

**KADAVRA TESPİT ve SAKLAMA SOLÜSYONU ARAŞTIRMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Fethi ERBÜLBÜL**

**Danışman**

**Prof. Dr. Murat Sırrı AKOSMAN**

**Tez No: 2023-028**

**Afyonkarahisar**

**2023**

**T.C.**  
**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ANATOMİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KADAVRA TESPİT ve SAKLAMA SOLÜSYONU ARAŞTIRMASI**

**Hazırlayan**  
**Fethi ERBÜLBÜL**

**Danışman**  
**Prof. Dr. Murat Sırrı AKOSMAN**

**2023-AFYONKARAHİSAR**

**Bu tez çalışması; Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Proje Araştırmaları Koordinasyon Birimi (BAPK) Tarafından Desteklenmiştir. Proje No: "22.SAĞ.BİL.24"**

## TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Anatomi Anabilim Dalı'nda** Fethi ERBÜLBÜL tarafından hazırlanan “**KADAVRA TESPİT ve SAKLAMA SOLÜSYONU ARAŞTIRMASI**” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca GG/AA/YYYY tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği/oy çokluğu** ile **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir

### Başkan

Unvan, Ad, Soyad

İmza

### Üye

Unvan, Ad, Soyad

İmza

### Üye

Unvan, Ad, Soyad

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
..... / ..... / ..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**02.10.2023**

**İmza**

**Fethi ERBÜLBÜL**

## ÖZET

### KADAVRA TESPİT VE SAKLAMA SOLÜSYONU ARAŞTIRMASI

Sağlık bilimlerinde kadavra eğitimi öğrencinin mesleki açıdan gelişimi için oldukça önemlidir. Kadavra yapılacak bedenlerin kimyasallara tabii tutularak mikroplardan arındırılması ve otolizin sonlandırılmasıyla uzun yıllar kullanılması amaçlanır. Günümüzde bu işlem için en yaygın ve en basit uygulanabilir özelliği olan kimyasal formaldehittir. Her ne kadar yaygın olarak kullanılsa da formaldehitin insan ve çevre üzerinde olumsuz etkileri vardır. Bu problemler bilim insanlarını farklı arayışlar içine itmiştir. Sunulan bu çalışmada formaldehit yerine sağlıklı bir şekilde kullanılacak hem bir kadavra tespit hem de bir kadavra saklama solüsyonu araştırılmıştır. Literatür taramaları neticesinde boraks, nitrat, nitrit, gliserin, alkol ve kekik yağı karışımından oluşan bir solüsyon bileşimi oluşturulmuştur. Oluşturulan bu solüsyona 7 adet koyun kalbi konulurken, 7 adet koyun kalbi de kadavra saklamada kullanılan %10'luk formaldehit solüsyonunda iki ay süreyle tespit olması ve saklanması için bekletilmiştir. İlk on gün sonunda kalpler solüsyonlardan çıkartılıp mezbahadan getirilen taze kalp dokusuyla karşılaştırılmış, solüsyonda ki kalbin renk kaybının az olduğu formaldehite bırakılan kalbin renk kaybının ise oldukça fazla olduğu göze çarpmıştır. Histolojik incelemelerde de formaldehit tespitiyle arasında görsel olarak farklılık olmadığı dokunun bütün büyütmelemlerde net bir şekilde incelenebildiği gözlenmiştir. İki ay sonunda ise solüsyonlar incelendiğinde solüsyonda ki mikrobiyel üremenin herhangi bir bozulmaya yol açmayacak derecede düşük kaldığı göze çarpmıştır. Renk değişimleri formaldehitten daha iyi seviyelerde olurken, tekstür profil analizi değerleri taze kalp dokusuna daha yakın bulunmuştur. Histolojik incelemelerde doku her büyütmede tanınabiliyor olsa da x100'lük büyütme de hücre çekirdeklerinin daha az boya aldığı görülmüştür. Sonuç olarak bu solüsyonun kadavra tespit ve saklama solüsyonu olarak kullanılacağı ancak üzerinde daha fazla araştırma yapılmasına gerek olduğu kanısına varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bor, Formaldehit, Kadavra, Kalp, Tespit

## SUMMARY

### OBSERVATION ON CADAVER FIXATION AND STORAGE SOLUTION

Cadaver education in health sciences is very important for the professional development of the student. Dead human or animal bodies are used for cadaver training. It is aimed to be used for many years by exposing the bodies to various chemicals immediately after they die, purifying them from microbes and ending autolysis. The chemical formaldehyde is the most common and most easily applicable chemical for this process today. Although widely used, formaldehyde has negative effects on students, employees and the environment. These problems have pushed scientists into different pursuits. In this study, both a cadaver fixation and a cadaver storage solution that can be used in a healthy way instead of formaldehyde were investigated. As a result of the literature review, a solution composition consisting of a mixture of borax, nitrate, nitrite, glycerin, alcohol and thyme oil was created. While 7 sheep hearts were placed in this created solution, 7 sheep hearts were placed in %10 formaldehyde solution used for cadaver storage during two months. At the end of the first ten days, the hearts were removed from the solutions and compared with the fresh heart tissue brought from the slaughterhouse, it was observed that the color loss of the heart in the solution was low, and the color loss of the heart left in formaldehyde was quite high. In histological examinations, it was observed that there was no visual difference between formaldehyde detection and the tissue could be examined clearly at all magnifications. At the end of two months, when the solutions were examined, it was observed that the microbial growth in the solution remained low without causing any deterioration. Color changes were better than formaldehyde and texture profile analysis values were closer to fresh heart tissue. Although the tissue can be recognized at every magnification in histological examinations, it was observed that the cell nuclei received less dye at x100 magnification. As a result, it was concluded that this solution can be used as embalming and preservation process of the cadaver, but more research is needed to improve it.

**Keywords:** Boron, Cadaver, Fixation, Formaldehyde, Heart

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitim sürecimde bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Murat Sırrı AKOSMAN'a akademik eğitimim boyunca bilgi birikimleri ile bana yardımcı olan Anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. İsmail TÜRKMENOĞLU'na, tez dönemimde bana yardımlarını esirgemeyen dostum Uğur KAYA'ya ve her zaman maddi manevi yanımda olan babam İbrahim ERBÜLBÜL, bir gün bile ara vermeden her gün tezimi soran annem Ayşe Seba ERBÜLBÜL, kız kardeşlerim, abim ve her tez yazmaya çalıştığımda benimle ilgilenir misin diye ara vermeme neden olan 3 yaşındaki canımdan çok sevdiğim yeğenim Yaman SARSAĞ'a bana inanıp bu günlere getiren aileme çok teşekkür ederim.

Fethi ERBÜLBÜL

Afyonkarahisar

2023

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>v</b>
1.1. Hekimlik Eğitiminde Kadavranın Önemi.....	1
1.2. Tahnit İşlemi .....	2
1.3. Kadavra Hazırlamada Kullanılan Solüsyonlar .....	3
1.4. Kadavra Tespitinde Kullanılan Kimyasallar .....	5
1.4.1. Formaldehit .....	5
1.4.2. Etil Alkol.....	7
1.4.3. Gliserin.....	7
1.4.4. Bor, Nitrit ve Nitrat .....	8
1.5. Kalbin Makroskobik Yapısı .....	8
1.6. Kalbin Mikroskobik Yapısı .....	11
<b>2. MATERYAL ve METOT</b> .....	<b>16</b>
2.1. Dokular.....	16
2.2. Solüsyonlar.....	16
2.3. Analizler .....	21
2.4. İstatistik .....	15
<b>3. BULGULAR</b> .....	<b>16</b>
3.1. Makroskobik ve Mikroskobik Bulgular .....	16
3.1.1. Onuncu Gün Değerlendirmesi.....	16
3.1.1.1. Makroskobik Bulgular.....	16
3.1.1.2. Mikroskobik Bulgular .....	17
3.1.2. Çalışma Sonu Değerlendirmesi.....	21
3.1.2.1. Makroskobik Bulgular.....	21
3.1.2.2. Mikroskobik Bulgular.....	24
3.1.2.3. Mikrobiyel Üreme.....	32
<b>4. TARTIŞMA</b> .....	<b>33</b>
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b> .....	<b>38</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>45</b>



## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

a*	: Sarılık
b*	: Kırmızılık
cm.	: santimetre
g.	: gram
Kg	: Kilogram
L*	: Siyahlık
Lt	: Litre
m.	: Musculus
m <sup>3</sup>	: Metreküp
Mg	: Miligram
ml	: Mililitre
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimidir
Ppm	: Milyonda bir birim
°C	: Santigrat derece
TPA	: Tekstür profil analizi
v.	: vena
%	: Yüzde

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1-1:</b> Kalp ve kalpten çıkan damarlar.....	9
<b>Şekil 1-2:</b> Kalbin iç yapısı.....	11
<b>Şekil 1-3:</b> Kalbin histolojik yapısı P. Epikardiyum yada Viseral Perikardiyum M. Miyokard E. Endokard PM. Papiller kaslar.....	12
<b>Şekil 3-1:</b> Taze kalp.....	16
<b>Şekil 3-2:</b> Taze kadavra, solüsyon ve formaldehit grubu kalplerin 10. günde karşılaştırılması. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyonda tespit edilmiş kalp dokusu C. Formaldehitte tespit edilmiş kalpler .....	17
<b>Şekil 3-3:</b> Formaldehit grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x10) *: Adipositler Ok: Miyokardiyum Ok başı: Epikardiyum.....	18
<b>Şekil 3-4:</b> Formaldehit grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x100) *Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri .....	19
<b>Şekil 3-5:</b> Solüsyon grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x10) *Epikardiyum ve adipositler Ok: Miyokardiyum.....	20
<b>Şekil 3-6:</b> Solüsyon grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x100) *Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri .....	21
<b>Şekil 3-7:</b> Çalışma sonunda kalplerin görünüşleri. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyonda tespit edilmiş kalp dokusu C. Formaldehitte tespit edilmiş kalp dokuları gözlenmekte. Formaldehit grubunda ki kalp dokusunun renk kaybının fazlalığı dikkat çekmektedir....	22
<b>Şekil 3-8:</b> Kalp dokularının sertleşmelerini gösteren resim. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyon grubunda tespit olmuş kalp dokusu C. Formaldehit grubunda tespit olmuş kalp dokusu. Kalplerin iç kısmında ip şeklinde chorda tendinea'lar görülmekte *.....	23
<b>Şekil 3-9:</b> Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x10).....	24
<b>Şekil 3-10:</b> Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x100) *Kas Lifleri Ok: Hücre çekirdekleri.....	25
<b>Şekil 3-11:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x10).....	26
<b>Şekil 3-12:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x100) *Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri.....	27
<b>Şekil 3-13:</b> Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek * (x10).....	27

<b>Şekil 3-14:</b> Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) * Kas telleri Ok: Hücre çekirdekleri.....	28
<b>Şekil 3-15:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalpten alınan örnek (x10) *Miyokardiyum	29
<b>Şekil 3-16:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) * Kas lifleri Ok: Hücre çekirdeği.....	30
<b>Şekil 3-17:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek*. Solüsyon grubu (x4).....	31
<b>Şekil 3-18:</b> Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) *Kas lifleri Ok: Hücre çekirdeği.....	32

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa

**Tablo 3-1:** Kalp Örneklerinin Renk ve pH Analiz Sonuçları (n=3). L\* (siyahlık); 22  
a\* (kırmızılık); b\* (sarılık) Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar  
arasında istatistiksel fark vardır

**Tablo 3-2:** Kalp Örneklerinin Tekstür Analiz Sonuçları (n=3). Aynı sütunda farklı 23  
harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel fark vardır

**Tablo 3-3:** Kalp Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (n:3, log10)\*<log 32  
2,00(cfu/ml)

# 1.GİRİŞ

## 1.1. Hekimlik Eğitiminde Kadavranın Önemi

Sağlık bilimi uzmanlarının yetişmesinde kadavra eğitiminin önemi tartışılmazdır. Kadavra eğitiminin verildiği anatomi dersi de bu sebeple hekimlik eğitiminin mihenk taşıdır. Öğrenciler anatomi derslerinde kadvralar üzerinde çalışarak, diseksiyonlar yaparak organların, dokuların üç boyutlu görüntüleri üzerinde fikir ve bilgi sahibi olurlar. Öyle ki diseksiyonların iyi bir temel eğitimin vazgeçilmez bir parçası olduğuna inanılmaktadır. Böylece öğrenciler derslerde almış oldukları eğitimi pekiştirmiş olur. Kadavra eğitimi sadece anatomi derslerinde değil patoloji, cerrahi gibi hekimlik eğitiminin çeşitli branşlarında da oldukça önemlidir (Balta vd., 2015). Veteriner hekimlik eğitiminde de anatomi dersi hala büyük ölçüde kadavra eğitimine dayanır. Veteriner hekimlikte kadvralar anatomi derslerinin ötesinde klinik beceriler kazanmak ile eğitim ve klinik araştırmalarında materyal olarak kullanılır (Varner vd., 2021).

Bir eğitim materyali olarak derslerde kadvraların bulunması ve hazırlanması oldukça zor bir süreçtir. Yıllar boyunca anatomi eğitimi için çok farklı kaynaklardan kadavra elde edilmiştir. Bunlar mezarlıklardan ölü bedenlerin çıkartılarak kullanılması, infaz edilen insanlar, hapishanelerde ölen suçlular, sahipsiz cesetler, cinayet kurbanları ve bağışlarla elde edilen bedenlerdir (Balta vd., 2015). Bununla birlikte, tıp ve veteriner hekimlik programlarının benzerliği göz önüne alındığında, kadavra kullanımına ilişkin düşünceler ve algılar benzerdir. Hayvan kadvralarının tedarik edilmesi ve kullanılması, insan kadvralarından daha az etik soruna sahip olsa da, kadvraların veterinerlik eğitiminde kullanımında çeşitli sıkıntılar bulunur. Karşılaşılabilecek sıkıntılar arasında enfeksiyöz ajanlara ve zararlı kimyasal fiksatiflere maruz kalma ihtimalinin yüksekliği, kadavra tedariki, saklanması, masraflar ve etik sorunlardır. Bu tip sorunlardan dolayı kadavra eğitiminde bir kadvranın uzun yıllar boyunca bozulmadan korunması oldukça önemlidir (Varner vd., 2021).

Kadavra eğitiminin ve kadvraların saklanması hekimlik eğitimi açısından son derece önemlidir. Eğitim açısından bir kadvranın canlı bedenin sahip olduğu doku yumuşaklığına sahip olması istenir. Kadavra tespiti için uygulanan solüsyonlarda bu

yumuşaklığa ulaşılmaya çalışılır. Bir kadavranın kalitesi değerlendirilirken sertlik, renk, koku ve yapı gibi kriterlerden tam not alması gerekir. Bu kriterler ne kadar gerçek dokuya yaklaşırsa kadavra tespiti o kadar kaliteli olmuş demektir (Queiroz vd., 2022).

Günümüzde kadavra eğitiminde kadvraların korunması ve saklanması en sık kullanılan kimyasal formaldehittir. Ancak formaldehit yukarıda bahsedilen bir kadavranın sahip olması istenen özellikleri karşılamaz. Kadavrada renk değişimi, irrite edici koku ve sertlik oluşması gibi çeşitli problemlere yol açar. Ancak mikrobiyel üremeyi durdurmak gibi faydalı bir etkisi olduğu için çok tercih edilir. Formaldehitte saklanan dokular uzun yıllar boyunca bozulmaz. Ayrıca histolojik boyamalarda da dokunun yapısının gözlenebilmesine olanak verdiği için yaygın olarak kullanılır (Balta vd., 2015).

## **1.2. Tahnit İşlemi**

Kadavra ölmüş insan ya da hayvan dokularının uzun yıllar boyunca bozulmadan saklanmasını sağlayan bir seri işlemler sonucu elde edilen bir materyaldir. Bu seri işlemlere tahnit de denilir. Tahnit işlemi ölümden sonra uygulanan, bedeni mikroorganizmalardan arındıran ve uzunca bir süre dayanmasını sağlayan kimyasal bir uygulamadır. Yaklaşık 5000 yıldır bedenler bu şekilde korunmaya çalışılır (Cury vd., 2013; Balta vd., 2015). Eskiden insanlar yaşamdan sonra ölümlerin tekrar dirileceğine inanıyordu. Bu sebeple ölü insanları dokuları bozulmadan saklamaya çalışıyorlardı. Bunun için eski Mısırlılar adına mumyalama da denilen bir işlemle vücutları korumaya çalışıyordu. Böylece insanlar ölümden sonra ki yaşam varlığında beden dokuları zarar görmeden yeniden canlanabilecekti. Mumyalama ölümden sonra vücudu korumak ve dezenfekte etmek için kimyasalların kullanılmasıyla gerçekleştirilen bir işlemdir. Mumyalama günümüzde 1800'lü yıllarda Amerika'da iç savaş esnasında ölen askerlerin gömülene kadar vücutlarının bozulmadan saklanabilmesi amacıyla uygulanmıştır. Daha önce iç organlar çıkartılarak yapılan mumyalama işlemi kan dolaşımı tanımlandıktan sonra damarlara sıvı enjekte edilmesiyle gerçekleştirildi (Cury vd., 2013; Balta vd., 2015).

Derslerde kadavrayı ilk olarak Vesalius 1542’de kullanmıştır. Böylece anatomik bilgiyi gerçek bir vücutla karşılaştırmıştır ve yanlış bilgilerin önüne geçmeye çalışmıştır. On sekizinci yüzyılda ise Morgagni hastalıklarda görülen semptomların vücut üzerinde ki etkilerini incelemek için ölü bedenler üzerinde diseksiyonlar yapmaya başlamıştır. Böylece daha kapsamlı teşhislerin önünü açmıştır. Kadavra kullanımı 1980’lere kadar artmıştır daha sonra tıp eğitiminde ki reformlardan dolayı yarı yarıya azalmıştır (Varner vd., 2021).

