



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**S10 SİLİKON PLASTİNASYON TEKNİĞİ AŞAMALARINDA
KAS DOKUSUNDA MEYDANA GELEN RENK
DEĞİŞİMLERİNİN KANTİTATİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burcu İNSAL

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU**

**ANKARA
2017**

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**S10 SİLİKON PLASTİNASYON TEKNİĞİ AŞAMALARINDA
KAS DOKUSUNDA MEYDANA GELEN RENK
DEĞİŞİMLERİNİN KANTİTATİF OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Burcu İNSAL

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU**

**ANKARA
2017**

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Yüksek Lisans tezi olarak hazırlayıp sunduğum "S10® Silikon Plastinasyon Tekniği Aşamalarında Kas Dokusunda Meydana Gelen Renk Değişimlerinin Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi." başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Burcu İNSAL

Tarih: 03-07-2017

İmza:



Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

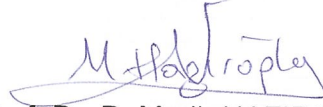
Anatomi Anabilim Dalı'nda,

BURCU İNSAL tarafından hazırlanan

“S10 Silikon Plastinasyon Tekniği Aşamalarında Kas Dokusunda Meydana Gelen Renk Değişimlerinin Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması

aşağıdaki jüri tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 03.07.2017



Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU

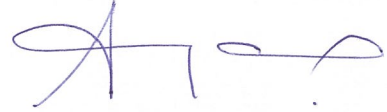
Ankara Üniversitesi

(Jüri Başkanı)



Prof. Dr. Dinçer YILDIZ

Kırıkkale Üniversitesi



Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR

Ankara Üniversitesi

(Raportör)

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet AKAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Etik Beyan	ii
Kabul ve Onay	iii
İçindekiler	iv
Önsöz	vi
Simgeler ve Kısaltmalar	viii
Şekiller	ix
Çizelgeler	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Tarihsel Gelişim	2
1.2. Anatomik Örnekte Olması Gereken Özellikler	4
1.3. Plastinasyon Tekniği	5
1.3.1. S10 Plastinasyon Tekniğinin Aşamaları	7
1.3.1.1. Örneklerin Hazırlanması	7
1.3.1.2. Dehidrasyon	11
1.3.1.3. Yağdan Arındırma	13
1.3.1.4. Vakumla Gömme (Zorlu İmpregnasyon)	13
1.3.1.5. Gaz Kürleme – Sertleştirme	15
1.4. Rengin Tanımı ve Ölçüm Yöntemleri	17
1.4.1. Renk ve Işığın Tanımlanması	17
1.4.2. Renklerin Ölçülmesi	17
1.4.3. Kolorimetri Nedir?	18
2. GEREÇ VE YÖNTEM	20
2.1. Çalışma Materyali	20
2.2. Materyalin Hazırlanması	20
2.3. M. longissimus'un Plastinasyonu ve Renk Analizi	21
2.3.1. Tespit Aşaması	21
2.3.2. Dehidrasyon Aşaması	23
2.3.3. Yağdan Arındırma Aşaması	25
2.3.4. Vakumla Gömme (Zorlu İmpregnasyon) Aşaması	25
2.3.5. Gaz Kürleme – Sertleştirme Aşaması	27
2.4. Renk Analizi	29

2.5. İstatistiksel Analizi	29
3. BULGULAR	31
4. TARTIŞMA	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
ÖZET	52
SUMMARY	53
KAYNAKLAR	54
EKLER	
Ek-1. Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığından alınan etik kurul kararı	61
ÖZGEÇMİŞ	62

ÖNSÖZ

Anatomi alanında ölüm sonrası bedenlerin bozulmadan korunmasına yönelik çalışmalar çok eski zamanlardan beri devam etmektedir. Bu amaçla 1970’li yılların sonlarına doğru geliştirilen plastinasyon tekniği bu alanda çığır açacak şekilde yükselen bir başarı göstermiştir. Plastinasyon tekniği, hem temel bilimler hem de klinik bilimlerde uygulamalı eğitimde kullanılacak olan eğitim materyallerinin hazırlanmasında, sahip olduğu avantajlar sebebiyle, dünyada pek çok ülkede kullanılan bir teknik olmuştur. Elde edilen son ürünlerin, kokusuz, gerçeğe yakın renkte, dayanıklı bunun yanında kullanıcılar ve üreticiler için toksik olmayan özellikte olması plastinasyon tekniğini diğer anatomik preparat hazırlama tekniklerine kıyasla, tercih sebebi yapmaktadır. Plastinasyon tekniği oldukça yaygın şekilde kullanılmasına rağmen, elde edilen son ürünlerin, renk açısından gerçeğe yakınlık derecesi yapılan bu tez çalışmasına kadar, sayısal verilerle ifade edilmemiştir. Anatomi alanında bu denli gelişmiş bir teknikle elde edilen ürünlerin kalitesini renk bakımından ortaya koymak için kullanılan en yaygın teknik hiç şüphesiz ki kolorimetri yöntemidir. Anatomi alanında henüz yeterli kullanım alanı bulamamış olan bu analiz yönteminin yapılan bu çalışmayla kullanıma geçmesinin, bu alanda çalışan bilim insanlarına faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, her zaman benim yanımda olup, bilgisini, tecrübelerini ve ilgisini hiçbir zaman benden eksik etmeyen, gerek öğrencilik hayatımda gerekse meslek hayatımda her daim varlığıyla bana güç veren ve hayatın her alanında daima örnek almaya çalıştığım yegâne bilim insanı, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Başkanı kıymetli danışmanım Sayın Prof. Dr. R. Merih HAZIROĞLU’ na en kalbi duygularıyla teşekkürlerimi sunarım.

Başta tezimin yapım aşaması olmak üzere omuzlarımda her zaman desteğini hissettiren, güler yüzü ve pozitif enerjisiyle en umutsuz anlarımda bile motivasyon kaynağı olan Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi eş danışmanım Sayın Prof. Dr. İ. Önder ORHAN’ a ve sahip olduğu bilgi, deneyim ve etik değerlere bağlılığı ile beni akademik hayatta hazırlayan, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli hocam doktora danışmanım Sayın Prof. Dr. İksin PİŞKİN’ e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca anlayışlı ve içten tavırlarıyla her zaman kendisine yakın hissettiren değerli hocam Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Ahmet ÇAKIR’ a ve Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Emekli Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Nejdet DURSUN’ a teşekkürlerimi sunarım.

Veteriner Fakültesi’ne girdiğim ilk gün tanıştığım ve o günden beri sakin ve anlaşılır öğretme yeteneği ve yaratıcı fikirleri ile her zaman yol gösterici olan ve hayata dair “aklın, insanın sahip olabileceği en üstün yeti olduğu” fikrini bana öğreten, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi

Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli abim, saygıdeğer hocam Doç. Dr. Çağdaş OTO' ya teşekkürlerimi sunarım.

Anatomi Anabilim Dalı'na geldiğim ilk andan beri, başta plastinasyon tekniği olmak üzere bana uygulamalı anatomik teknikleri öğreten, her türlü bilgi, tecrübe ve deneyimlerini bana aktarıp, bugünlere gelmemde bana emek veren Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli meslektaşım, saygıdeğer hocam Doç. Dr. Okan EKİM' e bugüne kadar benim için yaptığı her şey adına teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu süreçte manevi olarak her zaman yanımda olan Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Elemanı kıymetli arkadaşım Sayın Dr. Caner BAKICI' ya ve Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda görevli mesai arkadaşlarım Araş. Gör. Muharrem AYVALI, Vet. Hek. R. Orkun AKGÜN' e ve her türlü sorunumuzda çözüm bulmak için canla başla çalışan yardımcı personelimiz Kemal ŞAHBAZ' a teşekkürlerimi sunarım.

Tanıştığımız günden beri, her konuda desteğini bizden esirgemeyen TOBB Ekonomi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi değerli hocam Sayın Doç. Dr. Selçuk TUNALI' ya bugüne kadar ki yardımlarından ve tez konumun belirlenmesindeki katkılarından dolayı teşekkürü borç bilirim.

Tezimin istatistiki olarak yorumlanması hususunda bana destek olan meslektaşım Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Öğretim Elemanı Sayın Dr. Doğukan ÖZEN' e teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yapımın aşamasındaki teknik desteklerinden dolayı Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Atölyelerinde çalışan tüm personele teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezimin yapım ve yazım aşamasında her anımda yanımda olup, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve varlıklarıyla beni mutlu eden, sorumlusu olduğum Ankara Veteriner Müzecilik Eğitim Topluluğu öğrencilerine teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, bugüne kadar özellikle manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olup bana güç veren, yanlarında olmadığım zamanlarda yokluğumu kızıma hissettirmeyen, eşim olduğu için her zaman çok şanslı olduğumu bildiğim değerli eşim Eser İNSAL'a ve beni bugünlere getiren kıymetli aileme teşekkürlerimi, bu süreçte yeteri kadar yanında olmadığım değerli kızım Elis İNSAL'a ise özürlerimi sunarım.

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	yüzde değeri
a*	Yeşilden kırmızıya renk değeri
b*	Sarıdan maviye renk değeri
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Eclairage)
cm²	santimetre kare
dE*	Gözle görülebilir renk değişim değeri
HCHO	Formaldehit'in kimyasal formülü
l	litre
L*	Parlaklık değeri
l/sa	litre/saat
M. / m.	musculus
M.Ö.	Milattan önce
m³	metre küp
max	maksimum (en yüksek) değer
min	minimum (en düşük) değer
mm	milimetre
mm-Hg	milimetre civa
nm	nanometre
°C	santigrat derece
S10	Biodur® silikon polimer
S3	Biodur® katalizör
S6	Biodur® sertleştirici
SPSS	İstatistiksel yazılım programı (Statistical Package for the Social Sciences)
UV	Ultraviyole ışını
vb.	ve benzeri
X/Y	Yatay ve dikey düzlemler

ŞEKİLLER

- Şekil 2.1.** Toplamda 10 adet numuneye (A) ve tespit edilmeden, renk analizi için 3 ayrı noktadan işaretlenen numunelere (B) ait fotoğraflar. 21
- Şekil 2.2.** Çalışma için özel tasarlanmış kapaklı doku muhafaza kabı (A), Örneklerin kolorimetre cihazıyla ilk renk analizlerinin yapılması(B). 22
- Şekil 2.3.** Örneklerin tespit edilmesi için %10'luk formaldehit çözeltisinin hazırlanması (A), Tespitin ardından renk analizinin tekrarlanması (B). 23
- Şekil 2.4.** Örneklerin 1. aseton banyosuna alınması(A), Asetonun konsantrasyon değişiminin asetonometre ile ölçülmesi (B). 24
- Şekil 2.5.** Vakum tankına kontrol valfinin yerleştirilmesi (A), İmpregnasyonda aseton çıkışının kabarcıklarla gözlenmesi (B). 27
- Şekil 2.6.** Silikon salımı ve zincir uzaması için, örneklerin oda sıcaklığında dinlendirilmesi (A) , Gaz kütleme ve sertleştirme aşaması (B). 28
- Şekil 3.1.** Tespit sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerindeki dalgaboyu dağılım grafiği. 32
- Şekil 3.2.** Birinci aseton banyosu sonrası renk değişiminin, X-Y düzleminde dalgaboyu dağılım grafiği üzerinde gösterilmesi. 34
- Şekil.3.3.** İkinci aseton banyosu sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerinde gösterilmesi. 36
- Şekil 3.4.** Vakumla gömme aşaması sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerinde gösterilmesi. 38
- Şekil 3.5.** Gaz kütleme-sertleştirme aşaması sonrasındaki renk değişiminin, X-Y düzleminde dalgaboyu dağılım grafiği üzerinde gösterilmesi. 39

Şekil 3.6. Tüm aşamalardaki ortalama parlaklık ve renk değişim değerlerinin X-Y düzlemi üzerindeki gösterilmesi.	41
Şekil 3.7. Plastinasyonun her aşamasında dokularda meydana gelen parlaklık değeri değişimi	42
Şekil 3.8. Yeşilden kırmızıya renk değişim değerlerinin aritmetik ortalamaları	43
Şekil 3.9. Sarıdan maviye renk değişim değerlerinin aritmetik ortalamaları	44



ÇİZELGELER

Çizelge 3.1. Kas dokusundan hazırlanan örneklerden tespit öncesi alınan renk analizi.	31
Çizelge 3.2. Örneklerde tespit sonrası gözlenen renk analizi.	32
Çizelge 3.3. Günlere göre 1. aseton banyosundaki aseton konsantrasyon değişimi yüzdesi (%).	33
Çizelge 3.4. Birinci aseton banyosu sonundaki renk değişimi.	33
Çizelge 3.5. Günlere göre 2. aseton banyosundaki % değeri cinsinden aseton konsantrasyon değişimi.	35
Çizelge 3.6. İkinci aseton banyosu sonunda dokularda meydana gelen ortalama renk değişimi.	36
Çizelge 3.7. İmpregnasyon aşamasından sonra dokulardaki renk değişim değerleri.	37
Çizelge 3.8. Gaz kütleme-sertleştirme aşamasından sonra dokulardaki renk değişim değerlerinin aritmetik ortalaması.	39
Çizelge 3.9. Dokulardaki renk değişim değerlerinin, medyan değerleri ile minimum ve maksimum değerleri.	40

1. GİRİŞ

Anatomi biliminde eğitim ve araştırma materyali olarak kullanmak ve müzelerde sergilenmek amacıyla, ölüm sonrası hayvan veya insan bedenlerinin bozulmadan korunmasını sağlamak için kullanılan teknikler çok eski zamanlara dayanır. Bu tarihsel süreç ilk olarak M.Ö. 7000-5000 yıllarında ölümlerin mumyalanması ile başlayıp, 1970'li yılların sonlarında Gunter Von Hagens'in plastinasyon tekniğini ortaya koymasına kadar süregelen çeşitli metotların geliştirilmesine kadar uzanır (Ajayi ve ark., 2011; Brenner, 2014; Jangde ve ark., 2015 ve Saeed ve ark., 2001).

Anatomi alanında kadvraların olabildiğince bozulmadan korunabilmesi büyük önem taşır. Çünkü öğrencilerin edindikleri teorik bilgiler ancak kadvralar üzerinde yaptıkları pratik uygulamalar ve diseksiyon işlemleri ile geliştirilebilir (Ajayi ve ark., 2011; Brenner, 2014; O'Neill ve ark., 2013 ve Saeed ve ark., 2001). Kadvralar, damar, sinir, kas ve organların öğrencilere öğretilibilmeleri için mükemmel bir araçtır (Viskasari ve ark., 2012). Genel makroskobik anatomi dersleri, beşeri hekimlik, diş hekimliği ve veteriner hekimliği eğitiminin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilir. Pek çok çalışmada, sadece anatomistler ve anatomi dersleri için değil, klinik bilimlere ait derslerin öğretilmesi amacıyla da veteriner okullarında devam eden canlı hayvan kullanımına alternatif olarak doku ve organ modelleri, videolar veya çeşitli solüsyonlarla hazırlanmış kadvra temelli eğitim materyalleri kullanılmaktadır. Uygulama amaçlı kullanılan bu kadvraların etkili olması için mümkünse canlı hayvan dokularına en yakın özellikte olması istenir (Hammer ve ark., 2015; İngiliz ve Matera, 2015; Rai ve ark., 2012; Silva ve ark., 2004 ve Winkelmann, 2007). Ancak canlı hayvan kullanımıyla ilgili ortaya çıkan etik kaygılar sebebiyle derslerde canlı hayvan kullanımını azaltmak üzere hayvanlardan

kadavra hazırlama tekniklerini geliştirme üzerine yapılan çalışmalar artmaya başlamıştır (Silva ve ark., 2007).

1.1. Tarihsel Gelişim

Bilimsel veya sanatsal olarak, insan veya hayvan bedenlerinin, bozulmasını ve çürümesini önlemek amacıyla, mantar ve bakteri gibi çeşitli zararlılardan korumak ve uzun yıllar saklayabilmek için çeşitli teknikler geliştirildi (Ajao, 2010; Brenner, 2014 ve Saeed, 2001).

İlk olarak, 5000 yıl önce Mısır'da en eski koruma-saklama tekniklerinden olan mumyalamanın yapıldığı, ünlü Yunan gezgin ve tarihçisi olan Heradot tarafından M.Ö. 450' de yazılı kayıtlara geçirildi (Ajayi ve ark., 2011; Ezugworie ve ark., 2008; Kumar ve ark., 2017 ve Papa ve Vaccarezza, 2013).

Aradan geçen uzun yıllar boyunca bu alanda pek çok gelişme olurken, 1800'lü yılların ikinci yarısında Alman kimyager August Wilhelm von Hofmann, modern kadavra hazırlama metodunda, koruyucu özelliğinden dolayı, formaldehitin kullanılabileceğini keşfetti (Brenner, 2014 ve Ezugworie ve ark., 2008). Formaldehitin, proteinleri pıhtılaştırarak, dokuları sertleştiren ve ayrıca sterilize eden oldukça etkili bir tespit solüsyonu olmasına karşın, derin dokulara yayılabilme yeteneğinin azlığı nedeniyle sonradan tespit solüsyonu olarak kullanılabilecek daha uygun kimyasal formları da geliştirildi (Brenner, 2014 ve Tompsett, 1970). Ancak, Brenner'in 2014 yılındaki yayınında belirttiği üzere formaldehitin gözlerde konjunktivitis, baş ağrısı, deride ve solunum sisteminde irritasyon gibi bilinen bazı olumsuz etkilerinin varlığı tek başına kadvraların saklanması için uygun bir ajan olmadığını düşündürdü.

Bahsedilen yıllardan günümüze kadar olan süreçte tercih edilen en özgün tespit solüsyonları; dezenfektan gibi rol oynayıp koruyucu etkilerinden dolayı tercih edilen, başta formaldehit olmak üzere metanol, etanol ve diğer çözücüleri içeren kimyasallardan oluşmaktadır. (Brenner, 2014 ve Ezugworie ve ark., 2008). Bilinen kadavra hazırlama teknikleriyle kadvraların hazırlanması sırasında öğrenciler, öğretim üyeleri ve kadavra üzerinde çalışan personel formaldehitin çeşitli toksik etkilerine maruz kalmasına rağmen halen en yaygın olarak kullanılan kimyasal formaldehittir. Bu etkilerin başında, deride, gözlerde ve müköz membranlarda yaptığı irritasyon, immünolojik olarak aşırı duyarlılığa yol açan alerjik sorunlar, respiratorik bronşiyal hiperaktivite ve nazal skuamöz hücreli karsinom gibi karsinojenik etkiler gelir (Bernstein ve ark., 1984 ve Jandgde ve ark., 2015).

Formaldehitin bu zararlı etkilerinden kurtulmak için bilim adamları yeni yöntemler bulmaya çalışırken, 1960'lı yıllarda, anatomik organ ve bedenlerin örnek olarak hazırlanmasında plastik polimerler ve/veya polyester reçineler kullanılmaya başladı (Kumar ve ark., 2017).

Geleneksel kadavra hazırlama metotlarına alternatif olarak 1977 yılında Gunter von Hagens' in geliştirdiği ve günümüzde bilinen en modern anatomik örnek hazırlama tekniği olan plastinasyon, tıp dünyasında devrim yarattı (Pashaei, 2010 ve Ravi ve Bath, 2011). Plastinasyon kısaca, biyolojik dokulardaki su ve yağların, aseton ve alkol gibi çözücüler aracılığıyla dokudan uzaklaştırılıp yerine silikon, polyester veya epoksi türevi bir polimerin aktarılması ve doku içinde sabitlenmesi işlemidir (Ekim ve ark., 2014 ve Kalanjati ve ark., 2012 ve von Hagens ve ark., 1987).

Eski zamanlardan başlayan ve halen devam eden bir şekilde çeşitli ülkelerde, pek çok bilim insanı, organların ve tüm vücut kadvralarının renk, koku, doku gibi duyuşal özellikler ve esneklik bakımından mümkün

olduğunca canlı hayvan dokularına benzer özellikte olması, sağlık açısından güvenli bir şekilde hazırlanması ve uzun yıllar saklanıp korunabilmesi için yeni teknikler geliştirmeye çalışmaktadır (Ajao ve ark., 2010; Kumar ve ark., 2017; O'Neill ve ark., 2013 ve Silva ve ark., 2007).

1.2. Anatomik Örnekte Olması Gereken Özellikler

İster tespit edilmiş, ister plastine edilmiş olsun doku, organ ve tüm vücut kadavraların eğitimde pratik uygulamalar ve bilimsel çalışmalar için kullanımı mümkündür. Bu sebeple kadavra saklama tekniği belirlenirken, tespit solüsyonları ve diğer kimyasalların özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır (Eisma ve Wilkinson, 2014).

Başarılı bir örnek hazırlama işlemlerinden sonra anatomik örnekte olması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Eğitimde kullanılacak olan organ veya tüm vücut kadavrada, mantar ve bakteri kaynaklı enfeksiyon riski çok az olmalıdır.
- Tespit sonrası kadavrada bulunan doku, organ ve kaslardaki yapısal değişiklikler çok az olmalıdır.
- Hazırlanan kadavra uzun süre kullanılabilir olmalıdır.
- Hazırlanan kadavralarda oksidatif değişiklikler çok az olmalı, organ ve dokular doğal rengini mümkün olduğunca korumalıdır.
- Eğitim materyali olarak kullanılacak olan organ veya tüm vücut kadavranın toksik etkisi; örneği hazırlayan ve kullanacak olan personeller, araştırmacılar ve öğrenciler için mümkün olan en düşük seviyede olmalıdır (Eisma ve Wilkinson, 2014).

