleji tipinin inflamatuvar yanıt üzerine etkisini inceleyen çalışmalar, Del Nido kardiyoplejisinin bazı inflamatuvar parametrelerde daha düşük artış sağlayabileceğini göstermiştir. Govindapillai ve arkadaşları, Del Nido kardiyoplejisi uygulanan erişkin hastalarda inflamatuvar belirteçlerin daha düşük seyrettiğini ve miyokardiyal korumanın yeterli olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalarda iki yöntem arasında inflamatuvar belirteçler açısından anlamlı fark saptanmamıştır (Govindapillai vd., 2013).

Renal fonksiyonların korunması kardiyak cerrahi sonrası erken dönem sonuçlar

açısından büyük önem taşımaktadır. Kardiyopulmoner bypass sırasında oluşan hemoliz, inflamasyon ve hipoperfüzyon böbrek fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Üre ve kreatinin düzeyleri postoperatif renal fonksiyonların değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanetra ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Del Nido kardiyoplejisinin postoperatif renal fonksiyonlar üzerinde olumsuz etkisinin olmadığı ve akut böbrek hasarı sıklığını artırmadığı gösterilmiştir (Sanetra vd., 2024). Benzer şekilde Vistarini ve arkadaşları da Del Nido kardiyoplejisinin erişkin hasta grubunda güvenli renal sonuçlar sağladığını bildirmiştir (Vistarini vd., 2009).

Laktat düzeyi, kardiyopulmoner bypass sırasında doku perfüzyonunun değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. Artmış laktat düzeyleri yetersiz perfüzyon ve anaerobik metabolizma ile ilişkilendirilmektedir. Del Nido ve kan kardiyoplejisinin laktat düzeyleri üzerine etkisini inceleyen çalışmalarda genel olarak benzer sonuçlar bildirilmiştir. Ota ve arkadaşları, Del Nido kardiyoplejisinin erişkin kalp cerrahisinde güvenli olduğunu ve postoperatif laktat düzeyleri açısından klasik kan kardiyoplejisine üstünlük göstermediğini belirtmiştir. Buna rağmen Del Nido kardiyoplejisinin daha stabil metabolik profil sağlayabileceğini öne süren çalışmalar da bulunmaktadır (Ranucci vd., 2006).

LDH düzeyleri kardiyak cerrahi sonrası hücrel hasarın ve hemolizin değerlendirilmesinde kullanılan biyokimyasal parametrelerden biridir. Del Nido kardiyoplejisi ile ilgili çalışmalarda postoperatif LDH düzeylerinin genellikle kan kardiyoplejisi ile benzer olduğu gösterilmiştir. Matte ve arkadaşları, Del Nido kardiyoplejisinin uzun süreli miyokard koruması sağlayabildiğini ve biyokimyasal hasar belirteçleri açısından güvenli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Del Nido kardiyoplejisinin daha düşük kalsiyum yükü oluşturarak hücrel membran stabilitesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Matte ve del Nido, 2012).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Etik İlkeler

Çalışma retrospektif dosya taraması niteliğinde planlandı. Hastaların kişisel kimlik bilgileri gizli tutuldu ve analizler anonimleştirilmiş veriler üzerinden gerçekleştirildi. Çalışma sürecinde Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun hareket edildi. Araştırmanın yürütülebilmesi için, ilgili kurumlardan ve yerel etik kurulundan (Harran Üniversitesi Klinik Araştırma Etik Kurulu) onay alınmıştır (Tarih: 15.12.2025 - Onay no: HRÜ/25.20.84).

3.2. Araştırmanın Tasarımı ve Hasta Popülasyonu

Bu çalışma, düşük ejeksiyon fraksiyonuna (EF <%40) sahip hastalarda kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisinin erken dönem klinik, hematolojik ve biyokimyasal sonuçlar üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla retrospektif olarak tasarlandı.

Çalışmaya kardiyopulmoner bypass eşliğinde kardiyak cerrahi uygulanan ve preoperatif sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %40'ın altında olan hastalar dahil edildi. Hastalar, intraoperatif miyokardiyal koruma amacıyla kullanılan kardiyopleji yöntemine göre iki gruba ayrıldı. Del Nido kardiyopleji uygulanan hastalar Del Nido kardiyopleji grubu, kan kardiyoplejisi uygulanan hastalar ise kan kardiyoplejisi grubu olarak sınıflandırıldı. Çalışmaya toplam 40 hasta dahil edildi. Her iki grupta da 20 hasta yer aldı.

3.2.1. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmaya; kardiyopulmoner bypass eşliğinde kardiyak cerrahi uygulanan, preoperatif ejeksiyon fraksiyonu %40'ın altında olan ve intraoperatif miyokard koruması amacıyla Del Nido kardiyopleji veya kan kardiyoplejisi kullanılan erişkin hastalar dahil edildi.

Eksik dosya kaydı bulunan, preoperatif veya postoperatif laboratuvar verilerine ulaşamayan, ejeksiyon fraksiyonu %40 ve üzerinde olan, off-pump cerrahi uygulanan, acil cerrahiye alınan veya kardiyopulmoner bypass kullanılmadan opere edilen hastalar çalışma dışı bırakıldı.

3.2.2. Grupların Oluşturulması

Hastalar kullanılan kardiyopleji yöntemine göre iki gruba ayrıldı:

Grup 1: Del Nido Kardiyopleji Grubu

Bu grupta kardiyopulmoner bypass sırasında miyokardiyal koruma amacıyla Del Nido kardiyopleji solüsyonu kullanılan hastalar yer aldı.

Grup 2: Kan Kardiyoplejisi Grubu

Bu grupta kardiyopulmoner bypass sırasında miyokardiyal koruma amacıyla kan kardiyoplejisi kullanılan hastalar yer aldı.

Gruplar demografik özellikler, intraoperatif perfüzyon parametreleri ve erken dönem laboratuvar sonuçları açısından karşılaştırıldı.

3.3. Verilerin Toplanması

Hastaların demografik, intraoperatif ve laboratuvar verileri hasta dosyaları, ameliyat kayıtları, perfüzyon formları ve hastane bilgi yönetim sistemi üzerinden retrospektif olarak elde edildi. Demografik veriler kapsamında hastaların yaşı, cinsiyeti ve vücut yüzey alanı kaydedildi. İntraoperatif veriler kapsamında pompa akımı, kros klemp süresi, total perfüzyon süresi ve operasyon tipi değerlendirildi. Laboratuvar parametreleri kapsamında inflamatuvar, hematolojik ve biyokimyasal değişkenler incelendi. Bu amaçla preoperatif ve postoperatif/çıkış dönemine ait CRP, LDH, nötrofil, lenfosit, albümin, laktat, hematokrit ve üre değerleri kaydedildi. Laktat ve hematokrit değerleri için preoperatif, pompa dönemi ve çıkış ölçümleri ayrı ayrı değerlendirildi.

3.3.1. Değerlendirilen Değişkenler

Çalışmada gruplar arasında demografik ve intraoperatif değişkenler olarak yaş, cinsiyet, vücut yüzey alanı, pompa akımı, kros klemp süresi, total perfüzyon süresi ve operasyon tipi değerlendirildi.

İnflamatuvar ve hematolojik değişkenler olarak preoperatif CRP, postoperatif CRP, giriş nötrofil, çıkış nötrofil, giriş lenfosit, çıkış lenfosit, preoperatif albümin ve postoperatif albümin düzeyleri analiz edildi.

Biyokimyasal ve perfüzyonla ilişkili değişkenler olarak giriş LDH, çıkış LDH, preoperatif laktat, pompa laktat, çıkış laktat, preoperatif hematokrit, pompa hematokrit, çıkış hematokrit, giriş üre ve çıkış üre değerleri değerlendirildi.

Ayrıca bazı parametreler için preoperatif-postoperatif değişim değerleri hesaplandı. Bu kapsamda CRP değişimi, LDH değişimi, nötrofil değişimi, lenfosit değişimi, albümin değişimi, laktat değişimi, hematokrit değişimi ve üre değişimi gruplar arasında karşılaştırıldı.

3.3.2. Değişim Değerlerinin Hesaplanması

Preoperatif ve postoperatif ölçümleri bulunan parametrelerde değişim değerleri hesaplandı. Her bir değişken için değişim değeri, postoperatif/çıkış ölçümünden preoperatif/giriş ölçümünün çıkarılmasıyla elde edildi. Bu doğrultuda CRP, LDH, nötrofil, lenfosit, albümin ve üre değişimleri ilgili postoperatif veya çıkış değerleri ile başlangıç değerleri arasındaki fark olarak hesaplandı. Laktat ve hematokrit için ise hem pompa dönemi ile preoperatif dönem arasındaki değişim hem de çıkış değeri ile preoperatif değer arasındaki değişim ayrı ayrı değerlendirildi.

3.4. Kardiyopulmoner Bypass ve Miyokardiyal Koruma Yaklaşımı

Tüm hastalara standart median sternotomi sonrası kardiyopulmoner bypass eşliğinde kardiyak cerrahi uygulandı. Kardiyopulmoner bypass sırasında sistemik dolaşım ve oksijenasyon kalp-akciğer makinesi aracılığıyla sağlandı. Pompa akımı hastanın vücut yüzey alanı ve intraoperatif hemodinamik gereksinimlerine göre ayarlandı.

