



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Fizyoloji Anabilim Dalı
Fizyoloji

[Yüksek Lisans Tezi]

**ELEKTİF KAPAK CERRAHİSİ HASTALARINDA ESER ELEMENTLERDEKİ
PREOPERATİF VE POSTOPERATİF DEĞİŞİKLİKLER**

Berfin PEKERMEN
ORCID: 0009-0006-9072-4783

Danışman
Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ
ORCID:0000-0001-6762-6225

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 24YL18005 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Konya – 2025

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans sürecim boyunca, değerli bilgileri ve tecrübesiyle yol gösteren, ilham olan, akademik hayat başta olmak üzere her alanda birçok imkan sağlayan, ihtiyacımın olduğu zamanlarda hayata bakış açısıyla bana motivasyon sağlayan, güler yüzü ve şefkatiyle her konuda desteğini esirgemeyen, bir danışmandan daha fazlası olan, bu zorlu süreçte ışık olan çok kıymetli danışmanım Fizyoloji Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ'e,

Tez çalışmam için bana çalışma imkanı sağlayan ve destekleyen, bilgi ve tecrübeleriyle yol gösteren çok kıymetli hocamız Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı başkanı Prof. Dr. Niyazi GÖRMÜŞ'e, ekibinden çalışmam boyunca beni çok destekleyen Canan ÇEVİK'e ve Seval TOBAKÇAL'a, verilerimi toplamamda yardımcı olan diğer Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı ekibi çalışanlarına,

Ders ve tez dönemlerimde bana kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile katkıda bulunan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Raviye ÖZEN KOCA'ya, Prof. Dr. Selim KUTLU'ya, Doç. Dr. Faik ÖZDENGÜL'e, Öğr. Gör. Dr. Ayşe ÖZDEMİR'e ve Uzm. Dr. Aysu ŞEN'e

Ders ve tez dönemlerimde bana desteklerini esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarıma,

Tez sürecimde hayatıma dahil olan, bu zorlu süreçte bana her türlü desteği sağlayan ve iş arkadaşından fazlası olan başta Seyhan ÖZKUL olmak üzere tüm TSM ekibime,

Bugünlere gelmemi sağlayan, her anıma şahit olan, hayatım boyunca sevgileriyle sarıp sarmalayan, yol gösteren, desteklerini esirgemeyen canım annem Rahşan ATICI'ya ve kardeşim Ezgi PEKERMANN'a tüm samimiyetimle en içten teşekkürlerimi sunarım.

Berfin PEKERMANN

Kasım 2025



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
TEZ ONAY SAYFASI.....	vii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	viii
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kalp Kapaklarının Anatomisi ve Fizyolojisi.....	5
2.1.1. Mitral kalp kapağı	6
2.1.2. Aort kalp kapağı	7
2.1.3. Triküspit kalp kapağı.....	8
2.1.4. Pulmoner kalp kapağı.....	9
2.1.5. Kalp kapaklarının işlevleri ve kan akışı üzerindeki rolü.....	10
2.1.6. Kalp kapak hastalıkları.....	12
2.2. Kalp Kapağı Hastalıklarında Tedavi Yöntemleri.....	16
2.3. Eser Elementleri Biyolojik Önemi	20
2.3.1. Eser elementler ve metabolizmadaki rolleri.....	20
2.4. Eser Elementlerin Kardiyovasküler Sistem Üzerinde Rolü	22
3.GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. Araştırma Tasarımı, Yeri ve Zamanı.....	27
3.2. Etik Kurul Onayı	27
3.3. Evren ve Örneklem.....	27
3.3.1. Evren	27
3.3.2. Örneklem.....	27
3.3.3. Araştırmaya katılma kriterleri:	27
3.3.4. Araştırma dışı bırakılma kriterleri:.....	28
3.3.5. Veri toplama süreci ve değerlendirilen parametreler	28
3.3.6. İstatistiksel analiz	29
4.BULGULAR	31
4.1. Katılımcıların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet vb)	31
4.2. Preoperatif ve postoperatif kan değerleri düzeyleri	31
4.3. Değişimlerin istatistiksel analizi	36

5. TARTIŞMA	37
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
6.1. Sonuç.....	41
6.2. Öneriler.....	41
7. KAYNAKLAR.....	43
8. EKLER.....	47
8.1. EK 1 Etik Kurul Kararı	47



TEZ ONAY SAYFASI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi **BERFİN PEKERMAN**'nın “**Elektif Kapak Cerrahisi Hastalarında Eser Elementlerdeki Preoperatif ve Postoperatif Değişiklikler**” başlıklı tezi tarafımızdan incelenmiş; amaç, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Konya/ 30.10.2025

Tez Danışmanı Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi Prof. Dr. Selim KUTLU
Necmettin Erbakan Üniversitesi
Tıp Fakültesi/ Fizyoloji Anabilim Dalı

Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Hatice SOLAK
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Tıp Fakültesi/ Fizyoloji Anabilim Dalı

Yukarıdaki tez, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 05/11/2025 tarih ve 25/11 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hasibe VURAL
Enstitü Müdürü

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

“Elektif Kapak Cerrahisi Hastalarında Eser Elementlerdeki Preoperatif ve Postoperatif Değişiklikler” başlıklı tez çalışmamın toplam **40** sayfalık kısmına ilişkin, **09/11/2025** tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%4** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez kabul sayfası hariç
2. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
3. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
4. Önsöz hariç
5. İçindekiler hariç
6. Simgeler ve kısaltmalar hariç
7. Materyal ve metot hariç
8. Kaynaklar hariç
9. Alıntılar dahil
10. 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

09.11.2025

Berfin PEKERMEN

Prof. Dr. Zülfikare Işık SOLAK GÖRMÜŞ

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

07.11.2025

Berfin PEKERMEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

KISALTMALAR

AV: Atriyoventriküler
KVH: Kardiyovasküler Hastalıkları
MY: Mitral Yetmezlik
TY: Triküspit Yetersizlik
STY: Sekonder Trküspit Yetmezlik
MD: Mitral Darlık
AD: Aort Darlığı
AY: Aort Yetmezliği
PY: Pulmoner Yetmezlik
PD: Pulmoner Darlık
TAVR: Transkateter Aort Kapak Replasmanı
NS: Anlamlı değil (non-significant)
CRP: C Reaktif Protein
GRF: Glomerüler Filtrasyon Hızı
ALT: Alanin Aminotransferaz
AST: Aspartat Aminotransferaz
GSH-PX: Glutasyon Peroksidaz
VIP: Vazoaktif Intestinal Polipeptid
MDA: Malondialdehit

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Sayfa No
Tablo 4.1. Glomerüler Filtrasyon Hızı (GRF) düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	31
Tablo 4.2. İktirik düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	32
Tablo 4.3. Lipemik düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	32
Tablo 4.4. Üre ve Kreatinin düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	33
Tablo 4.5. AST ve ALT düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	33
Tablo 4.6. CRP düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	33
Tablo 4.7. Potasyum düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	34
Tablo 4.8. Kalsiyum düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	34
Tablo 4.9. Sodyum düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	35
Tablo 4.10. Selenyum düzeylerinin zamana göre ortalaması.....	35
Tablo 4.11. Parametrelerin istatistiksel analizi.....	36
Tablo 4.12. Zamanlar arası istatistiksel karşılaştırma.....	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Sayfa No
Şekil 2.1. Atriyoventriküler ve semilunar kalp kapaklarının yapısı (Sayan Ozcakmak,2021).....	5
Şekil 2.2. Mitral Kapak (Sayan Ozcakmak, 2021).....	7
Şekil 2.3. Sağ ventrikülün iç anatomisi. Triküspit ve pulmoner kalp kapakları (Iaizzo 2024).....	10
Şekil 3.1. Kan örneklerinin santrifüj edilmesi.....	28



ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Fizyoloji Anabilim Dalı
Fizyoloji
[Yüksek Lisans Tezi]

ELEKTİF KAPAK CERRAHİSİ HASTALARINDA ESER ELEMENTLERDEKİ PREOPERATİF VE POSTOPERATİF DEĞİŞİKLİKLER Berfin PEKERMAN

Konya-2025

Kardiyovasküler problemler, tüm dünyada ölüm ve hastalıkların önde gelen sebeplerindendir (Ali vd., 2024). Birçok ülke gibi Türkiye’de kardiyovasküler ölüm ve hastalığın yüksek olduğu ülke arasında bulunmaktadır (Tokgozogl u vd., 2021). Kardiyovasküler problemler içerisinde kalp kapak hastalıkları önemli bir klinik problem olarak görülmektedir. Kalp kapaklarının yapı ve fonksiyonlarında meydana gelen bozukluklar kalp kapak hastalıklarına neden olmaktadır (Kisling & Gallagher, 2024; O’Donnell & Yutzey, 2020). Ülkemizde bu konuyla ilgili yapılan çalışma ve bulgular henüz yeterli bir düzeyde olmasa da Türk erişkinlerde kalp hastalıkları ve risk faktörlerinin belirlenmesi amacıyla 2000 yılında yapılan çalışmada 40.000 kapak hastalığına sahip birey olduğu düşünülmektedir (Polat, 2015).

Kalp kapak hastalıklarının tedavisinde en sık uygulanan yöntem kapak cerrahisi işlemidir (Gumpangseth vd., 2019). Erken tanınıp tedavi edilmeyen kalp kapak hastalıkları erken ölüme sebep olabilirken, uygun zamanda yapılan kalp kapak cerrahisi hastanın yaşam süresinin artmasını sağlayabilmektedir (Webb vd., 2015). Kalp kapak cerrahi müdahalesinde, kapağın yapı ve fonksiyonunun iyileştirilmesi veya kapağın değişimi işlemleri yapılmaktadır (Bakır, 2014).

Eser elementler, vücut dokuları veya vücut sıvılarında düşük düzeylerde bulunan inorganik elementlerdir. Eser elementlerin birçoğunun insan metabolizmasında, fizyolojik mekanizmalarda bir role sahip olduğu bilinmektedir (Wechselberger vd., 2023). Eser elementlerin vücut dokuları veya vücut sıvılarında bulunması gerektiği düzeyden daha düşük ya da daha fazla seviyede bulunması insan sağlığı üzerinde ciddi patofizyolojik durumlara sebep olabilmektedir. Bu sebeple eser elementler kimyasal, biyolojik ve moleküler hücre etkinlikleri için önemli bir role sahiptirler (Abbaspour vd., 2014; Islam vd., 2023; Wong, 2012).

Yapılan araştırmalara bakıldığında eser elementlerin kardiyovasküler hastalıkların gelişiminde etkili olabileceğine dair ilk bulgular 1960’lı yıllarda ortaya çıkmıştır (Masironi, 1969). Birçok çalışma farklı eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisini göstermiştir (Al-Fartusie & Mohssan, 2017). Eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisi düşünüldüğünde, açık kalp cerrahisi sonrasındaki önemli rolleri de göz önüne alınarak eser elementlerin düzeylerindeki değişiklikler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Kalp cerrahisi sonrasındaki değerlendirme sürecinde elde edilen sonuçlara bakıldığında sonuçların çeşitlilik gösterdiği, kesin sonuçlara ulaşılmadığı ve çalışmaların hala sürdürüldüğü görülmüştür (Mazaheri-Tehrani vd., 2024).

Bu tez çalışmasında kapak hastalıkları tedavisinde önemli bir müdahale olan kapak cerrahisi sürecinde, preoperatif ve postoperatif dönemde hastalardan kan örnekleri alınarak vücut dokuları ve vücut sıvılarındaki element düzeyleri incelenip, bu sürecin hastalar üzerindeki etkisini gözlemlemek amaçlanmıştır. Araştırmaya 40-75 yaş arasında 46 hasta dahil edilmiştir. Tüm bulgular değerlendirildiğinde kapak cerrahisi sürecinde başta selenyum eser elementi olmak üzere bazı biyokimyasal parametrelerde anlamlı değişiklikler gözlenmiştir. Bununla birlikte çalışmanın daha geniş örneklemlemlerle tekrarlanmasının ve daha uzun dönemli takibinin sağlanmasının sonuçların genellenebilirliğini arttırabileceği ve araştırmalara daha fazla katkı sağlayabileceği önemle vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Eser element, Kalp kapakları, Kalp kapak hastalıkları, Kapak cerrahisi.

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Health Sciences
Department of Physiology
Physiology
[Master Thesis]

PREOPERATIVE AND POSTOPERATIVE CHANGES IN TRACE ELEMENTS IN ELECTIVE VALVE SURGERY PATIENTS Berfin PEKERMEN

Konya-2025

Cardiovascular problems are one of the leading causes of death and disease worldwide (Ali vd., 2024). Like many other countries, Turkey is among the countries with high rates of cardiovascular mortality and morbidity (Tokgozoglu vd., 2021). Among cardiovascular problems, valvular heart disease is an important clinical problem. Disorders in the structure and function of the heart valves cause valvular heart disease (Kisling & Gallagher, 2024; O'Donnell & Yutzey, 2020a). Although the studies and findings on this subject in our country are not yet at a sufficient level, it is thought that there are 40,000 individuals with valvular disease in a study conducted in 2000 to determine heart diseases and risk factors in Turkish adults (Polat, 2015).

Valve surgery is the most common method used in the treatment of valvular heart disease (Gumpangseth et al., 2019). While valvular heart disease that is not diagnosed and treated early can lead to early death, timely valvular heart surgery can increase the patients life expectancy (Webb vd., 2015a). In heart valve surgery, the structure and function of the valve is improved or the valve is replaced (Bakır, 2014).

Trace elements are inorganic elements found at low levels in body tissues or body fluids. Many trace elements are known to have a role in human metabolism and physiological mechanisms (Wechselberger vd., 2023). The presence of trace elements in body tissues or body fluids at levels lower or higher than the required can cause serious pathophysiological conditions in human health. Therefore, trace elements have an important role in chemical, biological and molecular cellular activities (Abbaspour vd., 2014; Islam vd., 2023a; Wong, 2012).

The first findings that trace elements may be effective in the development of cardiovascular diseases emerged in the 1960s (Masironi, 1969). Many studies have shown the effect of different trace elements on the maintenance of cardiovascular health (Al-Fartusie & Mohssan, 2017). Considering the effect of trace elements on the maintenance of cardiovascular health, many studies have been conducted on the changes in the levels of trace elements, taking into account their important role after open heart surgery. Considering the results obtained during the evaluation process after cardiac surgery, it was observed that the results varied, no definitive results were reached and studies are still ongoing (Mazaheri-Tehrani vd., 2024).

This thesis study aims to examine the levels of elements in body tissues and fluids by collecting blood samples from patients during the preoperative and postoperative periods of valve surgery, an important intervention in the treatment of valve diseases, and to observe the effects of this process on patients. The study included 46 patients aged 40-75 years. When all findings were evaluated, significant changes were observed in some biochemical parameters, primarily the trace element selenium, during the valve surgery process. However, it is strongly emphasized that repeating the study with larger samples and ensuring longer-term follow-up could increase the generalizability of the results and contribute more to research.

Keywords: Heart valves, Heart valves diseases, Trace element, Valve surgery.

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Araştırmalara bakıldığında kalp hastalığı olarak da bilinen kardiyovasküler problemler, tüm dünyada ölüm ve hastalıkların önde gelen sebeplerindendir (Ali vd., 2024). Birçok ülke gibi Türkiye’de kardiyovasküler ölüm ve hastalığın yüksek olduğu ülkeler arasında bulunmaktadır (Tokgozoglu vd., 2021). Kardiyovasküler problemler içerisinde kalp kapak hastalıkları önemli bir klinik problem olarak görülmektedir. Kalp yetmezliği, koroner arter hastalığı ve hipertansiyondan sonra en yaygın bulunan ölüm ve hastalık sebebidir. Kalp kapak hastalıklarında en yaygın görülen, dejeneratif kapak hastalığıdır. Kapak hastalığı insanlarda özellikle yaş ilerlemesiyle ortaya çıkmaktadır (Maganti vd., 2010).

Kalp kapakları, kardiyak döngüde etkisi bulunan oldukça karmaşık yapılardır. Kalp içerisinde farklı basınç yoğunluklarına göre açılıp-kapanırlar ve kan akımını yönlendirirler. Kalp kapakçıkları, kanın kalpten akciğerlere ve oradan da vücudun tamamına doğru tek yönlü akımın gerçekleştirilmesi için oldukça önemli yapılardır. Kalp kapakları her kalp döngüsü sırasında çeşitli biyomekanik kuvvetlere maruz kalmaktadır. Ortalama bir insan ömrü süresince kalp kapakları 3 milyardan daha fazla kez açılıp kapanmaktadır. Kalp kapaklarının gelişimi, farklı kalp hücresi tipleri arasındaki bağlantılarla ve kan akımına bağlı şekilde düzenlenmektedir. Yakın zamanlarda yapılan araştırmalar, kalp kapaklarının yapısını ve fonksiyonunu belirlemede gelişimsel yolların, kalp kapak hücresi heterojenliğinin ve hemodinamiğin önemli rolleri olduğu düşüncesini aydınlatmayı amaçlamışlardır (O’Donnell & Yutzey, 2020).