Ancak ne kadar düzgün olursa olsun, tespit edilmiş kadavraların hareketliliği, rengi ve doku bütünlüğünde bir takım değişiklikler meydana

gelir. (Eisma ve Wilkinson, 2014). Plastinasyon tekniğiyle ortaya çıkan son ürünler (plastinatlar) ise, klasik anatomik tekniklerle hazırlanmış örneklerle karşılaştırıldığında hem oldukça dayanıklıdır, hem de uzun yıllar saklanması mümkündür. Ayrıca elde edilen son ürünler, diğer tüm anatomik tekniklerle hazırlanan rnelere göre, insan sağlığı açısından toksik olmayan bir yapıya dönüşmektedir (deJong ve Henry, 2007; Ekim ve ark., 2014 ve Pashaei, 2010).

1.3. Plastinasyon Tekniği

Plastinasyon tekniği; biyolojik doku, organ ve tüm vücut parçalarının uzun dönem saklanması amacıyla, 1977 yılında Gunter von Hagens tarafından Heidelberg Üniversitesi, Almanya'da geliştirilen, çeşitli kimyasallar ve fiziksel faktörler yardımıyla, dokulardaki su ve yağın kimyasal dehidratörler (aseton, alkol gibi) ile dokudan uzaklaştırıp kimyasal olarak aktif bir polimerle yer değiştirmesi ve sertleştirilip doku içine sabitlenmesi için uygulanan işlemlerdir (deJong ve Henry, 2007; Ezhilarasan ve ark., 2017; Pashaei, 2010; Stoyanov, 2015 ve von Hagens ve ark., 1987). Plastinasyon tekniğinde kullanılan kimyasal olarak aktif polimerler arasında silikon, epoksi, polipropilen, ortokril ve polyester ko-polimerler sayılabilir. Bunlardan en çok kullanılan polimer silikondur. İşlemler sonucunda, kullanılan polimer türüne bağlı olarak değişen, görsel (şeffaf/mat) ve mekanik (esnek/katı) zelliklere sahip, kokusuz, dayanıklı ve uzun yıllar saklanabilen, insan sağlığı açısından zararsız son ürün olan plastinatlar elde edilir. (Anonim, 2017a; Pandit ve ark., 2015 ve Pashaei, 2010). Plastinasyon sadece biyolojik örneklerin uzun süre saklanmasını sağlayan bir teknik değil aynı zamanda anatomi, patoloji ve adli tıp gibi alanlarda çalışan öğrenciler ve araştırmacıların formaldehitin zararlı etkilerine maruz kalmasını da engellemektedir (Bickley ve ark., 1987 ve Rohrs, 2014). Bu sebeplerle plastinasyon, günümüzde biyolojik doku ve organların saklanmasında kullanılan altın standarttır. Plastinasyon tekniği, başta

anatomi, patoloji, biyoloji olmak üzere klinik bilimler, adli bilimler, sanat ve antropoloji gibi pek çok dalda uygulama alanı bulmaktadır (Ekim ve ark., 2014 ve Latorre ve Henry, 2007).

Uygulama açısından farklılıklar gösteren ve kullanılan polimer türüne bağlı olarak değişen 3 farklı plastinasyon tekniği vardır. Bunlar;

- Silikon (Biodur® S10 Products, Heidelberg-Almanya) plastinasyonu; tüm vücut parçaları ile kalın vücut ve organ kesitleri plastinasyonunda kullanılır.
- Epoksi plastinasyon; vücut ve organ kesitlerinin ince ve şeffaf bir şekilde saklanmasında kullanılan tekniktir.
- Polyester plastinasyon; özellikle beyin kesitleri olmak üzere 2-3 mm'lik vücut ve organ kesitlerinin yarı şeffaf halde saklanmasını sağlayan plastinasyon tekniğidir (Latorre ve Henry, 2007 ve Anonim, 2017a).

Silikon plastinasyonu, kimyasal ve fiziksel kurallara dayanan ve birbiri ardına gelişen 5 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar sırasıyla,

- i. Örneklerin hazırlanması (diseksiyon ve tespit)
- ii. Dehidrasyon
- iii. Yağdan arındırma
- iv. Zorlu impregnasyon (Vakumla gömme)
- v. Gaz kütleme-sertleştirmedir (deJong ve Henry, 2007 ve Melendez ve Martinez 2015).

1.3.1. Silikon Plastinasyon Tekniğinin Aşamaları

1.3.1.1. Örneklerin Hazırlanması

Bu aşama genel olarak, örneklerin seçilmesi ile gösterilmek istenen bölümlerin ön plana çıkarılması amacıyla yapılan diseksiyon ve tespit işlemlerini kapsar (deJong ve Henry, 2007).

Birbirini takip eden 5 aşamalı plastinasyon işleminin amacı, ölüm sonrası otoliz ve pütrifikasyona bağlı olarak dokularda meydana gelen bozulmayı durdurmaya çalışmaktır. Ölümden sonra bedende meydana gelen, post-mortem değişikliklerden otoliz ve pütrifikasyon olayları sorumludur. Otoliz; hücre içindeki otolitik enzimlere, pütrifikasyon ise; internal veya eksternal kaynaklı mikroorganizmaların aktivasyonuna bağlı olarak şekillenen bedenin kokuşmasıdır. Bu sebeple plastinasyon yapılacak olan örneklerin hazırlanması işlemine mümkünse ölümü takip eden en kısa zamanda veya ilk 48 saat içinde başlanmalıdır (Martinez, 2015; Presnell, 2015; Reipertinger ve Heuckendorff, 1993 ve Stoyanov ve ark., 2015 ve Ulmer, 2017). Özellikle tüm vücutta normal anatomik yapıların gösterimi esas alınacak ise, kadavranın yaşı, vücut ağırlığı ve boyunun hayvan türüne ait ortalama sınırlar içerisinde olması ve vücut bölümlerinde herhangi bir deformitenin olmaması istenir (Pashaei, 2010).

Hazırlanacak olan kadavra seçimi tamamlandıktan sonraki aşamada, ayrıntılı olarak gösterilmek istenen doku veya organ bölümü ortaya çıkarılacak şekilde, yağ ve bağ doku gibi kısımların uzaklaştırılması için diseksiyon yapılabilir. Bunun dışında gastrointestinal sistem organları, ürogenital sistem organları ve damarlar gibi boşluklu yapıların vurgulanması isteniyorsa, bu aşamada bu yapıların içleri temizlendikten sonra lateks veya epoksi gibi bir dolgu maddesiyle doldurulup istenilen anatomik şekil verilebilir (deJong, ve Henry, 2007; Henry ve ark., 1997 ve Riepertinger and Heuckendorf, 1993).

Ön hazırlık aşaması tamamlanan örnekler, yine bu aşamada, tespit işlemine tabi tutulur. Tespit yapılması zorunlu ve gerekli bir işlem değildir (deJong, ve Henry, 2007). Kimi araştırmacılara göre, ölümlerle birlikte dekompozisyona yol açan enzimatik aktiviteyi durdurup saprofit bakterileri inaktive ettiği için özellikle beyin gibi yumuşak organlar ile gastrointestinal sistem gibi boşluklu organlarda uygun tespit solüsyonlarının kullanımı, son ürünün ömrünü uzatacağı için tercih edilebilir. Ayrıca tespit için kullanılan kimyasal madde, dokunun moleküler yapısına katılıp, dokuyu büzümeye karşı dirençli hale de getirir (Cannas ve Fuda, 1991; Henry, 1997; deJong ve Henry, 2007; Oostrom, 1987; Reipertinger, 1988 ve Reipertinger ve Heuckendorf, 1993). Diğer taraftan, plastinata nihai şeklini verirken tespit aşamasının kullanılması, formalinin dokuları sertleştirmesi özelliğinden dolayı, anatomik olarak doğal şeklin korunmasını sağlayacaktır (Ulmer, 2017). Bu fikirlerin aksine kimi araştırmacılara göre ise plastinatlarda renk kaybına neden olduğu ve esnekliği azalttığı için tespit solüsyonlarının kullanımı gerekli görülmemektedir (Henry, 1997; McCreary ve ark., 2013; Oostrom, 1987 ve Reipertinger, 1988). Bu sebeple tespit işlemi araştırmacının tercihinin bağlı olarak uygulanabilir.

Tespit solüsyonları içerisinde koruyucu özelliklerinden dolayı aldehitler, alkoller ve iyonik tuzlar bulundurulabilir. Bu koruyucu maddelerden aldehitler sıklıkla tercih edilir (Ajmani, 2009 ve Brenner, 2014). Aldehitler arasında en çok kullanılan ve kimyasal formülü HCHO olan formaldehit, doğal olarak çevrede bulunan oksijen, karbon ve hidrojenin birleşiminden meydana gelir (Winkler, 2011). Yaklaşık 100 yılı aşkın bir süredir, konsantrasyon değişiklikleri olsa da kadavra hazırlanmasında kullanılan temel kimyasal, formaldehit olmuştur. Günümüzde kadavra hazırlamak için kullanılmak üzere piyasada bulunan ve formalin olarak bilinen formaldehit çözeltisi; % 40 hacminde (% 37 ağırlıkta) suda bulunan formaldehit gazıdır (Balta ve ark., 2015; Brenner, 2014 ve Unger ve ark., 2010). Formaldehit, suda oldukça iyi çözünebilen, üst solunum yollarından kolaylıkla absorbe edilebilen, uçucu (volatil) bir maddedir (Ajmani, 2009; Jangde ve ark., 2015

ve Winkler, 2011). Formaldehitin doku içindeki yayılabilirlik katsayısı (tespit solüsyonunun, milimetre olarak 1 saat içinde aldığı mesafe); doku karakteristiği ile değişmekle birlikte ortalama 0.78 olarak bildirilmiştir (Sirinivasan ve ark., 2002). Değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış formaldehit solüsyonlarının, proteinler, yağlar ve nükleik asitlere karşı etkili olduğu bilinir (Hopwood, 1969). Formaldehit, bakteriyel protoplazmayı pıhtılaştırarak oldukça etkili bir dezenfektan ve bakterisit görevi görür. Formaldehit halen bilinen pek çok dezavantajına rağmen, dokuları bakteriyel kontaminasyondan koruduğu ve otolizi önlediği için, yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Ajmani, 2009; Jangde ve ark, 2015; Hammer ve ark., 2015; Martinez, 2015; Unger ve ark., 2010 ve Winkler, 2011).

Tespit aşaması, çalışılacak olan dokuya ve tekniğe göre farklı tespit solüsyonları ve yöntemlerle yapılabilir (Barnes, 1990). Tespit solüsyonu olarak kullanılan sıvı tek başına formaldehit olabileceği gibi alkol, gliserin, glikol ve/veya fenol de içerebilir. Bunların örneğe verilmesi için aşağıdaki yöntemler kullanılabilir (Oostrom, 1987).

- i. İmmersiyon yöntemi; plastine edilecek örnek, bir kap içine hazırlanan tespit solüsyonu içerisine daldırılır ve tespit tamamlanana kadar örnek bu solüsyon içerisinde bekletilir.
- ii. Enjeksiyon yöntemi; tüm vücut kadavranın veya ekstremitelerin plastinasyonunda, tespit solüsyonu arteriyel enjeksiyonla uygulanır. Arter'lerden verilen solüsyonun tüm dolaşım sisteminde dolaşması sağlanır.
- iii. Perfüzyon yöntemi; özellikle ekstremiteler, organ ve tüm vücut kadavralarda kullanılan bu metotla vasküler sistemin tespit sıvısıyla yıkanması sağlanır.
- iv. İnfiltrasyon yöntemi; tespit solüsyonunun doku veya organa doğrudan enjeksiyonuyla sağlanır.

- v. Dilatasyon yöntemi; boşluklu organlar belirli bir hidrostatik basınç altında tespit sıvısıyla doldurulup şişirilir. Böylece tespit solüsyonu organ duvarı boyunca yayılarak organın sabitlenmesini sağlar (Barnes, 1990; deJong ve Henry, 2007 Henry ve ark., 1997 ve von Hagens ve ark., 1987).

Hazırlanacak olan örneğin tespit solüsyonuyla muamele süresi, dokunun veya organın büyüklüğüne göre değişir. Çok küçük bir örnek için oldukça kısa bir süre yeterliyken, büyük ve hacimli bir örnek için bu süre haftalar hatta aylar alabilir. Ancak özellikle böbrek gibi solid organlar için formalin gibi tespit edici kimyasalların yayılımı çevreden merkeze doğru olacağı için bu süre, tespit solüsyonu en derin dokulara ilerleyene kadar devam etmelidir. Diğer taraftan tespit solüsyonlarının düşük konsantrasyonda ve +5°C gibi düşük sıcaklıklarda, kısa süre kullanımı (1-2 gün), örnekteki rengin korunmasına olumlu etki eder. Ancak düşük sıcaklıkta tespit etmenin, kullanılan solüsyonun dokuya yayılabilirliğine bir etkisi yoktur. Tespit süresinin kısa tutulması ise örneğin esnekliğini artırır. Ancak yapılan çalışmaya göre değişmekle birlikte, beyin ve pankreas gibi yumuşak organlar ile boşluklu organlarda, anatomik pozisyonun korunabilmesi için, tespitten sonra bu organların sert olması istenir. Bu sebeple böyle organların tespit süresi uzun tutulabilir (deJong ve Henry, 2007; Ekim ve ark., 2014; Henry, 1997 ve Oostrom 1987).

Dehidrasyon aşaması öncesinde, tespit olan örneklerdeki kusurlar gözden geçirilir ve varsa kusurlu yapılar düzeltilerek dokunun son diseksiyonları yapılır (deJong ve Henry, 2007).

1.3.1.2. Dehidrasyon

Kimyasal dehidratörler yardımıyla doku ve organlardaki hücre içi ve hücreler arası sıvının, fizyolojik temellere dayanak, -15 ila -25°C'de, yavaşça dokudan uzaklaştırılması işlemidir. Bu aşamada kullanılacak dehidratör, su ile belirli oranlarda karışabilecek ve dokudan uzaklaştırılmak istendiği takdirde kolayca uçucu hale gelebilecek organik çözücü özellikte bir kimyasal olmalıdır (Cannas ve Fuda, 1991; deJong ve Henry, 2007; Ezhilarasan ve ark., 2017; Miklosova ve Miclos, 2004 ve Stoyanov ve ark., 2015). Bu amaçla yaygın olarak kullanılan organik çözücüler, aseton, alkol türevleri ve metilen klorid'dir. Alkoller oldukça iyi dehidratörler olmalarına rağmen buharlaşma dereceleri -15°C'nin altında çok yavaş olduğundan etkili uçucu ara çözücüler değildir. Metilen klorid ise çok iyi bir uçucu ara çözücü olmasına rağmen, suyla belirli oranlarda karışmadığından iyi bir dehidratör değildir. Bunlar arasında en çok tercih edilen asetondur (Browns ve ark., 2002 ve deJong ve Henry, 2007). Aseton, oda sıcaklığında çok çabuk buharlaşabilen, renksiz, nane benzeri kokusu olan, doğada bulunan organik çözücü bir maddedir. Asetonun 20° C' deki buhar basıncının 180 mm-Hg ve parlama noktasının -18 °C olması asetonun oda ısısında kolayca buharlaşmasına ve patlama riskinin artmasına sebep olmaktadır (Rohrs, 2014). Dehidrasyon işleminin düşük sıcaklıklarda yapılması, örneklerdeki büzüşmeyi olumlu etkileyeceği gibi aynı zamanda iş güvenliğinin korunmasını sağlayacaktır. Tüm bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, silikon plastinasyonu için standart dehidrasyon aşamasında, doku sıvıları, -25 °C'de asetonla yer değiştirilir (Cannas ve Fuda, 1991; Ezhilarasanve ark., 2017 ve von Hagens ve ark., 1987).

Dehidrasyon aşamasında karşılaşılan en büyük sorunlardan biri dokularda meydana gelen büzüşme, bir diğeri ise renk kaybıdır (deJong ve Henry, 2007 ve Mc.Creary ve ark., 2013). Her ne kadar tüm dehidrasyon aşaması boyunca dokularda belirli bir oranda büzüşme olsa da alkol ve

türevleri yüksek oranda doku büzüşmesine sebep olurken -25°C aseton kullanılması bu olumsuzlukları ortadan kaldırmaktadır. Çünkü dokunun içindeki su, -25°C 'de buz faza geçeceğinden hem dokunun anatomik şekli, yapısı ve boyutu işlem boyunca korunmuş olacak hem de aseton ile doku sıvılarının yer değiştirmesi işlemi yavaş olacağından büzüşme etkisi de minimal olacaktır (Browns ve ark., 2002 ve deJong ve Henry, 2007 ve Miklosova ve Miclos, 2004; Pandit ve ark., 2015 ve von Hagens ve ark., 1987). Büzüşme, en çok taze dokular ile yağ oranı yüksek örneklerin dehidrasyonunda olurken, uzun süre formaldehitte tespit edilen örnekler ile yağ doku miktarı düşük olan örneklerde genellikle daha az olur (deJong ve Henry, 2007).

Dehidrasyona başlamadan önce dikkat edilmesi gereken önemli bazı noktalar vardır. Eğer örnekler gliserin, glikol vb. maddelerle zenginleştirilmiş bir tespit solüsyonuyla tespit edildiyse, dehidrasyon aşamasına geçmeden önce örnekler azami 7 gün süreyle %50 etanol banyosuna alınır. Ardından etanolün ve formalinin dokudan uzaklaşması için örnekler akan suyun altında 1 hafta süreyle yıkanmalıdır. Eğer örnek sadece formaldehitte tespit edildiyse, o zaman örnek etanol banyosuna alınmadan sadece akan musluk altında bazı araştırmacılara göre 24 saat bazı araştırmacılara göre ise 2-4 gün süreyle yıkanır ve süzülür. (Cannas ve Fuda, 1991; deJong ve Henry, 2007).

Dehidrasyon için tüm hazırlık aşaması tamamlanan örnekler saf (% 99,5) ve -25°C 'de 1. aseton banyosuna alınır. Bu aşamada, asetonun dokulara oranı 10:1 olmalıdır (Browns ve ark., 2002; Cannas ve Fuda, 1991 ve Looney ve Henry, 2014). Bu aşama, asetonu sızdırmayacak şekilde tasarlanmış ağzı kapaklı ve asetona dirençli metal kaplarda gerçekleştirilir. Bu kaplar -15 ila -25°C soğutması olan derin dondurucuya yerleştirilir. Ardından dokulardaki sıvı ve asetonun yer değiştirme oranı asetonometre ile (genellikle 20°C veya -10°C 'de) her gün ölçülür (deJong ve Henry,

2007). Aseton derişimi <%95 olduğunda örnekler yeniden saf aseton içeren 2. aseton banyosuna alınır. Bu aşamada da örneklerdeki aseton derişimi her gün titizlikle ölçülür. İkinci aseton banyosundaki aseton konsantrasyon değeri, ölçümlerin ardından, yine <%95 den az çıktıysa örnekler 3. kez aseton banyosuna alınabilir, bu durumda dehidrasyon işlemine devam edilmelidir. Eğer aseton derişimi; >%95 ise örnekler saf asetonda oda sıcaklığında yağdan arındırma aşamasına alınabilir. Genel olarak, aseton derişimi >%98'de sabitlendiğinde dehidrasyon aşaması tamamlanmış olur. (deJong ve Henry, 2007; Looney ve Henry, 2014; McCreary ve ark., 2013 ve Mendez ve ark., 2008).

1.3.1.3. Yağdan Arındırma

Yağdan arındırma, dehidrasyonu takiben, doku ve organların ihtiva ettikleri fazla yağdan, dokuyu arındırabilmek için, dokuların bir kez daha oda sıcaklığında aseton banyosuna tabi tutulma işlemidir. Dokuda kalan fazla yağ örneğin dayanıklılığını azaltır. Ancak fosfolipidden zengin merkezi sinir sistemi organları gibi yapısında yüksek oranda lipid bulunduran doku ve organlar için yağdan arındırma işlemi uygun değildir. Bu aşamada, asetonun rengi sarıya döndüğünde, örnekler yeni bir aseton banyosuna alınır. Yağdan arındırma aşaması, doku ve organların çevresel yağ miktarı, doku tiplerine göre değişmekle beraber, genellikle 2 haftada, 2 ya da 3 aseton banyosundan sonra tamamlanır (deJong ve Henry 2007; Rohrs, 2014 ve Sora ve Cook, 2007).

1.3.1.4. Vakumla Gömme (Zorlu İmpregnasyon)

Vakumla gömme aşaması, dehidrasyon aşaması sonrasında biyolojik dokudaki sıvıların yerine geçen aseton gibi uçucu çözücü bir ara maddenin,

düşük atmosferik basınç altında, kimyasal olarak aktif bir polimerle yer değiştirmesi işlemidir. Bu aşama plastinasyonun en önemli aşamasıdır (deJong ve Henry, 2007; Stoyanov ve ark., 2015; von Hagens ve ark., 1987).