Miyokardiyal koruma, kullanılan kardiyopleji tipine göre modifiye Del Nido kardiyopleji veya kan kardiyoplejisi ile sağlandı. Kardiyopleji uygulama yöntemi, cerrahi ekip tercihi ve hastanın intraoperatif durumuna göre belirlendi. Kardiyopleji tipi çalışma gruplarının temel karşılaştırma değişkenini oluşturdu.

3.4.1. Primer ve Sekonder Sonlanımlar

Çalışmanın primer sonlanımı, Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi uygulanan düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda erken dönem biyokimyasal ve hematolojik parametrelerin karşılaştırılması olarak belirlendi.

Sekonder sonlanımlar ise intraoperatif perfüzyon parametreleri, laktat düzeyleri, he-

matokrit değişimleri, inflamatuvar yanıt göstergeleri ve renal biyokimyasal parametrelerdeki değişimlerin gruplar arasında değerlendirilmesiydi.

3.5. İstatistiksel Analizler

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin istatistiksel analizleri IBM SPSS Statistics 25.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA®) paket programı kullanılarak yapıldı. Sürekli değişkenler dağılım özelliklerine göre ortalama $\pm$ standart sapma veya medyan (çeyrekler arası aralık, IQR) olarak ifade edildi. Kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde [n (%)] şeklinde sunuldu.

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel yöntemler ve normallik testleri ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin iki grup arasındaki karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi veya varyansların homojen olmadığı durumlarda Welch t-testi kullanıldı. Normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında Mann–Whitney U testi kullanıldı.

Kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanıldı. Beklenen hücre sayısının düşük olduğu durumlarda Fisher exact testi tercih edildi. Tüm analizlerde $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip ve kardiyopulmoner bypass eşliğinde kardiyak cerrahi uygulanan toplam 40 hasta dahil edildi. Hastalar kullanılan kardiyopleji yöntemine göre iki gruba ayrıldı: Del Nido kardiyopleji grubu ve kan kardiyoplejisi grubu. Her iki grupta da 20 hasta yer aldı.

4.1. Demografik Ve İntraoperatif Özellikler

Grupların demografik ve intraoperatif özellikleri Tablo 3'te sunulmuştur. Del Nido kardiyopleji grubunda yaş ortalaması $56,15 \pm 14,43$ yıl, kan kardiyoplejisi grubunda ise $57,85 \pm 13,55$ yıl olarak bulundu. Yaş açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,703$). Vücut yüzey alanı değerlendirildiğinde, Del Nido grubunda ortalama BSA değeri $1,84 \pm 0,24$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $1,86 \pm 0,17$ idi. Gruplar arasında BSA açısından anlamlı fark bulunmadı ($p=0,737$). Benzer şekilde, kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan pompa akımı Del Nido grubunda $4434,50 \pm 562,03$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $4466,11 \pm 413,04$ olarak saptandı ve gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,844$). Kros klemp süresi Del Nido grubunda $52,50$ ($43,75-64,00$) dakika, kan kardiyoplejisi grubunda ise $58,00$ ($42,25-84,25$) dakika olarak bulundu. Her ne kadar kan kardiyoplejisi grubunda medyan kros klemp süresi daha yüksek görünse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,388$). Total perfüzyon süresi ise Del Nido grubunda $81,50$ ($66,25-92,25$) dakika, kan kardiyoplejisi grubunda $87,00$ ($75,75-142,00$) dakika olarak saptandı. Kan kardiyoplejisi grubunda total perfüzyon süresi daha uzun görünmekle birlikte bu fark da istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadı ($p=0,090$). Cinsiyet dağılımı açısından değerlendirildiğinde, Del Nido grubunda hastaların 12'si erkek (%60,0) ve 8'i kadın (%40,0) iken, kan kardiyoplejisi grubunda 14 hasta erkek (%70,0) ve 6 hasta kadın (%30,0) idi. Cinsiyet dağılımı açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,740$). Operasyon tipi açısından Del Nido grubunda 16 hastaya CABG (%80,0), 4 hastaya kapak/diğer cerrahi (%20,0) uygulanırken; kan kardiyoplejisi grubunda 11 hastaya CABG (%55,0), 9 hastaya kapak/diğer cerrahi (%45,0) uygulandı. Operasyon tipi açısından da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p=0,176$) (Tablo 3). Bu bulgular, iki grubun temel demografik özellikler ve intraoperatif perfüzyon değişkenleri

açısından genel olarak benzer olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.1. Hastaların Demografik ve İntraoperatif Özelliklerinin Karşılaştırılması

Değişken	Del Nido Kardiyopleji (n=20)	Kan Kardiyoplejisi (n=20)	p
Yaş	56,15 ± 14,43	57,85 ± 13,55	0,703
BSA	1,84 ± 0,24	1,86 ± 0,17	0,737
Flow	4434,50 ± 562,03	4466,11 ± 413,04	0,844
Kros klemp süresi	52,50 (43,75–64,00)	58,00 (42,25–84,25)	0,388
Total perfüzyon süresi	81,50 (66,25–92,25)	87,00 (75,75–142,00)	0,090
Cinsiyet, Erkek	12 (60,0)	14 (70,0)	0,740
Cinsiyet, Kadın	8 (40,0)	6 (30,0)	
CABG	16 (80,0)	11 (55,0)	0,176
Kapak/Diğer	4 (20,0)	9 (45,0)	
BSA: Vücut yüzey alanı; CABG: Koroner arter bypass greftleme.			

4.2. İnflamatuvar Ve Hematolojik Parametreler

İnflamatuvar ve hematolojik parametrelerin gruplar arasındaki karşılaştırması Tablo 4'te verilmiştir. Preoperatif CRP düzeyi Del Nido grubunda 0,98 (0,64–2,43), kan kardiyoplejisi grubunda ise 0,84 (0,33–1,69) olarak bulundu. Gruplar arasında preoperatif CRP düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,229$). Postoperatif CRP düzeyi Del Nido grubunda $17,52 \pm 5,82$, kan kardiyoplejisi grubunda $16,58 \pm 7,65$ idi ve bu parametre açısından da gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,664$). Giriş nötrofil düzeyi Del Nido grubunda 5,92 (4,00–6,73), kan kardiyoplejisi grubunda 4,73 (4,02–7,43) olarak saptandı. Gruplar arasında giriş nötrofil düzeyi açısından anlamlı fark bulunmadı ($p=0,756$). Çıkış nötrofil düzeyi ise Del Nido grubunda $11,21 \pm 2,42$, kan kardiyoplejisi grubunda $12,08 \pm 2,95$ olarak bulundu ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,315$). Giriş lenfosit düzeyi Del Nido grubunda $2,52 \pm 1,15$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $2,17 \pm 0,89$ idi. Giriş lenfosit değerleri açısından iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,286$). Buna karşın, çıkış lenfosit düzeyi Del Nido grubunda 0,77

(0,53–1,40), kan kardiyoplejisi grubunda ise 1,68 (1,15–2,19) olarak bulundu. Çıkış lenfosit düzeyi Del Nido kardiyopleji grubunda anlamlı olarak daha düşük saptandı ($p=0,003$) (Tablo 4). Preoperatif albümin düzeyi Del Nido grubunda $4,29 \pm 0,44$, kan kardiyoplejisi grubunda $4,42 \pm 0,39$ olarak bulundu. Gruplar arasında preoperatif albümin açısından anlamlı fark yoktu ($p=0,309$). Postoperatif albümin düzeyi Del Nido grubunda 3,30 (2,98–3,50), kan kardiyoplejisi grubunda ise 3,10 (3,00–3,20) idi. Postoperatif albümin düzeyi açısından da gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,191$) (Tablo 4). Bu sonuçlar, CRP, nötrofil ve albümin düzeylerinin iki kardiyopleji yöntemi arasında benzer olduğunu; ancak çıkış lenfosit düzeyinin Del Nido grubunda anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2. İnflamatuvar ve Hematolojik Parametrelerin Karşılaştırılması

Değişken	Del Nido Kardiyopleji (n=20)	Kan Kardiyoplejisi (n=20)	p
Preoperatif CRP	0,98 (0,64–2,43)	0,84 (0,33–1,69)	0,229
Postoperatif CRP	$17,52 \pm 5,82$	$16,58 \pm 7,65$	0,664
Giriş nötrofil	5,92 (4,00–6,73)	4,73 (4,02–7,43)	0,756
Çıkış nötrofil	$11,21 \pm 2,42$	$12,08 \pm 2,95$	0,315
Giriş lenfosit	$2,52 \pm 1,15$	$2,17 \pm 0,89$	0,286
Çıkış lenfosit	0,77 (0,53–1,40)	1,68 (1,15–2,19)	0,003
Preoperatif albümin	$4,29 \pm 0,44$	$4,42 \pm 0,39$	0,309
Postoperatif albümin	3,30 (2,98–3,50)	3,10 (3,00–3,20)	0,191
CRP: C-reaktif protein.			