Kalp içerisinde bulunan önemli kapaklar; triküspit, mitral, aort ve pulmoner kapaklardır. Atriumlar ve ventriküller arasında bulunan triküspit ve mitral kapaklar, atriyoventriküler kapaklar (AV) olarak isimlendirilir. Mitral kapak sol atriyum ile sol ventrikül arasında konumlanmış, iki yaprakçıktan oluşan bir yapıdır. Triküspit kapak ise sağ atriyum ve sağ ventrikül arasında konumlanmış, üç yaprakçıktan oluşan yapıdır. Atriyoventriküler kapaklar (AV), kan akımının tek yönlü şekilde atriyumlardan ventriküllere doğru ilerlemesini sağlar. Aort kapağı ve pulmoner kapak ise semilunar kapaklar olarak isimlendirilir. Aort kapağı sol ventrikül ile aort arasında, pulmoner kapak ise sağ ventrikül ile pulmoner arter arasında konumlanmış olarak bulunan yapılardır. Semilunar kapaklar ventriküllerin kasılmasıyla açılarak kan akımının pulmoner ve sistemik dolaşıma ilerlemesinde rol alırlar (Mori vd., 2016, 2019). Kalp kapakları özelleşmiş anatomik yapılara ve histolojik özelliklere sahiptirler (Gumpangseth vd., 2019).

Kalp kapaklarının yapı ve fonksiyonlarında meydana gelen bozukluklar kalp kapak hastalıklarına neden olmaktadır. Kalp kapak hastalıklarının konjenital, dejeneratif, enfeksiyöz, travmatik ve birçok tetikleyici etkenleri mevcuttur. Anormal kapak gelişimi, kalp kapaklarının anatomisi ve işlevlerindeki bozukluklar konjenital (doğumsal) kalp hastalıklarının en yaygın nedenlerindendir ((Kisling & Gallagher, 2024; O'Donnell & Yutzey, 2020). Kalp kapak hastalıkları klinik açıdan incelendiğinde, kalp kapağında darlık, kapakta yetersizlik veya her iki bulgunun birlikte görülmesiyle ortaya çıkabilmektedir. Birçok gelişmiş ülkelerde en yaygın görülen kapak hastalığı dejeneratif aort darlığı ve iskemik mitral yetersizliktir. Gelişmekte olan ülkelerde ise daha çok romatizmal ateşe bağlı gelişen kalp kapak hastalıkları gözlenmektedir. Ülkemizde bu konuyla ilgili yapılan çalışma ve bulgular henüz yeterli bir düzeyde olmasa da Türk erişkinlerde kalp hastalıkları ve risk faktörlerinin belirlenmesi amacıyla 2000 yılında yapılan çalışmada 40.000 kapak hastalığına sahip birey olduğu düşünülmektedir (Polat, 2015).

Kalp kapak hastalıklarının tedavisinde en sık uygulanan yöntem kapak cerrahisi işlemidir (Gumpangseth vd., 2019). Erken tanınıp tedavi edilmeyen kalp kapak hastalıkları erken ölüme sebep olabilirken, uygun zamanda yapılan kalp kapak cerrahisi hastanın yaşam süresinin artmasını sağlayabilmektedir (Webb vd., 2015). Semptomatik kalp kapak hastalıklarında esas müdahale cerrahi işlemdir ancak son zamanlarda özellikle yüksek riskli hastalarda hastalık ve ölüm oranını düşürebilmek için cerrahi müdahalelerde kardiyopulmoner bypassın da sıklıkla kullanımı ile gelişmeler sağlanmıştır. Kalp kapak cerrahi müdahalesinde, kapağın yapı ve fonksiyonunun iyileştirilmesi veya kapağın değişimi işlemleri yapılmaktadır. Kapağın değişimi işleminde mekanik ve biyolojik olmak üzere iki kapak değişimi uygulanmaktadır. Gelişen teknoloji ve imkanlarla sayesinde mevcut tekniklerde ilerleme ve yenilikler ile hastaların tedavi sürecinde önemli gelişmeler olmaktadır (Bakır, 2014)

Eser elementler, vücut dokuları veya vücut sıvılarında düşük düzeylerde bulunan inorganik elementlerdir. Eser elementlerin birçoğunun insan metabolizmasında, fizyolojik mekanizmalarda bir role sahip olduğu bilinmektedir (Wechselberger vd., 2023). Eser elementlerin vücut dokuları veya vücut sıvılarında bulunması gerektiği düzeylerden daha düşük ya da daha fazla konsantrasyonlarda bulunması insan sağlığı üzerinde büyüme bozukluğu, fiziksel ve zihinsel etkilenmeler, kronik hastalıklarına neden olabilecek ciddi patofizyolojik durumlara sebep olabilmektedir. Bu sebeple eser elementler kimyasal, biyolojik ve moleküler hücre etkinlikleri için önemli bir role sahiptirler. Eser elementler

enzimler için kofaktör işlevi görerek insan vücudu için temel biyokimyasal tepkimeleri sağlamaktadırlar (Abbaspour vd., 2014; Islam vd., 2023; Wong, 2012).

Yapılan araştırmalara bakıldığında eser elementlerin kardiyovasküler hastalıkların gelişiminde etkili olabileceğine dair ilk bulgular 1960'lı yıllarda ortaya çıkmıştır (Masironi, 1969). Birçok çalışma farklı eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisini göstermiştir (Al-Fartusie & Mohssan, 2017). Vücutta önemli işlevlerinden biri ise antioksidan sistem içerisine dahil olarak zararlı reaktif oksijen ve azot türlerini etkisiz hale getirmeleridir (Wołonciej vd., 2016). Eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisi düşünüldüğünde, açık kalp cerrahisi sonrasındaki önemli rolleri de göz önüne alınarak eser elementlerin düzeylerindeki değişiklikler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Kalp cerrahisi sonrasındaki değerlendirme sürecinde elde edilen sonuçlara bakıldığında sonuçların çeşitlilik gösterdiği, kesin sonuçlara ulaşılmadığı ve çalışmaların hala sürdürüldüğü görülmüştür (Mazaheri-Tehrani vd., 2024).

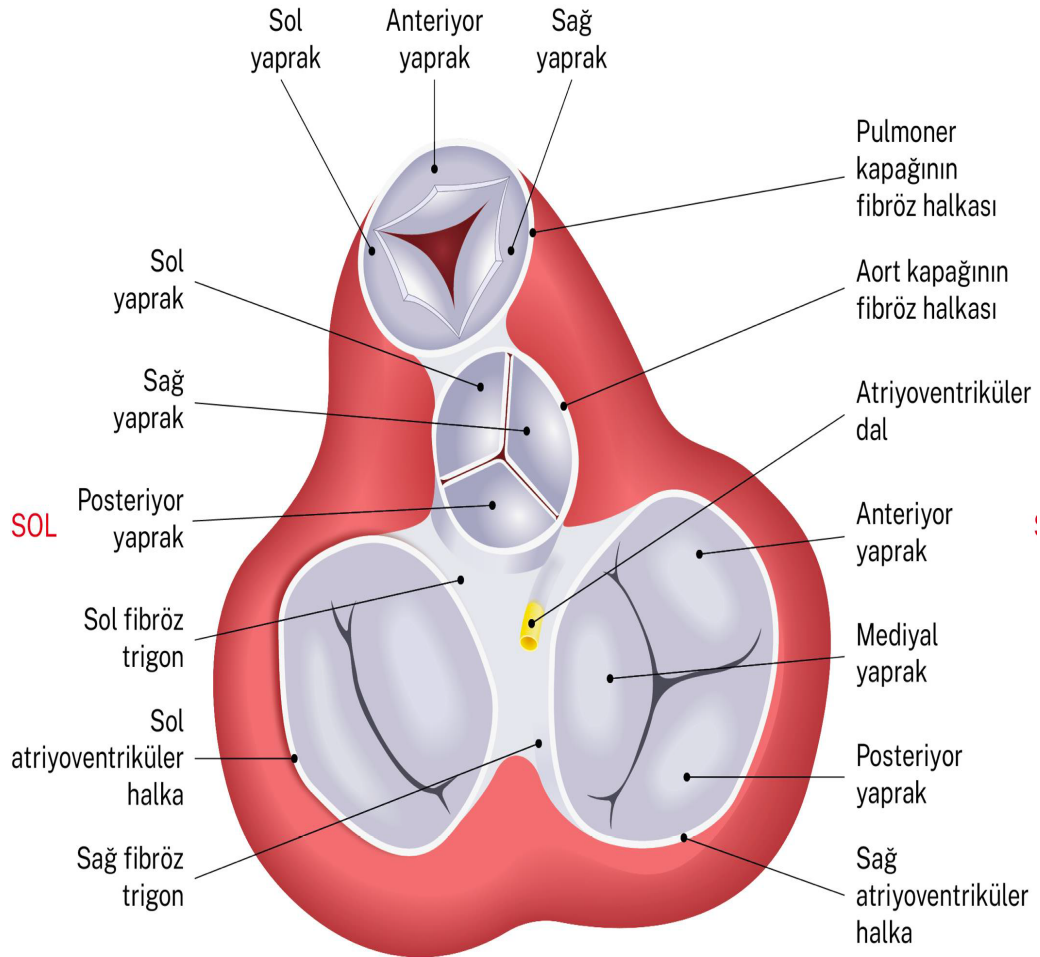
Bu çalışma ile kalp kapak hastalıkları tedavisinde önemli bir müdahale olan kapak cerrahisi sürecinde, preoperatif ve postoperatif dönemde hastaların vücut dokuları ve vücut sıvılarındaki eser elementlerin düzeyleri incelenerek bu sürecin hastalar üzerindeki etkisini gözlemlemek amaçlanmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kalp Kapaklarının Anatomisi ve Fizyolojisi

Kalp kapakları, kardiyak döngü esnasında ileri kan akışının koordineli şekilde ilerlemesini destekleyici yapılardır. Kalp kapakları karmaşık bir anatomik yapıya sahiptirler. Dört tane kalp kapağı mevcuttur. Bunlar mitral kapak, triküspit kapak, pulmoner ve aort kapaklarıdır. Mitral ve triküspit kalp kapakları atrioventriküler kapaklar olarak, aort ve pulmoner kalp kapakları ise semilunar kapaklar olarak isimlendirilmektedir. Atrioventriküler kapaklar atriyumları ventriküllerden ayırmaktadır. Semilunar kapaklar ise ventrikülleri büyük atardamarlardan ayırmaktadır (Hinton & Yutzey, 2011). Kalp kapaklarının hepsi yapısal olarak farklılık göstermesine rağmen en temel görevleri kalpte tek yönlü kan akımını sağlamaktır. İnsanlarda genel olarak, kalp kapaklarının yılda yaklaşık kırk milyon kez açılıp kapandığı belirtilmektedir (Gumpangseth vd., 2020).



Şekil 2.1. Atrioventriküler ve semilunar kalp kapaklarının yapısı (Sayan Ozcakmak, 2021)

Kalp kapakları, dinamik hücre topluluklarından oluşan oldukça organize bağ dokusuna sahip yapılardır. Kalp kapakları birçok destekleyici yapıya sahip yaprakçıklardan oluşmaktadır (Gumpangseth vd., 2020). Kapakların ekstraselüler matrisinin tabakalı yapısı, elastin, kolajen ve proteoglikanın bölgesel dağılımı, olgun bir kalp kapakçığının biyomekanik özelliklerini tanımlamaktadır (Hinton & Yutzey, 2011).

Kalp içerisinde dört tane kalp kapağı bulunmaktadır. Bu kalp kapakları mitral, triküspit, aort ve pulmoner kalp kapaklarıdır. Kalp kapaklarının açıklıklarının yapısı birden fazla kolajen liften oluşan fibröz iskelet yapısından oluşmaktadır. (Gumpangseth vd., 2019b).

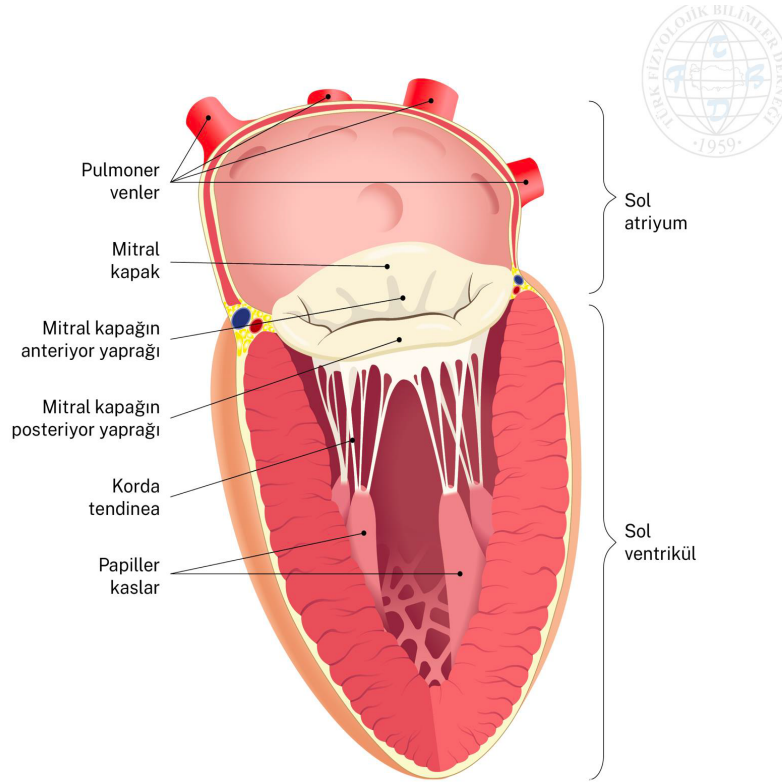
2.1.1. Mitral kalp kapağı

Mitral kapak, sol atrium ve sol ventrikülü birbirinden ayırarak kanın ileri yönlü akışının sağlanmasına katkı sağlayan üç boyutlu kompleks bir mekanizmaya sahip bir yapıdır. Mitral kapak birden fazla yapının bir araya gelerek oluşturduğu bir yapıdır. Bu yapıların sağlıklı bir yapıda olması ve işlevlerini yerine getirebiliyor olması ileri yönlü kan akışının sürdürülmesi için oldukça önemlidir (Hamzaoglu, 2024).

Mitral kapak, sol atriyum ve sol ventrikül arasındaki atriyoventriküler (AV) açıklıktan sol ventriküle doğru gerçekleşen kan akımında kanın atriyuma geri kaçmasını engelleyen anatomik bir yapıdır. Mitral kapağın yapısı anulus, iki yaprakçık, iki papiller kas ve iki korda tendiadan oluşan karmaşık bir yapıdır. Mitral kapak, atrialis, spongiosa, fibroza ve ventrikülaris olmak üzere dört tabakadan oluşmaktadır. AV orifis kalp iskeletinin anulus fibrosusu tarafından desteklenmektedir. Anulus fibrosus yapısı anulusun posterior ve lateral bölümünün çoğunluk alanını desteklemektedir. Kalan iç kısmı ise sol atriyumla bağlantı kurarak aort kalp kapağına fibröz destek sağlayarak desteklenmektedir. Mitral kapak aynı zamanda biküspit kapak olarak da isimlendirilmektedir (Standring Susan, 2020).

Anterior ve posteriorda olmak üzere iki yaprakçıktan oluşmaktadır. Anterior yaprakçık trapez şeklinde bir yapıya sahiptir. Posterior yaprakçık ise daha dar bir yapıya ve daha uzun bir bağlantı alanına sahiptir. Mitral kapakta bulunan yaprakçıklar, papiller kaslar ile korda tendinealarla birlikte sabitlemektedir. Bu sabitleme ile yaprakçıkların atriyuma doğru sarkmasının önüne geçilmektedir. Diğer AV kalp kapağında olduğu gibi mitral kapakta da kapağın toplam alanı açıklığın alanından daha fazladır. Bu şekilde kapak kapalı durumdayken yaprakçıklar birbiri üzerine doğru yerleşmiş durumda olmaktadır. AV kapaklarda atriyum kasılırken ve ventrikül dolumu gerçekleşirken bile yaprakçıklar birbirine yakın bir yerleşim

göstermektedir. Kapaklar ventrikül kasılmalarıyla birlikte kapanmaktadır. Mitral kapakta her iki yaprakçığın birleşme alanları anterolateral ve posteromedial komissür olarak adlandırılmaktadır. Sol ventrikülde ventrikül serbest duvarından AV açıklığı doğru uzanan iki papiller kas bulunmaktadır. Anterior papiller kas posterior papiller kasa oranla daha büyük bir yapıdadır. Her iki papiller kas yaprakçıklardan korda çekmektedir (Gumpangseth vd., 2019b; Iaizzo, 2024; Mori & Shivkumar Kalyanam, 2022).



Şekil 2.2. Mitral Kapak (Sayan Ozcakmak, 2021)

2.1.2. Aort kalp kapağı

Aort kalp kapağı, sol ventrikül ile aort arasında aort kökü içerisinde yerleşim göstermektedir (Gumpangseth vd., 2019b). Ventriküler sistol esnasında kan akımı sol ventrikülden aorta pompalanarak vücudundan tüm dokularına iletilmektedir. Sol ventrikül diyastol sırasında, kanın geriye doğru kaçması aort kalp kapağı ile engellenmektedir. Pulmoner semilunar kapak gibi, aort kalp kapağının yapısında da üç simetrik çıkıntı bulunmaktadır. Bu çıkıntılar kan dolumu gerçekleştikçe açılmaktadır. Bu üç çıkıntıda dolumun gerçekleştiği boşluk valsalsa sinüsü olarak isimlendirilmektedir. Kan dolumu gerçekleştiğinde çıkıntıların tepe noktası birbiri ile bağlantı kurarak geri yönde kan akımını engellemektedir. Valsalva sinüsleri içerisinde, kalbin kan kaynağı ile bağlantılı açıklıklar bulunmaktadır. Bu açıklıklar koroner arterler olarak isimlendirilmektedir. Koroner arterler

kalbin miyokardına oksijenli kan taşınmasını sağlamaktadır. Ventriküler diyastol esnasında aorttaki basınç artmaktadır. Bu basınç artışıyla birlikte aort kapağı kapanmaktadır. Sol ventrikül diyastol esnasında çıkıntılarının tepe noktaları lümen merkezinde bir araya gelmektedir. Pulmoner AV kapakta olduğu gibi her bir çıkıntının birleştiği alanda küçük bir kalınlaşma vardır. Bu kalınlaşma alanı kalp kapağının kapanmasını sağlamaktadır. Aort kapağı, pulmoner kapağa kıyasla daha fazla hemodinamik stres etkisinde kalmaktadır (Iaizzo, 2024; Mori & Shivkumar Kalyanam, 2022).