Günümüzde tahnit işlemi insan ve hayvanlar öldükten sonra uygulanır ve bedenleri tıbbi eğitim veren okullarda öğrencilerin eğitimi açısından kadavra olarak incelenir (Arluke 2004; Balta vd., 2015). Kadavra hazırlamada amaç ilk olarak kadavra üzerinde ki mikrobiyel üremenin durdurulmasıdır. Böylece kadavra mikroorganizmalardan arınacağı için hem öğrenci ve eğitmenlere hastalık bulaşması engellenmiş olacak hem de uzun yıllar boyunca bozulmadan saklanabilecektir. İyi dezenfekte edilmemiş bir kadavra öğretmen ve öğrenciler için bir enfeksiyon kaynağı olur (Arluke 2004; Balta vd., 2015).

### **1.3. Kadavra Hazırlamada Kullanılan Solüsyonlar**

Kadavranın hazırlanması için çeşitli kadavra muhafaza solüsyonları oluşturulur. Çeşitli kimyasalların birleşmesiyle oluşturulan bu solüsyonlar tek başına olduğu gibi birbirleriyle birleştirilerek de kullanılabilir. Bu solüsyonların görevi vücut enzimlerinin otolizini durdurmak ve patojen mikroorganizmaları öldürerek hem vücudun bozulmasını önlemek hem de hastalık bulaşma riskini ortadan kaldırmaktır (Balta vd., 2015).

Formaldehitte tespit edilmiş kadvralar taze kadvranın sahip olduğu renk, yumuşaklık ve esnekliğe sahip değildir. Tespit edilmiş kadvralar kalp ve damarların esnek yapısı ve akciğerlerin genişlemesi gibi bazı doğal özelliklerini sergileyemez (Balta vd., 2015). Formaldehitin bu olumsuzluklarından dolayı farklı tespit solüsyonları üretilmeye çalışılmıştır. Bu solüsyonlardan en bilineni Thiel isimli bilim adamının hazırladığı solüsyondur (Thiel, 1992). Almanca olan bu makaleden on yıl sonra İngilizce olarak ikinci bir makale yayınlamış ve dünya çapında popüler bir solüsyon

haline gelmiştir. Dünya çapında kullanımı artan bu solüsyon laboratuvarların yaklaşık %53'ünde kullanılmaya başlanmıştır (Benkhandra vd., 2011).

Thiel solüsyonu A ve B bölümlerinden oluşur. A solüsyonu düşük miktarda formaldehit, borik asit, etilen glikol, amonyum nitrat ve sudan oluşurken, B solüsyonu etilen glikol ve 4-kloro-3-metilfenol'den oluşur. Kadavra tespiti için bu iki solüsyonun bileşimi kullanılırken, tespit edilen kadavranın korunması içinde etilen glikol, formaldehit, B solüsyonu, amonyum nitrat, potasyum nitrat, sodyum sülfat ve sudan oluşan bir bileşim kullanılır (Thiel, 1992; Denis-Rodríguez ve Aguirre-Gutiérrez, 2018).

Thiel solüsyonunda tespit olmuş kadavralarda kas ve derinin ölmeden önceki tekstür ve yumuşaklığa yakın bir şekilde korunduğu tespit edilmiştir. Ancak kadavraların daha sonradan incelenmeleri neticesinde Thiel solüsyonunun kas dokularında dejenerasyonlara sebep olduğu görülmüştür. Bu dejenerasyonların sebebinin ise borik asit olduğu çeşitli incelemeler sonucunda ortaya çıkmıştır (Benkhandra vd., 2011; Brenner, 2014; Türkmen vd., 2017). Akosman vd. (2022) borik asit yerine kas dokuları üzerinde borun alkali formu olan boraksı kadavra koruma solüsyonu olarak denemiş ve başarılı sonuçlar elde etmiştir (Akosman vd., 2022).

Thiel'in solüsyonundan başka solüsyonlarda bilim adamlarınca geliştirilmiştir. Örneğin Menon vd., (2021)'nin son yıllar da geliştirmiş olduğu bir solüsyon %25 etanol, %20 polietilen glikol 400, %0,1 kloroksilenol ve %10 sodyum nitratın çeşme suyuyla %100'e tamamlanmasıyla oluşturulan bir bileşimdir. İki köpek, iki kedi, iki koyun ve iki keçiden oluşan bir grup hayvan kadavrasını hem tespit etmiş hem de saklama solüsyonu olarak kullanmıştır. Kadavralarda ki renk değişimleri, sertleşmeler, yapışmalar, deformasyon ve mikrobiyolojik üremeler değerlendirilmiştir. Lombardero vd., (2017), alternatif solüsyon olarak doymuş tuz solüsyonunu kullanmıştır. Kadavralara 6-8 saat boyunca bu solüsyonu uygulamış ve aynı solüsyonun içinde saklamıştır. Turan vd., (2017), ise sıvı köpük sabun, etanol, sitrik asit ve benzalkonium kloritten oluşan fiksatif ve saklama solüsyonu hazırlamıştır. Bir yıl boyunca kadavralarda sertlik, renk ve koku değişimlerini ve mikrobiyolojik üremeleri objektif bir gözle değerlendirilmiştir. Janczyk vd., (2011), etanol ve Pluriol eklenmiş nitritli tuz



solüsyonunun formaldehit yerine kullanılabileceğini belirtmiştir. Queiroz vd., (2022), 150 mL/kg alkol'e %5 gliserin ve 120mL/kg %20'lik sodyum klorüre %1 nitrit ve %1 sodyum nitrat ekleyerek bir kadavra hazırlama solüsyonu hazırlamıştır.

## **1.4. Kadavra Tespitinde Kullanılan Kimyasallar**

### **1.4.1. Formaldehit**

Bir bedenin kadavra yapılabilmesi için kullanılan en güncel ve geçerli metot formaldehit isimli kimyasal solüsyon kullanılarak yapılan tespit biçimidir. Antibakteriyel ve fungusit özellikleri olan formaldehit sayesinde kadvralar her ne kadar bir miktar daha sert bir doku haline dönüşseler de uzun yıllar boyunca bozulmadan saklanabilir. Formaldehit ilk olarak 1800'lü yıllarda August Wilhelm von Hofmann tarafından keşfedilmiştir. Suda çok iyi çözünen bir kimyasal olan formaldehit renksiz, keskin kokulu bir aldehittir. Formaldehit temel olarak dokuyu oluşturan proteinlere çapraz bağlanmaktadır böylece dokuya tutunamayan mikroorganizmalar çürümeye sebebiyet verememektedir (Balta vd., 2015).

Kadavra hazırlamadan başka formaldehit kimya alanında da sıklıkla kullanılır. Formaldehit koruma, sterilize etme ve stabilize etme özellikleri nedeniyle reçineler, inşaat, ahşap işleme, tekstil, hastane, laboratuvar ve kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılır (Tang vd., 2009; Duong vd., 2011). Formaldehit dünya çapında bu derecede önemli bir kimyasal olduğu için üretimi küresel bazda yılda 46 milyar sterlinin üzerine çıkmıştır (IARC, 2006). Ekonominin gelişmesiyle birlikte, Çin'in fiili formaldehit üretimi 2007'de 12.000 kilotona ulaşmıştır. Bu değer 50 yıl önceki üretim miktarının yaklaşık 4000 katıdır (Tang vd., 2009). Artan üretim ve tüketim ile aynı zamana denk gelen formaldehit kirliliği de son yıllarda oldukça artmıştır (Tang vd., 2009).

Ortamda formaldehit yoğunluğu 0,1 mg/m<sup>3</sup>'ün üzerine çıktıktan sonra insanlar rahatsız olmaya başlarlar. Bu değer 0,5 mg/m<sup>3</sup>'ün üzerine çıktığında gözlerde yaşarma meydana gelir. 0,6 mg/m<sup>3</sup>'ün üzerinde öksürme başlar. 12 ila 24 mg/m<sup>3</sup>'lük konsantrasyonlarda nefes darlığı, öksürük, göğüste sıkışma ve baş ağrısı gelişir. 60'tan yüksek konsantrasyonlarda ise pnömoni, amfizem ve hatta ölüm görülür. Çevresel bir

kirletici olan formaldehitin Çin’de mesleki maruz kalma sınırı 0,5 mg/m<sup>3</sup>tür (MOH, 2007). Ancak araştırmalar, ne yazık ki gerçekte formaldehit konsantrasyonlarının iş yerlerinde bu sınırın oldukça üzerinde olduğunu göstermiştir. Örneğın, ağaç işleme endüstrisindeki ortalama formaldehit konsantrasyonunun 3,07 ± 5,83 mg/m<sup>3</sup>, hastane patoloji laboratuvarındaki formaldehit konsantrasyonlarının 5,84 mg/m<sup>3</sup> kadar yüksek olduğu belirtilmiştir (Feng vd., 1996; Fan vd., 2006). Bazı anatomi laboratuvarlarındaki formaldehit konsantrasyonu 10 mg/m<sup>3</sup>ün üzerine çıkmaktadır (Zhang vd., 2007).

Milyonda bir (ppm) cinsinden yapılan ölçümlerde ortamda ki formaldehitin 0,5-2 ppm arasında ki değerlere ulaştığında mukozalarda irritasyon, gözlerde yaşarma gibi yan etkilere sebep olduğu bildirilmiştir. Japon mesleki sağılık odasına göre bir ortamda formaldehit oranının 0,5 ppm’in altında olması gerekmektedir (Tanaka vd., 2003). Mirabelli vd. (2011), kadavra diseksiyonu esnasında ortamda 1,8-2,4 ppm olan formaldehit yoğunluğunun, ders esnasında da 3,8 ppm’e kadar çıkabildiğini görmüşlerdir. Bu dereceli maruziyetin akut aşamada göz ve solunum yollarında problemlere devamında da burun mukozasında kanser ve akciğerlerde genotoksisiteye yol açacağını belirtmiştir. Kunugita vd. (2004), anatomi dersinden önce laboratuvarında 0,02-0,09 ppm arasında ölçülen değerlerin ders esnasında 1-1,4 ppm’e kadar yükselebildiğini görmüştür. Bu oranların öğrencilerin gözlerinde batma ve yanmaya, susamaya, baş ağrısına ve yorgunluğa sebep olduğunu gözlemlemişlerdir. Tanaka vd. (2003), 3 ay boyunca laboratuvarında anatomi diseksiyonları esnasında ortamda formaldehit yoğunluğunun 0,62 ppm değerine kadar ulaştığını ve öğrencilerde Kunigata vd. (2004)’e benzer şikayetler görüldüğünü söylemiştir. Solunum yolu haricinde deriden temasın da alerjik kontak dermatite, deride soyulmalara ve irritasyonlara yol açtığı gözlenmiştir (Suruda, 1993; Mizuki ve Tsuda 2001; Takahashi vd, 2007).

Normal oda sıcaklığında keskin kokulu, renksiz bir gaz olan formaldehit gazına karşı koruyucu ekipman kullanılsa bile sağılık için tehlikelidir. Sinir sistemi ve sindirim sistemi üzerine yapmış olduğu zararlı etkilerin yanında üreme sistemi üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Formaldehite maruz kalmanın testisin morfolojik yapısını bozduğu ve fertilitate problemlerine yol açtığı rapor edilmiştir (Han vd., 2015). Deri döküntüleri, alerji ve solunum yolu problemleri ile çevreye vermiş olduğu zararların

yanında önemli bir kanserojendir (Balta vd., 2015; Denis-Rodríguez ve Aguirre-Gutiérrez, 2018). Uluslararası kanser araştırmaları birimi formaldehiti 1. sınıf kanserojen madde olarak ilan etmiştir (IARC, 2006). Bu sebeple günümüzde formaldehit yerine kadavra saklama solüsyonu olarak kullanılabilir çeşitli solüsyonlar aranmaktadır (Denis-Rodríguez ve Aguirre-Gutiérrez, 2018).

#### **1.4.2. Etil Alkol**

Formaldehit dokuyu tespit ederken reaktif gruplar arasında oluşan metilen köprüleri aracılığıyla nükleik asit ve proteinler arasında bir çapraz bağ oluşturarak tespit işlemini gerçekleştirir. Alkol ise dokularda proteinlerden suyu ayırarak protein-aköz pıhtılar oluşmasına sebep olur ve böylece tespit işlemini gerçekleştirir. Bununla birlikte uzun süre alkolde bekletilen dokularda aşırı oranda büzüşme ve mikroskopik bozulmalar göze çarpmıştır (Perry vd. 2016; Chung vd. 2018). Chung vd. (2018)'ye göre tamponlu etanol tespit solüsyonu, biyomoleküler korunmayı artırarak histomorfolojik incelemeler neticesinde formaldehit tespitine benzer şekilde bulgular elde etmeyi başarmıştır. Formaldehitte tespit edilen dokularda tespit süresi uzadıkça histolojik boyamalarda boyanma yoğunluğunun zayıfladığı halbuki tamponlu etanol tespit solüsyonunda zamana bağlı olmadan oldukça iyi boyama yoğunluğunun elde edildiği görülmüştür (Hammer vd., 2012; Perry vd. 2016; Chung vd. 2018).

#### **1.4.3. Gliserin**

Kadavra tespitinde formaldehitten başka gliserin de kullanılır. Özellikle etanolla olan kombinasyonu tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Etanolla olan kombinasyonu ciddi bir sağlık sorununa yol açmaz. Herhangi bir teratojenik etkisi olmadığı için laboratuvarlarda çalışan gebeler üzerinde de tehlikeli bir duruma sebep olmaz (İnsal vd., 2020). Tespit solüsyonuna gliserin eklenmiş kadavralarda dokularda sertliğe yol açmaz ve eklem oynaklığının korunmasını sağlar (Denis-Rodríguez ve Aguirre-Gutiérrez, 2018). Gliserin kadavralara esneklik ve yumuşaklık kazandırmaktadır (Taşkın vd., 2020).

#### **1.4.4. Bor, Nitrit, Nitrat ve Kekik Yağı**

Bor madeni günlük yiyecek ve içeceklerle vücuda alınan bir mineraldir. Doğada kayalarda, toprakta, kömürde ve deniz suyunda bol miktarda bulunur (Kabu ve Akosman, 2013). Bor madeni cam, deterjan, seramik ve gübre sanayide kullanılır. Bor ülkemiz için çok önemli bir madendir (Yiğitbaşıoğlu, 2004). Antimikrobiyel özelliği de bulunan borik asit başta Thiel'in kadavra tespit solüsyonu gibi çeşitli kadavra tespit solüsyonlarında kullanılmaktadır.

Borik asitin kas kadavraları üzerinde dejeneratif etkisinin olmasından dolayı kadavra saklama solüsyonu olarak formaldehitte tespit edilmiş kas kadavraları üzerinde Akosman vd. (2022) tarafından borun alkali formu olan boraks denenmiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır.

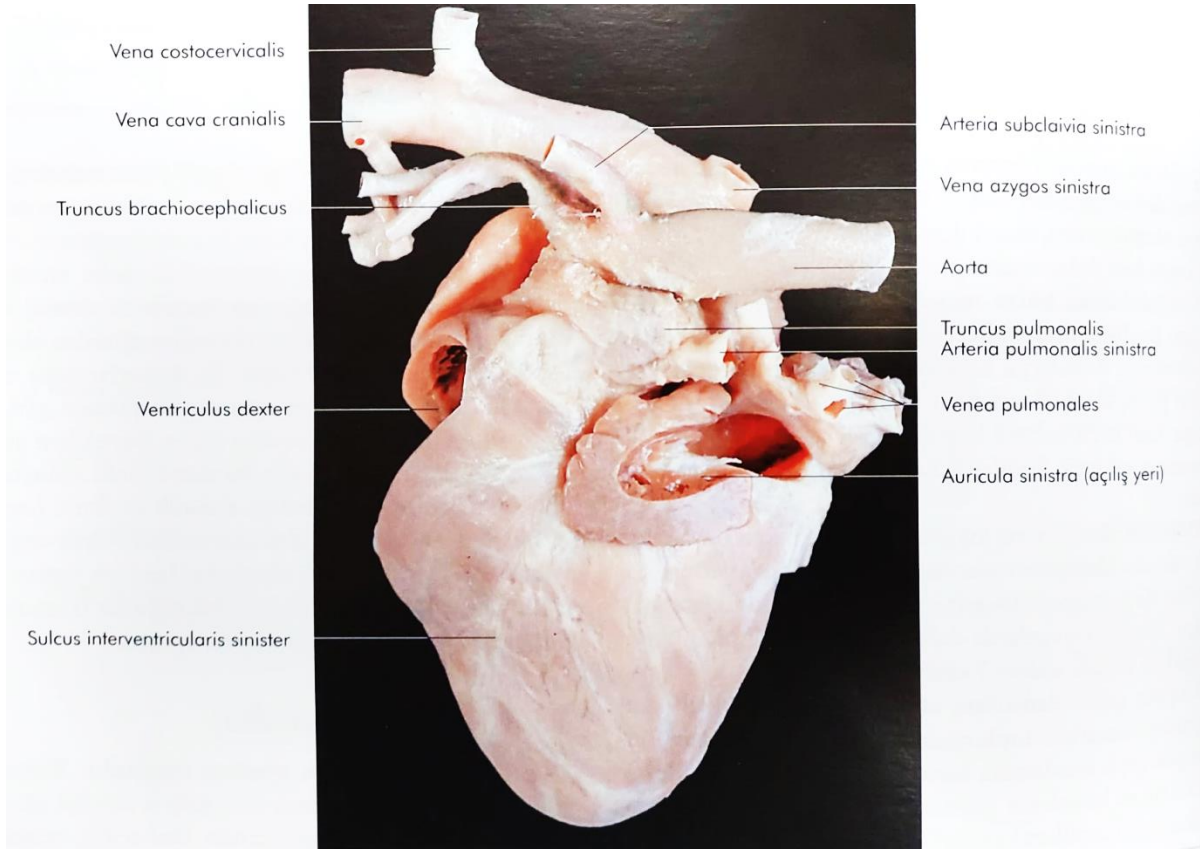
Bununla birlikte saklama solüsyonuna nitrit ve nitrat gibi gıda katkı maddelerinin katılması sayesinde kadavralar kırmızı rengini koruyabilirler. Sodyum nitrit tütsülenmiş ya da konserve et ürünleri gibi gıda sanayinde oldukça sık kullanılan bir popüler bir gıda koruyucusudur (Menon vd. 2021). Ayrıca bu katkı maddelerinin bakteriyostatik etkisi de vardır (Queiroz vd., 2022).