4.2.1. LDH, Laktat, Hematokrit Ve Üre Parametreleri

LDH, laktat, hematokrit ve üre parametrelerinin gruplar arasındaki karşılaştırması Tablo 5’te sunulmuştur. Giriş LDH düzeyi Del Nido grubunda 208,00 (183,00–279,50), kan kardiyoplejisi grubunda ise 251,00 (224,75–345,25) olarak bulundu. Kan kardiyoplejisi grubunda giriş LDH düzeyi daha yüksek görünmekle birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,123$). Çıkış LDH düzeyi Del Nido grubunda 316,00 (272,50–403,50), kan kardiyoplejisi grubunda 387,00 (333,75–530,25) olarak saptandı. Çıkış LDH değeri de kan kardiyoplejisi grubunda daha yüksek olmasına rağmen bu fark istatistiksel anlamlılık

düzeyine ulaşmadı ($p=0,099$). Laktat düzeyleri değerlendirildiğinde, preoperatif laktat Del Nido grubunda 1,90 (1,60–2,23), kan kardiyoplejisi grubunda 1,57 (1,40–2,02) olarak bulundu. Preoperatif laktat düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,255$). Pompa laktat düzeyi Del Nido grubunda 2,15 (1,75–2,80), kan kardiyoplejisi grubunda ise 2,59 (1,47–2,92) idi ve gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=1,000$). Çıkış laktat düzeyi Del Nido grubunda 1,50 (1,25–2,42), kan kardiyoplejisi grubunda 1,52 (1,27–2,17) olarak bulundu. Çıkış laktat düzeyleri de gruplar arasında benzerdi ($p=0,684$) (Tablo 5). Hematokrit değerleri açısından bakıldığında, preoperatif Hct düzeyi Del Nido grubunda $41,95 \pm 5,55$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $42,61 \pm 5,05$ olarak saptandı. Gruplar arasında preoperatif Hct açısından anlamlı fark bulunmadı ($p=0,694$). Pompa Hct değeri Del Nido grubunda $23,40 \pm 3,38$, kan kardiyoplejisi grubunda $24,30 \pm 4,54$ idi ve gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,482$). Çıkış Hct düzeyi Del Nido grubunda $33,00$ (27,25–35,38), kan kardiyoplejisi grubunda ise $28,41$ (26,26–30,42) olarak saptandı. Del Nido grubunda çıkış Hct değeri daha yüksek görünmekle birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,148$) (Tablo 5). Üre düzeyleri incelendiğinde, giriş üre değeri Del Nido grubunda 33,89 (25,14–41,20), kan kardiyoplejisi grubunda 34,24 (29,72–49,75) olarak bulundu. Giriş üre düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,378$). Buna karşılık, çıkış üre düzeyi Del Nido grubunda $37,56 \pm 17,00$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $52,64 \pm 15,98$ olarak saptandı. Çıkış üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda Del Nido grubuna göre anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0,006$) (Tablo 5). Bu bulgular, LDH, laktat ve hematokrit parametrelerinin iki grup arasında benzer seyrettiğini; ancak çıkış üre düzeyinin kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir.

4.3. Preoperatif–Postoperatif Değişim Analizleri

Gruplar arasındaki preoperatif–postoperatif değişim değerleri Tablo 6’da sunulmuştur. CRP değişimi Del Nido grubunda $15,53 \pm 6,24$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $15,37 \pm 8,00$ olarak bulundu. CRP artışı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,944$). LDH değişimi Del Nido grubunda 71,00 (11,50–177,25), kan kardiyoplejisi grubunda ise 116,50 (30,75–231,75) olarak bulundu. Kan kardiyoplejisi grubunda LDH artışı daha yüksek görünmekle birlikte bu fark istatistiksel olarak anlamlı

Çizelge 4.3. LDH, Laktat, Hematokrit ve Üre Değerlerinin Karşılaştırılması

Değişken	Del Nido Kardiyopleji (n=20)	Kan Kardiyoplejisi (n=20)	p
Giriş LDH	208,00 (183,00–279,50)	251,00 (224,75–345,25)	0,123
Çıkış LDH	316,00 (272,50–403,50)	387,00 (333,75–530,25)	0,099
Preoperatif laktat	1,90 (1,60–2,23)	1,57 (1,40–2,02)	0,255
Pompa laktat	2,15 (1,75–2,80)	2,59 (1,47–2,92)	1,000
Çıkış laktat	1,50 (1,25–2,42)	1,52 (1,27–2,17)	0,684
Preoperatif Hct (%)	41,95 ± 5,55	42,61 ± 5,05	0,694
Pompa Hct (%)	23,40 ± 3,38	24,30 ± 4,54	0,482
Çıkış Hct (%)	33,00 (27,25–35,38)	28,41 (26,26–30,42)	0,148
Giriş üre	33,89 (25,14–41,20)	34,24 (29,72–49,75)	0,378
Çıkış üre	37,56 ± 17,00	52,64 ± 15,98	0,006
LDH: Laktat dehidrogenaz; Hct: Hematokrit.			

değildi ($p=0,490$). Nötrofil değişimi Del Nido grubunda $5,51 \pm 2,92$, kan kardiyoplejisi grubunda $6,46 \pm 4,29$ olarak saptandı ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,420$). Lenfosit değişimi açısından gruplar arasında anlamlı fark saptandı. Del Nido grubunda lenfosit değişimi $-1,44 \pm 0,92$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $-0,35 \pm 1,10$ olarak bulundu. Bu sonuç, Del Nido grubunda lenfosit düzeyindeki azalmanın kan kardiyoplejisi grubuna göre daha belirgin olduğunu göstermektedir ($p=0,002$) (Tablo 6). Albümin değişimi Del Nido grubunda $-1,02 \pm 0,47$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $-1,28 \pm 0,33$ olarak bulundu. Kan kardiyoplejisi grubunda albümin azalması daha fazla görünmekle birlikte fark istatistiksel anlamlılık sınırına yakın olup anlamlı değildi ($p=0,056$). Laktat değişimleri değerlendirildiğinde, pompa-preoperatif laktat değişimi Del Nido grubunda $0,30$ ($-0,05$ – $0,97$), kan kardiyoplejisi grubunda ise $0,25$ ($-0,35$ – $1,17$) olarak bulundu ve gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,871$). Çıkış-preoperatif laktat değişimi Del Nido grubunda $-0,20$ ($-0,52$ – $0,23$), kan kardiyoplejisi grubunda ise $0,11$ ($-0,35$ – $0,95$) idi. Bu parametre açısından da gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p=0,304$) (Tablo 6). Hematokrit değişimleri açısından pompa-preoperatif Hct değişimi Del Nido grubunda

-18,55 $\pm$ 4,29, kan kardiyoplejisi grubunda -18,31 $\pm$ 5,36 olarak bulundu ve gruplar arasında fark yoktu (p=0,879). Çıkış-preoperatif Hct değişimi ise Del Nido grubunda -9,43 $\pm$ 8,39, kan kardiyoplejisi grubunda -12,59 $\pm$ 6,94 olarak saptandı. Kan kardiyoplejisi grubunda Hct azalması daha fazla görünmekle birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,203). Üre değişimi Del Nido grubunda 0,80 $\pm$ 18,24, kan kardiyoplejisi grubunda ise 13,42 $\pm$ 18,65 olarak bulundu. Üre düzeyindeki artış kan kardiyoplejisi grubunda Del Nido grubuna göre anlamlı olarak daha yüksekti (p=0,037) (Tablo 6). Bu bulgular, değişim analizlerinde özellikle lenfosit azalması ve üre artışı bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir. Del Nido kardiyopleji grubunda lenfosit azalması daha belirgin iken, kan kardiyoplejisi grubunda üre artışı daha belirgin bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Preoperatif–Postoperatif Değişim Değerlerinin Gruplar Arasında Karşılaştırılması

Değişim değişkeni	Del Nido Kardiyopleji (n=20)	Kan Kardiyoplejisi (n=20)	p
CRP değişimi	15,53 $\pm$ 6,24	15,37 $\pm$ 8,00	0,944
LDH değişimi	71,00 (11,50–177,25)	116,50 (30,75–231,75)	0,490
Nötrofil değişimi	5,51 $\pm$ 2,92	6,46 $\pm$ 4,29	0,420
Lenfosit değişimi	-1,44 $\pm$ 0,92	-0,35 $\pm$ 1,10	0,002
Albümin değişimi	-1,02 $\pm$ 0,47	-1,28 $\pm$ 0,33	0,056
Laktat değişimi, pompa-pre	0,30 (-0,05–0,97)	0,25 (-0,35–1,17)	0,871
Laktat değişimi, çıkış-pre	-0,20 (-0,52–0,23)	0,11 (-0,35–0,95)	0,304
Hct değişimi, pompa-pre	-18,55 $\pm$ 4,29	-18,31 $\pm$ 5,36	0,879
Hct değişimi, çıkış-pre	-9,43 $\pm$ 8,39	-12,59 $\pm$ 6,94	0,203
Üre değişimi	0,80 $\pm$ 18,24	13,42 $\pm$ 18,65	0,037
CRP: C-reaktif protein; LDH: Laktat dehidrogenaz; Hct: Hematokrit.			