2.1.3. Triküspit kalp kapağı

Triküspit kapak, kalp kapakları içerisinde daha apikalde bulunan en büyük kalp kapağıdır. Triküspit kapak üç yaprakçık, üç papiller kas, üç korda tendia ve anulustan oluşan kompleks bir yapıdır (Dahou vd., 2019). Triküspit kapağın anatomik yapısı üç belirgin tabakadan oluşmaktadır. Bu tabakalar; fibroza, spongioza ve atrialis tabakalarıdır. Fibroza tabakası, kollajen liflerinden oluşan diğer tabakalara oranla daha kalın yapıda olan tabakadır (Gumpangseth vd., 2020).

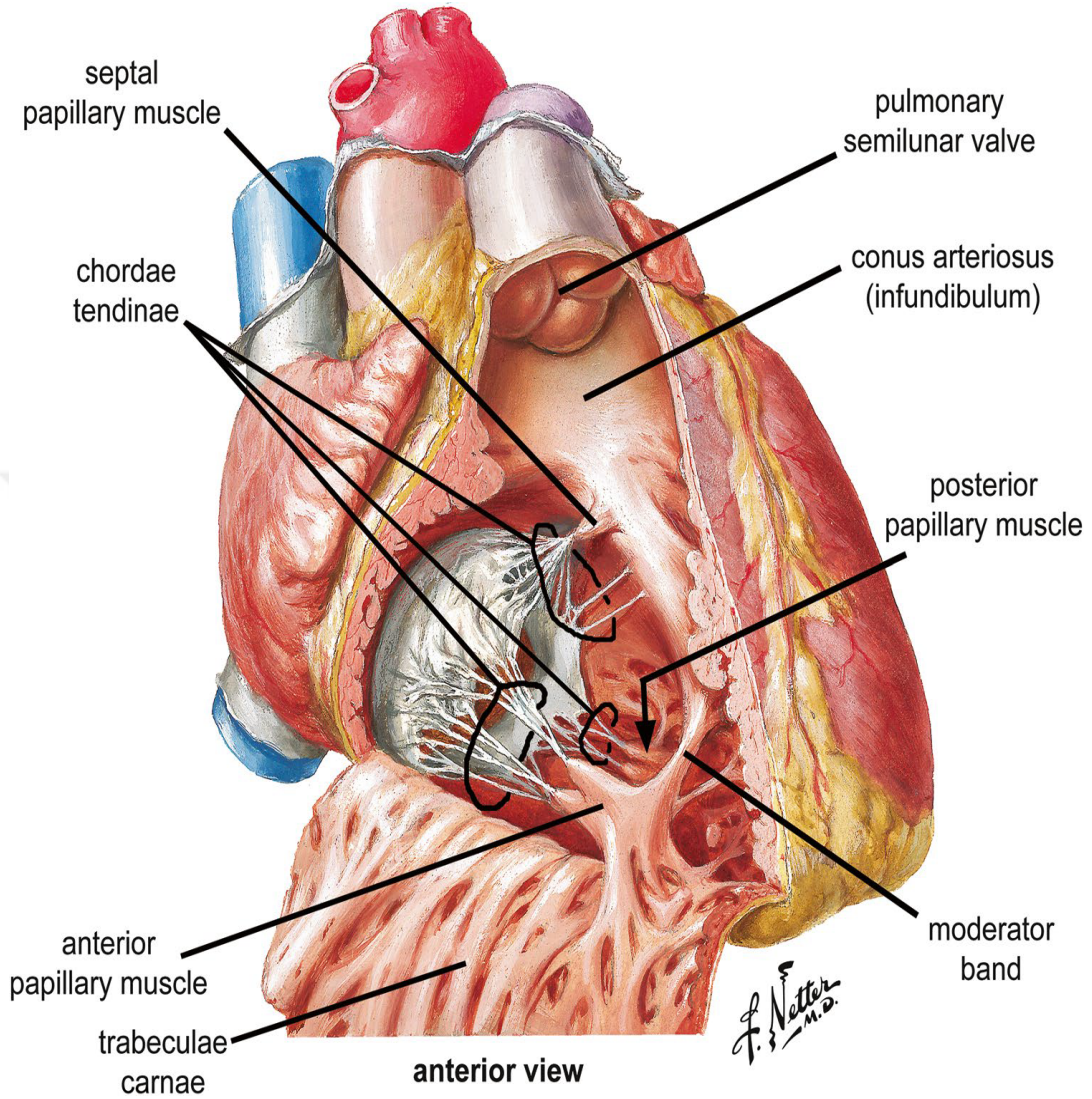
Triküspit kapak üç yaprakçıktan oluşmaktadır. Bu yaprakçıklar ön (superior), arka (inferior) ve septal olarak isimlendirilmektedir. Yaprakçıkların her biri için anatomik göstergeler, annulusun boyutu ve şekliyle ilişkili olarak farklılıklar göstermektedir. Ön yaprakçık, ventriküler septumun medialinden anterior duvara kadar uzanan en büyük yaprakçıktır. Posterior yaprakçık, lateral duvardan ventriküler septumun arka kısmına kadar uzanan bir yerleşim göstermektedir. Septal yaprakçık ise daha oval bir yapı göstermektedir ve AV açıklığının annulusundan interventriküler septumun iç tarafına doğru yerleşim göstermektedir. Papiller kaslar, ventrikül kasılmasında yaprakçıkları yerinde sabit tutabilmek adına yaprakçıklara bağlı durumda olan korda tendia yapılarını aşağıya doğru çekmektedir. Bu, yaprakçıkların atriya doğru hareketini önlemektedir. Yaprakçıkların toplam yüzey alanı AV açıklığının yaklaşık iki katı düzeyindedir. Ventriküler dolum aşamasında yaprakçıklar oldukça yakın bir durum göstermektedir. Bu durumun nedeni yaprakçıkların arkasında gerçekleşen akımlar, korda tendia ve papiller kaslar tarafından gösterilen gerilim olarak belirtilmektedir. Ventrikül dolumu esnasında kapaklarda bulunan yaprakçıklar birbirlerine doğru hareket gösterir ama tam kapanma göstermez. Ventriküler kasılmalar sonucunda atriyoventriküler kapaklar kapanma gösterir. Yaprakçıklar arasındaki bağlantı sağlanan alan komissür olarak adlandırılmaktadır. Birleşimin olduğu yaprakçıklara göre bu alanlar isimlendirilmektedir (anteroseptal, anteroposterior ve posteroseptal). Triküspit kapak

yapısında üç papiller kas bulunmaktadır. Bunlar anterior, posterior ve septal papiller kaslarıdır. Anterior papiller kas sağ ventrikülün apeksinde yerleşim göstermektedir. Anterior papiller kas kasılma hareketini gerçekleştirdiğinde anterior ve posterior yaprakçıklarına bağlı olan korda tendialara etki eder. Posterior papiller kas posterior lateral duvarda yerleşim göstermektedir. Posterior papiller kas kasılım gösterdiğinde posterior ve septal yaprakçıklara bağlı olan korda tendialara etki etmektedir. Septal papiller kas yakın yerleşim gösteren birden fazla küçük kaslardan meydana gelmektedir. Septal papiller kas anterior ve septal kapak yaprakçıkları ile bağlantılıdır. Septal papiller kasın olduğu alandaki korda tendialar papiller kas etkisi olmadan yaprakçıklarla bağlantı gösterebilmektedir. Septal yaprakçık hareket edebilme becerisi sınırlı olan yaprakçıktır. Bunun nedeni ise miyokardiyuma doğrudan bağlantı gösteren geniş korda tendia bağlantısına sahip olmasıdır. Sağ ventrikülün anterior serbest duvarının olduğu alanda değişken büyüklüğüne sahip bir kas demeti bulunabilmektedir. Bu kas demeti interventriküler septumdan anterior papiller kas doğru uzanan bir yerleşim göstermektedir. Anterior papiller kasın septumdan uzak bir yerleşim göstermesi ve diğer papiller kaslarla birlikte kasılma hareketini gerçekleştirme gibi işlevlerini gerçekleştirmesi için özel iletim liflerine ihtiyaç duyduğu düşünülmektedir. Bu kas demeti, başka bir kas demeti olan septal bandın (septal trabeküller) uzantısı olarak düşünülmektedir. İki kas demeti septomarginal trabeküller olarak isimlendirilmektedir ve semisirküler çıkışın bileşenlerini sayılmaktadır (Dahou vd., 2019; Gumpangseth vd., 2019b; Iaizzo, 2024; Mori & Shivkumar Kalyanam, 2022).

2.1.4. Pulmoner kalp kapağı

Pulmoner kalp kapağı, pulmoner arter ile sağ ventrikül arasında bulunmaktadır (Gumpangseth vd., 2019b). Ventriküler sistol esnasında kan akımı sağ ventrikülden pulmoner gövdeye ve arterlere, akciğerlere doğru pompalanmaktadır. Sağ ventrikül gevşediğinde kan akışının ileri yönlü olması, geriye doğru akışın olmaması pulmoner semilunar kapağın kapanması ile sağlanmaktadır. Semilunar kapağı, semilunar şekilli üç simetrik yapı oluşturmaktadır. Bu üç yapıların her biri akciğer gövdesine doğru bakan aşağı yönlü bir hareket göstermekte ve kan dolumu gerçekleştikçe açılmaktadır. Valsalva sinüsü olarak isimlendirilen kan dolumunun gerçekleştiği bu boşluk tamamen dolduğunda bu üç çıkıntı birbirine doğru hareket ederek kan akımını engellemektedir. Kapağı oluşturan bu üç çıkıntının her biri bir anulus (halka) ile bağlantılıdır. Anulus hem sağ ventrikül hem de pulmoner gövde ile bağlantılıdır. Ventrikül sistol esnasında sağ ventrikül kasılım gösterirken kan akımıyla birlikte tüberküller arter duvarına doğru çökme göstermektedir. Ventrikül diyastol esnasında

çıkıntıların tepe noktaları lüminal merkezde bir araya gelerek kapak kapanmaktadır (Iaizzo, 2024; Mori & Shivkumar Kalyanam, 2022).



Şekil 2.3. Sağ ventrikülün iç anatomisi. Triküspit ve pulmoner kalp kapakları (Iaizzo 2024).

2.1.5. Kalp kapaklarının işlevleri ve kan akışı üzerindeki rolü

Kalp kapakları, kalp döngüsünde ileri yönlü kan akımının sağlanmasında önemli rolü bulunan karmaşık anatomik yapılardır. Kalpteki dinamik ortamda kan akımıyla birlikte basınç değişikliklerine bağlı olarak açılıp kapanarak işlevlerini yerine getirmektedirler. Bir insan vücudunda kalp kapakları yılda yaklaşık kırk milyon defa açılıp kapanmaktadır. (Gumpangseth vd., 2019b).

Mitral ve triküspit kalp kapakları atriyoventriküler (AV) kapaklar olarak isimlendirilmektedir. AV kapaklar sistol esnasında kanın ventriküllerden atriyalara geri akımını engellemede rol almaktadır. Mitral kalp kapağı sol atriyum ve sol ventrikül arasında

yerleşim göstererek kanın sol atriyumdan sol ventriküle tek yönlü akışını sağlamaktadır. Triküspit kalp kapağı ise sağ atriyum ve sağ ventrikül arasında yerleşim göstererek, kan akımının sağ atriyumdan sağ ventriküle tek yönlü akımında rol oynamaktadır. Atrioventriküler kalp kapakları, korda tendia ile papiller kaslarla bağlantılı şekilde bulunmaktadır. Atrioventriküler kalp kapakları, kalp döngüsünde izometrik kasılma ve gevşeme fazında kapalı konumda bulunmaktadır (O'Donnell & Yutzey, 2020b). Kalp kapakları her kalp döngüsü esnasında kapalı konumda iken geri basınç, sıvı gerilimi, bükülme gerilimi gibi birden fazla farklı biyomekanik kuvvet etkisinde kalmaktadır (Balachandran vd., 2011).

Kalp döngüsünde sistol esnasında, AV kapaklardaki subvalvüler aparatlar kapaklardaki yaprakçıkların atriyuma doğru prolabe olmasını engeller ve ventriküllerin apeksini bazala doğru yönlendirerek ventriküller ejeksiyonu sağlamaktadır. Aynı zamanda subvalvüler aparatlar diyastol esnasında, ventriküler dolum gerçekleşirken duvar gerilimlerini düşürerek ventriküler miyokardın işlevselliğini desteklemektedir (Donal & vasileios, 2021).

Semilunar kalp kapaklarının yaprakçıkları, miyokardiyal kasılma (sistol) esnasında sinüs içerisine çekilerek kanın ventriküllerden uzaklaşmasını sağlamaktadır. Miyokard gevşemesi gerçekleştiğinde ve ventrikül duvarındaki basınç semilunar kapakların distalindeki basınç düzeyine oranla düştüğünde semilunar kalp kapakların kapanmaktadır. Aort ve pulmoner kalp kapakları, ventrikül sistol aşamasından hemen sonra kalpte tamamen gevşeme gerçekleşmeden önce diyastol aşamasında ventriküller AV kapaklar sayesinde dolarken kapalı konumda bulunmaktadır. Aort ile sağ atriyum içerisinde bulunan koroner sinüsteki pozitif basınç farkı sayesinde diyastol aşamasında kanın koroner vaskülatürden akımı gerçekleşmektedir. Bu sayede, aort ve pulmoner kalp kapakları kapalı konumdayken ve kardiyak miyositerde gevşeme gerçekleşirken kalp kasının kan akımı ile perfüze edildiği belirtilmektedir (Iaizzo, 2024).

Mitral kalp kapağının fizyolojik rolünü yerine getirebilmesinde anatomik yapısını oluşturan yaprakçıklar, anulus, korda tendinealar, papiller kaslar, sol atrium ve sol ventrikül bir mekanizma halinde rol almaktadır. Kalp döngüsü esnasında mitral kapak hareketi için 6 aşama tanımlanmıştır. Bu aşamalar; ventriküler sistolik ekskürsiyon, yaprakçıkların açılımı ve anüler çekilme, yaprakçıkların yaklaşması, middiastolik pause, atrial sistolik ekskürsiyon ve yaprakçıkların kapanması aşamalarıdır (Turgut, 2024).

2.1.6. Kalp kapak hastalıkları

Kardiyovasküler hastalıkların, vücutta kalp ve damarlardaki mekanizmaların işlevlerini yerine getirememesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu hastalıkların, dünyada popülasyonların yüksek oranında önemli bir hastalık ve ölüm nedeni olduğu görülmektedir. Kalp kapakları, birden fazla yapıdan oluşan karmaşık yapıları anatomik yapılardır. Kalp kapaklarının yapısında veya işlevselliğinde meydana gelen anormallikler kalp kapak hastalıkları olarak tanımlanmaktadır. Kalp kapaklarının stenoz (darlık) ve regürjitasyon (yetmezlik) olmak üzere iki önemli patolojisi bulunmaktadır. Kalp kapak hastalıkları, kardiyovasküler hastalıklar içerisinde önemli bir klinik problem olmaktadır (Gumpangseth vd., 2020).

Kalp kapak hastalıkları, tüm dünyada önemli düzeyde morbidite ve mortalite nedenidir. Kalp kapak hastalıkları, hastalarda konjenital ya da doğum sonrasında edinimsel olarak görülmektedir. (Lincoln & Garg, 2014). Kalp kapaklarının anatomik yapısı insanlarda yaşın ilerlemesiyle birlikte değişim gösterebilmektedir. Kalp kapak hastalıklarının önlenmesi, tanınması ve tedavisi süreçlerinde yaş ile kapak hastalıklarının ilişkisinin anlaşılması gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda genel olarak kalp kapaklarının her birinde ilerleyen yaşla birlikte kapak çevresinin artış gösterdiği görülmüştür. Düşük ve orta gelirli ülkelerde, romatizmal kalp hastalığı ve endokardit önemli düzeyde mortalite nedeni olan cerrahi tedavi gerektiren klinik problemlerden olmaktadır (Gumpangseth vd., 2019b).

Endokardit, kalp kapağında bakteriyel enfeksiyon gelişmesi ile mikroorganizmaların bir araya gelmesi ve endokardiyal alandaki hücrelerin iltihaplanması sonucunda ortaya çıkan hastalıktır. Endokardit hastalığı, kalp kapaklarının yaprakçıklarında vejetasyon ve kalsifikasyona neden olmaktadır. Bu hastalığın ilerlemesi kalp kapaklarında kalıcı işlevsizliğe, kalp yetmezliğine hatta ölüme neden olmaktadır (Gumpangseth vd., 2019b).

