



T.C
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
GÜLHANE SAĞLIK BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

SPONTAN BASINÇ YARALANMASI
DOMUZ MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

zg BAKÇEK AKÇELİK

Tez DanıŐmanı
Prof. Dr. Hatice AYHAN

Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Ana Bilim
Dalı
Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Doktora
Programı

DOKTORA TEZİ
Mart/2023

BEYAN

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Mevcut tez çalışmasının, kendi çalışmam olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Mevcut tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi,
- Kullanılacak verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

Özgü BAKÇEK AKÇELİK

TEZ KABUL ONAYI

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri
Enstitüsü

Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Ana Bilim Dalında Özgü BAKÇEK AKÇELİK tarafından hazırlanan
"Spontan Basınç Yaralanması Domuz Modelinin Geliştirilmesi" Başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri
tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Emine İYİGÜN

İMZA

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi

Bu tezin Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Danışman: Prof. Dr. Hatice AYHAN

İMZA

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi

Bu tezin Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç.Dr. Sevil GÜLER

İMZA

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi

Bu tezin Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr.Öğr. Üyesi Zahide TUNÇBİLEK

İMZA

Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi

Bu tezin Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bediye ÖZTAŞ

İMZA

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi

Bu tezin Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Sınavı Tarihi: 15/ 03/2023

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Sağlık
Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile
onaylanmıştır.

ÖZET

Bakçek Akçelik, Ö. Spontan Basınç Yaralanması Domuz Modelinin Geliştirilmesi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği, Hemşirelik Programı, Doktora Tezi, Ankara, 2023.

Bu araştırma domuzlar üzerinde insanlardaki kliniği simüle eden, spontan bir basınç yaralanması modeli geliştirilmesi amacıyla planlanmıştır.

Çalışma verileri, farklı pozisyon süreleri kapsamında (2 saat n=1, 4 saat n=1, 6 saat n=1) toplam 3 Yorkshire cinsi evcil erkek domuzlardan (*Sus scrofa domesticus*) elde edilmiştir. Her bir grubun pozisyon öncesinde beden ölçüleri alındıktan sonra, ara yüz basıncı, lokal cilt sıcaklığı, nem ve doku perfüzyonu değeri ölçülmüş olup, grup saati süresince (2 saat, 4 saat, 6 saat) sol lateral pozisyonda standart hastane yatağı üzerine yatırılmıştır. Pozisyon sonrası bu ölçümler tekrarlanmış, ön-arka bacakları makroskopik, dermoskopik ve histolojik olarak değerlendirilmiştir. Tüm uygulama prosedürleri boyunca anestezi altında olan hayvanlara, hiç uyandırılmadan ötenazi uygulanmıştır.

Çalışmada yer alan tüm deney hayvanlarının beden ölçümleri ve pozisyon öncesi değerleri açısından benzer oldukları değerlendirilmiştir. Makroskopik değerlendirmede 4 saat ve 6 saat pozisyon süreleri sonunda; basınç altında kalan arka bacaklarda basmakla solan kızarıklık geliştiği, basınç yaralanmasına ilişkin dermoskopik bulguların, 2 saatte az, 4 saat ve 6 saatte de sık ve benzer yoğunlukta olduğu bulunmuştur. Histolojik değerlendirmede; 4 saatte kas dokuda hemoraji ve 6 saatte de kas dokuda da şiddetli artan hemoraji gözlenmiş ve histolojik değişim skor puanlarının 6 saatte, 2 saate göre daha fazla olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).

Çalışma sonuçları doğrultusunda spontan basınç yaralanması oluşturulmasında, Yorkshire cinsi erişkin evcil erkek domuzların standart hastane yatağı üzerinde, 6 saat aynı pozisyonda yatırıldığı, spontan basınç yaralanması domuz modelinin kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Basınç Yaralanmaları, Hemşirelik, Hayvan çalışmaları, Spontan Model, Domuz

Finansal Destek: Bu çalışma Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No:2022/135).

ABSTRACT

Bakcek Akcelik, O. Developing A Spontaneous Pressure Injury Pig Model University of Health Science, Gulhane Institute of Health Science, Surgical Nursing Program, Doctorate Degree Thesis, Ankara 2023

The study is aimed at developing spontaneous model of pressure injury that simulates clinics in humans over pigs. The study data was obtained by three Yorkshire domestic male pigs in different position periods (2 hours n=1, 6 hours n=1, 4 hours n=1.). After the body measurements were taken before each group position interface pressure, local skin temperature, humidity and tissue perfusion value was measured, deposited on the standard hospital bed in the left lateral position during the groups hours. After the position, these measurements were repeated, and their front and rear legs were evaluate macroscopic, dermoscopic and histological. During the entire procedure of practice, animals under anesthesia were euthanized without being awakened.

All of the experimental animals in the study were evaluated to be similar in terms of body measurements and preposition values. The macroscopic assessment found that after 4 hours and 6 hours of position time, blanchable erythema develop in rear legs, dermoscopic findings for pressure injury were frequent and similar densities in 2 hours, less than 4 hours and 6 hours. The histological evaluation observed hemorrhage in muscle tissue in 4 hours and increased hemorrhage in muscle tissue 6 hours, and found that histological exchange score were higher in 6 hours than 2 hours ($p < 0.05$).

In the process of creating spontaneous pressure injury, it is recommended that a spontaneous pressure injury pig model be used to create Yorkshire domestic male pig is deposited in the same position for 6 hours on a standard hospital bed. This study is aimed at developing a spontaneous model of pressure injury that simulates clinics in humans over pigs.

Keywords: Pressure Injury, Nursing, Animal study, Spontaneous model, Pig

Financial Support: This study was supported by the University of Health Sciences Turkey, Scientific Research Projects Unit (Project No: 2022/135)

TEŞEKKÜR

Akademik hayatım boyunca bana her zaman destek olan, yıllardır tüm bilgi ve deneyimlerini aktaran, profesyonel kişiliğini kendime örnek aldığım değerli hocam ve danışmanım Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi Dekan Yardımcısı Sayın Prof. Dr. Hatice AYHAN 'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Doktora eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, her zaman her konuda desteğini hissettiğimiz değerli hocam Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Emine İYİGÜN' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın tez izleme komitesinde görev alarak, tez çalışmamın başından sonuna kadar desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Sevil GÜLER' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimimde bana büyük emek veren, her konuda gelişimime katkı sağlayan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sevinç TAŞTAN'a en içten saygı ve şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmamın her aşamasında bilgi, deneyim ve desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Okan Ali AKSOY, Uzm. Vet. Hekim Berk Alp GÖKSEL' e, Doç. Dr. Ercan ÇALIŞKAN'a, teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Çalışmanın histoloji alanında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Ahmet CEYLAN' a, Doç. Dr. Gizem ÇUFAOĞLU' na teşekkür ederim. Biyomedikal mühendisliği alanında bize katkılarını sunan Prof. Hilal GÖKTAŞ' a, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YÜKSEKKAYA' ya ve biyomedikal mühendisi Sena Hamarat' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Palm Q arayüz basınç ölçüm cihazını temin etmemde yardımcı olan Cemre ERGÜZEL' e ve bu süreçte desteklerini esirgemeyen başta Uzm. Hem. Şefika ÖZBEK olmak üzere tüm dostlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca her koşulda bana destek olan annem, babam ve ablama, doktora eğitimim boyunca anlayışla ve sabırla yanımda olan eşim Ali AKÇELİK' e sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

Bu çalışma Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi (BAP) tarafından desteklenmiş olup (Proje No:2022/135), Üniversiteme bana bu imkanı sunduğu için teşekkür ederim.

Özgü BAKÇEK AKÇELİK

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLoların LİSTESİ	xii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR	i
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
1.1.Problemin Tanımı	1
1.2.Araştırmanın Amacı	3
1.3.Araştırmanın Hipotezleri	4
2.GENEL BİLGİLER	5
2.1. Basınç Yaralanmalarının Tanımı ve Sınıflaması	5
2.2. Basınç Yaralanmalarının Epidemiyolojisi	6
2.3. Basınç Yaralanmalarının Patofizyolojisi	7
2.4. Basınç Yaralanmalarının Etiyolojisi	10
2.4.1. Ekstresek Risk Faktörleri	10
2.4.2. İntrensek Risk Faktörleri	13
2.5. Basınç Yaralanmalarının Gelişimini Önlemede Hemşirelik Uygulamaları	15
2.6.Deneysel Araştırmalar	20

2.6.1. Hayvan Deneyleleri	21
2.6.2. Hemşirelik ve Hayvan Deneyleleri	22
2.7. Basınç Yaralanmalarında Deneysel Hayvan Modelleri	22
3.GEREÇ VE YÖNTEM	24
3.1. Araştırmanın Şekli	25
3.2. Araştırmanın Örneklemi	26
3.3. Dahil Olma ve Dışlanm Kriterleri	26
3.4. Randomizasyon	26
3.5. Körlük	27
3.6. Araştırma Sonuç Ölçütleri	27
3.6.1. Birincil Sonuç Ölçütleri	27
3.6.2. İkincil Sonuç Ölçütleri	30
3.7. Verilerin Toplanması	38
3.8. İstatistiksel Yöntemler	40
3.9. Deney Hayvanları	41
3.10. Araştırmanın Uygulanması	46
3.10.1. Uygulama Öncesi	46
3.10.2. Uygulama Sırası	48
3.10.3. Uygulamanın Sonlandırılması	54
3.11. Araştırmanın Etik Yönü	54
3.12. Deney Hayvanlarının Barınması ve Beslenmesi	55
3.13. Deney Hayvanlarının Bakımı ve İzlemi	56
4.BULGULAR	57

4.1. Deneý Hayvanlarının Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulgular	58
4.2. Makroskopik ve Dermoskopik Değerlendirmelere İlişkin Bulgular	60
4.3. Histolojik Değerlendirmelere İlişki Bulgular	68
5.TARTIŞMA	71
5.1. Deneý Hayvanlarının Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması	72
5.2. Makroskopik ve Dermoskopik Değerlendirmelere İlişkin Bulguların Tartışılması	76
5.3. Histolojik Değerlendirmelere İlişkin Bulguların Tartışılması	78
6.SONUÇLAR ve ÖNERİLER	82
6.1. Sonuçlar	82
6.2.Sonuçlar Doğrultusunda Hipotezlerin Sınanması	83
6.3.Öneriler	83
KAYNAKLAR	85
EKLER	98
EK-1 Araştırma Takvimi	98
EK-2 Beden Ölçülerine İlişkin Veri Toplama Formu	99
EK-3 Uygulama Sırası Veri Toplama Formu	100
EK-4 Cilt Değerlendirme Formu	101
EK-5 Histoloji Değerlendirme Formu	102
EK-6 SBÜ Gülhane Hayvan Deneýleri Yerel Etik Kurul Kararı	103
EK-7 Deneý Hayvanları Kullanım Sertifikası	105
EK-8 Özgeçmiş ve İletişim Bilgileri	106

TABLULARIN LİSTESİ

Tablo 1.	NPIAP Basınç Yaralanmaları Sınıflama Sistemi	26
Tablo 4.1.1.	Deney Hayvanlarının Beden Ölçülerine İlişkin Bulgular	56
Tablo 4.1.2.	Pozisyon Öncesi ve Sonrası Yapılan Ölçümlere İlişkin Bulgular	57
Tablo 4.2.1	Deney Hayvanlarının Makroskopik Değerlendirmelerine İlişkin Bulgular	58
Tablo. 4.3	Histolojik Değişim Skorlarına İlişkin Bulguların Karşılaştırılması	65

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 1.	Dermoskop	27
Resim 2.	Pozisyon süresi sonrası sol arka bacağın dermoskop ile değerlendirilmesi	27
Resim 3.	Palm Q-Taşınabilir Arayüz Basınç Sensörü	29
Resim 4.	Palm Q-Taşınabilir arayüz basınç sensörü ile sol arka bacadan ölçüm alınması	29
Resim 5.	Kızılötesi Temassız Dijital Termometre	30
Resim 6.	Kızılötesi temassız dijital termometre ile sol arka bacadan ölçüm alınması	30
Resim 7.	Nem ölçer	31
Resim 8.	Nem ölçer ile sol ön bacadan ölçüm alınması	31
Resim 9.	Optik Perfüzyometre Prototipi	33
Resim 10.	Optik Perfüzyometre Prototipi ile sağ arka bacadan ölçüm alınması	35
Resim 11.	Optik Perfüzyometrenin çok katmanlı köpük örtü içerisine gömülü hali	35
Resim 12.	Deney hayvanının boyunun ölçülmesi	36
Resim 13.	Deney hayvanının toraks uzunluğunun ölçülmesi	36
Resim 14.	Deney hayvanının omuz uzunluğunun ölçülmesi	37
Resim 15.	Deney hayvanının göğüs çevresinin ölçülmesi	37
Resim 16.	Deney hayvanının abdominal çevresinin ölçülmesi	37
Resim 17.	2 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı	38
Resim 18.	2 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması	39
Resim 19.	2 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması	40
Resim 20.	4 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı	40
Resim 21.	4 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması	41

Resim 22.	4 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması	41
Resim 23.	6 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı	42
Resim 24.	6 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması	42
Resim 25.	6 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması	43
Resim 26.	Sağ ön-arka bacakların tıraş edilmesi	44
Resim 27.	Tıraş edilmiş sol ön-arka bacakların görünümü	45
Resim 28.	Tıraş edilmiş uygulama bölgelerinin silinip kurulanması	45
Resim 29.	Sol arka bacak merkez dokunun basmakla solmayan kızarıklık varlığı açısından değerlendirilmesi	46
Resim 30.	Sol arka bacağın dermaskop ile değerlendirilmesi	47
Resim 31.	Sağ ön bacak merkez dokudan örnek alınması	49
Resim 32.	Sağ arka bacak merkez dokudan örnek alınması	49
Resim 33.	Sol arka bacak merkez dokudan, yakın dokudan, uzak dokudan örnek alındıktan sonra primer sütür atılmadan önce	50
Resim 34.	Sol ön bacak merkez dokudan, yakın dokudan, uzak dokudan örnek alındıktan sonra- primer sütür atılmadan önce	50
Resim 35.	Sol lateral pozisyonda yatış sırasında sağ arka bacak normal deri ve sağ ön bacak hiperkeratoz deri görünümü	51
Resim 36.	Alınan doku örneklerinin veteriner histolog tarafından hazırlanması	51

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 1.	Basınç yaralanmasının patofizyolojisi	6
Şekil 2.	Reswick and Rogers (1976) Basınç- Zaman Eğrisi	9
Şekil 3.	Gefen Basınç- Zaman Eğrisi	9
Şekil 4.	Araştırma Akış Şeması	23
Şekil 5.	Histolojik Değişim Skoru	24
Şekil 6.	Farklı dalga boylarına karşılık gelen hemoglobin absorpsiyon miktarları	33
Şekil 7.	Perfüzyon İndeks Formülü	33
Şekil 8.	Işığın kan ve dokularda fotopletismografik sinyal oluşturması	34
Şekil 9.	Farklı ışık dalga boylarındaki pletismografik sinyallerin zamanla değişimi	34
Şekil 10	Deney Hayvanlarından Ölçüm Alınan Bölgeler	56
Şekil 11.	Sağ Arka (basınca maruz kalmayan) Bacak Dermoskopik Görünüm	59
Şekil 12.	Sol (basınca maruz kalan) Arka Bacak Dermoskopik Görünüm	59
Şekil 13.	Sağ (basınca maruz kalmayan) Ön-Arka Bacaklara Ait Histolojik Bulgular	61
Şekil 14.	Sol (basınca maruz kalan) Ön Bacaklara İlişkin Histolojik Bulgular	63
Şekil 15.	Sol (basınca maruz kalan) Arka Bacaklara Ait Histolojik Bulgular	64
Şekil 16.	2 Saatteki - 4 Saatteki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması	66
Şekil 17.	2 Saatteki - 6 Saatteki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması	67

Şekil 18.	6 Saatteki - 4 Saatteki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması	68
Şekil 19.	Spontan Basınç Yaralanması Domuz Modeli	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

BY	: Basınç Yaralanması/Yaralanmaları
HADYEK	: Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu
NPIAP	: Ulusal Basınç Yaralanmaları Danışma Paneli (National Pressure Injury Advisory Panel)
EPUAP	: Avrupa Basınç Ülseri Danışma Paneli (European Pressure Ulcers Advisory Panel)
ARRIVE	: Hayvan Deneyleri: In Vivo Deneylerin Bildirimi (Animals in Research: Reporting In Vivo Experiments)
LED	: Işık yayan diyot (Light-Emitting Diode)
BAP	: Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
SPSS	: Sosyal Bilimler için İstatistik Programı (Statistical Package for the Social Sciences)

1.

GİRİŞ VE AMAÇ

1.1. Problemin Tanımı

Basınç yaralanması (BY), genellikle bir kemik çıkıntısı üzerinde ya da tıbbi cihazlarla ilişkili deri ve/veya altındaki yumuşak dokuda lokalize yaralanma olarak tanımlanmaktadır (1). Basınç yaralanmalarına neden olan en önemli faktör doku üzerindeki basınçtır. Doku üzerindeki bu basınç, dokuyu besleyen kapiller damarların, kapanma basıncını aştığında, dokudaki kan akımı ve dokuların yaşamsal faaliyeti için gerekli olan oksijenin dokuya ulaşması engellenir (2,3). Basınç altında kalan bu bölge ve dokularda meydana gelen fizyopatolojik değişiklikler; solukluk, reaktif hiperemi, reperfüzyon hasarı, basmakla solmayan kızarıklık, hipoksi ve doku ölümü (nekroz) şeklinde olup, sonuç olarak çeşitli derecelerde ülserler ile karşımıza çıkmaktadır (4,5).

Basınç yaralanmaları, önlenebilir bir durum olmasına rağmen, hala ulusal ve uluslararası düzeyde sağlık bakım hizmetleri alanında görülen, en önemli sorunlardan biridir (6). Ülkelere göre değişiklik göstermekle dünyada görülme sıklığının %12,0 - 59,2 olduğu bildirilmiştir (7-9) . Ülkemizde ise bu oranların %3,3-24,1 olduğu bildirilmiştir (10-13). Basınç yaralanmalarını bu denli önemli kılan; hasta ve sağlık bakım kuruluşlarına olan olumsuz etkileridir (7). Basınç yaralanmaları geliştiğinde morbidite ve mortalitenin artmasına, hastanede kalış süresinin uzamasına, hastanın yaşam kalitesinin azalmasına yol açmaktadır. Sağlık çalışanları ve kurum açısından ise; yüksek maliyetli yara bakım ürünlerinin temini, personel iş yükünün artması gibi bakım maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (14,15). Buna ek olarak BY oranı, sağlıkta kalite hizmet standartlarının yanı sıra, hemşirelik bakımına duyarlı kalite göstergelerinden de biridir (16,17). Bu nedenlerle BY gelişiminin önlenmesi oldukça önemlidir (18).

Basınç yaralanmalarının önlenmesinde, hemşireler sağlık bakım ekibinin en önemli üyesidir (19). BY 'nin önlenmesine yönelik hemşirelik girişimleri; risk değerlendirme, cildin değerlendirilmesi, riskli cilt yüzeylerine profilaktik pansuman uygulanması, beslenmenin düzenlenmesi, destek yüzeylerin kullanımı ve pozisyon

değiştirmeyi içermektedir (1). Ancak hala küresel düzeyde hastanede yatarak tedavi gören hastalarda en sık görülen, sağlık sorunlarından biri olan (6), BY 'yi önlemede kanıta dayalı uygulamaların geliştirilmesine ve kliniğe aktarılmasına ihtiyaç vardır (20). Kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarını geliştirmeyi sağlayan prelinik çalışmalardan biri de deney hayvanları çalışmalarıdır (18). Deney hayvanları çalışmaları, yeni tedavi ve yaklaşımların geliştirilmesinde, insana özgü sorunların çözümünde, ortaya çıkabilecek riskleri en aza indirebilmesi açısından oldukça önemlidir (21). Deney hayvanları ile yapılan çalışmaların planlanmasında ve yürütülmesinde de temel olan; mevcut soruna karşı uygun deney hayvanı ve uygun modelin seçilmesidir. Deney hayvanı modelleri bir sağlık problemini, hastalığı veya tedaviyi; insanlar ve deney hayvanları arasındaki anatomik ve fizyolojik benzerliklerden yararlanarak, uygun hayvanda oluşturabilmesini sağlamaktadır (22). Bir sağlık problemini çözmeye modeller onlar üzerinde güvenli araştırmalar yapmayı ve bu araştırmaların sonucunu da insana güvenli şekilde uyarlayabilmeyi sağlamaktadır (21). Farklı deney hayvanı modelleri olmakla birlikte özellikle insanlarda görülen sağlık problemlerini simüle etmede sıklıkla indüklenmiş veya spontan deney hayvanları modelleri kullanılmaktadır. İndüklenmiş modellerde, insanda görülen sağlık sorunları ilaçlar, cerrahi işlemler veya genomik transferle genetiği değiştirerek oluşturulabilmektedir (23,24). Spontan modellerde ise bazı sağlık sorunlarının deney hayvanında kendiliğinden gelişmesi beklenmekte ve sonuç insandakine benzemektedir(23).

Basınç yaralanmaları ile ilgili deney hayvanı çalışmaları incelediğinde sıklıkla indüklenmiş modellerin kullanıldığı görülmektedir (25–30). Bu çalışmalarda domuz, rat ve fareler yer almış olsa da, özellikle de yara modellerinin oluşumunda insan dermis ve epidermisini en iyi şekilde simüle edebilen deney hayvanının domuz olduğu vurgulanmaktadır (31,32). Domuzlarla ilgili çalışmalar incelendiğinde, indüklenmiş modellerde, domuzlarda parapleji oluşturulup, farklı sürelerde ve miktarlarda eksternal basınç uygulayarak BY geliştirildiği görülmektedir (25–27,33,34). İndüklenmiş BY modelleri; hem BY' nın patofizyolojisi, hem de BY tedavi ve bakım ile ilgili çalışmalar için değerli olmakla birlikte klinik uygulamaya aktarılmasında bazı kısıtlılıkları mevcuttur. Teknolojik alt yapı ve bazı özellikli donanımlara gerek

duyulması ve gerçek klinik durum için çıkarımda bulunamaması bu kısıtlılıklar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte indüklenmiş BY modelleri, hem BY' nin doğal gelişimini inceleyen çalışmalar, hem de BY önleyici girişimler için bir standart ortaya koyamamaktadır. Bu kapsamda da BY gelişimini önlemeye yönelik çalışmaların etkinliğini değerlendirmede, spontan BY modellerine gereksinim duyulmaktadır. Ancak klinikteki gerçek durumu tam olarak simüle eden spontan bir BY modeline rastlanılmamıştır.