4.4. Kategorik Değişkenler

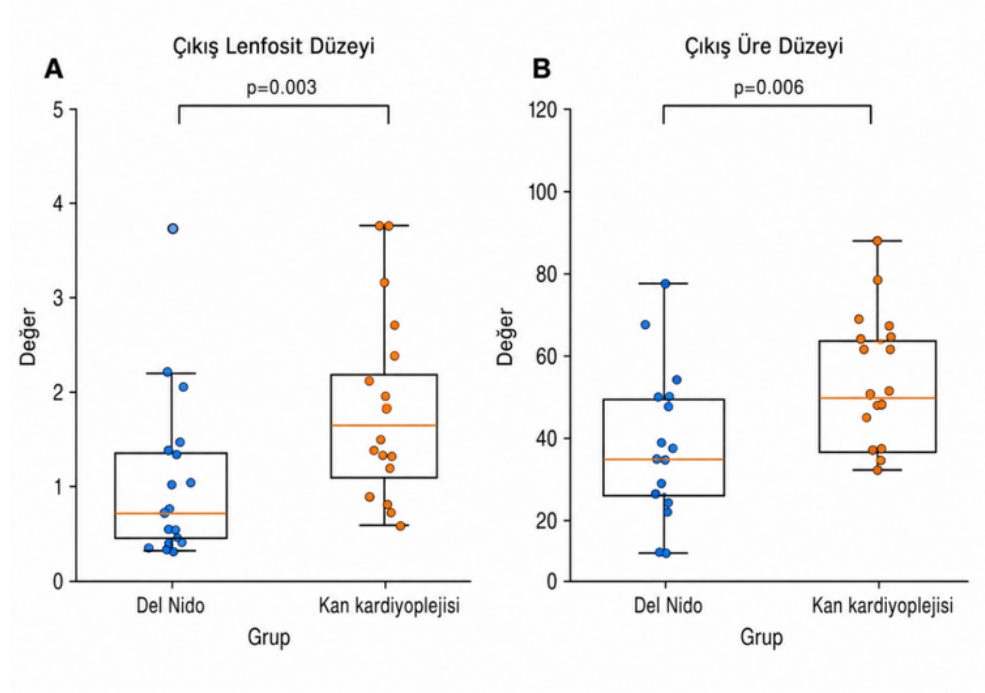
Kategorik değişkenlerin karşılaştırması Tablo 7’de verilmiştir. Cinsiyet dağılımı açısından Del Nido grubunda erkek hasta oranı %60,0, kan kardiyoplejisi grubunda ise

%70,0 idi. Kadın hasta oranı Del Nido grubunda %40,0, kan kardiyoplejisi grubunda ise %30,0 olarak bulundu. Cinsiyet dağılımı açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,740$). Operasyon tipi açısından Del Nido grubunda CABG uygulanan hasta oranı %80,0, kan kardiyoplejisi grubunda ise %55,0 idi. Kapak/diğer cerrahi uygulanan hasta oranı Del Nido grubunda %20,0, kan kardiyoplejisi grubunda ise %45,0 olarak bulundu. Operasyon tipi dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,176$) (Tablo 7).

Çizelge 4.5. Kategorik Değişkenlerin Karşılaştırılması

Değişken	Kategori	Del Nido Kardiyopleji n (%)	Kan Kardiyoplejisi n (%)	p
Cinsiyet	Erkek	12 (60,0)	14 (70,0)	0,740
Cinsiyet	Kadın	8 (40,0)	6 (30,0)	
Operasyon tipi	CABG	16 (80,0)	11 (55,0)	0,176
Operasyon tipi	Kapak/Diğer	4 (20,0)	9 (45,0)	
CABG: Koroner arter bypass greftleme.				

Genel olarak değerlendirildiğinde, Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi grupları yaş, cinsiyet, BSA, pompa akımı, kros klemp süresi, total perfüzyon süresi ve operasyon tipi açısından benzer özellikler göstermekteydi. Bu durum, gruplar arasında temel demografik ve intraoperatif özellikler bakımından belirgin bir dengesizlik olmadığını düşündürmektedir. İnflamatuvar, hematolojik ve biyokimyasal parametreler incelendiğinde CRP, nötrofil, albümin, LDH, laktat ve hematokrit değerleri açısından iki kardiyopleji yöntemi arasında anlamlı fark saptanmadı. Bununla birlikte, çıkış lenfosit düzeyi Del Nido grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunurken, çıkış üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek bulundu. Değişim analizleri de bu bulguları desteklemekte olup, Del Nido grubunda lenfosit azalmasının daha belirgin, kan kardiyoplejisi grubunda ise üre artışının daha fazla olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda Del Nido kardiyopleji ile kan kardiyoplejisinin erken dönem biyokimyasal ve hematolojik sonuçlar açısından büyük ölçüde benzer olduğunu, ancak lenfosit yanıtı ve renal biyokimyasal değişim açısından bazı farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4.1. Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi gruplarında anlamlı farklılık gösteren erken dönem laboratuvar parametrelerinin karşılaştırılması. A: Çıkış lenfosit düzeyi; B: Çıkış üre düzeyi. Çıkış lenfosit düzeyi Del Nido kardiyopleji grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunurken, çıkış üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek saptandı.

5. TARTIŞMA

Açık kalp cerrahisi gerçekleştirilecek hastalarda cerrahi alanda görüşün iyileştirilmesi ve kompleks cerrahi girişimlerin daha rahat uygulanabilmesi için hareketsiz ve kansız bir ortamın oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla kalbin geçici süre ile durdurulması sağlanmakta, ancak bu durum iskemi ve reperfüzyon hasarı gibi olumsuz süreçleri de beraberinde getirmektedir (Mendoza-Torres vd., 2025). Operasyon sırasında meydana gelen miyokard hasarı, postoperatif mortalite ve morbiditenin en önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Wang vd., 2007). Özellikle düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) bulunan yüksek riskli hastalarda miyokardiyal rezervin sınırlı olması nedeniyle iskemi-reperfüzyon hasarı daha sık görülmekte ve klinik sonuçlar daha ağır seyredebilmektedir (Potter ve Marwick, 2018).

Kardiyak cerrahide mortalite ve morbiditeyi etkileyen en önemli intraoperatif faktörlerin başında kardiyopulmoner bypass (KPB) süresi ve aortik kross klemp süresi gelmektedir. Özellikle perfüzyon süresinin 120 dakikayı, aortik kross klemp süresinin ise 90 dakikayı aşması; miyokardiyal iskemi, sistemik inflamatuvar yanıt, organ hipoperfüzyonu ve postoperatif komplikasyon riskinde artış ile ilişkilendirilmektedir (Catinella vd., 1984). Uzamış KPB süresi sırasında kanın yapay yüzeylerle uzun süre temas etmesi; sitokin salınımı, hemoliz, koagülasyon bozuklukları ve endotelyal disfonksiyon gelişimine yol açabilmektedir. Buna bağlı olarak özellikle düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip hastalarda postoperatif düşük kardiyak debi sendromu, renal disfonksiyon ve yoğun bakım süresinde artış görülebilmektedir (Serrano vd., 2010).

Yaptığımız çalışmada ise; Kros klemp süresi Del Nido grubunda 52,50 (43,75–64,00) dakika, kan kardiyoplejisi grubunda ise 58,00 (42,25–84,25) dakika olarak bulundu. Her ne kadar kan kardiyoplejisi grubunda medyan kros klemp süresi daha yüksek görünse de bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,388$). Total perfüzyon süresi ise Del Nido grubunda 81,50 (66,25–92,25) dakika, kan kardiyoplejisi grubunda 87,00 (75,75–142,00) dakika olarak saptandı. Kan kardiyoplejisi grubunda total perfüzyon süresi daha uzun görünmekle birlikte bu fark da istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadı ($p=0,090$).

Bu çalışmada inflamatuvar ve hematolojik parametreler açısından Del Nido kardiyop-

lejisi ile kan kardiyoplejisi arasında genel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Preoperatif ve postoperatif CRP düzeyleri bakımından gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Literatürde yer alan çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Govindapillai ve arkadaşları erişkin kardiyak cerrahi hastalarında Del Nido kardiyoplejisinin inflamatuvar yanıt üzerine etkilerini değerlendirmiş ve postoperatif CRP düzeyleri açısından Del Nido ile kan kardiyoplejisi arasında anlamlı fark olmadığını bildirmiştir (Gasior vd., 2000). Kardiyopulmoner bypassın kendisinin sistemik inflamatuvar yanıtı tetiklemesi nedeniyle CRP düzeylerindeki artışın daha çok cerrahi travma ve pompa süresiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Butler vd., 1993).

Yaptığımız çalışmada ise; Preoperatif CRP düzeyi Del Nido grubunda 0,98 (0,64–2,43), kan kardiyoplejisi grubunda ise 0,84 (0,33–1,69) olarak bulundu. Gruplar arasında preoperatif CRP düzeyi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,229$). Postoperatif CRP düzeyi Del Nido grubunda $17,52 \pm 5,82$, kan kardiyoplejisi grubunda $16,58 \pm 7,65$ idi ve bu parametre açısından da gruplar arasında anlamlı fark izlenmedi ($p=0,664$).