Kekik yağının ise diğer esansiyel yağlara göre daha güçlü bir antimikrobiyel bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Aslan vd. 2021). Karaman vd. (2001) kekik yağının güçlü antibakteriyel ve antifungal özelliğine dikkat çekmiştir.

#### **1.5. Kalbin Makroskopik Yapısı**

Dolaşım sistemi kalp, kan ve lenf damarlarından oluşur. Kalp, kanı kan damarları aracılığıyla bütün vücuda dağıtır. Tüm vücuda dağılan kan tekrar kan damarları vasıtasıyla kalbe geri döner. Kalp böylece oksijen ve besin maddeleri gibi vücudun ihtiyaç duyduğu maddeleri vücuda dağıtırken dokularda metabolik faaliyetler sonucu ortaya çıkan maddeleri de karaciğer, böbrek ve akciğerlere nakleder. Kan büyük

hayvanlarda tüm vücudu 30 saniyede dolaşır. Kanın vücut ağırlığına oranıyla %6-8 arasında değişmektedir (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).



**Şekil 1-1:** Kalp ve kalpten çıkan damarlar (Türkmenoğlu, 2022)

Kalpten kanı vücuda dağıtan atardamarlara arter ismi verilirken, kalbe geri döndürülmesini sağlayan toplardamarlara ise vena ismi verilir. Kalpten köken alan arterler önce daha küçük çaplı damarlar olan arteriollere, arteriollerde doku ve hücrelere kanda ki maddelerin geçmesini sağlayan kılcal damarlara ve kılcal damarlarda venüllere, ve venüllerde venalara dönüşerek kalbe bağlanır (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).

Kan dolaşımı büyük ve küçük kan dolaşımı olmak üzere iki çeşittir. Büyük kan dolaşımı olan sistematik kan dolaşımında vücuttaki bütün organlara oksijenden zengin kan dağıtılırken, oksijenden fakir olan kanı geri döndürülmesi sağlanır. Küçük kan dolaşımı da denilen akciğer dolaşımındaysa oksijenden fakir olan kan akciğerlere götürülerek oksijence zenginleştirilmesi sağlanır. Oksijence zenginleşen kan tekrar

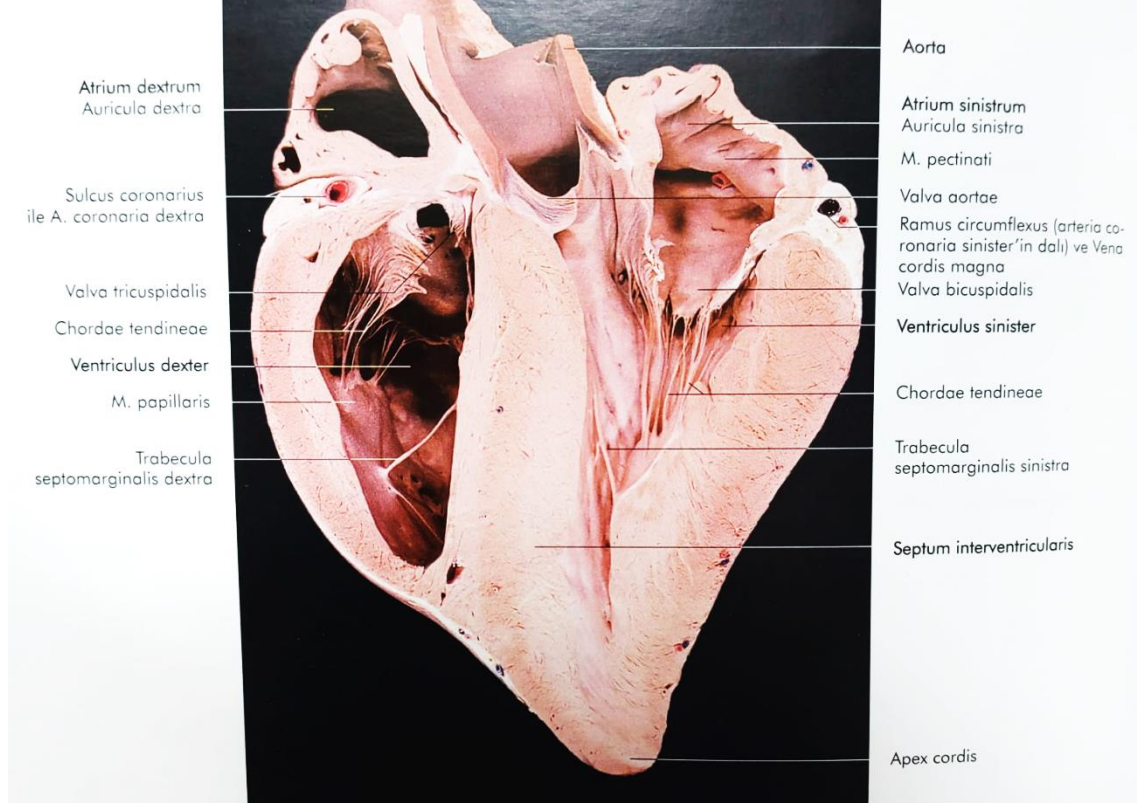
kalbe döner ve tüm vücuda sistematik dolaşım vasıtasıyla dağıtılır (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).

Lenf sistemi damarlar ve lenf düğümlerinden oluşmaktadır. Lenf dolaşımı hücreler arası bölgedeki kan damarlarınca emilemeyecek kadar büyük moleküllerin kan dolaşımına katılmasını sağlayan önemli bir dolaşımdır. Bu damarlar kan dolaşımına açılarak içinde ki sıvıyı boşaltırlar. Lenf sisteminin ikinci faktörü ise lenf düğümleridir. Lenf düğümleri lenfoid dokudan oluşmuşlardır (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).

Dolaşım sisteminin merkezi olan kalp, perikardiyum içerisinde yer alan içi boşluklu, kas ve zardan yapılmış dört odacıklı bir organdır. Perikardiyum, kalbi saran içi sıvı dolu fibroseröz bir kesedir. İçinde ki boşluğa cavum pericardii ismi verilir. Pericardium pleura pericardiaca, pericardium fibrosum ve pericardium serosum'dan oluşur. Pericardium serosum ise lamina visceralis ve lamina parietalis'ten oluşur. Dış tarafta ki katman fibröz iç taraf ise serözdür. Lamina visceralis kalbin üzerine geçerek epicardium'u oluşturur. Kalp üzerinde bulunan yağ tabakası, koroner arterler ve miyokardium tabakasını örter (Şekil 1-1) (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).

Kalp mediastinum'da %60 oranında orta düzlemin solunda yer alır. Kalp 3 ila 6. kaburgalar arasında bulunur. Kedi ve köpekte ise yedinci kaburgalar arasındadır. Tabanı (basi) yukarıda tepe kısmı (apexi) aşağıda koniye benzer bir organdır. Göğüs kafesinin ortasında bulunur. Kalp, ortasından septum fibrosum atrioventrikülare denilen bir bölme ile üst ve alt yarım olmak üzere iki kısma ayrılır. Üstteki iki boşluğa atrium, alttaki iki boşluğa da ventrikül denir. Atriumlar septum interatriale denilen bir bölme ile sağ ve sol atriuma, ventriküller de septum interventrikülare denilen bir bölme ile sağ ve sol ventriküllere ayrılır. Sağ atrium ile sağ ventrikül arasında ostium atrioventrikülare dextra denilen bir açıklık bulunur. Bu açıklık üç parçalı bir kapakla kapanmıştır. Bu kapağa triküspid kapak adı verilir. Sol atrium ile sol ventrikül arasında da ostium atrioventrikülare sinistra denilen bir açıklık bulunur. Bu delik ise mitral kapak ya da biküspid kapak adı verilen iki parçalı bir kapak ile kapanmıştır. Bu kapaklar ventriküldeki kanın atriuma dönmesine engel olur. Kapakların serbest uçlarına kalp

dokusu içine gömülü m. papillaris'lerden köken alan chordae tendinea isimli fibröz tendinöz bantlar yapıştırır (Şekil 1-2) (Dursun, 2002, Türkmenoğlu, 2022).



Şekil 1-2: Kalbin iç yapısı (Türkmenoğlu, 2022)

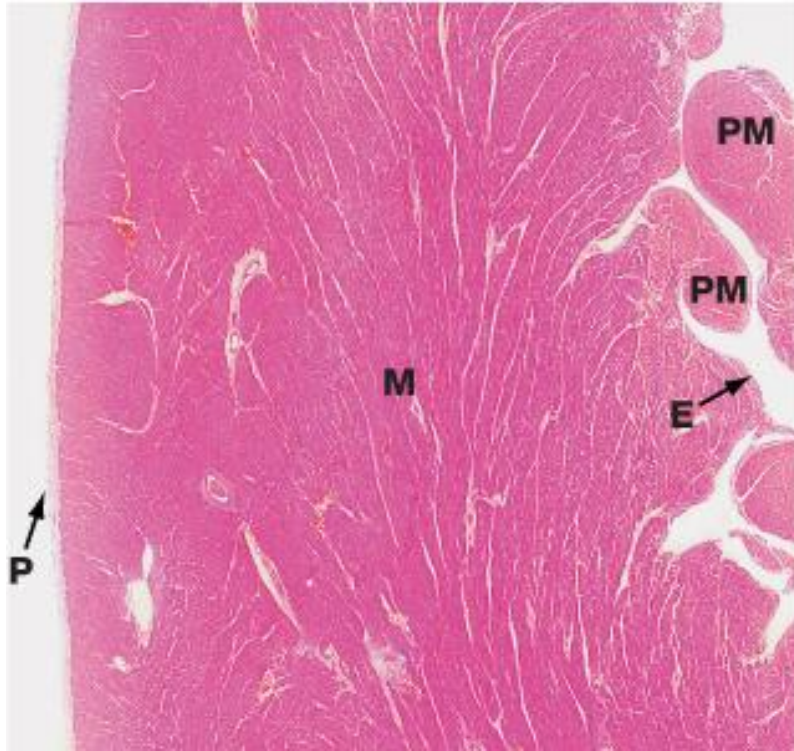
## 1.6. Kalbin Mikroskopik Yapısı

Kanın dolaşım sistemine ve böylece tüm vücuda pompalanmasını ritmik kasılmalarla sağlayan organa kalp denir. Dışta epikardiyum, ortada miyokardiyum ve içte de endokardiyum olmak üzere 3 tabakadan oluşmuştur (Şekil 1-3). Endokard tabakası damarların intima tabakasıyla benzerdir. Bu tabakayı oluşturan tek katlı yassı endotel hücreleri, düz kas hücreleri, elastik ve kollajen liflerden oluşan gevşek bağ doku üzerine oturmuştur (Junqueira ve Carneiro, 2003).

Endokard ile miyokard arasında kalbin ileti sistemi yapılarını içeren (sinir, damar ve Purkinje hücreleri) bir tabaka bulunur. Bu tabakaya subendokardiyal tabaka denir. Miyokard kalbin en kalın tabakasıdır. Kalp kası hücrelerinden oluşan bu tabaka

kalbin boşluklarını spiral bir şekilde sarar. Bu tabakada bulunan kalp kası hücreleri birbirleriyle interkalat diskler aracılığıyla birleşirler. Bu hücreler bazen birden fazla çekirdek ihtiva edebilirler (Junqueira ve Carneiro, 2003).

Epikardiyum ya da viseral perikardiyum tabakası gevşek bağ dokusundan oluşan bu bölge yağ dokusuna zengindir. Yağ dokusundan başka venler, sinirler ve ganglionlar da bulunur (Junqueira ve Carneiro, 2003).



**Şekil 1-3:** Kalbin histolojik yapısı P. Epikardiyum yada Viseral Perikardiyum M. Miyokard E. Endokard PM. Papiller kaslar (Young et al., 2006)

Sunulan bu çalışmada bölüm 1.3.'te değinilen solüsyonlar da kullanılan kimyasallar baz alınarak yeni ve orijinal bir kadavra tespit ve saklama solüsyonu ortaya çıkartılmaya çalışılmıştır. Solüsyonda etil alkol, boraks, gliserin, nitrit, nitrat ve kekik yağından oluşan kimyasalların bir bileşimi kullanılmıştır. Kadavra tespiti için etil alkol kullanılırken, boraks borik asitin yerine kullanılmıştır. Gliserin kadavraya yumuşaklık ve eklem hareketliliğini korumak için, nitrit ve nitrat ise kırmızı rengin devamını sağlamak ve bakteriyostatik etkisi olduğu için uygulanmıştır. Kekik yağı ise antibakteriyel özelliğinden dolayı çalışılmıştır. Solüsyonun etkinliğini ölçmede kadavra



olarak koyun kalbi kullanılmıştır. Böylece solüsyonun iç organlar üzerinde ki etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Kadavralar incelenirken renk ve tekstür analizleri yapılmıştır. Dokular onuncu gün ve çalışma sonunda histolojik açıdan incelenmişlerdir. Ayrıca solüsyon çalışma sonunda mikrobiyel üreme yönünden de incelenmiştir.

## **2. MATERYAL ve METOT**

### **2.1. Dokular**

Sağlıklı ve taze kadavra görüntüsüne yakın bir tespit ve saklama solüsyonu üretme amacı doğrultusunda gerçekleştirilen bu projede toplamda 14 adet koyun kalbi kullanıldı. Koyun kalpleri mezbahadan temin edildi ve zaman kaybetmeden laboratuvara getirildi. Laboratuvara getirilen kalpler fotoğraflanıp iki eşit gruba ayrıldı.

### **2.2. Solüsyonlar**

7 adet koyun kalbi kadavra saklamada kullanılan %10'luk formaldehit solüsyonuna koyulurken geriye kalanlar da deney solüsyonuna bırakıldı. Bu solüsyonu hazırlamak için boraks, nitrit, nitrat, gliserin, alkol ve kekik yağı kullanıldı. İlk olarak 200 gr boraks, 5 gr nitrat ve 5 gr nitrit, 2 lt distile suda çözdürüldü. Takiben 1 lt %96'lık etanolde 50 ml gliserin çözdürüldü ve hazırlanan solüsyonlar üzerine 50 ml konsantre kekik yağı eklenerek birleştirildi. Hazırladığımız solüsyonun 9,5 olan pH değeri glasiel asetik asit kullanılarak 7,5 değerine ayarlandı. Bu ayarlamamanın sebebi Thiel solüsyonunun da benzer şekilde yakın bir pH değerine sahip olmasından kaynaklanıyordu. Solüsyonun pH'sı ayarlandıktan sonra kalpler içine bırakıldı.

### **2.3. Analizler**

Her iki gruptaki kalpler iki ay boyunca solüsyonların içerisinde oda ısısında kapalı kaplarda tutuldu. Bu süre boyunca dokular sürekli kontrol edilerek herhangi bir bozulma ya da dejenerasyon varlığı yönünden incelendi. Çalışmanın 10. gününde kalp dokularından alınan örneklerden histolojik doku takibi yapıldı. Bunun için dokular dereceli alkoller ve ksilolden geçirilerek parafine gömüldü. Parafine gömülen dokular mikrotomla 5 mikrometre kalınlığında dilimlendi ve kesitler hematoksilin-eosin boyasıyla boyandı. Boyanan doku örnekleri ışık mikroskopunda fotoğraflandı.

Çalışma sonunda da kalpler solüsyonlardan çıkartılarak mezbahadan getirilen örnekle birlikte fotoğraflandılar. Kadavraların tespit öncesi ve tespit sonrası arasında ki sertlik ve renk farklılıkları açısından karşılaştırmalar yapıldı. Tekstür profil analizi ve

renk değişimlerinin belirlenmesi için her iki solüsyondaki kalplerden ve mezbahadan o gün getirilen taze kalp dokusundan 3cmx3cm büyüklüğünde örnekler alındı ve aşağıda belirtilen cihazlara yerleştirildi.

Tekstür profil analizi (TPA) ile örneklerde sertlik (hardness-N), elastikiyet (springiness), yapışkanlık (cohesiveness) ve sakızimsılık (gumminess-N) özellikleri (Microstable TA.XT Plus,Amerika) belirlendi, renk değişimi CIE L\* (siyahlık), a\* (kırmızılık) ve b\* (sarılık) değerleri, Hunter-Lab ColorFlex (A60-1010-615 Model Colorimeter, HunterLab, Reston, VA) kullanılarak yapıldı. Ölçümlerden önce, spektrokolormetre beyaz ve siyah referans renkler ile kalibre edilerek, L\*, a\*, b\* değerleri üç farklı okuma ile elde edildi. pH analizi saklama solüsyonlarının pH değeri, pH 4 ve pH 7 olan tampon çözeltilerinde standardize edilen pH metre (Orion 420A, ABD) ile ölçülerek değerlendirildi.