Cilt dokusu, yatak ile kemik arasında sıkıştığında, dokuya uygulanan basınç, ciltten kemiğe doğru koni şeklinde bir yol izlemekte; basıncın cilde olan etkisinin yaklaşık 5-6 katı kadar basınç, cildin alt tabakalarına etki etmektedir (35) . Cilt altı dokular ve kas tabaka oksijen azlığını cilt yüzeyi kadar tolere edemediğinden TcPO₂ düzeyinin derin dokularda çok daha düşük olduğu ve basıncın bu alanlarda daha fazla hasara neden olduğu bilinmektedir (36). Ancak bu hasar, klinikte hemen makroskopik olarak fark edilememekte, hasarın etkisi devam ederek arttığında cilt bulguları ile tespit edilebilmektedir. BY gelişiminin önlenmesinde kullanılacak yaklaşımları değerlendirmede sağlıklı ya da hasta insanlardan kas gibi daha derin dokuların incelenmesi için doku örneği alınabilmesi söz konusu değildir. Bu kapsamda BY' nin önlenebilmesini sağlayan ürünlerin etkinliğinin derin dokulardan histolojik örnekler alınarak değerlendirilebilmesi ancak pre-klinik çalışmalarla mümkündür (37,38). Literatürdeki BY' na ilişkin pre-klinik çalışmalar indüklenmiş modellerde olup, önleyici çalışmalar için ihtiyaç duyulan standart bir model ortaya koyamamaktadır. Bu doğrultuda spontan bir BY modeline ihtiyaç duyulmaktadır.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, domuzlar üzerinde, insanlardaki kliniği simüle eden, kolay uygulanabilir, spontan bir BY modeli geliştirilmesi için, farklı sürelerde spontan basıncın etkisinin karşılaştırılmasıdır. Bu model ile farklı pozisyon süreleri sonunda basınca maruz kalan alanlarda meydana gelen makroskopik, dermoskopik ve histolojik değişikliklerin ortaya konulması planlanmaktadır. Böylece gelecekteki, BY 'yi önleyici teknik ve teknolojik araştırma tasarımlarına rehberlik edilebilmesi

öngörülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın sonuçlarının farklı sürelerde spontan basıncın BY gelişiminin patofizyolojisini aydınlatmaya da katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3.Araştırmanın Hipotezleri

H₁-0:Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 4 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

H₂-0:Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

H₃-0: Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 4 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

2.

GENEL BİLGİLER

2.1. Basınç Yaralanmalarının Tanımı ve Sınıflaması

Basınç yaralanmaları genellikle bir kemik çıkıntı üzerinde ya da tıbbi cihazlarla ilişkili deri ve/veya altındaki yumuşak dokulardaki lokalize yaralanmalar olarak tanımlanmaktadır (1). Basınç yaralanmaları tanımı, geçmişten günümüze, yatak yarası, dekübit ülseri, bası yarası, basınç ülseri gibi pek çok terminolojiyle karşımıza çıkmıştır (2,39,40). Bu yaralanmaların meydana gelmesinde en önemli etken basınç olduğu için yakın zamana kadar basınç ülseri olarak tanımlanmıştır. Ancak güncel yaklaşımda, "basınç ülseri" tanımı yerine, bütünlüğü bozulmuş doku ile birlikte bütünlüğü bozulmamış deriyi de ifade edebilmesi için "basınç yaralanması" ifadesi kullanılmaktadır (41).

Basınç yaralanmalarının tanınması, tedavi ve önleyici yaklaşımların değerlendirilmesinde, klinik sınıflama oldukça önemlidir. Günümüzde en güncel kullanılan sınıflama sistemi NPIAP tarafından geliştirilmiştir (42). Bu sınıflama sisteminde; Evrelendirilemeyen Evre, Derin Doku Hasarı ile birlikte, Evre 1' den, Evre 4' e kadar yaranın progresyonuna göre artan evrelendirme kategorileri yer almaktadır. Ayrıca tıbbi araçlara bağlı basınç yaralanması ve mukozal membran basınç yaralanması da tanımlanmıştır. Güncel yaklaşımda, klinik uygulamada sık kullanılan ifadelerle karıştırılmaması için, bu evrelendirmelerde Roma rakamları yerine Arap rakamları kullanılarak ifade edilmiştir (41,43). Bu kapsamda NPIAP tarafından yapılan güncel sınıflama sistemi şu şekildedir (41,42,44):

Evre 1: Bütünlüğü bozulmamış ciltte basmakla solmayan kızarıklık olarak görülmektedir. Bu BY dair ciltteki görülen ilk işarettir, bu yüzden de BY haberci işareti olarak nitelendirilmektedir.

Evre 2: Cilt bütünlüğü sıklıkla bozulmuştur. Dermisin kısmi kaybı olan bu yara yatağı canlı kırmızımsı-pembe renkte ve nemli görülebilmektedir. Sağlam ya da rüptüre olmuş büller görülebilmektedir.

Evre 3: Tam kalınlıkta cilt kaybı vardır. Cilt altı yağ doku, granülasyon dokusu ve katlanmış yara kenarı görülebilmektedir. Bu evrede doku hasarının derinliği yaranın bulunduğu anatomik bölgeye göre değişiklik gösterebilmekte olup, cilt altı yağ dokunun az olduğu bölgelerde daha yüzeyledir.

Evre 4: Tam kalınlıkta cilt ve doku kaybı vardır. Bu evrede yarada cepler, tüneller ve katlanmış yara kenarı sık görülebilmektedir. Sarı nekrotik doku ve/veya eskar bulabilmekte birlikte bu dokular yara yatağını tam kapatmamıştır.

Evrelendirilemeyen evre; Yara yatağı tamamen sarı ya da siyah nekrotik doku ve/veya eskar ile kaplıdır. Sarı nekrotik doku veya eskar kaldırılırsa evre 3 ya da evre 4 BY ortaya çıkmaktadır.

Derin doku hasarı; Bütünlüğü bozulmamış ciltte basmakla solmayan koyu kırmızı, bordo veya mor renk değişikliği ya da koyu renkli yara yataklarında epidermal ayrılmaya işaret eden içi kan dolu kesecikler vardır. Mor olan renk değişikliğinin, uygulanan bir ilaç veya travmaya kaynaklı olmadığı basınç veya makaslama kaynaklı geliştiğinin doğrulanması gerekmektedir.

Tıbbi araçlara bağlı basınç yaralanması: Teşhis veya tedavi amacıyla tasarlanmış, tıbbi araçların kullanımından kaynaklanan bu yaralanmalar; etiyojisi de belirtilerek BY sınıflama sistemi kullanılarak evrelendirilmesinin yanı sıra etiyojisi de belirtilmelidir.

Mukozal membran basınç yaralanması; Bu yaralanmalar, tıbbi araç kullanma öyküsü olan mukozal dokularda gelişmektedir. Oral, nazal, genital ve anal mukozalar, oksijen kanülü, airway, orogastrik, nazogastrik tüpler, idrar sondası gibi tıbbi araçların oluşturduğu basınca karşı oldukça savunmasızdır. Bu yaralanmalar evlendirilememekle birlikte, etiyojistik nedeni açıklanarak kayıt altına alınmalıdır.

2.2.Basınç Yaralanmalarının Epidemiyolojisi

Basınç yaralanmaları hastanede yatarak tedavi gören hastalarda en sık görülen komplikasyonlar arasında yer almaktadır (45). Ülkelere göre, kliniklere ve yoğun bakım ortamlarına göre BY görülme sıklığı değişebilmektedir. Basınç yaralanmaları

hangi sıklıkta gelişirse gelişsin artan mortalite, morbidite ve sağlık bakım harcamalarının nedeni olmaya devam etmektedir (9,46) .

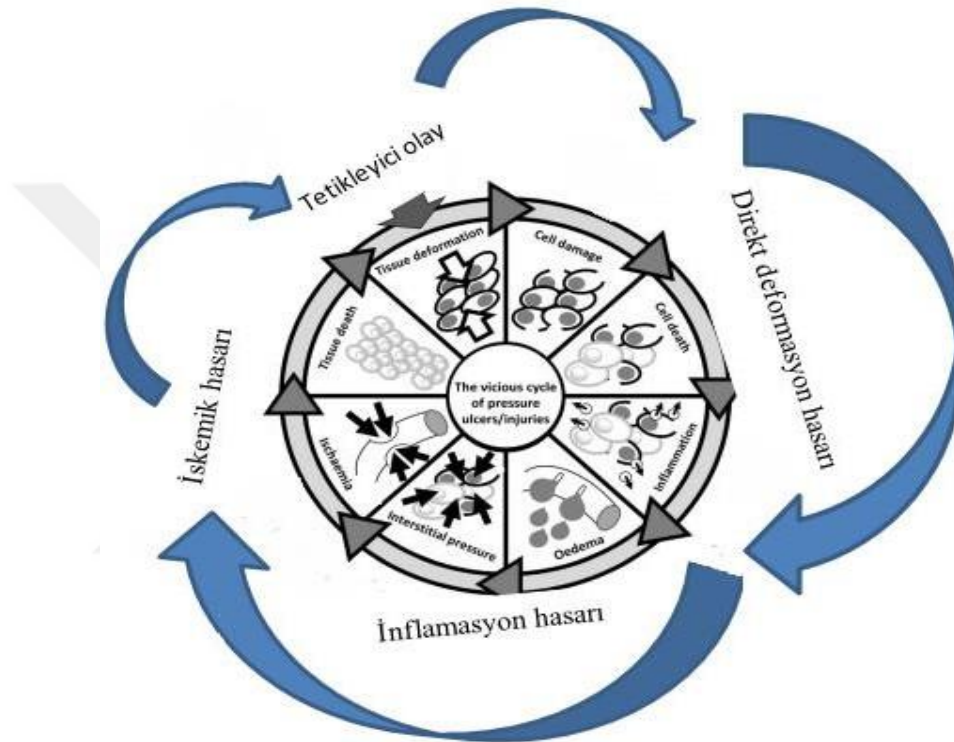
Basınç yaralanması prevalansına ilişkin dünya çapında 39 çalışma sonucunun derlendiği bir çalışmada, hastane genelinde prevalansın %12,8 olduğu bildirilmiştir (7). Benzer şekilde 35 çalışma sonuçları ile yapılan başka bir çalışmada da dünya genelindeki BY insidansının %12 olduğu bildirilmiştir (9). 90 ülke ve 1117 yoğun bakım ünitesi verilerinin derlendiği başka bir çalışmada ise yoğun bakımlarda BY prevalansının % 59,2 olduğu bildirilirken bu oranın hastane genelinde %26,6 olduğu bildirilmiştir (8).

Ülkemizde BY prevalansının belirlendiği son 5 yılda yapılan diğer çalışmalara bakıldığında; tek merkezde 13 dahili klinikte yatan 175 yetişkin hastanın incelendiği bir çalışmada, BY prevalansının %3,3 olduğunu belirtilmişlerdir (10). Tek merkezde, ortopedi ve genel cerrahi kliniklerinde yatan 170 yetişkin hastanın değerlendirildiği bir diğer çalışmada ise bu oran %24,1 olarak bildirilmiştir (11). Bununla birlikte 5 merkezde 832 yetişkin hasta ile yürütülen bir diğer çalışmada ise BY prevalansının %12,7 olduğu bildirilmiştir (12). Ülkemizde Yara Ostomi İnkontinans Hemşireliği Derneği'nin 2018-2019 yılları arasında 12 merkezde, 5088 yetişkin hasta ile yürüttüğü nokta prevalans çalışması sonuçlarına göre ise: BY görülme sıklığının %9,5 olduğu ve tespit edilen BY' nin %65,1'inin hastanede yatış sırasında gelişmiş olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada gelişen BY' nin yaklaşık üçte birini Evre 1, %36,2'sinin Evre 2, %11,1'inin Evre 3, % 6,3'ünün Evre 4, %5,7' sinin Derin Doku Hasarı ve %9,8'sinin Evrelendirilemeyen Evre olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, tıbbi cihaz ile ilişkili BY görülme sıklığı %10,7 olmakla birlikte, muzokal membran hasarının %1,2 olduğu bildirilmiştir (13). Oranların bu kadar farklı olması, çalışmalarda dahil edilen hasta popülasyonunun farklılığının yanı sıra evre 1 BY 'nin prevalans dahil edilip edilmemesinden kaynaklanmaktadır.

2.3. Basınç Yaralanmalarının Patofizyolojisi

Basınç yaralanmalarına neden olan en önemli faktör doku üzerindeki basınçtır. Cilt ve cilt altı yumuşak dokular, basınç nedeniyle mekanik yüklenmeye maruz

kalmaktadır. Mekanik yüklenme sonucu hücrelerde meydana gelen gerilim, doku perfüzyonunda ve lenfatik dolaşımında bozulmaya neden olarak intertisyel alanda ödeme neden olmaktadır. Bunun yanı sıra hücre ölümü sonucu meydana gelen inflamatuvar yanıtta da oluşan ödem; hücrelerde ve dokularda daha fazla mekanik yüklenmeye ve daha çok basınç artışına neden olur. (3,47) (Bkz. Şekil 1).



Şekil 1. Basınç yaralanmasının patofizyolojisi (47)

Mekanik yüklenmeye bağlı dokunun maruz kaldığı basınç, kapillerin arteriyol ucundaki basıncı (32 mmHg) aştığı zaman kapiller oklüzyon meydana gelir. Kapiller oklüzyonla birlikte intertisyel basınç artışı ve iske mi meydana gelir dokulara besin maddelerinin yanı sıra oksijen sunumu da azalır (49). Hücreye gelen oksijen azaldığı için oksidatif fosforilasyonun sekteye uğraması sonucu hücredeki adeno zin trifosfat (ATP) yapımı azalır. Bunun bir sonucu olarak fosfofruktokinaz ve fosforilaz aktivitesi artarak, glikojenden ATP üretimi ile hücrenin enerji ihtiyacını sağlamak için anaerobik glikoliz yapımını artırır ve glikojen depoları hızlı bir şekilde tükenir. Anaerobik glikolizin artmasıyla birlikte fosfat esterlerinin hidrolizi sonucu hücre içinde inorganik

fosfat ve laktik asit birikimi meydana gelir. Böylece hücre içi pH düşer ve hücre içindeki birçok enzim aktivitesi azalır. Azalan enzim aktivitesini, granüllü endoplazmik retikulumdan ayrılan ribozomların, monozomlara dönüşmesi izler. Bu aşamaya kadar dokuda meydana gelen tüm değişiklikler oksijen sağlandığında geri dönüşlüdür. Ancak iskemi devam ederse hücrede meydana gelen hasar geri dönüşsüzdür (50,51)

İskemi gerçekleştikten sonra basınç ortadan kaldırıldığında dokularda reperfüzyon meydana gelir ve hücrelere oksijen sunumu tekrar sağlanır. Bu her ne kadar iyi bir tablo gibi görünse de reperfüzyon, bazı kimyasal tepkimelerle oluşan ve son yörüngesinde taşıdığı eşlenemeyen elektron yüküne sahip oksijen moleküllerinin (serbest oksijen radikalleri) salınımı; hücrenin lipid, protein, karbonhidrat, hücre zarı, nükleus ve nükleik asit yapısında yıkıma neden olur. Bununla birlikte serbest oksijen radikallerinin endotel, polimorf nükleer lökosit ve kompleman sistem aktivasyonunu uyurarak doku hasarı üzerine etkileri görülmektedir (52,53)

İskemi süresi uzarsa, basınç ortadan kaldırılmazsa ya da farklı yüzey alanlarına dağıtılmazsa geri dönüşsüz doku hasarı (nekroz) meydana gelir (54). Nekrozda hücresel düzeyde, mitokondrilerin şiddetli vakuolizasyonu, ileri derecede hücre ve lizozomal membran hasarı meydana gelir. Lizozomal membran hasarı sonucu lizozomların içinde bulunan asit hidrolazlar sitoplazmaya geçer. İskemi nedeniyle zaten düşük olan hücre içi pH, bu asit hidrolazları aktive eder. Asit hidrolazları deoksiribonükleik asit, ribonükleik asit, proteinler ve diğer hücre elemanlarını sindirir ve böylece doku hasarı geri dönüşsüz olur (55).

Dokuda iskemi ve nekroza neden olan esas neden hipoksidir (54). Bu kapsamda doku nekroza gitmeden, oksijenizasyon durumunun değerlendirilmesi BY önlenmesindeki yaklaşımlardan biri olarak görülmekte ve klinik yaklaşımda da transkütanöz parsiyel oksijen basıncı olarak ölçümlenebilmektedir (36). Dokuya olan oksijen sunumunun azalması, transkütanöz parsiyel oksijen basıncının ($TcPO_2$) da düşmesine neden olmaktadır (2). Basınç altında kalan bu bölge ve dokularda meydana gelen fizyopatolojik değişiklikler; solukluk, tepkisel kızarıklık (reaktif hiperemi),

reperfüzyon hasarı, tepkisel olmayan kızarıklık, hipoksi ve dokuda nekroz şeklinde olup, sonuç olarak çeşitli derecelerde ülserler ile karşımıza çıkmaktadır (4,42).

Yapılan çalışmalarda sağlıklı insan ve hayvan cilt dokusundan alınan TcPO₂ ölçümlerinin 60-65 mmHg olduğu ifade edilmektedir (56-58). Bununla birlikte yapılan diğer çalışmalarda da doku hasarına işaret eden TcPO₂ değerinin 40 mmHg ve altında olduğu bildirilmiştir (36,59). Yapılan çalışmalarda doku hasarına işaret eden BY neden olabilecek TcPO₂ değerleri değişebilmekle birlikte, klinik uygulamada BY gelişimini değerlendirmedeki parametrelerden biri olduğu da unutulmamalıdır (60). Bu kapsamda da dokuda oksijen sunumunun azaldığı durumların yanı sıra BY patofizyolojisinde rol oynayan sürtünme, makaslama-yırtılmanın da değerlendirilmesi BY önlenmesindeki yaklaşımlarda değerlendirme de oldukça önemlidir.

2.4. Basınç Yaralanmalarının Etiyolojisi

Basınç yaralanmalarının oluşumundaki etiyolojik faktörleri ekstresek ve intrinsek risk faktörleri olarak incelemek mümkündür.

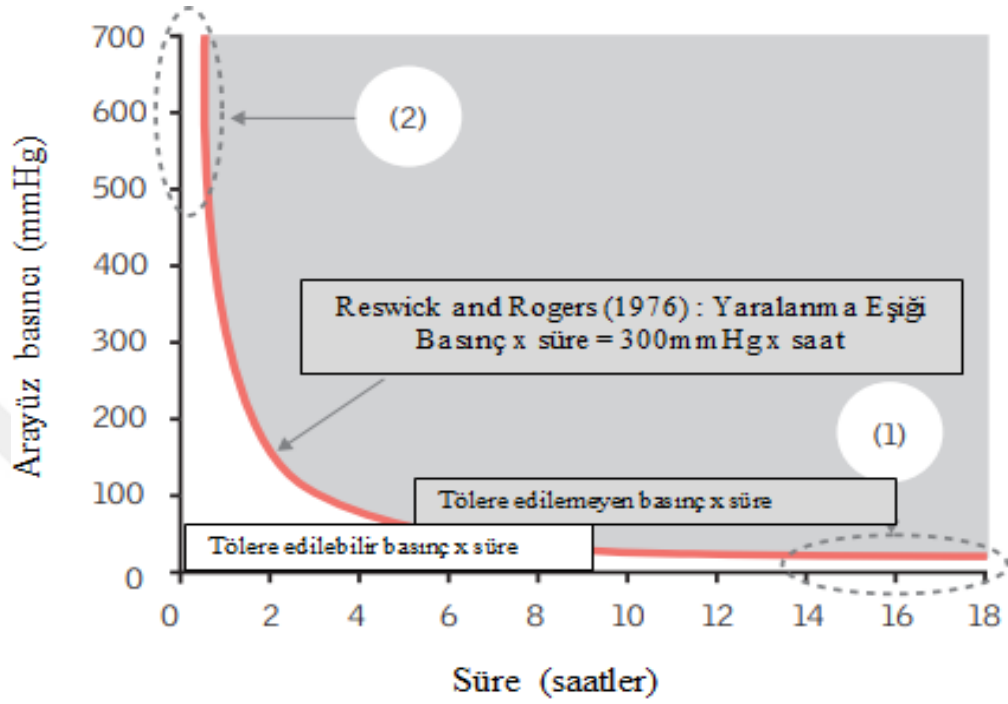
2.4.1. Ekstresek Risk Faktörleri

Basınç

Hücrelerde deformasyonu başlatan mekanik yüklenme nedeni basınçtır. Doku üzerindeki bu basınç, dokuyu besleyen kapiller damarların, kapanma basıncını aştığında, dokudaki kan akımı ve dokuların yaşamsal faaliyeti için gerekli olan oksijenin dokuya ulaşması engellenir (2).

Basınç yaralanması gelişiminde basınçla birlikte maruziyet süresi ve doku toleransı da etkilidir (61). Basınç yaralanmalarının önlenmesinde de bu parametreler doğrultusunda bir cut-off değeri belirlenebilmesi oldukça güçtür. Bunun en iyi örneği Reswick and Rogers (1976)'ın basınç- zaman eğrisidir. 'Rectangular hyperbola' olarak bilinen bu eğride kritik bir basınç ve zaman tayini yapılmak istenmiştir (Bkz. Şekil 2). Formülünde o zamana ait medikal veriler toplanarak hesaplanıp genellenmiş olsa da, eğri dışında kalan basınç miktarı ve basınç maruziyet süreleri klinik uygulamada bir kılavuz niteliği taşımamaktadır (61). Basınç yaralanması gelişiminde,

basınç ve süresinin yanı sıra doku toleransının da etkisi araştırmacıları yeni bir basınç-zaman eğrisi oluşturmaya sevk etmiştir (Bkz. Şekil 3) (47,61,62).