Nötrofil düzeyleri açısından da çalışmamızda iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Kardiyopulmoner bypass sırasında nötrofil aktivasyonu; kompleman sistemi aktivasyonu, endotelial hasar ve reperfüzyon yanıtı ile ilişkilidir. Matte ve arkadaşları Del Nido kardiyoplejisinin miyokardiyal koruma açısından etkili olduğunu ancak nötrofil yanıtı bakımından klasik kan kardiyoplejisine belirgin üstünlük göstermediğini bildirmiştir (Matte ve del Nido, 2012). Timek ve arkadaşlarının çalışmasında da postoperatif lökosit ve nötrofil yanıtlarının her iki grupta benzer olduğu belirtilmiştir (Timek vd., 2016).

Yaptığımız çalışmada ise; Giriş nötrofil düzeyi Del Nido grubunda 5,92 (4,00–6,73), kan kardiyoplejisi grubunda 4,73 (4,02–7,43) olarak saptandı. Gruplar arasında giriş nötrofil düzeyi açısından anlamlı fark bulunmadı ($p=0,756$). Çıkış nötrofil düzeyi ise Del Nido grubunda $11,21 \pm 2,42$, kan kardiyoplejisi grubunda $12,08 \pm 2,95$ olarak bulundu ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,315$).

Çalışmamızda dikkat çeken bulgulardan biri çıkış lenfosit düzeyinin Del Nido grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunmasıdır. Lenfosit azalması kardiyopulmoner

bypass sonrası gelişen immünsupresif yanıtın bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Literatürde Del Nido kardiyoplejisinin lenfosit düzeyleri üzerine etkisini doğrudan inceleyen çalışma sayısı sınırlı olmakla birlikte, bazı araştırmalarda Del Nido grubunda daha belirgin hücrel stres yanıtı görülebileceği belirtilmiş (Hamad vd., 2017).

Çalışmamızda ise; Giriş lenfosit düzeyi Del Nido grubunda $2,52 \pm 1,15$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $2,17 \pm 0,89$ idi. Giriş lenfosit değerleri açısından iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,286$). Buna karşın, çıkış lenfosit düzeyi Del Nido grubunda $0,77$ ($0,53-1,40$), kan kardiyoplejisi grubunda ise $1,68$ ($1,15-2,19$) olarak bulundu. Çıkış lenfosit düzeyi Del Nido kardiyopleji grubunda anlamlı olarak daha düşük saptandı ($p=0,003$).

Albümin düzeyleri açısından çalışmamızda gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Kardiyak cerrahi sonrası albümin düzeylerinde düşüş görülmesi; hemodilüsyon, inflamasyon ve kapiller geçirgenlik artışı ile ilişkilidir. De Somer ve arkadaşları, KPB sırasında gelişen inflamatuvar yanıtın albümin düzeylerinde azalmaya neden olduğunu ancak kullanılan kardiyopleji tipinin bu değişim üzerinde belirgin etkisinin olmadığını bildirmiştir (De Somer, 2009). Benzer şekilde Sanetra ve arkadaşlarının çalışmasında da Del Nido ve kan kardiyoplejisi grupları arasında postoperatif albümin değişimleri açısından anlamlı fark bulunmamıştır (Sanetra vd., 2024).

Çalışmamızda ise; Preoperatif albümin düzeyi Del Nido grubunda $4,29 \pm 0,44$, kan kardiyoplejisi grubunda $4,42 \pm 0,39$ olarak bulundu. Gruplar arasında preoperatif albümin açısından anlamlı fark yoktu ($p=0,309$). Postoperatif albümin düzeyi Del Nido grubunda $3,30$ ($2,98-3,50$), kan kardiyoplejisi grubunda ise $3,10$ ($3,00-3,20$) idi. Postoperatif albümin düzeyi açısından da gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,191$).

LDH düzeyleri hücrel hasar ve hemolizin biyokimyasal göstergelerinden biridir. Çalışmamızda giriş ve çıkış LDH düzeyleri kan kardiyoplejisi grubunda daha yüksek görünmesine rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde Del Nido kardiyoplejisinin miyokardiyal hücrel hasarı azaltabileceği öne sürülmekle birlikte, çoğu çalışmada LDH düzeyleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Kim ve arkadaşları erişkin kalp cerrahisinde Del Nido kardiyoplejisinin güvenli olduğunu ve postoperatif biyokimyasal hasar belirteçlerinin kan kardiyoplejisi ile benzer düzeyde olduğunu göstermiştir (Kim vd.,

2018).

Çalışmamızda; Giriş LDH düzeyi Del Nido grubunda 208,00 (183,00–279,50), kan kardiyoplejisi grubunda ise 251,00 (224,75–345,25) olarak bulundu. Kan kardiyoplejisi grubunda giriş LDH düzeyi daha yüksek görünmekle birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,123$). Çıkış LDH düzeyi Del Nido grubunda 316,00 (272,50–403,50), kan kardiyoplejisi grubunda 387,00 (333,75–530,25) olarak saptandı. Çıkış LDH değeri de kan kardiyoplejisi grubunda daha yüksek olmasına rağmen bu fark istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmadı ($p=0,099$).

Laktat düzeyleri doku perfüzyonunun ve oksijenizasyonun önemli göstergelerinden biridir. Çalışmamızda preoperatif, pompa dönemi ve çıkış laktat düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar literatür ile uyumludur. Ranucci ve arkadaşları, laktat düzeylerindeki yükselmenin esas olarak uzamış perfüzyon süresi ve düşük doku oksijenasyonu ile ilişkili olduğunu, kardiyopleji tipinin tek başına belirleyici olmadığını belirtmiştir (Ranucci vd., 2006). Mishra ve arkadaşlarının çalışmasında da Del Nido ve kan kardiyoplejisi gruplarında postoperatif laktat düzeylerinin benzer olduğu gösterilmiştir (Mishra vd., 2016).

Çalışmamızda; Laktat düzeyleri değerlendirildiğinde, preoperatif laktat Del Nido grubunda 1,90 (1,60–2,23), kan kardiyoplejisi grubunda 1,57 (1,40–2,02) olarak bulundu. Preoperatif laktat düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ($p=0,255$). Pompa laktat düzeyi Del Nido grubunda 2,15 (1,75–2,80), kan kardiyoplejisi grubunda ise 2,59 (1,47–2,92) idi ve gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=1,000$). Çıkış laktat düzeyi Del Nido grubunda 1,50 (1,25–2,42), kan kardiyoplejisi grubunda 1,52 (1,27–2,17) olarak bulundu. Çıkış laktat düzeyleri de gruplar arasında benzerdi ($p=0,684$).

Hematokrit düzeyleri açısından çalışmamızda her iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. KPB sırasında görülen hematokrit düşüşü genellikle hemodilüsyon ve ekstrakorporeal dolaşıma bağlıdır. Del Nido kardiyoplejisinin daha düşük hacimde uygulanabilmesi nedeniyle teorik olarak hemodilüsyonu azaltabileceği düşünülmektedir. Ancak Vistarini ve arkadaşları erişkin hasta grubunda yaptıkları çalışmada hematokrit değişimleri açısından Del Nido ve kan kardiyoplejisi arasında anlamlı fark olmadığını

bildirmiştir (Vistarini vd., 2009). Bizim sonuçlarımız da bu verilerle uyumludur.

Hematokrit değerleri açısından bakıldığında, preoperatif Hct düzeyi Del Nido grubunda $41,95 \pm 5,55$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $42,61 \pm 5,05$ olarak saptandı. Gruplar arasında preoperatif Hct açısından anlamlı fark bulunmadı ($p=0,694$). Pompa Hct değeri Del Nido grubunda $23,40 \pm 3,38$, kan kardiyoplejisi grubunda $24,30 \pm 4,54$ idi ve gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,482$). Çıkış Hct düzeyi Del Nido grubunda $33,00$ (27,25–35,38), kan kardiyoplejisi grubunda ise $28,41$ (26,26–30,42) olarak saptandı. Del Nido grubunda çıkış Hct değeri daha yüksek görünmekle birlikte fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p=0,148$).

Çalışmamızda en dikkat çekici biyokimyasal farklılıklardan biri çıkış üre düzeyinin kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek bulunmasıdır. Bu bulgu, renal perfüzyon ve böbrek fonksiyonlarının korunması açısından Del Nido kardiyoplejisinin avantaj sağlayabileceğini düşündürmektedir. Sanetra ve arkadaşları Del Nido kardiyoplejisinin erişkin kardiyak cerrahide renal fonksiyonlar üzerinde güvenli sonuçlar sağladığını ve akut böbrek hasarı riskini artırmadığını bildirmiştir (Sanetra vd., 2024). Benzer şekilde Yerebakan ve arkadaşları da Del Nido kardiyoplejisinin postoperatif renal biyokimyasal parametreler açısından güvenli olduğunu göstermiştir (Yerebakan vd., 2016).