Dehidrasyon ve yağdan arındırma işlemlerini takiben örnek; aseton tankından çıkarılır ve yüzeyi kurulandıktan sonra asetonun aktif bir polimerle yer değiştirmesi için hızla vakumla gömme aşamasına alınır. Dehidrasyon aşamasının aksine, bu işlemin kediliğinden gerçekleşmesi mümkün olmadığından, düşük atmosferik basınçta vakum etkisine ihtiyaç vardır. Bu aşama, -15°C ila -25°C ' de derin dondurucuda yavaş bir şekilde gerçekleşir. Bu aşamada plastinasyon işlemi için özel tasarlanmış metal vakumlama tankları kullanılır. Bu tanklar üç çıkışlı kanallara ve kalın camdan yapılmış bir kapağa sahiptir. Bu kanallardan birine vakum pompası, diğerine tanktaki basıncı ölçmek için kullanılan Bennert manometresi ve bir diğerine de basıncı istikrarlı bir hale getirmek üzere valf bağlanır. İmpregnasyon aşamasında aseton ile yer değiştirmesi için kimyasal olarak aktif bir polimer olan silikon Biodur® S10 ve bu polimeri aktifleştiren katalizörü Biodur® S3 100:1 oranında karıştırılır. Örnekler bu S10/S3 karışımı içine gömülür (deJong ve ark., 2007; Pandit ve ark., 2015; Sagoo ve Addis, 2013; Suganthy ve Francis, 2012 ve von Hagens ve ark., 1987). Burada kullanılan polimer düşük buhar basıncına sahipken ara çözücü olarak kullanılan aseton ise yüksek buhar basıncına sahiptir. Bu sebeple vakum pompası çalıştırılıp örnekler vakum tankına yerleştirildikten sonra cam kapak tankın üzerine yerleştirilir ve bu aşamada sadece asetonun dokudan ayrılışı polimer yüzeyinde gaz kabarcıkları şeklinde gözlemlenir (von Hagens ve ark., 1987). Vakumla birlikte organın içinde oluşan negatif basıncın etkisiyle, aseton dokunun içinden çıkarken, dokunun içinde oluşan boşluğa S10/S3 karışımı yerleşir. Bu durum S10/S3 karışımı ile aseton dışarı çıkması sonucu örneğin içinde oluşan basınç farkı sayesinde gerçekleşir. Bu esnadaki en önemli nokta, polimerin aseton çıkışını takiben dokunun içine girebilmesi için, asetonun dokuyu oldukça yavaş bir şekilde

terk etmesini sağlamaktır (Henry, 1995; Prasad ve ark., 2015 ve Rohrs, 2014). Bu sebeple ilk aşamada basıncın, 20-25 mm-Hg gibi bir seviyede olması istenir. Bunu cam kapaktan içeri baktığımızda yüzeydeki 1-3 kabarcık çıkışıyla da ayarlamak mümkündür. Daha sonraki günlerde ise basınç, vakum tankına bağlanan valf yardımıyla yaklaşık 2-15 mm-Hg' ya kadar düşürülür ve örnek içerisindeki derin dokulardan aseton çıkışı da sağlanmış olur. Bu işlem yüzeyde hiç gaz kabarcığı görülmeğe kadar devam eder (Sagoo ve Adds, 2013; vonHagens ve ark., 1987). Valf tamamen kapalı olmasına rağmen hiç kabarcık gözlenmiyorsa vakumla gömme işlemi tamamlanmıştır. İmpregnasyonun hızı ve süresi, hem kullanılan polimere hem de doku ve organın özelliklerine bağlı olarak değişir. Yüksek viskoziteye sahip bir polimer kullanıldığında, düşük bir viskoziteye sahip bir polimere göre daha uzun sürede vakumla gömme sağlanır. Aynı şekilde daha büyük ve hacimli bir örneğin vakumla gömme süresi de daha uzundur (Prasad ve ark., 2015 ve von Hagens ve ark., 1987). Ancak organlar hemen polimerden çıkarılmaz, 24 saat süreyle vakumla gömme tankı içerisinde dinlenmeye bırakılır (deJong ve Henry, 2007). Bu sayede dokunun üzerindeki fazla silikonun süzülmesi sağlanır. İlk olarak -20 °C'de başlayan bu işleme daha sonra +4 °C'de devam edilir (Riederer, 2014). Fazla silikonun süzüldüğü bu işleme silikon salma (silicone oozing) da denir. Ayrıca silikonun fazlası kâğıt havlular yardımıyla örneğin üzerinden temizlenebilir (Looney ve Henry, 2014; McCreary ve ark, 2013; Mendez ve ark., 2008). Bunun dışında, bu dinlenme periyodu sayesinde, plastinatın kalitesi için önemli bir reaksiyon olan ve zincir uzaması (chain extension) denilen kimyasal işlem gerçekleşir. Bu süreçte S10 ile S3 arasındaki kimyasal etkileşim halen devam etmektedir. İmpregnasyonu tamamlanan doku içerisindeki kimyasal olarak aktif silikon molekülleriyle, katalizör arasında daha uzun kimyasal bağlar kurulur. Oda sıcaklığında S10 ile S3 arasındaki zincir uzaması günler hatta haftalar boyunca devam edebilir (deJong ve Henry, 2007).

1.3.1.5. Gaz Kürleme - Sertleştirme

Gaz kürleme; vakumla gömme aşaması tamamlanan örnekteki doku sıvılarının yerini alan S10/S3 karışımının, sürekli buharlaştırılarak gaz hale geçmesi sağlanan ve kimyasal bir ajan olan Biodur® S6 ile çapraz bağlanma (cross linkage) reaksiyonu gerçekleştirerek, kapalı bir sistem içerisinde, sertleştirilmesi işlemidir. Bu kapalı sistemde, içi görülebilir bir gaz kürleme tankına, bu tank içinde hava akımı sağlayabilmek için dışardan sisteme bağlanan bir fana ve içeriye temiz hava gönderen bir havalandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca sistemin içerisinde S6'nın sürekli buharlaşmasına bağlı olarak gelişebilecek olan nemi uzaklaştırabilmek için kalsiyum sülfat (CaSO_4) gibi nem çekici kimyasallar kullanılabilir. Buna ilaveten sistemin tabanına polimerin fazlasını içine çekmek üzere emici kâğıtlar serilebilir (deJong ve Henry, 2007 ve Weiglein, 1993). İşlem sırasında, buharlaşması sağlanan S6, tamamlanan örneğe tutunur. Reaksiyon örneğin yüzeyinde başlar ve derin dokulara doğru ilerler. İşlem başladıktan birkaç gün sonra yüzeyi kuru bir halde sertleşen bir örneğin derin dokularında işlem halen devam etmektedir. Bu sebeple örnekler; gaz kürleme tankından çıkarıldıktan sonra, kimyasal reaksiyonun devam ettiği düşünülerek, bir süre daha hava geçirmeyen plastik poşetlerde veya koruyucu kaplarında saklanmalıdır (deJong ve Henry, 2007; Ekim ve ark., 2014; von Hagens ve ark., 1987 ve Weiglein, 1993).

Bu bilgiler ışığında, tüm plastinasyon aşamalarının tamamlanmasının ardından; toksik olmayan, herhangi bir koruyucu işleme gereksinim duymadan uzun yıllar saklanabilen, doku ve organların normal anatomik şekline, büyüklüğüne ve rengine yakın, doğala özdeş plastinatlar elde edilir. Anatomik işlem gören kadavralardaki doku, organ veya çeşitli vücut kısımlarının bu şekilde korunabildiği başka bir yöntem yoktur (Ekim ve ark., 2014; Pedovski, 2008 ve Sagoo ve Adds, 2013). Bu nedenle elde edilen plastinatlar, pek çok alanda, öğrenciler için eğitim materyali olarak

kullanılabilir (Ekim ve ark; 2014, Latorre ve Henry, 2007; Ravi ve Bath, 2011; Suganthy ve Francis, 2012) . Ancak plastinasyon tekniğinin en büyük problemlerinden biri; biyolojik doku ve organların doğal rengini tam olarak koruyamamasıdır (McCreary ve ark., 2013 ve Steinke ve Spanel-Borowski; 2005).

1.4. Rengin Tanımı ve Ölçüm Yöntemleri

1.4.1. Renk ve Işığın Tanımlanması

Renk kavramının anlaşılabilmesi için öncelikle ışığın tanımlanması gerekir. Işık, gözlerimizin duyarlı olduğu elektromanyetik spektrumun parçası olan bir çeşit enerjidir. İnsan gözü 360-780 nm gibi oldukça dar algılanabilir bir dalga boyuna sahiptir. Bu sebeple radyo dalgaları, X-ışınları, ultraviyole ışınlar (UV), kızılötesi ışınları gibi tüm elektromanyetik yayınımları algılayamaz (Westland, 2003).

Renk ise, bir cisimden yansıyan veya yayılan, ışığın görülebilir spektrumuna karşı beyinde oluşan algısal bir tepkidir (Wu ve Sun, 2013). Bir objeden yansıyan rengin, yansıttığı ışık miktarına göre bir “değeri”, bulunduğu renk ailesiyle ilişkisine bağlı olarak “tonu” ve görsel şiddetine ve saflığına bağlı “doygunluğu” vardır (Lammens, 1994 ve Sağocak, 2005).

Renk, birçok alanda ürünlerin kalite göstergesinin en önemli belirleyicisidir (Huidobra ve ark., 2003; Kays, 1998 ve Wu ve Sun, 2013). Bu sebeple pek çok mesleki alanda, renklerin ölçülmesi ve sayısal verilerle ifade edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

1.4.2. Renklerin Ölçülmesi

Anatomi alanında, eğitim ve araştırma materyali olarak kullanılmak üzere hazırlanan örneklerin etkin bir eğitim materyali olabilmesi için mümkün olduğunca canlı hayvan dokularındaki özellikte olması istenir. Bu sebeple bu örneklerin bozulmadan korunması ve saklanması oldukça önemlidir (Hammer ve ark., 2015; Inglez ve Matera 2015; Rai ve ark., 2012; Silva ve ark., 2004 ve Winkelmann, 2007). Ölümü takip eden süreçte, canlı hayvan dokularına benzerliğin belirlenmesindeki en önemli kıstaslarından biri dokularda meydana gelen renk değişikliğidir (Hunt ve King, 2012 ve Persnell, 2015).

Renkler farklı ölçüm yöntemleriyle ölçülebilir ve kantitatif verilere çevrilebilir. Günümüzde genel olarak kullanılan iki ya da üç boyutlu düzlemde renk alanları ve sayısal veriler ile renkleri oluşturup, yansıtan ve görselleştiren cihazlar vardır. Ayrıca insan faktörüne bağlı olması ve bireyden bireye değişen sonuçlar vermesi bakımından dezavantajları olmasına rağmen inspeksiyon da renklerin analizinde kullanılabilen bir yöntemdir. Ancak daha objektif veriler elde edebilmek için, referans değerleri belirlenmiş kolorimetre cihazları veya bilgisayar görüntüleri kullanılmaktadır. Bu cihazların kullanımı daha çok gıda alanında tercih edilmektedir. (Hunt ve King, 2012; Leon ve ark., 2006; Melendez-Martinez ve ark., 2005 ve Wu ve Sun, 2013).

1.4.3. Kolorimetri Nedir?

Kolorimetri, renkleri sayısal olarak ifade etmek ve örnekler arasındaki renk farklılıklarını ortaya koymak üzere geliştirilmiş olan renk ölçüm metodu olarak tanımlanır. Başta, gıda, endüstri, sanayi, ticaret, laboratuvar,

kozmetik gibi görsel olarak ışığı yayan ve yansıtan her türlü ürünün kullanıldığı pek çok dalda uygulama alanına sahiptir. Kolorimetre cihazları, ışığı yayan birincil ışık kaynakları ile dış ışığı yansıtan veya ileten ikincil ışık kaynaklarının renklerini ölçmek için kullanılır. Bahsedilen renk ölçüm yöntemleri arasında bulunan ve tristimulus (üç uyaranlı spektruma sahip) renk ölçüm cihazlarından olan kolorimetre cihazları, insan gözünün renkleri algılama esasına dayanılarak üretilmiştir. Bu cihazlar, dokulardaki parlaklık oranını; L^* (0 - 100 değerleri arasında) ve yeşilden kırmızıya; a^* , maviden sarıya; b^* renk değişim derecesini (-120 – 120 değerleri arasında) koordinatlar üzerinde gösterip, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) $L^*a^*b^*$ sistemi standartlarınca belirlenmiş değerler vermektedir. Kullanımı oldukça basit ve hızlıdır. Kalibrasyonu için standart değerlere sahip olan beyaz kalibrasyon levhası kullanılır (Anonim, 2017b; Kays, 1998; Oliveria ve Balaban, 2006; Vanezis ve Trujillo, 1995 ve Wu ve Sun, 2013).

Kısacası kolorimetre, insan gözünün renkleri algılayabilme özellikleriyle, görülebilir ışığın ölçülmesi ve ürünlerdeki renk kalitesinin sayısal olarak ifade edilmesine olanak sağlamaktadır (Brainard ve Stockman, 2009 ve Gangakhedkar, 2010).

Bugüne kadar yapılan literatür çalışmalarında, biyolojik dokulardan hazırlanan ve doğal renge yakın olarak tanımlanan plastinatlardan, doğal renge yakınlık derecesinin, herhangi bir analiz yöntemiyle ölçüldüğüne, rastlanmamıştır. Bu sebeple yapılan bu tez çalışmasında, genel olarak beş aşamadan oluşan plastinasyon işleminin tüm aşamalarında, hazırlanan örneklerde meydana gelebilecek olan muhtelif renk değişimlerinin sayısal olarak ortaya konulması amaçlanmıştır. Elde edilen sayısal veriler, kendi aralarında karşılaştırılıp anlamlı veriler oluşturmak üzere istatistiki olarak değerlendirilmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Çalışma Materyali

Çalışma materyalini, ruhsatlı bir mezbahadan temin edilen 1 adet ergin koyun (*Ovis aries*) oluşturdu. Çalışmada kullanılan koyuna ait kas dokusu, kesimi takiben ilk 15 dakikada alındı. Canlı hayvan üzerinde herhangi bir işlem yapılmadığına dair Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan 2017-3-18 karar numaralı protokol onayı ile Etik Kurul Kararı tez hazırlık aşamasında alındı.

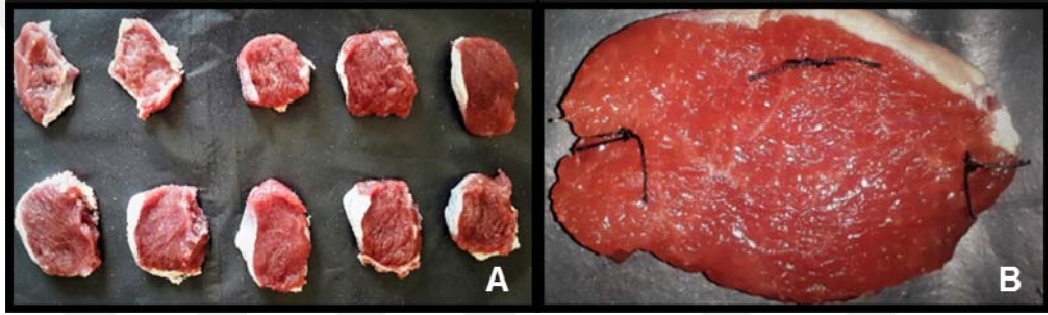
2.2. Materyalin Hazırlanması

Mezbahada kesilen 1 adet koyundan, sırt bölgesindeki kaslardan biri olan *musculus longissimus, columna vertebralis* boyunca, deri, yağ ve bağ doku gibi çevre dokular bistüri, penset, şirurjikal makas vb. aletler kullanılarak karkastan uzaklaştırıldı. Çalışmada, *m. longissimus*'un, *m. longissimus cervicis*, *m. longissimus thoracis* ve *m. longissimus lumborum* bölümleri kullanıldı. Karkastan ayrılan kas dokusu, havayla temas etmeyecek şekilde streç film ile sarılarak, araç tipi soğutucuyla (Master MTR-BZ2400, İstanbul-Türkiye) Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Laboratuvarı'na getirildi.

2.3. M. longissimus'un Plastinasyonu ve Renk Analizi

2.3.1. Tespit Aşaması

Laboratuvar ortamında ilk olarak, m. longissimus'a, çalışmaya engel oluşturacak nitelikteki çevre dokuların (yağ doku, bağ doku vb.) uzaklaştırılması için, ayrıntılı bir diseksiyon işlemi uygulandı. Daha sonra dokudan dijital kumpas (Mitutoyo) yardımıyla 2 cm'lik genişlikte kesitler alınarak, toplamda 10 adet numuneden oluşan bir örneklem oluşturuldu (Şekil 2.1.A). Ardından her parça, Şekil 2.1.B'de gösterildiği gibi, 3 noktadan şirurjikal ipek suture ile işaretlendi



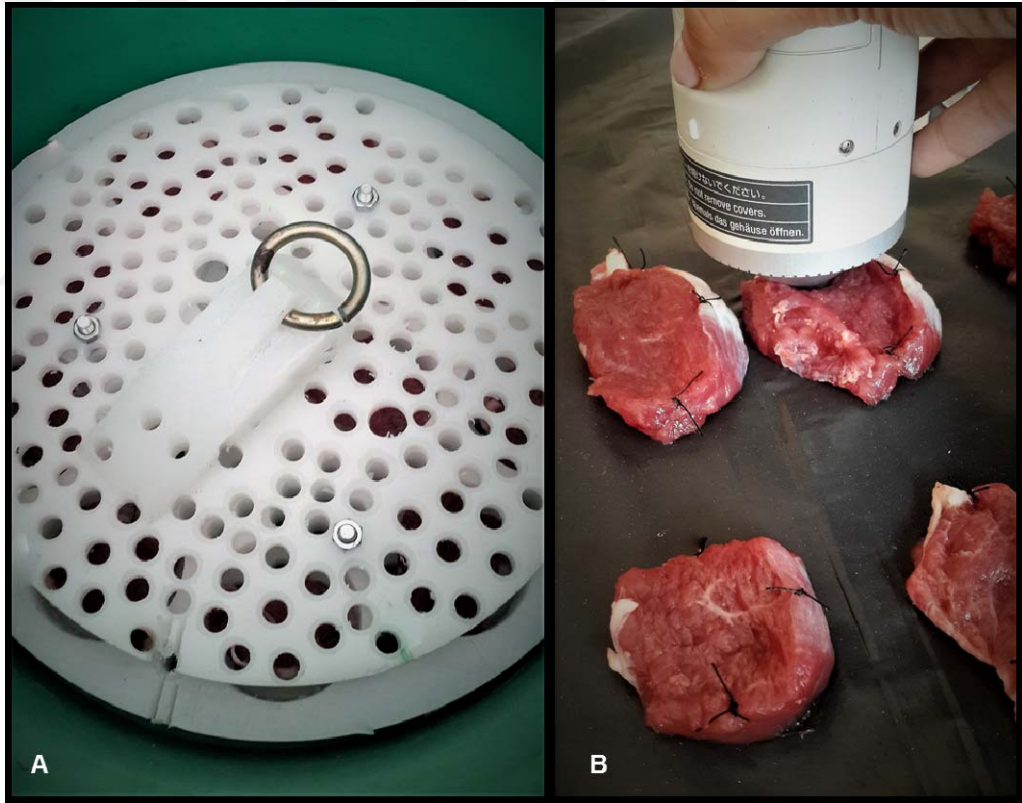
Şekil 2.1. Toplamda 10 adet numuneye (A) ve tespit edilmeden, renk analizi için 3 ayrı noktadan işaretlenen numunelere (B) ait fotoğraflar

Taze bir kas dokusunun işaretlenmiş bölgelerinden, kesimi takip eden 1. saatte (Huidobro ve ark., 2003 ve Vanezis ve Trujillo, 1995), referans renk değerlerini oluşturmak amacıyla, ilk renk analizleri yapıldı (Şekil 2.2.B). Ölçüm için, tristimulus renk ölçüm cihazlarından olan, insan gözünün renkleri algılama prensibiyle çalışan kolorimetre (Konica, Minolta CR-400, Osaka-Japonya) cihazı kullanıldı.

CR-400 kolorimetre cihazı, dokularda meydana gelen parlaklık oranı (L^*) ile yeşilden kırmızıya (a^*) ve maviden sarıya (b^*) renk değişim derecelerini, X-Y koordinatları üzerinde gösterip, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) $L^*a^*b^*$ sistemi standartlarınca belirlenmiş sayısal

değerler vermektedir (Kays, 1998; Leon ve ark., 2006; Oliveria ve Balaban, 2006 ve Vanezis ve Trujillo, 1995).