- (1) Basınç uzun sürede, küçük değerlere düşer
 (2) Basınç kısa sürede, sonsuz büyüklükte olabilir

Şekil 2. Reswick and Rogers (1976) Basınç- Zaman Eğrisi (61)



Şekil 3. Gefen Basınç- Zaman Eğrisi (47)

Şekil 1’de ve Şekil 2’de görüldüğü üzere dokuları hasara uğratan, BY gelişiminden sorumlu belirli bir basınç ya da süre bulunmamaktadır. Ancak bununla birlikte 1930’da Landis’ in bir deneysel hayvan çalışmasında kapiller damarlardaki kan basıncının 32 mmHg olarak tespit edilmesiyle; teorik olarak doku üzerindeki basınç 32 mmHg üzerine çıktığında kapiller kan akımı engellenerek, hipoperfüzyon, doku iskemisi ve sonunda nekroz gelişimi ile sonuçlanmaktadır. Klinik uygulamalarda dokuyu besleyen kapiller damarlardaki basınç direkt ölçülemese de, dokunun maruz kaldığı basınç; vücut yüzeyinin, destek alan üzerindeki birim alanda oluşturduğu kuvvet (arayüz basıncı) olarak ölçülebilmektedir (63–65).

Klinik çalışmalarda sosyodemografik özelliklere göre değişebilen bu değer için de yine bir cut-off değeri belirlenebilmesi mümkün değildir ancak bununla birlikte yapılan çalışmalarda tayin edilen bazı basınç değerleri mevcuttur. Supriadi ve ark.’nın (2014), en az 48 saattir yoğun bakımda kalmış olan, 87 yetişkin hasta verilerini değerlendirdiği çalışmasında, 50 mmHg’den fazla olan arayüz basıncının BY gelişimine neden olabildiğini ifade etmiştir (66). Duetzmann ve ark.’nın (2015) yaptığı bir çalışmada, 12 sağlıklı yetişkinin 15 dakika süresinde standart hastane yatağında yatması sonucu sakrumda oluşan arayüz basınç değerleri ortalama $74,4 \pm 16,2$ mmHg, spinal kord hasarı olan 10 hastada ise $105,7 \pm 22,4$ olarak bulunduğu bildirilmiştir (67). Bulut ve Güneş’in (2019) yoğun bakımda standart hastane yatağında 2 saat süre ile yatan yetişkin hastaların arayüz basınç değerlerinin ortalama $47,71 \pm 5,60$ mmHg olarak bulduklarını bildirmişlerdir (68). Yapılan çalışmalarda BY neden olabilecek arayüz basınç değerleri değişebilmekle birlikte, klinik uygulamada, BY gelişimi için risk faktörleri arasında olduğu akılda tutulmalıdır.

Sürtünme ve Makaslama-Yırtılma

Sürtünme, ters yönde hareket eden iki yüzey arasında meydana gelen mekanik kuvvet olarak tanımlanmaktadır. Cilt ve yatak yüzeyi arasında ters yönde hareket eden bu kuvvet dermis ve epidermis üst tabakasında zedelenmeye yol açar. Sürtünme, özellikle epidermise dikey olarak bası uygulandığında ortaya çıkmaktadır. Epidermise gelen bu dikey kuvvet, subepidermal kapilleri kapatır, dokuya oksijen ve besin maddelerinin iletimini sağlayan kan akışını bozmaktadır (35,47).

Makaslama ise, birbiri üzerinde hareket eden yüzeylerin ters yöndeki kuvvet etkileri olarak tanımlanmaktadır. Makaslama sonucu, kemik ve kas, yağ, cilt katmanları birbiri üzerinde ters yönde kayar. Makaslama, kas ve yağ gibi derin dokularda yırtılmalara neden olmaktadır. Yırtılma aynı zamanda doku damarlarında gerilip, kıvrılmalara dolayısıyla da doku perfüzyonunun bozulmasına neden olmaktadır (35,47).

Sürtünme dermiste ve epidermiste görülürken, yırtılmanın asıl etkisi kemik çıkıntılarının üzerindeki derin dokularda görülmektedir. Hastanın çarşaf kullanılmadan yukarı çekilmesi, kötü pozisyonlarda oturma ve yatması, hastanın transferi sırasında hastayı kaldırıp taşımak yerine kaydırılması, sürtünmeye; yatağın başucunun 30°'den fazla yükseltilmesi, banyo ve giyinme ise yırtılmalara yol açabilmektedir (17).

Mikroklima

Cilt mikro iklimi (nem, sıcaklık ve hava akımı) indirekt bir basınç ülseri risk faktörüdür (47,69). Cildin, aşırı sıvı ve patojen maruziyeti ile basınç gibi mekanik travmalara karşı koruyucu bariyer görevi vardır (70). Cildin fiziksel bariyer, kimyasal bariyer, cilt florası, immün yanıt olmak üzere ana 4 temel bariyer fonksiyonu vardır.

Bu fonksiyonlar ile hem homeostatik hem de patolojik durumlarda çevreden gelen çeşitli uyarılara ve tehlikelere uygun zamanda ve uygun şekilde cevap verebilmektedir. Cildin en üst katmanı olan stratum korneum ve altında yer alan tabaka stratum granulosum arasındaki sıkı bağlantılar (tight junctions) fiziksel bariyeri oluşturmaktadır. Bununla birlikte stratum korneum yapısını oluşturan filigran proteini ve epidermal kornifikasyonu sağlayan S100A proteini kimyasal bariyeri oluşturmaktadır. Derinin kendi mikrobiyal florası, çeşitli uyarılara ve tehlikelere karşı inflamasyonu ve immün cevabın başlatılması veya önlenmesini sağlarlar. Bu immün cevapta, kazanılmış ya da doğal bağışıklık hücreleri rol almaktadır (71). Hem aşırı nem, hem de aşırı kuruluk nedeniyle cildin bu bariyer fonksiyonları bozularak BY gelişiminde risk oluşturmaktadır.

Aşırı nem, stratum korneum ve stratum granulosum arasındaki sıkı bağlantıların yapısını bozarak ve lipid moleküller arasında düzensizliğe neden olarak fiziksel bariyere zarar vermektedir (69,70). Bozulan fiziksel bariyer, sürtünme ve makaslamaya daha duyarlı hale gelerek, BY gelişimi için risk oluşturmaktadır (5). Nemle ilişkili cilt patolojilerini inceleyen 37 araştırma sonucunun sunulduğu bir çalışmada, aşırı inkontinansla ilişkili dermatit gibi aşırı nemli cildin BY gelişimini yaklaşık 5 kat arttırdığı bildirilmiştir (70). Benzer şekilde Gökdemir' in (2020) çalışmasında BY gelişen kişilerde cildin nem düzeyinin, gelişmeyen kişilere göre klinik anlamlılık düzeyinde daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (72). Basınç yaralanması gelişiminde bu denli önemli olan nemin ölçülebilmesi ve değerlendirilebilmesinin BY önlenmesinde bir klinik yaklaşım olabileceği görüşü hakimdir (Kim et al., 2018). Bu görüş kapsamında Gefen ve Ross (2020) BY gelişiminin önlenmesinde subepidermal nem değerlendirmesi için SEM (Sub-epidermalmoisture) scanner cihazını geliştirmişlerdir. Bu cihaz 3-4mm uzaklıktan cilt ve cilt altı dokudaki elektriksel yük aktivitesindeki değişim ile biyokapasitansı ölçerek neme dair bir oran vermektedir, bu oran aralığı 0,3-3,9 olarak belirtilmiş olmakla birlikte, BY gelişiminde risk oluşturabilecek eşik değeri 0,6 olarak bildirmişlerdir (74).

Cildin bariyer fonksiyonları aşırı nemin yanı sıra aşırı kurulukta da zarar görmektedir (Jiang et al., 2022; Woo et al., 2017). Stratum korneumun kendi nem faktörleri vardır ve bu sayede cilde esneklik kazandırır. Hasarlanan stratum korneum bu fonksiyonunu yerine getiremez. Bununla birlikte epidermis tabakası zayıflar, zayıflayan epidermis, sürtünme ve makaslamaya daha duyarlı hale gelerek BY gelişim riskini arttırmaktadır (76). Jiang ve arkadaşları (2022), 8 merkezde cilt kuruluk düzeyi ve BY gelişimi arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, kuru cildin BY gelişim riskini yaklaşık 2,2 kat arttırdığını ifade etmişlerdir (Jiang et al., 2022). Bununla birlikte, Lechner ve ark.' nın (2017) sakrum ve topuk bölgesindeki cilt kuruluğu ve BY gelişimini inceledikleri başka bir çalışmada da; topuk bölgesindeki cilt kuruluğunun BY gelişiminde muhtemel bir risk olarak, sakrumdaki cilt kuruluğunun ise BY gelişiminde daha düşük bir risk faktörü olarak değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir (76).

Cilt bir destek yüzey alanına temas ettiğinde, aralarında konveksiyon yöntemi ile ısı iletimi gerçekleşir (77). Destek yüzey alanı ve cilt arasında ısı birikimi olur; cilt bu ısıya maruz kaldığında sıcaklığı artar ve vazodilatasyon meydana gelir (78,79). Diğer bir yandan dokuya olan basıncın, inflamasyon süreçlerinin doğal bir sonucu olarak da cilt sıcaklığı artış göstermektedir (74,80).

Yoğun bakımdaki hastaların sakral bölge BY gelişim durumu ve sakral cilt sıcaklığı alanın değerlendirildiği bir çalışmada, BY gelişen hastalarda, gelişmeyenlere göre sakral alan cilt sıcaklık düzeylerinin daha yüksek bulunduğu ve cilt sıcaklığındaki 1,2 °'lik artışın BY gelişiminin öngörücü bir parametresi olabileceğini bildirilmiştir (81). Yoğun bakımda yapılan diğer bir çalışmada ise, lokal cilt sıcaklığındaki 1 °'lik artışın BY gelişimini benzer şekilde arttığı bildirilmiştir (68). Başka bir çalışmada ise yoğun bakımda yatan hastalarda sakral cilt sıcaklığındaki -0,1 °'lik düşüşün BY gelişimi için risk oluşturabileceği bildirilmiştir (Jiang et al., 2020). Lokal cilt sıcaklığının artış ya da azalışının BY gelişiminde spesifik bir faktör olup olmadığı çalışmalara göre değişiklik gösterse de, hemşirelerin lokal cilt sıcaklığını değerlendirmesi, BY gelişim riski olan hastalarda önemli olduğu görülmektedir

2.4.2. İntrensek Risk Faktörleri

Yaş

Hücrel yaşlanmanın sonucu olarak; telomer kısalması ve displastik kerositlerin birikimi, hücrel matriks yapısında bozulma, nükleus ve mitokondriyal gen mutasyonları, multiple lipid ve amino asit metabolitlerin birikimi ciltte kuruluk, pH düzeyinde artış, antioksidan aktivasyonunda ve kollojen üretiminde azalmaya neden olmaktadır. Tüm bu süreçler de yaşlı yetişkinleri ciltle ilgili gelişebilecek patolojilere daha yatkın hale getirmektedir (83). Dolayısıyla BY gelişimi için artan yaşın bir risk faktörü olduğu düşünülmektedir (84).

Hücrel yaşlanmanın bir sonucu olarak cilt perfüzyonunda bozulmanın yanı sıra komorbidite sayısındaki artış, mental durumda meydana gelen değişiklikler, mobilizasyonda kısıtlılık, immün cevapta azalma gibi nedenler de artan yaşla birlikte

BY gelişimi açısından risk oluşturmaktadır (84,85). Benzer şekilde çalışmalarda da artan yaşın, BY gelişiminde riski arttırdığı bildirilmiştir (86–89).

Kronik Hastalıklar

Kalp yetmezliği, hipertansiyon, arteriyel yetmezlik gibi dolaşım sistemi hastalıkları dokuya olan oksijen sunumunu azaltmaktadır (90). Bununla birlikte venöz yetmezlik, karaciğer ve böbrek yetmezlikleri dokuda ödeme neden olmakta ve dolayısıyla inflamasyon süreçlerini olumsuz etkilemektedir. İnflamasyon süreçlerini ve doku onarımını olumsuz etkileyen bir diğer kronik hastalık da, immün fonksiyon bozukluğu, nöropati gibi komplikasyonları olan diyabetes mellitustur (84,91). Aktivite azlığı ve immobilizasyona neden olan kas iskelet sistemi hastalıkları ve nörolojik defisitler de, belirli süre doku üzerindeki basınç dağıtılamadığından, dokulara oksijen sunumunda kısıtlılıklar söz konusu olmaktadır (6,92). Tüm bu bilgiler ışığında dokuya oksijen sunumunu bozan ve/ veya bozabilecek komplikasyonlara neden olan her türlü sistemik kronik hastalık, BY gelişim riski açısından göz önünde bulundurulmalıdır.

İmmobilite

Mobilite, kişinin fiziksel ihtiyaçlarını karşılamada, vücudunu ihtiyaç dahilindeki sıklık ve büyüklükte hareket ettirebilme durumudur. İmmobilite yaşayan kişiler, sinirsel uyarın yoksunluğu, koma durumu, nörodejeneratif hastalıklar ya da kas iskelet sistemi hastalıkları gibi nedenlerle hareket kısıtlılığı yaşayabilmektedir (93,94). Hareket kısıtlılığı nedeniyle uzun süre uzanma veya oturma ile kemik dokular üzerinde oluşan basınç yeniden dağıtılamaz, o bölgedeki dokuda geri dönüşsüz hasarlara (nekroz) yol açabilir. Dokular üzerindeki bu basınç, mobilizasyon sağlanarak farklı dokular üzerine dağıtılabilmektedir (82).

Duyusal Algıda Bozulma

Bozulan duyuşsal algı, serebrovasküler olay, nöropati, bilişsel fonksiyonlarda değişiklikler nedeniyle ortaya çıkabilmektedir. Duyu kaybı olması ve ağrıyı yanıtın azalması; o dokudaki basıncın yeterince algılanamaması ve bu basınca karşı olan yanıtın oluşturulmamasına sonuçlanır (95). Duyusal algı kaybının yanı sıra paralizisi spinal kord hasarı olan kişileri BY daha yatkın hale getirebilmektedir. Spinal kord

hasarı olan kişilerde kas fonksiyon kaybı sonucu lenfatik akımın bozulması yaygın doku ödeme neden olmaktadır (96). Basınçla birlikte gelişen inflamatuvar süreçte de oluşan ödem de eklenince intertisyel basınç artar ve dokuyu besleyen kapillerin kapanmasına neden olur ve doku oksijen sunumu bozulur iskemik süreç başlar. İnflamatuvar mediatörlerin salınımı ile oluşan ağrı, şişlik, rahatsızlık hissi duyuşsal algı da bozulduğu için hissedilemez ve iskemik süreç nekroza kadar gidebilmektedir (84,97).

Malnütrisyon

Malnütrisyon, doku üretimi, bakımı ve onarımını sürdürmek için gerekli olan beslenme ürünlerinin alınmaması ya da eksik alınması durumudur (98). Her organ sistemi makro ve mikro besinler için yaşam boyunca, büyüme, gelişim ve doku onarımı için gereklidir. BY önlenmesi ve tedavisinde de bu besinlerin yönetimi çok önemlidir (99).

Vücut hemostazisi için glutamin, sistein ve arginin vazgeçilmez amino asitlerdir. Arginin özellikle vücut stres altındayken kollojen yapımını arttıran insülin benzeri büyüme faktörü (IGF) salgılatır. Vücutta yeterli protein depolarının olmaması anemi ve hipoalbünemi gibi fizyopatolojik süreçleri de tetikleyebilmektedir. İnflamatuvar süreci düzenlemede proteinlerin yanı sıra vitaminler de gereklidir. Hücre proliferasyonu, granülasyon dokusunun oluşumu için protein gerekirken, immün sistem hücrelerinin sentezi ve inflamasyon alanına göçü için A vitamini, bir antioksidan olarak C vitamini ise inflamatuvar yaranın proliferatif hale dönüşmesinde yardımcı olmaktadır (96).

Yetersiz enerji ve protein alımı; düşük beden kitle indeksi, hemoglobin, albümin ve kolesterol seviyelerinin düşük seyretmesi doku iyileşmesinde rol oynamanın yanı sıra BY gelişiminde de önemli parametrelerdir (97). Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda metabolizma için yeterli kalori alımı, dokuları korumak ve onarmak için de yeterli düzeyde protein, sıvı, vitamin ve minerallerin alımı gerçekleştirilmelidir (100). Bu kapsamda, BY gelişimini etkilediği için risk altındaki bireylerin malnütrisyon durumu değerlendirilmeli gerekli beslenme takviyeleri yapılmalıdır (20).

Obezite

Beden kitle indeksi 25-30 kg/m² olan bireyler fazla kilolu, 30 kg/m² 'nin üzerinde olan bireylerde obez olarak sınıflandırılmaktadır (101). Artan beden kitle indeksi; azalan mobilizasyon düzeyi, pozisyon verme sırasında sürtünme, makaslama-yırtılmaya daha çok maruz kalınması, artan doku ağırlığı nedeniyle arayüz basıncının artması, obezite nedeniyle gelişen dermatozlar ve bu nedenle cilt bariyer özelliğinin kaybı, vasküler ve lenfatik dolaşım yetmezliği nedeniyle BY gelişiminde rol oynamaktadır (101–103). Bu nedenle yüksek beden kitle indeksinin de BY gelişiminde bir risk faktörü olarak değerlendirilmeli ve hastanın beslenmesi buna göre düzenlenmelidir (20,101).

Basınç yaralanmalarının gelişiminde pek çok risk faktörü yer almaktadır. Bu risk faktörlerini klinik yaklaşımda doğru değerlendirebilmek, BY önlenmesindeki temel hemşirelik yaklaşımlardan sadece biridir (19). Basınç yaralanmalarının gelişmeden önlenmesinde klinik hemşirelik uygulamaları oldukça önemlidir.

2.5.Basınç Yaralanmalarını Önlemede Hemşirelik Uygulamaları

Basınç yaralanmaları geliştiğinde hastalarda yaşam kalitesinin azalmasına, hastanede kalış süresinin uzamasına, morbidite ve mortalitenin de artmasına yol açmaktadır. Sağlık çalışanları ve kurum açısından ise, yüksek maliyetli yara bakım ürünlerinin temini, personel iş yükünün artması gibi bakım maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (14,15). Bu nedenlerle BY gelişiminin önlenmesi oldukça önemlidir.

Basınç yaralanmaları gelişiminin önlenmesi sağlıkta kalite hizmet standartlarında olduğu gibi hemşirelik bakımında da güçlü bir kalite göstergesidir (Lee et al., 2019). Hemşireler, BY risk faktörlerini belirleme, değerlendirme ve gelişimini önlemeye yönelik kanıta dayalı bakım uygulamalarıyla sağlık bakım ekibinin önemli bir üyesidir (105,106).

Basınç yaralanmalarının önlenmesi hasta ile birebir çalışan tüm hemşirelerin sorumluluğu olmakla birlikte, 19 Nisan 2011' de yayımlanan Hemşirelik Yönetmeliği'nde Yoğun Bakım Hemşiresinin görev yetki ve sorumlulukları arasında 'Bası yaraları, risk faktörleri, prognoz üzerindeki etkilerinin değerlendirilerek

gelişiminin önlenmesi için uygun hemşirelik yaklaşımını sağlar, oluşması halinde uygun hemşirelik bakımını planlar, uygular ve değerlendirir.” ifadesi yer almaktadır (107).Bu kapsamda hastada basınç yaralanmasını önlenmesindeki kanıta dayalı hemşirelik yaklaşımları şöyledir (1,108,109).

- Hastanın kliniğe yatışında 24 saat içerisinde geçerli, güvenilir bir ölçekle risk değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Hastanın kliniğe yatışını takip eden 24 saat içerisinde beslenme durumunun değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeye özgü beslenmeye başlanması; malnütrisyonu varsa veya riski varsa kişinin kronik hastalık, major travma ve yanık gibi durumlarla değişebilmekle beraber günlük kalori alımı 30-35 kcal/kg/gün, protein alımı ise ihtiyacı böbrek fonksiyon bozukluğu yoksa 1,25-1,5 gr/kg/gün olarak planlanmalıdır. Dehidratasyon, ishal, kusma gibi durumlarla hidrasyon ihtiyacı artmakla beraber en az kcal başına 1ml su/ sıvı hidrasyonu olarak planlanmalıdır. Hastada oral alım yoksa enteral veya parenteral beslenme planlanmalıdır.
- Hastanın kliniği yatışını takip eden ilk 4 saat içerisinde cilt nem, ısı aratışı, kızarıklık açısından değerlendirilmelidir. Cildin aşırı kuru olmaması için nemlendiriciler kullanılabilir, aşırı nemli olduğu durumlarda da bariyer kremler kullanılabilir. Fekal veya üriner inkontinasi olan hastada cildin idrar ve feçesle temasından hemen sonra cilt temizlenmelidir. Her gün cildin temizlenmesi pH, asiditesi uygun sıvı temizleyiciler ile yapılmalıdır. Cilt temiz ve kuru tutulmalıdır.
- Basınç yarası gelişme riski yüksek olan hastalarda kemik çıkıntılar ve basınca maruz kalan yüzeylere köpük poliüreten destek yüzeyler kullanılabilir. Yatakta yüksek özellikli köpük şilteler kullanılmalı (yüksek özellikli; köpük yoğunlu 35 kg/m³, çok katmanlı, buhar geçirgenliği 300 gr/ m²/ 24 saat olan, sertlik derecesi her bir katmanda 130 Newton olan, ağırlıkla içe çökme derinliği de 150 mm olan). Basınç yarası gelişme riski yüksek ve sık pozisyon değişikliği mümkün olmayan durumlarda da aktif yüzey alanları kullanılmalıdır.

- Hastanın mobilite, hareketlilik ve genel tıbbi durumuna uygun olarak belirlenen sıklıklarda pozisyon değişimi yapılmalıdır. Pozisyon verilirken topuklar serbest kalmalı yatağa veya yastığa teması önlenmelidir. Baldırların altına yastık konularak, dizlerin beş-on derece hafif fleksiyonda kalacak şekilde olmasına dikkat edilmelidir. Kemik çıkıntılar ve kızarıklık olan alanlar üzerine direkt bası yapmayacak şekilde, yatak başı 30 dereceden yüksek olmayacak ve 90 derece gibi yan yatma pozisyonundan kaçınılarak, kontrendikasyon yoksa da prone pozisyon verilmesine dikkat edilmelidir. Hasta yan dönme hasta çarşaf üzerinde sürüklenmeden kaldırarak pozisyon verilmelidir.