Çalışmamızda; Üre düzeyleri incelendiğinde, giriş üre değeri Del Nido grubunda $33,89$ (25,14–41,20), kan kardiyoplejisi grubunda $34,24$ (29,72–49,75) olarak bulundu. Giriş üre düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu ($p=0,378$). Buna karşılık, çıkış üre düzeyi Del Nido grubunda $37,56 \pm 17,00$, kan kardiyoplejisi grubunda ise $52,64 \pm 15,98$ olarak saptandı. Çıkış üre düzeyi kan kardiyoplejisi grubunda Del Nido grubuna göre anlamlı olarak daha yüksekti ($p=0,006$).

Bu çalışmada düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip hastalarda Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisinin erken dönem sonuçları karşılaştırıldı. Çalışmanın temel bulgusu, iki kardiyopleji yöntemi arasında demografik özellikler, intraoperatif perfüzyon parametreleri ve birçok biyokimyasal değişken açısından anlamlı fark bulunmamasıdır. Bununla birlikte çıkış lenfosit düzeyinin Del Nido grubunda daha düşük, çıkış üre düzeyinin ise kan kardiyoplejisi grubunda daha yüksek olduğu saptandı.

Düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda miyokardiyal korunma büyük önem taşımaktadır. Sol ventrikül fonksiyonlarının bozulmuş olması nedeniyle bu hastalarda iskemi-reperfüzyon hasarına duyarlılık artmaktadır. Bu nedenle uygun kardiyopleji stratejisinin seçimi postoperatif sonuçları etkileyebilmektedir. Literatürde Del Nido kardiyoplejisinin erişkin kardiyak cerrahide güvenli bir alternatif olduğu ve miyokardiyal koruma açısından kan kardiyoplejisine benzer sonuçlar sağladığı bildirilmiştir (Vardeny vd., 2025).

Malvindi ve ark.'nın gerçekleştirdiği meta-analizde Del Nido kardiyoplejisi ile kan kardiyoplejisi arasında mortalite açısından anlamlı fark bulunmadığı, ancak Del Nido grubunda postoperatif troponin düzeylerinde azalma eğilimi olduğu belirtilmiştir (Malvindi vd., 2023). Benzer şekilde Fresilli ve ark. tarafından yapılan meta-analizde Del Nido kardiyoplejisinin daha düşük akut böbrek hasarı oranı ve daha düşük defibrilasyon ihtiyacı ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Fresilli vd., 2023). DNK'nın diğer kardiyoplejik solüsyonlara kıyasla postoperatif enzim düzeyleri üzerindeki etkisi hakkında tutarlı sonuçlar yoktur. Kim ve arkadaşları, Del Nido ile kan kardiyoplejisi uygulanan hastalarda kardiyak enzim düzeylerinde her ne kadar DNK grubunda düşük olsa da anlamlı bir fark bulamamışlardır; ancak DNK uygulanan hastalarda transfüzyon ve sıvı gereksinimi anlamlı derecede düşük olmuştur (Kim vd., 2018). Timek ve arkadaşlarının çalışmasında izole KABG yapılan hastalarda Del Nido ve kan kardiyoplejisi arasında troponin düzeylerinde anlamlı fark bulunamamıştır (Timek vd., 2020).

Çalışmamızda kros klemp süresi ve total perfüzyon süresi açısından Del Nido grubunda daha düşük değerler gözlenmesine rağmen fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Del Nido kardiyoplejisinin tek doz ile uzun süreli miyokard koruması sağlaması nedeniyle literatürde daha kısa operasyon ve kros klemp süreleri ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Ancak çalışmamızdaki hasta sayısının sınırlı olması bu farkın anlamlı düzeye ulaşmasını engellemiş olabilir.

İnflamatuvar parametreler değerlendirildiğinde CRP ve nötrofil düzeyleri açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı. Kardiyopulmoner bypass sırasında gelişen sistemik inflamatuvar yanıtın her iki grupta benzer düzeyde gerçekleştiği düşünülebilir. Buna karşın çıkış lenfosit düzeyinin Del Nido grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunması

dikkat çekicidir. Lenfosit düzeyindeki azalma, cerrahi stres ve inflamatuvar yanıtın bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Del Nido kardiyoplejisinin içeriğinde bulunan lidokain ve magnezyum gibi ajanların hücresel iyon dengesi üzerindeki etkilerinin immün yanıt üzerinde dolaylı değişikliklere neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu ilişkinin mekanizmasını açıklayabilmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Biyokimyasal parametreler incelendiğinde laktat, LDH ve hematokrit değerleri açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı. Laktat düzeyleri doku perfüzyonu ve anaerobik metabolizmanın önemli göstergelerinden biridir. Her iki grupta da laktat düzeylerinin benzer seyretmesi, kardiyopulmoner bypass sırasında yeterli sistemik perfüzyon sağlandığını düşündürmektedir. Benzer şekilde LDH düzeylerinin gruplar arasında farklı olmaması, hücresel hasarın benzer düzeyde olduğunu göstermektedir.

İki grubun temel demografik özellikler ve intraoperatif perfüzyon değişkenleri açısından genel olarak benzer olduğunu göstermektedir.

CRP, nötrofil ve albümin düzeylerinin iki kardiyopleji yöntemi arasında benzer olduğunu; ancak çıkış lenfosit düzeyinin Del Nido grubunda anlamlı olarak daha düşük olduğunu göstermektedir.

LDH, laktat ve hematokrit parametrelerinin iki grup arasında benzer seyrettiğini; ancak çıkış üre düzeyinin kan kardiyoplejisi grubunda anlamlı olarak daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda Del Nido kardiyopleji ile kan kardiyoplejisinin erken dönem biyokimyasal ve hematolojik sonuçlar açısından büyük ölçüde benzer olduğunu, ancak lenfosit yanıtı ve renal biyokimyasal değişim açısından bazı farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

6. SONUÇLAR

Düşük ejeksiyon fraksiyonuna sahip hastalarda kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan Del Nido kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi yöntemleri erken dönem hematolojik, inflamatuvar ve biyokimyasal sonuçlar açısından genel olarak benzer özellikler göstermektedir.

Çalışmamızda Del Nido kardiyopleji grubunda çıkış lenfosit düzeyinin daha düşük olduğu, kan kardiyoplejisi grubunda ise çıkış üre düzeyinin ve üre değişiminin daha yüksek olduğu saptandı. Bunun dışında değerlendirilen CRP, nötrofil, LDH, laktat ve hematokrit parametreleri açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı.

Elde edilen bulgular doğrultusunda Del Nido kardiyoplejisinin düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda güvenli ve etkili bir miyokard koruma yöntemi olduğu düşünülmektedir. Özellikle daha düşük renal biyokimyasal değişiklikler ile ilişkili olması nedeniyle klinik uygulamada avantaj sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Ancak daha geniş örneklemler, çok merkezli ve prospektif randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

7. ÖNERİLER

Düşük ejeksiyon fraksiyonlu hastalarda Del Nido kardiyoplejisinin uzun dönem klinik sonuçları daha geniş hasta serileri ile değerlendirilmelidir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda miyokard hasarı belirteçlerinin ayrıntılı değerlendirilmesi önerilmektedir.

Del Nido kardiyoplejisinin renal koruyucu etkilerinin daha net ortaya konabilmesi için kreatinin, glomerüler filtrasyon hızı ve akut böbrek hasarı kriterleri ile desteklenen çalışmalar yapılmalıdır.

Çok merkezli prospektif randomize kontrollü çalışmalar ile Del Nido kardiyoplejisi ve kan kardiyoplejisinin klinik etkinliği daha güçlü kanıtlarla desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