Atriyal fibrilasyon, kalbin düzensiz ve çoğunlukla çok hızlı atması ile karakterize ritim bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. Atriyal fibrilasyon, daha yüksek pulmoner vasküler direnç, sağ kalp yetmezliği, daha düşük ilerim akım, daha düşük kalp debisi ve artmış perikardiyal sınırlılık gibi belirtilere sahip bir bozukluktur. Atriyal fibrilasyon mitral kapak ve triküspit kapak yetersizliğine neden olabilmektedir. Kapak hastalıkları da atriyal fibrilasyona sebep olabilmektedir. Kalp kapak hastalığı ile atriyal fibrilasyon bulunan hastalar, yüksek mortalite riskine sahiptirler. Romatizmal mitral darlık, düşük ve orta gelirli ülkelerde atriyal fibrilasyon bulunan hastalardan en sıklıkla görülen kalp kapak hastalığıdır (Eleid vd., 2023).

Mitral kapak hastalıkları

Mitral kalp kapağının, mitral darlık (stenoz), mitral yetersizlik (regürjitasyon) ve mitral kapak prolapsusu olmak üzere üç temel patolojisi bulunmaktadır. En yaygın şekilde tanılanan patolojinin mitral yetmezlik olduğu belirtilmektedir (Harky vd., 2021).

Mitral kapak yetmezliği, mitral kalp kapağının tamamen kapanmadığı ve sol ventrikülden sol atriyuma doğru sızıntının olduğu kapak hastalığı olarak tanımlanmaktadır. Mitral yetmezlik, yapılan araştırmalarda dünyada ikinci en yaygın görülen kalp kapağı hastalığı olarak belirtilmektedir. Mitral yetmezlik iki alt gruba ayrılmaktadır; primer (dejeneratif) mitral yetmezlik ve sekonder mitral yetmezlik olarak ayrılmaktadır. Primer mitral yetmezlik, mitral kapakta meydana gelen problemlerden kaynaklı ortaya çıkan hastalıktır. Sekonder mitral yetmezlik ise sol atriyal veya sol ventrikül disfonksiyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, mitral kapak yetersizliğinin %65'ini sekonder mitral yetersizliğin oluşturduğunu görmüşlerdir. Tedavi edilmeyen şiddetli mitral yetmezliği, sol ventrikülde aşırı hacim binmesine yol açarak uzun vadede ciddi problemlere neden olmaktadır (Apostolidou vd., 2017; Dhaduk vd., 2024; Eleid vd., 2023). Primer mitral kapak yetersizliğine sahip hastalar Carpentier sınıflandırması ile gruplandırılmaktadır (El Sabbagh vd., 2018).

Mitral yetmezliğin ilk aşamalarında, sol ventrikül duvarına aşırı hacim binmesiyle oluşan stres ve düşük basınçlı sol atriyuma doğru düşük dirençli bir kan akımı sebebiyle artan sol ventrikül fraksiyonel kısalması ortaya çıkabilmektedir. Bu mekanizmalar telafi edici mekanizmalardır ve ileri kalp debisinin korunmasında rol oynamaktadırlar. Eğer bu telafi edici mekanizmalar sol ventrikül dilatasyonu duvar stresini ve diyastolik basınç düzeylerini normal düzeyde tutabilirse hastaların bu aşamada yıllarca asemptomatik kalabileceği belirtilmektedir. İlerleyen mitral yetmezlikte sol ventrikül genişlemesi görülmektedir. Sol ventrikül genişlemesi ile ventrikül küresel bir yapıya dönüşmekte ve ventrikül minör eksenin artması ile sistolik sol ventrikül duvar stresi yükselmektedir. Bu artış ile diyastol sonu basıncında yüzölme ile miyofiber ve intersisyal fibrozis yoğunlukta düşme meydana gelmekte sonucunda kasılmada azalma görülmektedir. Bu şekilde kalıcı sol ventrikül disfonksiyonu ortaya çıkmaktadır ve birden fazla olumsuz sonuç görülmektedir (El Sabbagh vd., 2018).

Aort kapak hastalıkları

Aort kapak hastalığının morbidite ve mortalite oranı yüksektir. Aort kalp kapağının, aort darlığı (stenoz) ve aort yetmezliği (regürjitasyon) olmak üzere iki esas patolojisi bulunmaktadır. Aort kapağının yaprakçıkları sertleştiğinde bu durum sonucunda daralmış orifis ortaya çıkmaktadır. Bu da kapakta basınç gradyanının artmasına ve sistol esnasında anterograd akımın düşmesine neden olmaktadır. Bu durumun sonucunda da sol ventrikül hipertrofisi, dilatasyon, düşmüş kardiyak debi gibi çeşitli problemler ortaya çıkabilmektedir. Aort yetmezliğinde ise diyastol esnasında aort kapağının tam kapanmaması ile aorttan sol ventriküle doğru kan kaçması gerçekleşmektedir. Bu durum sonucunda da sol ventrikül diyastolik sonu hacminde ve duvar stresinde yükselme görülmektedir. Bu yükselme ilerlediğinde durumun kötüleşmesine ve periferik sistolik basınçta hızlı bir düşüşe ve kardiyovasküler sistemin şiddetli etkilenmesine neden olabilmektedir. Yaşa bağlı aort darlığı en yaygın görülmektedir. Aort yetmezliği kronik veya akut şekilde görülebilmektedir. Akut aort yetmezliği, kapağa kadar uzanmakta olan tip A aort diseksiyonu ya da endokardit kaynaklı yaprakçık bozulması nedeni ile görülebilmektedir. (Wenn & Zeltser, 2025).

Romatizmal kapak hastalığı, romatizmal ateşin immünolojik komplikasyonları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu komplikasyonlarla birlikte kalp kapaklarının yapısında bozulmalar gerçekleşerek kalp kapaklarında kalıcı disfonksiyona neden olabilmektedir (Gumpangseth vd., 2019b). Romatizmal kapak hastalığı, düşük ve orta gelirli ülkelerde aort ve mitral kapak hastalığının yaygın nedeni olarak belirtilmektedir. Kapakta gerçekleşen akut romatizmal iltihap, yaprakçıkların temas alanında enfektif olmayan küçük vejetasyonları ortaya çıkarmaktadır. Bu vejetasyonların ortaya çıkmasıyla komissuralfüzyon, kusp fibröz kalınlaşma ve retraksiyon görülmektedir. Romatizmal kapak hastalığında, kapaklarda kalsifikasyon görülebilmektedir. Komissural füzyonun olduğu durumlarda aort darlığı, inkompetans cusp retraksiyonunun yoğun olduğu durumlarda ortaya çıkmaktadır. Komissural füzyon ve cusp retraksiyonunun birlikte olduğu durumlarda ise aort steno-inkompetans görülmektedir. Aort kapak darlığı, aort kalp kapağının sertleşmesi ya da daralması ile ortaya çıkan kapak hastalığıdır. Aort kapak darlığı, hastada obstrüktif koroner arter hastalığı görülme de ventriküler hipertrofi ve miyokardiyal kan akımının uyumsuzluğu ile sistolik aşırı binme olarak ifade edilmektedir. Kalsifik (yaşa bağlı) aort darlığının bir başka sebebi ise konjenital bozukluk olan biküspit aort kapağıdır (Thiene vd., 2023).

Triküspit kapak hastalıkları

Triküspit kapak hastalığı, insan sağlığını oldukça önemli şekilde olumsuz yönde etkileyen fakat yeterince bilgi sahibi olunmayan bir klinik problem olarak tanımlanmaktadır. Triküspit kapak hastalığına sahip birçok hasta çoğunlukla geç dönemlerde kliniklere ulaşmaktadır. Hastalar geç dönemde başvurdıklarında ciddi düzeyde sağ taraflı kalp yetmezliği, pulmoner hipertansiyon ve hayat konforlarını kısıtlayıcı kritik belirtiler görülmektedir (Davidson vd., 2024).

Triküspit yetmezliğin yapılan araştırmalarda primer ve sekonder olarak ayrılabilirdiği görülmüştür. Primer triküspit yetmezlik, triküspit kapağın yaprakçıklarında ve/veya kordal yapılarında meydana gelen doğuştan veya edinilmiş problemlerle ilişkili olarak ortaya çıkan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Primer triküspit yetmezliğin sekonder triküspit yetmezliğe oranla hastalarda daha nadir görüldüğünü belirtilmiştir. Sekonder triküspit yetmezlik ise kalp hastalıkları, pulmoner hipertansiyon, sağ ventrikül dilatasyonu ve triküspit kapağın kendi lezyonu olmaksızın herhangi bir sebepten ortaya çıkabilen bir problem olarak tanımlanmaktadır. Primer triküspit yetmezlik, ebstein anomalisi gibi doğuştan hastalıkların veya triküspit kapak prolapsına sebep olabilecek kapağın miksomatöz dejenerasyonu, endokardit, karsinoid sendromm, romatizmal hastalık ve travma gibi doğum sonrası oluşabilecek patolojilerin sonucunda da ortaya çıkabilmektedir. Sekonder triküspit yetmezlik hastalığının ortaya çıkma nedenine göre veya triküspit kapağın morfolojik bozukluğuna göre sınıflandırılabilir. Sekonder triküspit yetmezlikler (STY) bağlantılı oldukları hastalıklara göre dört ayrı gruba ayrılabilir. Sol kapak hastalığı (kapak hastalığı veya sol ventrikül disfonksiyonu) sebebiyle STY, pulmoner arteriyel hipertansiyon (kronik akciğer hastalığı, pulmoner tromboembolizm vb.) sebebiyle STY, sağ ventrikül disfonksiyonun oluşma sebebine bağlı STY ve triküspit yetersizliğin ortaya çıkma nedeni saptanamamış (idiyopatik) STY olarak sınıflandırılabilir. Morfolojik bozukluklar nedeniyle ortaya çıkan triküspit yetersizler ise triküspit kapak yaprakçıklarının bağlanması veya sıkışması, papiller kasların yer değiştirmesi, sağ ventrikül disfonksiyonu ve annulus genişlemesi gibi nedenler sonucunda ortaya çıkabilmektedir. Sol kapak hastalığı ve akciğer hastalığına nedeniyle sağ ventrikül genişlemesi gerçekleşebilmektedir. Bu genişleme sekonder triküspit yetersizliğin en yaygın sebepleri arasında görülmektedir. Sol taraflı kalp hastalıkları çoğunlukla sol atriyal dolum basıncının yükselmesi sonrasında pulmoner venöz hipertansiyon veya pulmonerarteriyel hipertansiyona bağlı pulmoner vasküler direncin artış göstermesi ile bağlantılı olabilmektedir. Bu bağlantı sonucunda sağ ventrikülde genişleme, uzama ve sağ

ventrikül/triküspit annulus genişlemesi ortaya çıkabilmektedir (Dahou vd., 2019; Rodés-Cabau vd., 2016). Sağ ventrikül genişlemesi ile özellikle orta sağ ventrikül dilate olduğu durumda triküspit kapak yaprakçıları birbirine bağlanmakta, triküspit kapağın fonksiyon mekanizmasını etkilemektedir (Spinner, Sundareswaran, vd., 2011).

Pulmoner kapak hastalıkları

Pulmoner kapak hastalıkları pulmoner stenoz (darlık) ve pulmoner regürjitasyon (yetmezlik) olmak üzere iki temel patolojiye sahiptir (Fathallah & Krasuski, 2017). Pulmoner kapak stenozu (darlığı), doğuştan kalp hastalıklarının bir kısmını oluşturan doğumsal bir bozukluk olarak ifade edilmektedir. Çoğunlukla fetal gelişim esnasında pulmoner kalp kapağının normal gelişim gösterememesi ile ortaya çıkmaktadır. Pulmoner kapak darlığında, sağ ventrikülden akciğerlere doğru ileri yönlü kan akımında rolü bulunan pulmoner kalp kapağında kalınlaşma ve daralma görülmektedir (Marchini vd., 2023).

2.2. Kalp Kapağı Hastalıklarında Tedavi Yöntemleri

Kalp kapak hastalıklarının tanınması sürecinde detaylı bir anamnez alınması ve fiziksel muayene yapılması önem arz etmektedir. Kapak hastalığı şüphesi oluştuğunda ise ekokardiyografi altın standart test olarak belirtilmektedir. Müdahale edilmeyen kalp kapak hastalarında ölüm oranı yükselirken, kapak cerrahisi uygulanan hastalarda hastanın yaşam süresi ve yaşam kalitesi artmaktadır. Medikal tedavi yöntemlerinin kapak hastalıklarında yeterli bir tedavi olmadığı belirtilmektedir. (Webb vd., 2015b).

İlerlemiş kapak hastalıklarında fiziki muayenede yüksek holosistolik üfürüm, diyastolik hızlı dolum sesi veya akım sesi, hiperdinamik genişlemiş apikal impuls gibi karakterize belirtiler görülebilmektedir. Ekokardiyografinin yetersizliğin düzeyi ölçülebilmesinde, hastalığın etiyolojisinin belirlenmesinde, kalıcı onarımın fizibilitenin anlaşılmasında payı bulunmaktadır. (El Sabbagh vd., 2018).

Erken tanınıp, erken cerrahi müdahale uygulanan hasta grupları üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında daha geç müdahale edilen hastalara göre daha başarılı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Erken cerrahi müdahalenin asemptomatik hastalarda, minimal semptomatik hastalarda ve kalp yetmezliği belirtilerine sahip hastalarda başarıya ulaştırdığı görülmüştür (El Sabbagh vd., 2018).

Kalp kapak hastalıklarının müdahale süreci hastanın hastalığının mevcut durumuna bağlı şekilde belirlenmektedir. Kapak hastalıklarının iyileştirilmesinde uzmanlar tarafından sıklıkla kapak onarımı veya kapak replasmanı yöntemleri tercih edilmektedir (Gumpangseth vd., 2019b). Kalp kapak replasman tedavi yönteminin hastalar açısından bazı olumsuz yönleri bulunmaktadır. Mekanik kalp kapağı yerleştirilen hastaların ömrü boyunca antikoagülan ilaç kullanması gerekmektedir. Biyolojik kapak yerleştirilen hastalarda ise yapısal bozulma gerçekleşmesi nedeniyle tekrar müdahale gerektirebilmektedir. Mekanik ve biyolojik kalp kapaklarının her ikisi de enfektif endokardit riski oluşturabilmektedir. Mitral kapak onarımı ile kapak replasmanı yöntemleri karşılaştırıldığında daha düşük seviyede mortalite, daha uzun süreli yaşam konforu ve daha az endokardit görüldüğü belirtilmektedir. Bu nedenle mitral kapak replasmanı yerine mitral kapak onarım tercih edilebilmektedir (Apostolidou vd., 2017).

Kalp kapak replasmanında mekanik kapak ve biyolojik kapak olmak üzere iki çeşit protez kalp kapağı kullanılmaktadır. Teknolojinin ve araştırmaların ilerlemesi ile bu protez kapakların çok fazla gelişme gösterdiği görülmektedir (Thiene vd., 2023).

Konjenital kalp kapak hastalığı, hastalarda doğuştan gelen kalp problemleri içerisinde önemli bir klinik problem olmaktadır. Konjenital kapak hastalıklarında yaygın bir şekilde çocukluk döneminde kapak onarımı veya replasman müdahalesi ihtiyacı bulunmaktadır. Fakat yapay kapakların çocukların somatik gelişimine uygun şekilde gelişmemesi sebebi ile birden fazla kez cerrahi müdahale yapılması gerekmektedir. Günümüzde teknolojik ilerlemeler ve araştırmaların ilerlemesi ile allojeneik kalp kapağı nakli gibi müdahale yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu müdahale ile immünosupresyonun önlenmesi, kalp kapaklarının çocuğun gelişimine uygun şekilde büyümesinin sağlanması ve hastalığın etkilerinin azaltılması amaçlanmaktadır (Bacha & Farr, 2024).

Aort kapak replasmanı, hastalığı şiddetli düzeyde olan asemptomik hastalar veya şiddetli aort darlığı ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu %50'den düşük asemptomik hastalar için uygun görülebilmektedir. Aort kapak değiştirme için cerrahi veya transkateter olmak üzere iki müdahale çeşidi bulunmaktadır. Hangi müdahale yönteminin kullanılacağına hastanın morbidite ve mortalite riski detaylı dikkate alınarak karar verilmektedir. Aort kapak hastalığında bir diğer kullanılan müdahale yöntemi balon valvüloplasti olmaktadır. Balon valvüloplasti yönteminde, hemodinamik olarak uygunsuzluğu bulunan hastalarda ya da cerrahi müdahale yapılmayacak hastalarda geçici bir müdahale olarak veya belirtilerin rahatlaması için kapak boşluğunda balon şişirilmesi yapılmaktadır (Wenn & Zeltser, 2025).

Kritik seviyede aort darlığına sahip yaşı ilerlemiş hastaların bazılarında cerrahi müdahale yapılamamaktadır. Cerrahi müdahaleye uygun olmayan bu hastalar için minimal invaziv bir seçenek olarak transkateter aort kapak replasmanı (TAVR) yöntemi ortaya çıkarılmıştır. Uzmanlar hastalarda hangi müdahale yöntemini kullanacağına karar verirken hastayla ilgili birden fazla faktörü göz önüne alarak multidisipliner bir çalışma gerçekleştirmektedir. Mekanik kalp kapakları sadece cerrahi müdahale ile yerleştirilmektedir. Bu sebeple mekanik kapak replasmanına uygun olan hastalarda TAVR yöntemi kullanılamamaktadır. Son yıllarda, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte TAVR yönteminin kullanımı ve başarı oranı artmaktadır. Cerrahi aort kapak replasmanına uygun olmayan hastalar için tercih edilir bir yöntem olarak ortaya çıkmış fakat bu ilerlemelerle daha az invaziv olmasından kaynaklı bazı düşük cerrahi riski bulunan hastalarda kullanımı da görülmüştür. Hastalarda TAVR yöntemi kullanımına karar verirken yaş önemli bir faktör olmaktadır. Daha minimal invaziv olması nedeniyle yaşlı hastalarda tercih edilebilmektedir. Bazı çalışmalarda cinsiyetin de etkisi olduğu belirtilmektedir. Kadın hastaların erkek hastalara oranla daha yüksek şekilde vasküler komplikasyon riskine sahip olduğu ifade edilmektedir. (Srinivasan vd., 2024).