Çalışma sonunda kalp dokusundan örnekler alınarak histolojik doku takibi yapıldı. Histolojik inceleme için dokulardan alınan örnekler ışık mikroskobu altında incelendi. Rutin histolojik takipte dokular dereceli alkoller ve ksilolden geçirildi ve parafine gömüldü. Parafine gömülen dokular mikrotomla 5 mikrometre kalınlığında dilimlendi ve kesitler hematoksilin-eosin boyasıyla boyandı. Boyanan doku örneklerinin ışık mikroskobu altında fotoğrafları çekildi.

Çalışma da kullanılan solüsyonlarda mikrobiyolojik üreme olup olmadığı incelendi. Bunun için çalışma sonunda solüsyonlardan alınan 1 ml'lik örneklere 9 ml steril peptonlu su eklendi. Daha sonra 1:10 sulandırılmış numuneden seri seyreltmeler hazırlanarak ortam yerine ekim yapıldı.

#### **2.4. İstatistik**

Araştırmada renk ve tekstür analizi için dokulardan alınan örneklerden varyans analizinin yapılabilmesi için 3'er tekrarlı çoklu okumalar gerçekleştirildi. Araştırmada elde edilen veriler ANOVA testiyle analiz edildi. Gruplar arasındaki farklılığa ilişkin istatistiksel anlamlılık 0,05 olarak belirlendi.

### **3. BULGULAR**

Sunulan bu çalışma sağlıklı ve orijinal dokuya yakın bir kadavra solüsyonu ortaya çıkartmak amacıyla yapıldı. Bunun için literatür taramaları neticesinde gerçekleştirilen bir solüsyon tasarlandı. Tasarlanan bu solüsyona 7 adet koyun kalbi konuldu. Bu solüsyonun etkinliğinin gözlenebilmesi için karşıt grup olaraksa derslerde kadavra incelenmesinde dokuların tespit ve saklanması en çok kullanılan %10'luk formaldehit solüsyonu kullanıldı.

#### **3.1. Makroskopik ve Mikroskopik Bulgular**

##### **3.1.1. Onuncu Gün Değerlendirmesi**

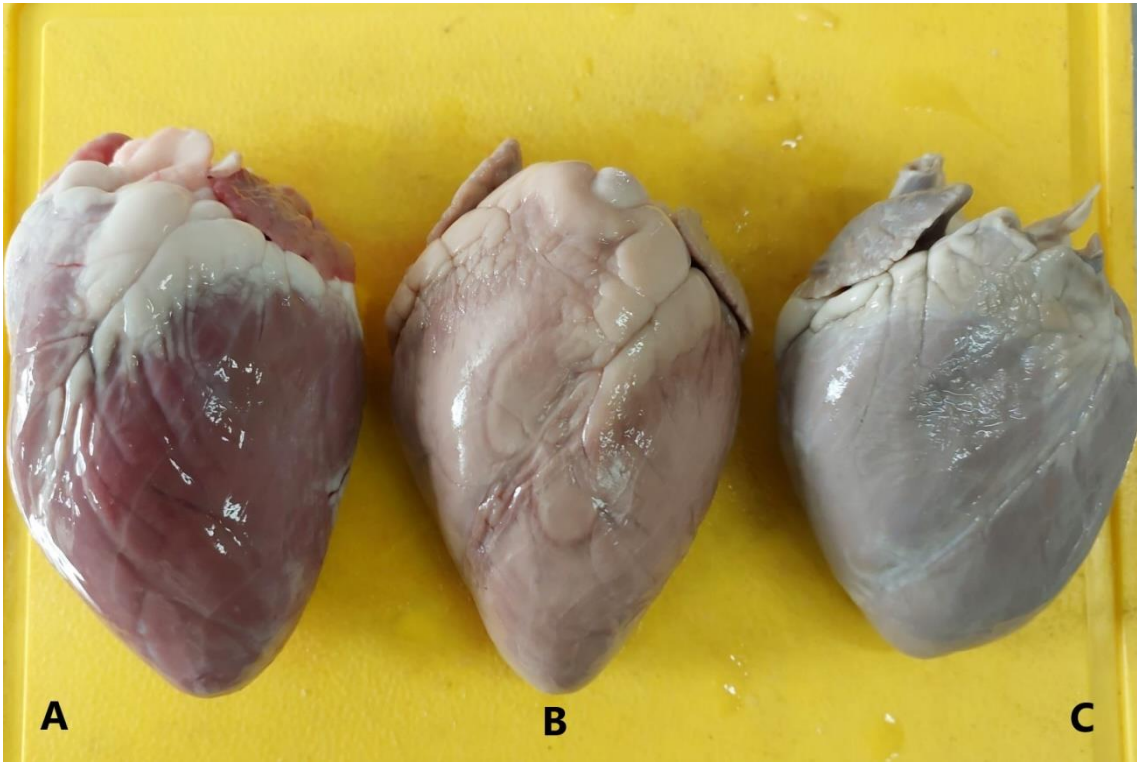
###### **3.1.1.1. Makroskopik Bulgular**

Çalışmada kullanılan kalp dokuları mezbahadan alındı. Kalpler canlı, parlak kırmızı ve yumuşak bir dokuya sahipti (Şekil 3-1).



**Şekil 3-1:** Taze kalp

Solüsyonlara koyulan dokular gün gün takip edildi. Çalışma başladıktan 10 gün sonra dokular solüsyonlardan çıkartıldı ve mezbahadan o gün taze olarak getirilen kalp dokusuyla durumları fotoğraflanarak kıyaslandı (Şekil 3-2). Formaldehit solüsyonunda bulunan kadvraların buldukları kaptan dışarı çıkartıldığında formaldehitin irrite edici kokusuna sahip olduğu, gözlerde yaşarma ve soluk alıp vermede zorluğa sebep olduğu gözlemlendi. Solüsyon grubunda ise irrite edici koku oluşumu fark edilmedi. Aksine kalplerin bulunduğu kabın kapağı açılınca ortama hoş bir kekik kokusu yayıldı. Ayrıca formaldehit grubunda belirgin bir renk kaybı göze çarpıyordu.

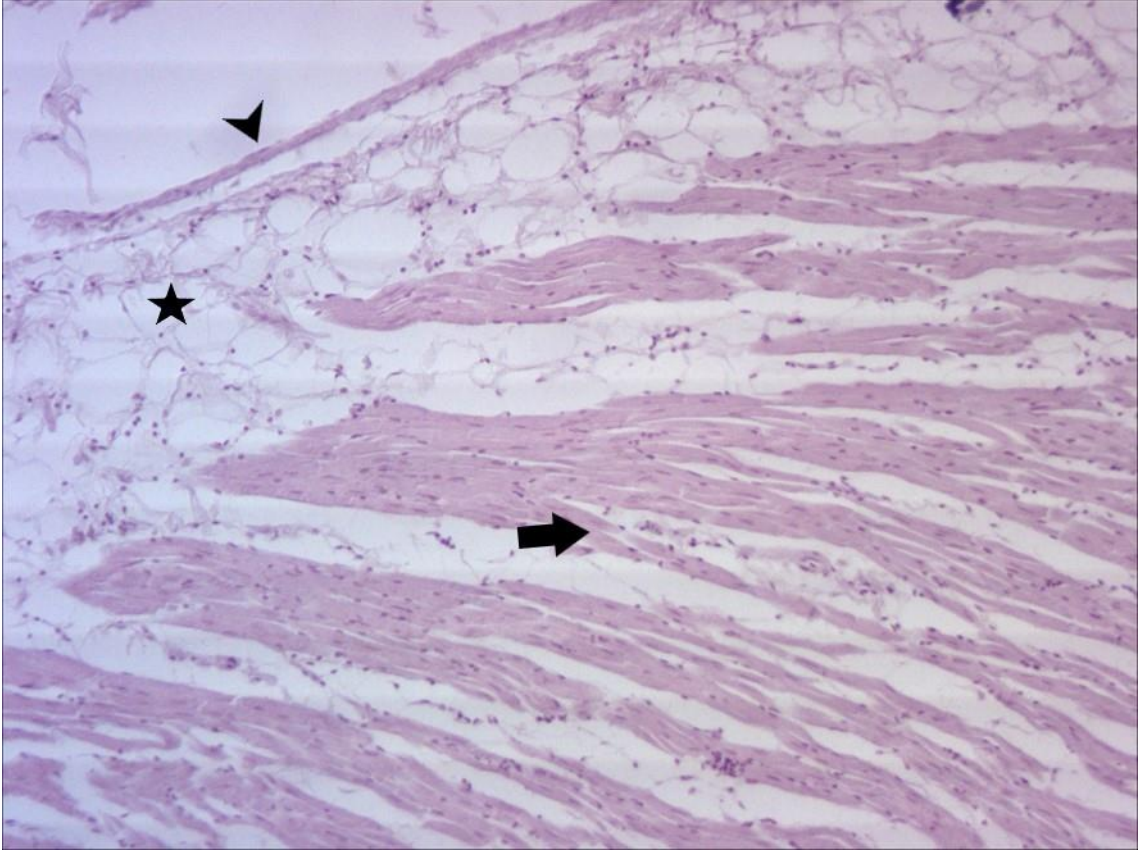


**Şekil 3-2:** Taze kadavra, solüsyon ve formaldehit grubu kalplerin 10. günde karşılaştırılması. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyonda tespit edilmiş kalp dokusu C. Formaldehitte tespit edilmiş kalpler

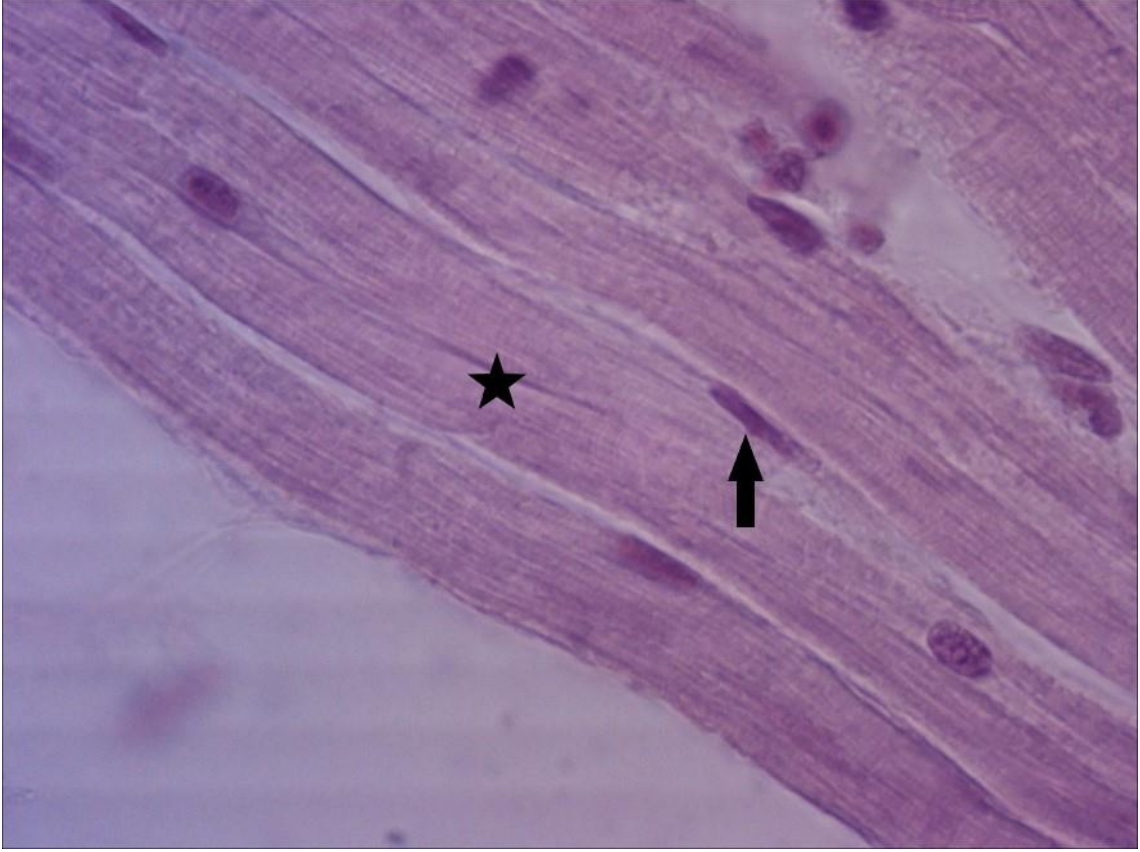
### 3.1.1.2. Mikroskopik Bulgular

Bu incelemelerden sonra kalplerin aynı bölgelerinden doku örnekleri alınarak histolojik doku takibi yapıldı. Hematoksilen-eosin boyasıyla boyanan kalpler ışık mikroskopunda çeşitli büyütmelemlerde incelendi ve fotoğraflandı. İncelenen dokuların arasında yapısal

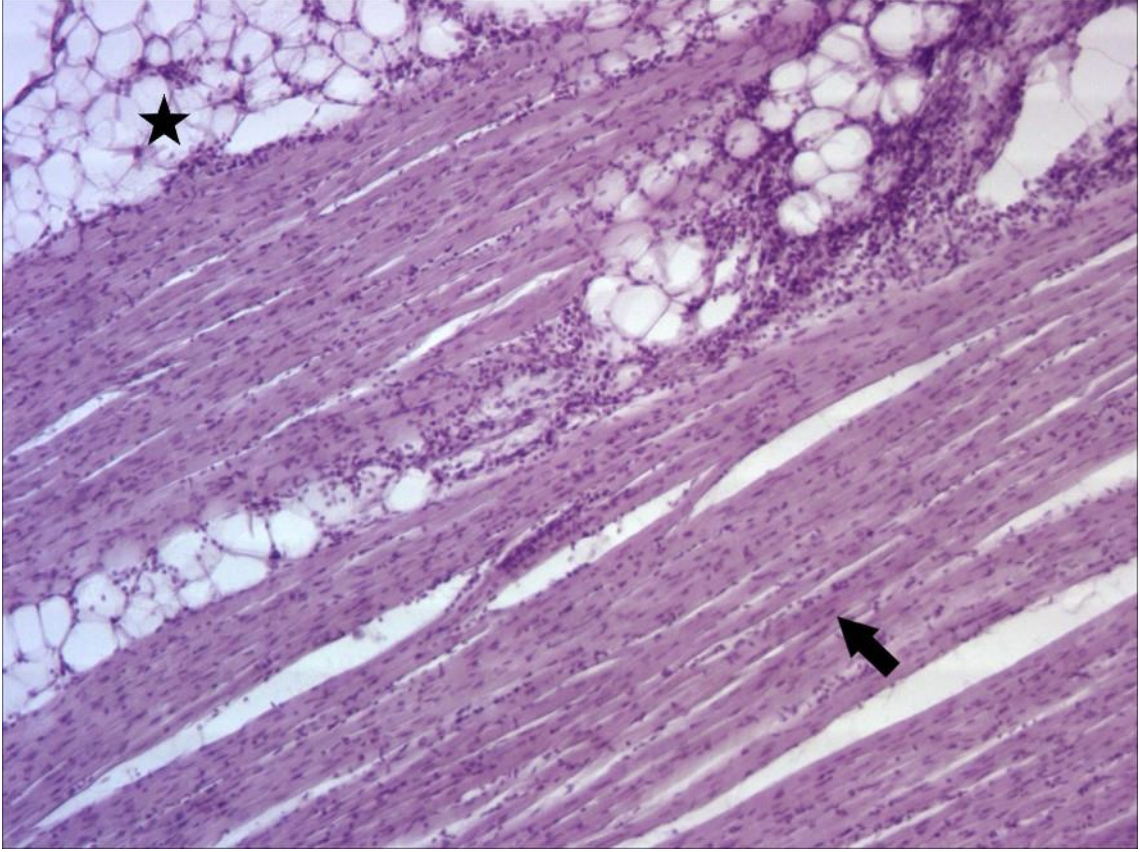
olarak bir farklılık gözlemlenmedi. Hücre çekirdeklerinin her iki grupta da koyu renge boyandı. Boyanma kalitesi formaldehitin sahip olduğu kadar iyiydi (Şekil 3-3-3-6).