- A. Follette, D. J., B. M. Yoshikawa, R., Carpenter & Sam, J. (1999). Simultaneous antegrade and retrograde reperfusion after cardioplegic arrest for coronary artery bypass. *Journal of cardiac surgery*, 14. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.1999.tb01008.x>
- A. Teodori, G. M. M., Bosco, G. A. V., A. M., D. G., G., C., & Lapenna, D. (1995). Intermittent antegrade warm blood cardioplegia. *The Annals of thoracic surgery*, 59. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(94\)00843-v](https://doi.org/10.1016/0003-4975(94)00843-v)
- A. Tesdahl, E. H. Mongero, L. A. Stasko, A. B. J., Stammers & Weinstein, S. (2017). Does the Type of Cardioplegic Technique Influence Hemodilution and Transfusion Requirements in Adult Patients Undergoing Cardiac Surgery? *The journal of extra-corporeal technology*, 49.
- Aubert, S. N. Leprince, P., Vistarini & Pavie, A. (2009). A simplified surgical approach for aortic valve replacement after previous coronary artery bypass grafting. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.04.019>
- B. C., W., & Tintinalli, J. E. (1977). Effects of sodium bicarbonate administration during cardiopulmonary resuscitation. *JACEP*, 6. [https://doi.org/10.1016/s0361-1124\(77\)80493-0](https://doi.org/10.1016/s0361-1124(77)80493-0)
- Baudo, M. Y. M., D. Cabrucci, F. E. S., S., Y., & Ramlawi, B. (2025). Effect of del Nido cardioplegia in patients with reduced left ventricular ejection fraction: A meta-analysis. *Perfusion*, 40. <https://doi.org/10.1177/02676591251315037>
- C. Follette, D. W. B., G., D., & Emerson, R. (2008). Intraoperative myocardial protection III. Blood cardioplegia. 1978. *The journal of extra-corporeal technology*, 40.
- Ceconi, C. R. C., Cargnoni, A. S. P., E., D. G., F., F., & Albertini, A. (1991). Role of oxygen free radicals in ischemic and reperfused myocardium. *The American journal of clinical nutrition*, 53. <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.1.215S>
- Cheng, X. K. Z., Wei, S. P. H., Wu, X. J. G., B., Z., & Li, Y. (2023). Del Nido cardioplegia for myocardial protection in adult cardiac surgery: a systematic review and update meta-analysis. *Perfusion*, 38. <https://doi.org/10.1177/02676591211031095>
- D., B. G. (1989). Antegrade/retrograde blood cardioplegia to ensure cardioplegic distribution: operative techniques and objectives. *Journal of cardiac surgery*, 4. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8191.1989.tb00284.x>
- D., B. G. (1995). Update on current techniques of myocardial protection. *The Annals of thoracic surgery*, 60. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(95\)00572-3](https://doi.org/10.1016/0003-4975(95)00572-3)
- D. M., K. K., M., I., D., A., V., K., M. J., G., D., M., J. M., C., D., L., & Juričić, S. A. (2026). Molecular and Cellular Mechanisms of Cardioplegic Protection in Surgical Myocardial Revascularization. *Cells*, 15. <https://doi.org/10.3390/cells15020173>

- Dai, C. S. H., Wang, J. Z. W., Wu, K. F. M., Han, F. D. X., Huang, Y. J. W., S., W., & Zhang, B. (2025). Retrograde percutaneous coronary intervention for chronic total occlusions in patients with reduced left ventricular ejection fraction: a single-center retrospective cohort study. *Heart and vessels*, 40. <https://doi.org/10.1007/s00380-025-02526-6>
- Domaradzki, W. K. C., Shrestha, R. M. B., Bochenek, A. K. J.-S., J., P. B., P., S., & Gerber, W. (2023). The impact of del Nido cardioplegia solution on blood morphology parameters. *Perfusion*, 38. <https://doi.org/10.1177/02676591211049020>
- Dursun, S. U. S., & Ar, E. S. (2022). Propensity-Matched Analysis of Del Nido Cardioplegia in Adults Undergoing Cardiac Surgery with Prolonged Cross-Clamping Time. *Brazilian journal of cardiovascular surgery*, 37. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0309>
- E., B. (1991). Stunning of the myocardium: an update. *Cardiovascular drugs and therapy*, 5. <https://doi.org/10.1007/BF00053546>
- E., P., & Marwick, T. H. (2018). Assessment of Left Ventricular Function by Echocardiography: The Case for Routinely Adding Global Longitudinal Strain to Ejection Fraction. *JACC. Cardiovascular imaging*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.11.017>
- E. R., R., & Buckberg, G. D. (1987). Advantages of blood cardioplegic solutions. *Annales chirurgiae et gynaecologiae*, 76.
- F., D. S. (2009). Optimal versus suboptimal perfusion during cardiopulmonary bypass and the inflammatory response. *Seminars in cardiothoracic and vascular anesthesia*, 13. <https://doi.org/10.1177/1089253209337746>
- F. Cunningham, J. P., Jr, C., & Spencer, F. C. (1984). Myocardial protection during prolonged aortic cross-clamping. *Comparison of blood and crystalloid cardioplegia. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 88.
- G. Brazier, J. D., R. R. Goldstein, S. L., D. M.H., B., & Cooper, N. (1977). Studies of the effects of hypothermia on regional myocardial blood flow and metabolism during cardiopulmonary bypass. I. The adequately perfused beating, fibrillating, and arrested heart. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 73.
- G. M. Teerlink, J. C., K. R. Bayes-Genis, C., O. A. Fang, G., B. J. Ibrahim, N. I., T. E. Inomata, K., K. T. Moura, O., A. B. Sato, S., G. N. Sakata, S., N. Y. Wilcox, Y., K. J. Metra, M., & ... Coats, A. J. S. R. (2025). The use of left ventricular ejection fraction in the diagnosis and management of heart failure. A clinical consensus statement of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC, the Heart Failure Society of America (HFSa), and the Japanese Heart Failure Society (JHFS). *European journal of heart failure*, 27. <https://doi.org/10.1002/ejhf.3646>
- G. S., M., & del Nido, P. J. (2012). History and use of del Nido cardioplegia solution at Boston Children's Hospital. *The journal of extra-corporeal technology*, 44.

- Gerber, W. K. B., P. Mazur, M. P. M., K., K., P., S., & Bochenek, A. (2024). Determinants of Inadequate Cardioprotection in Adult Patients with Left Ventricular Dysfunction. *The Thoracic and cardiovascular surgeon*, 72. <https://doi.org/10.1055/a-2141-8105>
- H., Y. (2020). Kyobu geka. *The Japanese journal of thoracic surgery*, 73.
- H., Y., & Yamamoto, F. (2013). Myocardial protection in cardiac surgery: a historical review from the beginning to the current topics. *General thoracic and cardiovascular surgery*, 61. <https://doi.org/10.1007/s11748-013-0279-4>
- He, W. J. Q., Tang, Y. Z. Z., Q., Z., & Zhang, B. (2014). Cold blood versus crystalloid cardioplegia for myocardial protection in adult cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 28. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2013.06.005>
- Hinke, M. A. H., Boengler, K. M. N., B., B., & Grieshaber, P. (2020). Cardiac surgery in acute myocardial infarction: crystalloid versus blood cardioplegia - an experimental study. *Journal of cardiothoracic surgery*, 15. <https://doi.org/10.1186/s13019-020-1058-9>
- Hua, R. A. R., Friesen, C. R., Govindapillai & O'Blennes, S. B. (2013). Protecting the aged heart during cardiac surgery: use of del Nido cardioplegia provides superior functional recovery in isolated hearts. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.05.032>
- I. Obermayr, R. M., T. P. Ehsani, S., Kober, B. N., & Spieckermann, P. G. (1998). Comparison of the solutions of Bretschneider, St. Thomas' Hospital and the National Institutes of Health for cardioplegic protection during moderate hypothermic arrest. *European surgical research. Europaische chirurgische Forschung. Recherches chirurgicales europeennes*, 30. <https://doi.org/10.1159/000008583>
- Inoue, T. K. N., Matsuyama, S. H. G., E., N., & Tabata, M. (2022). Impact of the Cardioplegia Interval on Myocardial Protection Using the Modified St. Thomas Solution in Minimally Invasive Mitral Valve Surgery: A Double-Center Study. *The journal of extra-corporeal technology*, 54. <https://doi.org/10.1182/ject-135-141>
- J., A., M., N., J., J., N., B., & Jakovljević, V. (2023). Cardioplegia in Open Heart Surgery: Age Matters. *Journal of clinical medicine*, 12. <https://doi.org/10.3390/jcm12041698>
- J., E., & Munsch, C. (1992). Retrograde cardioplegia. *Perfusion*, 7. <https://doi.org/10.1177/026765919200700103>
- J., H. D. (1998). Myocardial protection during ischemia and reperfusion. *Molecular and cellular biochemistry*, 186.
- J. Hsia, L., P. S.W., & R. J., J. D. (1998). The adenosine-triphosphate-sensitive potassium-channel opener pinacidil is effective in blood cardioplegia. *The Annals of thoracic surgery*, 66. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(98\)00471-8](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(98)00471-8)