TAVR yönteminde hastalara biyoprotez kapak uygulaması yapılmaktadır. Hastalar TAVR müdahalesi sonrası yapısal kapak bozulması ve biyoprotez kapak yetmezliği nedeni ile problem yaşayabilmektedir. Bu komplikasyonları yaşamak istemeyen hastalarda bu nedenle cerrahi işlem önerilebilmektedir (Srinivasan vd., 2024).

Triküspit kapak hastalığının tedavisinde genellikle medikal tedavi seçeneği ve/veya cerrahi tedavi yöntemi tercih edilmektedir. Fakat araştırmaların ve imkanların artışıyla son zamanlarda transkateter triküspit kapak tedavisinin kullanımı ve başarı oranının arttığı da görülmektedir (Davidson vd., 2024).

Yapılan ilk çalışmalara bakıldığında araştırmacıların, sol taraflı kapak hastalığının cerrahi olarak tedavi edilebilmesinden sonra triküspit kapak yetmezliğinin de cerrahi işlem gerekmeden iyileşebileceğini düşündükleri görülmüştür. Sonrasında yapılan çalışmalarda sol kapak cerrahisinin yapılmasına rağmen triküspit kapak hastalığının iyileşme hali göstermediğini görmüşlerdir. Mitral kapak cerrahisi sonrasında triküspit kapak için tekrar cerrahi ameliyatın yapılmasının hasta için risk yaratması sebebiyle triküspit kapağın mitral kapak ile eş zamanlı cerrahi tedavisi tercih edilmeye başlanmıştır. Triküspit kapak genişlemesi fonksiyonel triküspit kapağın birincil mekanizması olarak düşünülmesi sebebiyle

uzmanlar tarafından protez halka ile yeniden şekillendirilmiş anüloplasti tedavi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Güncel çalışmalarda orta ve şiddetli düzeyde triküspit yetersizlikte tedavi yöntemi olarak onarım ve replasman önerilmektedir (Dahou vd., 2019; Spinner, Shannon, vd., 2011).

Triküspit kapak tedavi sürecinde sağ kalp anatomik yapısının detaylı olarak bilinmesi ve dikkate alınması gereken konular bulunmaktadır. Öncelikli olarak birden çok müdahale bölgesi mevcuttur. Bunlar vena kava, doğrudan transatriyal ve doğrudan transapikal bölgeleridir. İkinci olarak da cihazları bağlamanın da birden çok yolu bulunmaktadır: anulus, kapak yaprakçıkları, vena kava ve miyokard. Üçüncü husus ise oluşabilecek durumları önlemek ve süreci sağlıklı yürütebilmek adına komşu anatomik yapılar dikkate alınmasıdır. Araştırmalara bakıldığında triküspit kapak yetmezliğinin tedavi sürecinde bu noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir (Dahou vd., 2019).

Yapılan araştırmalarda, orta veya ileri düzeyde pulmoner kapak darlığı ve orta düzeyde daha düşük düzeyde pulmoner kapak yetersizliği olan hastalarda uzmanlar pulmoner valvüloplasti yöntemini önermektedir. Pulmoner balon valvüloplasti müdahale yönteminde, kataterdeki balon desteği ile kalp kapağının genişletilmesi amaçlanmaktadır. Balon valvüloplasti tedavi yöntemine uygun olmayan hasta gruplarında cerrahi müdahale tercih edilmektedir. Cerrahi valvüloplasti yöntemi, hipoplastik pulmoner anulus, pulmoner arterin küçüldüğü durumlarda veya displastik pulmoner kalp kapağına sahip hastalarda kullanılabilmektedir. Bu tedavi yönteminde sertleşen ve daralan kalp kapağının yaprakçıklarının çıkarılması ve müdahalesi cerrahi onarım ile sağlanmaktadır. Yapılan araştırmalarda ileri yaş grubuna cerrahi valvüloplasti yöntemi uygulandığında uzun süreli sağ ventriküle fazla basınç olması nedeniyle sağ ventrikül yetmezliği görülebilmekte ve tedavi yönteminin başarı oranının düşmesine neden olabilmektedir. (Marchini vd., 2023).

Perkütan pulmoner kapak implantasyonu işleminde iğne ile kasıktan toplardamardan giriş yapılarak gerçekleştirilen girişimsel kapak tedavi yöntemidir. Perkütan pulmoner kapak implantasyonu yöntemi sağ ventrikül çıkışında disfonksiyon olan konjenital hasta gruplarında cerrahi müdahaleye oranla daha az riskli ve daha az invaziv bir seçenek olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalara bakıldığında, perkütan pulmoner kapak implantasyonu tedavisi uygulanan hastalarda işlem sonrasında iyileşme süreçlerinin olumlu yönde ilerlediği gözlenmiştir (Borik vd., 2015).

2.3. Eser Elementleri Biyolojik Önemi

Eser elementler, insan vücudunda fizyolojik mekanizmaların işlevlerini yerine getirebilmesi için çok küçük miktarlarda bulunması gereken diyet mineralleri olarak tanımlanmaktadır. Eser elementler insan vücudunda biyolojik yapıların temel parçalarıdır. İnsan vücudunda biyokimyasal mekanizmaların işlevini sağlıklı sürdürebilmesi için kritik öneme sahiptirler. Yapılan çalışmalara bakıldığında eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisi görülmektedir (Al-Fartusie & Mohssan, 2017). Eser elementlerin insan vücudundaki önemli görevlerine bakıldığında, vücudun antioksidan sistemine dahil olarak zararlı reaktif oksijen ve azot türlerini nötralize etmeleri olarak görülmektedir (Wołonciej vd., 2016).

2.3.1. Eser elementler ve metabolizmadaki rolleri

Eser elementler, insan vücudunda yeterli miktarda bulunması gereken doğal olarak oluşmakta olan inorganik maddeler olarak tanımlanmaktadır. Eser elementler insan vücudunda biyolojik yapıların temel parçalarıdır. İnsan vücudunda biyokimyasal mekanizmaların işlevini sağlıklı sürdürebilmesi için kritik öneme sahiptirler. Bu elementlerin vücutta yeterli düzeyde bulunması gerekmektedir. Bulunması gerektiği seviyeden daha az veya daha fazla düzeyde bulunması insan vücudunu olumsuz yönde etkilemektedir. Eser elementlerin birden fazla çeşitli rolleri bulunmaktadır. Bazı elementler enzim reaksiyonlarında, bazıları metabolik enerjinin ortaya çıkarılmasında ve kullanılmasında görev almaktadır. Bazı elementler ise yapısal görevlere sahiptir ve önem arz eden biyolojik moleküllerin stabilitesinin sürdürülmesinde görev almaktadır (Al-Fartusie & Mohssan, 2017).

Çinko, sembolü Zn ve atom numarası 30 olan kimyasal bir element olarak tanımlanmaktadır. İnsan vücuduna demirden sonra en yüksek miktarda bulunmakta olan eser elementtir. İnsan vücudunda bulunan çinko miktarının yaklaşık olarak yarısı kas dokusunda bulunmaktadır. Çinko, metabolik faaliyetlerde ve hücre büyüme sürecinde yer alan spesifik enzimler için kofaktör görevi gören temel bir eser element olarak ifade edilmektedir. Birden fazla enzimin bir parçasıdır. İnsan vücudunda sağlığın sürdürülmesi için kritik bir öneme sahip olarak birden fazla biyokimyasal süreçte görev almaktadır. Çinko elementinin, protein ve DNA sentezi, hücre büyüme ve bölünmesi, insülin aktivitesi ve karaciğer fonksiyonlarının sürdürülmesi gibi süreçlerde etkisi bulunmaktadır (Al-Fartusie & Mohssan, 2017; Holt vd., 2012).

Bakır, sembolü Cu ve atom numarası 29 olan kimyasal bir element olarak tanımlanmaktadır. Bakır, birden fazla çeşitli enzimin yapısında bulunmaktadır. Çeşitli enzimlerin temel bir parçası olduğu için birden fazla metabolik mekanizmada da etkisi görülmektedir. Hematolojik ve nörolojik mekanizmalarda da rol almaktadır. İnsanlarda bakır elementi eksikliğinin nadir oranda görüldüğü belirtilmektedir. Bakır yetersizliğinde yorgunluk, anemi ve beyaz kan hücre düzeylerinde düşüş gibi belirtiler ortaya çıkmaktadır (Al-Fartusie & Mohssan, 2017).

Demir, sembolü Fe ve atom numarası 26 olan insan vücudunda en yüksek düzeyde bulunan eser element olarak tanımlanmaktadır. İnsan vücudunda demir elementinin yüksek miktarı oksijenin akciğerlerden dokulara taşınmasını sağlayan bir eritrosit proteini olan hemoglobine bağlı şekilde bulunmaktadır. Demir elementinin de insan vücudunda birden fazla mekanizmanın fonksiyonunu sürdürebilmesinde etkisi bulunmaktadır. Vücutta demir elementinin bulunması gerektiği seviyeden daha düşük düzeyde bulunması demir eksikliği olarak tanımlanmaktadır. Demir eksikliği dünyada en yüksek oranda görülen beslenme eksikliği olarak belirtilmektedir (Al-Fartusie & Mohssan, 2017).

Magnezyum, sembolü Mg ve atom numarası 12 olan kimyasal bir element olarak tanımlanmaktadır. Magnezyum elementi, protein sentezi, kan şekeri kontrolü ve kan basıncının düzenlenmesi gibi birden fazla çeşitli biyokimyasal süreç üzerinde etkisi bulunan önemli bir elementtir. Yapılan çalışmalara bakıldığında yetersiz magnezyum seviyelerinde kas spazmlarının gerçekleştiği, kardiyovasküler hastalık, diyabet, yüksek tansiyon gibi hastalıklarla bağlantılı olduğu görülmüştür (Al-Fartusie & Mohssan, 2017).

Eser elementlerden selenyum (Se), selenoproteinlerin antioksidan görevinde etkisi bulunan kritik bir diyet eser element olarak belirtilmektedir. Oksidatif oksijen metabolitlerinin azaltılmasında ve endotelin enflamatuar cevaplarının azaltılmasında da önemli bir göreve sahiptir. Ayrıca selenyum, tiroid hormon metabolizması, adaptif ve edinilmiş bağışıklık sistemi ve bazı kanserlerin önüne geçilmesi gibi birden fazla biyolojik mekanizma için önem arz etmektedir. Selenyum elementi üzerinde birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Yapılan araştırmalara bakıldığında önemli bir eser element olan selenyumun kardiyovasküler sağlık üzerinde de rolü olduğu görülmektedir. Henüz kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki rolü tam olarak belirlenmemiştir ama diyet desteklemesinde önemli bir element olarak ifade edilmektedir. Selenyumun insan vücudundaki görevlerinin meydana gelmesi için yeterli düzeyde selenyum miktarına ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Selenyumun referans düzeyinin altında veya üstünde bir düzeyde bulunması zararlı etkilere sebep olabilmektedir (Benstoem vd., 2015; Fakhrolmobasheri vd., 2022; Zhang vd., 2023). Yapılan çalışmalarda selenyumun lökositlerin göçü, yapışması ve fagositozu sürecinde etkisi olabileceği ve yönetebileceği görülmüştür (Ahrens vd., 2008). Çinkonun işlevlerine bakıldığında, kalp hücrelerine zararı olduğu görülen hidroksil radikallerinin ortaya çıkmasını azaltmaktadır. Çinko yetersizliğinde, hücre zarının serbest radikal hasarında ve oksidatif değişiklikler gerçekleştiği durumlarda hassasiyetin arttığı düşünülmektedir (Hennig vd., 1996).

2.4. Eser Elementlerin Kardiyovasküler Sistem Üzerinde Rolü

Eser elementlerin kardiyovasküler hastalıklar üzerinde etkisi olabileceğine dair düşüncelerin 1960'lı yıllarda ortaya konulduğu görülmüştür. Eser elementler, insan vücudunda biyolojik, kimyasal ve moleküler düzeylerde oldukça fazla sayıda hücresel fonksiyonda rol almaktadır (Wechselberger vd., 2023). İnsan vücudunun ihtiyaç duyduğu düzeylerde etki ettikleri fizyolojik işlevler için oldukça önemlidirler. İhtiyaç duyulan seviyelerden daha düşük veya daha yüksek düzeyde bulunmaları halinde alternatif metabolik yolları etkileyebilir ve hastalığa sebep olabilmektedir. Yapılan araştırmalara bakıldığında elementlerin prooksidan ve antioksidan fonksiyonlarının, kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesinde rolü olabileceği görülmektedir. Eser elementlerin eksikliğinin veya fazlalığının sonucunda kardiyovasküler disfonksiyon ortaya çıkabileceği belirtilmiştir. Eser elementlerin kardiyovasküler sistem üzerindeki etkisi üzerine çalışmalar halen sürdürülmektedir (Islam vd., 2023b; Mohammadifard vd., 2019).

Eser elementlerin kalp cerrahi işlemi sonrası antioksidatif süreçlerdeki konumu ve kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkileri düşünülerek eser element seviye değişiklikleri üzerine araştırmalar yapılmıştır hala yapılmaya devam edilmektedir. Bu çalışmalarda sonuçlar konusunda belirsizliklerin mevcut olduğu gözlenmiştir (Mazaheri-Tehrani vd., 2024). Manganez, demir, bakır, çinko ve selenyum eser elementlerinin koroner kalp hastalığı ve koroner arter kalp bypass greft işlemi üzerine yapılan çalışmalarda rolü bulunduğu görülmüştür. Çinko elementi oksidatif süreçleri geciktirmede rol almaktadır. Çinko elementi, bakır elementi ile çeşitli doku ve organlarda postiskemik bozukluğu indirmektedir. (Moravvej vd., 2022).

Çinko (Zn), birden fazla fizyolojik süreçte rolü bulunan önemli bir eser elementtir. İnsan vücudunda yeterli düzeyde olması kardiyovasküler sistem dahil birden fazla mekanizma

için sağlığın sürdürülmesinde öneme sahiptir. Yapılan çalışmalara bakıldığında hipertansiyon, miyokard enfarktüsü, kalp yetmezliği ve arteriyel fibrilasyon gibi kardiyovasküler hastalıklara sahip hastalarda normal düzeylerden daha yetersiz seviyelerde çinko konsantrasyonlarına sahip oldukları belirtilmektedir. Çinko yetersizliği, muhtemel kardiyovasküler hastalıkların temel nedeni olabilen ateroskleroz üzerinde bulunan rolüyle vasküler bozuklukları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çinko elementinin spesifik antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri vasküler koruyucu fonksiyonları arasındaki bağlantıyı kısmen de olsa ortaya koyabilmektedir. Çinko elementi ve kardiyovasküler hastalıklar arasındaki ilişki üzerine çalışmalar hala devam ettirilmektedir (Nazari vd., 2023).

Bakır (Cu), insan vücudunda en yüksek düzeyde bulunan üçüncü temel eser element olarak ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda insan vücudunda bakır elementinin normal seviyeden daha düşük ya da fazla düzeyde bulunmasının kardiyovasküler hastalıklar ve diğer hastalıklar üzerinde etkisi olduğu belirtilmektedir. Bakır elementinin, nörotransmisyon, oksijen taşınımı ve enerji metabolizması gibi hücresel mekanizmalarda önem arz eden birden fazla işlevi bulunmaktadır. Uzmanlar tarafından kardiyovasküler hastalıkların tedavi sürecinde serum bakır seviyelerinin normal referans aralığı düzeyinde bulunmasına dikkat edilmektedir. Bakır elementi, kardiyak dokuda vasküler yeniden şekillenmenin modülasyonunda görev almaktadır. Araştırmalarda koroner arter hastalığının patogenezi ile bakır elementinin bağlantısı olduğu düşünülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bakır ve çinko eser elementleri arasında önemli bir bağlantı olduğu düşünülmektedir ve iki element arasındaki bağlantı üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Kitala vd., 2023; Wechselberger vd., 2023; Yang vd., 2023).

Bakır (Cu) ve inko (Zn) eser elementleri oksidatif dengenin korunmasında rol almaktadır. Kalp cerrahisinde oksidatif stresi yükselttikleri düşünülmektedir. Kalp cerrahisi yapılan hastalarda preoperatif ve postoperatif süreçler arasında bu eser element konsantrasyonları arasında farklılıklar üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan alışmalar sonucunda genel olarak bakır ve çinko elementlerinin operasyon sonrası ilk 24 saat içerisinde düşüş gösterdiği görülmüştür. Postoperatif ilerleyen günlerde ise bakır/çinko oranının arttığı fakat preoperatif süreçteki seviyeye göre hala düşük olduğu gözlenmiştir. Fakat bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir (Moravvej vd., 2022).

Selenyum insan vücudunda önemli bir etkisi bulunan eser elementtir. İnsan vücudunda birden fazla çeşitli fizyolojik işlevde rolü bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda selenyum

takviyelerinin lipid metabolizmasında, hücre apoptozu ve otafaji düzenlenmesinde görev aldığı ve birçok kardiyovasküler hastalıklarda da etkisi olabileceği belirtilmektedir. Kardiyovasküler hastalıklar, kanser hastalığı ve diyabet gibi hastalıklarda selenyum takviyesi ile olumlu etkilerin olabileceği düşünülmektedir fakat bu konuda çalışmalar hala devam ettirilmektedir. Selenyum elementi, insan vücudunda çok düşük düzeylerde olmasına rağmen yetersizliğinde fizyolojik mekanizmalarda fonksiyonel bozukluklara yol açabilmektedir (Zhang vd., 2023).