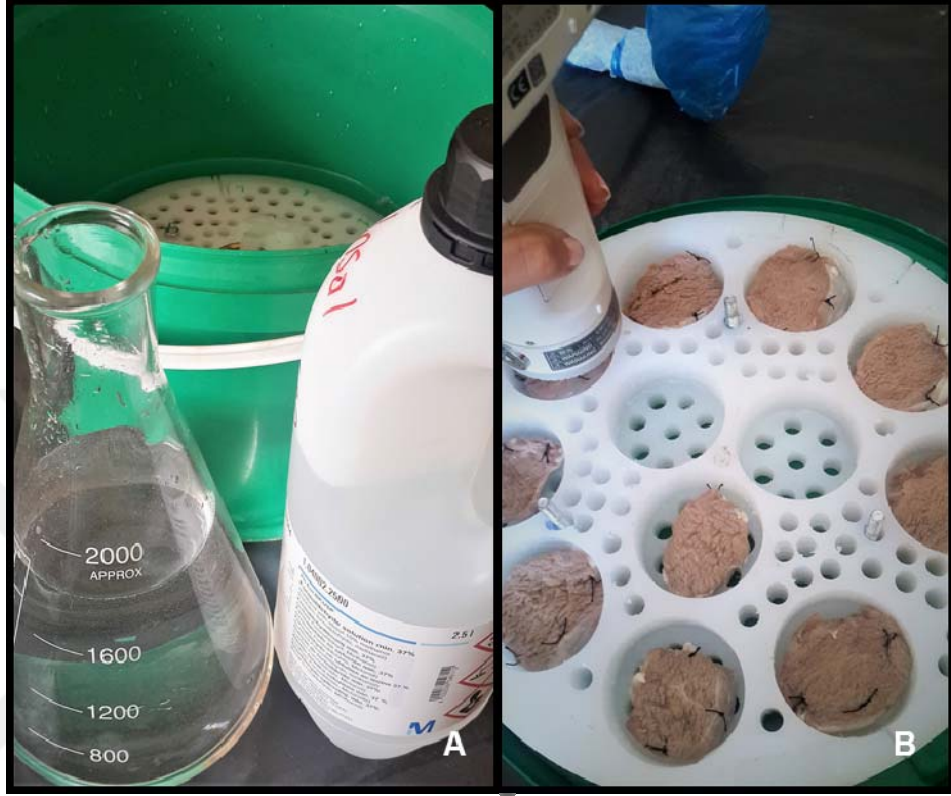
Çalışmanın hazırlık döneminde, plastinasyonun her aşamasındaki işlemler düşünülerek, bu işlemlerin uygulanabilirliğini kolaylaştırmak ve uygulama sırasında örneklerde herhangi bir şekil bozukluğu oluşmasını engellemek amacıyla bir doku muhafaza kabı tasarlandı (Şekil 2.2.A) Bu kap; 5 cm çapında, 2,5 cm yüksekliğinde, 12 adet yuvarlak, delikli bölmeleri olan, toplama 46 cm çapında, 4,5 cm yüksekliğinde, asetona dirençli polietilen malzemeden yapıldı.



Şekil 2.2. Çalışma için özel tasarlanmış kapaklı doku muhafaza kabı (A), Örneklerin kolorimetre cihazıyla ilk renk analizlerinin yapılması (B)

Tespit için hazırlık aşaması tamamlanan örnekler, % 10'luk formalin çözeltisinde, oda sıcaklığında 24 saat süreyle, tespit edildi (Şekil 2.3.A). Bu

sürenin sonunda örnekler, tespit solüsyonundan çıkarıldı. Tüm örneklerin, daha önce işaretlenen noktalardan 2. renk ölçümleri yapıldı (Şekil 2.3.B).



Şekil 2.3. Örneklerin tespit edilmesi için %10'luk formaldehit çözeltisinin hazırlanması (A), Tespitin ardından renk analizinin tekrarlanması (B)

2.3.2. Dehidrasyon Aşaması

Parçalara ayrılan *m. longissimus*' un plastinasyonuna geçmeden önce, tespit edilen örneklerden formaldehit kalıntısını uzaklaştırmak için örnekler 2 gün süreyle akan su altında bekletildi.

Tespit öncesi ve sonrası tüm işlemleri tamamlanan örnekler plastinasyonun ikinci aşamasına göre, -25°C ' de saf (% 99,5) aseton (Birpa Kimya, Ankara-Türkiye) banyosuna alındı (Şekil 2.4.A). Asetonun dokulara

oranı 10:1 olarak ayarlandı. Aseton banyosu, asetona dirençli kaplar içinde, derin dondurucuda (Biodur® Products, HK05A1.0, 650l, Heidelberg-Almanya) gerçekleştirildi. Asetonun başlangıç konsantrasyonuna göre değişimi her gün, sıcaklığı 20°C'ye çıkarılan asetondan, asetonometre (Biodur® Products, HD02A1.0 Heidelberg-Almanya) ile kontrol edildi (Şekil 2.4.B).



Şekil 2.4. Örneklerin 1. aseton banyosuna alınması(A), Asetonun konsantrasyon değişiminin asetonometre ile ölçülmesi (B)

Aseton konsantrasyonu, belli bir değerde sabitlendikten sonra, örneklerdeki renk değişim derecesi, her örnek için işaretli noktalarından, oldukça hızlı bir şekilde renk analiz cihazı ile tekrar ölçüldü. Ardından örnekler, saf asetonla hazırlanan 2. aseton banyosuna alındı ve

dehidrasyon aşamasının devamı için tekrar derin dondurucuya yerleştirildi. İkinci aseton banyosundaki aseton derişimi de her gün asetonometreyle ölçüldü. Aseton konsantrasyonu >%99 değerinde sabitlendiğinden 3. bir banyoya gereksinim duymadan örnekler, yeniden kolorimetrik ölçüme tabi tutuldu. Bu aşamadan sonra plastinasyondaki en önemli adım olan vakumla gömme aşamasına geçildi.

2.3.3. Yağdan Arındırma Aşaması

Bu aşama, yoğun yağ dokusuna sahip doku ve organlar için uygulanan bir işlem olduğundan (von Hagens ve ark., 1987) ve m. longissimus yoğun yağ doku ihtiva etmediğinden bu aşamanın uygulanmasına gerek görülmedi. Ayrıca var olan minimal yağ dokusu da hazırlık aşamasında diseksiyonla uzaklaştırıldı.

2.3.4. Vakumla Gömme (Zorlu İmpregnasyon) Aşaması

Standart silikon plastinasyon tekniğinin en önemli adımı olan bu aşamada, dehidrasyon aşaması tamamlanan örneklerde doku sıvılarının yerine geçen aseton, negatif basınç altında buharlaştırılarak doku içinden uzaklaştırılıp silikon polimerle yer değiştirildi.

Anatomi Anabilim Dalı Plastinasyon Laboratuvarı'nda gerçekleşen işlemlere başlamadan önce, bu aşamada kullanılacak olan kimyasal maddeler ile alet ve ekipmanlar hazırlandı. Bu aşamada kullanılan 2 önemli kimyasal madde olan Biodur® S10 silikon polimeri (Biodur® Products, KSK01A15.0, Heidelberg-Almanya) ve onun katalizörü Biodur® S3 kimyasal ajanından (Biodur® Products, KSH02A0.15, Heidelberg-Almanya) 1:100 oranında bir karışım elde edildi. İşlemler, vakumla gömme işleminin

gerçekleştirilmesi için özel olarak üretilmiş olan, 35l kapasiteye sahip, vakum tankında (Biodur® Products, HD03A1.0, Heidelberg-Almanya) -25 °C' de gerçekleştirildi. Bu sebeple, vakumla gömme tankındaki negatif basıncın kontrolünü sağlamak üzere bir adet Bennert manometresi (Biodur® Products, HI13A1.0, Heidelberg-Almanya) ve 1 adet valf (Biodur® Products, HI10A1.0, Heidelberg-Almanya) sisteme entegre edildi. Ayrıca laboratuvar güvenliğini sağlamak amacıyla vakumla gömme yapıldığı odanın dışında, derin dondurucudaki vakum tankına dışardan bağlanabilen ve saatte 1,5 m³ vakumlama kapasitesi olan 1 adet vakum pompası (Biodur® Products, HI18A1.0, Heidelberg-Almanya) çalışmada kullanmak üzere hazırlandı.

Vakumla gömmeye hazırlık işlemleri tamamlandıktan sonra dehidrasyon aşaması tamamlanan ve tekrar renk analizleri yapılan dokular, dokuları muhafaza etmek için özel olarak tasarlanan organ saklama kabı içinde, S10/S3 karışımına gömüldü. Ardından vakum pompası çalıştırılarak vakum tankına bağlandı. Eş zamanlı olarak vakum tankının cam kapağının izolasyonu sağlandı. Bu işlemlerin doğruluğu negatif basıncın etkisiyle doku içinden buharlaşan asetonun gaz kabarcığı şeklinde silikonun içinde yükselmesiyle kontrol edildi. Gaz kabarcıklarının çıkışı, Şekil 2.5.B'de gösterildiği gibi, 5 cm² lik alanda, saniyede 1-3 baloncuk olacak şekilde vakum tankına bağlanan valf ile ayarlandı (Şekil 2.5.A). Bu esnada sisteme bağlanan Bennert manometresinin göstergesi 20 ila 25 mm-Hg olarak kaydedildi. Kabarcık çıkışı azaldığında valf bir miktar kapatılarak basıncın biraz daha düşürülmesi sağlandı. Gaz kabarcıklarının çıkışı 6 gün boyunca düzenli olarak kontrol edildi. Manometrenin <5 mm-Hg'yı gösterdiği (Ekim ve ark., 2014 ve Riederer, 2014) ve valfin tamamen kapalı olduğu, durumda herhangi bir kabarcık çıkışı gözlenmediğinden, vakumla gömme aşaması bitmiş kabul edildi.



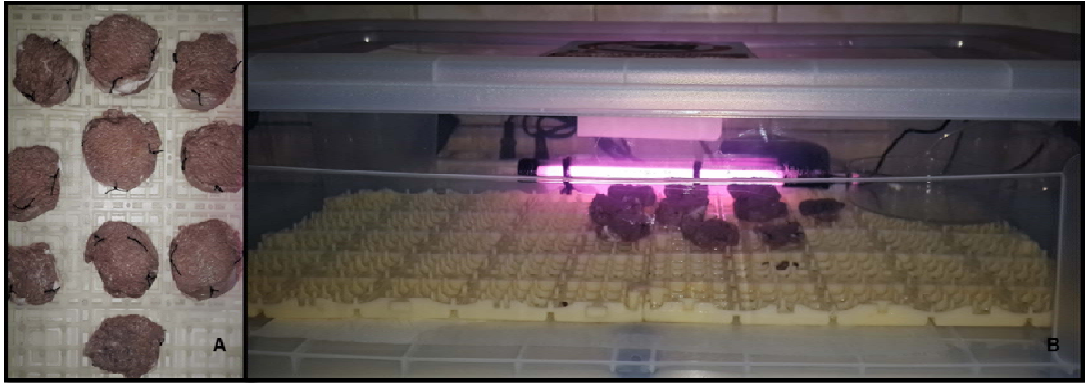
Şekil 2.5. Vakum takınına kontrol valfinin yerleştirilmesi (A), İmpregnasyonda aseton çıkışının kabarcıklarla gözlenmesi (B)

2.3.5. Gaz Kürleme – Sertleştirme Aşaması

Bu aşamaya geçmeden önce vakumla gömme aşaması tamamlanan örnekler, 24 saat süreyle silikon tankının içinde, S10/S3 karışımından çıkarılarak fazla silikonun dokudan süzülmesi için, askıda dinlenmeye bırakıldı. Bu sürenin sonunda örnekler; silikon salmanın sürmesi nedeniyle, S10/S3 arasındaki kimyasal zincir uzaması reaksiyonunun da bir süre daha devam etmesi adına, oda sıcaklığında 2 gün daha dinlenme periyoduna alındı (Şekil 2.6.A). Buradaki temel amaç daha dayanıklı örnekler elde etmektir.

Silikon salma ve zincir uzaması periyodundan alınan örneklerin yüzeylerindeki silikon polimer, partikül bırakmayan kâğıt havlu yardımıyla

temizlendi. Gaz kütleme ve sertleştirme aşamasından önce örnekler, bir kez daha renk analizine tabi tutuldu. Daha sonra örnekler, gaz kütleme-sertleştirme tankına yerleştirildi. Dış ortamdan izole kütleme tankının içerisine ayrıca cam bir kap içerisinde Biodur® S6 (Biodur® Products, KSH03A1.0, Heidelberg-Almanya) sertleştirici kimyasal da konuldu. Kütleme-sertleştirme işleminin verimli olabilmesi için, sıvı halde bulunan S6'nın, S10/S3 karışımıyla çapraz bağlanma reaksiyonuna girip onu sertleştirilebilmesi, dolayısıyla gaz forma geçmesi gerekmektedir (deJong ve Henry, 2007). S6'nın yavaşça buharlaşıp gaz haline dönüşmesini ve çapraz reaksiyonu gerçekleştirebilmesi amacıyla, kütleme tankına dışarıdan entegre bir hava motoruyla (Eheim 3704, Deizisau-Almanya) günde 2 defa 1'er saat süreyle 400 l/sa hava akımı verildi. Yüzeylerinden sertleşmeye başlayan örneklerin derin dokularında da çapraz reaksiyonun gelişebilmesi için 10 gün süreyle örnekler gaz kütleme ve sertleştirme işlemine tabi tutuldu (Şekil 2.6.B). Bu sürenin sonunda örnekler gaz kütleme tankından çıkarıldı ve son kez renk analizleri, önceki ölçümlerle karşılaştırmak üzere yeniden yapıldı.



Şekil 2.6. Silikon salma ve zincir uzaması için, örneklerin oda sıcaklığında dinlendirilmesi (A), Gaz kütleme ve sertleştirme aşaması (B)

2.4. Renk Analizi

Standart silikon plastinasyonu uygulanan örneklere, plastinasyonun her aşamasında, Konica, Minolta CR-400 kolorimetre (Konica Minolta Coop, Osaka-Japonya) cihazıyla renk analizi yapıldı.

Çalışma boyunca renk analizleri, kullanılan kolorimetre cihazının, farklı saha koşullarında çalışılabilir ve taşınabilir özellikte olması sebebiyle, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda bulunan Araştırma Laboratuvarı ve Plastinasyon Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Cihaz, Windows® 7 Professional işletim sistemine sahip, taşınabilir özellikte dizüstü bilgisayar (Sony®, Intel ®, Pentium ®, Dual CPU T3400) ve bilgisayarla uyumlu kolorimetre programı (SpectraMagic™ NX, Color Data Software) ile kullanıldı. Her kullanımdan önce cihazın kalibrasyonu için özel olarak üretilmiş olan beyaz zeminli, kalibrasyon levhası ile cihaz her kullanımdan önce kalibre edildi. Kalibrasyonun ardından yazılım programı tarafından yapılan yönlendirmeler ile ölçümler yapıldı.

Ölçümlerde, bu cihaza ait bir özellik olan, farklı noktaların ortalama değerlerinin alınabildiği ölçüm sekmesi kullanıldı. Bu sayede örneklerden daha önceden işaretli olan 3 farklı noktadan ölçümler alınıp otomatik olarak cihaz tarafından ortalama değerler hesaplandı. Ardından verilerin istatistiki olarak anlamlandırılabilmesi için Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı tarafından istatistiki analizleri yapıldı.

2.5. İstatistiksel Analizi

Verilere ait tanımlayıcı istatistikler yapılarak her bir değişkene ait, aritmetik ortalama, standart hata, standart sapma, medyan ve minimum-

maksimum değerleri hesaplanmıştır. Önemlilik testlerine geçilmeden önce verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro Wilk testi ile incelendi. Farklı aşamalardaki renk değişimi ölçümlerinin istatistiksel açıdan öneminin incelenmesinde tekrarlı ölçümlerde varyans analizinden yararlanıldı. İstatistik analizler için SPSS 14.01 paket programı kullanıldı. Tüm istatistik değerlendirmeler için $p < 0,05$ kriteri belirlendi.



3. BULGULAR

Çalışmada, koyuna ait *m. longissimus*' dan hazırlanan 10 adet örneğe, standart plastinasyon tekniği uygulandı. Plastinasyona başlamadan önce taze kas dokusuna ve plastinasyonun her aşamasında örnekler renk analizi uygulandı ve elde edilen veriler kendi aralarında karşılaştırıldı.

Taze kas dokusuna, postmortem 1. saatte, referans değerleri oluşturmak üzere, renk analizi yapıldı. Alınan tüm renk değişkenlerinin aritmetik ortalamaları (Aritmetik ortalama \pm SS) Çizelge 3.1' de belirtildi.

Çizelge 3.1. Kas dokusundan hazırlanan örneklerden tespit öncesi alınan renk analizi

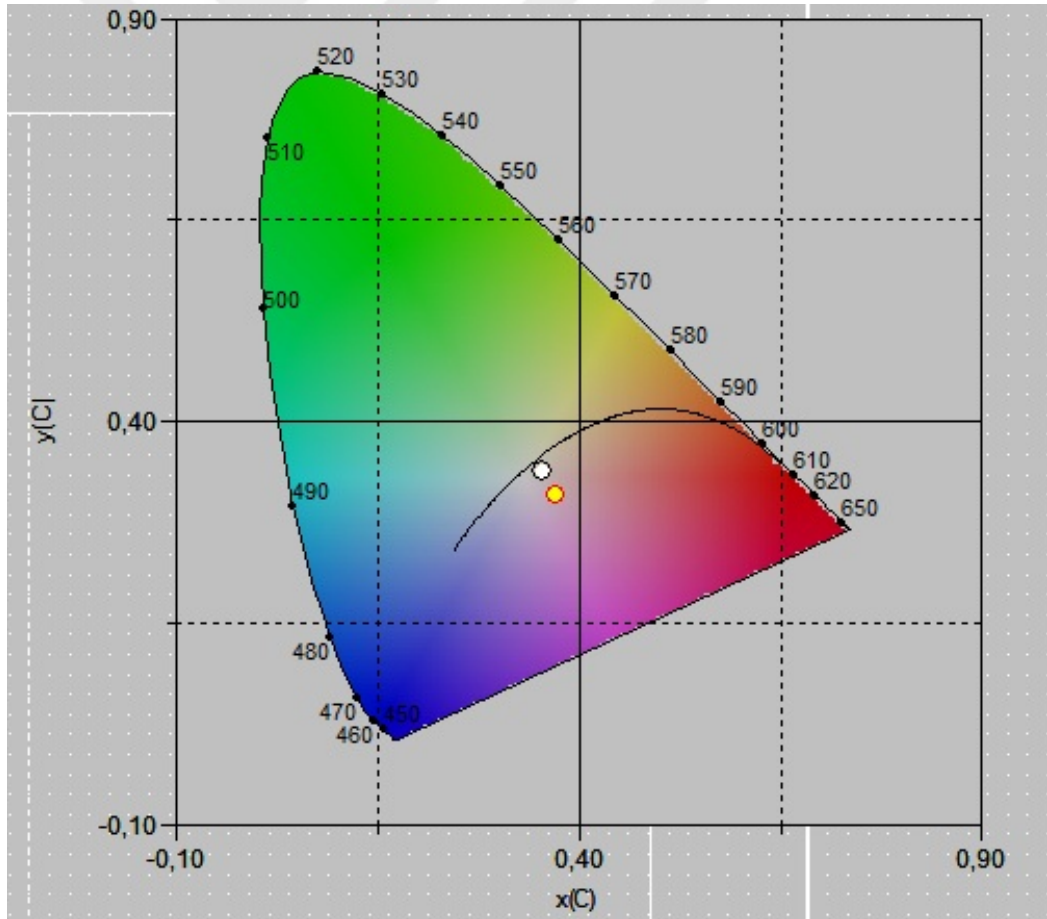
Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	32,6 \pm 1,02	3,22	<0,001
a*	10	13,09 \pm 0,26	0,81	
b*	10	3,74 \pm 0,33	1,03	

Örnekler tespit aşaması için %10'luk formaline alındıktan ve tespit aşaması tamamlandıktan sonra dokularda belirgin derecede bir ağarma gözlemlendi. Ardından tekrar yapılan renk analizleriyle bu renk kaybı derecesinin Çizelge 3.2'de gösterildiği gibi gözle görülebilecek düzeydeki renk değişim derecesinin bir göstergesi olan dE^* değerinin, oldukça yüksek olduğu görüldü. Tespit sonrası dokuların renginde meydana gelen bu değişim istatistiki olarak anlamlı bulundu.

Çizelge 3.2. Örneklerde tespit sonrası gözlenen renk analizi

Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	54,02 ± 0,46	1,46	<0,001
a*	10	6,49 ± 0,16	0,51	
b*	10	9,91 ± 0,22	0,68	
dE*	10	23,34 ± 0,62	1,95	

Taze dokundan kaydedilen renk dağılımı ile tespit sonrası dokuda meydana gelen renk değişimine ait değerler, X-Y düzlemi üzerinde dalgaboyu dağılım grafiğinde, Şekil 3.1’de olduğu gibi görünmektedir.