Tüm bu klinik yaklaşımlar hemşireliğin uygulamalı bir bilim olduğunun göstergesidir. Uygulamalı bilimlerde, teori ve uygulama arasındaki ilişkiyi ortaya koymada ve uygulamalarla desteklenen bu teorileri yeniden uygulamaya geçirmede deneysel araştırmalara gereksinim vardır. (110).

2.6.Deneysel Araştırmalar

Sağlık alanında yapılan çalışmalarda amaç, belli bir sağlık sorununu ilgilendiren çeşitli olayların nedenleri incelemek ve bunları tespit ettikten sonra da nleyebilmektir. Bu önlemlerin ne olacağı, nasıl olacağı ve etkinlik düzeylerinin llmesi deneysel araştırmalarla ortaya konmaktadır. Bu araştırmalar; klinik araştırmalar, in vitro çalışmalar ve hayvan deneyleri olmak üzere üç dizaynda gerçekleştirilmektedir (111).

Klinik araştırmalar, bir veya birden fazla araştırma ürününün klinik veya farmakolojik etkilerini ortaya koymak ya da bu yaklaşımların güvenilirliğini ve etkililiğini değerlendirmek için insanlar üzerinde yürütülen çalışmalardır. Bugün lkemizde bu çalışmalar yasal prosedürlerle sıklı şekilde takip edilmektedir (112,113).

İn vitro çalışmalarda ise laboratuvar ortamında oluşturan organ ve dokulardan hazırlanan hücre dizilerinin yanı sıra direkt olarak hasta veya sağlıklı gönüllülerden veya deney hayvanlarından alınan dokulardan hazırlanan primer hücre kültürleri kullanılabilir. In vitro yöntem ile incelenen sağlık sorununa ilişkin alta yatan mekanizma özellikli izole bir dokuda çalışılırken, tedavi edici ajanların etkinliği ve toksik etkili ajanların etkinliği de değerlendirilebilmektedir (24,114).

Hayvan deneyleri, bilimsel ve etik kurallar çerçevesinde gerçekleştirilen araştırmalarda kullanılmak üzere üretilmiş hayvanların yer aldığı çalışmalardır. Deney hayvanları, standart laboratuvar koşullarında doğan/üretilen, büyüyen, hayatlarını aynı koşullarda sürdüren ve aynı standart koşullarda, üzerinde deneysel çalışmalar yapılan hayvanlardır. İnsanlar ve bu hayvanlar arasındaki anatomik ve fizyolojik benzerliklerden yararlanılarak bir sağlık probleminin, hastalığın veya tedavinin değerlendirilmesinde uygulanan bilimsel araştırmalar ise “hayvan deneyleri” olarak adlandırılmaktadır (21,110).

2.6.1 Hayvan Deneyleri

Deney hayvanları çalışmaları, yeni tedavi ve yaklaşımların geliştirilmesinde, insana özgü sorunların çözümünde, ortaya çıkabilecek risklerin en aza indirebilmesi açısından oldukça önemlidir(21). Deney hayvanları ile yapılan çalışmaların planlanmasında ve yürütülmesinde de temel olan; mevcut soruna karşı uygun deney hayvanı ve uygun modelin seçilmesidir. Deney hayvanı modelleri bir sağlık problemini, hastalığı veya tedaviyi; insanlar ve deney hayvanları arasındaki anatomik ve fizyolojik benzerliklerden yararlanarak, uygun hayvanda oluşturabilmesini sağlamaktadır (22). Deney hayvanı modelleri onlar üzerinde güvenli araştırmalar yapmayı ve bu araştırmaların sonucunu da insana güvenli şekilde uyarlayabilmeyi sağlamaktadır (Ankaralı ve Ankaralı 2019). Literatürde tanımlanmış, negatif model, olası model, indüklenmiş model ve spontan model olmak üzere dört tip deneysel hayvan modeli bulunmaktadır.

Negatif model: Bazı hastalıkların hiç görülmediği hayvan türü/ soyları bulunmaktadır, bu modellerle hayvanların bu özelliğinden yararlanılarak çalışma planlanmaktadır. Bu modelin en bilinen örneği ise, gonokok enfeksiyonu görülmeyen tavşanlardır.

Olası model: Bazı hastalıklar ilk olarak hayvanlarda görülmüştür. Ancak ilerleyen zamanlarda da insanlarda görülebileceği ihtimali ile tedavi gibi klinik yaklaşımlar oluşturmak için bu modellerle çalışılmaktadır. Bunun en spesifik örneği tavuklardaki marek hastalığı ve koyunlardaki vesna hastalığıdır.

İndüklenmiş model: Bu model ile insanda görülen sağlık sorunları, ilaçlar, cerrahi işlemler, müdahaleler veya genomik transferle genetiği değiştirerek sağlanabilmektedir. Bu modeldeki hayvan ve tür seçimine araştırmacılar, çalışma amacına yönelik olarak karar verebilmektedirler. Domuz, fare ve ratlarda farklı teknolojik tasarımlarla yüksek basınç uygulanarak BY geliştirilmesi buna örnek olarak verilebilir.

Spontan model: Bazı hayvanlarda, kendiliğinden oluşan ve insandakine benzer hastalık ve belirtiler ortaya çıkaran hastalıkların oluşmasıyla geliştirilmiş modellerdir. Bu modelde en çok bilinen örnek ise Çinçilla tavşanlarıdır. Doğal yapıları gereği hipertansif olan bu tür hipertansiyon tedavi yaklaşımlarında model olarak kullanılabilir.

2.6.2. Hemşirelik ve Hayvan Deneyleri

Pre-klinik araştırmalarda farklı hayvan modellerinin kullanımı kliniğe yeni temel kavramların kazandırılmasını sağlamaktadır. Deney hayvanları ile yapılan bu araştırmalar kanıta dayalı hemşirelik bilgisini artıran ve hemşirelik uygulamalarının gelişmesini sağlayan, hemşireliğe yenilik getiren araştırmalardır. Hemşirelik alanında deney hayvanları ile ilgili hemşirelik bakımına pek çok yarar sağlayan araştırma mevcuttur (18,110). Hemşireler ağrı, enfeksiyon, yara iyileşmesi, beslenme, boyutsal ve mekansal öğrenme, barsak motilitesi, ergonomi, stres gibi hemşirelik bakım alanlarında problemlerin çözümüne yönelik bilimsel bilgi birikimine katkıda bulunan deneysel çalışmalar yürütmüştür. Bu çalışmaların, primer hemşirelik bakımının önemini ortaya koyduğu görülmektedir (115–119).

Hemşirelik biliminin bilimsel bilgi birikiminin ve hemşirelik bakım uygulamalarının geliştirilmesinde, hayvan deneyleri çalışmaları oldukça önemli yer tutmaktadır (18). İnsanlar ile yürütülen klinik araştırmalarda hemşirelik bilimi için çok değerli olsa da, bakım uygulamalarında karşılaşılan sorunlara yönelik deneysel uygulamaların her zaman insanlar üzerinde yapılması mümkün değildir (115,116). Tam olarak bu noktada hemşirelikte kanıta dayalı uygulamaların geliştirilmesinde hayvan deneyleri kapsamında elde edilecek bulgulara ihtiyaç duyulmaktadır (110).

2.7.Basınç Yaralanmaları Deneysel Hayvan Modelleri

Basınç yaralanmaları ile ilgili deney hayvanı çalışmaları incelediğinde sıklıkla indüklenmiş modellerin kullanıldığı görülmektedir (25,27–30). Bu çalışmalarda domuz, rat ve fareler yer almış olsa da, özellikle de yara modellerinin oluşumunda insan dermis ve epidermisini en iyi şekilde simüle edebilen deney hayvanının domuz olduğu vurgulanmıştır (24,31,32). Domuzlarla ilgili çalışmalar incelendiğinde indüklenmiş modellerde, domuzlarda parapleji oluşturulurak; farklı sürelerde eksternal basınç uygulayarak Basınç yaralanması geliştirildiği görülmektedir (25– 27,34,120). İndüklenmiş BY modelleri; hem BY' nin patofizyolojisi, hem de BY tedavive bakımı ile ilgili çalışmalar için değerli olmakla birlikte klinik uygulamaya aktarılabilmede bazı kısıtlılıkları da mevcuttur. Teknolojik alt yapı ve bazı özellikli donanımlara gerek duyulması, gerçek klinik durum için çıkarımda bulunulması ancak gerçek klinik durumu tam olarak simüle edememesi bu kısıtlılıklar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte İndüklenmiş BY modelleri, hem BY' nin doğal gelişimini inceleyen çalışmalar, hem de BY önleyici girişimler için bir standart ortaya koyamamaktadır. Bu kapsamda da BY gelişimini önlemeye yönelik çalışmaların etkinliğini değerlendirmede, spontan BY modellerine gereksinim duyulmaktadır. Ancak klinikteki gerçek durumu tam olarak simüle eden spontan bir BY modeline rastlanılmamıştır. Tüm bu bilgiler ışığında domuzlar üzerinde, insanlardaki kliniği simüle eden, kolay uygulanabilir, spontan bir BY modeli geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

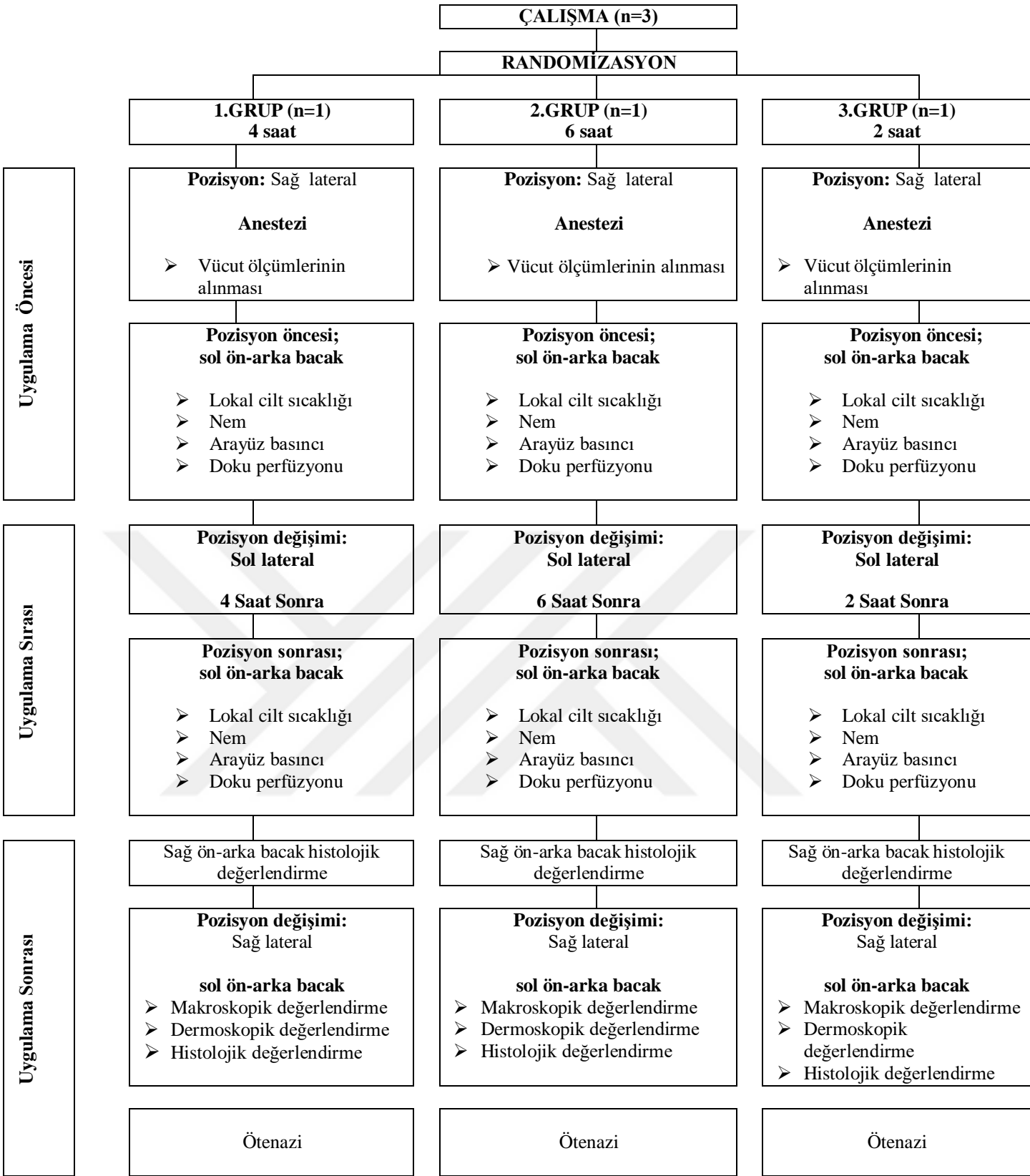
3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmanın gereç ve yöntem bölümü, ARRIVE (Animals in Research: Reporting In Vivo Experiments) protokolüne uygun olarak düzenlenmiştir.

3.1. Araştırma Şekli

Bu çalışma, 2 saat, 4 saat ve 6 saat süre ile pozisyon vermenin BY gelişim durumuna etkisinin incelenmesi amacıyla 3 yetişkin domuz ile yapılan deneysel bir çalışmadır. Deneysel çalışmalar, insanlar ve deney hayvanları arasındaki anatomik ve fizyolojik benzerliklerden yararlanarak, planlanmaktadır (22). Bu çalışmada, insan dermis ve epidermisini çok benzer şekilde (32) yansıtabilmesinden dolayı da domuzlar tercih edilmiştir.

Çalışmanın hazırlık ve izin süreçleri 24 Şubat- 1 Eylül 2022'de tamamlanmış olup, uygulama aşaması 14-16 Eylül 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışma verileri, farklı pozisyon süreleri kapsamında (2 saat n=1, 4 saat n=1, 6 saat n=1; toplam n=3) yorkshire cinsi evcil erkek domuzlardan (*Sus scrofa domesticus*) elde edilmiştir. Bu nedenle, çalışmada yer alan her bir domuz, deneysel birim olarak kabul edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 4. Uygulama Şeması

3.2. Araştırmanın Örnekleme

Çalışma kapsamında farklı sürelerde pozisyon vermenin, basınç yaralanması gelişim durumu (var/yok ve histolojik değişim skoru) ölçümlerine etkisinin değerlendirilmesi planlanmıştır. Çalışmanın bu temel hipotezleri dikkate alınarak G Power Programı ile yeterli güçte minimum örneklem büyüklüğünün belirlenebilmesi için, tip 1 hata olasılığı (α) = 0.05, güç ($1-\beta$) = 0.80, etki büyüklüğü 2.00 alınarak, grup başına bir olmak üzere toplamda üç erkek evcil domuzun (*Sus scrofa domesticus*) çalışmada yer almasının yeterli olacağı hesaplanmıştır (121).

Etki büyüklüğünün 2.00 olarak belirlenmesinin nedeni, çalışmada yer alan domuzların filogenetik yapısının büyük olması, çalışma sonuçlarının domuz derisinde makroskopik düzeyde de değerlendirilecek olması ve 3R temelindeki reduction ilkesinin gözetilmesidir. Bununla birlikte, araştırmacıların geliştirdiği Optik Perfüzyometre' nin in vivo olarak ilk kez bu çalışmada değerlendirilmesi, hesaplanmış olan örneklem büyüklüğünün yeterli olacağı kanaatini oluşturmaktadır (122,123). Çalışma süresince herhangi bir hayvan kaybı yaşanmamış olup, çalışma üç hayvan ile tamamlanmıştır. Bu hayvanlar sadece bu çalışma için temin edilmiş olup, başka bir çalışmada kullanılmamıştır.

3.3. Dahil Olma ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmaya, bir-iki yaş, 100-170 kg arasındaki, sağlıklı, erkek Yorkshire cinsi, aynı anne babadan üremiş kardeş olan domuzlar dahil edilmiştir. Bununla birlikte uyarılara belirgin derecede azalmış yanıt, anestezi komplikasyonları ve veteriner hekimin uygun gördüğü (insani nedenler, tıbbi nedenler) durumlarda domuzlar çalışma dışında kalması planlanmış olmakla birlikte, çalışma süresince bu gibi herhangi bir durumla karşılaşmamıştır.

3.4. Randomizasyon

Araştırmada yer alan tüm hayvanların gruplara tayin edilmesi günlük randomizasyonla yapılmıştır. Hangi gün hangi gruba uygulamanın yapılacağı online bir program (www.randomizer.org) kullanılarak belirlenmiştir.

3.5. Körlük

Çalışma tasarımı gereği hangi günde hangi uygulamanın yapılacağı araştırmacılar tarafından bilindiği için uygulamalar sırasında kör olunamamıştır. Ancak uygulama öncesinde hayvanların hangi grupta yer alacağını bilmeyen, deney hayvanları üretim ve araştırma merkezinde görevli başka bir araştırmacı tarafından, hayvanlar o gün yapılacak uygulama prosedürü için rastgele olarak seçilmiştir.

3.6. Araştırma Sonuç Ölçütleri

3.6.1. Birincil Sonuç Ölçütleri

Bu çalışmanın birincil sonuç ölçütlerini farklı yapılan pozisyon sürelerinin, makroskopik ve histolojik doku değişikliklerine olan etkisinin incelenmesi oluşturmaktadır. Bu sonuç ölçütlerini elde etmek için, makroskopik doku değişiklikleri ‘‘NPIAP Basınç Yaralanmaları Sınıflama Sistemi’’ ve ‘‘dermoskop’’ ile, histolojik doku değişiklikleri ise histomorfolojik analizler ve ‘‘Histolojik Değişim Skoru’’ ile değerlendirilmiştir.

NPIAP Basınç Yaralanmaları Sınıflama Sistemi: EPUAP (Avrupa Basınç Ülseri Danışma Paneli) ve NPIAP (Ulusal Basınç Yaralanması Danışma Paneli) tarafından 2009 yılında geliştirilmiş olan bu sınıflama, 2016 yılında revize edilmiştir. Farklı düzeylerde cilt, cilt altı, kas ve kemik doku hasarını ifade eden sınıflama sistemi Evre 1, Evre 2, Evre 3, Evre 4, Evrelendirilemeyen Evre ve Derin Doku Hasarı olmak üzere 6 evrede incelenmektedir (Bkz. Tablo 1).

Tablo 1. NPIAP Basınç Yaralanmaları Sınıflama Sistemi(41,42, 44)

Evreler	Özellikler
Evre-1	Bütünlüğü bozulmamış ciltte basmakla solmayan kızarıklık olarak görülmektedir. Bu basınç yaralanmasına dair ciltteki görülen ilk işarettir, bu yüzden de basınç yaralanması haberci işareti olarak nitelendirilmektedir.
Evre-2	Cilt bütünlüğü sıklıkla bozulmuştur. Derminin kısmi kaybı olan bu yara yatağı canlı kırmızısı-pembe renkte ve nemli görülebilmektedir. Sağlam ya da rüptüre olmuş büller görülebilmektedir.
Evre-3	Tam kalınlıkta cilt kaybı vardır. Cilt altı yağ doku, granülasyon dokusu ve katlanmış yara kenarı görülebilmektedir.
Evre-4	Tam kalınlıkta cilt ve doku kaybı vardır. Bu evrede yara da cepler, tüneller ve katlanmış yara kenarı sık görülebilmektedir. Sarı nekrotik doku ve/veya eskar bulabilmekte birlikte bu dokular yara yatağını tam kapatmamıştır.
Evrelendirilemeyen evre	Yara yatağı tamamen sarı nekrotik doku ve/veya eskar ile kaplıdır. Sarı nekrotik doku veya eskar kaldırırsa evre 3 ya da evre 4 basınç yaralanması ortaya çıkar
Derin doku hasarı	Bütünlüğü bozulmamış ciltte basmakla solmayan koyu kırmızı, bordo veya mor renk değişikliği ya da koyu renkli yara yataklarında epidemal ayrılmaya işaret eden içi kan dolu kesecikler vardır.

Dermoskop: Her grupta pozisyon sonrası ilgili alanların dermoskopik değerlendirmesi bir dermoskop ile yapılmıştır (DermLite© DL4, California, USA). Sert alüminyumdan yapılmış, 30mm' lik dört elementli bir lensle bütünleşmiş, optik bozulmayı büyük ölçüde azaltan ve daha keskin görüş alanı için görüntü sağlayan bir cep dermoskobudur. Mercek ve sap kısmı olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Mercek kısmı cep telefonu kamerasına entegre edilebilmektedir. Mercek kısmı 5x5 cm genişliğinde, sap kısmı 10cm uzunluğundadır. 200 gr ağırlığında olan dermoskobun tek düğme ile polarize ve non polarize modlara geçiş özelliği bulunmaktadır. Çapraz polarizasyonda yirmi bir LED, sıvılı dermoskopi modu için ise 7 LED' e sahiptir (Bkz. Resim 1-2).



Resim 1. Dermoskop



Resim 2. Pozisyon süresi sonrası sol arka bacağın dermoskop ile değerlendirilmesi

Histolojik Değişim Skoru: Sundin ve ark. (2000)' a göre semi-kantitatif olarak, dokuların histopatolojik değişikliklerini değerlendirilen bu skorda; epidermis, dermis ve subkütanöz doku ile kas doku olmak üzere üç alanda; 1' den 6'ya kadar puanlama yapılmaktadır. Bu puanlama normal doku ile ülser arasında değişmektedir Puan arttıkça dokudaki değişim nekroz lehine artmaktadır (26,37) (Bkz Şekil 5).

HİSTOLOJİK DEĞİŞİM SKORU*

Skor	Epidermis	Dermis +Subkutanöz Doku	Kas Doku
1	Normal	Normal	Normal
2	Ödem	Ödem	Ödem
3	Konjesyon ve orta derece hemoraj	Konjesyon ve orta derece hemoraj	Konjesyon ve orta derece hemoraj
4	Şiddetli hemoraj	Şiddetli hemoraj	Şiddetli hemoraj
5	Koagülatif nekroz	Koagülatif nekroz	Koagülatif nekroz
6	Ülser	Ülser	Ülser

*Bu skorlama sistemi epidermis, dermis ve kas seviyesinde kullanıldı. Karma kategorilerin nadir olduğu durumlarda, puan en şiddetli hasar düzeye dayanıyordu.