Selenyumun kardiyovasküler hastalıklar ile bağlantısı, ilk olarak Çin'de düşük selenyum seviyelerinin olduğu toprakların bulunduğu bölgelerde görülmekte olan Keshan hastalığı ile kanıtlanmıştır. Keshan hastalığı, kardiyomiyopati ile karakterize bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Bu hastalığa sahip bireylerde tam kan ve serum selenyum seviyelerinde yetersizlik görülmektedir. Keshan hastalığı üzerine yapılan çalışmalardan itibaren selenyumun kardiyovasküler hastalıklar üzerinde rolü olduğu belirtilmektedir (Liu vd., 2021). Selenoproteinlerin bir parçası olan selenyum, hücrelerde redoks tepkimelerinde görev almaktadır. Reaktif oksijen türlerinin temizlenmesinde, hidrojen ve lipid hidroperoksitlerin azaltılmasında rol almaktadır. Selenyum bu işlevleri sayesinde, kardiyovasküler hastalıkların ilerlemesini geciktirebilmekte, hücrenin büyüme ve çoğalma sürecini sağlıklı ilerletmekte, mitokondriyal işlevini yerine getirmede rol almaktadır. Selenyum elementi, süperoksit anyon/nitrik oksit dengesini sağlamak adına endotelial nitrik oksit sentaz ekspresyonunu ve fosforilasyonunu artırabilmekte ve hücre adezyon moleküllerinin ekspresyonunu yöneterek hücre adezyonunu organize edebilmektedir. Bu şekilde endotelial hücrelerin yapısı ve fonksiyonelliği normalliğini sürdürebilmektedir. Yapılan çalışmalarda selenyumun in vitro insan kardiyomiyositlerinde bozulmuş mitokondriyal işlev ile bağımsız bağlantısı olduğu düşünülmektedir (Zhang vd., 2023). Araştırmacılar, kardiyomiyopati ve ventriküler fibrilasyon sebebiyle hayatını kaybeden bir hastanın dosyasını baktığında, hastanın selenyum konsantrasyonlarında yetersizlikle kardiyomiyopatinin doğrudan bağlantılı olduğunu görmüşlerdir (Fleming vd., 1982).

Yüksek selenyum miktarlarının kardiyovasküler cerrahi esnasında iskemi-reperfüzyon hasarı sonrası miyokardiyal koruma ile bağlantılı olabileceği gösterilmektedir. Kardiyovasküler hastalıklar ve tedavisi için selenyum (Se), çinko (Zn) ve bakır (Cu) gibi eser elementler üzerine detaylı araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Araştırmaların sonuçlarına bakıldığında çinko ve selenyum eser elementlerinin yetersizliğinde metaloenzim bazı

antioksidan sisteminin savunmasında, bağışıklığında ve doku onarımında olumsuz etkisi olabileceği görülmüştür. Çinkonun işlevlerine bakıldığında, kalp hücrelerine zararı olduğu görülen hidroksil radikallerinin ortaya çıkmasını azaltmaktadır. Yapılan çalışmalara bakıldığında selenyum, çinko ve bakır gibi eser elementlerin atriyal fibrilasyon gibi postoperatif süreçte oluşabilecek komplikasyonlarda etkisi olabileceği görülmüştür (Hennig vd., 1996; Mazaheri-Tehrani vd., 2024).

Demir (Fe) elementi, insan vücudunda en yüksek düzeyde bulunan eser elementtir. Demir elementinin, oksijen taşınımı, mitokondriyal solunum ve oksidatif fosforilasyon gibi birden fazla fizyolojik olayda rolü bulunmaktadır. Birden fazla enzim ve işlevsel proteinin esas kofaktörü olarak işlev görmektedir. İnsan organizmasında demir elementinin düşük veya yüksek miktarlarda bulunması durumunun birden fazla kardiyovasküler hastalıklarla bağlantılı olduğu ifade edilmektedir. Kardiyomiyositokondriyal fonksiyon ve enerji desteği demir elementinin yetersizliğinde olumsuz yönde etkilenecek kardiyak disfonksiyon sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Li & Zhang, 2021).

Manganez (Mn) elementi, hidrolazlar, ligazlar ve liyazlar gibi birden fazla enzimin kofaktörü olarak görev almaktadır. Protein glikozilasyonu ve lipit sentezi gibi metabolik olaylarla da bağlantısı bulunmaktadır. Manganez elementinin vaskülopretektif işlevlerini oksidatif stresin düşürülmesinde rol alarak sağladığına dair görüşler bulunmaktadır (Wechselberger vd., 2023).



3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Tasarımı, Yeri ve Zamanı

Bu çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde Ocak 2025-Mart 2025 tarihleri arasında toplanan veriler ile gerçekleştirilmiştir. Elektif kapak cerrahisi geçiren hastalarda bazı eser element seviyelerinin preoperatif ve postoperatif dönemdeki değişimlerini incelemeye yönelik prospektif, gözlemsel ve analitik bir araştırma olarak düşünülmüştür. Çalışma tek merkezli yürütülmüş olup, hastaların operasyon öncesi ve sonrası süreçlerde biyokimyasal değerlendirmeleri yapılmıştır.

3.2. Etik Kurul Onayı

Bu çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 15.03.2024 tarihli ve 2024-4871 numaralı karar ile onaylanmış ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından 24YL18005 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen tüm uygulamalar etik kurul protokolüne uygun biçimde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan tüm hastalara detaylı sözlü bilgilendirme yapılmış ve yazılı bilgilendirilmiş onam formu alınmıştır.

3.3. Evren ve Örneklem

3.3.1. Evren

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'ne kalp kapak hastalığı tanısı ile yatışı gerçekleştirilen hastalardan 40-75 yaş arasındaki erkek ve kadın hastalar araştırmaya dahil edilmiştir.

3.3.2. Örneklem

Belirlenen kriterlere uygun toplam 46 hasta araştırmaya dahil edilmiştir.

3.3.3. Araştırmaya katılma kriterleri:

- Meram Tıp Fakültesi Kardiyoloji ve Kalp Damar Cerrahisi Konseyinde cerrahi müdahale kararı verilen, kalp kapak hastalığı tanısı alan hastalar,
- İlk kez opere olacak olan, preoperatif aktif enfeksiyonu olmayan, kanama diyatezi ve kronik hastalığı olmayan, elektif şartlarda operasyona alınan hastalar,
- 40-75 yaş arasında olan,
- Erkek/ kadın hastalar çalışmaya dahil edilecektir.

3.3.4. Araştırma dışı bırakılma kriterleri:

- Hipertansiyon, akut-kronik böbrek hastalığı, nefrotik proteinüri, periferik arter hastalığı, serebrovasküler hastalık, malignite, karaciğer hastalığı, romatolojik hastalık tanısı almış olan; antioksidan, lipid düşürücü ilaç kullanmakta olan hastalar çalışma dışı bırakılacaktır.

3.3.5. Veri toplama süreci ve değerlendirilen parametreler

- Her hastadan 3 ayrı zaman biriminde (t1- preoperatif dönem- sabah 08.00, t2- postoperatif 1. gün- sabah 08.00, t3- postoperatif 5. gün- sabah 08.00'de) n kol venöz hattan alınan venöz kan örnekleri alınmıştır. Alınan kan örnekleri uygun koşullarda santrifüj edilerek plazmaları ayrılmış ve -80°C'de analiz gününe kadar saklanmıştır.



şekil 3.1. Kan rneklerinin santrifüj edilmesi

Çalışmaya dahil edilen hastaların klinikte preoperatif/ postoperatif rutin olarak istenen biyokimya analizinde; Aspartat Aminotransferaz (AST), Alanin Aminotransferaz (ALT), Kreatinin, re, Glomeruler Filtrasyon Hızı (GFR), C Reaktif Protein (CRP), elementler (Sodyum, Kalsiyum, Magnezyum, Fosfor, Potasyum vs.) ve hemogram (tam kan) değerlendirilmiştir.

3.3.6. İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizi IBM SPSS Statistics 20.0 kullanılarak yapılmıştır. Parametrelerin dağılımlarını değerlendirmek amacıyla Shapiro-Wilk normalite testi uygulanmıştır. Gruplar arasındaki farkın kontrolünde Tekrarlı Ölçüm ANOVA testinden faydalanılmıştır. Sferisite varsayımının ihlal edildiği durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmeleri uygulanmış ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile yapılmıştır.





4.BULGULAR

Bu çalışmada, elektif kapak cerrahisi geçiren hastaların her birinden preoperatif dönemde, postoperatif 1. günde ve postoperatif 5. günde olmak üzere üç farklı zamanda kan örnekleri alınmış, biyokimyasal ve hematolojik parametreleri analiz edilmiştir. Araştırmada söz konusu parametrelerin zaman içinde gösterdiği değişimlerin hem klinik hem de istatistiksel olarak değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Parametrelerin dağılımlarını değerlendirmek amacıyla Shapiro-Wilk normalite testi uygulanmıştır. Test sonuçlarına göre birçok değişkenin dağılımı istatistiksel olarak normal kabul edilmemektedir ($p<0,05$). Ancak örneklem sayısının 30'un üzerinde olması, Merkezi Limit Teoremi gereği dağılımın normal kabul edilebileceği bir durumu ortaya koymaktadır. Merkezi Limit teoremi'ne göre, örneklem 30'un üzerinde olduğunda örneklem ortalamalarının dağılımı normal dağılıma yaklaşmaktadır. Bu nedenle, Shapiro-Wilk testinde dağılım normallik göstermese de, örneklem büyüklüğü nedeniyle parametrik testlerin uygulanabilir olduğu kabul edilmektedir (Kwak & Kim, 2017).

Bu teoremden yola çıkarak zaman içindeki ölçümlerin karşılaştırılması amacıyla Tekrarlı Ölçüm ANOVA (Repeated Measures ANOVA) tercih edilmiştir. Sferisite varsayımının ihlal edildiği durumlarda Greenhouse-Geisser düzeltmeleri uygulanmış ve çoklu karşılaştırmalar Bonferroni testi ile yapılmıştır.

Bazı parametrelerde dağılımın sağa çarpık olması (CRP) veya örneklem büyüklüğünün yeteri kadar olmaması (MDA,VIP, GSHPX, HSCTNT değerlerinin) nedeniyle bu parametrelerde ek olarak ayrı bir şekilde log-dönüşüm kullanılmıştır.

4.1. Katılımcıların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet vb)

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'ne kalp kapak hastalığı tanısı ile yatışı gerçekleştirilen hastalardan 40-75 yaş arasındaki 31 erkek ve 18 kadın hasta araştırmaya dahil edilmiş ve kan örnekleri alınmıştır.

4.2. Preoperatif ve postoperatif kan değerleri düzeyleri

Selenyum

Tablo 4.1. Selenyum düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	52,37 $\pm$ 14,87

Postoperatif 1. Gün	40,22 ±10,57
Postoperatif 5. Gün	39,37±9,02

Selenyum düzeylerine bakıldığında anlamlı ve orta-büyük büyüklükte bir azalma gözlenmektedir. Tekrarlı ölçüm ANOVA analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak zaman etkisi anlamlı bulunmuştur ($F(2,90)=53,468$; $p<0,001$; kısmi $\eta^2=0,543$) (Tablo 4.1.)

Glomerüler Filtrasyon Hızı (GFR)

Tablo 4.2. Glomerüler Filtrasyon Hızı (GFR) düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama ± SS
Preoperatif Zaman	68,13 ± 21,86
Postoperatif 1. Gün	72,46 ± 26,53
Postoperatif 5. Gün	80,17 ± 29,02

GFR değerleri incelendiğinde zamanla artış gösterdiği gözlenmiştir. Özellikle postoperatif 5. günde GFR değerinin ortalamasının belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Tekrarlı ölçüm ANOVA analizi sonucunda bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=6,055$; $P=0,003$; $\eta^2=0,123$). Bonferroni post-hoc testine göre preoperatif ve postoperatif 5. gün sonuçları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p=0,005$) (Tablo 4.2.) (Tablo 4.11.).

İkterik

Tablo 4.3. İkterik düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama ± SS
Preoperatif Zaman	1,07±0,50
Postoperatif 1. Gün	1,18±0,76
Postoperatif 5. Gün	1,02±0,51

İkterik değerleri incelendiğinde postoperatif 1. günde artış olduğu ilerleyen süreçte postoperatif 5. Günde ise belirgin düşüş olduğu görülmüştür. Fakat ANOVA sonucuna göre bu değişimde istatistiksel olarak anlamlılık görülememiştir ($F=1,895$; $p=0,157$; $\eta^2=0,043$) (Tablo 4.3.) (Tablo 4.11.).

Lipemik

Tablo 4.4. Lipemik düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	14,48 $\pm$ 8,95
Postoperatif 1. Gün	12,30 $\pm$ 11,87
Postoperatif 5. Gün	9,43 $\pm$ 4,06

Lipemik değerleri incelendiğinde zamanla lipemik düzeyinin kademeli azaldığı görülmüştür. Ancak tekrarlı ölçüm ANOVA sonucuna göre bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($F=4,263$; $p=0,017$; $\eta^2=0,090$) (Tablo 4.4.) (Tablo 4.11.).

Üre ve Kreatinin

Tablo 4.5. Üre ve Kreatinin düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Üre (Ortalama $\pm$ SS)	Kreatinin (Ortalama $\pm$ SS)
Preoperatif Zaman	43,97 $\pm$ 22,38	1,27 $\pm$ 1,18
Postoperatif 1. Gün	47,19 $\pm$ 33,16	1,21 $\pm$ 0,95
Postoperatif 5. Gün	52,60 $\pm$ 30,23	1,20 $\pm$ 1,13

Üre düzeylerinde artış gözlenmesine rağmen tekrarlı ölçüm ANOVA analizinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($F= 1,355$; $p=0,263$; $\eta^2 =0,031$). Kreatinin düzeylerinde de anlamlı bir değişim gözlenmemiştir ($F=0,537$; $p=0,586$; $\eta^2 =0,012$) (Tablo 4.5.) (Tablo 4.11).

Aspartat Aminotransferaz (AST) ve Alanin Aminotransferaz (ALT)

Tablo 4.6. AST ve ALT düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	AST (Ortalama $\pm$ SS)	ALT (Ortalama $\pm$ SS)
Preoperatif Zaman	28,83 $\pm$ 24,80	21,54 $\pm$ 21,94
Postoperatif 1. Gün	49,65 $\pm$ 34,78	23,03 $\pm$ 19,15
Postoperatif 5. Gün	40,20 $\pm$ 26,43	27,97 $\pm$ 24,25

AST düzeyine bakıldığında erken dönemde (postoperatif 1. gün) istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmektedir. Postoperatif 5. günde ise kısmi düşüş olmasına rağmen hala preoperatif döneme göre yüksek olduğu görülmektedir ($F=8,591$; $p<0,001$; $\eta^2=0,167$) (Tablo 4.6.) (Tablo 4.11). ALT değerlerine bakıldığında da zaman içinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir fakat postoperatif 5. güne doğru artış eğilimi görülmektedir ($F=1,379$; $p=0,257$; $\eta^2=0,031$) (Tablo 4.6.) (Tablo 4.11.).

C- Reaktif Protein (CRP)

Tablo 4.7. CRP düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	12,05 $\pm$ 16,61
Postoperatif 1. Gün	48,01 $\pm$ 60,08
Postoperatif 5. Gün	129,90 $\pm$ 61,53

CRP düzeylerine bakıldığında, zaman ilerleyişiyle belirgin ve kademeli bir artış olduğu gözlenmiştir. Tekrarlı ölçüm ANOVA analizine ve log-dönüşüm kullanıldıktan sonra ulaşılan sonuçlara göre bu artış istatistiksel olarak anlamlıdır ($F=93,817$; $p<0,001$; $\eta^2=0,686$) (Tablo 4.7.) (Tablo 4.11.).

Potasyum

Tablo 4.8. Potasyum düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	4,21 $\pm$ 0,41
Postoperatif 1. Gün	4,31 $\pm$ 0,56
Postoperatif 5. Gün	3,64 $\pm$ 0,51

Potasyum düzeylerinde ölçüm zamanları arasında anlamlı bir zaman etkisi gözlemlendi ve postoperatif ilerleyen dönemde belirgin bir düşüş gözlenmiştir ($F=26,551$; $p<0,001$; $\eta^2=0,382$) (Tablo 4.8.) (Tablo 4.11.).

Kalsiyum

Tablo 4.9. Kalsiyum düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	8,90 $\pm$ 0,54
Postoperatif 1. Gün	8,40 $\pm$ 0,76
Postoperatif 5. Gün	8,30 $\pm$ 0,71

Kalsiyum düzeylerine bakıldığında, cerrahi müdahaleyle birlikte zamanla anlamlı farklılık görüldü. Postoperatif ilerleyen süreçte hafif düşüş eğilimi mevcuttur ($F=14,683$; $p<0,001$; $\eta^2=0,255$) (Tablo 4.9) (Tablo 4.11.).