Şekil 3.1. Tespit sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerindeki dalgaboyu dağılım grafiği. (Sarı nokta; taze dokulardan alınan renk analizini, beyaz nokta; tespit sonrası dokulardan alınan renk analizini göstermektedir)

Tespit aşaması tamamlanan örnekler daha sonra, saf aseton banyosuna alınıp -25°C’de derin dondurucuya kaldırıldı. 1. aseton banyosu 4. günün sonunda % 96,5 aseton konsantrasyonunda sabitlendi (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Günlere göre 1. aseton banyosundaki aseton konsantrasyon değişimi yüzdesi (%)

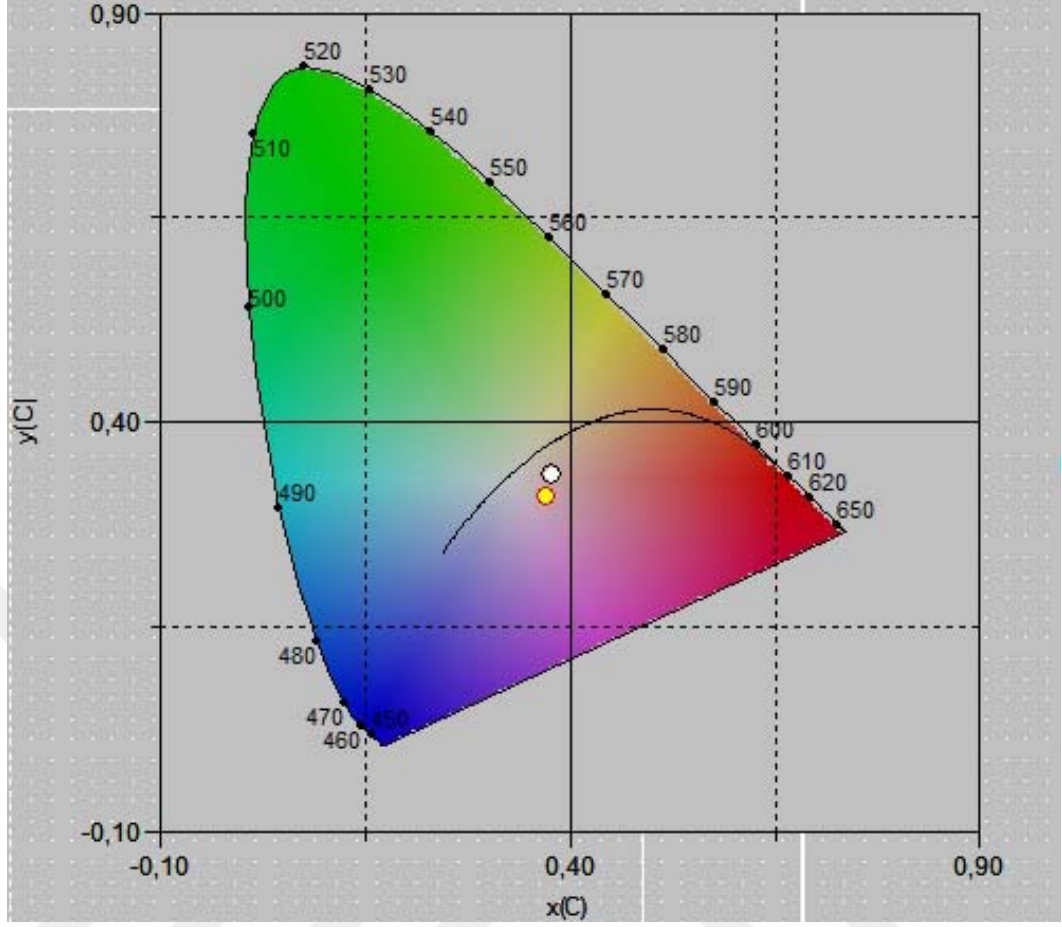
Günler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün
% Aseton Konsantrasyonu	99,5	98	97	96,5	96,5	96,5

Birinci aseton değişiminden sonra, 2. aseton banyosuna alınmadan hemen önce örneklerin renk değişim dereceleri Çizelge 3.4’de gösterildiği gibi kaydedildi.

Çizelge. 3.4. Birinci aseton banyosu sonundaki renk değişimi

Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	52,74 ± 0,42	1,33	<0,001
a*	10	13,32 ± 0,44	1,38	
b*	10	11,95 ± 0,19	0,61	
dE*	10	21,85 ± 0,83	2,64	

Ayrıca kolorimetre cihazının yazılım programı sayesinde alınan grafiklerle, taze dokudaki renk dağılımı ve 1. aseton banyosu sonrasındaki renk değişimi X-Y düzlemi üzerinde Şekil 3.2’de olduğu gibi gösterildi.



Şekil 3.2. Birinci aseton banyosu sonrası renk değişiminin, X-Y düzleminde dalgaboyu dağılım grafiği üzerinde gösterilmesi (Sarı nokta; taze dokulardan alınan renk analizini, beyaz nokta; 1. aseton banyosu sonrasında dokulardan alınan renk analizini göstermektedir).

Aseton konsantrasyonu sabitlenen örnekler, 6. günde, yine saf aseton ile hazırlanan 2. aseton banyosuna alındı. Aseton banyolarında kaydedilen konsantrasyonlar Çizelge 3.5’de sunuldu.

Çizelge 3.5. Günlere göre 2. aseton banyosundaki % değeri cinsinden aseton konsantrasyon değişimi

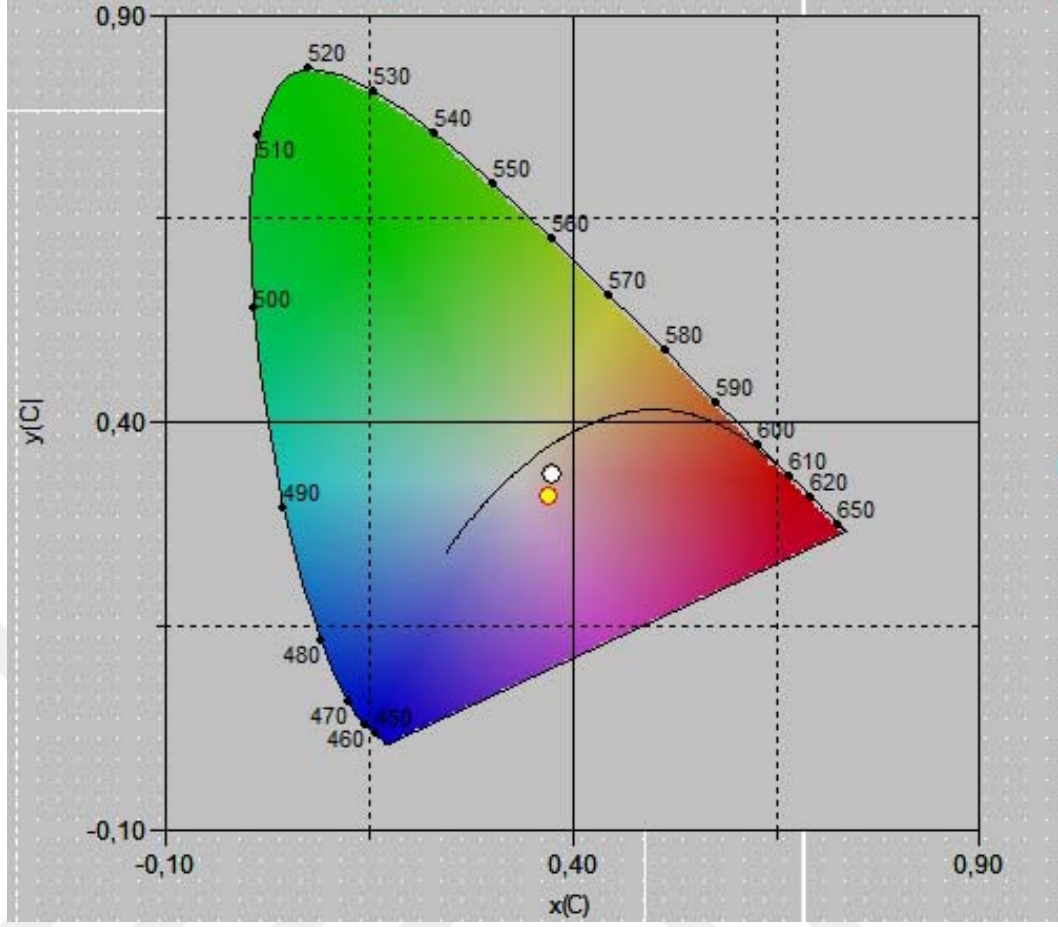
Günler	1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün
% Aseton Konsantrasyonu	99,5	99,3	99,2	99,2	99,2	99,2

İkinci aseton banyosunda konsantrasyon 3. gün % 99,2' de sabitlendi. Böylece 6. günün sonunda 2. aseton banyosu da tamamlandı (Çizelge 3.5). Aseton konsantrasyonu >% 99 gibi bir değerde sabitlendiğinden 3. bir aseton banyosuna ihtiyaç duyulmadı.

Çizelge 3.6. İkinci aseton banyosu sonunda dokularda meydana gelen ortalama renk değişimi

Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	52,62 ± 0,49	1,53	<0,001
a*	10	12,45 ± 0,39	1,24	
b*	10	11,89 ± 0,21	0,67	
dE*	10	21,73 ± 0,69	2,18	

İkinci aseton banyosundan sonra, yeniden renk analizleri alındı. Bu analizlere ait veriler Çizelge 3.6 ve Şekil 3.3'te gösterildi.



Şekil.3.3 İkinci aseton banyosu sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerinde gösterilmesi (Sarı nokta; taze dokulardan alınan renk analizini, beyaz nokta; 2. aseton banyosu sonrasında dokulardan alınan renk analizini göstermektedir).

Dehidrasyon aşaması tamamlanan örnekler, $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de vakumla gömme aşamasına alındı. Bu aşamada dakikada 5 cm^2 'lik alanda 1-3 gaz kabarcığı çıkışı kaydedildi. Vakumla gömme aşaması 6 günde tamamlandı.

İmpregnasyonu takiben dinlenme periyoduna alınan örnekler, bu kimyasal sürecin sonunda, tekrar renk ölçümüne tabi tutuldu. Bu ölçüme göre, değerler Çizelge 3.7'de belirtildiği gibi kaydedildi.

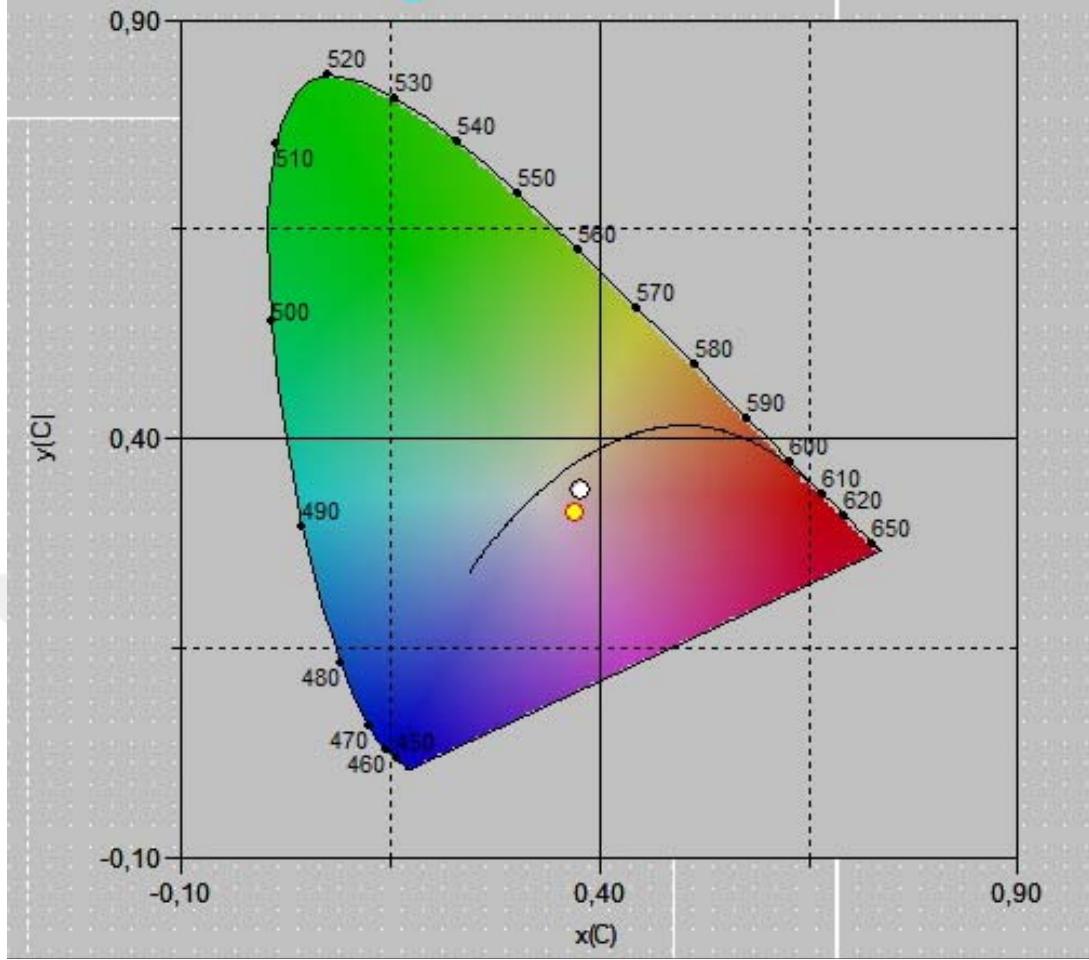
Çizelge 3.7. Vakumla gömme aşamasından sonra dokulardaki renk değişim değerleri

Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	46,34 ± 0,32	1	<0,001
a*	10	12,36 ± 0,34	1,08	
b*	10	11,99 ± 0,22	0,68	
dE*	10	16,18 ± 0,83	2,62	

Buna göre vakumla gömme aşamasından sonra, dokulardaki ortalama renk değişim sonuçları değerlendirildiğinde; tespiti takiben dokularda meydana gelen ağarmanın dehidrasyon aşamasında azalması, L* değerindeki düşmeyle gözlemlendi. Bunu vakumla gömme aşaması sonrasında, dokulardan çekilen asetonun yerine silikonun girmesi daha da arttırmış olmalı ki dokuların parlaklık oranı bu aşamada, gözle görülür bir derece de azaldı. İmpregnasyon aşamasından sonra kaydedilen L* değeri ile taze bir dokudan alınan ortalama L* değeri arasındaki fark 13,74 birim değer ile birbirine en yakın L* değerleri olarak kaydedildi.

Bununla birlikte taze bir dokuda yeşilden kırmızıya ortalama renk değişim derecesi olan a* kırmızı renge yakındı. Ancak tespit sonrası bu değer ortalama olarak 6,6 birim değer kırmızıdan uzaklaşmış olarak kaydedilirken vakumla gömme aşamasından sonra a* değerinin kırmızıya doğru, ortalama olarak 5,87 birim değer yeniden yakınlaştığı gözlemlendi.

Ayrıca taze dokuda sarıdan maviye renk değişim derecesi olan b* ortalama 3,74 birim değer sarı renge yakınken, tespit sonrası sarı renk derecesinin ortalama olarak 6,17 birim değer arttığı kaydedildi. Buna ilaveten vakumla gömme sonrası ise b* değeri; 2,08 birim değer daha sarı lehinde artmaya devam etti. İmpregnasyon sonrası, dokuda meydana gelen bu değişimler, Şekil 3.4'de dalgaboyu dağılım grafiği üzerinde, gösterildi.

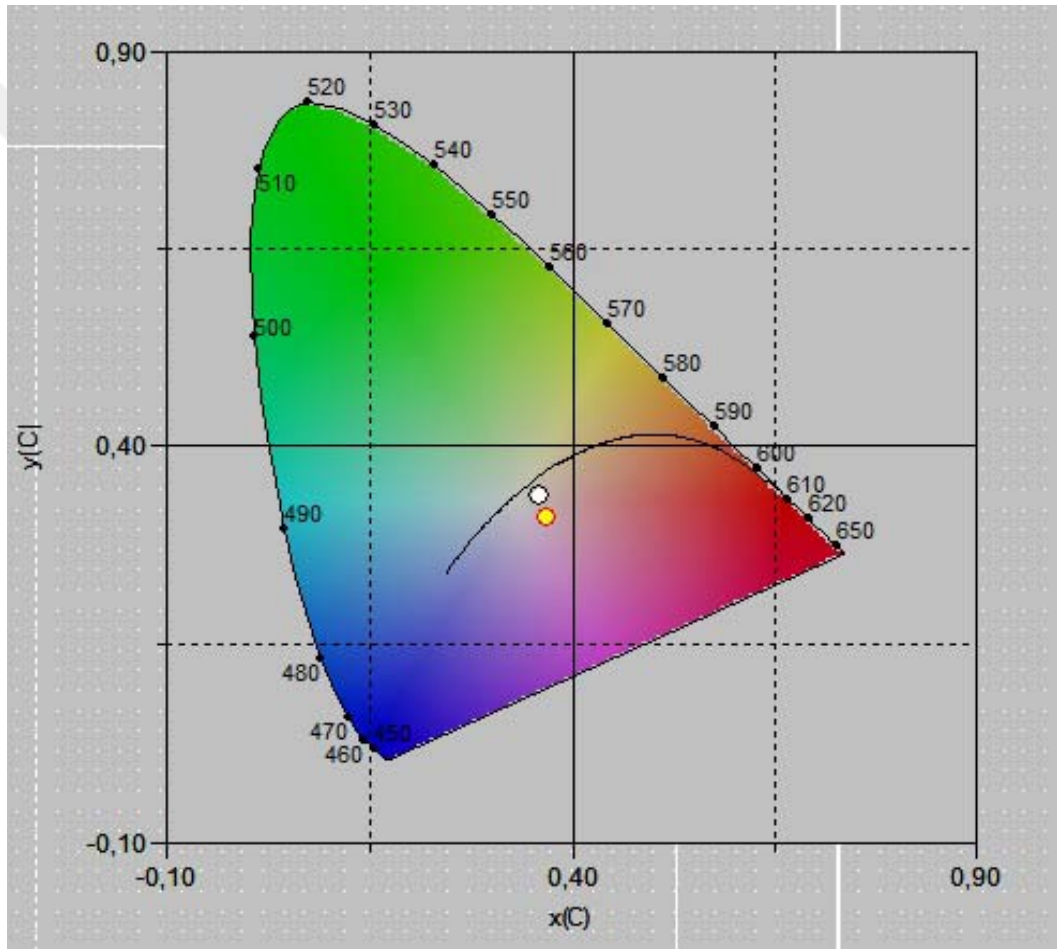


Şekil 3.4. Vakumla gömme aşaması sonrası renk değişiminin, X-Y düzlemi üzerinde gösterilmesi (Sarı nokta; taze dokulardan alınan renk analizini, beyaz nokta; vakumla gömme sonrası dokulardan alınan renk analizini göstermektedir).

İmpregnasyon aşamasından sonra gaz kütleme ve sertleştirme aşamasına alınan örnekler, bu aşamadaki kimyasal reaksiyonların dokulardaki renk değişimi üzerine etkisini gözlemlemek için, 10 günün sonunda işlemlerin tamamlanmasının ardından, son kez renk analizine alındı ve son ölçüm değerleri, Çizelge 3.8'de ve Şekil 3.5'te verildi.

Çizelge 3.8. Gaz kütleme-sertleştirme aşamasından sonra dokulardaki renk değişim değerlerinin aritmetik ortalaması

Değişken	Örnek Sayısı (n)	Aritmetik Ortalama	Standart Sapma	P
L*	10	51,58 ± 0,31	1,06	<0,001
a*	10	6,76 ± 0,23	0,72	
b*	10	9,75± 0,31	0,96	
dE*	10	21,04 ± 0,82	2,58	



Şekil 3.5. Gaz kütleme-sertleştirme aşaması sonrasındaki renk değişiminin, X-Y düzleminde dalgaboyu dağılım grafiği üzerinde gösterilmesi (Sarı nokta; taze dokulardan alınan renk analizini, beyaz nokta; gaz kütleme-sertleştirme sonrası dokulardan alınan renk analizini göstermektedir).

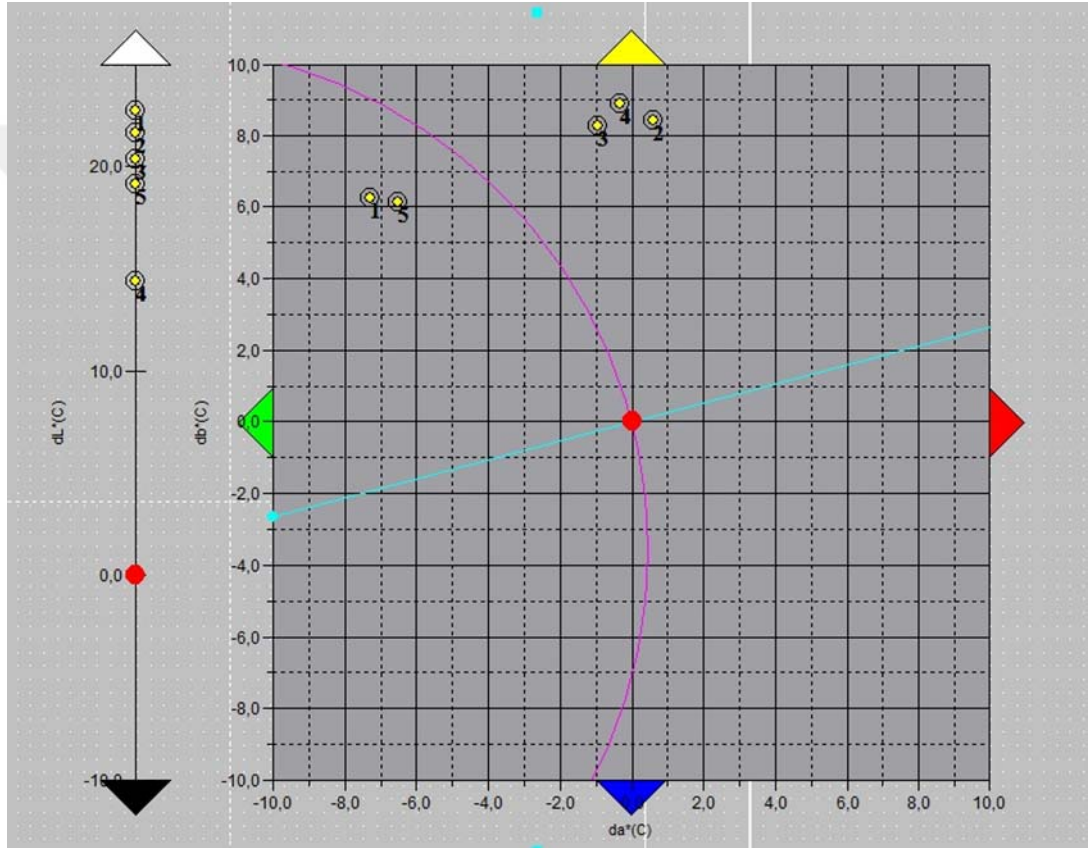
Elde edilen bilgiler ışığında, son ürün olan plastinata ait renk değerleri, taze dokuyla karşılaştırıldığında, dokulardaki parlaklık oranı L^* ;19,52 birim değer artarken, dokular kırmızı renk değerini a^* ; 6,33 birim değer kaybetti. Buna karşılık örnek, b^* ; 6,01 birim değer sarı renge yaklaştı ($p<0,001$). Tüm aşamalardan sonra, örneğin gözle fark edilir renk değişim değerinin, dE ; 21,04 birim değer değiştiği ortaya konuldu (Şekil 3.8).

Ayrıca, tüm bu bilgilerden yararlanılarak, dokulardaki değişim derecelerinin sayısal olarak anlamlandırılması amacıyla, değerlerin medyan değerleri ile minimum ve maksimum değerleri Çizelge 3.9'da sayısal olarak belirlendi.

Çizelge 3.9. Dokulardaki renk değişim değerlerinin, medyan değerleri ile minimum ve maksimum değerleri

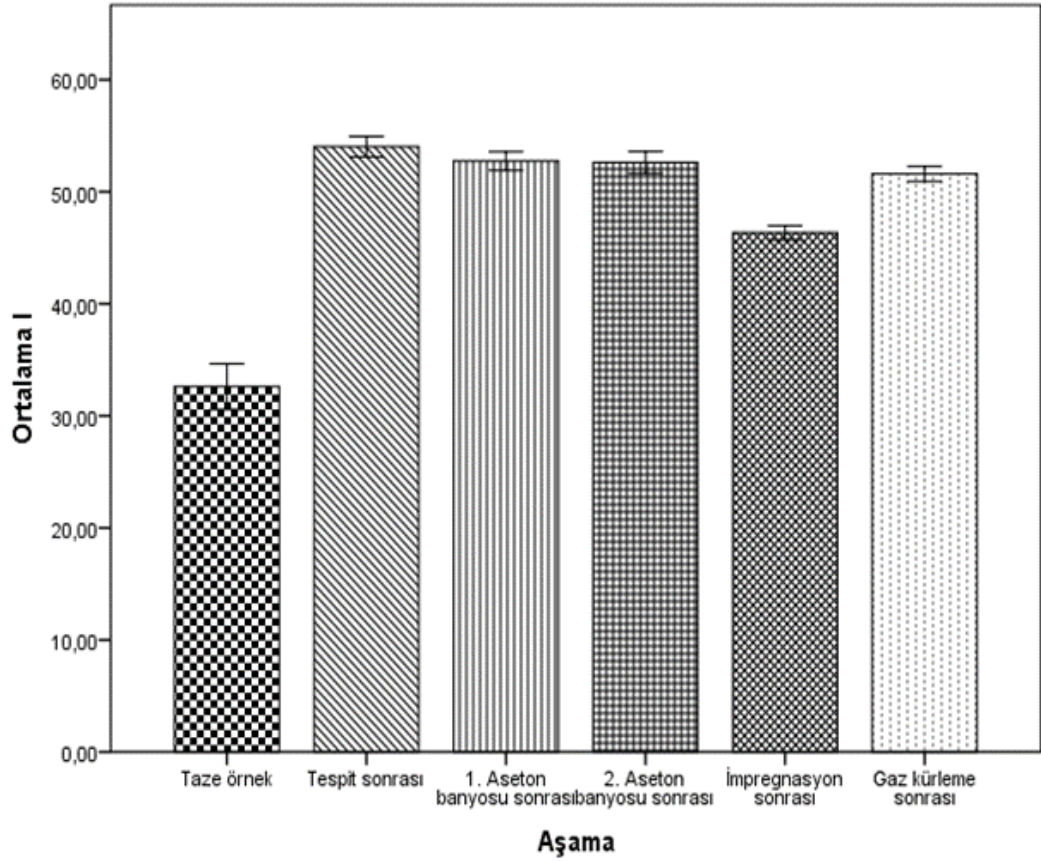
		Taze örnekte	Tespit Sonrası	1. Aseton Banyosu Sonrası	2. Aseton Banyosu Sonrası	İmpreg. Sonrası	Gaz Kürleme Sonrası
L^*	Medyan	31,28	53,93	52,85	52,24	46,43	51,66
	Min.	29,66	51,16	50,46	51,01	45,1	49,73
	Max.	38,5	56,34	54,48	55,39	47,62	53,49
a^*	Medyan	13,02	6,54	13,44	12,67	12,5	6,97
	Min.	11,98	5,39	11,19	10,45	10,26	5,46
	Max.	14,48	7,15	15,51	14,62	13,53	7,57
b^*	Medyan	3,48	9,9	11,94	11,79	12,04	9,59
	Min.	2,64	8,38	10,83	10,4	10,63	8,2
	Max.	5,86	10,68	12,74	12,76	12,96	11,65
dE^*	Medyan	.	23,88	22,57	22,09	17,16	21,76
	Min.	.	19,92	17,01	17,95	10,81	16,25
	Max.	.	25,53	24,89	24,61	18,68	24,41

İlk aşamadan son aşamaya kadar olan tüm süreç boyunca a^* ve b^* değerlerindeki renk değişimi düşünüldüğünde; elde edilen son üründeki a^* değerinin taze dokuya en yakın olduğu değer; 1. aseton banyosundan sonra, b^* değerinin taze dokuya en yakın olduğu değer ise gaz kütleme ve sertleştirme aşaması sonrasında olduğu görüldü. Ayrıca plastinatların parlaklık açısından değişimi ele alındığında; taze dokuya en yakın değerleri, vakumla gömme aşamasından sonra kaydedildi (Şekil 3.6).



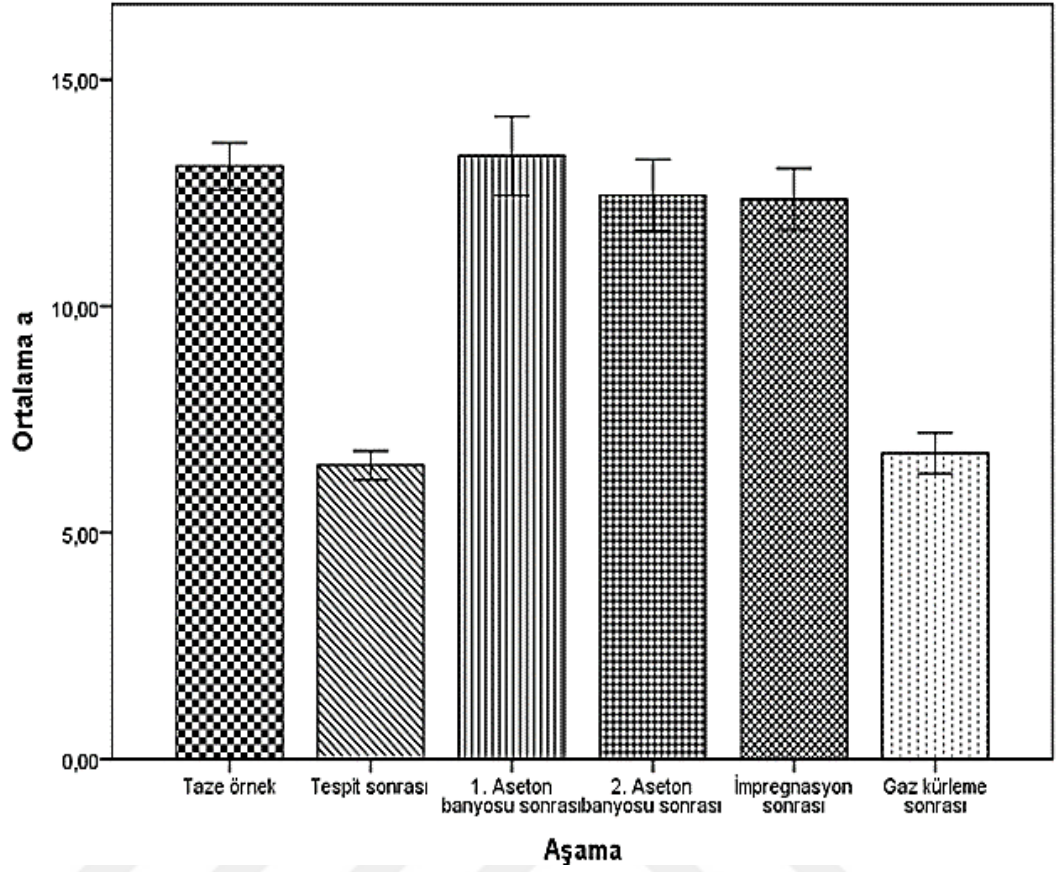
Şekil 3.6. Tüm aşamalardaki ortalama parlaklık ve renk değişim değerlerinin X-Y düzlemi üzerindeki gösterilmesi (kırmızı nokta; taze bir dokunun rengi ve parlaklık değeri olarak kabul edildiğinde (0 noktasında), 1; tespit sonrası dokuların renginde ve parlaklığında meydana gelen değişim, 2; birinci aseton banyosu sonrasında dokuların renginde ve parlaklığında meydana gelen değişim, 3; ikinci aseton banyosu sonrasında dokuların renginde ve parlaklığında meydana gelen değişim, 4; vakumla gömme sonrası dokuların renginde ve parlaklığında meydana gelen değişim, 5; gaz kütleme ve sertleştirme sonrası dokuların renginde ve parlaklığında meydana gelen değişim derecesi gösterilmiştir).

Ayrıca renk değerleri gösterilmeksizin örneklerin her aşamasında kaydedilen parlaklık değerleri (L^*) aritmetik ortalamaları alındıktan sonraki elde edilen veriler Şekil 3.7’de sütun grafikte sunuldu.



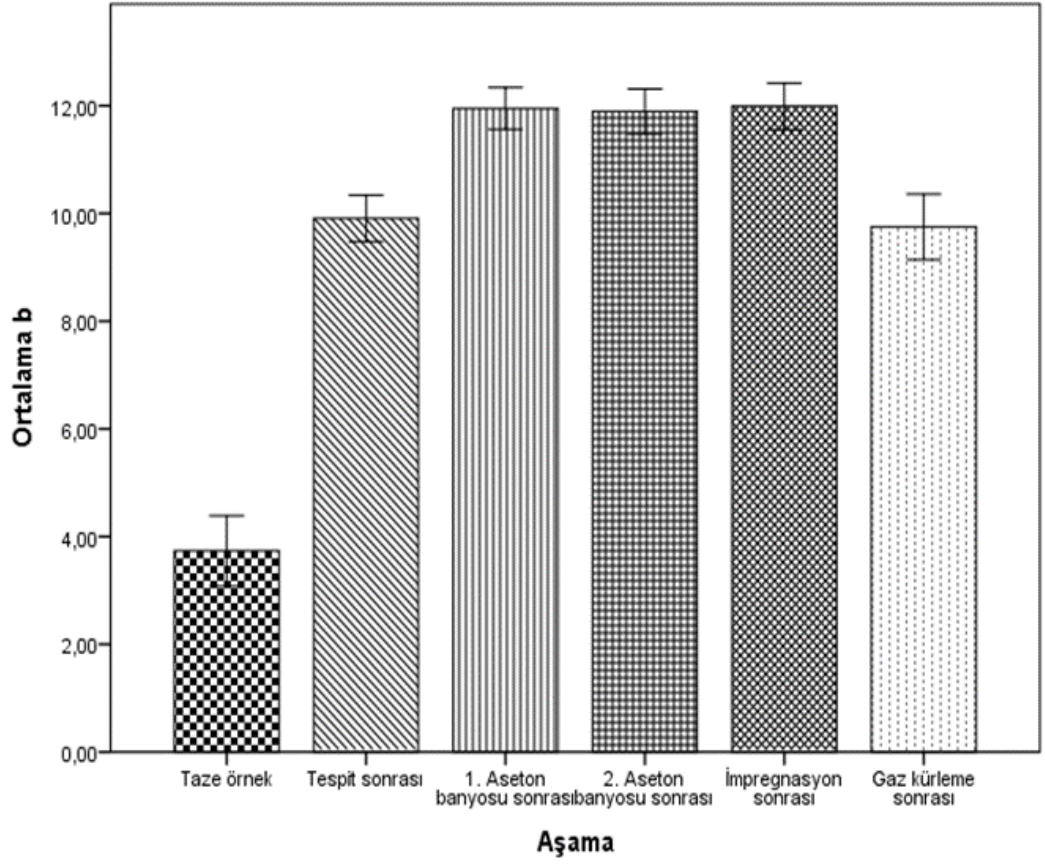
Şekil 3.7. Plastinasyonun her aşamasında dokularda meydana gelen parlaklık değeri (L^*) değişimi

Bunlara ilaveten parlaklık değeri ve sarıdan maviye (b^*) renk değişimi gösterilmeden örneklerin her aşamasında kaydedilen yeşilden kırmızıya a^* renk değişim değerlerinin aritmetik ortalamaları alındıktan sonraki elde edilen veriler Şekil 3.8’de sütun grafikte gösterildi.



Şekil 3.8. Yeşilden kırmızıya (a*) renk değişim değerlerinin aritmetik ortalamaları

Aynı şekilde sarıdan maviye (b*) renk değişim değerlerinin aritmetik ortalamaları alındıktan sonraki elde edilen veriler ise Şekil 3.9'daki sütun grafikte gösterildi.



Şekil 3.9. Sarıdan maviye renk değişim (b^*) değerlerinin aritmetik ortalamaları

4. TARTIŞMA

Günümüze kadar yapılan pek çok çalışma (Bernstein ve ark., 1984 Brenner, 2014; Ezugworie ve ark., 2008 ve Jandgde ve ark., 2015) klasik kadavra hazırlama yöntemleriyle elde edilen örneklerde kullanılan kimyasal tespit solüsyonlarının insan sağlığı açısından riskler taşıdığını bildirmektedir. Bununla beraber, son yıllarda yapılan bir çok araştırmada (Ekim ve ark., 2014; Kumar ve ark., 2017; O'Neill ve ark., 2013; Pandit ve ark., 2015; Pashaei, 2010 ve Ravi ve Bath, 2011), günümüzün en modern anatomik örnek hazırlama tekniğinin plastinasyon olduğu ve plastinasyon tekniğiyle; kokusuz, dayanıklı, uzun yıllar saklanabilen, insan sağlığı açısından zararsız ve doğala özdeş renkte son ürün olan plastinatların elde edildiği vurgulanmaktadır. Ancak, doğala özdeş ifadesine karşılık kimi araştırmacılar (Henry, 1997; McCreary ve ark., 2013; Oostrom, 1987 ve Reipertinger, 1988) plastinasyonun bazı aşamalarının, plastinatlarda renk kaybına sebep olduğunu belirtmiştir. Ürünlerdeki renk değişimlerinin sayısal verilerle gösterilmesine ilişkin, özellikle gıda ve endüstri alanında çok sayıda çalışma (Blasco ve ark., 2003; Bryne ve ark., 2000; Huidobro ve ark., 2003; Karabacak ve ark., 2012; Martinez ve ark., 2005; Oliveria ve Balaban, 2006; Turan ve ark., 2017 ve Wu ve Sun, 2013) olmasına rağmen standart silikon plastinasyon tekniğinin son ürünü olan plastinatlardaki renk değişiminin gösterildiği çalışmalara yapılan literatür taramalarında rastlanmamıştır. Buna ilaveten plastinatlar için kullanılan “doğala özdeş” renkte ürünlerin elde edildiği ifadesi dikkate alındığında, son ürünlerindeki doğala özdeşlik kavramının sayısal verilerle ifade edildiği bir çalışma bulunmamıştır. Ayrıca, Steinke ve Spanel-Borowski (2005) ve Shanthi ve ark., (2015) gibi bazı araştırmacılar, plastinasyon sonucu dokularda meydana gelen renk kayıplarına alternatif yöntemler geliştirmeye çalışmışlar ancak renk kayıplarının sebeplerinden ve hangi aşamalarda olduğundan bahsetmemişlerdir. Diğer taraftan, Ekim ve ark., 2014 yılında yaptıkları çalışmada, farklı plastinasyon teknikleri arasında sıklıkla tercih edilen tekniğin, silikon plastinasyonu olduğunu kaydetmişlerdir. Bu sebeplerle

yapılan çalışmada anatomik hazırlama metodu olarak, standart silikon plastinasyon tekniği seçilmiş ve bu tekniğin her aşamasında olması muhtemel renk kayıpları sayısal verilerle ortaya konulmuştur.

Yapılan çalışmalarda (Blasco ve ark., 2003; Bryne ve ark., 2000 ve Leon ve ark., 2006) ürünlerin kalite göstergesinin en önemli kriterlerinden birinin renk olduğu vurgulanmaktadır. Bu sebeple özellikle gıda ve zootekni alanında, et kalitesinin renk değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmalara (Bryne ve ark., 2000; Huidobra ve ark., 2003; Karabacak ve ark., 2012; Rubio ve ark., 2016 ve Vanezis ve Trujillo, 1995) daha sık rastlanılmaktadır. Buradan hareketle gıda amaçlı değerlendirilmek üzere kesimhanelerden kolaylıkla temin edilebilecek olması ve sonuçlarının bahsedilen kaynaklarla karşılaştırılabilir olması sebebiyle, bu çalışmada materyal olarak koyun kası (m. longissimus) seçilmiştir.

Huidobro ve ark., 2003'de yaptıkları çalışmada yaşa, ırka ve yetiştirme tarzına bağlı olarak et kalitesinin dolayısıyla renginin değişebileceğini bildirmiştir. Bu sebeple yapılan bu çalışmada, bahsedilen değişkenlerin çalışmayı olumsuz etkilemesinin önüne geçebilmek için, materyal, tek bir koyundan alınmış m. longissimus'un, eşit parçalara ayrılmasıyla toplamda 10 numunedan oluşturulmuştur.

Bununla beraber kullanımının basit oluşu, hızlı sonuç vermesi ve ortalama değerler alınabilmesi gibi özelliklerinden dolayı, rengin belirlenmesinde kolorimetri cihazlarının kullanımının klasik bir yöntem olduğundan bahsedilmektedir (Oliveria ve Balaban, 2006 ve Wu ve Sun, 2013). Yapılan bu çalışmada renklerin sayısal olarak belirlenmesinde kolorimetre cihazı kullanılmış ve çalışmanın kantitatif verilerinin hesaplanmasında çok etkin bir yöntem olduğu görülmüştür. Oliveria ve Balaban'ın 2006 yılında yaptıkları çalışmada aktardıkları gibi, Konica,

Minolta CR-400 kolorimetre cihazının kullanımı oldukça kolay olup, hızlı sonuç vermektedir. Ayrıca, bazı araştırmacıların (Leon ve ark., 2006 ve Turan ve ark., 2017) kullandığı büyük ve sabit bir kolorimetre cihazının aksine cihazın taşınabilir olması, çalışmada herhangi bir üniteye (laboratuvar vb.) bağlı kalmaksızın saha şartlarında da ölçüm yapabilme imkânı sunmuştur.

Turan ve ark., 2017 yılında keçilerde yapmış oldukları çalışmada, taze kas dokusundan (m. quadriceps femoris) 24. saatte, örnekler alıp renk analizine tabi tutmuşlardır. Turan ve ark.'na göre, taze kas dokusundan elde edilen ortalama değerler; L*; 20,86 ± 1,74, a*; 1,22 ± 0,57, b*; 2,26 ± 0,95' dir. Buna karşılık Karabacak ve ark., 2012 yılında Malya kuzularında, yaptıkları çalışmada, taze kas dokusundan (m. longissimus), 24. saatte alınan örneklerin renk analizlerini; L*; 39.53 ± 0.511, a*; 15.46 ± 0.322; b*; 2.22 ± 0.421 olarak hesap etmişlerdir. Yapılan bu tez çalışmasında ise, ölümü takiben 1. saatte, ergin bir koyunun taze kas dokusuna (m. longissimus) ait ortalama renk analiz sonuçları, L*; 32,6 ± 1,02, a*; 13,09 ± 0,26, b*; 3,74 ± 0,33 olarak kaydedilmiştir. Buna göre, elde edilen değerler, Turan ve ark.'nın yaptığı çalışmadan elde ettiği sonuçlara göre ciddi bir farklılık göstermektedir. Ancak Karabacak ve ark.'nın yaptığı çalışmadan elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında ise benzer değerler elde edildiği dikkat çekicidir. Buna göre, farklı hayvan türlerinde, vücudun farklı bölgelerine ait kas dokusundan yapılan analizlerin birbiriyle benzerlik göstermeyen sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Buna karşılık aynı hayvan türünün farklı yaş gruplarında, vücudun aynı bölgesindeki kas dokusundan alınan renk analizlerinin birbirleriyle oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak her iki çalışmada da gözlenen renk değerleri farkının, renk analizinin yapıldığı zaman farkından kaynaklandığı da düşünülebilir.

Yapılan bazı çalışmalar (Brenner, 2014; Janczyk ve ark., 2010; Natekar ve Desouza, 2012 ve Turan ve ark., 2017), kullanılan tespit

solüsyonları ve tekniklerinin, kadavraların renginde değişikliklere sebep olabildiğini belirtmektedir. Bu çalışmalara göre, formaldehitin kanı hızla koagule etmesine bağlı olarak formaldehit ve formaldehitin değişik yoğunluklarda kullanıldığı tespit solüsyonlarında, dokular, renklerini kaybeder. Bu durumda dokularda grinin değişik tonlarında renk değişimlerine rastlanır. Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre ise, taze ve tespit sonrası dokularda L* değerindeki değişimle ortalama olarak 21,42 değerlik bir parlama olduğu kaydedilmiştir. Ayrıca dokular, kırmızı rengini (a*) 6,6 birim değer kaybederken, sarı rengini (b*) 6,17 birim değer arttırmıştır (p<0,001). Bu değerler, bazı araştırmacıların (Henry, 1997; McCreary ve ark., 2013; Oostrom, 1987 ve Reipertinger, 1988) plastinasyonda dokuların tespit edilmesinin, doku rengini kaybettiğine dair iddialarını doğrulamaktadır.

Dehidrasyon aşamasındaki renk değişimi, formaldehit tespitinden sonraki renk değişimiyle kıyaslandığında, dokulardaki gözle görülür renk değişimi olan dE* değerinde, 1. aseton banyosundan sonra; 1,49 birim azalma olduğu görülmüştür. Buna ilaveten, 2. aseton banyosundan sonra; 0,12 birim değerlik bir azalma daha yaşanması sonucunda, dE* değerinin, bu aşamada toplamda; 1,61 birim değer düştüğü gözlenmiştir. Bu veri; formaldehitin dokulardan uzaklaştırılmasından sonra, doku sıvılarının yerine asetonun geçmiş olmasının, dokuların rengini bir miktar doğal rengine yaklaştırdığını, düşündürmektedir. Bu yargıyı, değerlerden elde edilen istatistiki veriler de (p<0,001) anlamlı kılmaktadır.

Mc.Creary ve ark., 2013 yılında yaptıkları çalışmada tespit ve dehidrasyon aşamasında dokularda (kas, deri ve bağ doku vb.) renk değişimleri olabileceğinden bahsetmişlerdir. Ancak bu çalışmanın aksine dehidrasyon aşaması sonrasında alınan renk analiz verilerine göre, tespit sonucu ortaya çıkan renk kayıpları bir miktar azalarak taze dokudaki değerlere yaklaştırmıştır. Ancak araştırmacıların belirttiği gibi bu aşamanın

renk kaybına neden olup olmadığı, dokuları tespit edilmeksizin plastinasyon işlemi uygulanacak olan örneklerde de çalışılıp ortaya konulabilir.

Bugüne kadar yapılan literatür çalışmalarında vakumla gömme aşamasının dokulardaki renk değişimlerine etkileriyle ilgili bir yoruma rastlanmamıştır. Bu sebeple bu aşamada elde edilen veriler, başka çalışmalarla karşılaştırılmamaktadır. Veriler sadece kendi aralarında değerlendirilebilmektedir. Vakumla gömme aşamasından sonra, dokulardan asetonun ayrılmasıyla beraber silikonun doku içine girmesi sonucu, tespit sonrasıyla kıyaslandığında, L^* değerinde; $7,68 \pm 0,32$ birim değer kaybı gözlenmiştir. Vakumla gömme aşamasından sonra kaydedilen L^* değeri ile taze bir dokudan alınan ortalama L^* değeri arasındaki fark ise; $13,74 \pm 0,32$ birim değer ile birbirine en yakın L^* değerleri olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte taze bir dokuda yeşilden kırmızıya renk değişim derecesi a^* ; kırmızı renge yakınken ($13,09 \pm 0,26$), tespit sonrası bu değer kırmızıdan ($6,6 \pm 0,16$) uzaklaşmıştır. Buna karşın vakumla gömme aşamasından sonra, a^* değeri kırmızıya doğru, $5,87 \pm 0,34$ birim değer yeniden yaklaşmış ve $12,36 \pm 0,34$ olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, sarıdan maviye renk değişim derecesi b^* , sarı renge yakınken ($3,74 \pm 0,33$); vakumla gömme sonrası bu değer yine sarı renge yaklaşmıştır ($11,99 \pm 0,22$).

Elde edilen bilgiler ışığında, son ürün olan plastinata ait renk değerleri, taze dokuyla karşılaştırıldığında, dokulardaki parlaklık oranı L^* ; $19,52$ birim değer artarken, dokular kırmızı rengini $6,33$ birim değer kaybetmiştir. Buna karşılık plastinat, $6,01$ birim değer sarı renge yaklaşmıştır ($p < 0,001$). Tüm aşamalardan sonra, son ürünün gözle fark edilir renk değişim değerinin, sayısal olarak $21,04$ birim değer değiştiği ortaya konulmuştur. Ancak yapılan literatür çalışmalarında plastinatların renk analizlerinin sayısal olarak ifade edildiği bir çalışma bulunmaması sebebiyle sonuçlar başka çalışmalarla karşılaştırılmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmayla, bugüne kadar, standart silikon plastinasyon tekniği ile elde edilen son ürün olan plastinatlarda ortaya çıkan renk kayıpları sayısal verilerle ifade edilmiştir.

Kullanılan kolorimetri cihazıyla, dokulardaki parlaklık oranını; L^* ve yeşilden kırmızıya; a^* , maviden sarıya; b^* renk değişim derecesi X-Y koordinatları üzerinde gösterilip, CIE (Uluslararası Aydınlatma Komisyonu) $L^*a^*b^*$ sistemi standartlarınca belirlenmiş değerler aralığında sayısal verilere çevrilmiş ve bu verilerin kendi aralarında rahatlıkla karşılaştırılabilir olduğu açığa kavuşturulmuştur.

Kolorimetri yönteminin anatomik örnek hazırlamak üzere kullanılan teknikler ve son ürünlerinin renk kalitesi bakımından değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olduğu ortaya konulmuştur.

Plastinasyon tekniğinin her aşamasındaki renk değişimleri ayrı ayrı incelenmiş, sayısal veriler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler istatistiki olarak anlamlı sonuçlar olarak değerlendirilmiştir. Böylece, özellikle anatomi biliminde eğitim materyali olarak kullanılan plastinatlardan, dokuların doğal rengine benzer nitelikte anatomik örnekler olduğu, sayısal verilerle ortaya konulmuştur. Böylece çalışmanın verilerinin bilime ve eğitime pozitif katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Memeli hayvanlara ait farklı doku ve organlar ile memeliler dışındaki hayvan türlerinde de benzer çalışmaların yapılması kolorimetrik analizlerin anatomi biliminde kullanılması ve geliştirilmesi açısından yararlı olacaktır.

Kolorimetrik ölçümlerin plastinatlar üzerinde sonuç alınabilir nitelikte olduğunun gösterilmiş olması, bu yöntemin farklı anatomik preparat hazırlanma tekniklerinde de kullanılması gerekliliğini düşündürmektedir.



ÖZET

S10 Silikon Plastinasyon Tekniği Aşamalarında Kas Dokusunda Meydana Gelen Renk Değişimlerinin Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi

Anatomi biliminde, ölüm sonrası hayvan veya insan bedenlerinin bozulmadan korunmasını sağlamak için kullanılan pek çok prezervasyon tekniği bulunmaktadır. Geçmişten günümüze kadar ki süreçte bilim adamları, organların ve tüm vücut kavrularının, renk, koku, doku gibi duyusal özellikler ve esneklik bakımından mümkün olduğunca canlı hayvan dokularına benzer özellikte olması, sağlık açısından güvenli bir şekilde hazırlanması ve uzun yıllar saklanıp korunabilmesi için yeni teknikler geliştirmeye çalışmaktadır. Bu teknikler arasında, bilinen en modern anatomik örnek hazırlama tekniği, 1977'de Gunter von Hagens'in geliştirdiği, plastinasyon tekniğidir. Bu çalışmada, standart silikon plastinasyon tekniğinde son ürün elde edilene kadar geçen her aşamada kas dokusunda meydana gelen renk değişimlerinin kolorimetre cihazıyla sayısal olarak ortaya konulması amaçlandı. Bu sebeple 1 adet koyundan elde edilen m. longissimus kullanıldı. Hazırlık aşamaları tamamlanan kas dokusu ilk olarak %10'luk formalinle tespit edildi. Ardından temel plastinasyon aşamaları uygulandı. Kas dokusuna, plastinasyonun her aşamasından sonra renk analizi yapıldı.

İlk aşamadan son aşamaya kadar olan tüm süreç boyunca a* ve b* değerlerindeki renk değişimi değerlendirildiğinde; elde edilen son üründeki a* değerinin taze dokuya en yakın olduğu aşamanın; 1. aseton banyosu, b* değerinin taze dokuya en yakın olduğu aşamanın ise gaz kürlenme ve sertleştirme aşaması olduğu görüldü. Ayrıca plastinatların parlaklık açısından değişimi ele alındığında; taze dokuya en yakın değerleri, vakumla gömme aşamasından sonra kaydedildi.

Yapılan bu çalışmayla, bugüne kadar doğal renge yakın olarak tanımlanan plastinatlardaki renk değişimi sayısal verilerle belirlendi. Elde edilen veriler istatistiki olarak anlamlı bulundu. Bununla birlikte bu tez çalışması sonucunda kolorimetre cihazının, sahip olduğu avantajlar sebebiyle, anatomi alanında oldukça etkili bir şekilde kullanılabilir olduğu ortaya konuldu.

Anahtar Kelimeler: Kolorimetri, Plastinasyon, S10, Silikon

SUMMARY

Quantitative Evaluation of Color Changes on Muscles Tissue in S10 Silicone Plastination Technique Stages

There are many preservation techniques were developed maintain the integrity of animals or human bodies after death in the science of anatomy. From the past to the present day, scientists have been trying to develop new methods for organs and whole body cadavers are similar to tissues of living animal appartaining to sensory qualities such as color, odor, texture, flexibility as far as possible. Besides the new methods have been enhanced for preparing specimens safely in terms of health and preserve them for many years. Among these techniques, the most modern anatomic sample preparation methods known is the plastination technique developed by Gunter von Hagens in 1977. In this study, it was aimed to determine the color changes in the muscle tissue quantitively by using colorimeter device during each stage of the standard silicone plastination technique until the final product was obtained. For this reason, m. longissimus was obtained from a sheep used. Initially the muscle tissues were fixed by %10 formalin before the preparation stage were completed. After that the basic plastination stages were applied to the specimens. Color analysis was performed to muscle tissues after each stages of plastination.

During the whole process, the color changes are evaluated as a^* and b^* values. In terms of a^* value of plastinate, the nearest value to the color of fresh tissue was recorded in the first acetone bath stage. In terms of b^* value of plastinate, the closest value to the color of fresh tissue was found in the gas curing and hardening stage. Furthermore, when the change in the brightness of final products considered; the closest L^* value to the fresh tissue was taken in the forced impregnation stages.

At the end of this study, the color change of plastinates that have been defined as close the natural color during this time were determined quantitively. The obtained data was statistically significant. Besides it has been revealed that the colorimeter device can be used effectively in the field of anatomy because of the advantages it has.

Anahtar Kelimeler: Colorimeter, Plastination, S10, Silicone

KAYNAKLAR

- AJAO MS, OLAWPEO A, FALAIYE M, ADEFOLAJU AG , OLAYAKI LA, JIMOH SA, ABIOYE AI (2010). Knowledge of Nigerian laboratory technologists and mortuary attendants on various methods of embalming techniques. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **4(5)**: 1575-1581.
- AJAYI IE, SHAWULU JC, GHAI A, OMEÏZA GK, ODE OJ (2011). Use of formalin and modified gravity-feed embalming technique in veterinary anatomy dissection and practicals. *J. Vet. Med. Anim. Health.* **3(6)**: 79-81.
- AJMANI ML (2009). Embalming Principles and Legal Aspects. "1st Ed." Jaypee Brothers Medical Publishers. New Delhi, India. p.: 111-119.
- ANONİM (2017a). Erişim Adresi: <http://isp.plastination.org/about.html> , Erişim Tarihi: 16.05.2017
- ANONİM (2017b). Erişim Adresi: <https://www.photonics.com/EDU/Handbook.aspx?AID=25124html> , Erişim Tarihi: 08.04.2017
- BALTA JY, LAMB C, SOAMES RW (2015). A pilot study comparing the use of thiel- and formalin-embalmed cadavers in the teaching of human anatomy. *Anat. Sci. Educ.* **8**: 86-91.
- BARNES TR (1990). Plastination of neuroanatomical and anatomical specimens. College of osteopathic medicine. *David Kope Instruments.* **26**: 1-4.
- BERNSTEIN RS, STAYNER LT, ELLIOTT LJ, KIMBROUGH R, FALK H, BLADE L (1984). Inhalation exposure to formaldehyde: an overview of its toxicology, epidemiology, monitoring, and control. *Am Ind Hyg Assoc J.* **45(11)**: 778-85.
- BICKLEY HC, CONNER RS, WALKER AN, JACKSON L (1987). Preservation of tissues by silicone rubber. *J. Int. Soc. Plastination.* **1**: 30-39.
- BLASCO J, ALEIXOS N, MOLTO E (2003). Machine vision system for automatic quality grading of fruit. *Biosys. Eng.* **85(4)**: 415-423.
- BRAINARD DH, STOCKMAN A (2009). Colorimetry. *Vision vision optics.* **10**: 1-54.
- BRENNER E (2014). Human body preservation – old and new techniques. *J. Anat.* **224**: 316-344.

- BROWN MA, REED RB, HENRY RW (2002). Effects of dehydration mediums and temperature on total dehydration time and tissue shrinkage. *J. Int. Soc. Plastination*. **17**: 28-33.
- BYRNE CE, TROY DJ, BUCKLEY DJ (2000). Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine M. longissimus dorsi and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Sci*. **54**: 23-34.
- CANNAS M, FUDA P (1991). Plastination of old formalin-fixed specimens. *J Int Soc Plastination*. **5**: 11-15.
- deJONG K, HENRY RW (2007). Silicone plastination of biological tissue: Cold-temperature technique Biodur™ S10/S15 Technique and Products. *J. Int. Soc. Plastination*. **22**: 2-14.
- EISMA R, WILKINSON T (2014). From “Silent Teachers” to Models. *PLOS Bio*. **12**: 1-5.
- EKİM O, TUNALI S, HAZIROĞLU RM, AYVALI M (2014). Evcil memeli hayvanlarda böbreklerin soğuk ortam tekniği ile silikon plastinasyonu. *Vet. Hekim Der. Derg.* **85(2)**: 1-11.
- EZHILARASAN S, JETANTHI M, MUTHUVEL VK (2017). Polyester plastination of human cadaveric specimens. *Indian J. Clin. Anatom.* **4(1)**: 26-29.
- EZUGWORIE J, OZOEMENA F (2008). Trends in the development of embalming methods. *Internet J Alter Med*. **7(2)**: 1-6.
- GANGAKHEDKAR NS (2010). Color Measurement. “1st Ed.” Ed.: Gulrajani M.L., Woodhead Publishing Ltd., Philadelphia. “p.:219-277”.
- HAMMER N, LÖFFLERS, BECHMANN I, STEINKE H, HANDRICH C, FEJA C (2015). Comparison of modified thiel embalming and ethanol-glycerin fixation in an anatomy environment: potentials and limitations of two complementary techniques. *Anat. Sci. Educ.* **8**: 74–85.
- HENRY RW (1995). Principles of plastination - forced impregnation. *J. Int. Soc. Plastination*. **9(1)**: 26.
- HENRY RW, JANICK L, HENRY C (1997). Specimen preparation for silicone plastination. *J. Int. Soc. Plastination*. **12(1)**: 13-17.
- HOPWOOD D (1969). Fixatives and fixation: a review. *Histochem. J.* **1**: 323-360.

- HUIDOBRO FR, MIGUEL E, ONEGA E, BLAZQUEZ B (2003). Changes in meat quality characteristics of bovine meat during the first 6 days post mortem. *Meat Sci.* **65**:1439-1446.
- HUNT MC, KING DA (2012). *AMSA: meat color measurement guidelines*. "p.:3-53"
- INGLEZ DS, MATERA JM (2015). Bleeding simulation in embalmed cadavers: bridging the gap between simulation and live surgery. *Altex.* **32(1)**: 59-63.
- JANGDE S, ARYA RS, PAIKRA S, BASAN K, KUMAR N (2015). How to provide a safe working condition for medical students and professionals in the anatomy dissection room. *Sch. J. App. Med. Sci.* **3(5A)**: 1867-1870.
- KALANJATI VP, PRASETIOWATI L, ALIMSDARDJONO H (2012). The use of lower formalin-containing embalming solution for anatomy cadaver preparation. *Med. J. Indones.* **21(4)**: 203-207.
- KARABACAK A, AYTEKIN İ, BOZTEPE S (2012). Determination of fattening performance with some body measurements and carcass traits of Malya lambs at the open sheepfold. *Arch. Zootechnica.* **15(3)**: 13-22.
- KAYS SJ (1998) Preharvest factors affecting appearance. *Postharvest. Biol. Tec.***15**: 233-247.
- KUMAR M, KATARIA SK, MANTRI LE, AGARWAL R, GUJAR A (2017). Study of plastination to preserve biological specimen in Western Rajasthan. *Int. J Appl. Res.* **3(3)**: 229-232.
- LAMMENS JMG (1994) A computational model of color perception and color naming. Doktora Tezi. State University of New York, Buffalo.
- LATORRE RM, GARCIA-SANZ MP, MORENO M, HERNÁNDEZ F, GIL F, LÓPEZ O, AYALA MD, RAMÍREZ G VÁZQUEZ JM, ARENCIBIA A, HENRY RW (2007). How useful is plastination in learning anatomy? *J. Vet. Med. Educ.* **34(2)**: 172-176.
- LEO'N K, MERY D, PEDRESCHI F, LEO'N J (2006) Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Res. Int.* **39**: 1084–1091.
- LOONEY B, HENRY RW (2014). Fruitbody worlds, plastination of mushrooms. *Fungi.* **7(1)**: 45-49.
- McCREARY J, ILIFF S, HERMEY D, McCREARY K, HENRY RW (2013). Silicone-based coloration technique developed to highlight plastinated specimens. *J. Int. Soc. Plastination.* **25(2)**: 13-20.

- MELENDEZ-MARTINEZ AJ, ISABEL M. VICARIO IM, HEREDIA JF (2005). Instrumental measurement of orange juice colour: a review. *J Sci Food Agric.* **85**: 894-901.
- MÉNDEZ BA, ROMERO RL, TRIGO FJ, HENRY RW, CANDANOSA AE (2008). Evaluation of imidazole for color reactivation of pathological specimens of domestic animals. *J. Int. Soc. Plastination.* **23**: 17-24.
- MIKLOSOVÁ M, MIKLOS V (2004). Plastination with silicone method S10-monitoring and analysis causes of failure. *Biomed. Papers.* **148**: 237-238.
- NATEKAR PE, DESOUZA FM (2012). A new embalming fluid for preserving cadavers. *JKIMSU.* **1(2)**: 76-80.
- NOYAN A (2000). Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. "12. Baskı" , "Bölüm 4" Meteksan A.Ş., Ankara.
- O'NEILL GJ, PAIS D, ANDRADE FF, RIBEIRO P, BELO A, O'NEILL A, RAMOS S, MARQUES CN (2013). Improvement of the embalming perfusion method: the innovation and the results by light and scanning electron microscopy. *Acta. Med. Port.* **26(3)**: 188-194.
- OLIVERIA AC, BALABAN MO (2006). Comparison of a colorimeter with a machine vision system in measuring color of gulf of Mexico sturgeon fillets. *Appl. Eng. Agric.* **22(4)**: 583-587.
- OOSTROM K (1987). Fixation of tissue for plastination: general principles. *J. Int. Soc. Plastination.* **1(1)**: 3-11
- PANDIT S, KUMAR S, MISHRA BK (2015). Comparative study of anatomical specimens using plastination by araldite HY103, polypropylene resin, 6170H19 Orthocryl and silicone-a qualitative study. *Med. J. Armed. Forces. India.* **71**: 246-253.
- PAPA M, VACCAREZZA M (2013). Teaching anatomy in the xxi century: new aspects and pitfalls. *Sci. World. J.* **2013**: 1-5.
- PASHAEI S. (2010). A brief review on the history, methods and applications of plastination. *Int. J. Morphol.* **28**: 1075-1079.
- PENDOVSKI L, PETKOV V, POPOVSKA-PERCINIC F, ILIESKI V (2008). Silicone plastination procedure for producing thin, semitransparent tissue slices: a study using the pig kidney. *J. Int. Soc. Plastination.* **23**: 10-16.
- PERSNELL ES (2015). Postmortem Changes. Erişim Adresi: <http://emedicine.medscape.com/article/1680032-overview> Erişim Tarihi: 08.04.2017

- PICHAUD F, BRISCOET A, DESPLAN C (1999). Evolution of color vision. *Curr Opin Neurobiol.* **9**: 622-627.
- PRASAD G, KARKERA B, PANDIT S, DESAI D, TONSE RG (2015). Preservation of tissue by plastination: a review. *Int. J. Adv. Hlth. Sci.* **1(11)**: 27-31.
- RAI BP, TANG B, EISMA R, SOAMES RW, WEN H, NABI G (2012). A qualitative assessment of human cadavers embalmed by thiel's method used in laparoscopic training for renal resection. *Anat. Sci. Educ.* **5**: 182-186.
- RAVI SB, BHAT VM. (2011). Plastination: A novel, innovative teaching adjunct in oral pathology. *J. Oral Maxillofac. Pathol.* **15**: 133-137.
- RIDERER BM (2014): Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. *J. Anat.* **224**: 309-315.
- RIEPERTINGER A, HEUCKENDORF E (1993). E 20 color-injection and plastination of the brain. *J. Int. Soc. Plastination.* **7**: 8-12
- RIEPERTINGER A (1988). Fixation of the brain plastination: Special considerations. *J. Int. Soc. Plastination.* **2(1)**: 8-12.
- ROHRS SH (2014). Exposure evaluation and control of acetone in a plastination laboratory. Doktora Tezi. The University of Toledo, Spain.
- RUBIO B, VIEIRA C, MARTÍNEZ B (2016). Effect of post mortem temperatures and modified atmospheres packaging on shelf life of suckling lamb meat. *Lwt-Food. Sci. Technol.* **69**: 563-569.
- SAEED M, PHIL M, RUFAL AA, ELSAYED SE (2001). Mummification to plastination. *Saudi. Med. J.* **22 (11)**: 956-959.
- SAGÖCAK MD (2005). Ergonomik tasarimda renk. *Trakya Univ. J. Sci.* **6(1)**: 77-83.
- SAGOO MG, ADDS PJ (2013). Low-temperature dehydration and room-temperature impregnation of brain slices using Biodur™ S10/S3. *J. Int. Soc. Plastination.* **25**: 3-8.
- SHANTHI P, FRANCIS DV, J. SUGANTHY J (2015). Colour plastination- a valuable tool for medical education. *J. Anat. Soc. India.* **64**: 136-138.
- SILVA RMG, MATERA JM, RIBEIRO AACM (2004). Preservation of cadavers for surgical technique training. *Vet. Surg.* **33**: 606-608.
- SILVA RMG, MATERA JM, RIBEIRO AACM (2007). New alternative methods to teach surgical techniques for veterinary medicine students despite the

absence of living animals. Is that an academic paradox? *Anat. Histol. Embryol.* **36**: 220-224.

SINGH O, MISRA BK, PANDIT S, MAHESHWARI TP, HASAN S (2013). Plastination: a promising method by preserving biological specimens: a review article. *Int. J. Sci. Res. Public.* **3(6)**: 1-4.

SORA MC, COOK P (2007). Epoxy plastination of biological tissue. *J. Int. Soc. Plastination.* **22**: 31-39.

SRINIVASAN M, SEDMAK D, JEWELL S (2002). Effect of fixatives and tissue processing on the content and integrity of nucleic acids. *Am. J. Pathol.* **161(6)**: 1961-1971.

STEINKE H, SPANEL-BOROWSKI K (2005). Coloured plastinates. *Ann. Anat.* **188**: 177-182.

STOYANOV J, GEORGIEVA A, SIVREV D (2015). Use of physical and chemical factors in the development of plastination anatomical preparations. *Trakia J. Sci.* **13(2)**: 21-22.

SUGHANTY J, FRANCIS DV (2012). Plastination using standart S10 technique – our experience in christian medical college, vellore. *J. Anat. Soc. India.* **61**: 44-47.

TOMPSETT DH (1970). *Anatomical Techniques*. “2nd Ed.”, Churchill Livingstone, Edinburgh, United Kingdom. p.: 4-7.

TURAN E, GULES O, KILIMCI FS, KARA ME, DILEK OG, SABANCI SS, TATAR M (2017). The mixture of liquid foam soap, ethanol and citric acid as a new fixative–preservative solution in veterinary anatomy. *Ann. Anat.* **209**: 11-17.

ULMER D (2017). Fixation: the key to good tissue preservation. *J. Int. Soc. Plastination.* **8**: 7-10.

UNGER S, MICHAEL B, WERNER S (2010). Effects of three different preservation methods on the mechanical properties of human and bovine cortical bone. *Bone.* **47**: 1048-1053.

VANEZIS P, TRUJILLO O (1996). Evaluation of hypostasis using a calorimeter measuring system and its application to assessment of the post-mortem interval (time of death). *Forensic Sci. Int.* **78**: 19-21.

VISKASARI PK, PRASETIOWATI L, ALIMSDARDJONO H (2012). The use of lower formalin-containing embalming solution for anatomy cadaver preparation. *Med J. Indones.* **21(4)**: 203-207.

von HAGENS G, TIEDEMANN K, KRIZ W (1987). The Current Potential of Plastination. *Anat. Embryol.* **175**: 411-421.

WEIGLEIN AH, HENRY RW (1993). Curing (Hardening, polymerization) of the polymer – Biodur™ S10. *J. Int. Soc. Plastination.* **7**: 32-35.

WESTLAND S (2003). Review of the CIE system of colorimetry and its use in dentistry. *Esthet. Restor. Dent.* **15**: 1-12.

WINKELMANN A (2007). Anatomical dissection as a teaching method in medical school: a review of the evidence. *Med. Educ.* **41**: 15-22.

WINKLER KW (2011). Formaldehyde exposures in a university anatomy laboratory. Doktora Tezi. The University of Toledo, Spain.

WU D, SUN DW (2013). Colour measurements by computer vision for food quality control- a review. *Trends. Food Sci. Tech.* **29**: 5-20.

EKLER

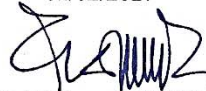
EK.1. Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınan etik kurul kararı.

HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

TOPLANTI TARİHİ : 01/02/2017
TOPLANTI NO : 2017-3
DOSYA NO : 2017-6
KARAR NO : 2017-3-18

Yürüttüclüğünü Üniversitemiz Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.R.Merih Hazıroğlu'nun yaptığı; araştırmacı olarak Uzm.Vet.Hek.Burcu İnsal'ın katıldığı; "Standart S10 Silikon Plastinasyon Tekniğinde Dokularda Meydana Gelen Renk Değişimlerinin Kantitatif Olarak Değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesinin içeriği Kurulumuzca incelenmiş olup, söz konusu çalışmanın Üniversite Senatosunun 12/2/2016 tarihli toplantısında 430/3642 sayılı kararı ile kabul edilen ve Hayvan Deneyleri Merkezi Etik Kurulu'nun 19/2/2016 tarih ve 42 sayılı kararı ile onaylanan "Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Yönergesi"nin 7. maddesinin (h) fıkrası kapsamında ele alınmış olup, çalışmanın Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.

ASLININ AYNIDIR
01/02/2017


Prof.Dr.M.Taner KARAOĞLU
A.Ü. HADYEK Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

I. Bireysel Bilgiler

Adı: Burcu

Soyadı: İNSAL

Doğum yeri ve tarihi: Ankara – 05.05.1983

Uyruğu: Türkiye Cumhuriyeti

Medeni durumu: Evli

İletişim adresi ve telefonu: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Dışkapı Yerleşkesi, 06110, Altındağ/Ankara

II. Eğitimi

Doktora; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, 2015-Devam ediyor.

Erasmus Eğitimi; Freie Universität Berlin Institute of Veterinary Anatomy, Berlin-Almanya, 20-24 Ekim 2014

Yüksek Lisans; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, 2014-Devam ediyor.

Doktora; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, 2013-Devam ediyor.

Lisans; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 2001-2006.

Veteriner Hekimliği Yaz Stajı; Saint Istvan University Faculty of Veterinary Medicine Department of Small Animal Surgery, Budapeşte-Macaristan, Haziran-Ağustos 2005.

Lise Eğitimi: Sokullu Mehmet Paşa Lisesi-Yabancı Dil Ağırlıklı Programı, Ankara

Ortaöğretim: Ahmet Haşim İlköğretim Okulu, Ankara

İlköğretim: Dikmen Merkez İlkokulu, Ankara

Yabancı Dili: İngilizce

III. Ünvanları

2010: Uzman (33/e)

2006: Veteriner Hekim

IV. Mesleki Deneyimi

2014: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı; Öğretim Elemanı (Uzman)

Görev: Ankara Veteriner Anatomi Müzesi koordinatörü

2013-2014: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Merkez Tanı Laboratuvarı; Öğretim Elemanı (Uzman)

Görev: Merkez Tanı Laboratuvarı sorumlu hekimi

2010-2013: Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Cerrahi Anabilim Dalı; Öğretim Elemanı (Uzman)

Görev: Anestezi ve reanimasyon sorumlu hekimi

2007-2010: Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü;

Görev: Deney hayvanları araştırma ünitesi sorumlu veteriner hekimi

Balık laboratuvarı kurucu ve sorumlu veteriner hekimi

Manyetik Rezonans Görüntüleme Merkezi (UMRAM) kurucu ve sorumlu veteriner hekimi

Hayvan deneyleri yerel etik kurulu üyesi

V. Üye olduğu Bilimsel Kuruluşlar

Veteriner Anatomi Derneği

Atçılık Derneği

VI. Bilimsel İlgi Alanları

Anatomik preparat hazırlama ve saklama teknikleri

Farklı hayvan türleri ve dokularda plastinasyon tekniklerinin uygulanması

Evcil memelilerde hematolojik tanı yöntemleri

Davranış fizyolojisi

Kök hücre teknolojisi ve tedavi yöntemleri

MRG teknikleri

YAYINLARI

EKİM O, HAZIROĞLU RM, **İNSAL B**, BAKICI C, AKGÜN RO, TUNALI S (2017). A modified S10B silicone plastination method for preparation and preservation of scaled reptile specimens. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.* **64**: 155-160

EKİM O, **İNSAL B**, BAKICI, HAZIROGLU RM, AKGUN RO (2014). Yılanlarda soğuk ortam tekniği ile tüm vücut silikon plastinasyonu. *Dicle Üni. Vet. Fak. Derg.* **1(2)**: 9-22

MUMCUOGLU M, BAGISLAR S, YUZUGULLU H, ALOTAIBI H, SENTURK S, TELKOPARAN P, GUR-DEDEOGLU B, **CINGOZ B**, BOZKURT B, TAZEBAY UH, YULUG IG, AKCALI CK, OZTURK M. (2010). The ability to generate senescent progeny as a mechanism underlying breast cancer cell heterogeneity. *Plos One*, **5(6)**: 1-12.

SENTURK S, MUMCUOGLU M, GURSOY-YUZUGULLU O, **CINGOZ B**, AKCALI C, OZTURK M (2010) Transforming growth factor-beta induces senescence in hepatocellular carcinoma cells and inhibits tumor growth. *Hepatology*, **52(3)**: 966-974.

SÖZLÜ BİLDİRİLERİ

EKİM O, HAZIROĞLU RM, ÇAKIR A, ORHAN İÖ, OTO Ç, AYVALI M, BAKICI C, AKGÜN RO, **İNSAL B**. Ankara Üniversitesi Anatomi Müzesi'nin Kuruluş Süreci ve Güncel Faaliyetlerinin Değerlendirilmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. 7 – 10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye.

POSTER BİLDİRİLERİ:

İNSAL B, EKİM O, BAKICI C, AKGÜN RO, HAZIROĞLU RM, TUNALI S. Plastinasyon tekniğinin medulla spinalis üzerindeki büzüşme etkisinin kalitatif ve kantitatif yöntemlerle değerlendirilmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. 7 – 10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye. (Poster Sunum).

BAKICI C, EKİM O, AKGÜN RO, **İNSAL B**, ÇAKIR A. Sinir dokunun farklı impregnasyon polimerleri ile silikon plastinasyonu: pigmentasyonun son ürünlerdeki etkilerinin değerlendirilmesi. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. 7-10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye. (Poster Sunum).

AKGÜN RO, EKİM O, BAKICI C, **İNSAL B**, AYVALI M, ORHAN İÖ, ATANASOFF A Veteriner jinekoloji eğitiminde kullanılmak üzere dişi genital organlarının silikon plastinasyon metodu ile hazırlanması. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. 7 – 10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye. (Poster Sunum).

EKİM O, **İNSAL B**, HAZIROĞLU RM, BAKICI C, AKGUN RO. Low-temperature silicone plastination of scaled reptiles. International VETİstanbul Group Congress, (2015). p.:630-631. St. Petersburg-Russia. (Poster Sunum).

EKİM O, AKGUN RO, BAKICI C, **İNSAL B**. Silicone plastination of mammalian bones with low-temperature technique: an alternative method for the preservation of osseous structures. International Congress of Anthropological Sciences, (2015). p.:112-112. Ankara-Turkey. (Poster Sunum).

EKİM O, BAKICI C, **İNSAL B**, AKGUN RO, BİLGİLİ H, ÇAKIR A. Alternative methods for veterinary orthopaedic education: low temperature silicone plastination of knee joint. 3rd. Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress, (2015). p.: 187-188. Ankara-Turkey. (Poster Sunum).

AYALOĞLU BUTUN F, TERZIOĞLU KARA E, KOCAK H, GULTEKİN S, BAYIN S, **İNSAL B**, GURSEL I, AKCALI KC. Role of eustrogen on the maintenance and homing capacity of bone marrow derived rat mesenchymal stem cells. ISSCR 7th Annual Meeting; 8-11th July, 2009, Bcelona-Spain. (Poster Sunum).

CELİK H, **İNSAL B**, ACİKEL V, AKIN B, OLCUM S, ERTURK IO, ATALAR E. Safe mri setup for deep brain stimulator: in-vivo experiment. ESMRMB 26th Annual Scientific Meeting; 1-3rd October, 2009, Antalya-Turkey. (Poster Sunum).

İNSAL B, CAN P, TURAN HM, OZKUL A, BESALTİ O. Treatment of corneal necrosis with allogenic mesenchymal stem-cell transplantation in cats. BIOMED 17th International Biomedical Science & Technology Symposium; 23-25th, November, 2011, Ankara-Turkey. (Poster Sunum).

KELEŞ SB, CİRİT B, CİSDİK B, BOSTANCI AB, ARGİN Ş, APTİOĞLU B, **İNSAL B**, OTO Ç. Köpekte beyin loplalarının 3d yazıcı ile modellenmesi. 19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Poster Sunum).

ÖZLER H, ERSOY M, ÇEVİRGEN İ, YILMAZ E, İNCE A, **İNSAL B**, ORHAN İÖ. Memelilerde modifiye taksidermi. 19. Uluslararası Veteriner Hekimliği

Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Poster Sunum).

ÖNDER F, YÖYLER E, TAŞKIN F, ÇEVİRGEN İ, **İNSAL B**, ORHAN İÖ. Farklı maserasyon ve taksidermi metotları kullanarak bir kedinin yarım taksidermisi.19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Poster Sunum).

ÇEVİRGEN İ, YILMAZ E, ERSOY M, APTİOĞLU B, ŞENCAN S, ŞAFAK E, **İNSAL B**, DEMİRBAŞ YS. Barınaktan sahiplenilen bir köpeğin eğitimiyle çocuklara hayvan sevgisinin aşılması.19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Sözlü Sunum)

İNSAL E, **İNSAL B**, TAŞ N, ZEREN G, BUNDUR A, ŞEYHAN E. Sokak hayvanı rehabilitasyon merkezlerinde hayvan refahına yönelik iyileştirmelerin sahlendirmeye olan etkisi. 19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Sözlü Sunum)

TAŞDEMİR E, GÜR B, ÖZER E, ÜNSAL B, **İNSAL B**, İNSAL E. Sokak hayvanları popülasyon kontrol çalışmalarında kullanılan yakalama yöntemlerinin hayvan refahı ve ekonomik analizi. 19. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 2-4 Mayıs 2017, İstanbul –Türkiye. (Sözlü Sunum).

ŞEYHAN E, **İNSAL B**, BAKICI C, ALBAYRAK F, YILMAZ E, TAŞ N, TOMOR İK, EKİM O. Çeşitli yaş gruplarındaki çocuklarla müze etkinlikleri. III. Ulusal Çocuk Gelişimi Öğrenci Kongresi. 5-7 Mayıs 2016. Ankara-Türkiye. (Poster Sunumu).

APTİOĞLU B, **İNSAL B**, BAKICI C, ÇEVİRGEN İ, ERSOY M, ŞENCAN MS, BUNDUR A, EKİM O. İlköğretim çağındaki çocuklarla müzede eğitim ve atölye çalışmaları. III. Ulusal Çocuk Gelişimi Öğrenci Kongresi. 5-7 Mayıs 2016. Ankara-Türkiye. (Poster Sunumu).

ERSOY M, **İNSAL B**, ÇEVİRGEN İ, BUNDUR A, APTİOĞLU B, YILMAZ E, İNCE A, EKİM O. Kanatlıların taksidermisinde soğuk silikon kullanılarak trofe hazırlanması. 18. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 26-28 Nisan 2016, İstanbul –Türkiye. (Poster Sunum).

VII- Bilimsel Etkinlikleri

ÖDÜLLERİ

EKİM O, BAKICI C, **İNSAL B**, AKGÜN RO, BİLGİLİ H, ÇAKIR A. Alternative methods for veterinary orthopaedic education: low temperature silicone plastination of knee joint. 3rd. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi. 5 – 6 Haziran 2015. Ankara – Turkey. (Poster Sunum Üçüncülük Ödülü).

AKGÜN RO, EKİM O, BAKICI C, **İNSAL B**, AYVALI M, ORHAN İÖ, ATANASOFF A. Veteriner jinekoloji eğitiminde kullanılmak üzere dişi genital organlarının silikon plastinasyon metodu ile hazırlanması. 9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi. 7 – 10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye. (Poster Sunum Birincilik Ödülü).

ERSOY M, **İNSAL B**, ÇEVİRGEN İ, BUNDUR A, APTİOĞLU B, YILMAZ E, İNCE A, EKİM O. Kanatlıların taksidermisinde soğuk silikon kullanılarak trofe hazırlanması. 18. Uluslararası Veteriner Hekimliği Öğrencileri Bilimsel Araştırma Kongresi, 26-28 Nisan 2016, İstanbul –Türkiye. (Poster Sunum Birincilik Ödülü).

PROJELERİ

“Ankara Veteriner Anatomi Müzesi eğitim projesi” , TÜBİTAK 4004 Proje No: 115B131, TÜBİTAK PROJESİ, Uzman, 2015-2016

“KANILTEK- Kansere özgün etken madde tarama ve preklinik ilaç geliştirme teknolojileri projesi” DPT, 2007-2010.

KONFERANS/SEMİNER VE PANELLER (PANELİST OLARAK)

Veteriner Patoloji’ de Plastinasyon Teknikleri ve Kullanım Alanları Çalıştayı, Veteriner Patoloji Derneği, Eğitimci, Aralık-2016

14. Ulusal Sinir Bilim Kongresi, “Beyin Plastinasyonu” Kursu, Eğitimci, 26-29 Mayıs 2016

Antropoloji, Radyoloji ve Anatomi (ARA2015) Kongresi, Plastinasyon Çalıştayı,, Eğitimci, 12-13 Kasım 2015 Ankara-Türkiye

“Let’s do the science” Avrupa Bilim Şenliği, TÜBİTAK, HORIZON 2020, Eğitmen, 2015

“Let’s do the science” Avrupa Bilim Şenliği, TÜBİTAK, HORIZON 2020, Eğitmen, 2014

Deney Hayvanları Kullanım Kursu, Bilkent Üniversitesi, Yürütücü-Eğitmen, 2010

VIII- Diğer Bilgiler

Antropoloji, Radyoloji ve Anatomi (ARA2015) Kongresi, 12-13 Kasım 2015 Ankara-Türkiye

9. Ulusal Veteriner Anatomi Kongresi 7 .- 10 Eylül 2015 Elazığ-Türkiye

3. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi, 5 - 6 Haziran 2015, Ankara-Türkiye

Uluslararası Antropoloji Bilimleri Kongresi (ICAS 2015), Ankara, 2015

17. Uluslararası Biyomedikal Bilim ve Teknoloji Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Kök Hücre Enstitüsü, 2011, Ankara-Türkiye

1. Kök Hücre Öğrenci Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2011, Ankara-Türkiye

V. TÜBA Kök Hücre Sempozyumu, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, 2010, Ankara-Türkiye

Laboratuvar Hayvanları Bilimi ve Deneysel Araştırmalar Sempozyumu, GATA-Kırıkkale Üniversitesi Vet. Fak., 2009, Kırıkkale-Türkiye

Ankara Biyoteknoloji Günleri, Veteriner Bilimlerinde Biyoteknoloji, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, 2008, Ankara-Türkiye

C. elegans Genetiği ve RNA İnterferans Kursu, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, 2007, Ankara-Türkiye

Anorektal ve Plastik Cerrahi Esasları Kursu, İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 2005, İstanbul-Türkiye

Ankara Üniversitesi Veteriner Müzecilik Eğitim Topluluğu, 2016- Halen devam ediyor. Görev: **Danışman**