Şekil 5. Histolojik Değişim Skoru

3.6.2. İkincil Sonuç Ölçütleri

Bu çalışmanın ikincil sonuç ölçütlerini, farklı pozisyon sürelerinin, ara yüz basıncına, lokal cilt sıcaklığına, nem değerlerine ve doku perfüzyonuna olan etkisi oluşturmaktadır. Bu sonuç ölçütlerini elde etmek için arayüz basıncı "Palm Q-Taşınabilir Arayüz Basınç Sensörü" ile lokal cilt sıcaklığı " Kızılötesi Temassız Dijital Termometre" ile ve nem değeri "Nem Ölçer" ile, doku perfüzyonu " Optik Perfüzyometre Prototipi" ile değerlendirilmiştir.

Palm Q-Taşınabilir Arayüz Basınç Sensörü: Her grupta pozisyon öncesi ve sonrasında; sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M. gluteus superficialis- M.

Biceps femoris bölgesi merkez alanlardan arayüz basınç ölçümü " Palm Q arayüz basınç sensörü "(Cape Co. Ltd. Yokosuka, Japonya) ile yapılmıştır. Cihaz 160 gr ağırlığında, 6.5 cm x 7.5 cm x 2 cm boyutlarında, manganez 9 volt pil ile çalışır ve taşınabilir özelliktedir. 75 cm uzunluğunda kablosu olup, kablo ucunda cilde temas eden alan bulunmaktadır. Bu alan, her biri 13 cm² olan 5 sensör birleşiminden meydana gelmektedir. 10-15 saniyede arayüz basınç ölçümü yapabilen cihaz, 0-200 ±3 mmHg (0-40°C) basıncı algılayabilmektedir. (66,124) (Bkz. Resim 3-4).



Resim 3. Palm Q-Taşınabilir Arayüz Basınç Sensörü



Resim 4. Palm Q-Taşınabilir arayüz basınç sensörü ile sol arka bacadan ölçüm alınması

Kızılötesi Temassız Dijital Termometre: Her grupta pozisyon öncesi ve sonrasında; sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M. gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez alanlardan lokal cilt sıcaklığı ölçümü "Loobex DT4060 vücut ve alından temassız ateş ölçer" (Umit Şirketler grubu İstanbul, Türkiye) ile yapılmıştır. Cihaz 400 gr ağırlığında, 149mm x 77mm x 43mm boyutlarında, 2 adet AA pille çalışır ve taşınabilir özelliktedir. Ölçüm yapılacak cilt bölgesine 5-15cm aralıktaki yakınlıktan, 32 -42.5°C (90 -108°F) aralığındaki lokal cilt sıcaklığını algılayabilmekte ve yapılan son 32 ölçümü de kaydedebilmektedir (72) (Bkz. Resim 5-6).



Resim 5. Kızılötesi Temassız Dijital Termometre



Resim 6. Kızılötesi temassız dijital termometre ile sol arka baktan ölçüm alınması

Nem Ölçer: Her grupta Pozisyon öncesi ve sonrasında; sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M. gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez alanlardan nem

ölçümü " DMM Cilt Nem Ölçer " (Castimo E- ticaret Kırtasiye Anonim Şirketi İzmir, Türkiye) cihazı ile yapılmıştır. Cihaz 40 gr ağırlığında, 131mm x 27mm x 24mm boyutlarında, 1 adet AA pille çalışır ve taşınabilir özelliktedir. Vücudun herhangi bir noktasındaki nem miktarını ölçmek için kullanılmaktadır. Özellikle hassas ölçüm için geliştirilmiş bu ürün; cilde hiçbir zarar vermeden, %0' dan %99.9' a kadar sadece cilde temas yolu ile nem miktarını ölçebilmektedir (72) (Bkz. Resim 7-8) .



Resim 7. Nem ölçer



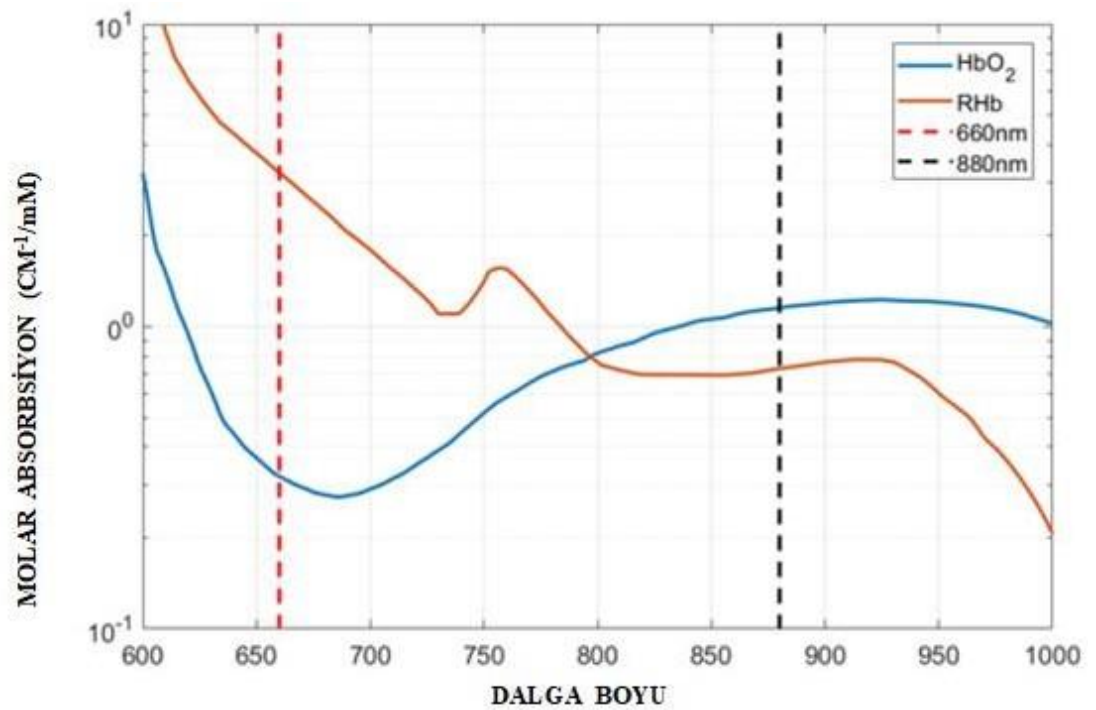
Resim 8. Nem ölçer ile sol ön bacadan ölçüm alınması

Optik Perfüzyometre Prototipi: Her grupta pozisyon öncesi ve sonrasında; sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M. gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez alanlardan doku perfüzyon ölçümü optik perfüzyometre ile yapılmıştır.

Perfüzyometre; modül (Arduino© Max 30100, İtalya), 9V şarj edilebilir batarya, USB ara kablo, LCD ekran, jumper kablolar ve devre kartı olmak üzere 6 bölümden oluşmaktadır. İlgili bu bölümlere ek, ölçüm kaydı yapabilecek bellek ve yazılım, ilgili parçaların birbirine ve yazılım sistemine entegrasyonu, kalibrasyonlarının tamamlanarak kullanıma hazır hale getirilmesi Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı laboratuvarında alanında uzman 3 mühendis ile gerçekleştirilmiştir (Bkz. Resim 9-11).

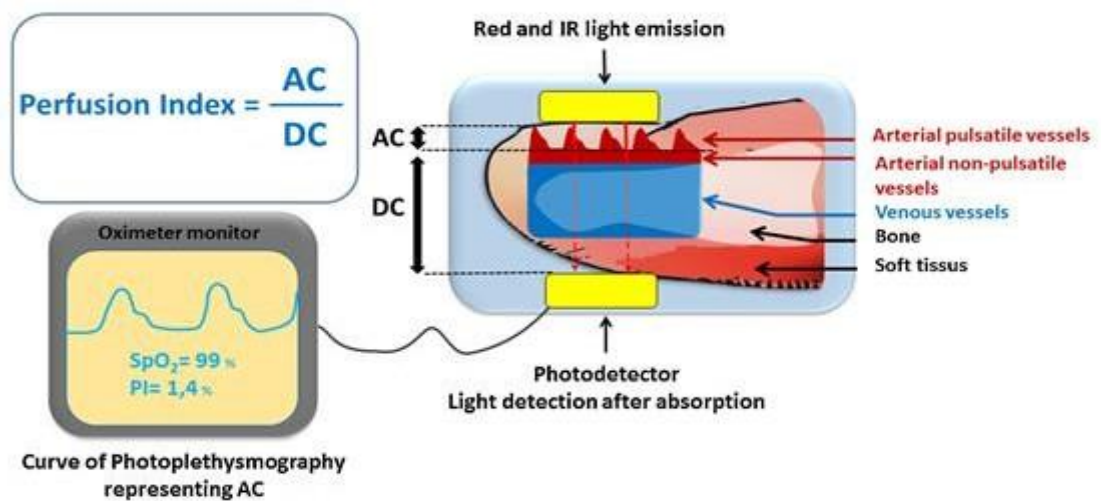
Perfüzyometre modülü, cilt ve cilt altı dokuların optik özelliklerinden faydalanarak, dokuya gönderilen farklı ışık dalga boylarının, dokudan yansımalarıyla toplanan verilerin işlenmesi prensibine dayanmaktadır (125,126). Bu kapsamda 1 adet IR (Infra-Red)' ve 2 adet RED (kırmızı)-LED (Light-Emitting- Diot) den oluşmaktadır. RED LED, oksijensiz hemoglobin ile daha düşük dalga boylarında (660nm), daha yüksek absorpsiyon oranlarında dokudan veri alabildiği için kullanılmıştır (Bkz. Şekil 6). IR LED ise oksijenli hemoglobin ile daha yüksek dalga boylarında (880nm) ve daha yüksek absorpsiyon sağladığı için tercih edilmiştir (127–129).

Farklı dalga boylarındaki ışığın ilgili dokuya gönderilmesi ve oradan yansımalarıyla modülde toplanan veriler, bilgisayara aktarılarak buradaki spesifik bir yazılım algoritması ile işlenip perfüzyon index (PI) olarak hesaplanarak (Bkz. Şekil 7) 6-7 saniyede bir modül ekranına yansımaktadır. PI formülü gereği oransal bir sonuç ortaya koymaktadır, burada PI oranını oluşturan AC (Alternating current) ve DC (Direct Current) bileşenleridir. AC ve DC bileşenlerindeki ışık dalga boyları zamanla farklılık gösterebilmektedir (Bkz. Şekil 9). Bireyin fiziksel durumu, ölçüm yapılan bölgenin özellikleri gibi durumlara bağlı olarak değişebilmekle birlikte, PI oranı dokudaki perfüzyon arttıkça artış göstermektedir.



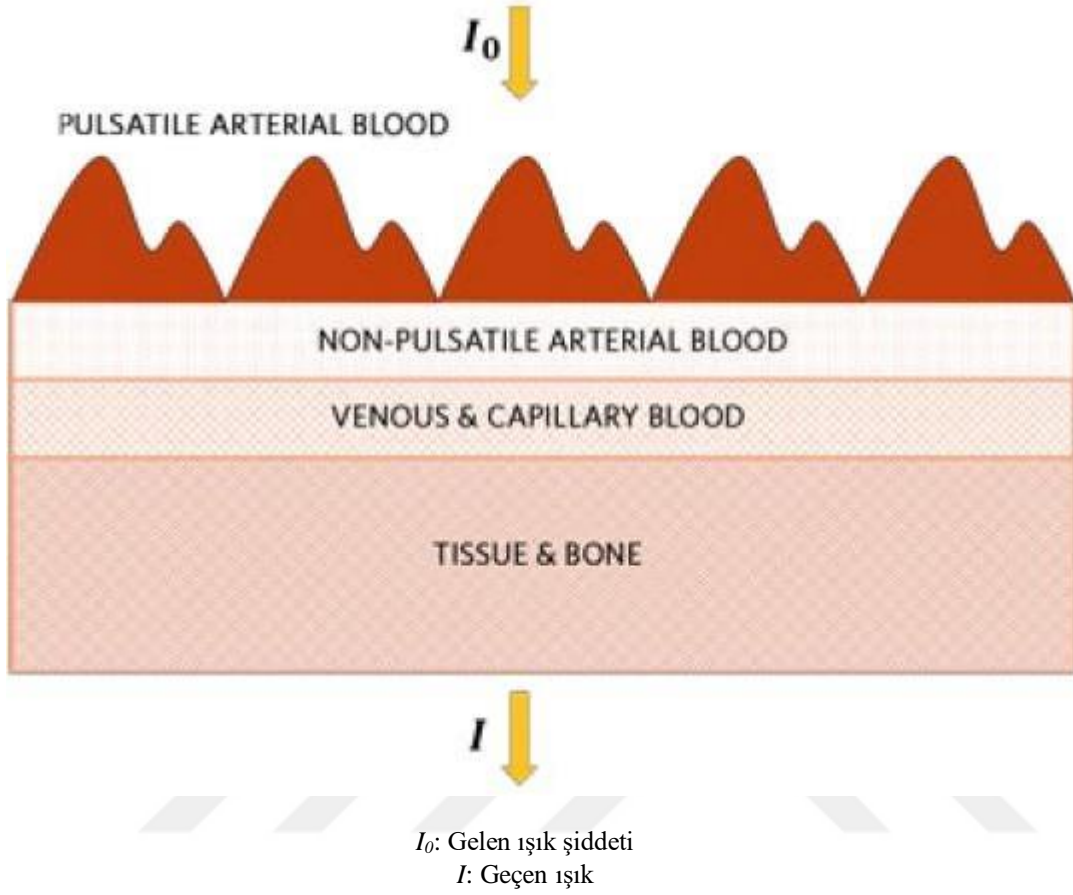
Şekil 6. Farklı dalga boylarına karşılık gelen hemoglobinlerin absorpsiyon miktarları

(Guidelines for SpO₂ Measurement Using MAXIM MAX32664 Sensor Hub, 6845, [online]
Available: <https://www.maximintegrated.com/en/design/technical-documents/app-notes/6/6845.html>.)

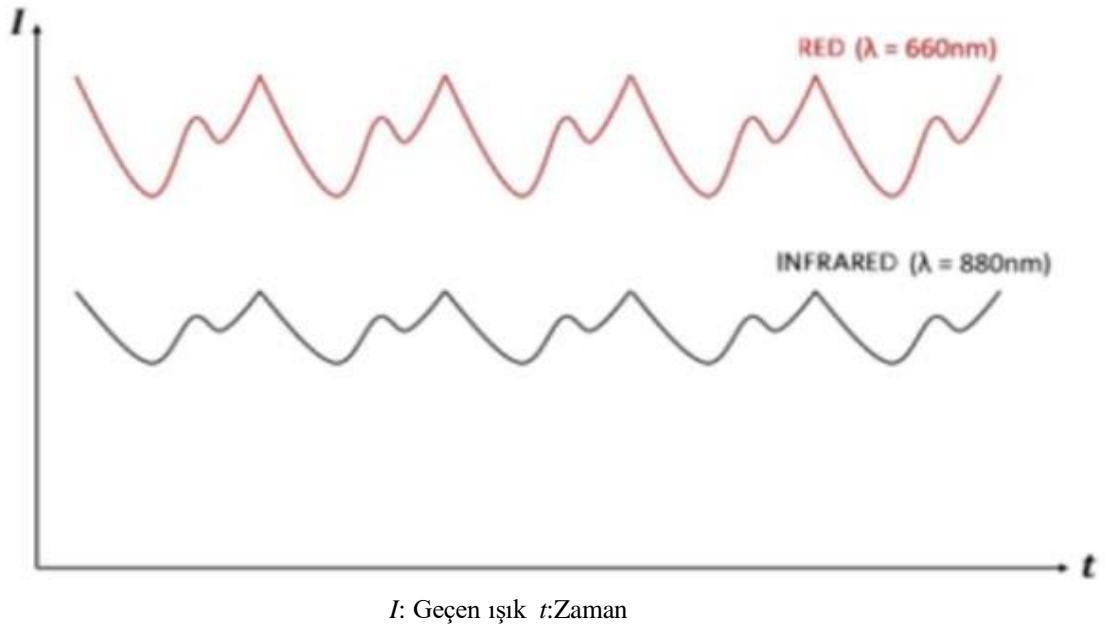


AC: Alternating current: Pulsatil olan dokudan emilen-yansıyan ışık
DC: Direct current: Pulsatil olmayan dokudan emilen-yansıyan ışık

Şekil 7. Perfüzyon İndeks Formülü (130)



Şekil 8. Işığın kan ve dokularda fotopletismografik sinyal oluşturması



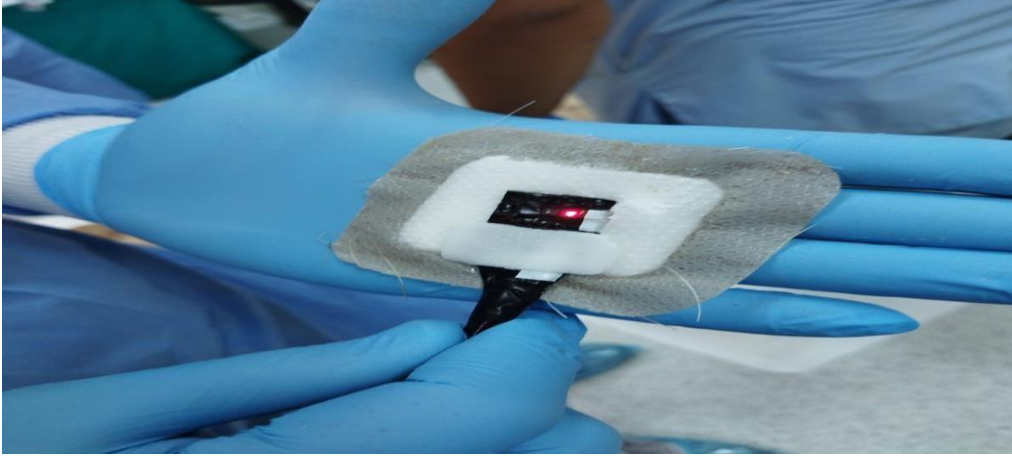
Şekil 9. Farklı ışık dalga boylarındaki pletismografik sinyallerin zamanla değişimi



Resim 9.Optik Perfüzyometre Prototipi



Resim 10. Optik Perfüzyometre Prototipi ile sağ arka bacdant ölçüm alınması



Resim 11. Optik Perfüzyometrenin çok katmanlı köpük örtü içine gömülü hali

3.7. Verilerin Toplanması

Çalışma kapsamında elde edilen verileri toplanmasında, ‘‘Beden Ölçülerine İlişkin Veri Toplama Formu’’ (Bkz. Ek-2), ‘‘Uygulama Sırası Veri Toplama Formu’’ (Bkz. Ek-3), ‘‘Cilt Değerlendirme Formu’’ (Bkz. Ek-4), ve ‘‘Histoloji Değerlendirme Formu’’ (Bkz. Ek- 5) kullanılmıştır.

Beden Ölçülerine İlişkin Veri Toplama Formu: Bu form domuzların fiziksel özellik ve beden ölçülerini içeren yaş, kilo, boy, beden kitle indeksi, beden yağ oranı, toraks uzunluğu, omuz uzunluğu, abdominal çevre ve göğüs çevresi ölçüm değeri olmak üzere 9 maddeden oluşmaktadır (131,132) (Bkz. Resim 12-16).



Resim

12. Deney hayvanının boyunun ölçülmesi



Resim 13. Deney hayvanının toraks uzunluğunun ölçülmesi



Resim 14. Deney hayvanının omuz uzunluğunun ölçülmesi



Resim 15. Deney hayvanının göğüs çevresinin ölçülmesi



Resim 16. Deney hayvanının abdominal çevresinin ölçülmesi

Uygulama Sırası Veri Toplama Formu: Bu form, tüm gruplarda sol lateral pozisyon öncesi ve sonrasında arayüz basıncı, doku perfüzyonu, lokal cilt sıcaklığı ve nem ölçümlerinin kaydedilmesi için literatür taraması sonucu oluşturulmuştur (68,72,133).

Cilt Değerlendirme Formu: Bu forma, her grupta pozisyon sonrası sol ön ve arka bacak cilt değerlendirmesi dermoskopik değerlendirme bulguları, basmakla solmayan ve basmakla solan kızarıklık varlığı, “NPIAP Basıncı Yaralanmaları Sınıflama Sistemi” içeren cilt değerlendirmeleri kaydedilmiştir.

Histoloji Değerlendirme Formu: Bu form iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde veteriner histologların doku analizleri yer almaktadır. İkinci bölümde Histolojik Değişim Skoru yer almakta olup, alınan dokuların histolojik sonuçlarına göre BY gelişim durumları skorlanabilmektedir.

3.8. İstatistiksel Yöntemler

Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Statistical Package of Social Sciences (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) 15.0 paket programı kullanılmıştır. Verilerin tanımlanmasında sayı (n), ortalama \pm standart sapma, ortanca (minimum-maksimum) değerler kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunlukları, Shapiro-Wilk Testi ile değerlendirilmiştir. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann Whitney U

Testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılığın göstergesi olarak $p < 0.05$ değeri kabul edilmiştir.

3.9. Deney Hayvanları

Deney hayvanları, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Birimi'nden temin edilmiş olup, çalışma da bu merkezde yürütülmüştür. Deney hayvanı olarak, insan cilt ve cilt altı anatomisine benzerliği nedeniyle 100-150 kg ağırlığında, 1,5 yaşında (aynı gün doğmuş, birbiri ile kardeş) Yorkshire cinsi evcil erkek domuzlar (*Sus scrofa domesticus*) tercih edilmiştir. Bu kapsamda her bir grupta 1 olmak üzere, toplamda 3 Yorkshire cinsi erkek domuz yer almıştır. 1.Grup mevcut pozisyonda 4 saat (Bkz. Resim 17-19), 2.Grup 6 saat (Bkz. Resim 20-22) ve 3.Grup 2 saat (Bkz. Resim 23-25) kalmıştır.



Resim 17. 4 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı



Resim 18. 4 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması



Resim 19. 4 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması



Resim 20. 6 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı



Resim 21. 6 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması



Resim 22. 6 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması



Resim 23. 2 Saatlik sol lateral yatış pozisyon süresinin başlangıcı



Resim 24. 2 Saat sonunda arayüz basıncı ve perfüzyon ölçümlerinin alınması



Resim 25. 2 Saat sonunda nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin alınması

3.10. Araştırmanın Uygulanması

Araştırmanın uygulaması; uygulama öncesi, uygulama sırası ve uygulamanın sonlandırılması olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.10.1. Uygulama Öncesi

Çalışmada yer alan domuzlar (*Sus scrofa domesticus*) boy, kilo, vücut yüzey alanı kaydedildikten sonra genel anestezisi sağlanmıştır. Genel anestezisi uygulaması kapsamında, 0,05 mg/kg dozda atropin enjektör atıcı tüfekte deri altı uygulanmıştır. Uygulamanın 10 dakika sonrasında yine enjektör atıcı tüfekte 1 mg/kg dozda ksilazin ve 10 mg/kg dozda ketamin hesaplanarak ayrı ayrı kas içi yolla genel anestezisi uygulanmıştır. Anestezisi altında operasyon salonuna taşınan domuzun sağ ve sol kulak auricular vene 22 Gauge intravenöz katater uygulanıp, %0,9 NaCl izotonik solüsyonu eşliğinde 3 mg/kg/saat dozda propofol ile genel anestezisi sürdürülmüştür. Anestezisi sırasında ihtiyaca göre 100 ug/kg iv dozda Veküronyum Bromür uygulamasıyla kas gevşemesi sağlanmıştır. Uygulama alanlarındaki ön ve arka bacak kılları hayvana özel üretilen elektrikli tıraş makineleri (KERBL Constanta 4) (Oster® A5 Golden) ile tıraş edilmiş ve oluşturulan alan temiz su ile yıkanıp kurularak uygulamaya hazır hale getirilmiştir (Bkz. Resim 26-28). Ardından vücut ölçümleri alınan domuzlar, standart hastane yatağı (Medikal2000®, Türkiye) üzerine çarşaf serilerek yatırılmıştır.



Resim 26. Sağ ön-arka bacakların tıraş edilmesi



Resim 27. Tıraş edilmiş sol ön-arka bacakların görünümü



Resim 28. Tıraş edilmiş uygulama bölgelerinin silinip kurulanması

3.10.2. Uygulama Sırası

Çalışmanın bu kısmı pozisyon verilmesi ve uygulamanın değerlendirilmesi olarak 2 aşamada yürütülmüştür.

Pozisyon Verilmesi

Uygulama öncesinde anestezi verilen domuzlar, 1.Grup, 2.Grup, 3.Grup sırasıyla 2 saat, 4 saat ve 6 saat sürelerde 90° sol lateral pozisyon verilerek, çarşaf serili standart hastane yatağına yatırılmışlardır. Çalışmada spontan olarak gelişen BY modellenmesi değerlendirildiği ve domuzların günlük yaşamlarında uyurken ya da dinlenirken sağ ya da sol lateral yatış pozisyonu aldıkları için bu pozisyon tercih edilmiştir. 90° lateral yatış pozisyonu ile, yatış süresince ön bacak scapular spine ve arka bacak M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesinin yatak yüzeyi ile teması olup, çalışma verileri bu bölgelerden toplanmıştır. Her bir gruba ait pozisyon verme sırasında takip edilen prosedür şu şekildedir:

1.Grup 2 Saat: Pozisyon öncesi sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez dokudan, doku perfüzyonu, arayüz

basıncı, nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonrası 90° sol lateral pozisyon verilen domuz, bu şekilde 2 saat boyunca yatmıştır. 2 saat sonunda, sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez dokudan, doku perfüzyonu, arayüz basıncı, nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümü tekrar yapılmıştır.

3.Grup 6 Saat: Pozisyon öncesi sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez dokudan, doku perfüzyonu, arayüz basıncı, nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonrası 90° sol lateral pozisyon verilen domuz, bu şekilde 6 saat boyunca yatmıştır. 6 saat sonunda, sol ön bacak scapular spine ve arka bacak M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi merkez dokudan, doku perfüzyonu, arayüz basıncı, nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümü tekrar yapılmıştır.

Tüm gruplarda pozisyon süreleri sonunda yapılan doku perfüzyonu, arayüz basıncı, nem ve lokal cilt sıcaklığı ölçümlerinin ardından uygulamanın değerlendirilmesi aşamasına geçilmiştir.

Uygulamanın Değerlendirilmesi

Pozisyon verme sürelerinin sonunda, domuzlar sağ lateral pozisyona çevrilerek, basınç altında kalan bölge, makroskopik, dermoskopik ve histolojik olarak değerlendirilmiştir.

Makroskopik Değerlendirme: Makroskopik değerlendirme kapsamında üç grupta da her bir pozisyon süresi sonunda domuzun deri yüzeyi, alanında uzman bir hemşire ve dermatolog tarafından ‘‘NPIAP Basınç Yaralanmaları Sınıflama Sistemi’’ kullanılarak birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmiş, ortak değerlendirmeleri forma kayıt edilmiştir (NPUAP, 2016) (Bkz. Resim 29).



Resim 29. Sol arka bacak merkez dokunun basmakla solmayan kızarıklık varlığı açısından değerlendirilmesi

Dermoskopik Değerlendirme: Makroskopik değerlendirmenin hemen ardından, çalışmada yer alan aynı dermatolog tarafından dermoskop ile (DermLite© DL4, California, USA) pozisyon bölgeleri görüntülenerek değerlendirilmiştir (134) (Bkz. Resim 30).



Resim 30. Sol arka bacağın dermoskop ile değerlendirilmesi

Histolojik Değerlendirme: Her üç grupta da her bir lateral pozisyon süresi sonunda makroskopik ve dermoskopik değerlendirmelerin akabinde sağ M. gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi üzerindeki merkez dokulardan (Bkz. Resim 31-32) ve sol M. gluteus superficialis- M. Biceps femoris komşu doku ve uzak dokudan epidermis, dermis, subkutan doku, yüzeysel fasya ve kası içeren doku örnekleri, cerrahi bilimler alanında uzman veteriner tarafından alınmıştır (Bkz. Resim 33-34). Ön bacak merkez dokularda domuzların varoluşsal savunma mekanizmalarının bir parçası olarak M. Biceps femoris bölgesi üzerinde mevcut olan hiperkeratokozlar (Bkz. Resim 35) nedeniyle bu alanlardaki dokular 5x5 cm genişliğinde ve 3 cm derinliğinde eksize edilmiştir. Histolojik değerlendirmede alınan diğer doku örnekleri ise 2x2 cm genişliğinde ve 2cm derinliğinde eksize edilmiştir. Alınan doku materyalleri alanında uzman veteriner histologlar tarafından Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Histoloji Embriyoloji Laboratuvarlarında incelenmek üzere %10 nötral-tamponlanmış formalin solüsyonu içerisinde tespit edilmiştir (Bkz. Resim 36). Ardından örnekler geleneksel histolojik doku takip aşamalarından geçirilerek parafine gömülmüştür. Parafin bloklardan, mikrotom (Leica RM2235) yardımıyla 7 µm'lik kesitler alınmıştır. Kesitlerin histomorfolojik analizleri için standart Masson' un modifiye üçlü boyaması ile yapılmıştır (Leica DM 2500). Boyaması yapılan örnekler DP25 kamera eklentili Olympus BX51 (Japonya) mikroskop ile değerlendirilerek, mikrofotoğrafları çekilmiştir. Fotoğraflanan örnekler semi-kantitatif olarak Histolojik Değişim Skoruna göre değerlendirilmiştir.



Resim 31. Sağ ön bacak merkez dokudan örnek alınması



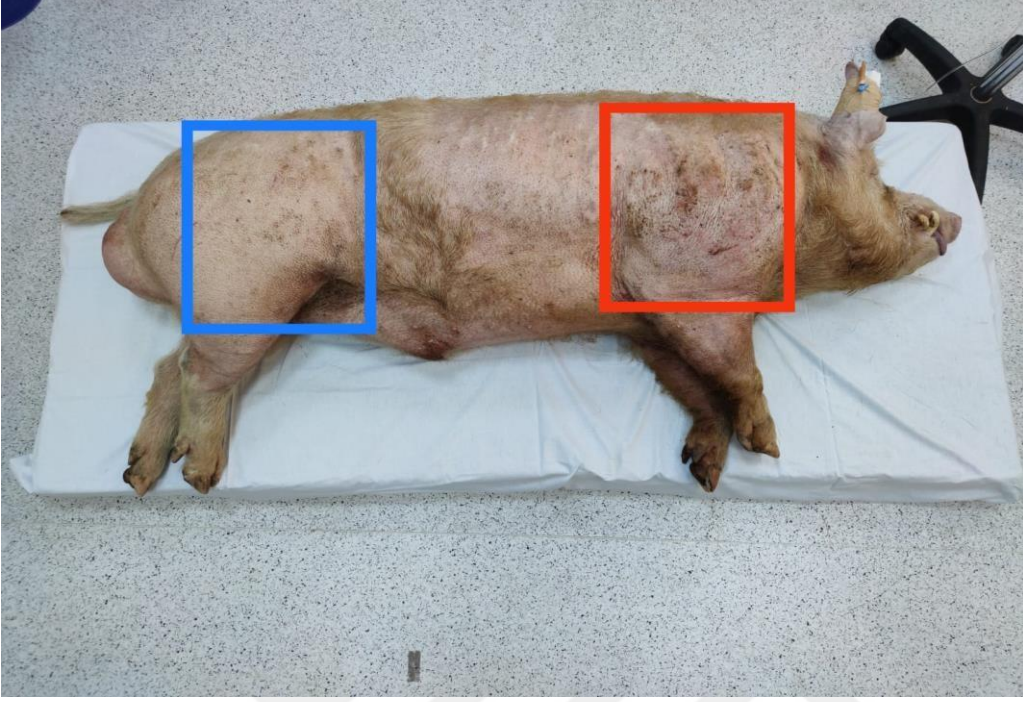
Resim 32. Sağ arka bacak merkez dokudan örnek alınması



Resim 33. Sol arka bacak merkez dokudan (1), yakın dokudan (2), uzak dokudan (3) örnek alındıktan sonra- primer suture atılmadan önce



Resim 34. Sol ön bacak merkez dokudan (1), yakın dokudan (2), uzak dokudan (3) örnek alındıktan sonra- primer suture atılmadan önce



Resim 35. Sol lateral pozisyonda yatış sırasında sağ arka bacak (mavi kare içinde) normal deri ve sağ ön bacak (kırmızı kare içinde) hiperkeratokozlu deri görünümü



Resim 36. Alınan doku örneklerinin veteriner histolog tarafından hazırlanması

Tüm gruplarda makroskopik ve histolojik değerlendirmelerin tamamlanmasının ardından uygulamanın sonlandırılması aşamasına geçilmiştir.

3.10.3. Uygulamanın Sonlandırılması

Deney hayvanları tüm araştırma boyunca genel anestezi altında kalacaklarından anestezi komplikasyonları dışında insani sonlandırma noktasının belirlenmesine ihtiyaç duyulmamıştır. Bununla birlikte tüm uygulama prosedürleri ve anestezi sürecinde üniteadaki sorumlu veteriner hekimler tarafından takip edilmiş ve anlık olarak değerlendirilmiştir. Tüm hayvanlar uygulamanın değerlendirilmesi sonrası genel anesteziden hiç uyandırılmadan iv 200 mg suksametonyum klorür enjeksiyonu ile ötenazi uygulanmıştır. Deney hayvanları, tüm bu işlemler sonrasında tıbbi atık yönergesine uygun olarak, çalışma alanından uzaklaştırılmıştır.

3.11. Araştırmanın Etik Yönü

Çalışma için 24.02.2022 tarihinde ETİK-22/04 Etik Kurul onay numarasıyla Gülhane Deney Hayvanları Yerel Etik Kurul' undan onay alınmıştır (Bkz. Ek-6). Araştırmada kullanılan hayvanlar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü AR-GE Merkez Başkanlığı Gülhane Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi'nden temin edilerek bakım ve takibi bu merkezde yapılmıştır.

Hayvanlarda uygulanacak bütün işlemler genel anestezi altında yapılmıştır. Uygulama sonrası hayvanlara ötenazi uygulanmıştır. Prosedür sırasında hep genel anestezide olacağı ve anesteziden uyandırılmadan prosedür tamamlanacağından dolayı yaşamları boyunca herhangi bir acı, ıstırap yaşatılmamıştır. Araştırmanın tüm aşamaları boyunca ‘Helsinki Bildirgesi’ ve ‘Hayvan Hakları Evrensel Bildirgesi’ kapsamına uyarak çalışılmıştır (122,135). Araştırma prosedürü ARRIVE (Animals in Research: Reporting In Vivo Experiments) protokolüne uygun olarak yürütülmüştür (123).

Araştırmanın bütçesi ise, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi (BAP) tarafından (Proje No:2022/135) 30.06.2022 tarihi itibarıyla desteklenmiştir.

3.12. Deneysel Hayvanların Barınması ve Beslenmesi

Araştırmanın hayvanlar üzerindeki tüm deneysel prosedürleri de Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü AR-GE Merkez Başkanlığı Gülhane Deneysel Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi'nde yürütülmüştür. Söz konusu merkez üniversitenin 4 katlı bir binanın 3 ve 4.Katında yer almaktadır. 3.Katta Deneysel Hayvanları Cerrahi prosedürlerinin yapıldığı 1 büyük, 1 küçük 2 cerrahi salonu bulunmaktadır. 4.Katta rat, fare, tavşan ve kobayların bakımının yapıldığı odalar bulunmakla birlikte, domuz ve koyunların bakımı binanın bahçesinde bulunan barınaklarda yapılmaktadır. Araştırmada yer alan deneysel hayvanları, bu merkezde yer alan domuz barınağında bakılmıştır.

Gülhane Deneysel Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Domuz barınağı, her bir bölmesi ortalama 8,5 m genişlik \times 3,50 m uzunlukta, her bir domuz için en az 5m² hareket alanı olan, aynı anda en çok 4-5 domuzun bir arada bulunduğu bölmelerden oluşmaktadır. Bu bölmeler 4,0 m genişliğinde \times 3,5 m uzunluğunda iç alan; 4,5 m genişliğinde \times 3,5 m uzunluğunda dış alan olmak üzere iki alandan oluşmaktadır. Bölme sıcaklığı ortalama 15-25°C' de olup, domuzlar bu bölmelerde ad libitum olarak su ve standart domuz yemi ile beslenmiştir. Yıl içerisinde değişiklik göstermekle birlikte söz konusu barınakta en az 15, en çok 45 domuz bakılabilmektedir.

Çalışma kapsamında deneysel hayvanlarına ilişkin tüm deneysel prosedürleri Gülhane Deneysel Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiş olsa da, çalışma kapsamında deneysel hayvanlarından elde edilen veriler ve dokular çalışmada yer alan diğer araştırmacılar tarafından ilgili birimlerde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu kapsamda ilgili bölgelerdeki doku perfüzyonunu değerlendirmede kullanılan Optik Perfüzyometre ile yapılan ölçüm analizleri Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği Ana Bilim Dalı laboratuvarında, ilgili bölgelerden alınan dokuların histolojik analizleri de Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Ana Bilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır.

3.13. Denev Hayvanlarının Bakımı ve İzlemi

Denev hayvanlarının barınaktan operasyon salonuna taşınması, çalışma uygulama prosedürlerin gerçekleştirilmesi anestezi altında yapılmıştır. Anestezi süresince her 4-5 dakikada bir fizyolojik yanıtları sorumlu veteriner hekimler tarafından yakından izlenmiştir. Çalışmanın herhangi bir aşamasında anestezi ya da uygulama prosedürlerine ilişkin herhangi bir komplikasyon görülmemiştir.



4.

BULGULAR

Bu bölümde 2 saat, 4 saat ve 6 saat sürelerde aynı pozisyonda yatan 3 erkek evcil domuzdan (*Sus scrofa domesticus*) elde edilen veriler aşağıdaki başlıklar altında verilmiştir.

4.1. Deney Hayvanlarının Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulgular

4.2. Makroskopik ve Dermoskopik Değerlendirmelere İlişkin Bulgular

4.3. Histolojik Değerlendirmelere İlişkin Bulgular

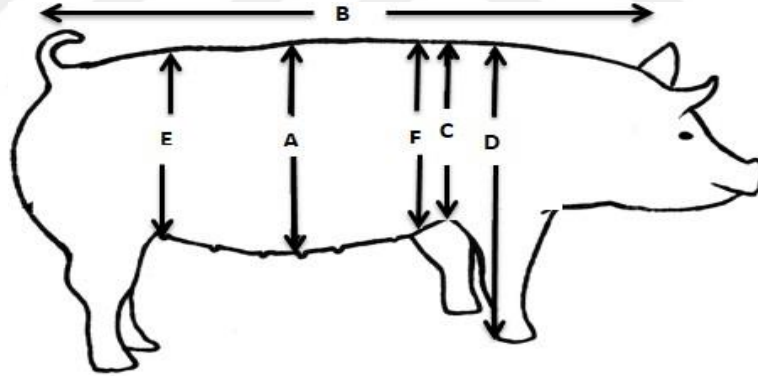
4.1. Deney Hayvanlarının Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulgular

Araştırmada yer alan deney hayvanlarının beden ölçülerine ilişkin bulgular Tablo 4.1.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1.1. Deney Hayvanlarının Beden Ölçülerine İlişkin Bulgular

Grup	Yaş (yıl)	Kilo (kg)	Boy (cm)	Abdominal çevre (cm)	Omuz uzunluğu (cm)	Toraks uzunluğu (cm)	Bel uzunluğu (cm)	Göğüs Çevresi (cm)	Beden yağ oranı*	BKİ (kg/m ²)
2 Saat	3	175	155	140	41	77	43	143	0,97	82,09
4 Saat	3	143	135	129	41	76,5	33	125	0,97	80,45
6 Saat	3	146	132	130	55	80	46	131	1,03	83,79

*Beden yağ oranı; abdominal çevre/boy, BKİ: Beden kitle indeksi; kilo/boy²



A-Abdominal çevre B-Boy C-Omuz uzunluğu D-Toraks uzunluğu E-Bel uzunluğu F-Göğüs Çevresi

Şekil 10. Deney Hayvanlarından Ölçüm Alınan Bölgeler

Tablo 4.1.1’ de görüldüğü üzere, gruplarda yer alan deney hayvanlarının yaş ortalaması 3’tür. Beden yağ oranları 2 Saat ve 4 saat grubunda 0,97, 6 saat grubunda 1,03’tür. Beden Kitle İndeksleri 2 saat grubunda 82,09 kg/m², 4 saat grubunda 80,45 kg/m² ve 6 saate grubunda 83,79 kg/m² dir. Çalışma kapsamında yer alan tüm deney hayvanlarının beden ölçümleri açısından benzer oldukları gözlenmiştir. Deney

hayvanlarının pozisyon öncesi ve sonrası yapılan, doku perfüzyonu, arayüz basıncı, lokal cilt sıcaklığı ve nem ölçümlerine ilişkin bulgular Tablo 4.1.2’de verilmiştir.

Tablo 4.1.2. Pozisyon Öncesi ve Sonrası Yapılan Ölçümlere İlişkin Bulgular

	Arayüz Basıncı	Lokal Cilt Sıcaklığı	Nem	Doku Perfüzyonu	
Ön Bacak					
2 SAAT	Pozisyon Öncesi	69,0	36,0	10,4	0,30
	Pozisyon Sonrası	43,9	35,9	18,1	0,80
	Yüzde Değişim*	36,37	-0,27	74,03	166,66
	Arka Bacak				
	Pozisyon Öncesi	61,0	36,3	11,6	0,30
	Pozisyon Sonrası	44,7	36,7	11,4	0,40
Yüzde Değişim	-26,72	1,10	-1,72	33,33	
Ön Bacak					
4 SAAT	Pozisyon Öncesi	63,0	36,0	10,7	0,40
	Pozisyon Sonrası	66,3	36,3	12,4	0,30
	Yüzde Değişim	4,97	-8,33	15,89	25,00
	Arka Bacak				
	Pozisyon Öncesi	60,2	36,2	14,2	0,50
	Pozisyon Sonrası	48,4	36,4	19,3	0,50
Yüzde Değişim	-19,60	0,55	35,91	-	
Ön Bacak					
6 SAAT	Pozisyon Öncesi	84,1	35,0	10,4	0,15
	Pozisyon Sonrası	74,0	36,6	11,4	0,16
	Yüzde Değişim	-13,64	4,57	9,61	6,67
	Arka Bacak				
	Pozisyon Öncesi	39,0	35,4	18,1	0,55
	Pozisyon Sonrası	39,5	36,8	15,5	0,10
Yüzde Değişim	1,28	3,95	14,36	-81,81	

*(Son ölçüm- İlk ölçüm)/İlk ölçümx 100=Yüzde değişim

Pozisyon öncesi ve sonrası alınan arayüz basınç ölçümlerine bakıldığında, ön bacakta pozisyon sonrası arayüz basıncının 2 saatte %36,37, 4 saatte %4,97 oranında azaldığı, 6 saatte de %13,64 oranında azaldığı saptanmıştır. Arka bacaklarda ise 2

saatte % 26,72, 4 saatte %19,60, oranlarında azalırken 6 saatte %1,28 oranında artış göstermiştir. Lokal cilt sıcaklıklarına bakıldığında ise pozisyon sonrasında, ön bacaklarda; 2 saatte %0,27, 4 saatte %8,33 oranında azalış ve 6 saatte de %4,57 oranında artış olduğu görülmüştür. Arka bacaklarda ise 2 saatte, 4 saatte ve 6 saatte sırasıyla % 1,10, %0,55, % 3,95 oranlarında artış olduğu görülmüştür. Pozisyon sonrası nem değerlerinin pozisyon öncesine göre ön bacaklarda 2 saatte %74,3, 4 saatte %15,9, 6 saatte de % 9,61 oranında artış gösterdiği saptanmıştır. Arka bacaklarda ise 2 saatte %1,72 oranında azalış, 4 saatte %35,9 ve 6 saatte %14,36 artış gösterdiği bulunmuştur. Doku perfüzyonlarına bakıldığında ön bacaklarda pozisyon sonrası, pozisyon öncesine göre 2 saatte %166,66, 4 saatte %25 ve 6 saatte %6,67 artış olduğu izlenmiştir. Arka bacaklarda ise pozisyon sonrasına göre 4 saatte herhangi bir değişiklik gözlenmezken 2 saatte %33,33 artış, 6 saatte %81,81 azalış görülmüştür.