Sodyum

Tablo 4.10. Sodyum düzeylerinin zamana göre ortalaması

Zaman	Ortalama $\pm$ SS
Preoperatif Zaman	138,77 $\pm$ 2,90
Postoperatif 1. Gün	140,48 $\pm$ 3,59
Postoperatif 5. Gün	138,07 $\pm$ 4,01

Sodyum düzeylerine bakıldığında zaman içinde anlamlı değişiklik görülmektedir. Tekrarlı ölçüm ANOVA sonuçlarına göre bu artış istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlenmiştir ($F=7,453$; $p=0,001$; $\eta^2=0,148$) (Tablo 4.10.) (Tablo 4.11.)

Oksidatif stres ve antioksidan parametreleri (MDA, VIP, GSH-PX, hs-cTnT)

MDA, VIP, GSH-PX ve hs-cTnT değerlerinin istatistiksel analizlerinde dağılımın normal olmaması ve bu parametrelerde örneklem sayısının yeterli olmaması ($n=27$) nedeniyle bu değişkenlere logaritmik dönüşüm uygulanmıştır sonucunda anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.11.).

4.3. Değişimlerin istatistiksel analizi

Tablo 4.11. Parametrelerin İstatistiksel Analizi

Parametre	F Değeri	p Değeri	η^2 (Etki Büyüklüğü)
Selenyum	53,468	<0,001	0,543
Kalsiyum	14,683	<0,001	0,255
Potasyum	26,551	<0,001	0,382
Sodyum	7,453	0,001	0,148
CRP (log)	93,817	<0,001	0,686
AST	8,591	<0,001	0,167
ALT	1,379	0,257	0,031
İkterik	1,895	0,157	0,043
Lipemik	4,263	0,017	0,090
GFR	6,055	0,003	0,123
Üre	1,355	0,263	0,031
Kreatinin	0,537	0,586	0,012
MDA (log; n=27)	-	ns	-
VIP (log; n=27)	-	ns	-
GSH-PX (log; n=27)	-	ns	-
HS-CTNT (log; n=27)	-	ns	-

Tablo 4.12. Zamanlar arasındaki istatistiksel karşılaştırma

Parametre	Preop/ Post 1. Gün	Preop/ Post 5. Gün	Post 1. Gün/ Post 5. gün	İstatiksel Anlamlılık
Selenyum	p<0,001 (azalış)	p<0,001 (azalış)	p (ns) (azalış-düşük)	Evet (preop/postop 1.gün, preop/postop 5. Gün)
Kalsiyum	p=ns (azalış)	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	Hayır
Potasyum	p= ns (artış-düşük)	p<0,001 (azalış)	p<0,001 (azalış)	Evet (preop/ postop 5.gün, postop 1. Gün/postop 5. Gün)
Sodyum	p= ns (artış)	P=0,033 (artış)	P= ns (artış)	Evet (preop/ post 5. Gün)
CRP	p<0,001 (artış)	p<0,001 (artış)	p<0,001 (artış)	Evet (hepsi)
AST	p<0,001 (artış)	p=0,006 (artış)	p= ns (azalış)	Evet (preop/postop 5. Gün, preop/postop 1.gün)
ALT	p= ns (artış)	p= ns (artış)	p=0,046 (artış)	Evet (postop 1.gün/postop 5. Gün)
İkterik	p= ns (artış-düşük)	p= 0,042 (azalış)	p= ns (azalış)	Evet (preop/ postop 5. Gün)
Lipemik	p= ns (azalış)	p=0,026 (azalış)	p= ns (azalış)	Evet (preop/postop 5. Gün)
GFR	p= ns (artış)	p=0,012 (artış)	p= ns (artış)	Evet (preop/postop 5. Gün)
Üre	p= ns (artış)	p= ns (artış)	p= ns (artış)	Hayır
Kreatinin	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	Hayır
MDA	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	p= ns (artış)	Hayır
VIP	p= ns (azalış)	p= ns (artış)	p= ns (artış)	Hayır
GSH-PX	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	p= ns (azalış)	Hayır
hs-cTnT	p= ns (artış)	p= ns (artış)	p= ns (artış)	Hayır

5. TARTIŞMA

Araştırmalara bakıldığında kalp hastalığı olarak da bilinen kardiyovasküler problemler, tüm dünyada ölüm ve hastalıkların önde gelen sebeplerindendir (Ali vd., 2024). Birçok ülke gibi Türkiye’de kardiyovasküler ölüm ve hastalığın yüksek olduğu ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu nedenle kardiyovasküler hastalıkların tanı ve tedavi süreci insan sağlığı için büyük öneme sahip olmaktadır (Tokgozoglu vd., 2021). Kardiyovasküler hastalıkların iyileştirilmesinde çeşitli tedavi yöntemleri uygulanmaktadır. Bu tedavi yöntemlerinden cerrahi müdahale yöntemi kardiyovasküler hastalıkların tedavi sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Kalp ve damar cerrahisi, kalp ve damar cerrahisi uzmanları tarafından uygulanan kalp ve dört önemli damarla ilgili hastaların cerrahi tedavisi olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ve araştırmaların artmasıyla kalp cerrahisi oldukça çeşitli müdahale yöntemlerini içermektedir. Kalp cerrahisi müdahale sürecinde hastalar üzerinde çeşitli etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Bu nedenle her ihtimalin göz önünde bulundurulup sürecin yönetilmesi gerekmektedir (Senst vd., 2025).

Bu çalışmada daha spesifik şekilde kalp kapak hastalığı tanısı almış ve elektif kapak cerrahisi uygulanan hastalarda preoperatif zaman, postoperatif 1. gün ve postoperatif 5. gün olmak üzere üç farklı zaman diliminde alınan kan örneklerinin analiziyle hematolojik ve biyokimyasal parametreler değerlendirilerek, kapak cerrahisinin kısa vadeli fizyolojik etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Çalışmamızın temel amacı, kapak cerrahisinin hastaların vücut sistemleri üzerindeki erken dönem değişimlerini istatistiksel olarak analiz ederek klinik karar süreçlerine katkı sağlayabilecek biyobelirteçleri belirleyerek hastaların tedavi süreçlerinin olumlu yönde ilerlemesine katkı sağlayabilmektir.

Literatüre bakıldığında güncel derlemelerden biri olan Mazaheri-Tehrani ve ark. tarafından yapılan sistematik inceleme ve meta-analiz incelendiğinde eser elementlerin kardiyovasküler sağlığın sürdürülmesindeki etkisi düşünüldüğünde, açık kalp cerrahisi sonrasındaki önemli rolleri de göz önüne alınarak eser elementlerin düzeylerindeki değişiklikler üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Kalp cerrahisi sonrasındaki değerlendirme sürecinde elde edilen sonuçlara bakıldığında sonuçların çeşitlilik gösterdiği, kesin sonuçlara ulaşılmadığı ve çalışmaların hala sürdürüldüğü görülmüştür. Bu derlemede, eser elementlerden bakır (Cu), çinko (Zn) ve selenyum (Se) eser elementlerinin açık kalp cerrahisi sürecindeki seviyeleri üzerine yapılan çalışmaların sonuçları incelenip değerlendirilmiştir. Çalışmaların analiz sonuçlarına göre bakır (Cu), çinko (Zn) ve selenyum (Se)

konsantrasyonlarının postoperatif ilk 24 saat içerisinde, preoperatif zamana göre anlamlı derecede düşük olduğu sonuçlarına ulaşıldığını belirtmişlerdir. Postoperatif ilerleyen süreçte ise eser element seviyelerinin daha iyi seviyelere ulaştığı sonuçlarının görüldüğü belirtilmiştir (Mazaheri-Tehrani vd., 2024).

Çalışmamızda selenyum düzeyi incelendiğinde preoperatif süreçten postoperatif 5. güne kadar anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Cerrahi müdahale sürecine bağlı olarak hastalarda oksidatif stres artışı görülebilmektedir. Selenyumun antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri sebebiyle cerrahi müdahale sonrasında görülebilen bu oksidatif stres artışı esnasında rolü olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle cerrahi müdahale sonrasında selenyum düzeylerinde düşüş olabileceği düşünülmektedir. Yapılan araştırmalara bakıldığında selenyum düzeylerindeki düşüşe müdahale edilmediği durumda bireylerin iyileşme sürecinin uzayabileceği belirtilmektedir ve bu konuda hala çalışmalara devam edilmektedir (Sarhan vd., 2024).

Çalışmamızda GFR düzeyi incelendiğinde preoperatif süreçten postoperatif 5. güne kadar düzeyin geç dönemde anlamlı artış gösterdiği görülmektedir. Kalp cerrahisi sonrası gözlenen bu artış, kardiyak debinin artmasına bağlı olarak böbreklere gelen kan akımının artması ile açıklanabilmektedir. Bu hemodinamik iyileşmenin göstergesi olarak da görülebilmektedir. Ancak GFR seviyesinin fazla yükselmesi bazı hastalarda böbrek hasarına da neden olabilmektedir. Akut böbrek hasarı, kalp cerrahi müdahalesi sonrasında ortaya çıkabilen yaygın ve kritik bir etki olarak belirtilmektedir. Bu hasarı belirleyebilmek bazı biyobelirteçler bulunmaktadır. Glomerüler filtrasyon hızı (GFR), bu belirteçlerden biri olarak belirtilmektedir. Glomerüler filtrasyon hızı seviyesi, böbrek fonksiyonlarındaki problemleri farkedilmesi, tanılanması ve tedavi süreçlerinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Ancak klinik pratikte GFR değerinin doğrudan ölçülmesinin kolay olmaması sebebiyle serum kreatinin, yaş, kilo, cinsiyet gibi birden fazla değişkenler göz önünde bulundurularak bulunan tahmini GFR'nin (eGFR) kullanılması önerilmektedir. eGFR değeri göz önünde bulundurularak hastada böbrek hasarı mevcutsa bunun fark edilmesi, tanılanması, perioperatif bakımın uygun şekilde sağlanması ve postoperatif sürecin sağlıklı bir şekilde ilerletilmesi sağlanmaktadır. (Jo vd., 2019; Yuan, 2019).

Çalışmamızda CRP düzeylerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı artışlar gözlenmiştir. Tüm zamanlar arasında fark bulunması, sistemik inflamasyonun zamanla artış gösterdiğini, akut faz yanıtının aktive olduğunu ve müdahale sürecinde organizmanın

inflamatuvar bir yanıt oluşturduğunu düşündürmektedir. C-Reaktif Protein (CRP), vücutta oluşan bir inflamasyon belirteci olarak tanımlanmaktadır ve birçok faktörden etkilenmektedir. CRP'nin kalp cerrahisi sonrasında gelişen özellikle atriyal fibrilasyonu belirlemedeki görevini anlamak üzere yapılan birden fazla çalışma bulunmaktadır. Öztürk ve ark. tarafından yapılan sistematik inceleme ve meta-analiz incelendiğinde yapılan araştırmada CRP'nin kalp cerrahisi öncesi ve sonrasında inflamasyonun önemli bir belirteci olduğu belirtilmektedir. Kalp cerrahisi sonucu gelişen atriyal fibrilasyon ile cerrahi müdahale öncesi serum CRP düzeyi ile bağlantılı olduğu görülmektedir (Öztürk, 2015). Santonocito ve ark. tarafından yapılan çalışma incelendiğinde önemli büyük cerrahi müdahaleler sonrasında hastalarda serum CRP düzeyinin postoperatif ilk hafta içerisinde yükseldiği sonucuna ulaştıkları görülmüştür (Santonocito vd., 2014).

AST ve ALT değerleri incelendiğinde, AST değerinin zamanlar arasında farklılık gösterdiği ve anlamlı artışlar olduğu görülmektedir. Bu artış karaciğer hücre membran bütünlüğünün bozulduğuna ve hepatosellüler hasarın başladığına işaret edebilmektedir. ALT değerinde de zamanla artış olduğu gözlenmiştir ve daha geç dönemde karaciğer metabolizmasında artan yükü gösterebilmektedir. Fakat bu değerlerdeki artışların patolojik düzeylerde olmaması klinik açıdan bir problem olmayıp daha çok cerrahi sonrası fizyolojik adaptasyon olduğunu düşündürmektedir. Sabzi ve ark. tarafından yapılan çalışmaya bakıldığında, açık kalp cerrahisi sonrasında karaciğerde etkilenme olabildiği ve buna bağlı karaciğer serum belirteçlerinin etkilenebildiği görülmektedir. Açık kalp cerrahisi sonrasında AST ve ALT değerlerinin artış gösterdiği belirtilmektedir (Sabzi & Faraji, 2015).

Çalışmada, ikterik ve lipemik değerlerinde operasyon sonrası anlamlı düşüş görülmektedir. İkterik değerlerindeki düşüş karaciğer metabolizmasındaki işlevlerinde olumlu bir ilerleyiş olduğunu düşündürebilmektedir. Lipemik değerlerindeki düşüş yağ metabolizmasındaki işlevlerinde olumlu bir etki olduğunu düşündürebilmektedir.

Çalışmamızda sodyum elementi düzeyine bakıldığında anlamlı bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu artış kapak cerrahisi sonrasında sıvı-elektrolit dengesinin yeniden yapılandığını gösterebilmektedir. Kalsiyum elementi düzeyine bakıldığında zaman ilerleyişiyle bir düşüş olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler olduğu görülmüştür. Bu değişiklikler dikkate alınmalıdır. Çünkü cerrahi müdahale kalsiyum düzeylerini etkileyebilecek birden fazla çeşitli duruma neden olabilmektedir. Potasyum düzeylerine bakıldığında ise zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ve zamanla hafif

düşüş olduğu gözlenmiştir. İnsan vücudunda potasyum element düzeyinin belirli fizyolojik sınırlarda tutulması özellikle kardiyak sağlığın sürdürülmesi için büyük öneme sahiptir. Potasyum düzeylerinde büyük farklılıkların olmaması kalp cerrahisine bağlı elektrolit kayıplarının olmadığını düşündürebilmektedir (Rafaqat vd., 2022).

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde kapak cerrahi müdahalesinin bazı biyokimyasal parametrelerde anlamlı etkiler oluşturduğu; bazı değerlerde ise anlamlılığa yakın klinik eğilimlerin olduğu görülmektedir. Çalışmada anlamlı fark özellikle preoperatif dönem ve postoperatif 5. Günde elde edilen veriler arasında görülmektedir, bu da müdahalenin geç dönem etkisinin daha belirgin olduğunu düşündürmektedir. Fakat daha belirgin sonuçlar için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu çalışma sonucunda, tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde kapak cerrahi müdahalesinin bazı biyokimyasal parametrelerde anlamlı etkiler oluşturduğu; bazı değerlerde ise anlamlılığa yakın klinik eğilimlerin olduğu görülmektedir. Çalışmada anlamlı fark özellikle preoperatif dönem ve postoperatif 5. günde elde edilen veriler arasında görülmektedir, bu da müdahalenin geç dönem etkisinin daha belirgin olduğunu düşündürmektedir.

6.2. Öneriler

Elde edilen bulguların daha net sonuçlar oluşturabilmesi adına daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışmanın daha geniş örneklemlemlerle tekrarlanmasının ve daha uzun dönemli takibinin sağlanmasının, sonuçların genellenebilirliğini arttırabileceğini ve araştırmalara daha fazla katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abbaspour, N., Hurrell, R., & Kelishadi, R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *Journal of research in medical sciences : the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 19(2), 164-174.
- Ahrens, I., Ellwanger, C., Smith, B. K., Bassler, N., Chen, Y. C., et al. (2008). Selenium supplementation induces metalloproteinase-dependent L-selectin shedding from monocytes. *Journal of Leukocyte Biology*, 83(6), 1388-1395. <https://doi.org/10.1189/jlb.0707497>
- Al-Fartusie, F. S., & Mohssan, S. N. (2017). Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body. *Indian Journal of Advances in Chemical Science*, 5(3), 127-136. <https://doi.org/10.22607/IJACS.2017.503003>
- Ali, Md. L., Sadi, M. S., & Goni, Md. O. (2024). Diagnosis of heart diseases: A fuzzy-logic-based approach. *PLOS ONE*, 19(2), e0293112. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0293112>
- Apostolidou, E., Maslow, A. D., & Poppas, A. (2017). Primary mitral valve regurgitation: Update and review. *Global cardiology science & practice*, 2017(1), e201703. <https://doi.org/10.21542/gcsp.2017.3>
- Bacha, E., & Farr, M. (2024). The Future of Pediatric and Adult Heart Transplantation: Perspective From the United States. *Circulation*, 149(5), 339-341. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.065450>
- Bakır, İ. (2014). Kalp Kapak Hastalıkları, Mitraklip: Kalp Cerrahisi Bakışı. *Türkiye Klinikleri Journal of Cardiovascular Surgery Special Topics*, 6(1), 72-76.
- Balachandran, K., Sucosky, P., & Yoganathan, A. P. (2011). Hemodynamics and Mechanobiology of Aortic Valve Inflammation and Calcification. *International Journal of Inflammation*, 2011, 1-15. <https://doi.org/10.4061/2011/263870>
- Benstoem, C., Goetzenich, A., Kraemer, S., Borosch, S., Manzanares, W., et al. (2015). Selenium and Its Supplementation in Cardiovascular Disease—What do We Know? *Nutrients*, 7(5), 3094-3118. <https://doi.org/10.3390/nu7053094>
- Borik, S., Crean, A., Horlick, E., Osten, M., Lee, K.-J., et al. (2015). Percutaneous Pulmonary Valve Implantation: 5 Years of Follow-Up. *Circulation: Cardiovascular Interventions*, 8(2). <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001745>
- Dahou, A., Levin, D., Reisman, M., & Hahn, R. T. (2019). Anatomy and Physiology of the Tricuspid Valve. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 12(3), 458-468. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.07.032>
- Davidson, L. J., Tang, G. H. L., Ho, E. C., Fudim, M., Frisoli, T., et al. (2024). The Tricuspid Valve: A Review of Pathology, Imaging, and Current Treatment Options: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 149(22). <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001232>
- Dhaduk, N., Chaus, A., Williams, D., Vainrib, A., & Ibrahim, H. (2024). Secondary Mitral Regurgitation: Diagnosis and Management. *US Cardiology Review*, 18. <https://doi.org/10.15420/usc.2022.34>
- Donal, E., & Vasileios, P. (2021). Interaction between mitral valve apparatus and left ventricle. Functional mitral regurgitation: A brief state-of-the-art overview. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 30(10), 991-997. <https://doi.org/10.17219/acem/143324>
- El Sabbagh, A., Reddy, Y. N. V., & Nishimura, R. A. (2018). Mitral Valve Regurgitation in the Contemporary Era. *JACC: Cardiovascular Imaging*, 11(4), 628-643. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.01.009>
- Eleid, M. F., Nkomo, V. T., Pislaru, S. V., & Gersh, B. J. (2023). Valvular Heart Disease: New Concepts in Pathophysiology and Therapeutic Approaches. *Annual Review of Medicine*, 74(1), 155-170. <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042921-122533>
- Fakhrolmobasheri, M., Mazaheri-Tehrani, S., Kieliszek, M., Zeinalian, M., Abbasi, M., et al. (2022). COVID-19 and Selenium Deficiency: a Systematic Review. *Biological Trace Element Research*, 200(9), 3945-3956. <https://doi.org/10.1007/s12011-021-02997-4>
- Fathallah, M., & Krasuski, R. A. (2017). Pulmonic Valve Disease: Review of Pathology and Current Treatment Options. *Current Cardiology Reports*, 19(11), 108. <https://doi.org/10.1007/s11886-017-0922-2>