- Jadhav, R. P., C. B.Khandekar, J. K. R., Ammannaya, G. C., H. K.Singh, J. S. M., & Shah, V. (2016). Comparison of del Nido cardioplegia and St. *Thomas Hospital solution - two types of cardioplegia in adult cardiac surgery. Kardiochirurgia i torakochirurgia polska = Polish journal of cardio-thoracic surgery*, 13. <https://doi.org/10.5114/kitp.2016.64867>
- Jung, J. S., H. C.Lee, J. W., D. H.Kim, J. J., Lee & Lim, C. (2024). Comparative analysis of del Nido cardioplegia versus blood cardioplegia in isolate coronary artery bypass grafting. *Journal of cardiothoracic surgery*, 19. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02853-1>
- K. Ohkado, A. E. S., Koretsky, A. E., Sommers, C. P., & del Nido, P. J. (1992). The role of magnesium in postischemic cardiac dysfunction. *Surgery*, 112.
- Kallikourdis, A. S. S., F., J., & Dunning, J. (2008). Is blood cardioplegia superior to crystalloid cardioplegia? *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 7. <https://doi.org/10.1510/icvts.2008.178343>
- Krejca, M. Z. S., P., G., & Bochenek, A. (2000). Long term left ventricular systolic function assessment following CABG. A prospective, randomised study. *Blood versus cristalloid cardioplegia. The Journal of cardiovascular surgery*, 41.
- L., K. I. (1999). Protection in the failing heart. *The Annals of thoracic surgery*, 68. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(99\)01021-8](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(99)01021-8)
- Labanca, R. S. Monaco, Belletti, A. F. D'Amico, Blasio, A. F. Kotani, Landoni, G. Y. Fresilli & Group, D. N. S. (2023). Del Nido Cardioplegia in Adult Cardiac Surgery: Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*, 37. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2023.02.045>
- Lee, A. L., Jr, L., K. Tatransky, F. C. D., R., L., & Schimert, G. (1980). Cold blood–potassium cardioplegia. *The Annals of thoracic surgery*, 30. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(10\)61261-1](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(10)61261-1)
- M. Beyazpınar, D. E., Civelek, İ., Özyalçın, S., Erol & Mungan, U. (2024). Early postoperative outcomes of modified del Nido cardioplegia in coronary artery bypass surgery in patients with low ejection fraction. *Türk göğüs kalp damar cerrahisi dergisi*, 32. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2024.26359>
- M. Braden, G. S., D. L. Owen, G., M. S. O'Shea, M., J. M. Rousou, F., Khoo, J. J., & Engleman, R. (2003). Outcome and complications of intraoperative hemodialysis during cardiopulmonary bypass with potassium-rich cardioplegia. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 41. [https://doi.org/10.1016/s0272-6386\(03\)00369-x](https://doi.org/10.1016/s0272-6386(03)00369-x)
- Maggs, P. A. T., Lilly, K. P. H., & Birjiniuk, V. (2024). Is cardioplegia system pressure the optimal measure of coronary perfusion during antegrade cardioplegia delivery? A critical review of pressure measurements for optimal antegrade delivery. *Perfusion*, 39. <https://doi.org/10.1177/02676591231206016>

- Moeen, M. M. P., Hamid, W. I. K., S., A., & Chaudhary, M. H. (2020). Cardio-Protective Effects of Multiport Antegrade Cold Blood Cardioplegia Versus Antegrade Cold Blood Cardioplegia in Patients With Left Ventricular Systolic Dysfunction Undergoing Conventional Coronary Artery Bypass Grafting. *Cureus*, 12. <https://doi.org/10.7759/cureus.10308>
- Montes, F. A., Carreño, E., Pizano, D. M., & Umaña, J. P. (2018). Histidine-Tryptophan-Ketoglutarate Solution versus Blood Cardioplegia in Cardiac Surgery: A Propensity-Score Matched Analysis. *The heart surgery forum*, 21. <https://doi.org/10.1532/hsf.1920>
- Nassar, K. S. Razzouk, Kashyap, A. J. Won, M. K. Shehadeh, Salabat, R. T. Rabkin, D. G., Brown & Chung, J. S. (2023). Outcomes of coronary artery bypass surgery using modified del Nido cardioplegia in patients with poor ventricular function. *Journal of cardiothoracic surgery*, 18. <https://doi.org/10.1186/s13019-023-02466-0>
- Nguyen, A. R. L., É., B., Lamarche, Y. D. E.-H., I., H., & Demers, P. (2017). Comparison of del Nido Cardioplegia With Blood Cardioplegia in Adult Combined Surgery. In: *innovations (Philadelphia, Pa.)*, 12. <https://doi.org/10.1097/IMI.0000000000000403>
- P., M. (1996). Blood cardioplegia: do we still need to dilute? *The Annals of thoracic surgery*, 62. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(96\)00564-4](https://doi.org/10.1016/0003-4975(96)00564-4)
- Pawlak, I. K. S., & Cisowski, M. (2018). Del Nido cardioplegia - what is the current evidence? *Kardiochirurgia i torakochirurgia polska = Polish journal of cardio-thoracic surgery*, 15. <https://doi.org/10.5114/kitp.2018.76477>
- R. N., G., & Laks, H. (1998). Retrograde cardioplegia. *Advances in cardiac surgery*, 10.
- R. Velazquez, E. H., R. J. Sopko, G. E. O., J. K., O., C. Hill, J. M., L. A. Sadowski, D.-N., P. Z. Rouleau, J. L., K. L. L., J., & Investigators, S. H. 2. (2009). Coronary bypass surgery with or without surgical ventricular reconstruction. *The New England journal of medicine*, 360. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0900559>
- Raja, A. M. V., Raja, S. V. H., S. Moeed, A. Y. B., Abbas, J. S. F. E., M. M., A., & Asghar, M. S. (2024). Recent advances in Del Nido cardioplegia: A comprehensive analysis of randomized clinical trials in adult cardiac surgery. *Medicine*, 103. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000039453>
- Rocker, B., G. J. M., & Westaby, S. (1993). Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *The Annals of thoracic surgery*, 55. [https://doi.org/10.1016/0003-4975\(93\)91048-r](https://doi.org/10.1016/0003-4975(93)91048-r)
- Sanchez, G. E. R., Ospino, M. W., Díaz-Ariza, L. M., Y. A. Bustamante, R., J. J. Chiong, M. A. M.-T., & Lavandero, S. (2025). Angiotensin-(1-9) Improves the Cardioprotective Effects of Del Nido Cardioplegia Against Ischemia/Reperfusion Injury. *Journal of cellular and molecular medicine*, 29. <https://doi.org/10.1111/jcmm.70412>
- Szabo, P. L. Inci, M. L. Weber, Hallström, S. L. Kiss, Chambers, D. A. J., Wolner & Podesser, B. K. (2025). The novel St Thomas' Hospital polarizing blood cardioplegia: results

- in hearts with reduced ejection fraction. *Interdisciplinary cardiovascular and thoracic surgery*, 40. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivaf157>
- T. Beute, T. A. R., J. Zalizadeh, D. A. M., Parker, J. R., Timek, M. L., & Willekes, C. L. (2020). Del Nido cardioplegia in isolated adult coronary artery bypass surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.09.027>
- T. Weisel, R. M., D. D.Ivanov, J. A. M., M. Tumati, L. K. C., S., Y., & Lichtenstein, S. V. (1991). Optimal delivery of blood cardioplegia. *Circulation*, 84.
- Vaccarin, A. A. D., G. Rossetti, C. P. G., Faggian, G. J. F., & Onorati, F. (2022). Short-term outcome of adenosine-lidocaine-magnesium polarizing cardioplegia in humans. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 61. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezab466>
- Vaduganathan, M. O. C., B. Desai, A. L., P. S.Lam, C. S. S., M. P. Shah, S. V., A. J.Zannad, F. A. P., Matsumoto, S. B. M., Zieroth, S. B. Y., M. Lay-Flurrie, J. B. V., Horvat-Broecker, A. P. S., McMurray, J. A. V., & ... Solomon, S. D. V. (2025). Finerenone, Serum Potassium, and Clinical Outcomes in Heart Failure With Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction. *JAMA cardiology*, 10. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2024.4539>
- Valeske, K. C. E., Yörüker, U. H. M., Thul, J. M. M., Latus, H. V. V., Hofmann, K. A. S., D., Y., & Akintuerk, H. (2016). Hybrid therapy for hypoplastic left heart syndrome: Myth, alternative, or standard? *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.10.066>
- W. Kim, H. K., J. R.Jung, S. B., S. H.Chung, C. J., Kim & Lee, J. W. (2018). del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery: beyond single-valve surgery. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 27. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivy028>
- Webb, G. M. K., Kelleher, N. S. S., Kuo, J. J. L., & Unsworth-White, J. (2002). Mannitol in cardioplegia as White, B. C., & Tintinalli, J. E. (1977). *Effects of sodium bicarbonate administration during cardiopulmonary resuscitation*. *JACEP*, 6. [https://doi.org/10.1016/s0361-1124\(77\)80493-0](https://doi.org/10.1016/s0361-1124(77)80493-0)
- Willekes, C. T. H., Himelhoch, B. O. N., Borgman, A. D. C., Kantén, D. J. T., & Wagner, J. (2016). Propensity Matched Analysis of del Nido Cardioplegia in Adult Coronary Artery Bypass Grafting: Initial Experience With 100 Consecutive Patients. *The Annals of thoracic surgery*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.12.058>
- Xiang, H. C. Y., Liu, W. H. L., Luo, C. W. H., Li, Y. S. L., & Tang, Y. (2024). Del Nido cardioplegia versus cold blood cardioplegia in adult cardiac surgery: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of cardiothoracic surgery*, 19. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02846-0>

- Xiao, F. J. R., Li, Y. J. W., & Zhang, M. L. (2007). Risk factors for mortality after coronary artery bypass grafting in patients with low left ventricular ejection fraction. *Chinese medical journal*, 120.
- Y. Cowan, D. H., T. B. Hetzer, R. C. D. N., P. J., C., & Stamm, C. (2010). Calcium sensitisation impairs diastolic relaxation in post-ischaemic myocardium: implications for the use of Ca(2+) sensitising inotropes after cardiac surgery. *European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery*, 37. <https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2009.05.030>
- Yacoub, A., M. M.H., & Royston, D. (1999). Myocardial protection for cardiac surgery: classical views and new trends. *International anesthesiology clinics*, 37. <https://doi.org/10.1097/00004311-199903720-00004>