**Şekil 3-3:** Formaldehit grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x10) \*: Adipositler Ok: Miyokardiyum Ok başı: Epikardiyum

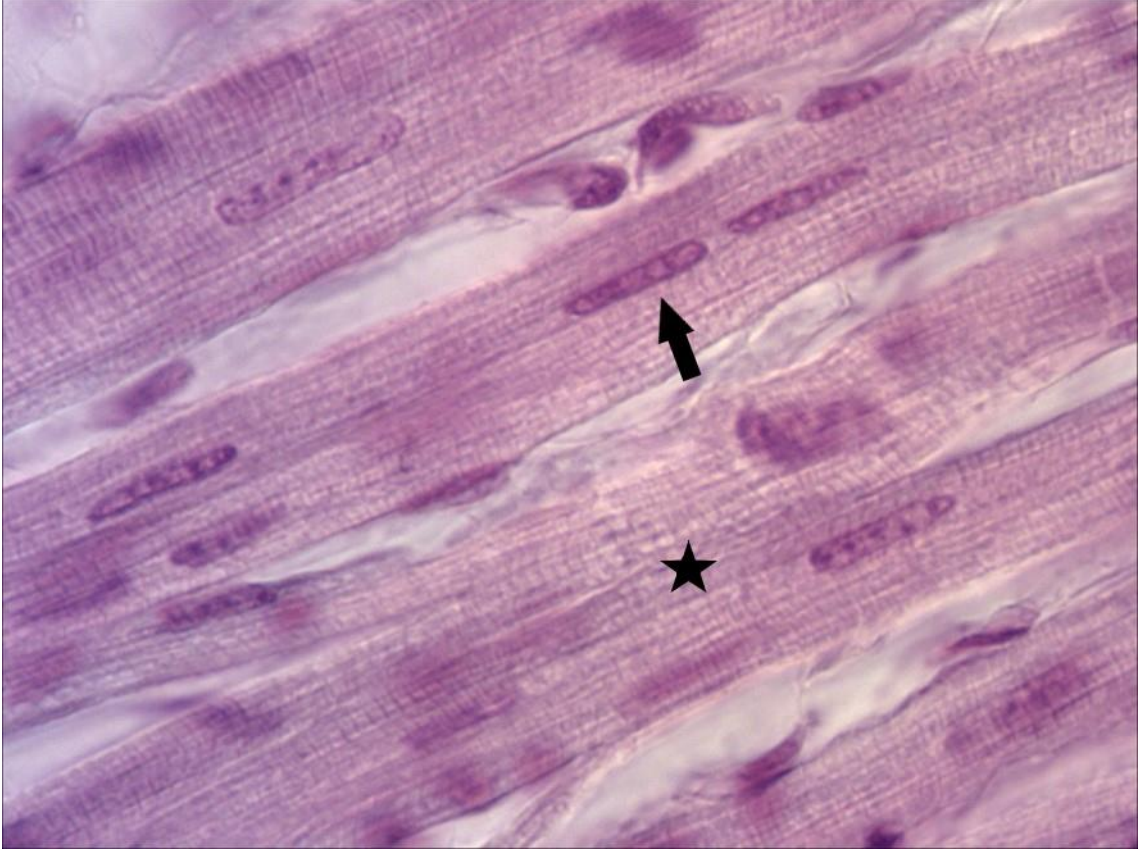


**Şekil 3-4:** Formaldehit grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x100) \*Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri



**Şekil 3-5:** Solüsyon grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x10) \*Epikardiyum ve adipositler  
Ok: Miyokardiyum



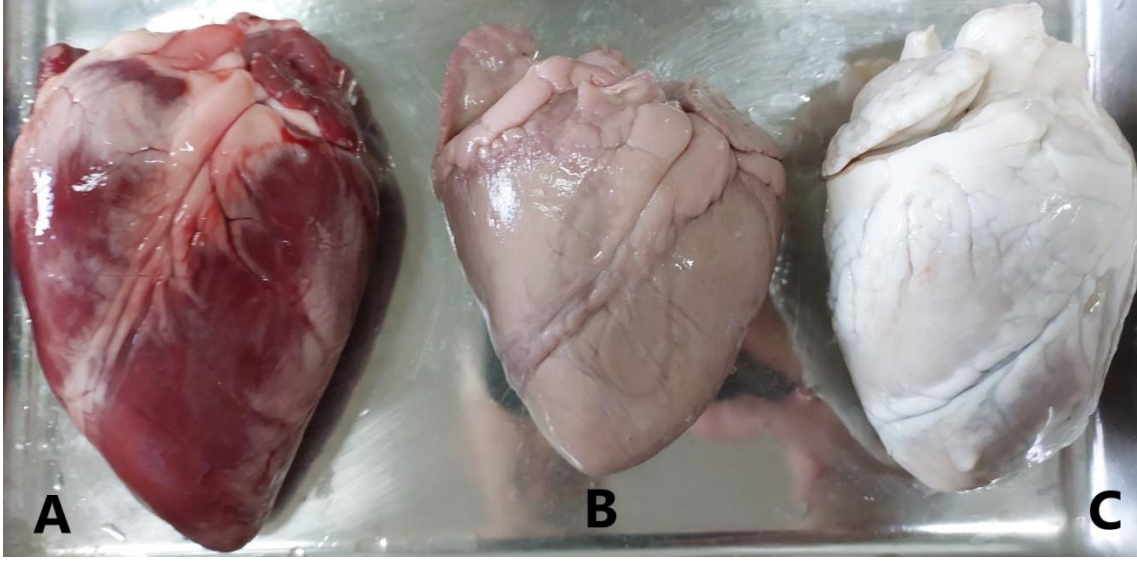


**Şekil 3-6:** Solüsyon grubuna ait kalpten alınan örnek 10. gün (x100) \*Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri

### **3.1.2. Çalışma Sonu Değerlendirmesi**

#### **3.1.2.1. Makroskobik Bulgular**

Çalışma sonunda her iki grupta ki kalpler solüsyonlardan çıkartıldı ve mezbahadan alınmış taze kalp dokusuyla yan yana konarak fotoğrafları çekildi (Şekil 3-7).



**Şekil 3-7:** Çalışma sonunda kalplerin görünüşleri. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyonda tespit edilmiş kalp dokusu C. Formaldehitte tespit edilmiş kalp dokuları gözlenmekte. Formaldehit grubunda ki kalp dokusunun renk kaybının fazlalığı dikkat çekmektedir.

Formaldehit içeren kabın kapağı açılınca ortamı formaldehitin gözü ve solunum sistemini irrite eden kokusu kapladı. Solüsyon grubundaydı hoş bir kekik kokusu hakimdi. Formaldehit grubunda ki kalpler taze kadavraya oranla renklerini iyice kaybetmişlerdi. Solüsyon grubunda da renk kaybı vardı. Ancak renk kaybı formaldehitte olduğu kadar belirgin değildi (Tablo 3-1).

**Tablo 3-1:** Kalp Örneklerinin Renk ve pH Analiz Sonuçları (n=3). L\* (siyahlık); a\* (kırmızılık); b\* (sarıklık) Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel fark vardır.

Gruplar	L*	a*	b*	pH
Taze	36,52±0,57 <sup>c</sup>	15,6±0,28 <sup>a</sup>	8,78±0,11 <sup>c</sup>	6,22±0,00 <sup>a</sup>
Formol	75,57±1,44 <sup>a</sup>	0,87±0,16 <sup>c</sup>	10,21±0,44 <sup>b</sup>	4,65±0,02 <sup>c</sup>
Çözelti	59,72±0,59 <sup>b</sup>	8,56±0,27 <sup>b</sup>	16,99±0,18 <sup>a</sup>	5,76±0,02 <sup>b</sup>
p	0,001	0,001	0,001	0,001

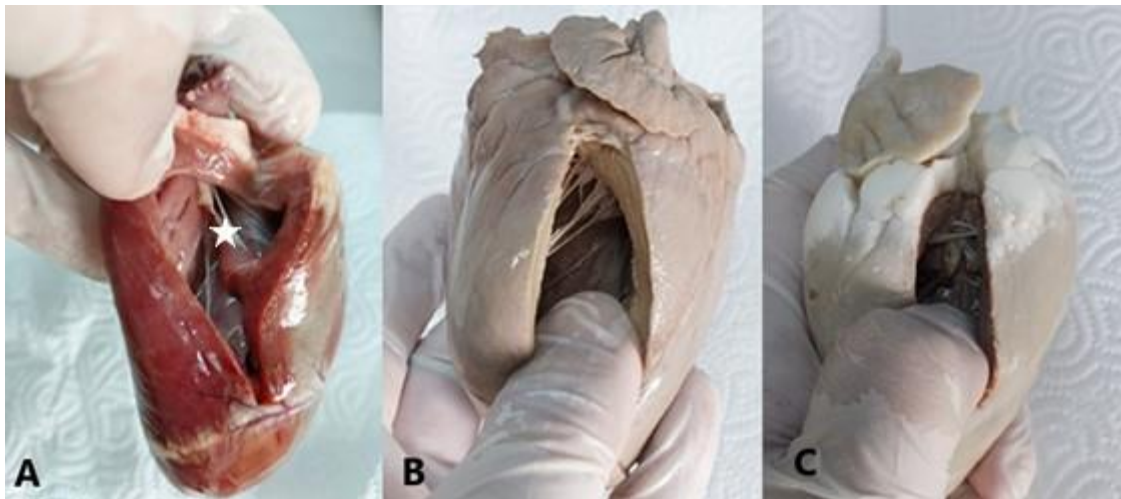
Kalpler tekstür yönünden karşılaştırıldığında formaldehit grubunda tespit olan kalplerin hem mezbahadan getirilen hem de solüsyon grubunda bulunan kalplere oranla

oldukça sert olduğu gözlemlendi. Formaldehit grubunda ki kalplerin bu denli sert olması onun anatomik yapılarını incelemeyi güçleştiriyordu (Tablo 3-2).

**Tablo 2:** Kalp Örneklerinin Tekstür Analiz Sonuçları (n=3). Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen gruplar arasında istatistiksel fark vardır.

Gruplar	Sertlik	Elastikiyet	Yapışkanlık	Sakızimsılık
Taze	2081,5±1321,59 <sup>b</sup>	0,92±0,04	0,63±0,02	1294,98±800,55 <sup>b</sup>
Formol	15986,9±3999,92 <sup>a</sup>	0,90±0,01	0,72±0,07	11722,69±3183,33 <sup>a</sup>
Çözelti	1202,5±823,97 <sup>b</sup>	0,85±0,01	0,76±0,03	885,10±593,51 <sup>b</sup>
p	0,009	0,276	0,215	0,012

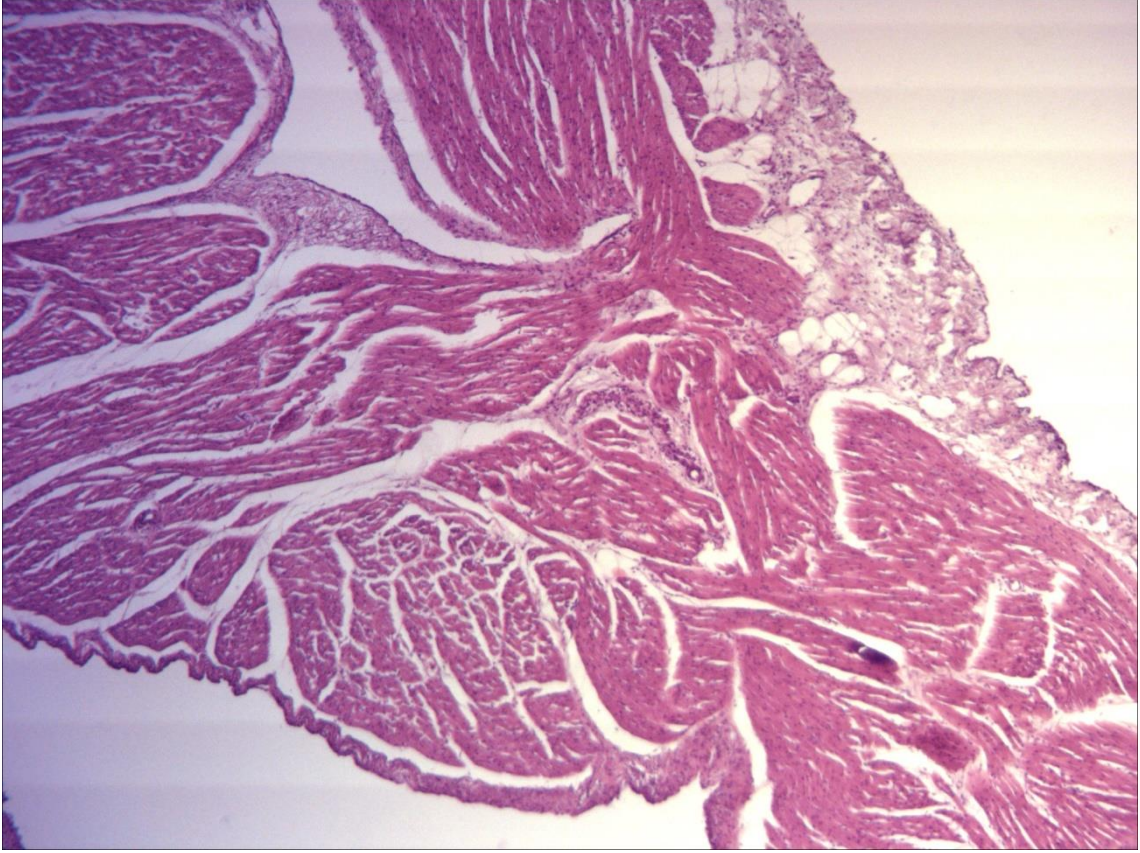
Renk ve tekstür yönünden incelendiğinde ise formaldehit grubunda ki dokuların hem renklerini hem de yumuşaklıklarını yitirdikleri görüldü. Bu gruptaki kalpler oldukça sertti ve bu da kalbin içinin rahatça açılarak damarsal yapıları, chorda tendinea'ları ve ventrikülleri incelemeyi zorlaştırıyordu. Solüsyon grubunda kalplerin renkleri taze kadavra kadar olmasa da ona yakındı ve yumuşak bir dokuya sahip oldukları için yukarıda sayılan anatomik yapılar rahatça incelenebiliyordu (Şekil 3-8-Tablo 3-1,3-2).



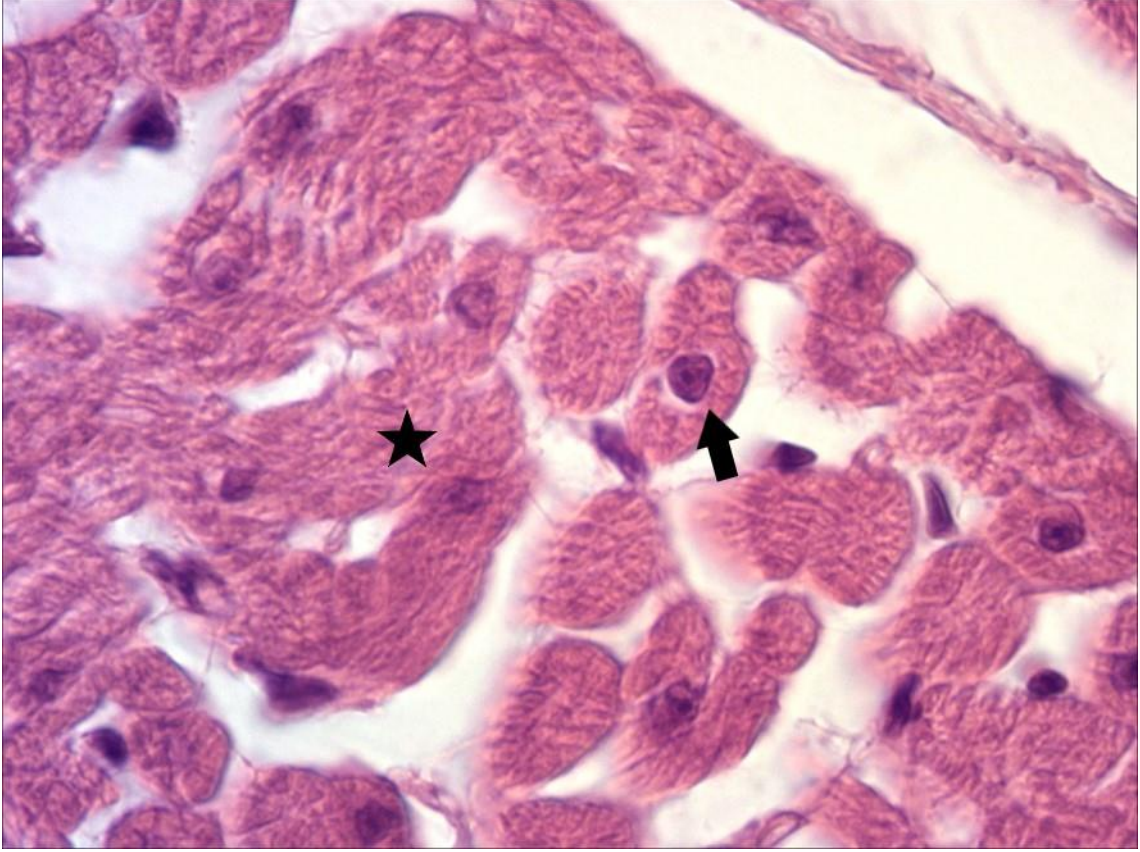
**Şekil 3-8:** Kalp dokularının sertleşmelerini gösteren resim. A. Taze kalp dokusu B. Solüsyon grubunda tespit olmuş kalp dokusu C. Formaldehit grubunda tespit olmuş kalp dokusu. Kalplerin iç kısmında ip şeklinde chorda tendinea'lar görülmekte \*

### 3.1.2.2. Mikroskopik Bulgular

Bu aşamadan sonra kalplerden küçük doku örnekleri alınarak histolojik doku takibi yapıldı. Işık mikroskopunda incelenen dokuların arasında yapısal olarak bir farklılık gözlemlenmedi. Özellikler düşük büyütmele de kalbin yapısı rahatlıkla gözleniyorken büyük büyütmelerde bazı noktalarda solüsyon grubunda ki hücre çekirdeklerinin hematoksilin-eosin boyasını formaldehit grubundakiler kadar almadığı göze çarpıyordu (Şekil 3-9-3-18).

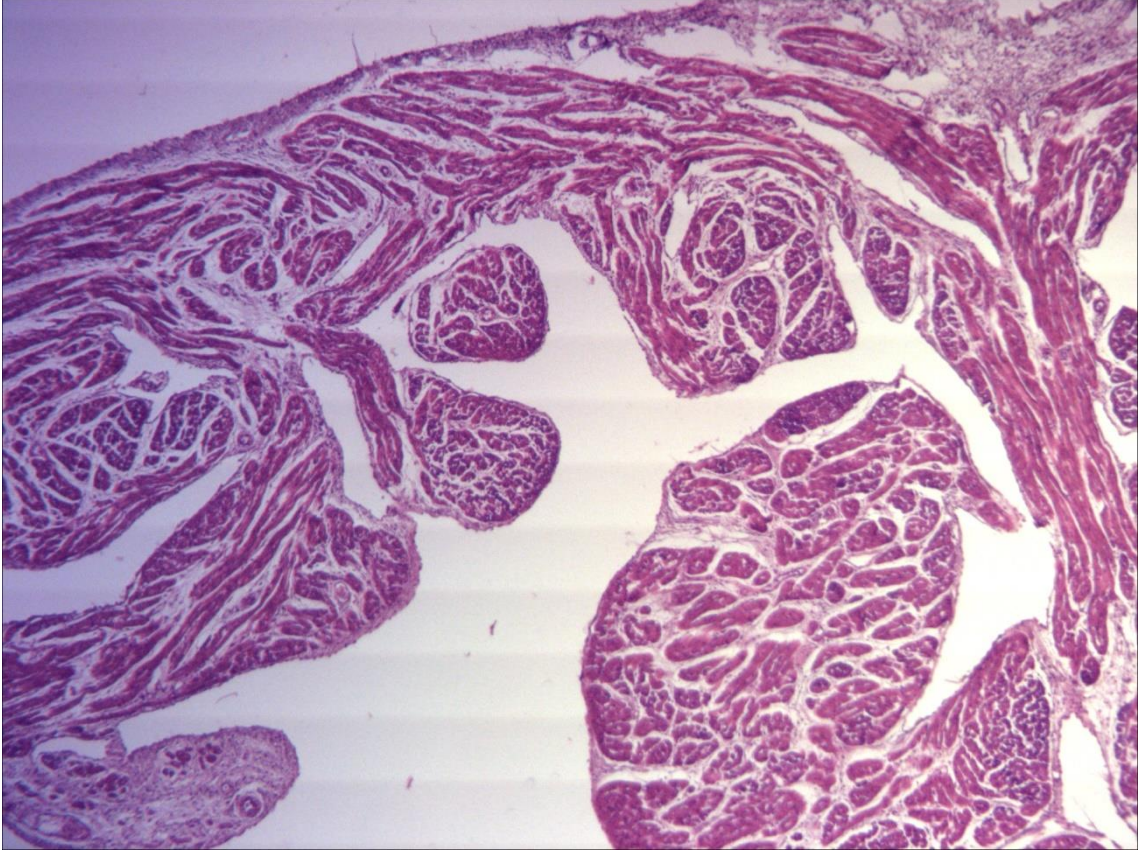


Şekil 3-9: Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x10)

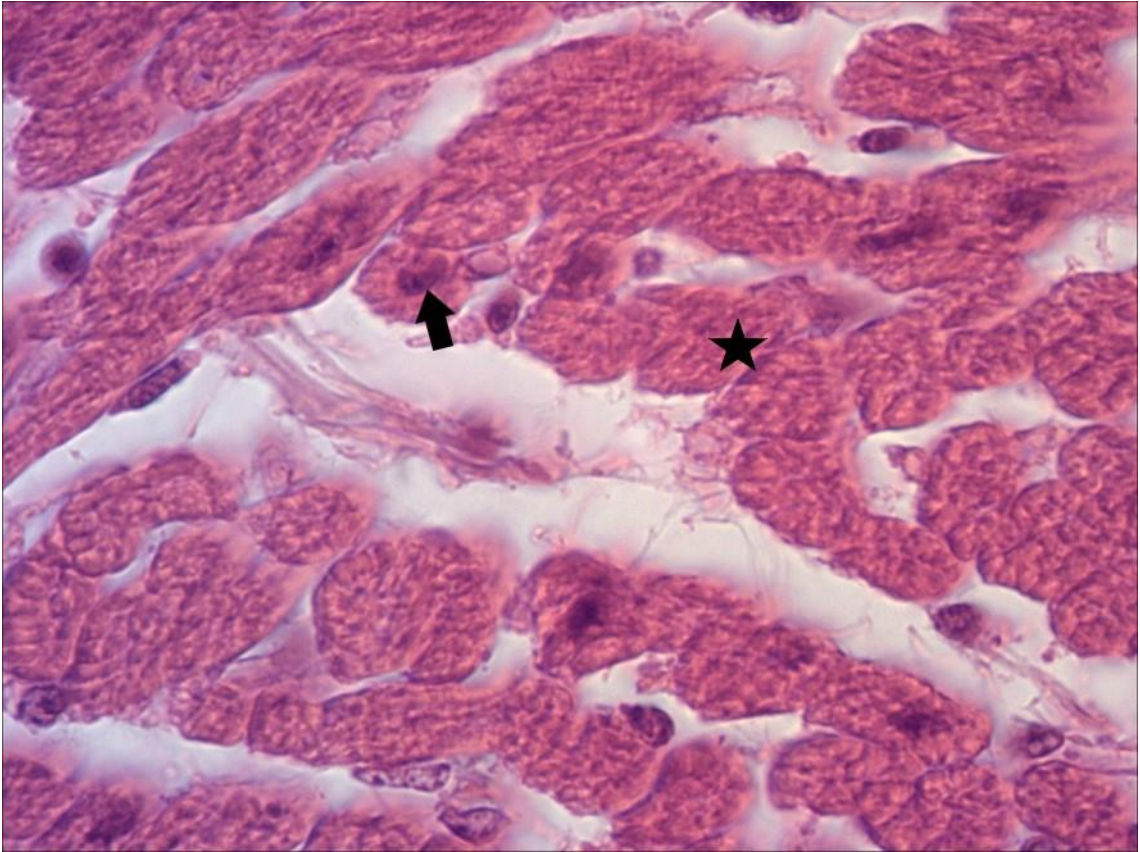


**Şekil 3-10:** Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x100)

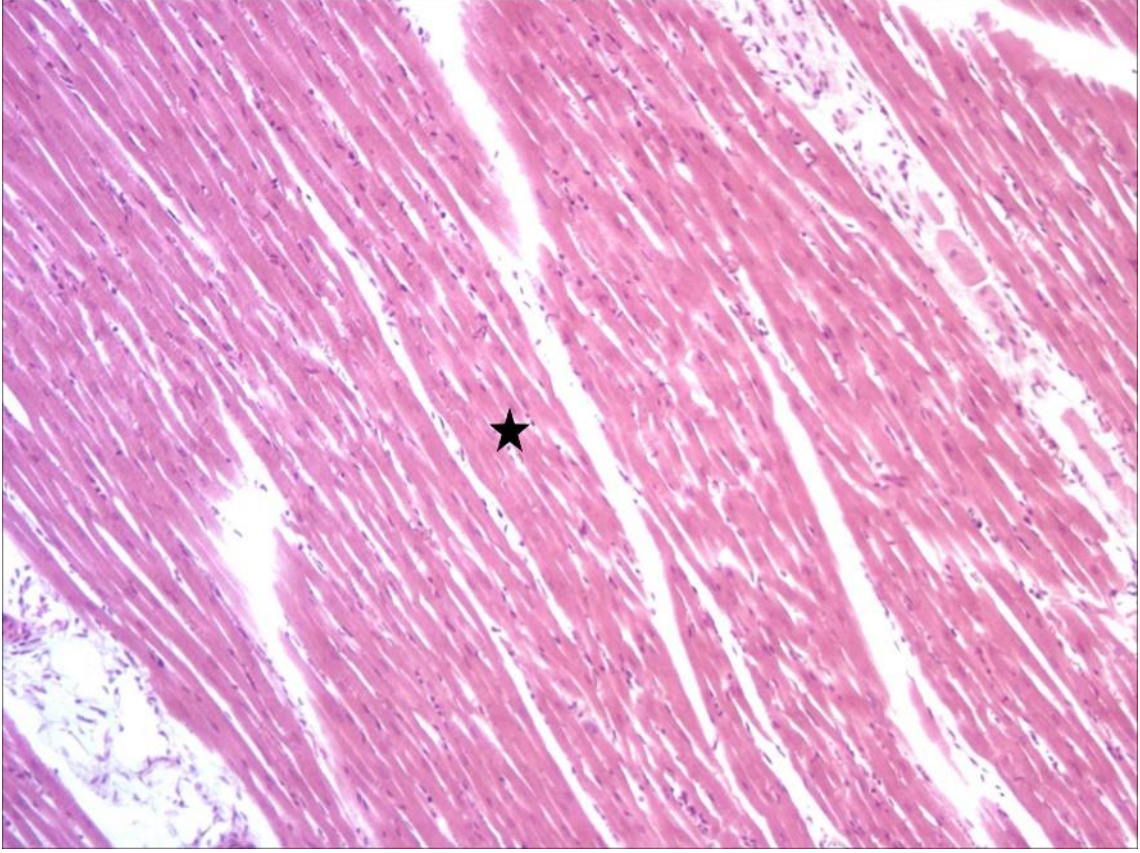
\*Kas Lifleri Ok: Hücre çekirdekleri



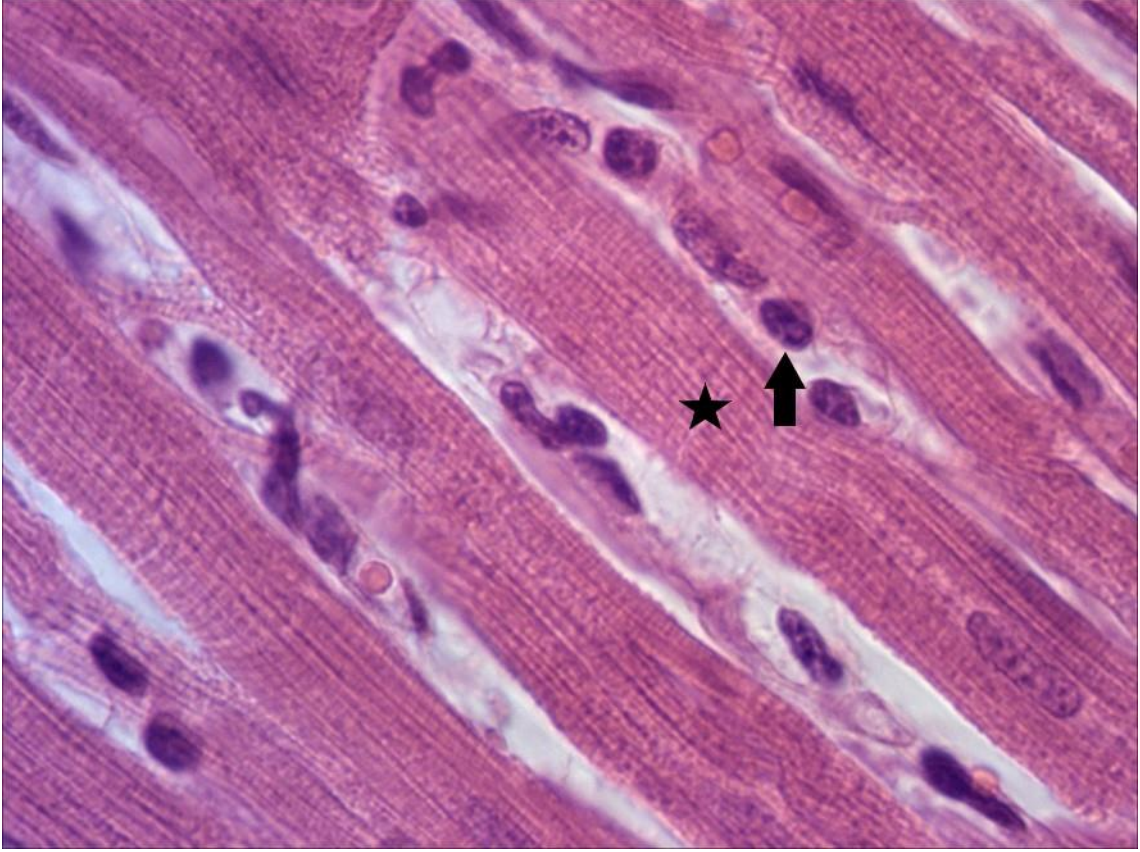
Şekil 3-11: Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x10)



**Şekil 3-12:** Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin auricula bölgesinden alınan örnek (x100)  
\*Kas lifleri Ok: Hücre çekirdekleri

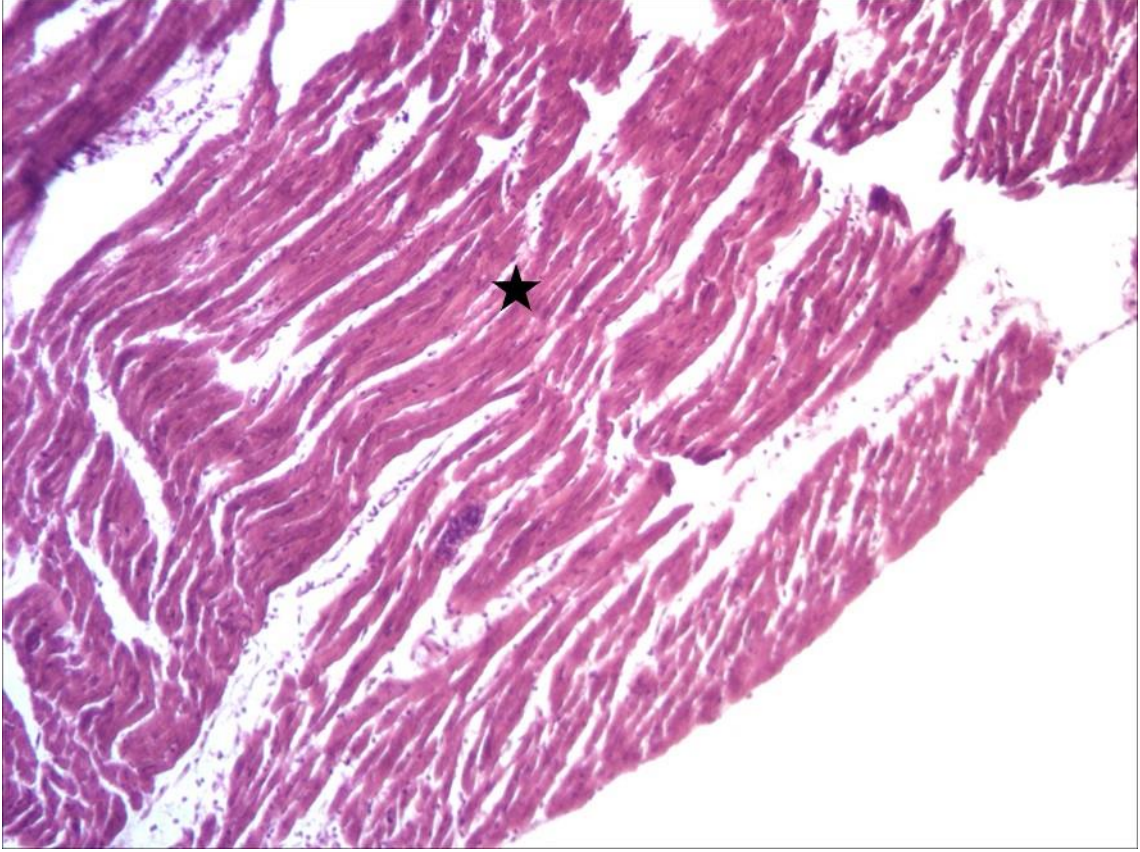


**Şekil 3-13:** Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek \*  
(x10)

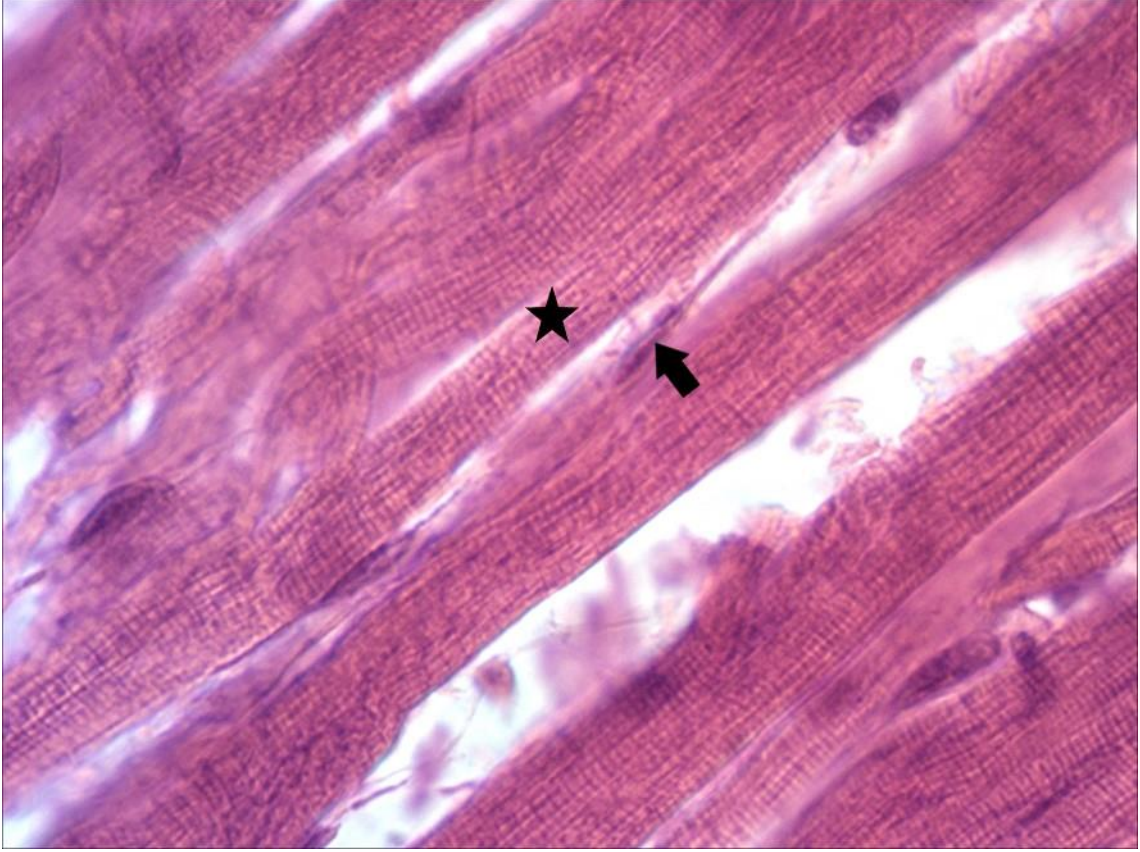


**Şekil 3-14:** Formaldehit grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) \* Kas telleri Ok: Hücre çekirdekleri

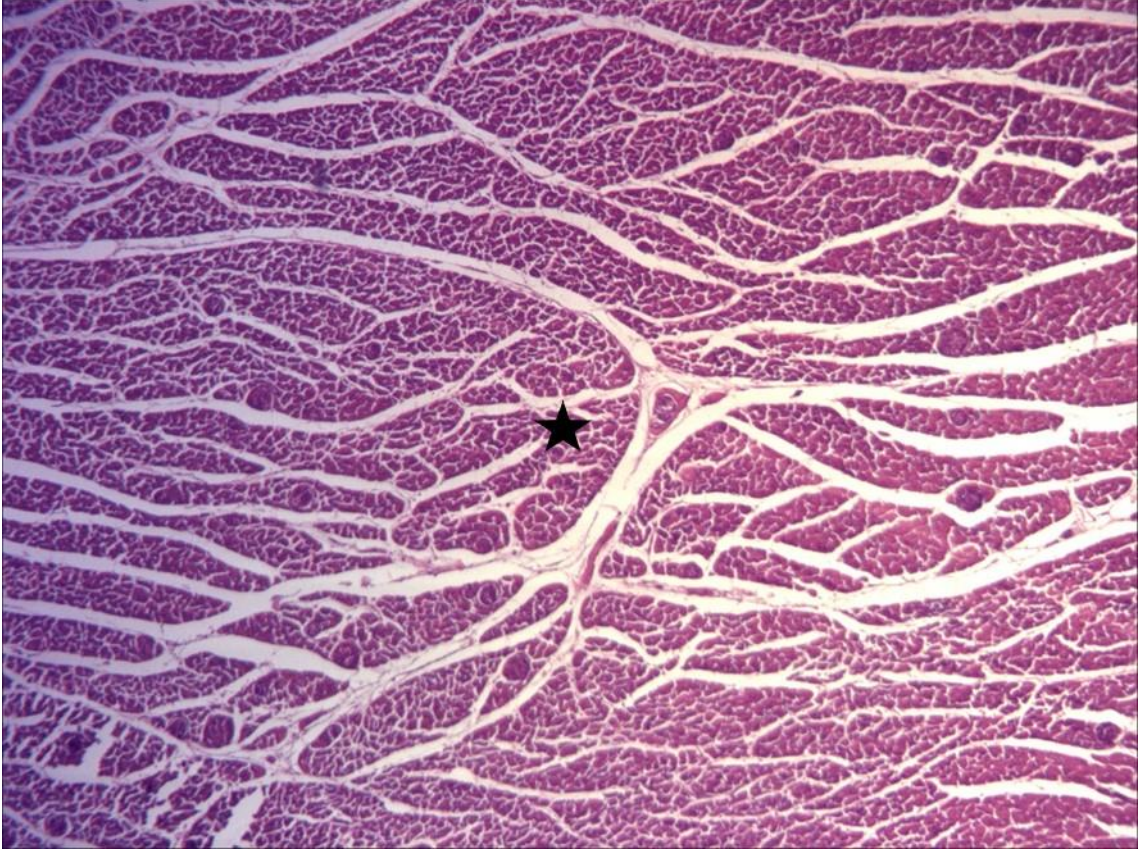




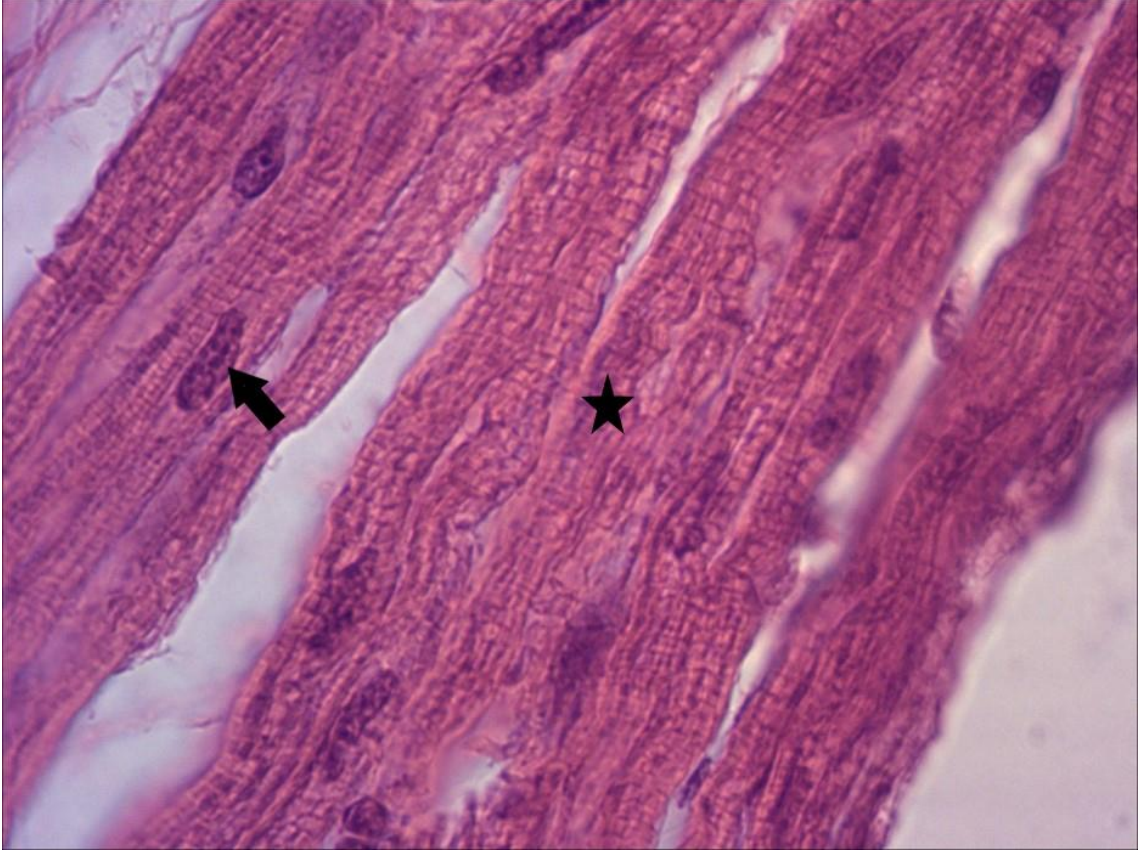
Şekil 3-15: Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalpten alınan örnek (x10) \*Miyokardiyum



**Şekil 3-16:** Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) \* Kas lifleri Ok: Hücre çekirdeği



**Şekil 3-17:** Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek\*. Solüsyon grubu (x4)



**Şekil 3-18:** Solüsyon grubu (Çalışma sonu). Kalbin miyokardium bölgesinden alınan örnek (x100) \*Kas lifleri Ok: Hücre çekirdeği

### 3.1.2.3. Mikrobiyel Üreme

Çalışmanın sonunda dokuların içinde buldukları solüsyon mikrobiyel üreme yönünden kontrol edildi. Mikrobiyel üremelerde solüsyonda formaldehit grubuna göre bir miktar mikrobiyel üreme olduğu gözlemlendi. Ancak bu üremenin kadavranın dokusunu bozacak düzeyde değildi (Tablo 3-3).

**Tablo 3-3:** Kalp Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları (n:3, log10)\*<log 2,00 (kob/ml)

Gruplar	Toplam Bakteri Sayısı	Enterococcus	Koliform	Maya/küf	Enterobacteria cea	Staphilokok	E.coli
Formol	-*	-	-	-	-	-	-
Çözelti	2,87	2,48	2,63	2,47	2,43	2,80	-

#### 4. TARTIŞMA

Sunulan bu araştırma hekimlik fakültelerinde kadavra hazırlamada sıklıkla kullanılan ve sağlığa zararları olduğu bilinen formaldehit yerine kullanılabilir sağlıklı bir solüsyon ortaya çıkartmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan bu solüsyonun parametreler incelendiğinde kadvralar üzerinde genel olarak olumlu bir etkisinin olduğu göze çarpmıştır. Solüsyonda bekletilen kadvraların yumuşaklıkları taze kadvraya yakın bir şekilde kalmıştır. Öğrenciler ve bölüm hocalarının incelemelerinde renkte bozulma ve çürüme belirtilerine rastlanmamıştır. Yayılmış oldukları hoş kekik kokusu öğrenciler tarafından memnuniyetle karşılanmıştır. Bunun yanında formaldehitin dokularda yapmış olduğu sertleşmeden dolayı damarsal yapılar ve kalp kesitlerinde içerisinde ki ventriküller, chordea tendiane'a ve kapakçık gibi yapıların gözlenmesi formaldehitte tespit olmuş kadvrada oldukça güçlü solüsyonun sağladığı yapısal yumuşaklıktan dolayı bu bölümler kolayca incelenebilmiştir.

Solüsyon hazırlanırken borun asidik formu olan borik asit yerine alkali formu olan boraks tercih edilmiştir. Borik asit, Thiel solüsyonu gibi formaldehitin yerine dünya üzerinde sıklıkla tercih edilen solüsyonların içerisinde kullanılan bir kimyasaldır. Ancak genel olarak Thiel solüsyonuyla tespit edilmiş kadvralarda kararlı olduğu göze çarpmış ve bunun sebebinin borik asit olabileceğinden şüphelenilmiştir. Bunun üzerine yapılan araştırmalarda borik asitin kas tabakası üzerinde dejenerasyon ve kararlı gibi renk değişimlerine sebep olduğu saptanmıştır (Türkmen vd., 2017). Akosman vd. (2022) yapmış olduğu çalışmada kas kadvralarının saklanması borik asit yerine boraks solüsyonunu denemiştir. Formaldehitte tespit edilmiş kas dokuları boraks ihtiva eden solüsyonda kırk gün bekletilmiştir. Solüsyonda bekletilen kas dokularıyla formaldehitte bekletilen kas dokuları arasında histolojik bakıda bir farklılığa rastlanmamıştır. Solüsyonda bekletilen kas kadvralarında herhangi bir irrite edici kokuya rastlanmamıştır. Mikrobiyolojik üreme ise eser miktarda kalmıştır (Akosman vd., 2022). Sunulan bu çalışmada da solüsyonda bekletilen kalp kadvraların da formaldehitin irrite edici kokusuna rastlanmazken, histolojik olarak dokular arasında yapısal bir bozulmayla karşılaşılmalıdır. Dokularda ki mikrobiyel üremenin de önemsiz bir miktarda kaldığı tespit edilmiştir. Dokuların renk ve tekstür olarak yapılan analizler göz önüne alındığında taze kadvraya yakın olduğu gözlenmiştir.

Menon vd. (2021)'nin yapmış oldukları çalışmasında etanol, polietilen glikol, klorozilenol ve sodyum nitriti çeşme suyunda çözdürerek 100 birime tamamlamıştır. Hazırladıkları solüsyonu kedi, köpek, koyun ve keçi gibi çiftlik hayvanlarının bedenlerine uygulamışlardır. Tespit edilen bedenler altı ay boyunca renk değişimleri, sertlik ve mikrobiyel üremeler yönünden gözlenmiştir. Menon vd. (2021) kedi hariç diğer kadavralarda kırmızılığın arttığını gözlemiştir. Taze kadavrada görülen kırmızı, mor ve kahverengi oksimiyoglobin, deoksimiyoglobin ve metmiyoglobin sağladığını kadavrada ise kırmızıdan soluk kahveye renk değişimlerinin olması ölüm sonrası oksidasyonu ve diğer kokuşma kaynaklı biyokimyasal değişikliklerin etkisinden dolayı olduğunu belirtmiştir. Bu tip bozulmaların kadavra diseksiyonu esnasında kadavranın havayla temas etmesiyle hızlandığı görülmüştür (Menon vd. 2021).

Menon vd. (2021)'nin yaptığı çalışmasında hazırlamış olduğu solüsyonun renk değişimini yavaşlattığını belirtmiştir. Menon vd. (2021) antioksidan özellikli sodyum nitrit kullandığı için lipid oksidasyonun baskılandığını ve nitritin ette bulunan miyoglobininle birleşerek rengi iyileştirdiğini belirtmiştir. Ayrıca Menon vd. (2021) antioksidan özelliği olan sodyum nitritin lipid oksidasyonu baskılayarak dokunun bozulma sürecini engellediğini ve miyoglobininle etkileşime de girerek rengin korunmasını sağladığını bildirmiştir. Bununla birlikte nitrit özellikle yağ dokularında sarı rengin artmasına sebep olur (Menon vd. 2021).

Janczyk vd. (2011) nitrit tuzlarının kadavra tespitinde eklenen antioksidanlardan dolayı renk değişimlerine neden olduğunu bildirmiştir. Bu sebeple çalışmalarında nitritli tuzlara etanol ve Pluriol (polietilen glikol kombini) ilave etmiş ve bu karışımı köpek kadavraları üzerinde denemiştir. Bu karışıma son işlemde hoş koku içine oregano yağı ve antioksidan olarak düşük miktarlarda askorbik asit ilave edilmiştir. Bütün bu kimyasallar çeşme suyuyla bir araya getirilmiştir. Kadavralar işlem sonrasında da aynı solüsyon içerisinde 4-6<sup>0</sup>C ısıda saklanmıştır. Bu tip bir uygulamanın karın boşluğu açık olan hayvanlarda daha iyi sonuç verdiği, karın boşluğu kapalı olan hayvanlarda ise iç organların otolize uğramamasına rağmen doğal görünümünü kaybettiğini bildirmiş ve bu kadavralarda mikrobiyel üreme tespit edildiği belirtmiştir.

Sunulan bu çalışmada da solüsyonda bekletilen kalp dokularında ki renk kaybının formaldehit kadar fazla olmadığı ve düşük kaldığı gözlenmiştir. Renk farklılığının formaldehite göre az olması öğrencilerin gerçek dokuyu anlamasını ve kavramasını kolaylaştıracaktır. Yapılan araştırmalar renk kaybının taze kadavra gibi kayda değer bir şekilde düşük kalmasının sebebinin sodyum nitrite bağlı olduğunu göstermiştir. Biz de çalışmamızda kalbin orijinal kırmızı rengine yakın bir kırmızılık istediğimiz için nitrit ve nitrat tuzlarını kullanmayı tercih ettik. Çalışmamızda solüsyon grubunda sarı rengin yüksek çıkmasının sebebi de yine nitrit tuzlarının yağ dokularda sararmaya sebebiyet vermesi nedeniyle olabilir. Kalbin etrafında yağ tabakası özellikle oluklarda fazla miktarda olduğu için daha iyi sonuç almak için tespit aşamasından önce bu yağ tabakalarının temizlenmesi denenebilir.

Turan vd. (2017) yapmış oldukları çalışmalarında sıvı sabunun kadavra tespiti üzerinde olası olumlu etkilerini incelemişlerdir. Bunun için sıvı sabun, etanol, sitrik asit ve benzalkonium klorür'den oluşan bir solüsyon hazırlamışlardır. Hazırlanan bu solüsyonu keçi kadvralarına karotid arter vasıtasıyla enjekte etmişlerdir. Karotid arterden başka karın ve göğüs boşluklarına da ilave olarak enjeksiyonlar yapılmıştır. Bu kadvralar bir yıl boyunca aynı solüsyonla dolu olan tanklarda saklanmışlardır. Derslerde kullanılan bu kadvralar masalara konulmadan önce masaların dezenfeksiyonları sağlanmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde kadvraların iyi korunduğunu tespit etmişlerdir. Rahatsız edici boyutlarda olmasa da bir miktar koku olduğu belirtilmiştir. Kadvraların taze kadvranın sahip olduğu anatomik görünüş, sertlik ve elastikiyete yakın oldukları belirtilmiştir. Histolojik olarak ise kaslarda başlangıçta iyi olan doku tablosunun zamanla bozulmaya başladığı gözlenmiştir. Sunulan bu çalışma da ise kekik kokusundan dolayı rahatsız edici bir kokuyla karşılaşılmamıştır. Bununla birlikte sınırlı sayıda bir mikrobiyel üreme gözlenmiştir. İkinci ayın sonunda kalp dokusunda herhangi bir dejenerasyona rastlanmazken kalbin histolojik bakısında hücrelerin formaldehite oranla çok daha az soluk boyandığı gözlenmiştir.

Menon vd. (2021) kadvralarda sertleşmenin asıl kaynağının dehidrasyon olduğunu belirtmiştir. Menon vd. (2021) yapmış oldukları çalışmaların da bazı

kadavralarda uyguladıkları solüsyonun kas tabakasında yavaş gelişen bir sertleşmeye yol açtığını rapor etmiştir. Turan vd. (2017) bir sene sonunda bazı kadavralarda sertleşme olduğunu bildirmiştir. Menon vd. (2021) çalışmasında ki kadavralarda sertleşmenin sebebinin solüsyonun bileşiminde yer alan etanolden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Ancak kadavra hazırlama solüsyonlarına katılan gliserinin kadavraların yumuşak kalmasına sebebiyet verdiği ve formaldehitte tespit olmuş kadavralarda görülmeyen eklem hareketlerine dahi izin verdiği daha önceden saptanmıştır (Denis-Rodríguez ve Aguirre-Gutiérrez, 2018). Sunulan bu çalışmada ise formaldehitin yüksek oranda sertleşmeye sebep olduğu ve bu sertleşmenin kalbin içyapılarının incelenmesini olanaksız kıldığı gözlenmiştir. Tarafımızca hazırlanan solüsyon da bekletilen kalp dokularında ise sertlik değerleri taze kadavranın değerlerine oldukça yakın olarak bulunmuştur. Böylece öğrenciler formaldehite göre kalbin gerçek yumuşaklığına daha yakın yumuşaklığa sahip kadavralarda çalışacaklar ve kalbin doğal yapısını daha rahat bir şekilde kavrayacaklardır. Kalbin içinde ki yapıları daha kolay inceleyecekler ve kalbi anlayıp öğrenmeleri kolaylaşacaktır. Kalbin bu derece de yumuşak kalmasının sebebi solüsyona eklenmiş olan gliserinden kaynaklanmış olabilir.

Kekik yağının da çoğu bitkisel yağa göre oldukça yüksek antimikrobiyel aktivitesi olduğu bilinmektedir (Turhan ve Tural, 2017). Cengiz vd. (2017) yapmış oldukları çalışmasında kanser ve malignan olmayan hastalıkların tedavisinde sıklıkla kullanılan ancak dokularda sitotoksositeye sebep olan siklofosfamid'in üreme sistemi üzerine vermiş olduğu hasara karşı kekik yağının ana bileşeni karvakrolün koruyuculuğunu işlemiş ve kekik yağının antioksidan ve hücre koruyucu etkilerinin olduğunu üzerini çizmiştir. Bu sebeple karvakrolün kemoterapötiklerin yan etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabileceğini belirtmiştir. Menon vd., (2021) yapmış olduğu çalışmasında bir kadavra haricinde mikrobiyel üremeye rastlamamıştır. Geliştirmiş oldukları solüsyonun altı ay boyunca kadavra tespitinde güvenle kullanılabileceğini belirtmiştir. Turan vd. (2017)'de bakteriyel üremenin varlığından söz ederken, maya ve küfün hiç üremediğini gözlemlemiştir. Sunulan bu çalışmada ise kadavralar sürekli dış ortama çıkartılmış, laboratuvar şartlarında keza öğrenciler tarafından, keza hocalar tarafından incelenmiştir. Yani mikrobiyel bulaşma olmasına özellikle özen gösterilmiştir. Buna rağmen solüsyonlarda düşük miktarda bir mikrobiyel



üreme olduğu gözlenmiştir. Bu da kadavralarda görsel olarak herhangi bir bozulma emaresine yol açmamıştır. Bu tip bir korunma kekik yağının antioksidatif ve antimikrobiyel aktivitesine bağlı olarak şekillenmiş olabilir.

Lombardero vd. (2017), doymuş tuz çözeltisini köpek bedenleri üzerinde denemiştir. Doymuş tuz çözeltisini boyun damarlarından altı-sekiz saat aralıklarla uygulamıştır. Derslerde incelenen kadavraların soğuk muhafazaya ve doymuş tuz dolu tanklara konulmasıyla beraber uzun süre boyunca derslerde faydalanabileceğini belirtmiştir. Solüsyon kas dokusunu iyi korumuş ve eklem hareketlerinin taze kadavra da olan şeklinde gerçekleştirilmesine müsaade etmiştir. Bu sebeple bu tarz bir tespit işleminin kas kadavraları üzerinde etkisinin olacağını belirtmiştir. Ancak eğer iç organlarla beraber bedenin saklanması gerekiyorsa bu işlemin yetersiz olacağını ve ek muameleye ihtiyaç duyulacağını söylemiştir. Bunun için karın boşluğu açılarak büyük damarlar olan aorta abdominalis ve v. cavae caudalis'ten solüsyonun verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Böylece iç organlar daha iyi korunmuş olacaktır. Ama bu tarz bir muamelenin vücudun yapısal bütünlüğünü bozacağından topografik incelemeleri zorlaştıracağı göz ardı edilmemelidir. Histolojik bakıda ise kalp dokusu için zaman içinde ilk günkü histolojik görünümünü koruyamadığını belirtmiştir.

Queiroz vd. (2022) kısa süreli kurslar, diseksiyon ya da cerrahi derslerinde kullanılmak üzere bir solüsyon geliştirmiştir. Solüsyon etanol, gliserin, sodyum klorür, nitrit ve sodyum nitratın birleşmesiyle oluşmuştur. Bu solüsyona tabii tuttıkları kedi kadavralarını yedi gün boyunca vakumlu paketlerde 0-4<sup>0</sup>C ısıda saklamışlardır. Gliserin ve etil alkol birleşiminin eklem hareketlerini formaldehit tespitine göre daha kolaylaştırdığını belirtmiştir. Yedinci günün sonunda yapılan mikrobiyolojik incelemede aerobik ve anaerobik bakterilerin ürediği ancak bu üremenin kadavrada deformasyonlara sebep olacak oranda olmadığını gözlemlemişlerdir. Solüsyonda bekletilen kadavraların deri ve barsak üzerinde ki germe testlerinde taze kadavra gibi sonuç verdiğini ve istatistiksel olarak fark oluşturmadığını söylemişlerdir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sunulan bu çalışmada hekimlik fakültelerinde sıklıkla kullanılan ve sağlığa zararlı olduğu bilinen formaldehitte tespit yerine alternatif olarak literatür taramaları neticesinde oluşturulan daha sağlıklı bir solüsyon kullanıldı. İki ay süren çalışmada kalp dokuları solüsyondan sürekli çıkartılarak laboratuvar ortamında incelendi ve ortamlarına kontamine olması sağlandı. Solüsyonun kadavra üzerinde ki etkileri incelendiğinde kekik kokusundan dolayı ilk etapta bölüm hocaları ve öğrenciler tarafından olumlu olarak karşılanmıştır. İlk değerlendirmenin yapıldığı onuncu günün sonunda kadavralarda herhangi bir dejenerasyon ve kokuşma belirtisi görülmemiştir. Solüsyonun renk kaybını daha aza indirgediği, histolojik boyamalarda formaldehit grubuna benzer şekilde etki ettiği görüldü. Taze dokuya benzer sertliğinden dolayı kalbin içyapıları kolayca incelenebilmekteydi. Formaldehitte tespit edilen dokularda aşırı sertleşmeden dolayı böyle bir incelemenin mümkün olmadığı gözlemlendi. Böylece dokunun kısa süreli olarak kullanılacağı kurslar ya da kısa süreli tespit gerektiren histolojik araştırmalar da güvenle uygulanabileceği görüldü. İki ay sonunda ortaya çıkan tabloya göre renk kaybının formaldehit grubu kadar olmasa da arttığı buna rağmen sertliğin taze kadavranın sahip olduğu sertliğe yakın olduğu tespit edildi. Bu da kalbin içyapılarını gözlemlemeye olanak sağladı. Histolojik boyamalarda ise dokunun yapısal özelliklerinin kolayca seçildiği görüldü. 100x gibi yüksek büyütmelelerde ise hücre çekirdeklerinin fark edildiği ancak boyayı daha az aldığı gözlemlendi. Solüsyonda bekletilen kadavralar sürekli olarak dış ortamlara kontamine edilmesine rağmen solüsyonda eser miktarda bir mikrobiyel üreme olduğu gözlemlendi. Sonuç olarak formaldehite nazaran insan sağlığına daha az zararı olan kimyasalların birleşmesiyle hazırlanan bu solüsyonun kadavralar üzerinde genel olarak olumlu etkisinin olduğu ve güvenli bir şekilde derslerde kullanılabileceği düşünülmektedir. Yine de solüsyonla ilgili daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır.

## 6. KAYNAKLAR

- Akosman, M.S., Kara, R., Fidan, A.F. (2022). Preservation of muscle tissue with a formaldehyde-free borax solution for gross anatomy lessons. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(03), 390–395.
- Arluke A. (2004). The use of dogs in medical and veterinary training: understanding and approaching Student uneasiness. *J Appl Anim Welf Sci* 7: 197-204.
- Aslan, R., Taşkın, Kafa, A.H., Hasbek, M., Çelik, C. Farklı esansiyel yağların in vitro antimikrobiyal etkinliğinin değerlendirilmesi. *Türk Hij Den Biyol Derg*, 2021; 78(4): 525 - 534
- Balta JY, Cronin M, Cryan JF, O'Mahony SM. (2015). Human preservation techniques in anatomy: A 21st century medical education perspective. *Clin Anat* 28: 725-734.
- Benkhadra M, Bouchot A, Gérard J, Genelot D, Trouilloud P, Martin L, Girard C, Danino A, Anderhuber F, Feigl G. (2011). Flexibility of Thiel's embalmed cadavers: the explanation is probably in the muscles. *Surg Radiol Anat.* 33:365-368.
- Brenner E. Human body preservation – old and new techniques. (2014). *J Anat.* 224:316-344.
- Cengiz, M., Tekin, Y., İnal, B., Ayhancı, A. (2017). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi - Turkish Journal of Agricultural Research* 4(2): 171-175
- Chung JY, Song JS, Ylaya K, Sears JD, Choi L, Cho H, Rosenberg AZ, Hewitt SM. (2018). Histomorphological and molecular assessments of the fixation times comparing formalin and ethanol-based fixatives. *J Histochem Cytochem.* Feb;66(2):121-135.
- Cury FS, Censoni JB, Ambrósio CE. (2013). Técnicas anatômicas no ensino da prática de anatomia animal. *Pesq Vet Bras* 33: 688-696.

- Denis-Rodríguez E, Aguirre-Gutiérrez ÁA. (2018). Thiel Soft-Fix method for long term preservation. *Rev Mex Med Forense*, 3(2):91-98.
- Duong A, Steinmaus C, McHale CM, Vaughan CP, Zhang L. 2011. Reproductive and developmental toxicity of formaldehyde: A systematic review. *Mutat Res* 728:118–138.
- Fan W, Zhou Y, Jin F, Du L, Jin X. 2006. The health effects of pathologists exposed to formaldehyde. *J Environ Occup Med* 23:466–468.
- FAO, (1992). Manual of Food Quality Control. 4. Rev. 1. “Microbiological Analysis”. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, pp 43-56.
- Feng Y, Wang W, Jiang Z, Hu G, Zhong S, Zhang H. 1996. Health status of wood workers exposed to formaldehyde. *Anhui J Prev Med* 2:99–100.
- Hammer N, Löffler S, Feja C, Sandrock M, Schmidt W, Bechmann I, Steinke H. (2012). Ethanol-glycerin fixation with thymol conservation: a potential alternative to formaldehyde and phenol embalming. *Anat Sci Educ*. Jul-Aug;5(4):225-33.
- Han, S. P., Zhou, D. X., Lin, P., Qin, Z., An, L., Zheng, L. R., & Lei, L. (2015). Formaldehyde exposure induces autophagy in testicular tissues of adult male rats. *Environmental toxicology*, 30(3), 323–331. <https://doi.org/10.1002/tox.21910>
- IARC. 2006. Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxypropan-2-ol. IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum. 88:1–478.
- Insal, B. , Orhan, İ. O. , Akgun, R. O. , Kockaya, M. , Turkmen, N. , Dogan, B. "Comparison of qualitative and quantitative alterations caused by use of various fixatives in the myocardium" . *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 67 (2020): 59-64

- ISO 21528-2 (2004) Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal methods for the detection and enumeration of Enterobacteriaceae — Part 2: Colony-count method.
- ISO, (2003). International Standard Organisation (ISO 4833), Horizontal Method for the Enumeration of Microorganism. Colony Count Technique at 300C.
- ISO, (2008). International Standard Organisation (ISO 21527), Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds.
- Janczyk, P., Weigner, J., Luebke-Becker, A., Kaessmeyer, S., & Plendl, J. (2011). Nitrite pickling salt as an alternative to formaldehyde for embalming in veterinary anatomy--A study based on histo- and microbiological analyses. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 193(1), 71–75. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2010.08.003>
- Junqueira, L.C. and Carneiro J. Basic Histology. 10th ed. McGraw-Hill Company.
- Kabu M, Akosman MS. (2013). Biological Effects of Boron. In: Whitacre, D. (eds) Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, vol 225.
- Karaman, S., Diğrak, M., Ravid, U., Ilcim, A. Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey. *J Ethnopharmacol*, 2001; 76: 183-6.
- Kunugita, N., Nakashima, T., Kikuta, A., Kawamoto, T., & Arashidani, K. (2004). *Journal of UOEH*, 26(3), 337–348. <https://doi.org/10.7888/juoeh.26.337>
- Lombardero, M., Yllera, M. M., Costa-E-Silva, A., Oliveira, M. J., & Ferreira, P. G. (2017). Saturated salt solution: a further step to a formaldehyde-free embalming method for

veterinary gross anatomy. *Journal of anatomy*, 231(2), 309–317.  
<https://doi.org/10.1111/joa.12634>

López-Díaz T., Alonso C, Román C, García-López M., Moreno B. Lactic acid bacteria isolated from a hand-made blue cheese. *Food Microbiol.* [Internet]. Academic Press; 2000 [cited 2019 May 19];17(1): 23–32. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002099902897>.

Menon, P., Aldarwich, A., Hamdan, L., Hammoud, M., Aiyani, A.A. (2021). Novel formaldehyde-free embalming fluid formulation for long-term preservation of cadavers for anatomy teaching. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 33(9): 718-725

Mirabelli, M. C., Holt, S. M., & Cope, J. M. (2011). Anatomy laboratory instruction and occupational exposure to formaldehyde. *Occupational and environmental medicine*, 68(5), 375–378. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.059352>

Mizuki, M., & Tsuda, T. (2001). *Alerugi = [Allergy]*, 50(1), 21–28.

MOH. 2007. Chinese National Standard: Occupational exposure limits for hazardous agents in the workplace (GBZ2.1-2007). Ministry of Health, Beijing, China.

Perry C, Chung JY, Ylaya K, Choi CH, Simpson A, Matsumoto KT, Smith WA, Hewitt SM. (2016) A Buffered Alcohol-Based Fixative for Histomorphologic and Molecular Applications. *J Histochem Cytochem*. Jul;64(7):425-40. doi: 10.1369/0022155416649579. Epub 2016 May 24. PMID: 27221702; PMCID: PMC4931761.

Queiroz ABPS, Rodrigues A, Cardozo MV, Costa NTB, Soares LG, Fechis ADS, Oliveira FS. (2022) Biomechanical and microbiological analysis of embalmed cats - acute effect of conservation. *An Acad Bras Cienc*. Jan 7;94(1):e20201583. doi: 10.1590/0001-3765202120201583. PMID: 35019006.

- Suruda A, Schulte P, Boeniger M, Hayes RB, Livingston GK, Steenland K, et al. Cytogenetic effects of formaldehyde exposure in students of mortuary science. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1993;2:453–60.
- Takahashi, S., Tsuji, K., Fujii, K., Okazaki, F., Takigawa, T., Ohtsuka, A., & Iwatsuki, K. (2007). Prospective study of clinical symptoms and skin test reactions in medical students exposed to formaldehyde gas. *The Journal of dermatology*, 34(5), 283–289. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2007.00274>.
- Tanaka, K., Nishiyama, K., Yaginuma, H., Sasaki, A., Maeda, T., Kaneko, S. Y., Onami, T., & Tanaka, M. (2003). *Kaibogaku zasshi. Journal of anatomy*, 78(2), 43–51.
- Tang X, Bai Y, Duong A, Smith MT, Li L, Zhang L. (2009). Formaldehyde in China: Production, consumption, exposure levels, and health effects. *Environ Int* 35:1210–1224.
- Taşkın, R.G., Şafak, N.G., Yücel, A.H. (2019). Comparative Examination of Cadaver Fixation Solutions. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi.* 6(2): 21-25
- Thiel W (1992). The preservation of the whole corpse with natural color. *Ann Anat*, 174(3): 185-95.
- Turan, E., Gules, O., Kilimci, F. S., Kara, M. E., Dilek, O. G., Sabanci, S. S., & Tatar, M. (2017). The mixture of liquid foam soap, ethanol and citric acid as a new fixative-preservative solution in veterinary anatomy. *Annals of anatomy = Anatomischer Anzeiger : official organ of the Anatomische Gesellschaft*, 209, 11–17. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.09.002>
- Turhan S, Tural S (2017). Antimicrobial and antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.), rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and laurel (*Lauris nobilis* L.) essential oils and their mixtures. *Gıda*, 42 (5): 588-596.

- Türkmen, R., Demirel, H. H., Akarca, G., & Akosman, M. S. (2017). The investigation of potential preservative effect of boric acid on formalin fixed striated muscle tissues. *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(4), 317-321.
- Türkmenoğlu İ. Editör. Evcil Hayvanlarda Veteriner Anatomi (2022). Medipres. Türkiye
- Varner C, Dixon L and Simons MC (2021) The Past, Present, and Future: A Discussion of Cadaver Use in Medical and Veterinary Education. *Front. Vet. Sci.* 8:720740. doi: 10.3389/fvets.2021.720740
- Yığıtbaşıoğlu, H. (2004). Türkiye İçin Önemli Bir Maden: Bor. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2 (2) , 13-25.
- Young, B., Lowe, J.S., Stevens, A., Heath, J.W. (2006) *Weather's Functional Histology, A text ans Color Atlas*. 5th ed.
- Zhang XB, Sun GG, Xiao HW. 2007. Research on formaldehyde pollution in anatomy lab of medical college. *Chin J Clin Anat* 25:38–40.