- Fleming, C. R., Lie, J. T., McCall, J. T., O'Brien, J. F., Baillie, E. E., et al. (1982). Selenium deficiency and fatal cardiomyopathy in a patient on home parenteral nutrition. *Gastroenterology*, 83(3), 689-693.
- Gumpangseth, T., Lekawanvijit, S., & Mahakkanukrauh, P. (2020). Histological assessment of the human heart valves and its relationship with age. *Anatomy & Cell Biology*, 53(3), 261-271. <https://doi.org/10.5115/acb.20.093>
- Gumpangseth, T., Mahakkanukrauh, P., & Das, S. (2019a). Gross age-related changes and diseases in human heart valves. *Anatomy & Cell Biology*, 52(1), 25. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.25>
- Gumpangseth, T., Mahakkanukrauh, P., & Das, S. (2019b). Gross age-related changes and diseases in human heart valves. *Anatomy & Cell Biology*, 52(1), 25. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.1.25>
- Hamzaoglu, H. (2024). *Mitral Kapak Replasmanı Yapılan Hastalarda Posterior Kapak Korumasının Sol Ventrikül Fonksiyonu Üzerine Etkisi*. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Trabzon Tıp Fakültesi.
- Harky, A., Botezatu, B., Kakar, S., Ren, M., Shirke, M. M., et al. (2021). Mitral valve diseases: Pathophysiology and interventions. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 67, 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2021.03.008>
- Hennig, B., Toborek, M., & McClain, C. J. (1996). Antiatherogenic properties of zinc: Implications in endothelial cell metabolism. *Nutrition*, 12(10), 711-717. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(96\)00125-6](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(96)00125-6)
- Hinton, R. B., & Yutzey, K. E. (2011). Heart Valve Structure and Function in Development and Disease. *Annual Review of Physiology*, 73(1), 29-46. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-012110-142145>
- Holt, R. R., Uriu-Adams, J. Y., & Keen, C. L. (2012). Zinc. İçinde *Present Knowledge in Nutrition* (ss. 521-539). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119946045.ch34>
- Iaizzo, P. A. (Ed.). (2024). *Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices*. Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-72581-4>
- Islam, Md. R., Akash, S., Jony, M. H., alam, Md. N., Nowrin, F. T., et al. (2023a). Exploring the potential function of trace elements in human health: a therapeutic perspective. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 478(10), 2141-2171. <https://doi.org/10.1007/s11010-022-04638-3>
- Islam, Md. R., Akash, S., Jony, M. H., alam, Md. N., Nowrin, F. T., et al. (2023b). Exploring the potential function of trace elements in human health: a therapeutic perspective. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 478(10), 2141-2171. <https://doi.org/10.1007/s11010-022-04638-3>
- Jo, J.-Y., Ryu, S. A., Kim, J.-I., Lee, E.-H., & Choi, I.-C. (2019). Comparison of five glomerular filtration rate estimating equations as predictors of acute kidney injury after cardiovascular surgery. *Scientific Reports*, 9(1), 11072. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47559-w>
- Kisling, A., & Gallagher, R. (2024). Valvular Heart Disease. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 51(1), 95-109. <https://doi.org/10.1016/j.pop.2023.08.003>
- Kitala, K., Tanski, D., Godlewski, J., Krajewska-Włodarczyk, M., Gromadziński, L., et al. (2023). Copper and Zinc Particles as Regulators of Cardiovascular System Function—A Review. *Nutrients*, 15(13), 3040. <https://doi.org/10.3390/nu15133040>
- Kwak, S. G., & Kim, J. H. (2017). Central limit theorem: the cornerstone of modern statistics. *Korean journal of anesthesiology*, 70(2), 144-156. <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.2.144>
- Li, S., & Zhang, X. (2021). Iron in Cardiovascular Disease: Challenges and Potentials. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.707138>
- Lincoln, J., & Garg, V. (2014). Etiology of Valvular Heart Disease. *Circulation Journal*, 78(8), 1801-1807. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-14-0510>
- Liu, X., Wang, Y., Han, S., Zhang, Y., Zou, Y., et al. (2021). A Spatial Ecological Study on Serum Selenium and Keshan Disease in Heilongjiang Province, China. *Biological Trace Element Research*, 199(9), 3253-3261. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02478-0>
- Marchini, F., Meossi, S., Passarini, G., Campo, G., & Pavasini, R. (2023). Pulmonary Valve Stenosis: From Diagnosis to Current Management Techniques and Future Prospects. *Vascular Health and Risk Management*, Volume 19, 379-390. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S380240>

- Masironi, R. (1969). Trace elements and cardiovascular diseases. *Bulletin of the World Health Organization*, 40(2), 305-312.
- Mazaheri-Tehrani, S., Haghighatpanah, M. A., Abhari, A. P., Fakhrolmobasheri, M., Shekarian, A., et al. (2024). Dynamic changes of serum trace elements following cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 81, 127331. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2023.127331>
- Mohammadifard, N., Humphries, K. H., Gotay, C., Mena-Sánchez, G., Salas-Salvadó, J., et al. (2019). Trace minerals intake: Risks and benefits for cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(8), 1334-1346. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1406332>
- Moravvej, Z., Baradaran Rahimi, V., Azari, A., Rahsepar, A. A., Ghayour-Mobarhan, M., et al. (2022). Changes in serum zinc and copper concentrations in patients with cardiovascular disease following cardiac surgery. *Physiological Reports*, 10(19). <https://doi.org/10.14814/phy2.15483>
- Mori, S., & Shivkumar Kalyanam. (2022). *Atlas of Cardiac Anatomy* (1. bs, C. 1).
- Nazari, M., Ashtary-Larky, D., Nikbaf-Shandiz, M., Goudarzi, K., Bagheri, R., et al. (2023). Zinc supplementation and cardiovascular disease risk factors: A GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 79, 127244. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2023.127244>
- O'Donnell, A., & Yutzey, K. E. (2020a). Mechanisms of heart valve development and disease. *Development*, 147(13). <https://doi.org/10.1242/dev.183020>
- O'Donnell, A., & Yutzey, K. E. (2020b). Mechanisms of heart valve development and disease. *Development*, 147(13). <https://doi.org/10.1242/dev.183020>
- Öztürk, S. (2015). The role of C-reactive protein on detection of postoperative atrial fibrillation in cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 182-190. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2015.10082>
- Polat, C. (2015). Heart Valve Diseases and Nursing Care. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 6(1), 42-57. <https://doi.org/10.5543/khd.2015.004>
- Rafaqat, S., Rafaqat, S., Khurshid, H., & Rafaqat, S. (2022). Electrolyte's imbalance role in atrial fibrillation: Pharmacological management. *International Journal of Arrhythmia*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s42444-022-00065-z>
- Rodés-Cabau, J., Hahn, R. T., Latib, A., Laule, M., Lauten, A., et al. (2016). Transcatheter Therapies for Treating Tricuspid Regurgitation. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(15), 1829-1845. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.01.063>
- Sabzi, F., & Faraji, R. (2015). Liver Function Tests Following Open Cardiac Surgery. *Journal of cardiovascular and thoracic research*, 7(2), 49-54. <https://doi.org/10.15171/jcvtr.2015.11>
- Santonocito, C., De Loecker, I., Donadello, K., Moussa, M. D., Markowicz, S., et al. (2014). C-Reactive Protein Kinetics After Major Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 119(3), 624-629. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000263>
- Sarhan, A. M., Awad, A. K., Alassiri, A. K., Abd-Alkhaleq, M. S., Al-Asmar, R., et al. (2024). Efficacy of selenium on patients undergoing cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Cardiothoracic Surgery*, 19(1), 264. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02761-4>
- Senst, B., Kumar, A., & Diaz, R. R. (2025). *Cardiac Surgery*. StatPearls.
- Spinner, E. M., Shannon, P., Buice, D., Jimenez, J. H., Veledar, E., et al. (2011). In Vitro Characterization of the Mechanisms Responsible for Functional Tricuspid Regurgitation. *Circulation*, 124(8), 920-929. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.003897>
- Spinner, E. M., Sundareswaran, K., Dasi, L. P., Thourani, V. H., Oshinski, J., et al. (2011). Altered right ventricular papillary muscle position and orientation in patients with a dilated left ventricle. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 141(3), 744-749. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.05.034>
- Srinivasan, A., Wong, F., & Wang, B. (2024). Transcatheter aortic valve replacement: Past, present, and future. *Clinical Cardiology*, 47(1). <https://doi.org/10.1002/clc.24209>
- Standring Susan. (2020). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice* (42nd bs).

- Thiene, G., Basso, C., Rizzo, S., Della Barbera, M., Valente, M., et al. (Ed.). (2023). *Pathology of Cardiac Valve Disease*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-35498-4>
- Tokgozoglu, L., Kayikcioglu, M., & Ekinici, B. (2021). The landscape of preventive cardiology in Turkey: Challenges and successes. *American journal of preventive cardiology*, 6, 100184. <https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2021.100184>
- Turgut, S. (2024). *MİTRAL KAPAK CERRAHİSİ UYGULANAN HASTALARDA PREOPERATİF PULMONER ARTER BASINCININ POSTOPERATİF SONUÇLARA VE MORTALİTEYE ETKİSİ*. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilkent Şehir Hastanesi.
- Webb, J., Arden, C., & Chambers, J. B. (2015a). Heart valve disease in general practice: a clinical overview. *British Journal of General Practice*, 65(632), e204-e206. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X684217>
- Webb, J., Arden, C., & Chambers, J. B. (2015b). Heart valve disease in general practice: a clinical overview. *British Journal of General Practice*, 65(632), e204-e206. <https://doi.org/10.3399/bjgp15X684217>
- Wechselberger, C., Messner, B., & Bernhard, D. (2023). The Role of Trace Elements in Cardiovascular Diseases. *Toxics*, 11(12), 956. <https://doi.org/10.3390/toxics11120956>
- Wenn, P., & Zeltser, R. (2025). *Aortic Valve Disease*.
- Wołonciej, M., Milewska, E., & Roszkowska-Jakimiec, W. (2016). Trace elements as an activator of antioxidant enzymes. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*, 70, 1483-1498. <https://doi.org/10.5604/17322693.1229074>
- Wong, T. (2012). Parenteral trace elements in children. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 15(6), 649-656. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e3283582187>
- Yang, L., Yang, P., Lip, G. Y. H., & Ren, J. (2023). Copper homeostasis and cuproptosis in cardiovascular disease therapeutics. *Trends in Pharmacological Sciences*, 44(9), 573-585. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2023.07.004>
- Yuan, S.-M. (2019). Acute Kidney Injury after Cardiac Surgery: Risk Factors and Novel Biomarkers. *Brazilian journal of cardiovascular surgery*, 34(3), 352-360. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0212>
- Zhang, F., Li, X., & Wei, Y. (2023). Selenium and Selenoproteins in Health. *Biomolecules*, 13(5), 799. <https://doi.org/10.3390/biom13050799>

8. EKLER

8.1. EK 1 Etik Kurul Kararı

T.C. NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI	
Toplantı Sayısı: 194	Toplantı Tarihi: 15 Mart 2024

Karar Sayısı: 2024/4871: (Başvuru ID: 18392.R1) N.E.Ü. Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Fizyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ'ün "Elektif Kapak Cerrahisi Hastalarında Eser Elementlerdeki Preoperatif ve Postoperatif Değişiklikler" başlıklı yüksek lisans tez çalışması ile ilgili dilekçesi ve ekleri görüşüldü. Berfin PEKERMEN'in yüksek lisans tez çalışmasının N.E.Ü. Tıp Fakültesi Temel Tıp Bilimleri Bölümü Fizyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ'ün sorumluluğunda yürütülmesinin uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izinlerin alınması ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Prof. Dr. Z. Işık SOLAK GÖRMÜŞ

Yardımcı Araştırmacılar: Yüksek Lisans Öğrencisi Berfin PEKERMEN, Prof. Dr. Niyazi GÖRMÜŞ

ASLI GİBİDİR

15.03.2024

Prof. Dr. S. Sami AÇIKGÖZOĞLU
İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Etik Kurul Başkanı

EK 2 Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. Z. Işık Solak Görmüş sorumluluğunda yürütülecek olan “Elektif Kapak Cerrahisi Hastalarında Eser Elementlerdeki Preoperatif ve Postoperatif Değişiklikler” başlıklı araştırmaya davet edilmiş bulunuyorsunuz.

Hakkınızda Meram Tıp Fakültesi Kardiyoloji ve Kalp ve Damar Cerrahisi konseyinde cerrahi müdahale (bypass) kararı verilmiş olduğu için sizi bu araştırmaya davet etmekteyiz. Araştırmanın amacı; kalp kapak hastalıkları tedavisinde önemli bir müdahale olan kapak cerrahisi sürecinde, ameliyat öncesi ve sonrası süreçte vücut sıvılarınızda bulunan hayati derecede önemli eser elementlerin düzeylerinin incelenerek hastalar üzerindeki etkisini gözlemlemektir. Ayrıca bu araştırma kapsamında kanınızdaki bazı önemli maddelerin düzeyleri ile rahatsızlığınız arasındaki ilişki de araştırılmak istenmektedir.

Araştırmaya katılmayı kabul etmeniz halinde, size hâlihazırda kliniğin rutin bir uygulaması olan kan alma işlemi yapılacaktır. Bu işlem ameliyatınız öncesinde 1 defa ve ameliyatınız sonrasında 2 defa (1. ve 5. günlerde) olmak üzere toplamda 3 defa, ön kolunuzdaki toplardamarınızdan birer tüp kan numunesi olacak şekilde alınacaktır. Yani ameliyat öncesi hazırlık ve ameliyat sonrası kontroller için rutinde her gün klinikte alınacak olan kanlarınızdan sadece 3 günü bu çalışma kapsamında değerlendirilecektir. Kan alma işlemi bir miktar ağrıya sebep olabilir, sonrasında belki bir miktar morluk olabilir/ olmayabilir. Bu işlem son derece kısa sürecektir. Yorulduğunuzda dinlenmenize izin verilecektir. Göğüs ağrısı şikayetiniz olur ise testler sonlandırılacaktır.

Araştırmayı katılmayı kabul etmek suretiyle bu araştırmaya önemli bir katkı sağlamış olacaksınız. Size araştırma karşılığında herhangi bir ücret ödenmeyecektir, ayrıca sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir.

Bizimle paylaşacağınız bilgiler yalnızca bu araştırma amacıyla kullanılacak kişisel verilerinizin gizliliği protokol numarası ile korunacaktır. Katılımcı olmayı kabul etmeme ya da araştırma sürecinin bir aşamasında araştırmadan çekilme hakkınız vardır. Bu durumda sizden elde edilen veriler kullanılmayacaktır. Bu koşullarda araştırmaya katılmayı Kabul ettiğiniz takdirde, lütfen aşağıdaki bölümü doldurup imzalayınız.

Ben, yukarıda yazılanları okudum ve anladım. Çalışma ile ilgili olarak araştırmacılara soru sorma olanağı buldum ve sorduğum sorulara doyurucu yanıtlar aldım. Araştırma hakkında bilgi almak amacıyla Prof. Dr. Z. Işık Solak Görmüş’e “Meram Tıp Fakültesi Fizyoloji AD” adresinden ya da no’lu telefondan her zaman ulaşabileceğimi biliyorum. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya gönüllü olarak katılmayı ve katılımımdan elde edilen verilerin araştırma ekibince kullanılmasını, araştırma süresince herhangi bir aşamada çekilme hakkım saklı kalmak koşuluyla hiçbir baskı altında olmaksızın kendi rızamla kabul ediyorum.

Katılımcı

Araştırmacı

Sahit

Adı-Soyadı:

Prof. Dr. Z. Işık Solak Görmüş

İmza

Tarih: