

**T.C.**  
**FIRAT ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ANATOMİ ANABİLİM DALI**



**BÜYÜK RUMİNANLARDA DUYU**  
**ORGANLARININ FORMALDEHİTLİ VE**  
**FORMALDEHİTSİZ SİLİKON**  
**PLASTİNASYONU**

**DOKTORA TEZİ**

**SAİME BETÜL BAYGELDİ**

**2018**

**ONAY SAYFASI**

**Prof. Dr. Mustafa KAPLAN**

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

**Bu tez Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.**



**Prof. Dr. ZAIT ENDER ÖZKAN**

**Anatomi Anabilim Dalı Başkanı**

**Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr. ZAIT ENDER ÖZKAN**



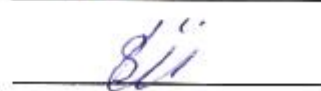
**Danışman**

**Doktora Sınavı Jüri Üyeleri**

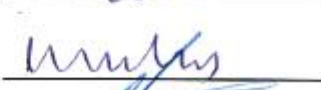
**Prof. Dr. Zait Ender ÖZKAN**



**Prof. Dr. Sadık YILMAZ**



**Prof. Dr. Sema TİMURKAAN**



**Prof. Dr. Mehmet KILINÇ**



**Doç. Dr. Okan EKİM**





## ETİK BEYAN

Kendime ait çalışmalar ile bu tez çalışmasını gerçekleştirdiğimi, çalışmaların planlanmasından, bulgularının elde edilmesine ve yazım aşamasına kadar tüm aşamalarında etiğe aykırı davranışım olmadığını, bu tezdeki tüm bilgileri ve verileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışması içinde yer alan ancak bu tez çalışmasının bulguları arasında yer almayan verilere, bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Araş. Gör. Saime Betül BAYGELDİ

Tarih: 25.05.2018

İmza: 

Danışman: Prof. Dr. Zait Ender ÖZKAN

Anatomi Anabilim Dalı

ELAZIĞ

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince her tűrlű konuda yanımıda olan danıőman hocam Fırat Ŭniversitesi Veteriner Fakűltesi Anatomi Anabilim Dalı űđretim űyesi Prof. Dr. Zait Ender ŐZKAN 'a, desteklerini esirgemeyen Fırat Ŭniversitesi Veteriner Fakűltesi Dekanı Prof. Dr. Sadık YILMAZ'a, materyal temininde yardımlarını esirgemeyen Sn. Selcen ATA ARSLAN'a ve Osman Ersin KANMAZ'a, sevgili arkadaşlarım Arő. Gör. Dr. Burcu KARAGŬLLE ve Arő. Gör. Yeőim ASLAN KANMAZ'a teőekkűrlerimi sunarım.

Ayrıca bu tezin oluőturulmasına VF.16.28 no'lu proje kapsamında maddi imkanları sağlayan Fırat Ŭniversitesi Bilimsel Araőtırma Projeleri (FŬBAP) birimi ve çalıőanlarına teőekkűrlerimi sunarım.

Benden manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bundan sonrada esirgemeyecek olan sevgili eőim Yavuz BAYGELDİ, kızlarım Nisa ve Erva BAYGELDİ'ye sonsuz teőekkűrler.

## İÇİNDEKİLER

<b>ONAY SAYFASI</b>	<b>i</b>
<b>ETİK BEYAN</b>	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>iv</b>
<b>TABLolar LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vii</b>
<b>1. ÖZET</b>	<b>1</b>
<b>2.ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<b>3. GİRİŞ</b>	<b>3</b>
3.1. Plastinasyon Nedir?	4
3.2. Prof. Dr. Gunther Von Hagens Kimdir?	7
3.3. Formaldehit	9
3.4. Plastinasyon Teknikleri	12
3.4.2. Epoksi Plastinasyonu	13
3.4.3. Polyester Plastinasyonu	14
3.5. Silikon Plastinasyonu	15
3.5.1. Örneklerin Hazırlanması	18
3.5.2. Dehidrasyon	21
3.5.3. Yağdan Arındırma	23
3.5.4. Zorlu İmpregnasyon	24
3.5.5. Gaz Kütleme ve Sertleştirme	27
3.6. Organa Sensuum “Duyu Organları”	30
3.6.1. Organum visus “Oculus” (Görme Organı “Göz” )	31

3.6.2. Organum Vestibulocochleare “Denge ve İşitme Organı” Auris “Kulak”	35
3.6.3. Organum Olfactus (Koku organı)	39
3.6.4. Organum Gustus (Tat Alma Organı)	43
3.6.5. Dokunma duyusu (Deri ve Eklentileri “İntegumentum commune)	45
<b>4. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	<b>55</b>
4.1. Örneklerin hazırlanması (Diseksiyon- Fiksasyon)	56
4.2. Dehidrasyon	56
4.3. Yağdan arındırma	59
4.4. Zorlu impregnasyon	59
4.5. Gaz Kürleme	62
<b>5. BULGULAR</b>	<b>64</b>
<b>6. TARTIŞMA</b>	<b>79</b>
<b>7. KAYNAKLAR</b>	<b>84</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>89</b>

## TABLULAR LİSTESİ

<b>Tablo 1.</b> Formaldehit maruziyetinin akut sağlığa etkileri .....	12
<b>Tablo 2.</b> Tespit edilmeyen duyu organlarının dehidrasyon aşamasında, aseton giriş ve çıkış konsantrasyonları .....	65
<b>Tablo 3.</b> Tespit edilen duyu organlarının dehidrasyon aşamasında, aseton giriş ve çıkış konsantrasyonları .....	65
<b>Tablo 4.</b> Tespit edilen duyu organlarının zorlu impregnasyonunda baloncuk başlangıcının basınç seviyesinin günlere göre dağılımı .....	67
<b>Tablo 5.</b> Tespit edilmeyen duyu organlarının zorlu impregnasyonunda baloncuk başlangıcının basınç seviyesinin günlere göre dağılımı.....	67

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Plastinasyon işlemleri aşamaları .....	18
Şekil 2. Taze dokunun plastinasyon aşamaları .....	30
Şekil 3. Hava sızdırmaz çelik kazan .....	58
Şekil 4. Asetonometre .....	58
Şekil 5. Dehidrasyon aşamasında uygulanan yatay tip derin dondurucu.....	59
Şekil 6. Zorlu impregnasyon hücresi .....	61
Şekil 7. Hücrede kullanılan materyaller.....	62
Şekil 8. Biodur S10 ve Biodur S3 kimyasalı .....	62
Şekil 9. Gaz kütleme ünitesi .....	64
Şekil 10. Biodur S6 kimyasalı .....	64
Şekil 11. Tapetum Lucidum'un görüntüsü .....	68
Şekil 12. Commisura palpebrarum'un görüntüsü .....	69
Şekil 13. Cornea'nın görüntüsü .....	69
Şekil 14. Palpebrae tersia'nın görüntüsü .....	70
Şekil 15. Palpebrae'lerin görüntüsü .....	70
Şekil 16. Dış kulak yolu.....	71
Şekil 17. İç kulak yolu transversal kesit .....	72
Şekil 18. Nasus externus .....	73
Şekil 19. Septum nasi'nin görüntüsü .....	73
Şekil 20. Concha'ların görüntüsü .....	74
Şekil 21. Plastine dil ve papilla'ların görüntüsü .....	75
Şekil 22. Plastine dillerin görüntüsü .....	75
Şekil 23. Plastine mammae görüntüsü .....	76

<b>Şekil 24.</b> Papillae mammae'nin ve ductus papillaris'in görüntüsü.....	77
<b>Şekil 25.</b> Plastine tırnakların görüntüsü.....	77
<b>Şekil 26.</b> Ayağın transversal kesitlerinin plastine örnekleri .....	78



## 1. ÖZET

Plastinasyon; doku sıvılarının reaktif bir polimer ile yer değiştirmesiyle karakterize bir anatomik preparat hazırlama tekniğidir. Birçok anatomik yöntemle kıyasla daha zorlu ve ekonomik açıdan maliyetli olsa da ortaya çıkan örneklerin doğal görüntüsüne son derece benzer, ayrıca dayanıklı ve insan sağlığı için zararsız son ürünler olmaları, bu yöntemi cazip kılmaktadır. Bizim asıl amacımız plastinasyon gibi bir yöntemde kullanılan formaldehit gibi kanserojenik bir kimyasalı tamamen bertaraf etmek ve anatomi eğitiminde, sınavlarında kullanılmak üzere ülkemizde üretilmiş ve her biri orijinal olan formaldehitsiz plastinatların üretimini sağlamaktır. Bu amaçla mezbahaneden temin ettiğimiz 10'ar adet büyük ruminantın duyu organlarını 5'i formaldehitli ve 5'i formaldehitsiz olarak karşılaştırmalı plastine ederek aralarında farkı gözeterek formaldehiti bertaraf etmeyi amaçlamaktayız. Plastinasyon teknikleri içerisinde en sık kullanılanı ve örneklerin estetik açıdan etkileyici görünmesi sebebiyle en bilineni silikon plastinasyonudur. Silikon plastinasyonu temel olarak 5 aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle örnekler fiksasyonlu ve fiksasyonsuz diseksiyona tabi tutulup istediğimiz anatomik situs'u elde edip hazır hale getirilmiştir. Daha sonra -25°C ' de aseton banyolarında dehidrasyon aşaması gerçekleştirildikten sonra negatif basınç altında S10-S3 kimyasalı karışımı ile zorlu imregnasyon aşaması yapılmıştır. En son aşamasında ise S6 solüsyonumuzla son halini verip kurutma ve sertleştirme aşamasıyla plastinasyon süreci tamamlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Anatomi, Formaldehit, Plastinasyon, Silikon

## 2.ABSTRACT

### **The Silicone Plastination with Formaldehyde and without Formaldehyde in Large Ruminants**

Plastination; is a technique for preparing an anatomical preparation by substituting tissue liquids with a reactive polymer. Although many anatomical methods are more challenging and economically costly, they are very similar to the natural appearance of the samples, and they are durable products that are durable and harmless to human health, making this method attractive. Our main goal is to completely eliminate carcinogenic chemicals such as formaldehyde used in a method such as plastination and to produce formaldehyde-free plastinates, each of which is produced in our country and used for testing in anatomy training. For this purpose, we aim to eliminate the formaldehyde of the sensory organs of the 10 large ruminants we obtain from the slaughterhouse by comparing the 5 formaldehyde and 5 formaldehyde-free comparative groups. It is the most commonly used of plastination techniques and is the most common silicone plastification because the samples seem esthetically impressive. Silicone plastination basically consists of 5 steps. First, the specimens were subjected to fixation and fixation-free dissection, and anatomic situs was obtained and prepared. Subsequently, at  $-25^{\circ}\text{C}$ , the dehydration step was carried out in the acetone baths, and then under the negative pressure, a hard imregnation step with the S10-S3 chemical mixture was made. In the last stage, the final state of the S6 solution was obtained and the plastication process was completed with the drying and hardening step.

**Keywords:** Anatomy, Formaldehyde, Plastination, Silicone

### 3. GİRİŞ

Milenyum çağı olarak isimlendirilen 21. yüzyıl, teknolojik gelişmelerin çok hızlı bir şekilde ilerlemesiyle karşımıza çıkmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerle yaşamımızın her alanında karşılaşmaktayız. Özellikle günümüzdeki eğitim sisteminde teknoloji birçok noktada etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Derslerin öğretilmesinde teknolojik gelişmeler daha etkin bir şekilde kullanılarak öğrencilerin dersleri anlama ve öğrenebilmesinin önünü açarak daha etkin bir öğrenim katmaktadır (1). Eğitimde kullanılan teknolojiler, öğrencilerin anlatılan ders içeriklerini daha iyi anlaşılabilmesi noktasında hem öğretici için hemde öğrenen için yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu teknoloji, bir taraftan öğrencilerin kişisel öğrenme şekillerini geliştirirken, bir yandan da kitlesel bir biçimde öğrenme yöntemlerini mümkün kılar. Her yeni teknolojik gelişme bireylerin ilgi ve yeteneklerini ön görerek farklı öğrenme fırsatları meydana getirir (2).

İnsanlar öğrenim süresi boyunca beş duyudan en çok görme, işitme ve dokunma duyusunu kullanır. Öğrenme sürecini etkileyen faktörler düşünüldüğünde, plastine modellerin laboratuvar ortamı dışına da taşınabilir olması veteriner hekimlik ve anatomi teorik ve çözümsel eğitim derslerinde yararlanılabilmesine olanak sağlayarak öğrenme performansını arttıracığı düşünülebilir. Ayrıca, kadavra üzerinde gösterilemeyen karmaşık anatomik yapılar, bu modeller yardımıyla öğrencilere daha rahat anlatılabilir ve öğrenci tarafından algılanması ve öğrenilmesi kolaylaşabilir (1, 2).

Tıp ve Veterinerlik eğitiminde öğrenim materyali olarak kullanılan kadavra, makroskobik anatominin vazgeçilmezidir. Her ne kadar günümüzde kadvranın muhafazasında formalin kullanılsa da, formalin kullanılarak muhafaza

edilen organların üzerinde çalışılması ve öğrenci uygulamalarında ki zorluğu açıkça ortadadır. Doku veya organlarda bulunan formalinin buharlaşması sonucunda ortamın havasına karışmasıyla deri ve göz irritasyonlarına, korunmasız bir şekilde teması halinde ise ciltte ve mukozalarda hasarlara sebebiyet vermektedir. Bu durumun eğitim yapılan ortamın konforunu olumsuz etkilemesiyle beraber doku veya organların doğal görünümlerinden uzak olması ve elle tutularak makroskobik inceleme şansını zorlaştırması öğrencilerin derse olan ilgisinin azalmasına neden olmaktadır. Formalin ile doldurulmuş ağır, cam veya plastik kaplarda muhafaza edilen örneklerin eğitim materyali olarak kullanılması bu kapların taşınması ve muhafazası problemler oluşturmaktadır. Yukarıda bahsedilen bu sorunlardan dolayı, eğitmenler ve öğrenciler koruyucu ekipman olarak kullandıkları eldiven, maske gibi ekipmanlara ihtiyaç duymadan kullanabilecekleri, kokusuz, kuru, sağlam ve dayanıklı, aynı zamanda canlı sağlığını tehdit etmeyen gerçek manada ideal bir eğitim materyali kullanımını arzulamaktadırlar. Söz konusu durum incelendiğinde Plastinasyon yöntemi kullanılarak doku, organ veya kadavranın saklanması, korunması ve kullanım sürelerindeki artışlar bu yöntemin “ideal eğitim materyali” kavramına en yakın materyellerin oluşturulması, günümüzdeki en geçerli sistem olduğunu göstermektedir (2).

### **3.1. Plastinasyon Nedir?**

Biyolojik örneklerin kullanımı, anatomi ve fizyoloji dersleri ve diğer ilgili konular için öğretim materyalleri olarak önemlidir. Örnek taze veya tespit edilerek korunmuş olabilir, ancak fresh tercih edilmektedir, çünkü örneklerin normal anatomik situs'unu tespit edilerek korunmuş örnekten daha canlı olarak

gösterirler. Bununla birlikte, taze örnekler kısa sürede mikrobiyel faaliyet nedeniyle formlarını kaybederler ve kullanımlarını uzatmanın tek yolu onları muhafaza edebilmektir. Geleneksel muhafaza yöntemleri kurutma, kimyasal koruyuculara daldırma veya kanın kimyasal koruyucularla perfüzyonunu içerir. Bununla birlikte, kurutulmuş örnekler renklerini kaybeder ve daha koyu hale gelir ve kolaylıkla parçalanırlar. Kimyasal koruyucuların uzun süre kullanılması toksik olabilir. Formaldehit'e uzun süreli maruz kalma, baş ağrısı ve baş dönmesi, ve genetik hasar dahil hafif nörolojik semptomlara neden olabilir (3).

Anatomistler uzun süreler yumuşak dokuların korunmasında dayanıklı, kuru ve kolay yöntemler geliştirmek için uğraşmışlardır. 1914'de Deegener ve Berndt, 1924'de ise Hochstetter ve Schmeidel parafinizasyon yöntemi ile bu amaca çok yaklaşmışlardır. Parafinize örnekler kuru yapıları, doğal görüntüleri ve mekanik dış etkilere büyük dirençleri ile tarif edilmişlerdir. Bununla beraber uzun süre dayanıklılıklarını muhafaza etmelerinin yanı sıra ısıya duyarlı olmaları göz önünde tutulmamıştır (4).

Plastine edilmiş örneklerin üstün fiziksel özellikleri muamele edilebilen polimerler ile daha da artırılmıştır. Plastinasyon tekniğinde doku suyu ve yağları muamele edilebilir polimerler ile yer değiştirmektedir. Kullanılan polimerin sınıfı plastine edilen örneğin mekanik (bükülebilir veya sert) ve optik (opak veya şeffaf) olma özelliklerini belirlemektedir. Plastine örnekler kuru, kokusuz ve dayanıklı olmakla birlikte histolojik düzeyde bile yapısal özelliklerinin genelini korumaktadır (4).

Genel anlamda plastinasyon; doku sıvılarının aseton, alkol vb. solventler aracılığıyla dokudan uzaklaştırılması ve yerine silikon, polyester veya epoksi türevi

bir polimer kimyasalın aktarılması ve doku içinde sabitlenmesi işlemi olarak anlatılabilir (5).

Vücut parçalarının plastinasyonu, anatomi öğretiminin uzun süreli muhafazasında önemli rol oynamaktadır. Plastinasyon, dünya çapında birçok kurumda yürütülmekte ve özellikle plastine olan örneklerin dayanıklılığı ve yükseköğretim değerini arttırması nedeniyle büyük bir kabul görmüştür (6).

Makroskopik örnekler için orijinal olarak geliştirilen plastinasyon tekniklerinin, mikroskopik çalışmalar için de varyasyonları mevcut olup orijinal görüntüler elde edilmiştir (7).

Plastinasyon ilk olarak 1977 yılında Heidelberg Üniversitesi Anatomi Enstitüsünde Dr. Gunter von Hagens tarafından bulunmuştur ve bununla ilgili ilk bilgiler 1979 yılında yayımlanmıştır. Dr. Gunther von Hagens tarafından tanımlanan plastinasyon yönteminde silikon, epoksi ve polyester gibi sentetik polimerler biyolojik dokular içindeki su ve yağların yerini alıp katılarak bu biyolojik materyali orijinal görünümüne en yakın, kuru, kokusuz, dayanıklı ve belki de en önemlisi sağlığa zararı olmayan bir yapıya dönüştürürler (8, 9).

En sık kullanılan polimerler, anatomik örnekleri kuru, kokusuz halde tutan silikon, epoksi veya polyester reçineleridir ve minimum bakım gerektirir. Bu plastinatların hepsi formalin 'in zararlı etkilerinden yoksundurlar ve tıp, veteriner eğitiminde mükemmel öğretim araçları ve büyük sanatsal müze örnekleri olarak hizmet ederler. İlaveten, plastinasyon, kesitsel anatomiye incelemek için olağanüstü bir araçtır çünkü tıp alanında kesitsel görüntüleme yöntemlerinin kullanılması kesitsel anatomiye anlama ihtiyacını arttırmıştır. Plastinasyon

işleminde, tek parça örnekler veya dilimlere ayrılmış örnekler şeklinde temiz, kuru ve kokusuz olarak muhafazası mümkündür.(10).

Anatomide, patolojide ve adli tıp biliminde plastinasyonun kullanım yerleri kısaca (11):

- ✓ Otopsi veya cerrahi doku örneklerinin öğretim için yararlı bir biçimde muhafaza edilmesinde,
- ✓ Daha sonrasında histolojik muayene için otopsi veya cerrahi doku örneklerinin uzun süreli depolanmasında,
- ✓ Müzede sergilemek için olağandışı veya tarihsel olarak önemli materyallerin hazırlanmasında,
- ✓ Kanıt olarak kullanılmak üzere doku örneklerinin hazırlanmasında,
- ✓ Öğretim amaçlı kullanım için parazitler, böcekler, yılanlar veya bitkiler gibi tüm organizmaların korunmasında,
- ✓ Protez replasmanı olarak kullanılmak üzere cerrahi olarak çıkarılmış yüz organlarının (burun ve kulak) hazırlanmasında,
- ✓ Ayrıntılı inceleme için tüm organizmaların, organların veya ekstremitelerin seri kesitlenmesinde kullanılır.

### **3.2. Prof. Dr. Gunther Von Hagens Kimdir?**

Dr. Hagens, 1945'de Doğu Almanya'da doğmuştur. Tıp eğitimine 1965 yılında Jena Üniversitesinde başladıktan sonra 1970 yılı Ağustosunda Batı Almanya'ya göç etmiş ve tıp eğitimini Lübeck Üniversitesinde sürdürmüştür. 1975 yılında Heidelberg Üniversitesi Anatomi ve Patoloji Enstitüsünde çalışmaya başladıktan sonra çalışmaları sırasında tıp alanında tek ve benzersiz bir yöntem olarak tanımlanan Plastinasyon yöntemini bularak tıp eğitiminin hizmetine

sunmuştur (1978). Bu amaçla ilk geliştirdiği yöntem Silikon Tekniği (S10) olarak bilinmektedir. Dr. von Hagens buluşunu ve çalışmalarını aynı yıl bir yayın tıp dünyasına duyurmuştur (12).

1994 yılında Heidelberg Üniversitesi Plastinasyon Enstitüsünü oluşturarak bu bölümün bilimsel direktörü olduktan sonra 1996 yılında Dalian/Çin'de Tıp Fakültesi Plastinasyon Enstitüsü ve Biskek/Kırgızistan'da Ulusal Akademinin Plastinasyon Merkezlerinin kurulmasına yardımcı olmak için görev almıştır. 1978'deki buluşun ardından araştırmacılar tarafından Plastinasyon yöntemi biraz daha geliştirilerek 1980 yılında Epoxy Tekniği (E12), 1981 yılında Polyester Tekniği (P 35) gibi yeni teknikler ortaya konmuştur. Dr. von Hagens'ın, plastinasyon yöntemiyle hazırladığı kadvraları isimleriyle tanınan sergilerle halkın ziyaretine sunması, beğenilerin yanında bazı tepkilerin de ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. Prof. Dr. Gunther von Hagens, halen Almanya Anatomi Cemiyeti üyesi, Uluslararası Plastinasyon Derneğinin (ISP) ve Romanya Anatomi Cemiyetinin onursal üyesidir (12).

Von Hagens'in patent alma süreci 1977-1982 yıllarını kapsamış. Hagens, o tarihlerden itibaren bu yöntemi geliştirmeye devam etmiş ve dünyanın pek çok ülkesinden 30 milyon insanın gezdiği "Body Worlds" sergilerini oluşturmuştur (13).

Von Hagens'in ilk kez 1995 yılında eğitim amacıyla Japonya'da açtığı "Body Worlds" sergisini o günden bugüne Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'da, 60'dan fazla şehirde 30 milyondan fazla kişi ziyaret etmiştir. "Body Worlds" sergisi esasen eğitim amaçlı olsa da, aynı zamanda vücutlarını bağışlayan kişilerin

vücutlarının ve iç organlarının halka sunulduğu tek insan anatomisi sergisi olma özelliği de vardır(13).

### **3.3. Formaldehit**

Anatomi öğretiminde eğitim-öğretim kadvralar üzerinde yapılmaktadır. Kadavraların muhafazası taze olarak, dondurulmuş olarak ya da çeşitli çözeltiler kullanılarak hazırlanmaktadır. 1750 yılından itibaren insan ve hayvan bedenleri ile bunlara ait dokular tıp, veteriner, diş hekimliği, hemşirelik ve biyoloji gibi birçok bilim dalında öğretim amaçlı kullanılmaktadır. Bu nedenle anatominin temelini oluşturan kadavra, eğitimde büyük bir öneme sahiptir (14).

Kadavranın korunması kadavra muhafaza sıvıları ile olmaktadır. Bu sıvılar; vücut enzimlerinin otolizini engellemeleri ile patojen mikroorganizmaların ölmesi sebebiyle hastalık bulaştırma riskini ortadan kaldırmaları ve örneklerin uzun süre bozulmadan koruduğu görülmüştür. Bu teknikle kadavra muhafazası amacıyla kullanılan çözeltiler, eter, fenol, gliserin, metil alkol, boraks ve formaldehit türevleridir (15).

Formaldehitin biyolojik bir fiksatif olarak kullanımı, histolojik metodoloji tarihinde oldukça geç meydana gelmiştir. Bunun nedeni, kimya endüstrisinde formaldehit üretiminin geç gelişimi ile ilgilidir. 1859 yılında Butlerov tarafından formaldehit keşfedilmiş, 1868'de akademik bir tatbikat olarak Van Hoffman'ın metanolden sentez için pratik bir yöntem geliştirdiği ve özelliklerini daha da geliştirdiği zaman ortaya çıkmıştır. Endüstriyel bir fiksatif olarak ilk formaldehit üretimi, 1889 yılında Trillat'a verilen patentin ardından ortaya çıkmış ve Fransa ve Almanya'da çeşitli firmalar tarafından üretime lisans verilmiştir (14,15).

Sulandırılmış formalin çözeltileri için tıbbi uygulamalar bulunmuştur. Fransa'da sulandırılmış formaldehitin yara enfeksiyonlarını tedavi etmek veya önlemek için antiseptik olarak kullanılabilmesine dair raporlar vardır. O zaman, sadece nispeten az sayıda antiseptik ajan mevcut ve bunların çoğu, dokular için oldukça zehirli ve aşındırıcı olduğu belirtilmiştir (15).

Yapılan araştırmalar sonucunda dezenfeksiyon eğitimi sürecinde, formaldehit dilüsyonundaki solüsyonla temas edenlerde parmakları sertleştirdiği, mukozalarda da hasar oluşturduğu görülmüştür. Daha sonra dokuları sertleştirmek ve sabitlemek için ideal bir yöntem olduğu fark edilmiştir. Histolojik işlem için ise formaldehitte korunan bir antrax suşu ile enfekte olmuş fare dokusu incelendiğinde; dokular, alkolle sertleştirilmiş veya "sabit" dokularla aynı tutarlılığa sahip olduğu görülmüştür. Formaldehit ile muhafaza edilen doku örnekleri histolojik amaçlı için hazırlandığında, hematoksilin ve analin boyaları gibi zamanın çoklu boyama yöntemleri kullanılarak mükemmel boyama sonuçları elde edilmiştir (16).

Formaldehit suda çok iyi çözünen, renksiz, keskin kokulu, kimyasal formülü  $CH_2O$  olan bir aldehittir. Kuvvetli elektrofilik özelliği nedeniyle oldukça reaktif bir maddedir ve oda sıcaklığında gaz haline geçebilir. Formaldehit vücuda alındıktan sonra karaciğerde ve eritrositlerde formaldehit dehidrogenaz enzimi katalizörlüğünde formik asite metabolize olur. Vücutta depo edilmeyen formaldehit, ya formik asite dönüşerek idrar ve feçes yoluyla ya da karbondioksit okside olarak solunum yoluyla atılır. Formaldehit, kimyasal özellikleri nedeniyle çok yaygın olarak kullanılan kimyasal bir madde haline gelmiştir (14, 16).

Ölü bedenlerin muhafazası ise %5-10'luk formaldehit veya türevlerinden oluşturulan solüsyon dolu havuzlarda gerçekleştirilebilir. Formaldehit bazlı bu çözeltiler kullanılarak elde edilen kadavralarda dokuların ıslak ve kaygan olması kullanıcının kadavra üzerinde işlem yapabilmesini zorlaştırmakla beraber muhafazası ortalama 1-2 yıl arasında değişmektedir (15, 16).

Son yıllarda formaldehitin tıbbi açıdan özellikle anatomi laboratuvarlarında kullanımı nedeniyle rağbet edilen yönünün yanında, insanlara birçok zararlı etkilerinin olduğunu gösteren makaleler de yayınlanmıştır (15-17).

Son araştırmalar göre; formaldehitin solunum sistemi, sinir sistemi ve sindirim sistemi gibi birçok sistem üzerindeki zararlı etkilerinin yanısıra kanserojenik olduğu da görülmüştür. Ayrıca üreme sistemi üzerinde germinal hücrelere zarar vererek fertilité problemlerine yol açtığı, testisin morfolojik yapısını bozduğu ve sperm sayısında azalmalara neden olduğu rapor edilmiştir (16, 17).

Formaldehit, yaygın kullanımının yanında insan sağlığına önemli zararlar içerir. Formaldehit üretiminin yapıldığı ya da kullanıldığı endüstriyel alanlardaki meslek grupları ile anatomistler, patologlar ve tahnitçiler gibi formaldehite ve dolayısıyla onun olumsuz etkilerine aşırı maruz kalan kişiler üzerinde yapılan araştırmalarda, beyin kanseri, kan kanseri ve kolon kanserinden ölenlerin sayısında normal popülasyona göre bir artış olduğu gözlenmiştir (17, 18).

Formaldehitin zararlı etkilerine solunum ya da direkt temas yoluyla maruz kalınır. Bu bileşiğin akut sağlık etkileri Tablo 1'te verilmiştir.

**Tablo 1.** Formaldehit maruziyetinin akut sağlığa etkileri (18)

<b>Formaldehit konsantrasyonu (ppm)</b>	<b>Sağlık etkisi</b>
<0.05	Belirsiz
0.05-1.5	Nöropsikolojik etkiler
0.05-1.0	Koku eşik limiti
0.01-2.0	Göz tahrişi
0.10-25	Üst solunum yollarının tahrişi
5-30	Alt solunum yollarının tahrişi ve akciğerler üzerinde etki
50-100	Akciğerlerde ödem, inflamasyon, pnömoni
>100	Koma ve ölüm

Anatomi laboratuvarlarında devamlı çalışanlar için formaldehit önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bir yıl süreyle günün belirli saatlerinde laboratuvarda bulunan öğrencilerde sadece irritasyon bulguları tespit edilmiş, ancak bunun çok ileri düzeyde bir yan etkiye sebep olduğu gösterilememiştir. Ancak bilim dalı olarak anatomi ile uğraşan öğretim elemanlarında formaldehite bağlı daha ileri rahatsızlıklar görülebilmektedir (19).

### **3.4. Plastinasyon Teknikleri**

Plastine edilmek istenen örneğin büyüklüğüne, biyolojik doku özelliklerine ve kullanım amacına da bağlı olmak kaydıyla temel olarak 3 temel plastinasyon tekniğinden bahsedilebilir (20). Bunlar:

- 1.Silikon plastinasyonu
- 2.Epoksi plastinasyonu
- 3.Polyester plastinasyonudur.

### **3.4.1. Silikon Plastinasyonu**

S 10 tekniği ile plastinasyon en standart tekniktir. S 10 emdirilmiş numuneler opak, az çok esnek ve doğal görünümlüdür. Bu prosedür 5 ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla örneklerin hazırlanması (fiksasyon - diseksiyon), dehidrasyon, impregnasyon ve gaz krleme-sertleştirme olarak özetlenebilir (21).

### **3.4.2. Epoksi Plastinasyonu**

Epoksi, likit olarak uygulanan ve kuruduktan sonra suya, asitlere ve alkaliye dirençli bir madde haline gelen zaman içerisinde bu direncini yitirmeyen, kolay temizlenen, mekanik mukavemeti yüksek, tekne yapımı ve onarımı dahil birçok alanda kullanılan yapıştırıcı bir kimyasal reçinedir. Eksi reçineleri ince, şeffaf vücut ve organ dilimleri için kullanılır. Bu prosedür 7 ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; fiksasyon, dondurma ve dilimleme, dehidrasyon, zorlayıcı impregnasyon, döküm, ısı kr ve tamamlama aşamalarıdır (22).

Epoksi plastinasyon; epoksi reçineleri kullanarak 2-5 mm kalınlıktaki biyolojik dokuları korur. Bu teknikte, tüm doku sıvısı ve önemli miktarda yağ dokusu, kürlenebilir epoksi reçine karışımı ile değiştirilir. Epoksi plastinasyon yöntemi, hassas yarı saydam kesitsel örnekler sağlar ve bu preparatlarda anatomik yapılar çıplak gözle submacroscopik seviyeye kadar mkemmek bir kalitede incelenebilir (10, 23, 24).

Epoksi plastinasyonda, biyolojik numunelerden alınan 2-5 mm kalınlığında kesitler alınarak oda tekniği veya sandviç tekniği kullanılarak plastine edilir. Epoksi plastinasyonunda kullanılan kimyasallar, gerekirse fiksatif

maddeleri, aseton, epoksi reçinesi, epoksi sertleştiriciler ve epoksi polimerleri içerir (10, 23, 24).

### **3.4.3. Polyester Plastinasyonu**

Polyester plastinasyon ve klasik silikon plastinasyon teknikleri benzer temel prensipleri kullanmaktadır. Polyester plastinasyon yönteminde, doku sıvısı çıkarılır ve yerine koyulabilen bir polyester reçinesiyle değiştirilir. Bu yöntem baş dilimleri, beyin dilimleri ve vücut dilimleri için kullanılabilir. Polyester plastinasyonunda kullanılan kimyasallar, gerekirse fiksatif maddeleri, aseton, metilen klorür ve polyester reçineyi içerir (25-26).

Polyester plastinasyonu, beyin dilimlerinde gri ve beyaz cevhere mükemmel bir ayırım kazandırmak için kullanılır. Ama son zamanlarda kullanım alanları genişlemiştir. Bu prosedür ise 9 aşamadan meydana gelmektedir. Bunlar; fiksasyon, dilimleme, boşlukları doldurma, dehidrasyon, emdirme (2 aşamalı), zorlu impregnasyon, döküm, sertleştirme (ışıkla ve ısıyla) ve tamamlama olarak özetlenebilir (25-26).

Cam düz bölmelerle üretilen biyolojik dokunun polyester emdirilmiş dilimleri, anatomik çalışma veya araştırma için yararlı bir format haline gelmiştir. P35 reçine 1980'lerin sonunda geliştirilmiş ve beyin dilimlerinin üretimi için altın standart olarak kalmaya devam etm (27).

1990'ların ortalarında, P40 reçinesi daha az karmaşık bir teknik olarak tanıtıldı. Şu anda P40 ile hazırlanmış olanlar daha ince dilimler olmalıdır. Ama, beyaz-gri madde ayırımında P35 reçinesi de beyin dilimlerinin beyaz ve gri maddesinin ayırımında mükemmel görüntüler oluştururlar (27).

### 3.5. Silikon Plastinasyonu

Bu üç plastinasyon tekniklerinden, laboratuvarlarında plastinasyon faaliyetlerine yeni başlayacak olanlar için öğrenilmesi kaçınılmaz bir gereklilik olan, ayrıca ilk başta uygulanması en kolay teknik, silikon plastinasyonudur. Tüm vücut kadavraların, organların, vücudun belirli kısımlarının hatta vücut kesitlerinin plastine edilebildiği çok amaçlı bir plastinasyon teniği olarak öne çıkar (8, 21).

Dokulardan yağ ve su uzaklaştırıldıktan sonra yerlerine silikon aktarılarak, örneklerin şekil verilerek sertleştirildiği bir prezervasyon yöntemidir. Böylece kuru, kokusuz ve oldukça dayanıklı kadavralar, doku ve organ örnekleri elde edilir (24). Taze ya da formalinle sabitlenmiş örnekler bu teknikle plastine edilebilir. Taze dokular tercih edilirse daha esnek numuneler elde edilebilir. Bu nedenle, numuneler formalin veya diğer fiksatif ajanlarla sabitlenebilir veya sabitlenmeyebilir (28).

Silikon plastinasyonunda doku sıvısının yerini kürlenebilir bir polimer alır. Silikon plastinasyon işlemini gerçekleştirmek için Biodur ürünler dışındaki silikon polimerler ve kimyasallar da geliştirilmiştir. Temel bileşenler silikon endüstrisinin ortak ürünleri olup, dikkatli olmak kaydıyla bir dereceye kadar kullanılabilir. Esasen, silikonun biyolojik numuneye yerleştirilmesine ilişkin yöntemler aynıdır: ara çözücü (aseton / metilen klorür) yerleştirilir ve çözücü basınç düşüşü ile uzaklaştırılır. Dolayısıyla bir doku boşluğu oluşur ve polimer karışımı hücrelere çekilir. Her değişikende yüksek kalitede dayanıklı plastinatlar üretir. Metodolojideki temel farklılıklar, polimerler hariç tutulduğunda, katalizör zinciri uzatıcısının ve çapraz bağlayıcının birleştirildiği dizilimdir (29).

Çeşitli alternatif kimyasallar kullanılsa da plastinasyonun aşamaları Biodur S10 tekniğine benzemek zorundadır ki bu aşamalar ise:

- ✓ Aseton
- ✓ Metilen klorür
- ✓ Çapraz bağlayıcı, yan yana bağlanmayı ve uzunlamasına silikon moleküllere 3 boyutlu bir ağ oluşturmayı sağlar.
- ✓ Zincir uzatıcı, silikon moleküllerini uzun zincirli silikon moleküllerine dönüştürmeye teşvik eder.
- ✓ Katalizör, silikon moleküllerini uzatma ve çapraz bağlama için hazırlar (30).

S3 Biodur, S6 Biodur ve S10 Biodur, doku plastinasyonu için en yaygın kullanılan ajanlardır. Bu ürünleri standart analitik yöntemlerle tam olarak karakterize etmek için çok çekirdekli manyetik rezonans, kızıl ötesi spektroskopi ve boyut dışlama kromatografisi kullanılmıştır. Bu deneyler sonucunda, S10 Biodur'un, 27,200 bir molekül ağırlığına sahip bir polidimetilsiloksan olduğu, S6 Biodur'un tetraetoksisilan ve S3 Biodur'un ise ana bileşeninin dibültindilaurat olduğu belirtilmiştir (31).

Silikon plastinasyonu yöntemi kullanılarak formaldehit gibi zararlı fiksatif solüsyonlardan uzak kalınmış olunur. Bu şekilde elde edilen anatomik preparatlar uygun koşullar altında muhafaza edilip ve depolanır. Plastinasyonun uygulanabilmesi üç faktöre bağlıdır:

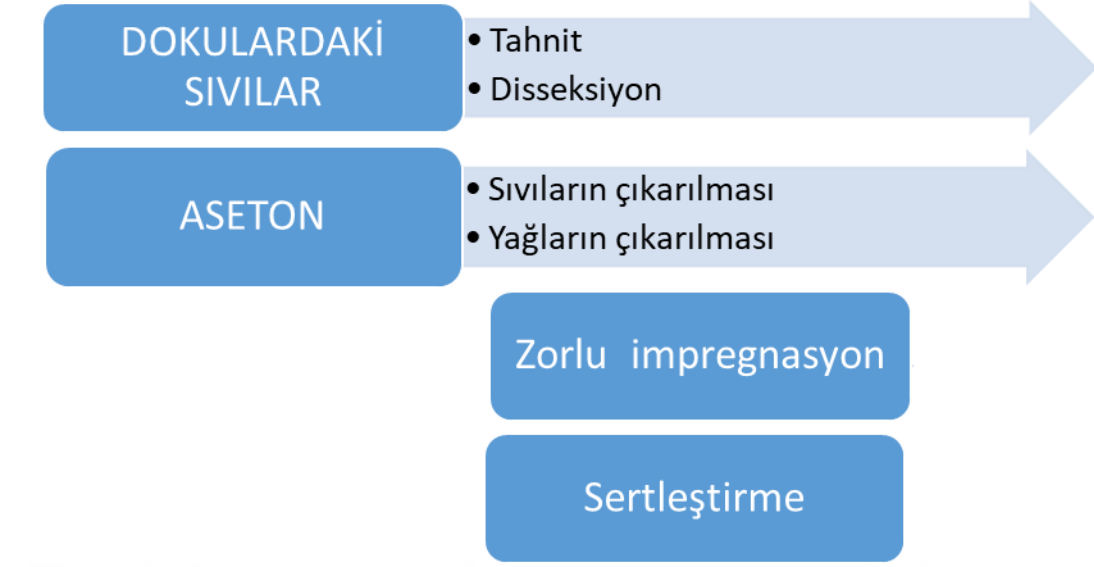
- ✓ Plastinasyon laboratuvarının varlığına,
- ✓ Plastinatların elde edilebilmesi için özel ekipmana,
- ✓ Karmaşık plastinasyon tekniklerinin bilgisine bağlıdır (32).

Silikon plastinasyonu tüm vücuda, doku kesitlerine, akciğerler, cerebral ventriküller, böbrekte intravasküler patolojiler, koronerler vb. içi boş organlar için lümeneye kadar uygulanabilmektedir. Boşluklu örnekler fiksasyon öncesinde ve tespit etme süresince içi dolgun tutulur. Damarları belirginleştirmek için intravasküler lateks, jelatin veya silikon enjeksiyonu kullanılabilir (33).

Bir silikon polimer ile impregne etmek, esnek, yarı esnek, dayanıklı bir örnek üretir. İmpregne, farklı sürelerle sıvı halde kalan S10 silikon ve sertleştiricinin (S3) bir karışımıdır. Dokunun bir silikat bazlı sıvının (S6) buharı ile devamlı maruz kalması çapraz bağlanmayı tamamlar ve örneği sabitler (34).

Silikon plastinasyonu protokolünün titizlikle uygulanması ve her aşamadaki parametrelere dikkat edilmesi, son ürünün istenilen amaca uygun olması açısından son derece önemlidir ve bu protokol 5 aşamadan oluşmaktadır:

- ✓ Örneklerin hazırlanması (Diseksiyon ve Fiksasyon),
- ✓ Dehidrasyon,
- ✓ Yağdan arındırma,
- ✓ Zorlu İmpregnasyon ve
- ✓ Gaz kütleme ve sertleştirme olarak özetlenebilir (35).



Şekil 1. Plastinasyon işlemi aşamaları

### 3.5.1. Örneklerin Hazırlanması

Plastinasyon sonrası ortaya çıkacak ürünün son şeklini, duruşunu, anatomik doğruluğunu ve tabii ki gerçeğe özdeşliğini planlamak, işleme başlamadan önce dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Çıkacak son ürünün bilimsel bir çalışma için mi yoksa estetik bir sergi materyali olarak mı hazırlanacağı ya da vurgulanmak istenen damar, sinir vb. anatomik yapılar da bu planlamaları etkilemektedir (36). Örneklerin hazırlanması iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlar fiksasyon ve disseksiyon olarak adlandırılır. Plastinasyonda ilk adım putrifikasyonu durdurmaktır. Bunun için atardamarlara formalin (% 30-40 oranında suyla karışmış formaldehit çözeltisi) enjekte edilir, örnek küçük ise formaline batırılır. Formalin tüm bakterileri öldürür ve dokunun çürümesini durdurmaktadır. Bu işleme fiksasyon denmektedir. Ardından disseksiyon araçları kullanılarak deri, yağ ve bağ dokular çıkarılır. Yani dokular

veya organlar görülebilir duruma getirilmektedir. Bu adım diseksiyon olarak adlandırılır (2,13).

Mikrobiyal bozulmayı önlemek ve diğer enzimlerin etkisini durdurmak için plastinasyon öncesi biyolojik materyal sabitlenmelidir. Dondurularak kurutulmuş materyalin plastinasyonu denenmiştir ancak bu örnekler, rahatsız edici bir koku geliştirmeye meyillidir. Dolayısıyla fiksasyon; sürecin önemli bir basamağı olarak kabul edilmektedir (37).

Silikon plastinasyonunda taze veya tespit edilmiş (formalinle fikse edilmiş) örnekler kullanılmaktadır. Genel olarak, taze dokuların kullanılması, daha esnek ve sağlam bir son ürün oluşturmaktadır (21).

Bir organ veya doku örneğinin düzgün bir şekilde fiksasyonu, plastinatların nihai kalitesi için çok önemlidir. % 5-20 formalin gibi olağan fiksatifler kullanılabilir; ancak doğal renk korunacaksa, maruz kalma mutlaka minimum seviyede tutulmalıdır. Glikol içeren fiksatif sıvılardan kaçınmaya özen gösterilmelidir. Çünkü bu; S10 silikonunun daha sonra kürlenmesini etkilemektedir (38).

Fiksasyon iki aşamadan oluşur: dokudaki normal yaşam fonksiyonlarının durdurulması (öldürme) ve doku yapısının stabilizasyonu (koruma). Fiksasyon yaparken özellikle mikro düzeyde çalışılacaksa yapılması gereken en önemli üç parametre şunlardır:

- ✓ Dokunun yaşam fonksiyonlarını sona erdirme ve sabitleştirme arasındaki süreyi en düşük seviyede tutmak,
- ✓ Dokuyu yok etmeden dokunun boyutunu olabildiğince küçük tutmak.

- ✓ Keskin aletler kullanarak ve gerekli minimum seviyede numunenin manipülasyonunu sürdürerek doku deformasyonunu minimumda tutmak (39).

Doğal renklerin korunması için en iyisi dondurucu fiksasyon uygulamasıdır. Bu, -25 °C asetonda numunelerin sabitlenmesi ve aynı anda dehidrasyonu olarak tanımlanır. Metanol ile dengelenmiş formalin (ticari olarak temin edilebilir) 5 kısım (hacim olarak) 95 kısım aseton ile karıştırılarak, karışımın -25 ° C'ye kadar soğutulması ve + 5 ° C'ye önceden soğutulmuş örneklerin fiksasyonu için kullanılmasıyla gerçekleştirilir. Fiksasyon süresi iki haftayı aşmamalıdır. En doğal görünen ürün için taze doku ile başlanmalıdır. Bununla birlikte, bir örnek, formalin'e uzun süre maruz bırakılarak renksiz hale getirilse bile, yine de başarıyla plastine edilebilir ve bazı renkler boyama ile eski haline getirilebilir. Bununla birlikte, taze veya donmuş doku ile çalışırken, doğal rengin korunması önemliyse, fiksatif sıvıya aşırı maruz kalmanın titizlikle önlenmesi gerekir. Bu sebepten ötürü oda sıcaklığında 48 saatten fazla olmamalıdır (40).

Tespit işlemi biraz sağlamlık kazandırdığından, örnek sergileneceği şekliyle sabitlenmelidir. Örneğin, akciğerler, havayolundan girilen hidrostatik basınç altında şişirilip fiksatifle sabitlenmelidir. Dil gibi daha küçük katı organlar, fiksatif solüsyonuna daldırılmalıdır. Kalbin fiksasyonu, organ fiksatif bir banyoda askıya alınırken büyük damarlardan birinden basınçlı fiksatif uygulayarak yapılmalıdır. Karaciğer gibi iri organlar fiksatifin kolayca nüfuz edebileceği bir kalınlığa kadar dilimlenmeli ve dilimler, bir ızgarayla desteklenmiş ince bir elek veya filtre kağıdı gibi gözenekli bir yüzeye bastırarak düz tutulmalıdır (39, 40).

Formalin en yaygın ve kuvvetli bir fiksatif olduğundan, +4 °C' de, %10'luk formalin solüsyonu, kullanılacak materyalin dokusunun tamamını veya büyük bir kısmını tespit eder (2,13).

### **3.5.2. Dehidrasyon**

Doku içinde ve dokular arasındaki sıvıların dokuyu terk edip plastinasyon silikonu ile direkt olarak yer değiştirmesi, iki sıvı arasındaki yüksek yoğunluk farkı nedeniyle mümkün değildir. Bu yer değiştirmenin sağlanabilmesi için bir ara aşamaya (dehidrasyon) gereksinim duyulur. Bu aşamayla, doku sıvılarının öncelikle hidrofilik bir solvent ile yer değiştirmesi sağlanır. Bu ara kimyasal, plastinasyon sürecinde hayati önem taşır. Dehidrasyon için çeşitli alkol türevleri, metilen klorid gibi solventler seçilebilmektedir. Fakat bu aşama için sıklıkla tercih edilen kimyasal hiç kuşkusuz asetonur. Aseton oda sıcaklığında çok hızlı buharlaşan, temas ettiği dokularda büzüşmeye neden olabilen bir kimyasaldır. Bunun yanı sıra hatalı uygulandığı zaman örneklerde bulunan yağ dokuyu gereğinden fazla çözüp, örnekten uzaklaştıran bir solventtir (35).

Plastinasyonun en rahatsız edici yönlerinden biri, tehlikeli çözücülerin kullanılması gerekliliğidir. Plastinasyondaki çözücülerin önemli bir amacı dehidratasyondur. Su, polimer oluşumuna ve çapraz bağlanmaya müdahale etmeyecek düzeyde uzaklaştırılmalıdır (41).

Dehidrasyon, örneğin içindeki suyun kimyasal ile uzaklaştırılmasıdır. Yaygın dehidrasyon sıvıları etanol ve asetonur. Dehidrasyonun potansiyel problemleri, numunenin büzülmesi, plazmolizis ve numunedeki çözünebilir bileşenlerin uzaklaştırılmasıdır. Dehidrasyon, alkol ve asetonla çözünen

bileşiklerin aşırı ekstraksiyonunu önlemek için nispeten hızlı bir şekilde yürütülmelidir, ancak plasmolizi önlemek için de yeterince yavaş olmalıdır (39).

Alkoller iyi dehidre edici çözücüler olmasına rağmen, uçucu ara çözücü olarak kullanılmaya uygun değildirler, çünkü  $-15^{\circ}\text{C}$ 'deki buhar basıncı kademeli olarak ve sürekli olarak çıkarılamayacak kadar düşüktür. Metilen klorid ( $\text{MeCl}$ ) mükemmel bir uçucu aracı solvent olmasına rağmen, su ile karışabilir değildir ve bu nedenle dehidre edici bir solvent değildir. Bu ve benzeri nedenlerle alkoller kullanılabilir, ancak aseton plastinasyon işlemi için evrensel dehidre edici çözücü haline gelmiştir. Dehidrasyon için alkol seçilirse, dehidrasyon işleminden sonra numune, ara çözücü olarak işlev görmek üzere aseton veya  $\text{MeCl}$  ile muamele edilmelidir (21).

Dehidrasyon sırasında, bazı küçülmeler her zaman oluşur. Uzun süreli formalinle sabitlenmiş örneklerde veya daha az yağ içeren örneklerde büzüşme genellikle daha az olur. Büzüşme taze doku örneklerinde ve artmış yağ yüzdesini içerenlerde daha fazladır.  $-25^{\circ}\text{C}$  asetonda dehidrasyon, büzülmeyi azaltır çünkü numunedeki su donar ve numunenin şeklini, yapısını ve boyutunu sabitleştirir. Düşük sıcaklık,  $-25^{\circ}\text{C}$ , dehidrasyonun kalitesini veya oranını düşürmez. Bu teknik "dondurma yerdeğiştirmesi" olarak bilinir ve plastinasyonda dehidrasyon için tercih edilen yöntemdir (42).

Musluk suyunda, örnekleri  $+5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar önceden yıkanır ve ön soğutmadan sonra numunelerdeki fazla su boşaltılır. Örnekler anatomik pozisyonuna uygun düzenlenir. Boşluklu yapıları / organları soğuk asetonla doldurulur. Uygun anatomik pozisyona getirilir. Soğuk aseton numuneleri dondurduğundan daha fazla genişlemeye izin vermez (43).

Dehidrasyon aşaması örneklerin içindeki doku sıvılarının asetonla yer değiştirmesini sağlamak amacıyla -25 C°'lik plastinasyon derin dondurucusuna konulan izolasyonlu çelik tanklar içinde yapılan bir seri (% 99,5) aseton banyosunu kapsar. Aseton buharlaşmasını ve olası patlamaları önlemek için derin dondurucu patlama korumalı olmalı, tanklar ise aseton buharını kaçırmayacak şekilde izolasyonlu yapılmalıdır. Dehidrasyondaki temel belirteç; asetonun konsantrasyonundaki değişimdir. İşlem şu şekilde ilerler: Örnek, pratik olarak kendi hacminin 10 katı kadar % 99,5'lik aseton ihtiva eden tanka konur (21).

Buradaki önemli bir nokta; aseton konsantrasyonunu ölçerken kullanılan asetonun, asetonometrede belirtilen sıcaklığa gelmesini beklemek ve sonrasında ölçüm yapmaktır. Her gün aseton konsantrasyonunun biraz daha düştüğü gözlemlenecektir. Aseton konsantrasyonu sabitlendikten sonra örnekler aseton tankından çıkarılarak, yüzeyindeki asetonun buharlaşmasına izin verilmeden 2. aseton (%99.5) banyosuna alınır ve aynı işlemler tekrarlanır. Bu banyo değişimi tanktaki aseton konsantrasyonunun %95'in üzerinde bir değere çıkması ve sabitlenmesine kadar devam eder. Tanktaki aseton saflığının istenen değerlere ulaşmasıyla dehidrasyon aşaması teknik olarak bitmiş kabul edilir (5).

### **3.5.3. Yağdan Arındırma**

Yağdan arındırma, numunedeki yağ / lipid fazlalığının giderilmesidir. Çok fazla lipid, örneklerin dayanıklılığını azaltabilir. Yağ yarı saydamdır. Bununla birlikte, sinir dokusu yağdan arındırılmamalıdır çünkü lipid (miyelin kılıf) sinirsel örneklerin önemli bir parçasıdır. Sinir örneklerinin fazla çözünmesi aşırı, kabul edilemez büzölmeye neden olur (44).

Dokular arasında veya üzerinde kalan yağ doku artıklarının uzaklaştırılacağı zaman örnekler dehidrasyon sonrası oda sıcaklığında, tekrar aseton banyosuna alınır. Buradaki amaç; örnek üzerinde veya içindeki artık yağların aseton vasıtasıyla oda sıcaklığında çözdürülmesi ve son ürünün kalitesinin bu şekilde artırılmasıdır (21).

Bu işlem berrak ve renksiz olan asetonun, yağın çözünmesi sonucu sarı renge dönüşmesiyle karakterizedir. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır. Merkezi sinir sistemi organları, bol miktarda yağ içermeleri sebebiyle yağdan arındırma aşamasında zarar görebilirler. Hatta bazen sinir dokunun % 20 oranında büzüşmesi söz konusu olabilir. Oda sıcaklığında tanktan aseton çıkışı olmadığından emin olmak gerekir. Örnek üzerindeki yağ çözünmesi düzenli olarak kontrol edilmeli, dokunun genel görünüşünde deformasyon olmamasına özen gösterilmelidir (5) .

Lipid içeriğinde istenen azalma (beyaz ile opak arasında) sağlanana kadar haftanın her günü işlem tekrarlanır ve bu aşama tekrarı haftada 2-6 arasında değişebilir. Yağ giderme tamamlandığına karar verildiğinde, örnekler silikon impregnasyon banyosuna yerleştirilir (21).

#### **3.5.4. Zorlu İmpregnasyon**

Zorlu impregnasyon plastinasyon işleminin önemli bir adımıdır. Başarılı bir zorlu impregnasyon işlemi ancak aseton ile tamamen dehidrasyon işleminden sonra mümkündür. Ara çözücü madde (aseton), silikon ile değiştirilir. Zorlu impregnasyon işlemi, hücrenin yapısından asetonu çıkarır ve silikon ile yer değiştirir. Zorlu impregnasyon işlemi yavaşça yapılmalıdır; Polimer örneğe girerken aseton sıvıdan gaz fazına geçer ve preparatı terk eder (21).

Dehidrasyonun prensibi, doku sıvısının / akışkanının aseton ile değiştirilmesi olduğundan, impregnasyon prensibi uçucu aracı çözücünün (aseton veya MeC1), S10 / S3 reaksiyon karışımı ile değiştirilmesi esasına dayanır. Bununla birlikte, reaksiyon karışımının solvent ile yer değiştirmesi çok zordur (aseton / MeC1). Bu nedenle, örneğin içine reaksiyon karışımını yerleştirmek için bir kuvvet (vakum) gereklidir (Dolayısıyla impregnasyon terimi kullanılır) (47).

S10 ve S3'ün birlikte karıştırılmasından sonra, polimer ile sertleştirici arasındaki reaksiyon başlar, silikon molekülleri uzamaya başlar ve zincir oluştururlar. S10 polimer ve ilk sertleştirici ajan S3, 100: 1 oranında iyice karıştırılır. Polimer ve sertleştirici karıştırıldıktan sonra, bu reaksiyon karışımı, vakumlu tanka yerleştirilir ve kapağı kapatılıp izolasyon sağlanır. Vakum pompası çalıştırılarak tankta negatif basınç oluşturulur. Basınç azalmaya başladıkça sepetin içerisindeki örneklerden silikon polimerin yüzeyine doğru baloncuklar şeklinde aseton çıkışı, tankın cam kapağından gözlemlenir. Baloncukların, polimerin yüzeyine çıkması duruncaya kadar tam vakum birkaç dakika boyunca azaltılır. Daha sonra kontrollü bir vakum uygulanır. Basıncın azalması, asetonun kaynamasına ve polimerin dokuya çekilmesine neden olur. Vakum çok yüksekse, asetonun daha yoğun olan polimer dokuya giremez ve numune çöker. Vakumun bir valf veya vakum regülatörü ile kontrol edilmesine ve düzenli görsel izlenmesine gerek vardır. Doğru vakum da, numune yüzeyinden kaynaklanan küçük, sürekli bir kabarcık akışı görülmelidir. İlk aşamalarda, vakum oldukça kararsızdır ve sık dikkat gerektirir. Örnekten uçucu ara maddenin yavaş yavaş ekstraksiyonu gereklidir. Polimer reaksiyon karışımını dokuya çekerken dokudaki boşluk ve basınç farkı oluşur. Böylece çözücü, örnek üzerinden uçarken ideal

impregnasyon işlemi için polimer karışımı aynı anda numuneyle tepkimeye girer. Solvent çok hızlı bir şekilde çıkarsa, silikon örneğin tüm bölümlerine geçemez. Bu parçaların yapısal çerçevesi çöker ve numune küçülür (48).

Örneklerin doğasına ve boyutuna bağlı olarak değişkenlik gösterecek süre birkaç günden bir iki haftaya kadar değişebilir ve kabarcıklanma sona erdiğinde basınç giderek düşürülür. Bu aşamadan sonra örnek çıkarılabilir ve silikon boşaltılabilir. Tüm işlem oda sıcaklığında gerçekleştirilir (30).

Vakum artış hızı (mutlak basıncın azalması) son derece önemlidir. Çözücü, polimer reaksiyon karışımından daha az yoğun olduğundan, viskoz polimerin ayrılan çözücü tarafından oluşturulan doku boşluğuna geçmesi için yeterli süre verilmesi ve çözücünün yavaş yavaş ekstrakte edilmesi gerekir. Pompalama hızı (çözücünün ekstraksiyon hızı), impregne edilen örneğin özelliklerine bağlıdır (32-34).

Düşük yoğunluklu, küçük veya ince bir numune, daha hızlı bir impregne olma hızını barındıracak, yüksek yoğunluklu büyük bir numune yavaş impregne olma hızını belirleyecektir. Bu nedenle, daha düşük bir ekstraksiyon oranı ve impregnasyon hızı, her bir örneğin tamamına eşit olarak impregne edilmesini sağlayacaktır. Ekstraksiyon oranı, kabarcık oluşturma hızı ve bir ölçme aletiyle veya Hg kolonu ve Bennert Manometresi vasıtasıyla mutlak basıncın azalma oranını izleme ve kayıt etmekle belirlenir. Çapı yaklaşık 1 cm olan kabarcıklar şeklinde, çözücü buharlaştırılır ve örnekten çıkarılır ve çevreleyen reaksiyon karışımı boyunca dışarı çekilir ve buhar pompa vasıtasıyla pompalanır. Ara çözücünün ideal çekilme hızı, birkaç kabarcığın yüzeye yavaş yavaş yükselmesi ve yavaşça patlamasıdır. Çok hızlı baloncuk oluşumu kabul edilemez ve

çözücünün çok hızlı bir şekilde sıktığını ve muhtemelen numunelerin büzüşmesine neden olacağını gösterir (47-48).

Baloncuk çıkışı tamamlandığında zorlu impregnasyon işlemi tamamlanmış olur ve vakum serbest bırakılarak plastinasyon kazanı atmosfer basıncına döner. İmpregne edilen örneklerin bir gün süreyle atmosfer basıncında impregnasyon banyosunda kalmasına izin vermek önemlidir. Bu, örnekteki polimerin impregne banyosu ile dengelenmesini sağlar (32).

### **3.5.5. Gaz Kürleme ve Sertleştirme**

Kürleme işlemi, preparatın kurutulmasını içerir. Doku içinde silikon kalır. Bu son safhada birincil hedef, tamamen kuru bir numune elde etmek ve daha önce başlatılan sertleştirme işlemini tamamlamaktır. Kürleme sırasında örnekteki silikon polimer gaz fazındaki bir kimyasal ile çapraz bağlanır ve örnek kurutulur. Bu, zincir uzatma ve polimer çapraz bağlanmadan oluşan iki aşamalı bir süreçtir (49).

#### **a) Zincir Uzatma**

Oda sıcaklığında (veya 50 ° C fırında daha hızlı bir şekilde) S 10 polimer molekülleri, S 3 Sertleştirici molekülleri ile reaksiyona girer ve uçtan uca birleşirler. Uçtan uca birleştirme (polimerizasyon) hem sertlik hem de esneklik kazandırır. Bu da, impregne örneği gazlı bir sertleştiriciye (Biodur S6) maruz bırakarak elde edilir. BIODUR S6 (Gaz Kürü), doymuş buhar basıncı (kaynama noktası 70-80 ° C) olan silikatu içeren bir sıvıdır. Silikon emdirilmiş numunenin polimeri ile reaksiyona girmek için, S6 buharlaşmalı ve aktif buhar, numunenin yüzeyindeki silikon ile reaksiyona girmelidir. S6, molekülleri üç boyutlu bir çapraz bağlanmaya (yan yana bağlantıya) başlar ve böylece numuneye sıklık

kazandırır. Yüzey molekülleri önce kürleşir, böylece numunenin sızdırmazlığını sağlar ve polimerin numuneden süzülmesini azaltır. S6 bir süre boyunca numuneye yayılır ve polimerizasyon, numunenin merkezine doğru derinleşir (50).

### **b) Çapraz Bağlanma**

Bileşen moleküllerinin çapraz bağlanması S 10'un sağlam ve sert olmasına ve istenilen bir kaliteye ulaşmasına neden olur. Bu işlem, çapraz bağlayıcı bir madde olarak işlev gören zayıf bir asit buharına maruz bırakılarak gerçekleştirilir. Bu sertleştirici buhar, Biodur Gas Cure S6 olarak adlandırılan bir preparasyondan alınır. S6'ya maruz kalması ve oluşan çapraz bağlamaya basitçe "gaz kürü" adı verilir (51).

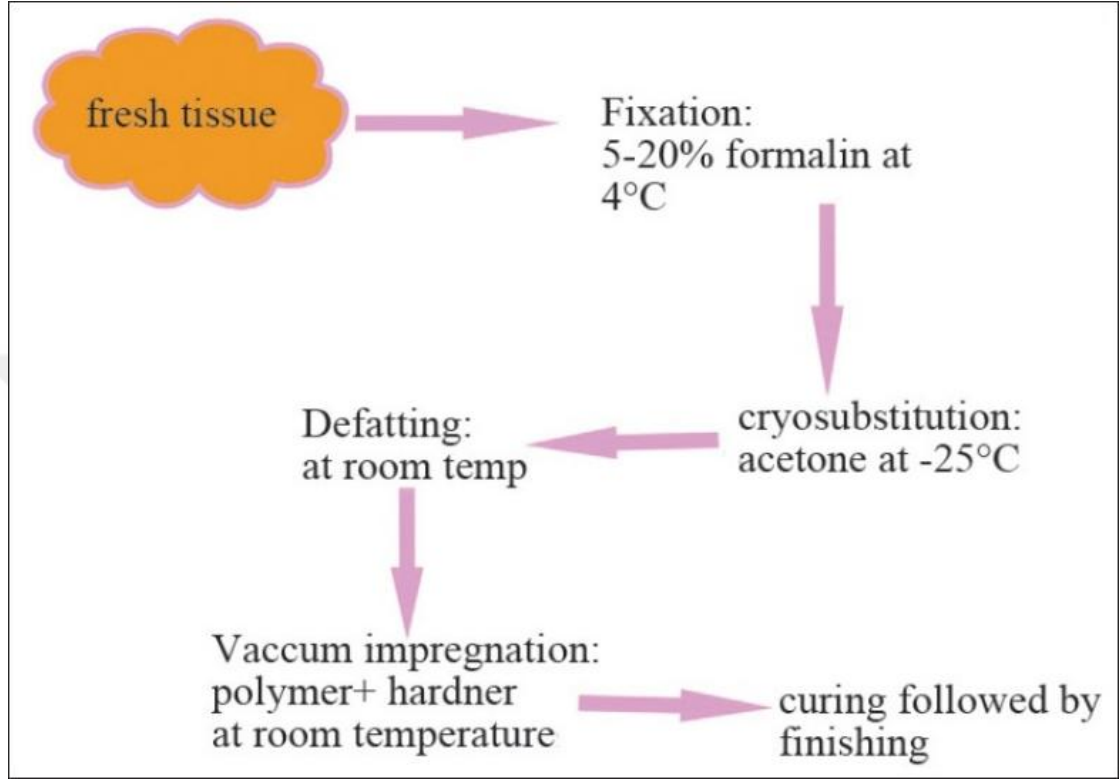
S6 gazı, numuneye temas ettiğinde, polimeri yüzeyde sertleştirir ve kendi difüzyonunu yavaşlatan bir bariyer oluşturur. Ayrıca, bu sertleşmiş yüzeyin "kabuğunun" oluşması, kürlenmemiş polimerin örneğin içinden kaçmasına engel olur ve çekmeyi önler. Aslında, numuneyi sızdırmaz hale getirir ve küreme gazı konsantrasyonunun oldukça yüksek olduğu sertleştirilmiş bir yüzey katman oluşturur. Örnek bir plastik torbaya yerleştirilirse, yüzey katmanı içindeki S6 gaz yavaş yavaş merkeze doğru yayılır ve kürü tamamlar. Ayrıca daha önceki aşamada uzayan zincirler oluşturan silikon moleküllerinin gaz fazındaki S6 ile kendi aralarında çapraz bağlar kurularak sertleşmesi yüzeyden derine doğru olduğundan yüzeyi sertleşen örnek hemen tanktan çıkarılmamalı, çıkarılsa bile iç sertleşmenin devam ettiği varsayılarak plastinat kilitli kaplara koyularak hava almadan muhafaza edilmelidir (51).

Kürleme işlemi genellikle iki şekilde yapılabilir. Bunlar yavaş kürleme ve hızlı kürlemedir. Hem yavaş, hem de hızlı kürleme yönteminde her iki sertleştirici ajanı [BIODUR S3 ve S6 (Gaz Kürü)] kullanır (52).

✓ **Yavaş Kürleme:** Yavaş kür yönteminde, numuneye uçtan uca bağlanma için oldukça uzun bir aralık verilir; bu süre boyunca neredeyse tüm polimer, iç boşluğundan dışarı akar. Buhara maruz kalınması ile kalan polimerin iyice sertleşmesini sağlar, böylece hem kuru, hem de esnek bir numune elde edilir. Tek dezavantajı, numunenin kullanılmaya başlamasından önce gerekli süre ve çekme olasılığıdır. Bu yöntem, özellikle kemik örneklerine ve uzun süre sabitlenmiş olanlara daha fazla uyarlanabilir (53-54).

✓ **Hızlı Kürleme:** Hızlı kür yönteminde, yüzey ilk önce kürlenir ve numunenin iç kısmı bekletme esnasında sertleşir. Bu yöntemin en göze çarpan avantajı, büzülmenin asgari düzeyde tutulmasıdır. Bu işlem, taze doku da yapılı ve rengi korumak için kısa sabitleme zamanı kullandığında son derece önemlidir. Hızlı kür yöntemiyle hazırlanan örneklerin, yavaş kürlenmiş olanlardan daha az sert ve esnek oldukları kanıtlanmıştır. Ayrıca, sertleştirme haznesi içindeki nem kontrolü çok kritiktir çünkü aşırı su buharı konsantrasyonu, bitmiş numunede beyaz lekeler oluşmasına neden olacaktır. Bundan dolayı bu lekeleri engellemek için nem çekici maddeler kullanılmalıdır (Ca chloride gibi). Bununla birlikte, detaylara yakından dikkat edilmesi gerekmesine rağmen, taze doku, özellikle de beyin ve ekstremitte bölümleri gibi lipid açısından zengin dokulardan başlayarak hızlı kür yönteminin kullanılması önerilir, çünkü bu tür bir materyalin karakteristik olarak ciddi daralmasını sınırlandırmaya yarar (53-54).

Deneyim kazandıkça, çoğu plastinatör, hızlı bir kür yönteminin bazı çeşitlemelerini kullanır; çünkü, kaliteli bir numune üretmek için daha kısa zaman alır ve büzülme önler (53,54,55).



Şekil 2. Taze dokunun plastinasyon aşamaları (34)

### 3.6. Organa Sensuum “Duyu Organları”

Duyu organları, organa sensuum özel ve genel duyular diye ikiye ayrılır. Özel duyular görme, denge, işitme, koku ve tad duyuları olup bu duyuları alan özel organlar vardır ve bu organlar fevkalade gelişmiştir. Genel duyular basınç, dokunma (temas), ağrı ve ısı duyarlıdır. Bu duyularla ilgili olan sinirlerin uçları deri katmanlarında yer alır (56).

### 3.6.1. Organum visus “Oculus” (Görme Organı “Göz” )

Görme organı olan göz, göz küresi (bulbus oculi) ve göz küresinin hareketini sağlayan göz kasları (musculi bulbi), gözü koruyan göz kapakları (palpebrae bulbi), gözün nemli kalmasını sağlayan yapılar (apparatus lacrimalis) olmak üzere çeşitli aksesuar yapılardan şekillenir. Göz küresi, etrafını saran yağ doku (corpus adiposum orbitae) içerisinde bulunur. Orbita'nın kenarlarından orjin alan göz kapakları, gözün açıkta kalan kısmını bir perde gibi (açılıp kapanarak) korumakta, aynı zamanda gözyaşının (lacrima) göz üzerinde dağılmasını sağlayarak korumasına engel olmaktadır. Uyku esnasında göz kapakları gözü tamamen kapatır (57).

**Bulbus Oculi (Göz Küresi):** Evcil memeli hayvanlarda bulbus oculi yaklaşık olarak küremsi bir şekle sahip olmakla birlikte, at ve sığırlarda anterior-posterior yönde biraz basıktır. Buna ek olarak, göz küresinin ön yüzeyindeki şeffaf kısmı olan cornea, daha küçük yarıçapı nedeniyle bir miktar çıkıntı yapar. Cornea'nın bulunduğu çıkıntılı kısım polus anterior, göz küresinin arka yüzeyinde kalan bölge polus posterior, her iki kutup arasında uzanan düz çizgi ise axis opticus'u oluşturur.

Bulbus oculi üç ince tabakadan oluşur. Birbiri içine geçmiş olan bu tabakalar kısmen sıvı, kısmen jelatinöz yapıları çevreler.

İlk tabaka olan ve en dıştaki **tunica fibrosa bulbi**, göz küresini korur ve şeklini verir. Sadece bu tabaka bir bütün halindedir. Sclera ve cornea adı verilen iki kısmı bulunur. Tunica fibrosa bulbi'nin opak olan posterior kısmı *sclera*'dır. Sclera'yı elastik lif ve kalın bir kollajen tabaka şekillendirir. Göz küresinin arka 3/4'ünü oluşturur. Genellikle beyaz mavimsi olmakla birlikte bazı türlerde

pigment hücreleri içerdiği için gri olarak da görülür. *Cornea* ise tunica fibrosa bulbi'nin ¼'ünü oluşturur ve öne doğru çıkıntılıdır. Cornea liflerinin yapısı, sadece görüntüsünün şeffaf kalmasına değil, aynı zamanda fizyolojik bir olgu olan intersitisyel sıvıların sürekli olarak liflerin arasında akışına da müsaade eder. Hücreler arası sıvı geçişleri sayesinde beslenen cornea'da kan damarı bulunmaz (57-59).

**Tunica vasculosa bulbi** ortadaki ikinci tabaka olup büyük ölçüde kan damarlarını içerir. Gözün beslenmesi ile ilgilidir. Sclera'nın altında yer alır. Üç bölümden oluşur. Bunlar posterior'dan anterior'a doğru sırasıyla choroidea, corpus ciliare ve iris'dir. *Choroidea*, sclera'nın iç yüzünde yer alır. Dış yüzü ile sclera arasında spatium perichoroideale denilen bir aralık bulunur. İç yüzü retina'ya çok sıkı bir şekilde yapışmıştır. Bu yüzün arka ve dış kesiminde, discus n. optici'nin hemen üzerinde tapetum lucidum denilen parlak ve renkli bir bölge bulunur. Türlerle göre mavi-yeşil (equide), mavi (ruminant) ya da sarı (carnivor) renkte olan bu oluşum (tapetum lucidum), üzerine düşen ışığı bir ışık kaynağı gibi yansıttığından hayvana karanlıkta daha iyi görme imkanı verir. Choroidea, limbus cornea'ya doğru, *corpus ciliare*'yi oluşturmak için kalınlaşır. Corpus ciliare merkezdeki lense doğru yükselen kavisli bir halka şeklindedir. Lens'in tutunmasını ve akkomodasyon ile ilgili bir yapıdır. Plica ciliares adı verilen oluşumlar birleşerek processus ciliaris denilen çıkıntıları oluşturular. Bu çıkıntılar kan damarları bakımından zengin anatomik oluşumlardır. Aynı zamanda humor aquosus salgılar. *İris* ise corpus ciliare'nin devamıdır ve vasküler tabakanın en öndeki kısmını teşkil eder. Cornea'nın arkasında, dairesel bir oluşum olarak bulunur. Ortasında pupilla denilen yuvarlak bir delik bulunur. İris'in biri ön diğeri

arka olmak üzere iki yüzü vardır. Ön yüzüne facies anterior denir. Bu yüz cornea'ya bakar. İris'in arka yüzüne facies posterior denir. Lens'e dönük yüzüdür. İç bükeydir.

En içte yer alan üçüncü tabaka **tunica interna bulbi**'dir ve büyük ölçüde sinir dokusundan oluşur. Doğrudan görme ile ilgili olan bu tabaka, görsel uyarımları nervus opticus aracılığı ile beyine taşıyarak görme duyusunun şekillenmesini sağlar. Göz küresinin iç tabakasının bir adıda retinadır. Dış yüzü choroidea ile, iç yüzü membrana vitrea ile temastadır. Retina'nın discus n. optici'den (n. opticus'un retina'yı deldiği yer) ora serrata'ya kadar olan kesimine retina'nın gören bölümü, pars optica retinae denir. Ora serrata'nın önünde kalan dolayısıyla processus ciliaris ve iris'in arka yüzleri üzerinde iris'in margo pupillaris'ine kadar uzanan bölümüne de retina'nın görmeyen bölümü, pars ceca (cacea) retinae denir. Retina'nın arka bölümünün ortası yakınında, yuvarlağımsı, sarı renkli bir alan görülür. Işığı en iyi alan bu bölgeye insanda macula, evcil hayvanlarda ise area centralis rotunda adı verilir. Equide, büyük ruminant ve sus'ta discus n. optici'nin üstünde, öne doğru uzanan daha açık renkli, çizgi şeklinde, uzunca bir oluşum daha vardır. Aynı zamanda tek gözle görmeye (monocular) de yarayan bu oluşuma area centralis striaformis denir (57-59).

### **Gözün iç kısmındaki yapı "Lens"**

İris ile corpus vitreum arasında bulunan bir oluşumdur. Bikonveks yapıdaki lens'in polus anterior ve polus posterior olmak üzere iki kutbu ve equator'u vardır. Gözün optik eksenini ile çakışan bir merkezi eksene sahiptir. Facies posterior'u facies anterior'a göre genellikle daha dışbükeydir (58).

### **Gözün yardımcı organları (Organa oculi accessoria)**

Palpebrae bulbi'yi hareket ettiren ve koruyan, fasciae orbitales, musculi bulbi, palpebrae, tunica conjunctiva ve apparatus lacrimalis gibi yapıların büyük kısmı orbita içinde bulunur. Orbita, kafatasının yanal yüzeyinde koni biçiminde bir boşluktur. Dış yüzeyi kemikli bir çerçeve (tabanı koni biçiminde) ile sınırlıdır. Etçil ve domuzda orbita'nın yanal bağlantısı kemiksel değildir ve ligamentum orbitale tarafından tamamlanır. Evcil memelilerde lateral ve ventral kısımlar, fasciae orbitales ve fibröz yapıdaki periorbita tarafından oluşturulur (58).

**Göz küresinin kasları (Musculi Bulbi):**Gözü hareket ettiren kaslar bulbus oculi'nin arkasında bulunur (59). Göz küresinin dış kasları (59):

- Dorsal, ventral, medial ve lateral düz kaslar (M. rectus dorsalis, M. rectus ventralis, M. rectus medialis, M. rectus lateralis)
- Dorsal ve ventral oblik kaslar (M. obliquus dorsalis, M. obliquus ventralis)
- Göz küresinin retraktör (geri çeken) kası (M. retractor bulbi)
- Üst göz kapağının levator (yukarıya kaldıran) kası (M. levator palpebrae superioris)

### **Göz Kapakları ve Konjunktiva (Palpebrae Bulbi ve Conjunctiva)**

Göz kapakları, göz küresinin anterior yüzeyinin üzerine çekilebilen ve bu şekilde ışık geçişini engelleyen, cornea'yı koruyan ve cornea'nın nemli kalmasına yardımcı olan muskulofibröz kıvrımlardan oluşur. Evcil memelilerde üç tane göz kapağı vardır: üst göz kapağı (palpebrae superior), alt göz kapağı (palpebrae inferior) ve üçüncü göz kapağı (palpebrae tertia, plica semilunaris conjunctiva, membrana nictitans) (60).

Üst ve alt göz kapakları arasındaki açıklık (rima palpebrarum), boyut açısından farklılıklar gösterir ve palpebral kaslar tarafından kontrol edilirler. Alt ve üst göz kapaklarının serbest uçları (margo palpebrae), gözün nasal ve temporal açılanmalarında (angulus oculi lateralis ve medialis) birleşirler. Gözün medial açısında caruncula lacrimalis adı verilen hafif bir mukozal kabartı bulunur. Göz kapaklarının yüzeyi tüylerle kaplıdır ve glanduler yapılar içerirler. Göz kapakları sınırında uzun tüycükler (cilia) çıkmaktadır. Genellikle palpebrae superior'da, palpebrae inferior'a kıyasla daha çok sayıda kirpik vardır. Göz kapaklarında pek çok bezde bulunur (61).

Göz kapaklarının arka yüzü, şeffaf bir mukoza olan conjunctiva ile kaplıdır. Limbus palpebralis posterior'dan başlar. Göz kapaklarının arka yüzünü örter, bu kısma tunica conjunctiva palpebrarum adı verilir. Sonra bulbus oculi üzerine atlar. Sclera'nın üzerini de örter. Bu kısma da tunica conjunctiva bulbi adı verilir. Daha sonra sclera ile cornea'nın birleşme yerine kadar uzanır (60,61).

### **3.6.2. Organum Vestibulocochleare “Denge ve İşitme Organı” Auris “Kulak”**

Sadece hayvanın duymasını değil, aynı zamanda dengesini sağlamasına da yardım eder. Ses dalgaları tarafından üretilen mekanik uyarılar küçük miktarda sıvının hareketi ile cochlea'da sinir uyarılarına dönüşür. Bu sıvı ve mikroskobik kristallerin vestibulum içindeki nöroreseptörlere etkisi, hayvana, yerçekimine göre başının durumunu ve hareketini algılamasını sağlar. Her iki işlev *auris interna*'da, bir bütün olarak kulağın üç alt bölümünün en medial'inde yapılır. Diğer alt bölümler *auris media* ve *auris externa*'dır. Dışarıdan sadece *auris externa* görülür. Kulağın diğer iki bölümü os temporale'nin içine yerleşmiştir (58-61).

### **Auris externa (Dış kulak)**

Dış kulak aşağıdaki yapılardan oluşur:

- Kulak kepçesi kıkırdağı (cartilago auriculae), kalkan kıkırdak (cartilago scutiformis) ve kulak kepçesi kaslarının (mm. auriculares) bulunduğu kulak kepçesi,
- Dış kulak yolu (Meatus acusticus externus),
- Kulak zarı (Membrana tympani)

Kulak kepçesi (Auricula), ses dalgalarını toplamaya yarar. Esasını cartilago auriculae denilen elastik yapıda, tek parçadan ibaret bir kıkırdak oluşturur. Biri ön diğeri arka iki kenarı vardır. Bu iki kenar yukarıda birleşerek sivri bir uç ile sonlanır. Bu uca apex auriculae adı verilir. Dış bükey olan dış yüzüne dorsum auriculae denir. İç bükey olan iç yüzünde de scapha denilen çukur bir alan bulunur. Auricula'nın serbest dış kenarı kulak deliğinin arka kesimine kıvrılarak crus helicis mediale ve crus helicis laterale'yi oluşturur. Auricula'nın iki serbest kenarı aşağıda, aralarında belirli bir açıklık bırakacak şekilde birbirlerine geçerler. Aralarında oluşan açıklığa incisura intertragica adı verilir. Bu açıklığı önden ve arkadan iki yapı sınırlandırır. Her ikisi de yuvarlak ya da uzunca çıkıntılar olan bu iki oluşumdan öndekine tragus, arkadakine antitragus denir. At, sığır ve köpek antitragus'tan iç tabakaya doğru plica antitragica denilen bir deri dörümü uzanır. Kulak kepçesinin iç yüzündeki kıllar ise tragi olarak adlandırılır (62).

Meatus acusticus externus cartilago auricularis'in kıvrık bölümünün daraldığı kısımdan başlar, membrana tympani'de sonlanır. Bu yolun giriş deliğine porus acusticus externus denir. İki kısımdan oluşur. Birinci kısım kıkırdaktan

yapılmış bölümdür, bu kısma meatus acusticus externus cartilagineus denir. İkinci kısım ise kemikten yapılmıştır, bu bölüme de meatus acusticus externus osseus denir.

### **Auris media (Orta kulak)**

Auris media, os temporale içerisinde yer alır ve esasen cavum tympani olarak bilinen küçük hava dolu bir boşluktur. İnce müköz bir membran ile kaplıdır (62). Orta kulak aşağıdaki kısımlardan oluşur;

- Orta kulak boşluğu (cavum tympani),
- Kulak kemikçikleri (ossicula auditus): Çekiç (malleus), Örs (incus), Üzengi (stapes),
- Kulak tüpü (tuba auditiva, Eustachi borusu).

### **Auris interna (İç kulak)**

İç kulak os temporale'nin pars petrosa'sı içinde yer alır. Pars petrosa'nın kafatası boşluğuna bakan yüzünde yer alan yola ise meatus acusticus internus denir. Dolambaçlı yollar ve bu yolları birbirine bağlayan kanallardan oluşur. Bu nedenle iç kulağa labyrinthus denir. Şekil bakımından birbirine benzeyen yapı ve işlev bakımından ise farklı olan iç içe geçmiş iki parçadan oluşur. Biri dış tarafta bulunan kemikten diğeri, kemik bölümün içinde yer alan zardan yapılmış iki bölümden oluşmuştur (63,64).

- Labyrinthus osseus

-Vestibulum osseus, kemikten labirentin merkez kısmıdır. Rostral'de cochlea, caudal'de yarım daire kanalları ile bağlantı halindedir. Vestibulum'un lateral duvarında iki pencere bulunur. Bunlar: stapes'in kapattığı fenestra vestibuli

ile onun ventral'inde, membrana tympani secundaria tarafından çevrelenen fenestra cochlea'dır.

-Canales semicirculares ossei (yarım daire kanalları), labyrinthus vestibularis ductus semicircularis'i sarar.

-Cochlea, salyangoz kabuğuna benzer bir şekle sahiptir. Cochlea, modiolus denilen içi boşluklu bir spiral şekillendirir. Modiolus içinde n. cochlearis bulunur.

- Labyrinthus membranaceus

-Labyrinthus vestibularis, denge organı bulunur ve utriculus, sacculus, ductus semicircularis'ten oluşur. Sacculus ve utriculus kemikten vestibulum'un içinde bulunan iki genişlemedir. Utriculus'tan denge ile ilgili üç ductus semicircularis, sacculus'tan ise işitme ile ilgili spiral ductus cochlearis çıkar. Ductus semicirculares'te ise üç tane ductus semicircularis, labyrinthus osseus'un canales semicirculares'i içine yerleşir.

-Labyrinthus cochlearis'de, duyma organı bulunur ve bu organ labyrinthus cochlearis duvarına yerleşerek ductus cochlearis içinde bulunan Corti organı'ndan oluşur.

Corti organı veya organum spirale, işitme reseptör hücrelerini ihtiva eder. Ductus cochlearis'in timpanik membranı üzerinde bulunarak cochlea boyunca spiralleri takip eder. Corti organı'nın, ductus cochlearis'in iç tarafına bakan kısmının yüzeyini, jel benzeri bir membran (membrana tectoria) kaplar (56-58). Corti organı iki farklı tip hücreyi içerir:

-Sensorik (duyu) hücreler,

-Destek hücreleri: kolumnar ve phalangeal hücreler.

Ses dış kulak vasıtası ile alınır ve mekanik titreşimler olarak membrana tympani'yi uyarır. Sonrasında da iç kulağa kulak kemikçikleri yoluyla iletilir. Stapes'in, fenestra vestibuli ile doğrudan temasta olmasından dolayı iç kulağın perilympha'sının hareketlenmesi, scala vestibuli, helicotrema ve scala tympani vasıtasıyla fenestra cochlea'ya iletilerek membrana tympani secundaria'da titreşime neden olur. Değişik frekanslar ductus cochlearis'in endolympha'sına membrana vestibularis ile aktarılır. Endolympha'nın hareketi membrana tectoria'da basınç yapar. Böylece sensorik tüycüklerde de bir basınç oluşarak reseptör hücreler uyarılarak ganglion spirale'ye impuls gönderilir. Ganglion spirale'nin aksonları, medulla oblongata'daki nucleus'lara gidecek olan n. vestibulocochlearis'in cochlear kısmını oluşturmak üzere birleşir (58, 59, 63).

### **3.6.3. Organum Olfactus (Koku organı)**

Baş üzerinde konumlanan solunum organları (burun, paranasal sinuslar ve nasopharynx) üst solunum yolu olarak adlandırılır. Alt solunum yolu ise larynx, trachea ve pulmones'den oluşur. Koku organı da burunda yerleşmiştir. İyi gelişmiş koku hissi olan hayvanlarda, cavum nasi'nin caudal bölümünde paries lateralis ve conchae ethmoidales'i kapsayan geniş bir olfaktorik mukoza bulunur (63).

Grekçe "rhin" terimi ile ifade edilen burun şu bölümlerden oluşur:

- Dış burun (nusus externus) ve burun kıkırdakları (cartilagine nasales),
- Burun boşluğu (cavum nasi) içindeki yollar (meatus nasi) ve konkalar (conchae),
- Burun boşluğu çevresinde yer alan boşluklar (Sinus paranasales).

Burun, ventral'de os incisivum'un processus palatinus'u, maxilla ve os palatinum, lateral'de maxilla, dorsal'de os nasale tarafından şekillendirilmiştir. Caudal'de ise os ethmoidale'nin lamina cribrosa'sı tarafından sınırlandırılır. Ventral'de nasopharynx ile devam eder. Septum nasi, burun boşluğunu sağ ve sol iki bölüme ayırır. Hiyalin kıkırdaktan yapılmıştır. Os ethmoidale'nin çıkıntısı olan crista galli'nin rostral uzantısıdır. Yaşlandıkça bu kıkırdağın caudal kısımları kemikleşir. Nares denilen burun deliklerinden sonra, vestibulum nasi isimli giriş bölümü bulunur. Bunun gerisinde yer alan bir daralmadan sonra çok daha büyük burun boşluğu, cavum nasi gelir. Burun deliklerinin dış kısmında bulunan deri çıplaktır ve at dışındaki bütün evcil türlerde, bitişiğindeki normal deriden keskin bir sınırla ayrılmıştır. Bu çıplak kısım yayıldığı bölgelere göre etçil ve küçük geniş getirenlerde planum nasale, büyük geniş getirenlerde planum nasolabiale, domuzda ise planum rostrale olarak isimlendirilir. Planum nasale philtrum denilen median bir olukla bölünür (64).

Burun delikleri kıkırdaklarla desteklenmiştir. Septum nasi'nin ön ucuna tutunan cartilago nasi lateralis'ler, ventral'e ve dorsal'e uzanır (Cartilago nasi lateralis dorsalis ve Cartilago nasi lateralis ventralis). Bu kıkırdaklar burun deliklerine şeklini verirler. Cartilago nasi lateralis dorsalis ve ventralis at haricindeki tüm evcil hayvanlarda birbiri ile temas halindedir. Cartilago nasi lateralis'lerden türlere özgü olarak cartilago nasi accessoria çıkar (56-59).

Concha nasalis'ler burun boşluğunu örten mukoza ile kaplı kıkırdak ya da kemikleşmiş kıvrımlı yapılardır. Bu kıvrımlı motifler karmaşık ve türe özgü şekle sahiptir. Burun boşluğu içerisindeki en uzun ve en dorsal'de yer alan endoturbinale I'dir. Endoturbinale I, concha nasalis dorsalis'in kemiksel çatısını

oluşturur. Equidede 4. öğütücü diş hizasından enlemesine geçen bir bölme ile pars rostralis ve pars caudalis'e ayrılır. Pars rostralis'in ucu burun deliği yakınına kadar uzanır ve plica recta'yı oluşturur. Endoturbina II ise birinciye bitişiktir ve concha nasalis media'nın kemik kısmını oluşturur. Köpek haricindeki diğer hayvanlarda, sonraki kemiklerin boyutları giderek küçülür. Fakat köpeklerde ikinciden dördüncüye kadar özellikle iyi gelişmiştir. Concha nasalis dorsalis ve media endoturbina'ler tarafından şekillendirilirken, concha nasalis ventralis, maxilla'nın bir parçasıdır. Concha nasalis ventralis önde iki dürüm oluşturur. Bunlardan üstteki mukoza dürümüne plica alaris, alttaki mukoza dürümüne plica basalis denir. Ruminantlarda plica alaris ile plica basalis önde birleşir (60, 62, 64).

Burun boşluğu concha nasalis dorsalis ve concha nasalis ventralis ile dört yola, meatus nasi dorsalis, meatus nasi medius, meatus nasi ventralis ve meatus nasi communis'e ayrılır. Diğer bir deyişle, büyük concha'lar, septum nasi'ye yakın olarak bulunan meatus nasi communis'le bağlantılıdır ve bu yol müşterek burun yolu olarak da isimlendirilir.

Meatus nasi dorsalis en dar olan burun yoludur. Burun boşluğunun tavanı ile concha nasalis dorsalis arasındaki yoldur. Arka ucu os ethmoidale'nin lamina cribrosa'sında sonlanır. Bu yola koku yolu, meatus olfactorius da denir.

Meatus nasi medius, concha nasalis dorsalis ile concha nasalis ventralis arasındaki yoldur. Bu yol üzerinde bir yarık bulunur. Apertura nasomaxillaris denilen bu yarık, orta burun boşluğunun sinus maxillaris ile iştirakini sağlar. Ruminantlarda ise aditus nasopalatomaxillaris halindedir. Sinus'lar ile iştirakte olması nedeniyle meatus nasi medius'a, sinus yolu da denir.

Meatus nasi ventralis ise burun yollarının en genişi ve en kısasıdır. Concha nasalis ventralis ile burun boşluğu tabanı arasındaki yoldur. Respirasyon havasının geçtiği yoldur, bu nedenle bu yola meatus respiratorius adı da verilir. Değişik amaçlar için mideye naso-gastrik sonda göndermek gerektiğinde bu yol kullanılmalıdır.

Kafatası kemiklerinin iç ve dış tabakaları arasındaki hava dolu boşluklardan oluşan sinus paranasales, burun boşluğunun divertikülleridir. Sinus paranasaleslerin, göz, burun ve beyin boşluğunun ısı ve mekanik etkilerden korunmasını sağladığı, bunun yanında kafatasının ağırlığını artırmadan kasların yapışma alanını arttırdığı bilinmektedir (60-64). Evcil memeli hayvanların kafatasında var olan paranasal sinüsler şunlardır:

- Sinus maxillaris,
- Sinus frontalis,
- Sinus palatinus,
- Sinus sphenoidalis,
- Sinus lacrimalis (domuz ve ruminantlarda),
- Sinus concha dorsalis ve sinus concha ventralis (domuz, ruminant ve atlarda),
- Cellulae ethmoidales (domuz ve ruminantlarda)

Cavum nasi'de bulunan organum vomeronasale (Jacobson organı) de koku alma ile ilgilidir. Bu yapı palatum durum'a gömülü olan septum nasi'nin her iki yanında yer alan dar ve paralel iki kanaldan oluşur. Burun boşluğunun tabanında, 3., 4. öğütücü dişler hizasından köpek dişine kadar uzanır. Atta ve sığırdada 20 cm, köpekte 3 cm uzunluğundadır. Cartilago vomeronasalis denilen bir

kıkırdak ile sarılmıştır. İnce kıkırdaklar tarafından lateral, ventral ve medial'den desteklenen kanal, kısmen olfaktorik mukozayla kaplıdır. Caudal kısmı kör olarak sonlanır. Rostral kısmındaki ductus incisivus ise memelilerde cavum nasi ve cavum oris'de yer alan palatum durum'daki açıklıklara bağlanır. At ve merkepte cavum oris ile iletişimi sağlayan delik kapalıdır (63,64).

#### **3.6.4. Organum Gustus (Tat Alma Organı)**

Lingua (dil), kas yapısında bir organdır. Dil, sıvıların ve besinlerin alınması, ağız içine alınan besinlerin alınması, ağız içine alınan besinlerin çiğnenmesi ve yutmadan sorumludur. Ağız boşluğunun tabanında yer alır. Cavum oris proprium'un büyük bir kısmını kaplayarak oropharynx'e uzanır. Dil, uç (apex linguae), gövde (corpus linguae) ve kök (radix linguae) kısımlarından oluşur. Corpus linguae, frenulum liguae denilen mukozal bir kıvrımla ağız boşluğunun tabanı ile birleşmiştir. Sığırdaki dorsum linguae'nin caudal'inde, fossa linguae ile sınırlanan büyük bir çıkıntı (torus linguae) bulunur. Dil mukozası sert olup, dorsal ve lateral kısımlarında altında bulunan kaslara sıkı bir şekilde yapışır. Fakat ventral'de daha gevşek ve daha az keratinizedir. Dil yüzeyinin çoğu mukozanın lokal modifikasyonu sonucu oluşan çeşitli papillalarla kaplanmıştır. Papilla'ların dağılımı, hacim, sayı ve şekilleri her tür için farklıdır. Fonksiyonlarına göre, mekanik papilla'lar (papillae mechanicae) ile tat tomurcukları içeren gustatorik papilla'lar (papillae gustatoriae) olarak ikiye ayrılır. Mekanik papillalar keratinize yapılarıdır. Yalama esnasındaki yaralanmalara karşı derin yapıları korurlar (60-64). Papillalar aşağıdaki gruplara ayrılır.

### **Mekanik papillalar** (papillae mechanicae)

➤ Papillae filiformes, iplik şeklinde dilin üst ve yan yüzünde bulunurlar.

➤ Papillae conicae, koni biçimindeki papillalardır. Özellikle ruminantlarda bulunurlar. Dilin yan taraflarında, yanak kısmen de dudakların iç kısmında yer alırlar.

➤ Papillae marginales, yeni doğmuş carnivor ve domuz yavrularında bulunur. Bu hayvanlarda emmeye yardımcı olurlar.

➤ Papillae lentiformes, ruminantlarda torus linguae üzerinde mercimek şeklindeki papillalardır.

#### • **Tat papillaları** (papillae gustatoriae)

➤ Papillae fungiformes, mantar görünümünde olan papilla'lardır. Papilla filiformis'ler arasına serpilmişlerdir.

➤ Papillae vallatae, hendek şeklinde papillalardır. Dil kökü (radix linguae) yakınında, v şeklinde dizilmişlerdir. Her bir yarımda at ve domuzda birer, köpekte 2-3, sığırdaki 8, küçük ruminantlarda 18-24 tane bulunurlar. Tat tomurcukları papilla'nın epitel katının içinde olup, hendeğe bakan kesiminde yer almıştır.

➤ Papillae foliatae, yaprak şeklindeki papilla'lardır. Dil kökü yakınında, arcus palatoglossus'un önünde yer alır. Birbirine paralel mukoza yapraklarıdır. Her bir yanda birer tane bulunur. Ruminantlar'da mevcut değildir.

Ağız boşluğunun dilaltı tabanı (cavum sublinguale) ise dilin ağız boşluğunun tabanına bağlandığı kısımdır. Recessus sublingualis lateralis her bir yanda dil ile mandibula arasında bulunur. Recessus sublingualis lateralis'te

longitudinal bir kıvrım, plica sublingualis bulunur. Bu kıvrıma gl. sublingualis polystomatica'nın akıtıcı kanalı açılır. Sığırdan bu delikler papillae conicae'nin tepesindedir. Ağız tabanında, dilin ön ve yan tarafında küçük de olsa boşluklar yer alır. Burada en büyük serbest alan, dentes incisivi'nin gerisinde, apex linguae'nin altında bulunur. Bu bölgede mukoza tabakası mandibula'nın pars incisiva'sını direkt olarak örter. Fakat kasların üzerinde veya ağız tabanının herhangi bir bölgesini kapladığı yerlerde zayıf ve gevşektir. Merkezi kesici dişlerin hemen gerisinde yer alan kabartılara caruncula sublingualis adı verilir. Buraya gl. mandibularis'in akıtıcı kanalı olan ductus mandibularis ile gl. sublingualis monostomatica'nın akıtıcı kanalı olan ductus sublingualis majoris açılır. Kesici dişlerin hemen arkasında bir çift organum orobasale bulunur (56-64).

Dil mukozası, kökü yakınındaki kemerlerde bulunan ve oradan dile uzanan sensorik sinirler tarafından innerve edilir. Dilin ön 2/3'ünün genel duyusundan, nervus lingualis sorumludur. Aynı bölgenin özel tad alma siniri olarak nervus facialis'in kolu chorda tympani görevlidir. Dilin caudal 1/3'ü n. glossopharyngeus'un ramus lingualis adındaki dalıyla uyarılır. Radix lingua n. vagus'dan ilave lifler alır. N. hypoglossus, dil kaslarını uyararak genel somatik motor lifler içerir (60).

### **3.6.5. Dokunma duyusu (Deri ve Eklentileri "Integumentum commune)**

Organizmanın dış sınırını şekillendirir, çevre ile organizma arasında etkileşim yüzeyi oluşturur. Dokunma duyusu, saç derisinde bir sinek tarafından üretilen hafif bir uyarıyı ya da atın eyer veya koşum kemerlerinin uygulandığı

basınç duyusu gibi daha güçlü ve derin uyarıyı algılar (62). Deri tüm memelilerde birçok işlevi olan en büyük organdır ve bu işlevler:

-Çevredeki mekanik, kimyasal, fiziksel ve biyolojik etkilerden vücudu koruma,

-Basınç, ağrı, sıcak ve soğuk duyuları için reseptörler içermek,

-Su, elektrolitler, vitamin ve yağ depolanması ve salgılanması,

-Isı düzenlenmesi,

-Bağışıklıkta rol alması,

-İletişim.

Farklı işlevlerini gerçekleştirmek üzere deride çok sayıda özelleşmiş yapı gelişmiştir:

- Deri altı dokusu (subcutis, tela subcutanea)
- Cutis (dermis-gevşek ve sıkı bağdokudan oluşan kalın bağdoku tabakası, epidermis-gövdenin dış yüzünü örten boynuzlaşmış çok katlı yassı epitel tabakası ve kılları içerir)
- Derinin farklılaşması ile oluşan özel yapılar:
  - Deri bezleri (glandulae cutis) (meme bezini de içerir)
  - Ayak yastıkları
  - Phalanx distalis'in örtüsü (tırnak, carnivor tırnağı, toynak)
  - Boynuz (cornu)

**Deri altı tabakası (subcutis, tela subcutanea):** Deriyi fascia veya periosta bağlayan katmandır. Kollagen ve elastik lifler ve bu lifler arasında bulunan yağ hücrelerinden yapılmıştır. Derinin adeta kaygan yapıda bir astarı durumundadır (64).

**Cilt-Deri (Cutis):** Deri iki tabakaya ayrılır:

-Dermis (corium), derinin bağdoku tabakası,

-Epidermis, boynuzlanmış çok katlı yassı epitel tarafından oluşturulur.

Deri mekanik, termik ve kimyasal tesirlere karşı vücudun korunmasında rol oynayan bir örtüdür. Vücut sıcaklığının regülasyonunda da rol oynar. Damardan zenginliği nedeniyle aynı zamanda kan deposu görevi yapar. Derideki ter ve yağ bezleri salgılarıyla birlikte metabolizma esnasında ortaya çıkan zararlı maddelerin dışarı atılmasında rol oynar, böbreklere yardım eder. Solum işine de katılır, bir miktar karbondioksit dışarı atar. Subcutis'teki yağ dokusu nedeniyle üzerine yapılan basıncın daha geniş bir yüzeye dağıtılmasında hatta altta bulunan organlar üzerine yapılan basıncın hafifletilmesinde rol oynar. Deri bütün bu özelliklerinin yanında basınç, soğukluk ve sıcaklık duyularının alındığı bir organdır (59,60).

**Pili “Kıllar”:**

Kıllar (pili) ya da tüyler memelileri tanımlayan ana karakterlerden biridir. Pek çok türde yoğun bir kıl örtüsü ağız, diğer doğal delikler ve ayak tabanları dışında tüm vücudu kaplar: evcil domuzda (atalarında değil) bile seyrek olarak kıllar bulunur. Kıllar epidermis tarafından oluşturulan uzun, ince, esnek boynuz sütunlarıdır. Her bir kıl merkezde bir ilik ya da öz (medulla pili), bir kortex pili ve dış kutikül'den (cuticula pili) oluşmuştur. Uzunlamasına her bir kıl:

- Kıl gövdesi (scapus pili), deri yüzeyinden aşan kısımdır ve uç kısmına da apex pili adı verilir.

- Kıl kökü (radix pili), dermis içerisindeki kıl çapasına doğru verev (oblik) seyreder ancak yalnızca kıl büyümesi sırasında tam olarak gelişmiştir.
- Kıl soğanı (bulbus pili), epidermis içerisindeki radix pili'nin üste doğru bir genişlemesidir.

Kıllar özelliklerine göre farklı şekilde sınıflandırılırlar, fakat burada düz, oldukça sert “örtü kılları” (capilli); ince, dalgalı, bir astar örtü sağlayan “yapağı kılları” (pili lanei); belirli bölgelerde bulunan ve dokunma reseptörleri ile ilişkili büyük dokunma kılları (pili tactiles) olmak üzere üç gruptan oluşur (63,64).

**Deri bezleri (glandulae cutis):** Deri bezleri mezoderm altına yayılan epidermal tomurcuklar gibi gelişirler. Genellikle ilkel kıl foliküllerinden gelişirler ve onlarla olan bağlantılarını kaybetmezler; akıtıcı kanalları salgılarını kılların serbest kısımlarından ziyade folikülün deri ile birleştiği yüzeye ulaştırırlar. Ter (glandulae sudoriferae) ve yağ bezleri (glandulae sebaceae) olmak üzere tanımlanan iki temel tipi vardır. Fakat her ikisi de farklı alt tiplerden ve çok daha özelleşmiş yapılardan oluşur (56-60).

Evcil memelilerde en büyük ve en önemli farklılaşmış deri bezi meme bezidir.

#### **Meme bezi (mamma, uber, mastos) (glandula mammaria)**

Meme bezleri (mammae), salgıları ile canlının yavrularını beslediği modifiye olmuş ve gelişmiş ter bezleridir. Doğumdan hemen sonra üretilen ilk süt (colostrum), bağışıklığın yeni doğanlara pasif transferinde özel bir öneme sahiptir. Doğal olarak plasental bariyerin bulunmasına bağlı olarak, türler arasında önemi değişiklik gösterir. Her meme, bağdoku bölmelerinin araya girmesiyle sınırlanan

lobların içerisinde, salgı birimlerinin toplanmasıyla oluşan birleşik tubuloalveolar bir bezdir. Meme, mamma menşeyini epidermis'ten alır. Sayı ve yerleştikleri yer bakımından türler arasında değişiklik gösterir. Median düzlemin her bir tarafında insan, küçük ruminant ve equide de 1, sığırdada 2, köpekte 4-5, domuzda 6-7 meme kompleksi bulunur. Yerleşim bölgesi olarak da insan ve maymundada torakal bölgede yer alır. Kedide torakoabdominal, köpek ve domuzda torakoinguinal olarak, ruminant ve equidede inguinal bölgede yer alır (56-64).

Meme meme kompleksinden oluşur. Bir meme kompleksi ise üç kısım kapsar. Bunlar:

- Corpus mammae, asıl meme kitlesidir.
- Papillae mammae, ductus papillaris kanalı ile ostium papillare adı verilen bir delik ile dışarı açılır. Büyük ruminantlarda bir papilla mammae içinde 1 adet ductus papillaris ve 1 adet ostium papillare bulunur. Bir papilla mammae içinde equidede 2, domuzda 3, köpekte 8-18 arasında değişen sayıda ductus papillaris ile yine aynı sayıda ostium papillare bulunur.
- Boşluk sistemi- sinüs lactifer corpus mammae içinde yer alan aynı zamanda sütü depo eden boşluktur. Ductus papillaris'in corpus mammae içine doğru yaptığı genişlemeden oluşur. Pars papillaris ve pars glandularis diye iki kısmı vardır.

Glandular doku (glandula mammaria), her biri 1mm ya da, biraz daha büyük çaplı yaklaşık 200 alveolden oluşan loblardan (lobi glandula mammariae) meydana gelir. Süt (lactis), interlobuler kanalların birleşerek şekillendirdikleri büyük bir interlobuler kanaldan drene olur. İnterlobuler kanallar, sinüs lactifer

olarak bilinen ve sonuçta sütün ulaştığı nispeten daha geniş boşluk ve süt taşıyıcı kanallar sistemine açılır. Ard arda sıralanan süt taşıyan kanalların (ductus lactiferi) çapları giderek artar, fakat sınırlı sayıda, yaklaşık 10 civarında sinus'a girerler. Çoğu kanaldan farklı olarak, dar ve geniş olmak üzere değişken çaplı bir yapıya sahiptirler; dar kısımlarındaki kas duvarı, inek emzirirken ya da sağılırken "süt indirilmeden" önce, sütün tutulmasını sağlarlar. Sinus lactifer, meme başı (papilla mammae) içerisinde de devam eder ve bir daralma ile meme bezi (pars glandularis) ve meme başı (pars papillaris) içerisinde yer alan iki bölüme ayrılır. Pars papillaris, meme ucuna açılan ve ağzında bir düz kas sfinkteri ile çevrelenmiş bir kanal (ductus papillaris) ile devam eder. Meme başının ucunda bulunan açıklığa (ostium papillare) ulaşarak sonlanır (62).

Meme bezleri fascia trunci'nin dış yaprağının derin ve yüzeysel tabakaları aracılığı ile gövdenin ventral tarafına asılmıştır. Bu yapıya memenin asıcı aparatı (apparatus suspensorium mammarius) adı verilir. Apparatus suspensorius mammarius dış (laminae laterales) ve iç (laminae mediales) fascia kılıflarından oluşur. Bunlardan çıkan ince yapraklar (lamellae suspensoriae) meme kompleksleri arasına girer. Sol ve sağ meme kompleksi sıraları birbirinden bir oluk ile ayrılmıştır (sulcus intermammarius).

**Ayak yastıkları (tori):** Oldukça farklılaşmış deri tarafından oluşturulur, ön ve arka ekstremitelerde (bacaklarda) bulunur. Taban yastıkları hayvanlar yürürken zeminin etkisini yumuşatan bir yapıya sahiptirler. Tüysüz oldukça kalın keratinize epidermis ile kaplıdırlar.

**Organum digitale-tırnak:** Tırnak derinin epidermis katmanının boynuzlaşmasıyla oluşur. Parmakların son phalanx'larının üzerini örter,

dolayısıyla parmak uçlarını korur (61, 63, 64). Değişik çevre koşullarına ve yeme alışkanlıklarına adaptasyon organum digitale'nin derisi üç temel sınıfa özel olarak farklılaşmıştır:

- Pençe (unguicula) carnivorlarda,
- Tırnak (unguis) primatlarda ve
- Toynak (ungula) toynaklılarda

Tırnaklar, pençeler ve toynaklar birincil olarak tuttukları dokuyu koruma işlevi görürler. İkinci olarak da gereç (kaşınma, tırmalama, kazma, tutma), duyu organı ve silah olarak kullanılırlar.

Tırnağın en üst yüzünü epidermis oluşturur. Bu katman boynuzlaşmıştır. Boynuzlaşmış olan bu yapı capsula unguiae, bunun içinde yer alan ve de ona uyan anatomik yapı da corium unguiae'dir.

- Capsula unguiae

-Parietis unguiae:İki kenarı vardır. Margo coranalis üst kenarına, margo solearis alt kenarına denir. Facies externa ve facies interna denilen iki yüzü vardır. Facies externayı örten ince tabakaya glasur denir. Üst kenarında sulcus coronarius denilen bir oluk bulunur. Facies externa üzerinde yukarıdan aşağıya ve yan yana sıralanmış lamella cornea denilen yapraklar bulunur. Bu yapılar corium parietale üzerindeki lamellae coriales ile kenetlenir.

-Solea unguiae:Geniş kısmı corpus solea, iki yanda arkaya uzanan dar kısmına da crus solea lateralis et medialis denir. Margo parietalis ve margo centralis denilen iki kenarı vardır. Solea unguiae'nın margo parietalis'i ile parietis unguiae'nin margo solearis'i arasında açık renkli aynı zamanda yumuşak dokudan oluşan bölüme linea alba adı verilir.

-Pulvinus unguiae: Çatal (cuneus corneus), ökçe (torus corneus)'den oluşur. Cuneus corneus soleae, unguae'nin arka kesiminde yer alan üçgen şeklindedir. Crus cunei laterale ve crus cunei mediale denilen iki çıkıntısı bulunur, sulcus paracunealis lateralis ve medialis ile sınırlandırılır. Çıkıntıların arasında sulcus cunealis centralis bulunur. Bu çıkıntılar önde apex cunei şeklinde birleşir. Torus corneus ise orta düzlemin her iki yanında yer alan yumru şeklinde iki oluşumdur (58-60).

- Corium unguiae

-Corium limitans (limbi), deri ile corium coronarium arasında bulunur. Tırnağın üst kenarını çevreler.

-Corium coronarium (coronae), corium limbi'den sığ bir oluk ile ayrılmış, dış bükey, halka şeklindeki şişkin bir yapıdır.

-Corium paritale (parietis), phalanx distalis'in ön yüzünü ve cartilago unguiae'nin yan yüzlerini tamamen kaplar. Lamella coriales bulunur.

-Corium soleara (soleae), phalanx distalis'in facies solearis'ini tamamen kaplayan kısımdır.

-Corium pulvinale (tori), corium cuneale ve corium toricum diye iki kısımdan oluşmuştur.

a)Corium cuneale: İki crura cunei cornei'si bulunur ve önde birleşerek apex cunei cornei'yi oluşturur. Bu crura'lar sulcus paracunealis lateralis et medialis ile sınırlandırılmıştır. Arasındaki oluğa ise sulcus intermedius cunei cornei adı verilir.

b)Corium toricum: Corium cuneale'nin hemen arkasında, kabarık sağlı sollu bir yapıdır.

Çift tırnaklılarda linea alba axial ve abaxial olarak ayrılır. Axial kısmı tırnağın apex'inden başlayarak solea'nın kenarına paralel dış bükey olarak palma plantar'a seyreder. Son kısmı kenara doğru seyreder, sonunda taban (solea) yüzeyinin ortasında corona, paries ve torus kısımlarının birleştiği yerde sonlanmak üzere axial'e ve dorsal'e doğru kıvrılır. Abaxial kısım tabanın (solea) kenarı boyunca içbükey bir seyir izler. Daha sonra axial'e doğru yön değiştirerek torus bölümünde yaklaşık 5-8 mm seyreder (57).

Sığır tırnağı (ungula), her bacak iki asıl tırnağa ve iki mahmuza sahiptir. Asıl parmaklarda (3. ve 4.) birbirinden spatium interdigitale tarafından ayrılmış asıl tırnaklar bulunur. Mahmuzlar tam gelişmemiş ikinci ve beşinci (tali) parmakların ucunda bulunur. Tali parmaklar asıl parmaklardan belirgin derecede küçüktürler ve çoğunlukla sadece phalanx media ve phalanx distalisleri bulunur. Mahmuzlar komşu asıl parmağın phalanx proximalis'ine yumuşak doku aracılığıyla tutunurlar (59).

**Boynuz (cornu):**Boynuzun iskelet bileşeni os frontale'ye sıkıca tutunmuş processus cornualis'tir. Processus cornualis'in bombeli ve delikli yüzeyini farklılaşmış kılsız ve bezsiz deri örter. Boynuzun epidermis'i aşırı derecede boynuzlaşarak boynuz olarak adlandırılan boynuz kılıfını şekillendirir (56-64).

Boynuz;

- Boynuz tabanı (kökü) (Basis cornus),
- Boynuz gövdesi (corpus cornus) ve
- Boynuz ucu (apex cornus) kısımlarına ayrılır.

Bu tez çalışmasında büyük ruminantın duyu organlarını yani görme organı (göz), denge ve işitme organı (kulak), koku organı (burun), tat alma organı (dil),

dokunma duyusu (tırnak ve meme), ele alınarak öncelikle 2 grup şeklinde (formaldehitte tespit edilerek ve tespit edilmeden) oda sıcaklığında silikon plastinasyonu işlemini gerçekleştirilmektedir. Böylece oluşan plastinatlar sayesinde formaldehit gibi kanserojen tespit solüsyonlarından uzak kalınmış olacaktır. Plastinasyon gibi son sistem bir yöntemde bile ilk aşamasında tespit amaçlı formaldehit kullanılmaktadır. Bu tezde esas amaç tespit olunmadan yapılan silikon plastinasyonu ve formaldehitte tespit edilerek yapılan silikon plastinasyonundaki gruplarda karşılaştırmalar yapılarak aradaki farkları ele alıp, formaldehiti tamamen hayatımızdan çıkarmak ve formaldehit olmadan anatomi eğitiminde ve sınavlarında kullanılmak üzere ülkemizde üretilmiş ve her biri orijinal olan plastinatların yaygınlaşmasını sağlamaktır.

#### 4. GEREÇ VE YÖNTEM

Fırat Üniversitesi Hayvan Denepleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığı'ndan, 16.11.2016/194 no'lu etik kurul onayı alındıktan sonra FÜBAP projesi tarafından desteklenen biri alt yapı (VF.16.26 no'lu "Anatomi Eğitiminde Materyallerin Plastinasyonu" projesi) diğeri ise doktora projesi (VF.16.28 no'lu) olmak üzere toplam iki proje hazırlandı. Daha sonra örneklerin toplanılmasına başlandı. Elazığ İli Mezbahaneler'inden temin edilen 10 adet büyük ruminant kafatasını diseke ederek kulak, göz ve dili çıkarıp, burun yolu açıldı. 10'ar adet tırnak ve meme ile beraber çalışıldı. Bunların 5'i %10'luk formalin solüsyonu tespit edildikten sonra silikon plastinasyonu işlemi gerçekleştirildi. 5'i ise hiçbir işlem uygulanmadan silikon plastinasyonu işlemine tabi tutuldu. Bu tezde bildirilen silikon plastinasyonu işlemlerinin tamamı Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Plastinasyon Laboratuvar'ında gerçekleştirildi. Biyolojik dokuların plastinasyon işlemi süresince insan sağlığı için toksik ve kanserojen tehlike içeren birçok kimyasalın yanı sıra, aseton gibi kapalı ortamda buharlaştığında yüksek patlama riski taşıyan maddeler de kullanılmaktadır (5). Bu nedenle laboratuvarımız bahsedilen riskler dikkate alınarak uygun şekilde tasarlanmıştır. Plastinasyon laboratuvarında içerideki havayı düzenli olarak tahliye eden bir havalandırma sistemi kurulmuştur.

Plastinasyon yöntemi ise beş temel basamaktan oluşmaktadır.

- 1-Örneklerin hazırlanması( fiksasyon-diseksiyon)
- 2- Dehidrasyon
- 3- Yağdan arındırma
- 4- Zorlayıcı impegstasyon

## 5-Gaz kütleme-Sertleştirme

Terminoloji olarak Nomina Anatomica Veterinaria esas alındı (65).

### **4.1. Örneklerin hazırlanması (Diseksiyon- Fiksasyon)**

Numuneler nihai sunum için arzu edilen şekle / pozisyona getirilip, gereksiz bağ ve yağ dokudan arındırılıp disseke edildi. Kafatasları bir testere yardımı ile longitudinal ve transversal olarak kesildi. Böylece longitudinal kesitler de burun yolları ve conchalar görülmüş oldu. Dillerin ise bir kısmı kafadan diseke edildi, bir kısmı da kasaplardan temin edildi. Transversal kesitlerde ise iç kulak yolu ortaya çıkarıldı. Göz örneklerinin bir kısmı kafatasının üzerinde incelendi, bir kısmı ise kafatasından çıkartılarak disseke edildi. Yine mezbahanelerden temin ettiğimiz tırnak ve meme örnekleri de diğer örnekler gibi fazla yağ ve bağ dokudan arındırılıp diseke edildi. İşleme hazır hale gelen örneklerden formaldehitte tespit edilecek grup oda sıcaklığında, %10'luk formalin solüsyonunda (%37'lik formaldehit solüsyonu, %100'lük formalin kabul edilerek hazırlanır.) ortalama 3 hafta süresince bekletilmiştir. Kullandığımız örnekler genel olarak solid organlar olduğundan periferden merkeze doğru tespit solüsyonumuzun ulaşabilmesi için bu süreyi kullandık. Formaldehit'le tespit edilmeyen örnekler ise diseksiyon aşamasından hemen sonra dehidrasyon aşamasına alınmıştır.

### **4.2. Dehidrasyon**

Doku içinde ve dokular arasındaki sıvıların dokuyu terk edip silikonla yer değiştirebilmesi için ara bir kimyasala yani asetona ihtiyaç vardır. Aksi takdirde iki sıvı arasındaki yüksek yoğunluk farkı nedeniyle bu mümkün olmayacaktır. Aseton oda sıcaklığında çok hızlı buharlaşır ve temas ettiği dokuyu büzebilen bir

kimyasaldır. Bu sebeple aseton banyoları -25 °C'de gerçekleştirilir. Çünkü bu sıcaklıkta doku sıvısı donup sabitleneceği için büzülme riski en aza indirgenecektir. Ancak dehidrasyon aşamasından önce tespit edilen örnekler musluk altında iyice yıkanıp, akan su altında bekletilmelidir ve böylece tespit solüsyonumuzun kalıntısı dokudan uzaklaştırılmış olur (5).

Dehidrasyon ekipmanları ve kimyasalları;

- Derin dondurucu, ev tipi derin dondurucudur (Uğur Derin Dondurucu 620 lt). -25 °C sıcaklıkta dehidrasyonu gerçekleştirildi.
- 35 L kapasiteli, contalı kapaklı, paslanmaz çelik tanklar (Kenatek/İzmir/Bornova) kullanıldı.
- Asetonometre 0% ile 100% arasında ve 90% ile 100% arasında olmak üzere iki tane kullanıldı. Asetonometreleri + 20 °C 'ye göre kalibre edildi (Kenatek/İzmir/Bornova).
- Asetonu, örnek hacminin 10 katı koyuldu.

Musluk suyunda örnekleri yıkandıktan sonra örneklerin anatomik duruşu sağlanarak %99.5 'luk asetona bırakıldı. Sonrasında bir asetonometre vasıtasıyla her gün aynı saatte, -25 °C'de tutulan tank içerisindeki aseton karıştırıldıktan sonra ölçüm için gerekecek kadarı alınarak konsantrasyon ölçüldü. Buradaki önemli bir nokta; aseton konsantrasyonunu ölçerken kullanılan asetonun, asetonometrede belirtilen sıcaklığa gelmesini beklemek ve sonrasında ölçüm yapmaktır. Bu çalışmada kullanılan asetonometrenin 20 °C'ye ayarlı olması sebebiyle, alınan aseton örnekleri belirtilen sıcaklıkta ölçülmüştür. Çelik kazanın kapağı kapatılarak -25 °C'deki derin dondurucuya bırakıldı. Her gün aynı saatte asetonometre ile yoğunluğu kontrol edildi. Yoğunluğu sabitlendiği zaman 2.

banyoya geçildi. Örneklerin içindeki aseton yoğunluğu %95'in üzerine geçinceye kadar banyolar tekrar edildi. %95 ve üzeri yoğunluğa ulaştığında dehidrasyon işlemine son verildi.



**Şekil 3.** Hava sızdırmaz çelik kazan



**Şekil 4.** Asetonometre



**Şekil 5.** Dehidrasyon aşamasında uygulanan yatay tip derin dondurucu

### **4.3. Yağdan arındırma**

Dehidrasyon işlemi tamamlandıktan sonra örnekler 4-5 gün oda sıcaklığında saf aseton içerisinde bekletilerek, dokular arasında veya üzerinde kalan yağ doku artıklarının uzaklaştırılması sağlandı.

### **4.4. Zorlu impregnasyon**

Zorlu impregnasyon ekipmanları ve kimyasalları

- Şeffaf kapaklı vakum tankı [temperli cam veya polikarbonat (Bir atmosfer basıncına dayanacak kadar kalın)]. (Kenatek/İzmir/Bornova)

- Vakum pompası - yavaş pompa hızı, 25 mm Hg'ye yakın bir uç basıncına erişme kapasiteli. Yağ soğutmalı tip pompa kullanıldı. (Kenatek/İzmir/Bornova)
- Vakum göstergesi, hortum ve hassas ayar iğneli valfler.
- Göstergeli manometre,
- Örneklerin konulacağı sepet
- BIODUR S10-S3 karışımı (100/1 oranında) (Biodur Products, Heidelberg/ Almanya)

Örnekler, yağdan arındırma aşamasından çıktıktan sonra ivedilikle metal sepete aktarılıp vakum tankındaki silikona (S10) yerleştirildi. Tanktaki S10 miktarı sepetin üst yüzünü biraz geçecek şekilde bırakıldı. S10 karışımını aktive etmek için S3 katalizörü 100/1 oranı esas alınarak (21) konuldu. Örnekler; S10/S3 karışımına konulduktan sonra örneklerin üzerine paslanmaz çelikten yapılmış delikli yapıda ağırlıklar konuldu. Vakum tankının cam kapağı kapatıldı ve izolasyon sağlandı. Vakum tankının bir çıkışına, vakum pompası, diğer bir çıkışına negatif basıncı ölçmek üzere Bennert Manometresi, üçüncü çıkışa ise negatif basıncı kontrol edebilmek için valf bağlandı. Oda sıcaklığında vakum pompası çalıştırılarak tankta negatif basınç oluşturuldu. Basınç azalmaya başladıkça sepetin içerisindeki örneklerden silikon polimerin yüzeyine doğru baloncuklar şeklinde aseton çıkışı, tankın cam kapağından bakınca gözlenmeye başladı. Başlangıç için basıncın manometredeki sayısal değeri 20-25 mm/Hg düzeyindeydi. Silikon polimerin yüzey alanında her 5 cm<sup>2</sup> lik alanda (preparatın tank içerisinde dikey olarak kapladığı alanlara bakılarak) saniyede 1-3 baloncuk çıkması gözlemlendi. Fazla baloncuk çıkışı olduğunda vakum azaltıldı ya da tersi

durumda vakumu arttırmak için üçüncü çıkışa bağlı valften yararlanıldı. Baloncuk çıkışı mümkün olduğu kadar sık gözlenip artış ve azalmalar dengelendi. Zorlu impregnasyon işlemi, uygulanabilen en yüksek vakum altında, baloncuk çıkışının tamamen bittiği güne kadar devam ettirildi. Her gün 8 saat aktif 16 saat pasif olarak çalıştırıldı. Vakum sonuna kadar arttırılmasına rağmen baloncuk çıkışı olmadığında, impregnasyonun tamamlandığı varsayıldı ve vakum durduruldu. Bir gün boyunca vakum tankı açılmadan bekledikten sonra sepet, polimer karışımdan çıkarıldı fakat uzaklaştırılmadan tankın üzerine bir süzgeç yardımı ile asıldı. Daha sonra silikonun fazlasının örnekler üzerinden tankın içine akması sağlanarak silikon salması duruncaya kadar beklenildi (yaklaşık 4-5 gün süreyle). Bu bekleme sürecinde örnekler üzerinde deforme olan anatomik yapılara minör diseksiyonlar uygulandı. Silikon salımı tamamlandıktan sonra kuru ve tüy bırakmayan emici kağıtlar ile fazla silikon, örnekler üzerinden temizlenerek bir sonraki aşamaya geçildi.



**Şekil 6.** Zorlu impregnasyon hücresi



Şekil 7. Hücrede kullanılan materyaller



Şekil 8. Biodur S10 ve Biodur S3 kimyasalı

#### 4.5. Gaz Kürleme

Gaz krleme için kullanılan gerekli ekipmanlar ve kimyasal;

- Kürleme nitesi örnekleri içerecek kadar büyük, hava geçirmez kapalı kap. (Kenatek/İzmir/Bornova)
- Akvaryum pompası veya küçük vantilatör (fan).
- BIODUR S6 kimyasalı (Biodur Products, Heidelberg/ Almanya)

Gaz krleme tankına örneklerin yanı sıra ağzı açık cam bir kap içerisinde S6 konuldu. S6'nın bulunduğu cam kaba, akvaryum pompasından gelen havayı taşıyan plastik hortum yerleştirildi. Akvaryum pompası krleme aşaması boyunca günde 2 defa olmak üzere birer saat çalıştırıldı. Örneklerin sertleştiğinden emin olunduktan sonra örnekler kapalı kaplarda muhafaza edildi.



Şekil 9. Gaz kürlere ünitesi



Şekil 10. Biodur S6 kimyasalı

## 5. BULGULAR

Büyük ruminantların duyu organlarında yapılan silikon plastinasyonu işleminde diseksiyon işlemleri tamamlandıktan sonra 2 grup (tespit edilen duyu organları ve tespit edilmeyen duyu organları olmak üzere) dehidrasyon aşamasına ayrı ayrı alındı. Dehidrasyon aşamasında tespit olan örnekler 2 defa -25 °C'de aseton banyosuna alınması gerekti. Tespit olmayanlar ise 3 defa -25 °C'de aseton banyosuna alındı. Formaldehit ile tespit olanların dehidrasyon süresi 14 gün devam etti. Tespit olmayanların ise 19 gün devam etti. Bu aşama süresince kaydedilen konsantrasyon verileri tablo 2 ve tablo 3' de gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Tespit edilmeyen duyu organlarının dehidrasyon aşamasında, aseton giriş ve çıkış konsantrasyonları

Aseton banyosu	Giriş (Aseton konsantrasyonu)	Çıkış (Aseton konsantrasyonu)	Süre
Banyo	%99.5	%84	8.günde sabitlendi
Banyo	%99.5	%92	6.günde sabitlendi
Banyo	%99.5	%98	5.günde sabitlendi

**Tablo 3.** Tespit edilen duyu organlarının dehidrasyon aşamasında, aseton giriş ve çıkış konsantrasyonları

Aseton Banyosu	Giriş (Aseton konsantrasyonu)	Çıkış (Aseton konsantrasyonu)	Süre
Banyo	%99.5	%87	7.günde sabitlendi
Banyo	%99.5	%96	7.günde sabitlendi

Dehidrasyon aşaması tamamlanan 2 grubun yağdan arındırma aşaması oda sıcaklığında 5 gün sürdü.

Zorlu impregnasyon aşamasında da BIODUR S3/S10 karışımı 1/100 oranında karıştırılarak gruplar ayrı ayrı oda sıcaklığında tanka yerleştirilen örnekler her gün 8 saat aktif 16 saat pasif çalıştırıldı. Bu 8 saat tamamlandıktan sonra, vakum haznesinin valfleri kapatıldı ve vakum pompası kapatıldı. Örnekler haznenin içinde bırakıldı ve pasif zorlu impregnasyon işlemi başladı. Böylece aktif-pasif impregnasyon sayesinde vakum pompasının sürekli çalışmasının önüne geçilmiş olundu.

Baloncuk çıkışı ile basınç gözlemlendi. Formalin fiksasyonu uygulanan örneklerde ilk baloncuk çıkışı 640 mmHg de başladı ve 6 gün boyunca impregnasyon gerçekleşti (Tablo 4). Formalin fiksasyonu uygulanmayan örneklerde ise ilk baloncuk çıkışı 700 mmHg de başladı ve 5 gün boyunca devam etti (Tablo 5). Her iki grupta aseton çıkışının (baloncuk çıkışı) bittiğinden emin olununca örnekler oda sıcaklığında 1 gün süresince S10/S3 karışımı içerisinde bekletildi. Daha sonra örnekler tanktan çıkarılan örneklerin fazla silikon salımı için 7 gün boyunca oda sıcaklığında süzgeçler üzerinde devam etti. Kalan silikonlar tüy bırakmayan kağıtlar vasıtasıyla alınarak gaz kürleme aşamasına geçildi.

**Tablo 4.** Tespit edilen duyu organlarının zorlu impregnasyonunda baloncuk başlangıcının basınç seviyesinin günlere göre dağılımı

Gün	Zorlu impregnasyon	Basınç (mmHg)
1.Gün	8 saat aktif	640
	16 saat pasif	760
2.Gün	8 saat aktif	680
	16 saat pasif	760
3.Gün	8 saat aktif	720
	16 saat pasif	760
4.Gün	8 saat aktif	760
	16 saat pasif	760
5.Gün	8 saat aktif	760
	16 saat pasif	760
6.Gün	8 saat aktif	760

**Tablo 5.** Tespit edilmeyen duyu organlarının zorlu impregnasyonunda baloncuk başlangıcının basınç seviyesinin günlere göre dağılımı

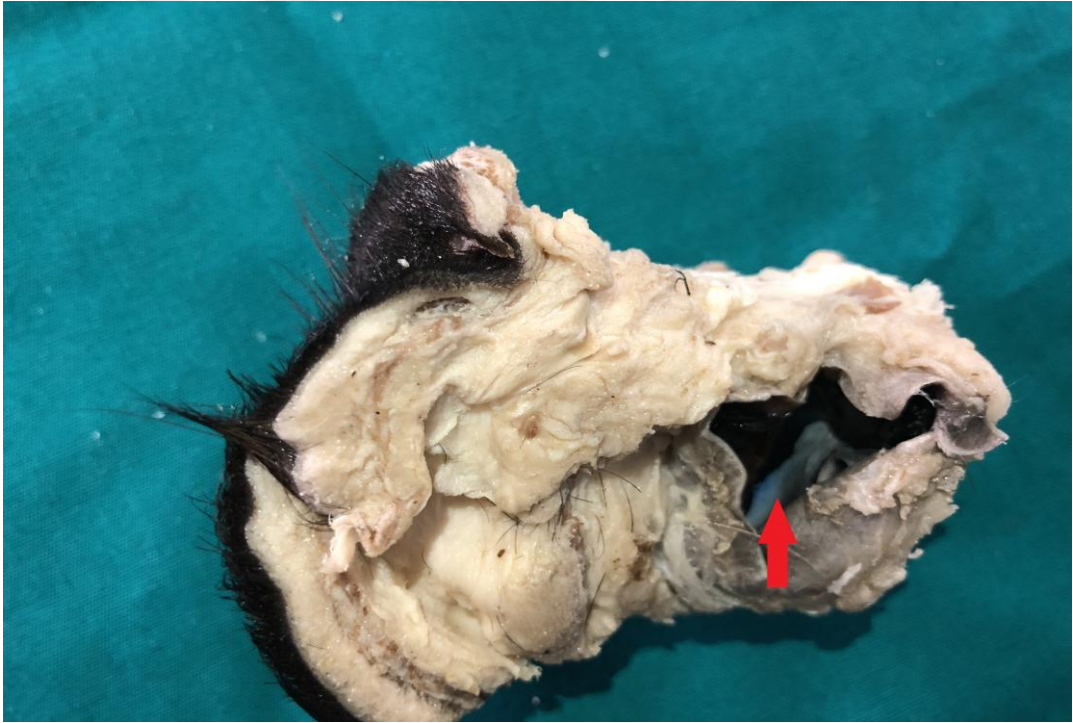
Gün	Zorlu impregnasyon	Basınç (mmHg)
1.Gün	8 saat aktif	700
	16 saat pasif	760
2.Gün	8 saat aktif	720
	16 saat pasif	760
3.Gün	8 saat aktif	740
	16 saat pasif	760
4.Gün	8 saat aktif	760
	16 saat pasif	760
5. Gün	8 saat aktif	760
	16 saat pasif	760

Gaz kütleme ünitesine alınan örnekler BIODUR S6'nın gaz fazında her gün belirli aralıklarda bekletildi. Formalin fiksasyonu uygulanan örneklerde 6 günde yüzey sertleşmesi gösterdiği ve silikonun kurduğu gözlemlendi. Formalin fiksasyonu uygulanmayan örnekler de ise 4 günde yüzey sertleşmesi gösterdiği ve silikonun kurduğu gözlemlendi.

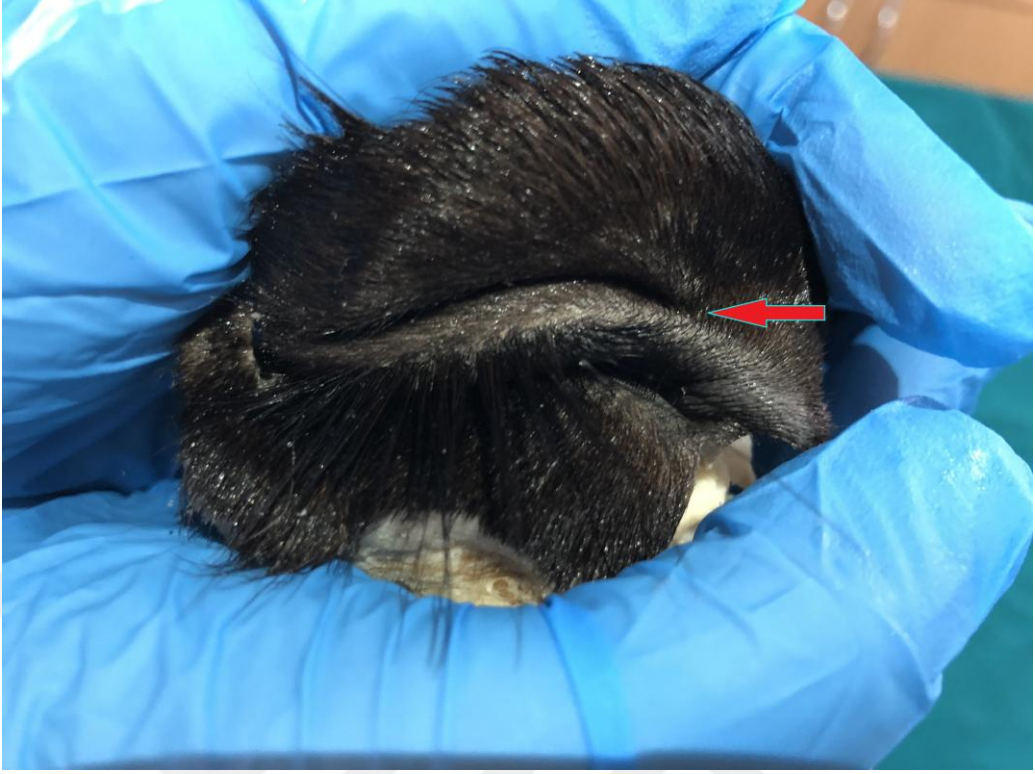
Oda sıcaklığında silikon plastinasyonu yapılan 2 grupta da plastinatlara doğal görünümüne oldukça benzerdi ve morfolojik özelliklerini korudular.

Tespit olunmayan grupta, tespit olunan gruba göre doğal renklerinin korunduğu nitel olarak gözlemlendi. Ayrıca fiksasyon uygulaması yapılan (tespit edilen) grupta hacimsel olarak büzüşmeler nitel olarak gözlemlendi.

Görme organı olan gözde, cornea ve sclera da doku sıvıları tamamen çekildiği için şekil bozuklukları gözlemlendi. Fakat choroidea tabakasında renk kaybı görülmedi ve tapetum lucidum fosforik rengini muhafaza etmişti (Şekil 15). Göz kashları da belirgindi. Palpebralar (palpebra superior, palpebra inferior, palpebra tersia) silikon plastinasyonu öncesi anatomik yapılarını büyük oranda korumuştur (Şekil 16, 17). Cilia'lar ise gayet belirgindi ve formunda bir bozukluk görülmedi. Caruncula lacrimalis belirgindi.



**Şekil 11.** Tapetum Lucidum'un görüntüsü



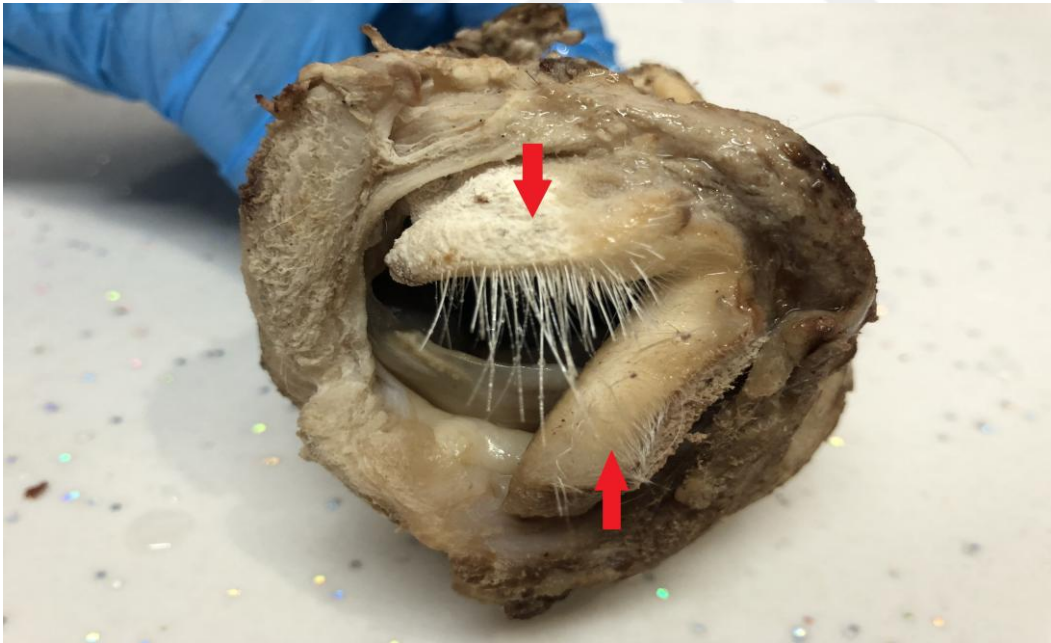
Şekil 12. Commisura palpebrarum'un görüntüsü



Şekil 13. Cornea'nın görüntüsü



Şekil 14. Palpebrae tertia'nın görüntüsü

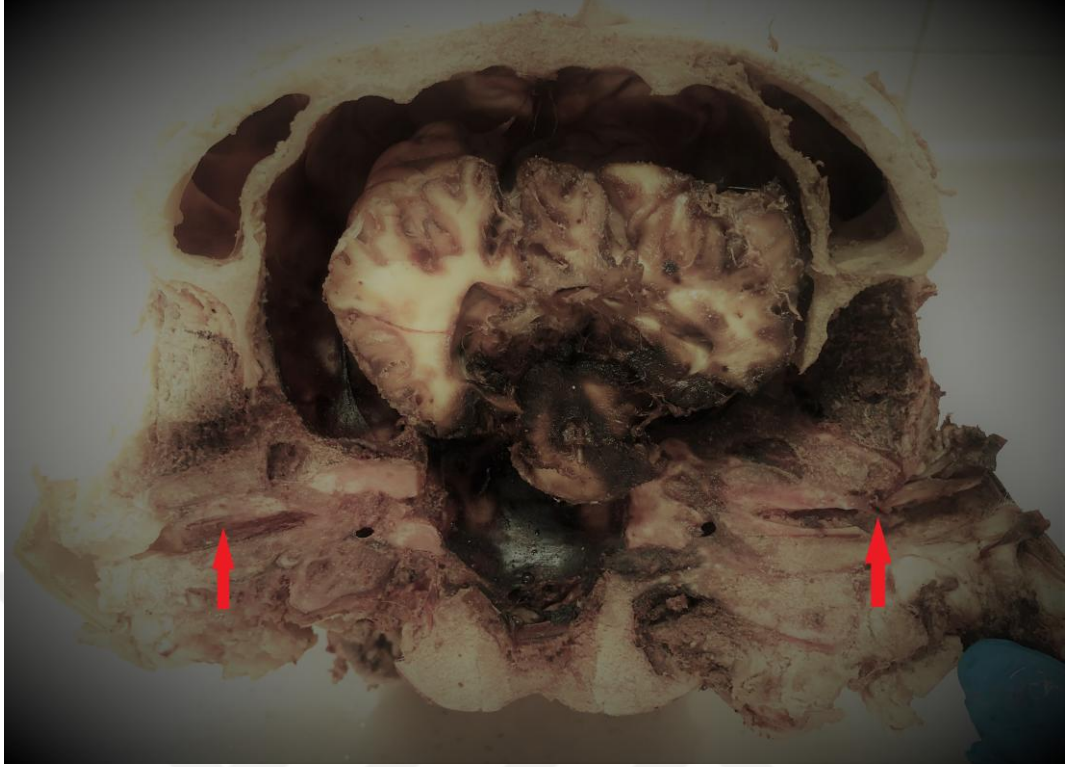


Şekil 15. Palpebrae'lerin görüntüsü

Denge ve işitme organı olan kulakta, auris externa her iki grupta da (formalin fiksasyonu uygulanan ve uygulanmayan grup) anatomik yapısını koruduğu gözlemlendi. Kulak kepçesinde apex auriculae, dorsum auriculae, scapha ve crus helices mediale et laterale anatomik yapılarını korumuşlardı. Tragus ve antitragus belirgindi (Şekil 20). Meatus acusticus externus kendi yapısını korumuştur. Kulak düzeyinden yapılan transversal kesitte iç kulak kısmen de olsa görüntülendi (Şekil 21).



**Şekil 16.** Dış kulak yolu



**Şekil 17.** İç kulak yolu transversal kesit

Koku organı olan burunda, nasus externus ve nares'in şekli normal yapılarını korumuştur (Şekil 22). Planum nasolabiale belirgindi. Septum nasi gayet belirgin olup concha nasalis'ler (dorsal, medial, ventral) ve meatus nasi'ler (dorsal, medial, ventral) rahatlıkla görüldü (Şekil 23, 24). Concha'ların uç kısımlarında bulunan plica'lar (recta, alaris, basalis) şeklini korumuştur. Sinus'lar da kendi yapılarını korumuşlardı.



Şekil 18. Nasus externus

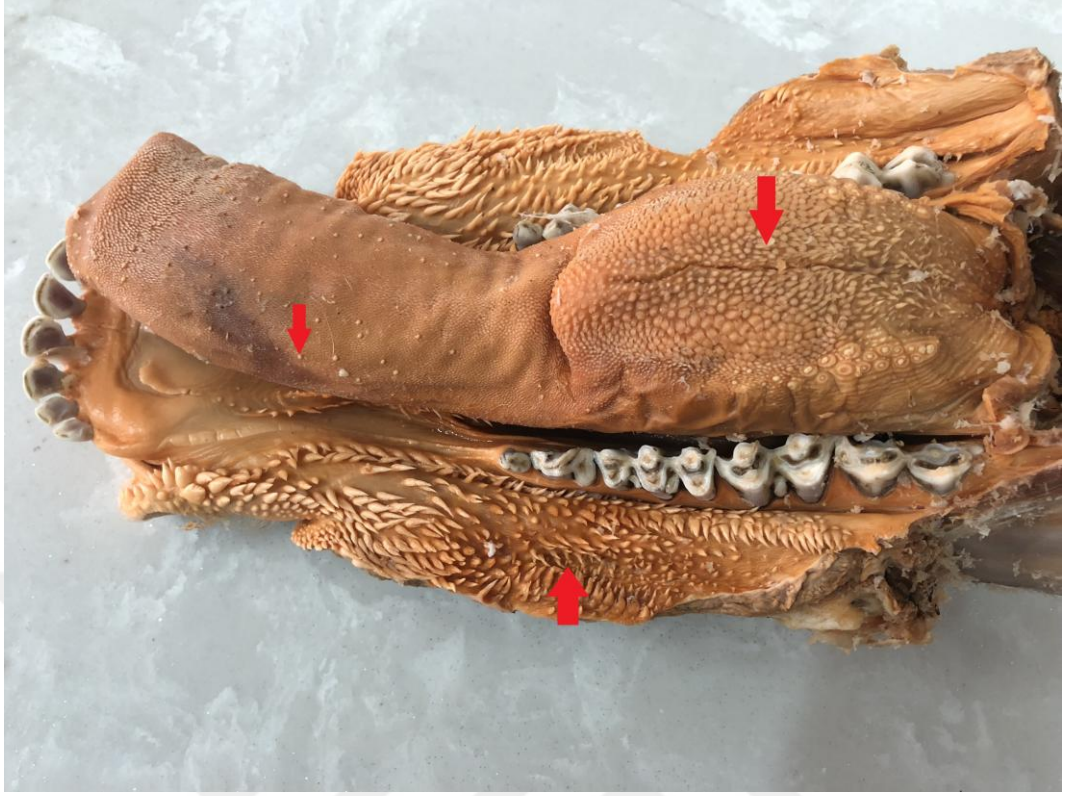


Şekil 19. Septum nasi'nin görüntüsü



**Şekil 20.** Concha'ların görüntüsü

Tat alma organı olan dilde, bütün yapılar korunmuş olup, apex linguae, corpus linguae, radix linguae, torus linguae, fossa linguae ve papillae'lar gayet belirgin olarak görülmekteydi. Ayrıca caruncula sublingualis ve organum orobasale'nin delikleri de belirgindi (Şekil 25, 26).



**Şekil 21.** Plastine dil ve papilla'ların görüntüsü



**Şekil 22.** Plastine dillerin görüntüsü

Dokunma duyusu olarak ele alınan meme ve tırnak da ise tüm anatomik yapılar korunmuştu. Mamma'nin corpus mamma'si, papillae mamma'si (ductus papillaris ve ostium'u ile birlikte), sinus lactiferus ve kısımları belirgin olup anatomik situslarını korudukları gözlemlendi (Şekil 27, 28). Ungula'sında da canlı ve cansız kısım birbirinden ayıran lamellae cornealis ve coriales'ler gayet belirgindi. Capsula unguulae'nin kısımları (paries unguulae, solea unguulae, pulvinus unguulae) ve corium unguulae'nin kısımları (corium limtans, corium coronarium, corium parietale, corium soleare, corium pulvinale) yapılarını korumuş oldukları gözlemlendi (Şekil 29, 30).

Ayrıca yapılan tüm organlar üzerindeki kıllar (pililer) da herhangi bir şekil bozukluğu görülmemiştir.



**Şekil 23.** Plastine mammae görüntüsü



Şekil 24. Papillae mammae'nin ve ductus papillaris'in görüntüsü



Şekil 25. Plastine tırnakların görüntüsü



**Şekil 26.** Ayağın transversal kesitlerinin plastine örnekleri

## 6. TARTIŞMA

Oda sıcaklığında yapılan silikon plastinasyonu işlemi sonunda elde edilen plastinatların, her 2 grup içinde, plastinasyon öncesindeki morfolojik özelliklerini koruduğu görülmüş, doğru anatomik ayrıntıları sağlamıştır. Daha önce yapılan araştırmalarda da (66, 67, 68, 69, 70) belirtildiği gibi kuru, kokusuz, dayanıklı ve örnekler vermektedir. Plastinasyonun bir dezavantajı; büzülme nedeniyle örneklerin hacminin küçülmesidir. %10 büzüşme kaçınılmazdır (40). Bazı araştırmacılar (68, 71, 72, 73), formalin fiksasyonunun dokuların rengi ve hacmi üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu kanaatinde dirler. Bu tezde yapılan plastinatlardan, fiksasyon aşaması gerçekleştirilmeyen örneklerin büzüşme oranı fiksasyon işlemi uygulanan örnekler e göre nitel olarak daha az orandadır. Ayrıca fiksasyon aşaması atlanan örneklerin doğal renklerinin doğal renklerinin fiksatif kullanılan örnekler e göre daha iyi korunduğu görüldü. Fiksasyon silikon plastinasyonu için önemli bir adım olmamasına rağmen, memelilerde (5) ve sürüngenlerde (74), daha önce yapılmış çalışmalardan (67) elde edilen sonuçlara göre, fiksasyon işlemi gerçekleştirilen örneklerin, fiksasyon işlemi gerçekleştirilmeyen örnekler e kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Çalışmamızda ise fiksasyon işlemi gerçekleştirilmeyen örneklerin diğer gruba göre plastinasyon süresinin farklılığı dışında herhangi bir anatomik farklılığı gözlemlenmemiştir.

Dehidrasyon aşamasında -25 °C de aseton banyoları gerçekleştirildi. Diğer araştırmacılar da (37, 40, 74) oda sıcaklığında asetonun hem dehidrasyonu, hem de yağdan arındırmayı tetiklediği için dehidrasyon aşamasının -25 °C de

gerçekleştirilmesinin daha uygun olduğu belirtilmiştir. Ayrıca Henry ve ark. (36) göre düşük sıcaklıktaki dehidrasyonun büzüşmeyi engellediği bildirilmiştir.

Wendel ve ark. (77) ve Pendovski ve ark. (72) yağdan arındırma safhasının, dokunun diğer anatomik yapıların morfolojisini koruduğu bildirilerek, yağdan arındırma aşamasının atlanabileceği belirtilmiştir. Tezimizde yağdan arındırma aşaması gerçekleştirilmiş olup herhangi bir aksaklık yaşanmamıştır.

Zheng ve ark. (78) oda sıcaklığında impregnasyon tekniğini ilk olarak açıklamışlar ve elde edilen plastinatların daha az yapışkan olduğunu, silikonun örneğe daha hızlı nüfuz ettiğini belirtmişlerdir. Ekim O. ve ark. (67) oda sıcaklığında gerçekleştirilen impregnasyonun süresinin düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen impregnasyon süresinden daha kısa olduğunu bildirmişlerdir. Sago ve Addis (68) örneklerin düşük sıcaklıkta dehidrasyonu ve oda sıcaklığında impregnasyonunun daha uygun olduğunu ve iyi sonuçlar verildiği belirtilmiştir. Çalışmamız da bu çalışmalarla (67, 68,78, 79) aynı doğrultudadır.

Silikon ile katalizör karışımının (S10/S3) 100/1 oranında kullanarak ortalama 5-6 günde zorlu impregnasyon aşamasını tamamladık. S10/S3 karışımı ve impregnasyon süresi bazı araştırmacılarda farklılık göstermektedir.

Raoff ve ark. (29), oda sıcaklığında S10/S3 karışımını 100/10 oranında kullanarak 5 günde impregnasyonu tamamlamıştır.

Henry (30), oda sıcaklığında S10/S3 karışımını 100/8 oranında kullanarak 5 günde impregnasyonu tamamlamıştır.

Ekim O (80), oda sıcaklığında yapılan zorlu impregnasyon protokolünde S10B/S3 karışımını 1000/5 oranında uygulamıştır.

Zheng ve ark. (81) ve Smoldaka ve ark. (82) ise yine oda sıcaklığında katalizör kullanmadan sadece S10 silikonu kullanarak 18-25 gün arasında impregnasyon aşamasını tamamlamıştır.

Zheng ve ark. (81) göre impregnasyon yavaş ve kontrollü bir şekilde yapmanın dokunun büzüşmesini engellediği belirtilmiştir. Bu nedenle aktif ve pasif impregnasyon şeklinde tercih edilmelidir. Bizde Zheng ve arkadaşları gibi aktif-pasif impregnasyon şeklinde uyguladık.

Gaz kütleme aşamasında ise oda sıcaklığında impregnasyondan geçen plastinatlar çoğu araştırmacının da (29, 79, 81, 83) katıldığı gibi daha hızlı kurur ve sertleşir. Elde edilen örnekler eldiven ihtiyaç duyulmadan güvenli manipülasyonlar sağlar. Kütleme süreleri, düşük sıcaklıkta dehidrasyon ve oda sıcaklığında yapılan impregnasyon teknikleri arasındaki sürelerin ilişkilerine benzer.

Yüz yılı aşkın bir süredir koruyucu olarak kullanılan formaldehit; (84-87) örnekleri korumasına rağmen, organlar sıvıdan çıktıklarında çabucak bozulurlar. Bu, araştırmacıların formaldehit kullanımını en aza indirmek için daha eski yöntemlerle muhafaza yöntemleri aramalarını sağlar. Biyolojik örneklerin doku sıvısını ve lipidi değiştirerek koruyan bir yöntem olan plastinasyon; dünya çapında pek çok kurumda gerçekleştirildi ve plastinatların dayanıklılığı ve öğretme değeri nedeniyle özellikle kabul gördü. Tezimizde yapılmış olan plastinatlar da yapıldığı günden itibaren herhangi bir bozulma ya da kokuşma meydana gelmedi ve formaldehite ihtiyaç duymadan örnekleri muhafaza edildi.

Her ne kadar organların çoğu orijinal şeklini koruduysa da, bazı organların boyutunda hafif bir azalma ve bir miktar büzülme görüldü. Bu, organların eksik

kalan dehidrasyonuna atfedilebilir ve kürlendiğinde kurutulur ve küçülür veya kullanılan silikon türüne bağlı olabilir. Örneklerin çoğunda kullanılan silikon türü (S10) doldurmak için uygun olmayabilir, böylece sertleştiğinde küçülür ve organların boyutlarında azalma meydana gelir. Bazı örneklerin bazı polimer tiplerine ihtiyaç duyulduğu ve kullanılan polimer sınıfının örneklerin optik ve mekanik özelliklerini belirlediği bildirilmiştir (75, 88). Her bir örnek için uygun polimer türünü belirlemek için farklı polimer türleri (silikon, epoksi veya polyester reçine) ile yapılacak daha ileri araştırmalara ihtiyaç vardır. Çalışmamızda genel olarak yapılan bütün plastinatlar doğal görüntülerini korudular. İki teknik arasındaki fark, formalin fiksasyonu uygulanarak yapılan plastinatlar ile formalin fiksasyonu uygulanmadan yapılan plastinatlar arasında plastinasyon aşamalarında süre farklılıkları gözlemlendi ve tespit edilen örneklerde büzüşme oranı daha fazlaydı. Bu farklar dışında tüm plastinatlar doğal görüntüdeydiler. Sadece göz preparatlarımızda şekil bozukluklarının oluşması nedeniyle, içi boşluklu örneklerin silikon plastinasyonunda farklı tekniklerin kullanılması gerektiği kanaatindeyiz. Ayrıca formaldehit gibi birçoğu kanserojen olan fiksatifleri kullanmadan silikon plastinasyonunun rahatça uygulanabileceğini gördük. Böylece silikon plastinasyonu aşamalarından olan fiksasyon aşamasını atlayarak hem zamandan tasarruf edebileceğimizi hem de formaldehitten tamamen kurtulabileceğimizi gördük.

Plastinasyon, bu tür örneklerin sunduğu dayanıklılık ve yüksek araştırma değeri nedeniyle yaygın olarak kabul gören bir tekniktir (24, 89, 90, 91, 92). Bu metodu daha da ilginç ve tercih edilir kılan özellik ise örneklerin, plastinasyon protokolü boyunca toksik veya karsinojenik birçok kimyasal içeren aşamalardan

geçmesine rağmen, işlem tamamlandıktan sonra insan sağlığına bilinen herhangi bir zararı olmayan preparatlar ortaya çıkmasıdır. Tekniğimiz, kadavrayı formaldehit toksisitesi olmadan korur ve en kaliteli örnekleri elde eder. Plastinatlar morfoloji ve anatominin yanı sıra farklı bilim dalları olmak üzere çeşitli amaçlara hizmet edebilir; cerrahide, klinikte, patolojide ve teşhis görüntüleme de kullanılabileceği gibi öğrenci eğitiminde ve uygulamalar içinde bulunmaz bir fırsattır.

Sonuç olarak; ülkemizde plastinat üretiminin yaygınlaşmasıyla, özellikle tıp ve veteriner fakültelerindeki kadavra sıkıntısının çözüleceği ve mevcut olan herhangi bir muhafaza yönteminden daha üstün olacağı kanaatindeyiz. Günümüz teknolojisine uygun eğitim materyalleri ile eğitimin kalitesinin yükseltileceğini ve ekonomiye olumlu katkı sağlanacağını düşünmekteyiz.

## 7. KAYNAKLAR

1. Gültiken ME. Plastik model kullanımı veteriner anatomi eğitiminde alternatif olabilir mi?. *Animal health, Production and Hygiene* 2012; 1 : 53-58.
2. Bilge O, Çelik S, Boduç E. Uzun yıllar önce tespiti yapılmış lokomotor sistem örneklerinin plastinasyonu ve eğitimde kullanımı. *Ege Tıp Dergisi* 2014; 53 :84-87.
3. Ameko E, Achio S, Alhassan S, et al. Plastination of some cow and ram organs in ghana for use as teaching aids. *Int J Pure App Sci Technol* 2012; 8 : 57-68.
4. Buyruk HM, Groen GJ, Kemperman H, Altunicn A, Arı Z. Bugün plastinasyon yöntemin geçmişi ve uygulanabilirliği. *Türk Patoloji Dergisi* 1990; 6 :73-77.
5. Ekim O, Tunalı S, Hazıroğlu RM, Ayvalı M. Evcil memeli hayvanlarda böbreklerin soğuk ortam tekniği ile silikon plastinasyonu. *Vet hekim Derg* 2014; 85:1-11.
6. Beat M, Riederer J. Plastination and its importance in teaching anatomy : critical points for long-term preservation of human tissue. *Journal of Anatomy* 2014; 224 :309-315.
7. Abdelhay MA, Thnaian A. Preservation of ruminant and equine anatomical specimens by silicone plastination. *Al-Thnaian Scientific Journal of King* 2007 ; 8 :1-14.
8. Pashaei S. A brief review on the history, methods and applications of plastination. *Int J Morphol* 2010; 28 : 1075-1079.
9. Singh O, Mishra BK, Pandit S, Maheshwari TP, Hasan S. Plastination: A promising method for preserving biological specimens. *Int Journal Sci Res Pub* 2013; 3 :1-4.
10. Sargon MF, Tatar İ. Plastination: basic principles and methodology. *International Journal of Experimental and Clinical Anatomy* 2014; 8 : 13-18.
11. Steinke H, Spanel BK. Coloured plastinates. *Ann Anat* 2006; 188 : 177–182.
12. Üstün Ç. Plastinasyon bir bilim mi yoksa garip bir gösteri mi?. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi* 2002; 3 : 37-42.
13. Ak Ö. Plastinat vücut sergisi. *Bilim ve Teknik Dergisi* 2012; 539 : 34.
14. Çınaroğlu S, ARI HH. Investigation of macro anatomy of the urogenital system organs of norduz sheep by using the method of alkyd resin and preparation of their cadavers. *Van Vet J* 2015 ; 26 : 129-139.
15. Yıldız B, İkiz İ. Kadavra yapımında ve korunmasında yaygın olarak kullanılan tespit sıvıları. *UÜ Vet Fak Derg* 1993; 12 : 129-135.
16. Alyüz B, Veli S. İç ortam havasında bulunan uçucu organik bileşikler ve sağlık üzerine etkileri. *Trakya Univ J Sci* 2006; 7 : 109–116.
17. Ünsaldı E, Çiftçi MK. Formaldehit, kullanım alanları, risk grubu, zararlı etkileri ve koruyucu önlemler. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi* 2010; 21 : 71 – 75.
18. Jones AP. Indoor air quality and health. *Atmospheric Environment* 1999; 33: 4535-4564.
19. Sarsılmaz M, Özen OA, Özyurt H. Subakut ve subkronik formaldehit inhalasyonundan sonra sıçanlarda karaciğer enzimatik antioksidan sistemin değerlendirilmesi. *Van Tıp Dergisi* 2000; 3 : 84-89.

20. Marks DL, Chaney EJ, Stephen A. Plastinated tissue samples as three-dimensional models for optical instrument characterization. *Boppart Opt Express* 2008; 16 : 16272-16273.
21. de Jong K, Henry RW. Silicone plastination of biological tissue: Cold-temperature technique Biodur™ S10/S15 Technique and Products. *J Int Soc Plastination* 2007; 22 : 2-14.
22. Steinke H, Pfeiffer S, Spanel BK. A new plastination technique for head slices containing brain. *Ann Anat* 2002; 184 : 353-358.
23. Sora MC, Cook P. Epoxy plastination of biological tissue: E12 technique. *J Int Soc Plastination* 2007; 22: 31–9.
24. von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. *Anat Embryol* 1987 ; 175 : 411-421.
25. Gao H, Liu J, Yu S, Sui H. A new polyester technique for sheet plastination. *J Int Soc Plastination* 2006;21:7–10.
26. Sui HJ, Henry RW. Polyester plastination of biological tissue Hoffen P45 Technique. *Journal of the International Society for plastination* 2007 ; 22 : 78-81.
27. Latorre R, Henry RW. Polyester plastination of biological tissue: P40 technique for body slices. *J Int Soc Plastination* 2007 ; 22 : 69–77.
28. Smith BJ, Holladay SD. Risk factors associated with plastination II. Infectious agent considerations. *J Int Soc Plastination* 2001; 16 : 14–8.
29. Raouf A, Henry RW, Reed RB. Silicone plastination of biological tissue: room temperature technique Dow/Corcoran Technique and products. *Journal of the international society for plastination* 2007; 22 : 21-25.
30. RW Henry. Silicone Plastination of Biological tissue: room temperature North Carolina technique and products. *Journal of the international society for plastination* 2007; 22 : 26-30.
31. Bolintineanu SL, Pop E, Stancu G, Stancu G, Vaida MA, Sisu AM, Patrascu JM, Florescu S. Anatomical Structures Preservation Using Plastination Techniques. *Materiale Plastice* 2017 ; 54 : 221-224.
32. Ottone NE, Cirigliano V, Bianchi HE, et al. New contributions to the development of a plastination technique at room temperature with silicone. *Anat Sci Int* 2015; 90 :126–135.
33. Pandit CS, Kumar CS, Col BK. Comparative study of anatomical specimens using plastination by araldite HY103, polypropylene resin, 6170H19 Orthocryl and silicone e A qualitative study. *Mishra medical journal armed forces India* 2015 ; 71 : 246-253.
34. Timothy P. Dawson, Ryk S. James And Gerant T. How do we teach pathology? Silicone plastinated pathology specimens and their teaching potential. *Williams Journal of Pathology* 1990 ; 162 : 265-272.
35. Miklosova M, Miklos V. Plastination with silicone method s 10 – monitoring and analysis causes of failure. *Biomed* 2004 ;148 : 237–238.
36. Henry RW, Janick L, Henry C. Specimen preparation for silicone plastination. *J Int Soc Plastination* 1997 ; 12 : 1317.

37. von Hagens G. Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. *Anat Rec* 1979 ; 194 : 247.
38. Culling, CFA. *Handbook of histopathological and histochemical techniques*. 3rd Edition, London: Butterworths, 1974.
39. Noble SR. "Preparation of biological specimens, Fixation" [www.ou.edu/research/electron/bmz5364/1](http://www.ou.edu/research/electron/bmz5364/1) 28.09.2012.
40. Von Hagens G. *Collection of all technical leaflets for plastination*. 2nd Edition, Germany: Heidelberg, 1985.
41. Steven D. Holladay J. Experiments in dehydration technique. *Int. Soc. Plastination* 1988 ; 2 : 17.
42. Ravzi R, Suri S, Shukla P, Sharma R. Plastination a preservation technique. *The North East Veterinarian* 2015 ; 15 : 1.
43. Tiedemann K, Dubravka IM. J. Dehydration of macroscopic specimens by freeze substitution acetone. *Int Soc Plastination* 1988 ; 2 : 2.
44. Ravi SB, Bhat VM. Plastination: A novel, innovative teaching adjunct in oral pathology. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology* 2011 ; 15 : 133.
45. Bickley HC, Donner RS, Walker AN, Jackson RL. Preservation of tissue by silicone rubber impregnation. *J Int Soc Plastination* 1987 ; 88 : 220-223.
46. Henry RW. Silicone impregnation and curing. *J Int Soc Plastination* 2005 ; 20 :36-37.
47. Henry RW, Nel PPC. Forced impregnation for the standard s10 method. *J Int Soc Plastination* 1993 ; 7 : 27-31.
48. Henry RW. [Principles of Plastination–Forced impregnation](#). *J Int Soc Plastination* 1995 ; 9 : 20-26.
49. von Hagens G. *Curing with the S10 standard technique*. 2nd Edition, Heidelberg : Anatomisches Institut, 1984.
50. Weiglein AH, Henry RW. Curing (hardening, polymerization) of the polymer - Biodur s10. *Int Soc Plastination* 1993 ; 7 : 32-35.
51. Tiedemann K. A silicone-impregnated knee joint as a natural model for arthroscopy. *J Int Soc Plastination* 1988 ; 2 : 14-16.
52. Henry RW. Plastination of an integral heart-lung specimen. *J Int Soc Plastination* 1987 ; 2 : 23.
53. Holladay SD. Plastination of inflated hollow gastrointestinal organs from large animals. *J Int Soc Plastination* 1989; 3: 35-36.
54. Oostrom K. Plastination of the heart. *J Int Soc Plastination* 1987 ; 2 : 17-18.
55. Parel, SM, Bickley HC, Holt GR, Shuler BS. Prosthetic use of plastinated facial structures: A feasibility study. *J Prosth Dent* 1983 ; 49 : 529.
56. Lahunta A, Habel RE. *Applied Veterinary Anatomy*. Philadelphia: Saunders 1986:35-66.
57. Bahadır A, Yıldız H. *Veteriner Anatomi Hareket Sistemi ve İç Organlar*. 2. Baskı, Ezgi Kitabevi: Bursa 2008: 201-263.

58. Çalışlar T, Kahvecioğlu O, Mutuş R. Veteriner Topografik Anatomi. 1. Baskı, Medisan Yayınevi: Ankara 1996: 29-30.
59. Veteriner Aesthesiologia. Prof. Dr. Metin Taşbaş. Ankara 1996 2. Baskı 3-67.
60. König HE, Liebich HG. Veteriner Anatomi (Evcil Memeli Hayvanlar). Pazvant G, Gezer İnce N, Oto Ç, Ekim O, Bozkurt EÜ (Çevirenler). 6. Baskı, Malatya: Medipres, 2015.
61. Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Veteriner anatomi konu anlatımı ve atlas. Orhan İÖ, Gültiken ME (Çevirenler). 4. Baskı, Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2018.
62. Dursun N. Veteriner Anatomi III. 2. Baskı, Ankara: Medisan Yayınevi, 2008.
63. Doğuer S. Evcil Hayvanların Komparatif Sistematik Anatomisi. (Beşduyu-Aesthesiologia). 4. Fasikül, 111. Baskı. Ankara Üniversitesi Basımevi, 1973.
64. Dursun N. Veteriner Anatomi II. 3. Baskı, Ankara: Medisan Yayınevi, 1996.
65. Nomina Anatomica Veterinaria. Prepared by the International Committes on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature and Authorized by the General Assambly of the World Association of Veterinary Anatomists, The Editorial Committee Hannover, Sapporo, Japan, 2012.
66. Latorre R, Vaquez JM, Gil F, Ramirez G, Lopez-Alnors O, Orenes M, Martinez-Gomariz F, Arencibia A. Teaching anatomy of the distal equine thoracic limb with plastinated slices. J Int Soc Plastination 2001 ; 16 :23-30.
67. Ekim O, Hazıroğlu RM, İnsal B, Bakıcı C, Akgün RO, Tunalı S. A modified S10B silicone plastination method for preparation and preservation of scaled reptile specimens. Ankara Üniv Vet Fak Derg 2017 ; 64 : 155-160.
68. Sagoo MG. Low-temperature dehydration and room-temperature impregnation of brain slices using Biodur TM S10/S3. Philip J. Adds The Journal of Plastination 2013 ; 25 : 3-8.
69. Shanthi P, Singh RR, Gibikote S, Rabi S. Comparison of CT Numbers of Organs Before and After Plastination Using Standard S-10 Technique. Clinical Anatomy 2015 ; 28 : 431-435.
70. Brizzi E, Sgambati E, Capaccioli L, Giurovich E, Montigiani L. A radiological-anatomical comparison between formalin-preserved organs and “plastinated” ones. Ital Anat Ed Embriologia 1994 ; 99 : 145-155.
71. Oostrom K. Fixation of tissue for plastination: General principles. J Int Soc Plastination 1987; 1 : 3-11.
72. Pendovski L, Iliki V, Nikolovski G. Silicone plastination of a malpositioned long-term formalin-fixed green iguana. J Int Soc Plastination 2004 ; 19 : 40-42.
73. Riepertinger A. Fixation of the brain plastination: Special considerations. J Int Soc Plastination 1988 ; 2 : 8-12.
74. Ekim O, İnsal B, Bakıcı C, et al. Yılanlarda soğuk ortam tekniği ile tüm vücut silikon plastinasyonu. Dicle Üniv Vet Fak Derg 2014 ; 1 : 9-22.
75. Bickley HC, von Hagens G, Townsend FM. An improved method for the preservation of teaching specimens. Arch Pathol Lab Med 1981 ; 105 : 674-676.

76. Baptista CAC, Cerqueira EP, Conran PB. Impregnation of biological specimens with resins and elastomers: plastination with Biodur S10 resin. *Rev Bras Cienc Morfol* 1988 ; 5 : 60–62.
77. Wendel H, Stark R, Plendl J. Plastination of reptiles for veterinary education. *J Int Soc Plastination* 2008 ; 23 : 62-63.
78. Zheng WX, Zhou JN, Yu SB, et al. Effects of time and temperature of curing on hardness of organs in silicone plastination. *Acta Anatomica Sinica* 2013 ; 44 : 368-371.
79. McCreary J, Iliff S, Hermey D, McCreary K, Henry RW. Silicone-based coloration technique developed to highlight plastinated specimens. *J Plast* 2013 ; 25 :13–20
80. Ekim O. Evcil kanatlı hayvan örneklerine uygulanan farklı silikon plastinasyonu protokollerinin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Vet Hekim Derg* 2018 ; 89 : 74-84.
81. Zheng T, Jingren L, Kermin Z. Plastination at room temperature. *J Int Soc Plast* 1998 ; 13 : 21–25.
82. Smoldlaka H, Latorre R, Reed RB, Gil F et al. Surface detail comparison of specimens impregnated using six current plastination regimens. *J Int Soc Plast* 2005 ; 20 :20–30.
83. Sakamoto Y, Miyake Y, Kanahara K, Kajita H, Ueki H. Chemically reactivated plastination with Shin-Etsu silicone KE108. *J Int Soc Plast* 2006 ; 21: 11–16.
84. Main DM and Hogan TJ. Health effect of low-level exposure to formaldehyde. *J Occup Med* 1983 ; 25 : 896-900.
85. Chang CC, Gershwin ME. Perspectives on formaldehyde toxicity: separating fact from fantasy. *Regul Toxicol Pharmacol* 1992 ; 16 : 150-160.
86. Giordano C, Siccardi E, Fedrighini B, Romano C, Sulotto F, Coscia GC, Verganano P. Nasal patency patterns observed during working hours in a group of technicians habitually exposed to formaldehyde. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 1995 ; 15 : 335-344.
87. Manuel J. Published erratum appears in *Environ Health Perspect* A healthy home environment? *Environ Health Perspect* 1997 ; 107 : 352-357.
88. Weiglein,AH. Plastination in the neurosciences. *Acta Anat* 1997 ; 158 : 6-9.
89. Briggs CA, Robbins SG, Kaegi WH. Development of an Anatomical Technologies Laboratory. *J Int Soc Plast* 1997 ; 12 : 8–11.
90. Raof A. Using a room-temperature plastination technique in assessing prenatal changes in the human spinal cord. *J Int Soc Plast* 2001 ; 16 :5–8.
91. Bravo H. Plastination an additional tool to teach anatomy. *Int J Morphol* 2006 ; 24 : 475–480.
92. Ottone NE, Cirigliano V, Lewicki M, Bianchi HF, Aja Guardiola S, Algieri RD, Cantin M, Fuentes R. Plastination technique in laboratory rats: An alternative resource for teaching, surgical training and research development. *Int J Morphol* 2014 ; 32 : 20-22.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Arş. Gör. Saime Betül BAYGELDİ

**Doğum Yeri ve Yılı:** Elazığ, 1985

**Medeni Durumu:** Evli

**Yazışma Adresi:** Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı,  
Elazığ / 4021.

**E-posta:** sbaygeldi@firat.edu.tr

### Eğitim Bilgileri

2013-2018: F.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Veteriner Anatomi Doktora Programı-Elazığ

2003-2008: Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi-Elazığ

Yabancı Dili: İngilizce

**DOKTORA / Doktora Tez Konusu** Büyük Ruminantların Duyu Organlarının Formaldehitli ve Formaldehitsiz Silikon Plastinasyonu

**Doktora Tez Danışmanı** **Prof. Dr. Zait Ender ÖZKAN** / Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Anatomi ABD

### Ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanan makaleler

- 1- Karan M, Yılmaz S, Özkan ZE, Baygeldi SB. Vaşaklarda (Lynx lynx) Arka Bacak Kemiklerinin Makro-Anatomik olarak İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2016; 11(2): 207-211
- 2- Karan M, Yılmaz S, Baygeldi SB. Vaşaklarda (Lynx lynx) Ön Bacak Kemiklerinin MakroAnatomik Olarak İncelenmesi. F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg. 2016; 30 (2): 103 - 105 <http://www.fusabil.org>

- 3- Karan M, Yılmaz S, Baygeldi SB, Özkan ZE. Vaşaklarda (*Lynx lynx*) *Columna Vertebralis*'i Oluşturan Omurların Makro-Anatomik Olarak İncelenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.* 2016; 30 (3): 177 - 180 <http://www.fusabil.org>
- 4- Baygeldi SB, Özkan ZE, Karan M, Timurkaan S, Yılmaz S. Japon Bildircinlarında (*Coturnix Coturnix Japonica*) Duodenum ve Pancreas'ın Morfolojik Yapısının İncelenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.* 2017; 31 (3): 201 - 204 <http://www.fusabil.org>
- 5- Gür FM, Timurkaan S, Gençer Tarakçı B, Yalçın MH, Özkan ZE, Baygeldi SB, Yılmaz S, Eröksüz H. Identification of immunohistochemical localization of irisin in the dwarf hamster (*Phodopus roborovskii*) tissues. *Anat Histol Embryol.* 2018; 47:174–179.
- 6- Gür FM, Timurkaan S, Baygeldi SB, Özkan ZE, Aslan Kanmaz Y, Gür HE, İlgün R, Gençer Tarakçı B. Cüce Hamsterlerin (*Phodopus roborovskii*) Genital Dokularında Androjen Reseptör Lokalizasyonu. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4): 415-420, 2018.

**Ulusal ve uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan tebliğ ve posterler**

1. Baygeldi SB, Özkan ZE. Bildircinlarda (*Coturnix Coturnix*) Hepar'ın Morfolojik Yapısının İncelenmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Sözlü Sunum, 7-11 Eylül 2015 Elazığ.
2. Baygeldi SB, Özkan ZE. Bildircinlarda (*Coturnix Coturnix*) Duodenum'un Ve Pankreas'ın Morfolojik Yapısının İncelenmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster sunumu, 7-11 Eylül 2015 Elazığ.
3. Baygeldi SB, Özkan ZE. Bildircinlarda (*Coturnix Coturnix*) Testis'in Morfolojik Yapısının İncelenmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster sunumu, 7-11 Eylül 2015 Elazığ.
4. Özkan ZE, Baygeldi SB, Yalçın MH, Timurkaan S. Büyük Ruminant Linguasında Silikon Plastinasyonu Öncesi Ve Sonrasında Morfolojik Yapısının İncelenmesi. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X.

Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Sözlü Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.

5. Karan M, Aksünger Karaavcı F, Baygeldi SB, Özkan ZE, Yılmaz S. Cüce Hamsterlarda (*Phodopus Roborovskii*) Plexus Brachialis'in Makro-Anatomik Olarak İncelenmesi. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Sözlü Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.
6. Timurkaan S, Tarakçı Gençer B, Girgin A, Yalçın MH, Baygeldi SB, Özkan ZE, Karan M, Yılmaz S. Cüce Hamsterların Bazı Dokularında Calbindin-D28k nın İmmunohistokimyasal Dağılımları. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.
7. Tarakçı Gençer B, Gür FM, Timurkaan S, Girgin A, Yalçın MH, Baygeldi SB, Özkan ZE, Karan M, Yılmaz S. Cüce Hamsterlerin Böbrek, Akciğer, Karaciğer, Testis, Beyin Ve Beyinciklerinde İrisin Dağılımları. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.
8. Gür FM, Timurkaan S, Tarakçı Gençer B, Yalçın MH, Özkan ZE, Baygeldi SB, Aksünger Karaavcı F, Eröksüz H. Cüce Hamsterların Kalp Kası, İskelet Kası, Deri, Göz Ve Gastrointestinal Sisteminde İrisinin İmmunohistokimyasal Dağılımı Üzerine Bir Araştırma. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.
9. Tarakçı Gençer B, Timurkaan S, Yalçın MH, Baygeldi SB, Özkan ZE, Aslan Y, Yılmaz S, Karan M, Girgin A. Bazı Peptid Hormonlarının, Cüce Hamsterların Endokrin Pankreas Hücrelerinde İmmunohistokimyasal Dağılımlarının Belirlenmesi. 1. Uluslararası Veteriner Anatomi Kongresi- X. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi, Poster Sunum, 13-16 Eylül 2017 Burdur.

## Proje deneyimi

- 1- Özkan ZE, Baygeldi SB. Büyük Ruminantların Duyu Organlarının Formaldehitli ve Formaldehitsiz Silikon Plastinasyonu. Araştırmacı. VF.16.28 no'lu FÜBAP Doktora Tez Araştırma projesi.
- 2- Özkan ZE, Yılmaz S, Baygeldi SB, Karan M, Atalar Ö. Anatomi Eğitiminde Materyallerin Plastinasyonu. Araştırmacı. VF.16.26 no'lu FÜBAP Alt Yapı Projesi.