4.2. Makroskopik ve Dermoskopik Değerlendirmelere İlişkin Bulgular

Araştırma gruplarında yer alan domuzların her biri, pozisyon süresi sonunda basınç yaralanması gelişim durumu açısından değerlendirilmiş olup; elde edilen bulgular, "Makroskopik Bulgular" ve "Dermoskopik Bulgular" başlıkları altında aşağıda incelenmiştir.

4.2.1. Makroskopik Bulgular

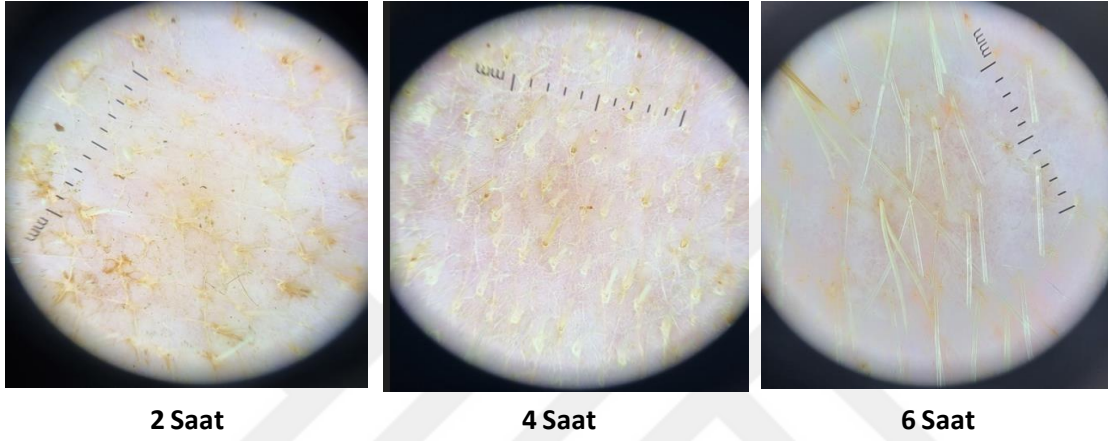
Araştırma gruplarında yer alan domuzların pozisyon süresi sonunda basınç yaralanması gelişim durumları Tablo 4.2.1' de sunulmuştur.

Tablo 4.2.1 Deney Hayvanlarının Makroskopik Değerlendirmelerine İlişkin Bulgular						
	2 Saat		4 Saat		6 Saat	
	Sol ön bacak	Sol arka bacak	Sol ön bacak	Sol arka bacak	Sol ön bacak	Sol arka bacak
Basınç Yaralanması Gelişim Durumu*	-	-	-	Basmakla solan kızarıklık	-	Basmakla solan kızarıklık

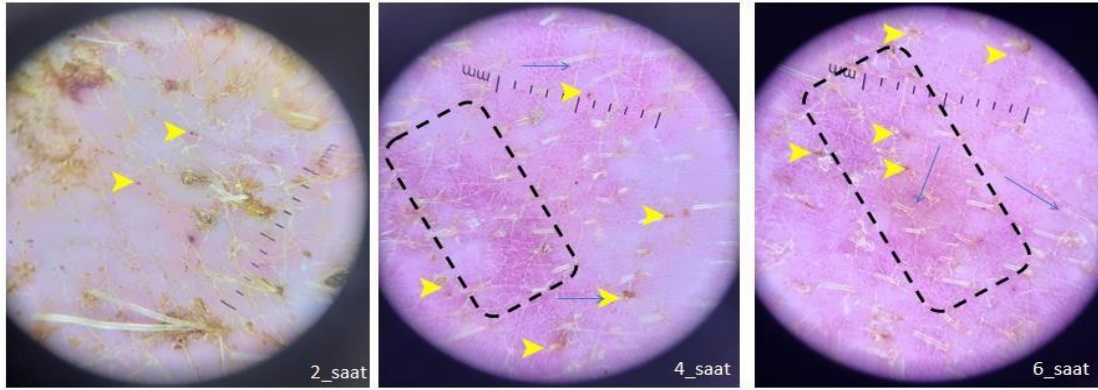
Tablo 4.2.1' de görüldüğü üzere, pozisyon sonrasında, sol ön ve arka bacak makroskopik olarak değerlendirilmiştir. 4 ve 6 saatlik pozisyon süreleri sonunda ön bacaklarda basınca bağlı herhangi bir patoloji görülmezken, arka bacaklarda basmakla solan kızarıklıklar görülmüştür.

4.2.2. Dermoskopik Bulgular

Araştırma gruplarında yer alan domuzların her birinden, pozisyon sonrası sol ön-arka bacak, merkez alanlar dermoskop ile incelenmiş olup, sağ arka bacaklara ait dermoskopik bulgular Şekil 11’ de sol arka bacağına ait dermoskopik bulgular Şekil 12’ de sunulmuştur.



Şekil 11. Sağ Arka (basınca maruz kalmayan) Bacak Dermoskopik Görünüm



Şekil 12. Sol (basınca maruz kalan) Arka Bacak Dermoskopik Görünüm

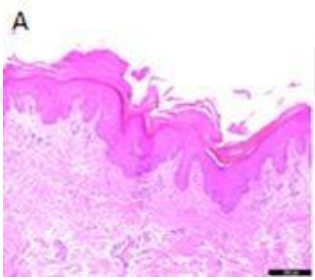
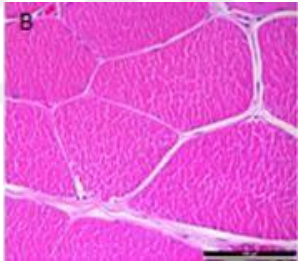
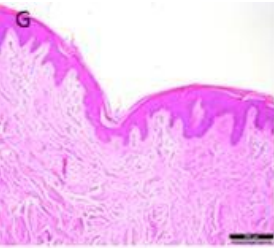
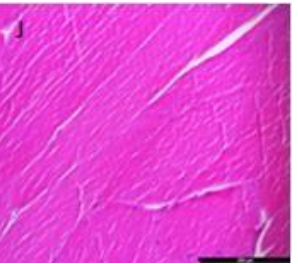
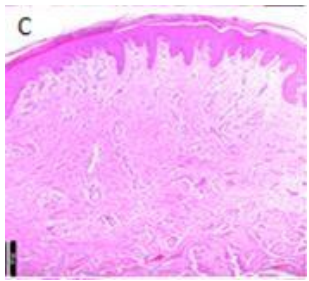
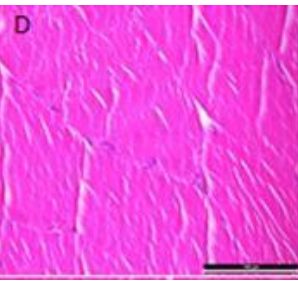
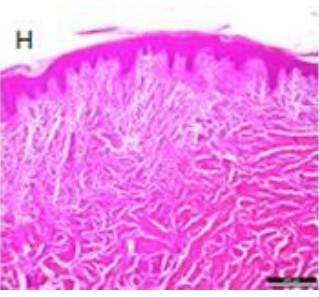
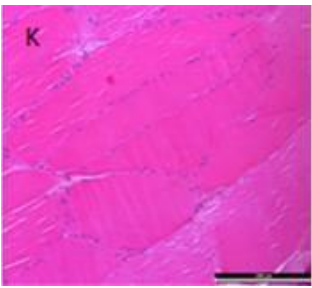
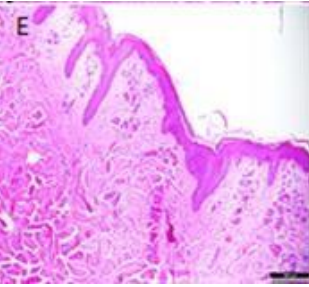
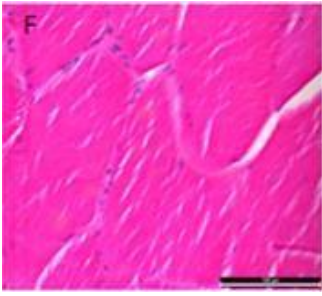
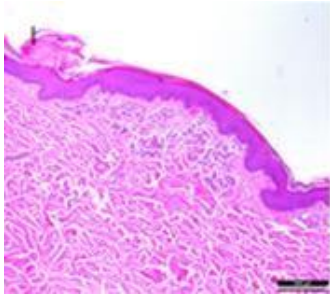
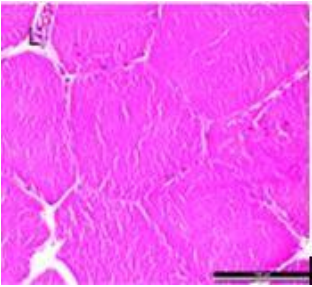
 Yaygın purpura
  Peteşiyal noktalar
  Telanjiektazik çizgiler

Dermoskopik değerlendirmede sağ ve sol ön bacaklarda yaygın hiperkeratozlar görölmekle birlikte, benzer olduğu değerlendirilmiştir. Bununla birlikte her üç grupta basınca maruz kalmayan sağ arka bacaklarda basınca bağlı patolojiyi işaret eden bir bulguya rastlanmamıştır (Bkz. Şekil 11). Ancak basınca maruz kalan sol arka bacaklarda 2 saat grubunda pozisyon süresi sonunda nadir peteşiyal noktalar görölmüştür. 4 saat ve 6 saat grubunda ise pozisyon süresi sonunda benzer yoğunlukta peteşiyal noktalar, telanjiektazik çizgiler ve purpura görölmüştür (Bkz. Şekil 12). Bu kapsamda da 4 saat ve 6 saat boyunca aynı pozisyonda yatan deney hayvanlarının BY gelişimi açısından ele alınan dermoskopik bulgularının benzer yoğunlukta olduğu gözlemlenmiştir.

4.3. Histolojik Değerlendirmelere İlişkin Bulgular

Araştırma gruplarında yer alan domuzların her birinden, pozisyon sonrası sağ ön-arka bacak merkez doku ve sol ön-arka bacak, merkez, yakın ve uzak doku olmak üzere 8 doku örneği histolojik olarak değerlendirilmiştir. Histolojik değerlendirmelere ilişkin görseller Şekil 13-15' de, histolojik bulgulara ilişkin semi-kantitatif skor değerlendirmesi Tablo 4.3 'de sunulmuştur.

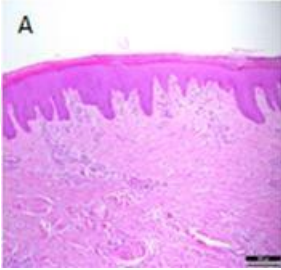
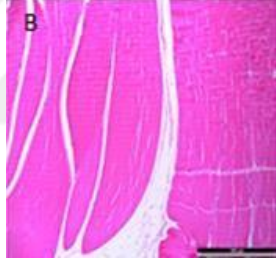
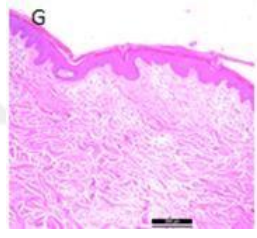
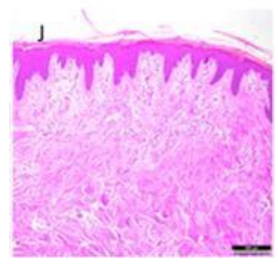
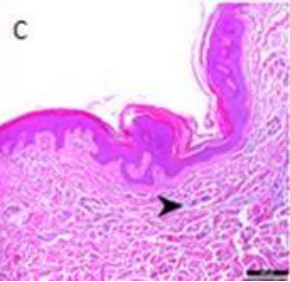
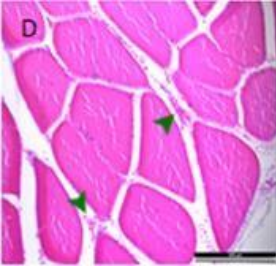
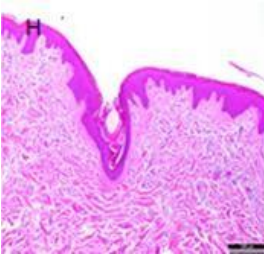
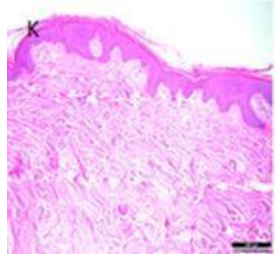
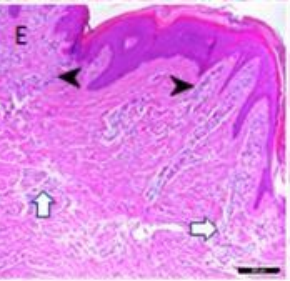
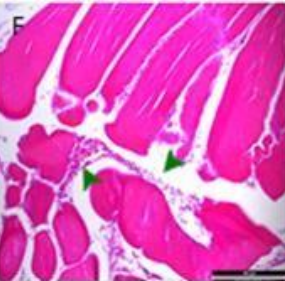
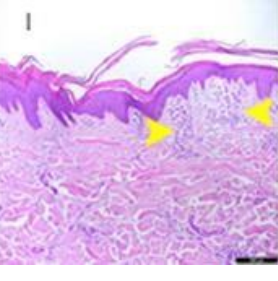
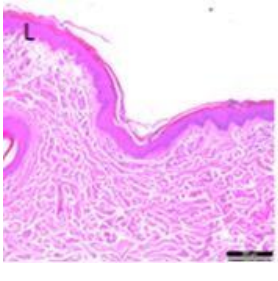
Şekil 13'de göröldüğü üzere 2 saat, 4 saat ve 6 saat grubunda, kontrol olarak değerlendirilen, basınca maruz kalmayan sağ ön ve arka baktan alınan kas ve subepitel dokularda pozisyon süreleri sonunda histolojik patolojiye işaret eden herhangi bir bulgu görölmemiştir.

	Ön Bacak Merkez Subepitel Doku	Ön Bacak Merkez Kas Doku	Arka Bacak Merkez Subepitel Doku	Arka Bacak Merkez Kas Doku
2 SAAT				
4 SAAT				
6 SAAT				

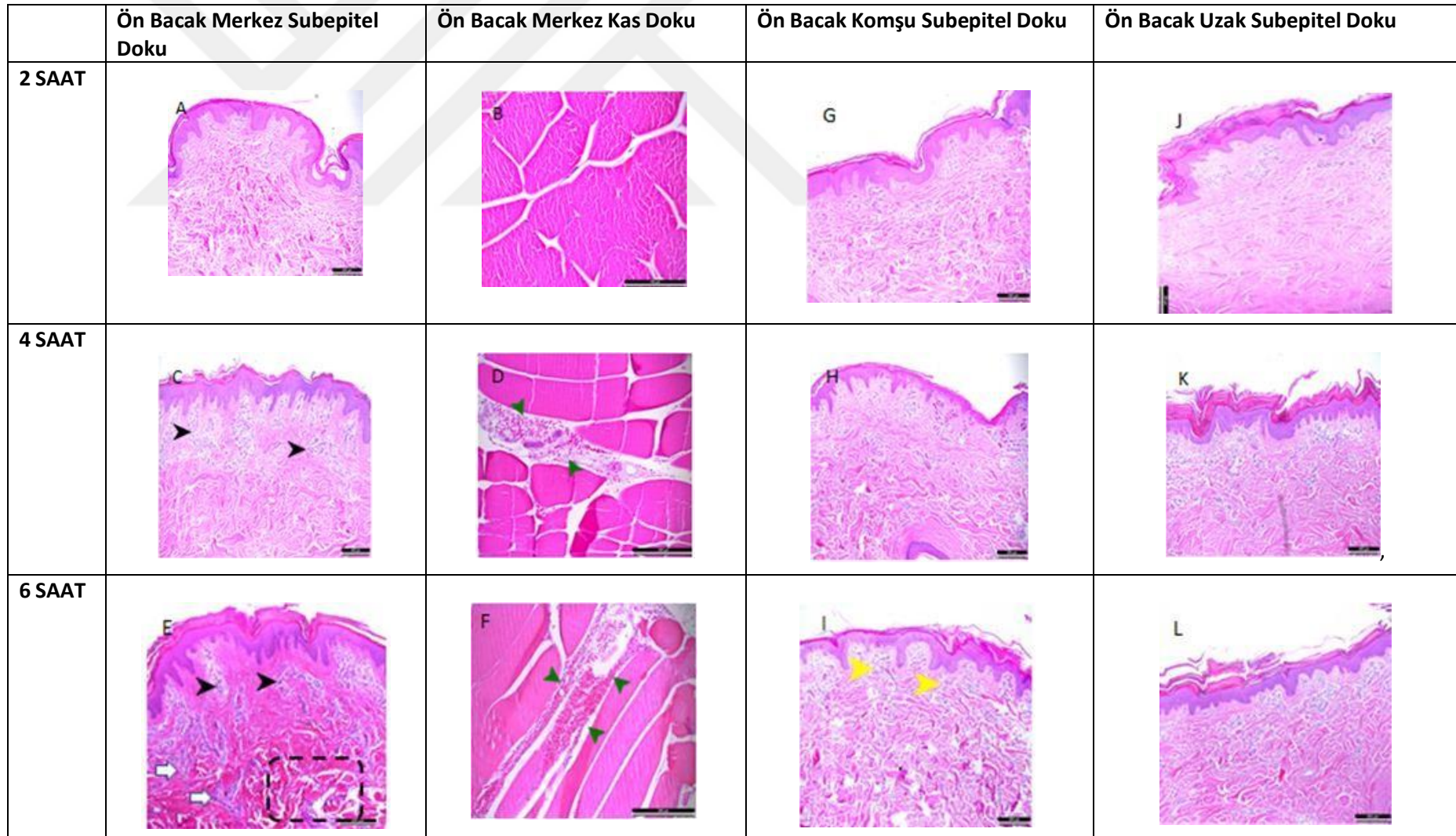
Şekil 13. Sağ (basınca maruz kalmayan) Ön-Arka Bacaklara Ait Histolojik Bulgular

Şekil 14 ve 15’de A,B,G,J ile isimlendirilen alanlarda görüldüğü üzere 2 saat grubunda basınca maruz kalan sol ön-arka bacadan alınan merkez, yakın ve uzak dokularda herhangi bir inflamasyon bulgusuna rastlanmamıştır. 4 saat grubunda sol ön-arka bacak merkez bölgeden alınan subepitelyal dokuda inflamasyon (Şekil 14-15, C siyah ok ucu ile), kas dokuda (Şekil 14-15, D yeşil ok ucu) inflamasyon ve kas lifleri arasında kanamalar görülmüştür (Şekil 14-15, D yeşil ok ucu).

Şekil 14 ve 15’ de E ile isimlendirilen alanlarda görüldüğü üzere 6 saat grubunda hücre infiltrasyonunda artış olduğu (siyah ok ucu) ve kas dokuda da inflamasyon bulguları (beyaz ok ucu) görülmüştür. 6 saatte arka bacak kas lifleri arasında düzensizlikler (Şekil 14, E, siyah daire içindeki alan), hem ön hem arka bacakta da kas lifleri arasında kanamalar (Şekil 2-3, F yeşil ok ucu) görülmüştür. Bununla birlikte 6 saat grubunda merkez dokulardaki kadar olmasa da, komşu dokularda da subepitelyal immün yanıt görülmüştür (Şekil 14-15, I, sarı ok ucu).

	Ön Bacak Merkez Subepitel Doku	Ön Bacak Merkez Kas Doku	Ön Bacak Komşu Subepitel Doku	Ön Bacak Uzak Subepitel Doku
2 SAAT				
4 SAAT				
6 SAAT				

Şekil 14. Sol (basınca maruz kalan) Ön Bacaklara İlişkin Histolojik Bulgular



Şekil 15. Sol (basınca maruz kalan) Arka Bacaklara Ait Histolojik Bulgular


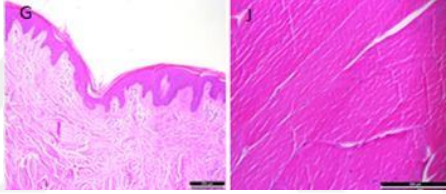
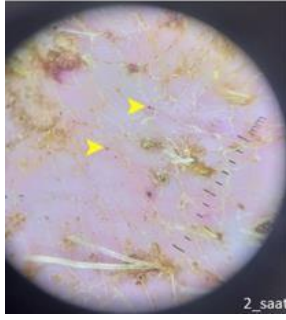
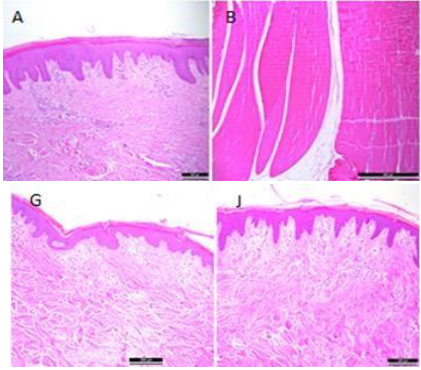
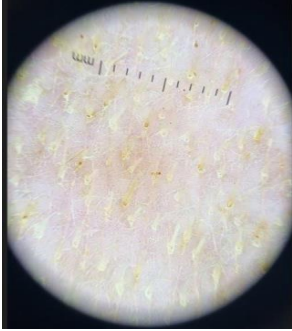
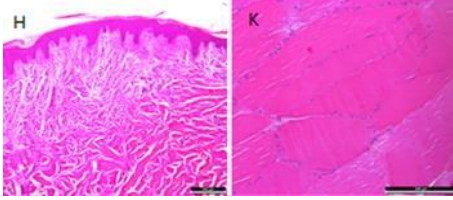
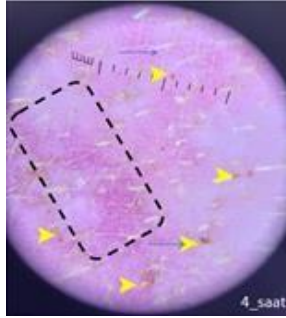
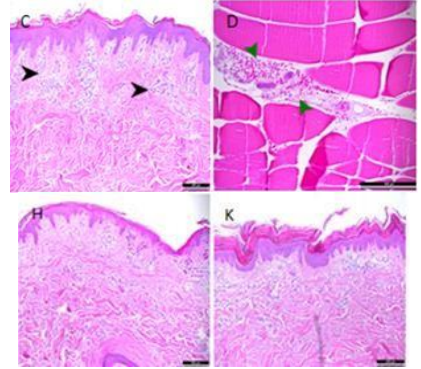
Tüm gruplarda yapılan histolojik değerlendirmeler semi-kantitatif olarak skorlandı. Bu skorlamaya göre (Bkz. Tablo 4.3); sağ ön bacak merkez ve arka bacak merkez, komşu ve uzak dokuda histopatolojik değişim gözlenmedi. Ancak bununla birlikte, hayvanların pozisyon süresi boyunca yattıkları taraf olan sol ön bacak merkez ve arka bacak merkez, komşu, uzak dokuda bazı histopatolojik değişimler görüldü ve bu skorlamaya göre kaydedildi. Buna göre, 4 saat ve 6 saat grubu arasında klinik olarak anlamlı fark görülürken, 2 saat ve 6 saat grubu arasında hem klinik hem istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0.05$).

Tablo. 4.3 Histolojik Değişim Skorlarına İlişkin Bulguların Karşılaştırılması

	2 Saat Ort ±SS Ortanca(Min-Maks)	4 Saat Ort ±SS Ortanca(Min-Maks)	Test İstatistiği	P Değeri
Histolojik Değişim skoru	1±0 1(1-1)	1,33±0,77 1(1-3)	z=-1,446	0,514
	2 Saat Ort ±SS Ortanca (Min-Maks)	6 Saat Ort ±SS Ortanca (Min-Maks)		
Histolojik Değişim Skoru	1,33±0,77 1(1-3)	1,66±1,15 1(1-4)	z=-2,136	0,033
	4 Saat Ort ±SS Ortanca (Min-Maks)	6 Saat Ort ±SS Ortanca (Min-Maks)		
Histolojik Değişim Skoru	1,33±0,77 1(1-3)	1,66±1,15 1(1-4)	z=0,831	0,362

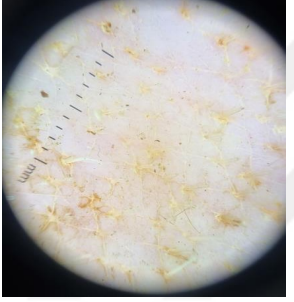
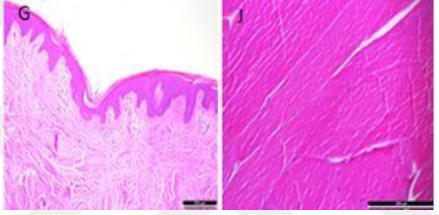
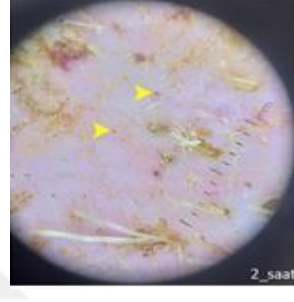
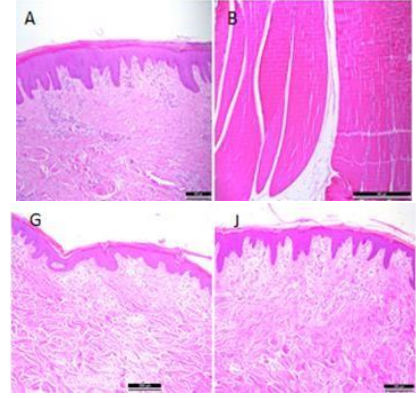
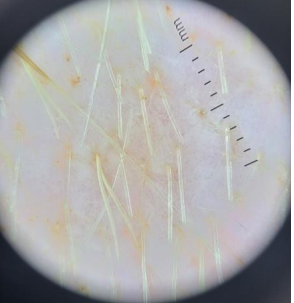
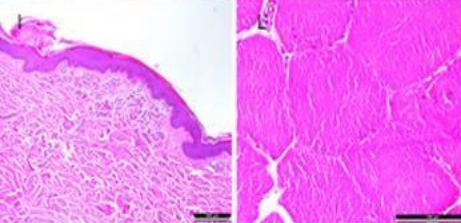
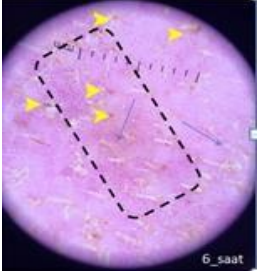
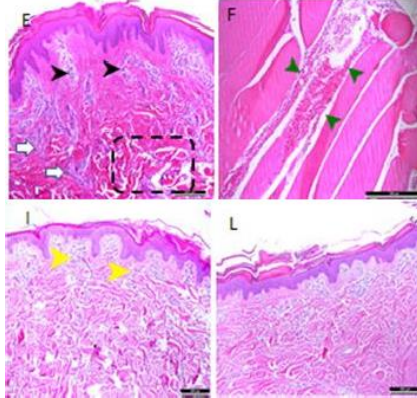
Ort ±SS: Ortalama ±Standart Sapma, Min-Maks: Minimum-Maksimum, z: Mann Whitney U Testi

Buna ek olarak, 2 Saat- 4 Saat grubu, 2 saat- 6 Saat grubu, 4 Saat-6 Saat grubu karşılaştırmalarına ilişkin dermoskopik ve histolojik bulguların birlikte incelendiği analiz sonuçları da, şekil 16-18'da sunulmuştur.

	SAĞ ARKA BACAK*		SOL ARKA BACAK**	
	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm
2 SAAT		 G: Subepitel doku J: Kas doku		 A: Subepitel doku B: Kas doku G: Komşu Doku J: Uzak doku
4 SAAT		 H: Subepitel doku K: Kas doku		 C: Subepitel doku D: Kas doku H: Komşu Doku K: Uzak doku

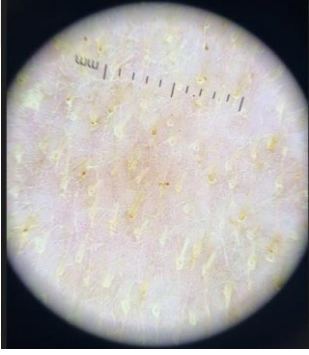
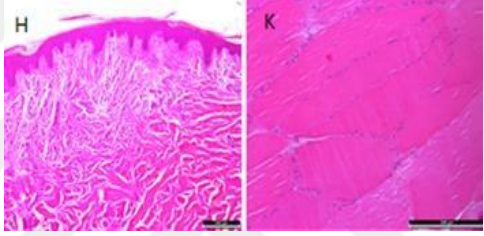
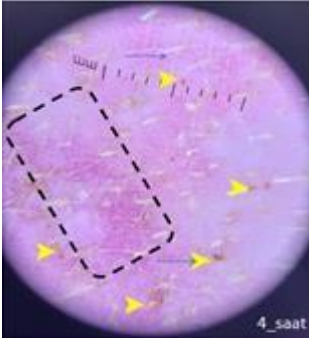
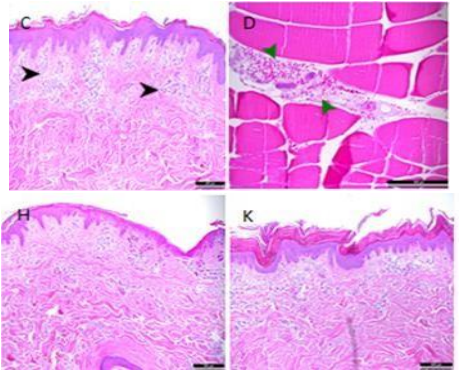
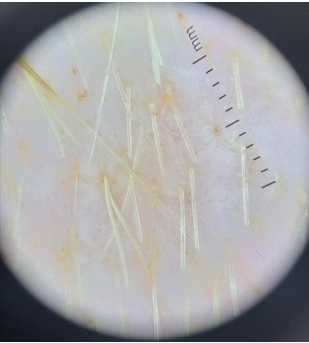
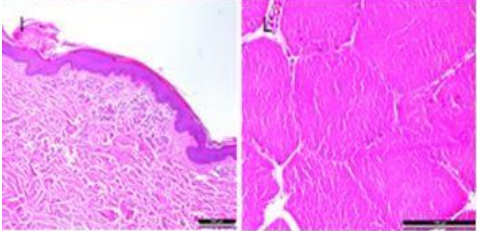
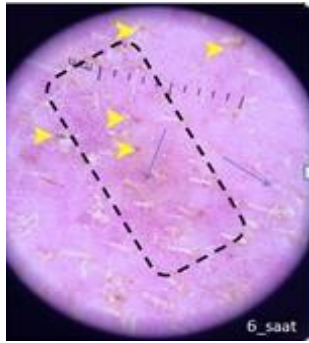
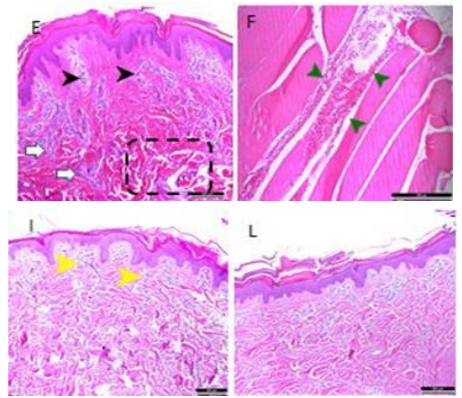
*Basınca maruz kalmayan taraf **Basınca maruz kalan taraf

Şekil 16. 2 Saat - 4 Saat Gruplarındaki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması

	SAĞ ARKA BACAK*		SOL ARKA BACAK**	
	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm
2 SAAT		 G: Subepitel doku J: Kas doku		 A: Subepitel doku B: Kas doku G: Komşu Doku J: Uzak doku
6 SAAT		 I: Subepitel doku L: Kas doku		 E: Subepitel doku F: Kas doku I: Komşu Doku L: Uzak doku

*Basınca maruz kalmayan taraf **Basınca maruz kalan taraf

Şekil 17. 2 Saat - 6 Saat Gruplarındaki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması

	SAĞ ARKA BACAĞ*		SOL ARKA BACAĞ**	
	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm	Dermoskopik Görünüm	Histolojik Görünüm /1
4 SAAT		 H: Subepitel doku K: Kas doku		 C: Subepitel doku D: Kas doku H: Komşu Doku K: Uzak doku
6 SAAT		 I: Subepitel doku L: Kas doku		 E: Subepitel doku F: Kas doku I: Komşu Doku L: Uzak doku

*Basınca maruz kalmayan taraf **Basınca maruz kalan taraf

Şekil 18. 4 Saat - 6 Saat Gruplarındaki Arka Bacaklara Ait Dermoskopik ve Histolojik Bulguların Karşılaştırılması

5.

TARTIŞMA

Bu bölümde 2 saat, 4 saat ve 6 saat sürelerde aynı pozisyonda yatan 3 erkek evcil domuzdan (*Sus scrofa domesticus*) elde edilen bulgular, aşağıdaki başlıklar halinde tartışılmıştır.

5.1. Deney hayvanlarının tanıtıcı özelliklerine ilişkin bulguların tartışması

5.2. Makroskopik ve dermoskopik değerlendirmelere ilişkin bulguların tartışması

5.3. Histolojik değerlendirmelere ilişkin bulguların tartışması

5.1. Deney Hayvanlarının Tanıtıcı Özelliklerine İlişkin Bulguların Tartışılması

İnsan epidermis ve dermisine anatomik ve fizyolojik olarak en çok benzeyen hayvanın domuz olduğu belirtilmektedir (24,31,32). Bu doğrultuda basıncın epidermis ve derin dokularda meydana getirdiği hasarı incelemeyi ve spontan BY gelişim modelini oluşturmayı amaçlayan bu çalışmada, Yorkshire cinsi evcil domuzlar (*Sus scrofa domesticus*) yer almıştır. Buna ek olarak, Yorkshire cinsi evcil domuzların kalp kapak replasman modeli (136), femoral arter ve siyatik sinir iskemisinde sinir rejenerasyon modeli (Kinsley et al., 2021) gibi farklı modellerde de yer aldığı görülmektedir. Bu doğrultuda insan anatomik ve fizyolojik benzerliklerinden dolayı (Swindle et al., 2013) klinik modellemelerde, yorkshire cinsi evcil domuzların en uygun hayvan olduğu değerlendirilmektedir.

DeneySEL çalışmalarda yer alan domuzların sahip olduğu cins özelliklerine göre, beden ölçüleri de değişebilmektedir (137,138). Bu çalışmada yer alan domuzların ortalama boyları 136 cm, ağırlıkları 156,66 kg, yaşları da 3'tür. Erişkin bir evcil domuzun fiziksel özellikleri düşünüldüğünde, çalışmada yer alan domuzların yaşını temsil ettiği görülmektedir. Literatürde BY gelişim modellerinde, yaşları 3 haftalık- 3 aylık arasında değişen; 5-30 kg arasında ağırlıklara sahip evcil domuzların, kullanıldığı görülmektedir (25-27,139). Bu çalışmalarda küçük boyut ve ağırlıklardaki evcil domuzların tercih edilmesinin, kolay manipülasyon sağlaması nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada ise, yetişkin bir insanı simüle edebilmek için erişkin domuzlar tercih edilmiş olup, deneysel prosedürün gerçekleşmesini engelleyecek düzeyde herhangi bir manipülasyon zorluğu yaşanmamıştır.

Basıncın yaralanması gelişim modellerinin yanı sıra, sağlık bakım hizmetlerinde kullanılmak üzere yeni geliştirilen biyomedikal ürünlerin validasyonunu içeren pre-klinik çalışmalar, domuz modelinde yapılabilmektedir (38,140-142). Bu çalışmada da doku perfüzyonunu değerlendirmek üzere alanında

uzman mühendisler tarafından geliştirilen optik perfüzyometrenin validasyonu değerlendirilmiştir. Bu kapsamda cilt doku yoluyla, doku perfüzyonuna ya da doku oksijenizasyonuna ilişkin ölçümlerin değerlendirildiği in vivo çalışmalarda deney hayvanı olarak erişkin evcil domuzların uygun olduğu düşünülmektedir.

Basınç yaralanması modellerinde, BY gelişiminde bir risk oluşturduğu belirtilen arayüz basıncı, lokal cilt sıcaklığı ve nem gibi ölçümlerin de klinik yaklaşımda değerlendirilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Arayüz basıncı; vücut yüzeyinin, destek alan üzerindeki birim alanda oluşturduğu kuvvet olarak ölçülebilmektedir (Aslan Baslı & Yavuz Van Giersbergen, 2021; Bulut & Gunes, 2022; Kim et al., 2022). Bu çalışmada da her pozisyon öncesi ve sonrası arayüz basıncı ölçülmüş olup, pozisyon sonrası özellikle arka bacadan alınan arayüz basınç ölçümleri 2 saatte 43,9 mmHg, 4 saatte 48,4 mmHg, 6 saatte 39,5 mmHg olarak bulunmuştur. Duetzmann ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 12 sağlıklı yetişkinin 15 dakika süresinde standart hastane yatağında yatması sonucu sakrumda oluşan arayüz basınç değerleri ortalama 74,4 mmHg, spinal kord hasarı olan 10 hastada ise 105,7 olarak bildirilmiştir (67). Bulut ve Güneş'in yoğun bakımda standart hastane yatağında 2 saat süre ile yatan yetişkin hastaların arayüz basınç değerlerinin ortalama 47,71 mmHg olarak bulduklarını bildirmişlerdir (68). 2 saat ve 4 saatte pozisyon sonunda artan basınç değerleri görülmekteyken, 6 saatte bu basınç değerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun bireysel faktörlerin yanı sıra, arayüz basınç ölçüm cihazının ilgili bölgeye yerleştirilirken, deney hayvanında minimal bir harekete dolayısıyla doku üzerindeki basıncın azalmasına sebep olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Aynı bireyde farklı alanlardan yapılan arayüz basıncı ölçümleri farklılık gösterebilmektedir (143). Bu çalışmada ön bacadaki pozisyon sonrası 2 saatte ve 6 saatte arayüz basıncında azalma görülürken 4 saatte artış görülmektedir. Bu doğrultuda ön bacaklardan elde edilen arayüz basınç değerlerinin, arka bacaklardan farklı olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Tzen ve ark. (2020) spinal kord hasarı olan bireylerde, sakrumdan yapılan arayüz basıncının (81.50 mmHg) bulunurken, topuklardan ölçülen arayüz basıncından (34.83 mmHg) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Arayüz basıncı bireysel farklılıklardan

etkilenebildiği gibi, bölgesel doku farklılıklardan da etkilenebilmektedir. Bu çalışmada da ön bacak ve arka bacak arasındaki arayüz basınç farklarının olduğu aynı zamanda arayüz basınç cihazının ilgili alanlara yerleştirilirken deney hayvanında oluşturulan minimal hareketin çok kısa sürede olsa doku üzerindeki basıncın kalkmasına neden olmuş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Cilt bir destek yüzey alanına temas ettiğinde, aralarında konveksiyon yöntemi ile ısı iletimi gerçekleşir (77). Cilt bu ısıya maruz kaldığında sıcaklığı artar ve vazodilatasyon meydana gelir (78,79). Bu çalışmada tüm gruplarda, arka bacaklarda pozisyon süreleri sonunda lokal cilt sıcaklığında artış görülmüştür. Benzer şekilde Bulut'un çalışmasında (2019), standart hastane yatağında 2 saat süre ile yatan hastalarda pozisyon sonrası lokal cilt sıcaklıklarında artış meydana gelmiş, lokal cilt sıcaklığındaki 1 °C'lik artışın BY gelişimini benzer şekilde etkilediği ifade edilmiştir (68). Başka bir çalışmada da lokal cilt sıcaklığındaki 1,2 °C'lik artışın BY gelişiminde öngörücü bir parametre olabileceği bildirilmiştir (81). Buna karşın lokal cilt sıcaklığındaki azalmanın da BY gelişimi ile ilişkili olabileceğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır. Ameliyathane kaynaklı BY gelişimini değerlendiren bir çalışmada, cerrahi prosedür, ameliyat süresi, kan kaybının yanı sıra lokal cilt sıcaklığındaki düşüşün BY gelişimi için bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir (144). Başka bir çalışmada da yoğun bakımda yatan hastalarda sakral cilt sıcaklığındaki -0,1 °C'lik düşüşün BY gelişimi için risk oluşturabileceği bildirilmiştir (Jiang et al., 2020). Lokal cilt sıcaklığının artış ya da azalışının BY gelişiminde spesifik bir faktör olup olmadığı çalışmalara göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu çalışmada lokal cilt sıcaklığı değişimindeki farkın, pozisyon süresi artışından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Fazla nemin, cildin bariyer mekanizmalarına zarar verdiği ve BY gelişiminde etkili bir faktör olduğu bilinmektedir (69,70). Bozulan bariyer mekanizmalar sürtünme ve makaslamaya daha duyarlı hale gelerek, BY gelişimi için risk oluşturmaktadır (5). Bu çalışmada ön bacaklarda tüm gruplarda pozisyon süreleri sonrası nem düzeylerinin artmış olduğu görülmüştür. Nemle ilişkili cilt patolojilerini inceleyen 37 araştırma sonucunun sunulduğu bir çalışmada,

inkontinansla ilişkili dermatit gibi fazla nemli cildin BY gelişimini yaklaşık 5 kat arttırdığı bildirilmiştir (70).

Bubun ve ark. (2020) tarafından medikal cihazlarla ilişkili BY gelişimini inceledikleri bir çalışmada, BY gelişen grupta nem düzeyinin 32.38, BY gelişmeyen grupta da 28.81 olarak bulunduğu bildirilmiştir. Nemin BY' nın erken fark edilebilmesinde önemli bir parametre olarak belirtilmekle birlikte, BY gelişiminde bir faktör olarak incelenmesi önerilmektedir(145,146). Gökdemir' in (2020) BY gelişimi ve buna etki eden faktörleri değerlendirdiği bir çalışmada da BY gelişen kişilerde cildin nem düzeyinin etkili olduğu bildirmiştir. Bu çalışmada 4 saat ve 6 saat grubunda ön ve arka bacaklardaki nem düzeylerinin, 2 saat grubuna göre daha fazla olduğu görülmüştür. Pozisyon sonrası arka bacaklardaki nem düzeyindeki artışın, M. Biceps femoris ve M. Gluteus superficialis bölgelerindeki lokal cilt sıcaklıklarındaki artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Basınç yaralanması gelişiminde, dokuda iskemi ve nekroza neden olan esas neden hipoperfüzyondur (54). Klinik uygulamada dokuda meydana gelen hipoperfüzyonu değerlendirmede çeşitli yaklaşımların uygulandığı görülmektedir. Bu çalışmada, her pozisyon öncesi ve sonrası doku perfüzyonu ölçülmüş olup, 2 saatte ve 4 saatte her iki bacakta da perfüzyon indeks değerlerinde artış olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte 6 saatte özellikle arka bacakta pozisyon sonrası perfüzyon indeksinin azaldığı görülmüştür. Doku perfüzyonunu değerlendirmede, perfüzyon indeksin yanı sıra transkütanöz parsiyel oksijen basınç ölçümlerinden de yararlanıldığı görülmektedir (36,60). Standart hastane yataklarında takip edilen sağlıklı insanlarda yapılan çalışmalarda pozisyon süresi arttıkça, doku perfüzyonunda azalmaya işaret eden transkütanöz parsiyel oksijen basıncının azaldığı bildirilmiştir (147–149).

Cascales ve ark. 'nın (2020) yeni geliştirilen oksimetre cihazının validasyonunu domuz modelinde inceledikleri bir çalışmada da, domuzda turnike modeli ile iskemi geliştirilmiş ve dokunun oksijen ihtiyacı arttıkça, cihazda ölçümlenen oksijen düzeyinin azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ise, histolojik ve makroskopik doku değişiklikleri ile uyumlu olmayan, artan yatış süresi ile doku

perfüzyonunda artmaya işaret eden cihaz ölçümlerinin olduğu görülmüştür (38). Bu çalışmada ise bazı pozisyon süreleri sonunda dokularda artan perfüzyon ölçümünün, modelimiz spontan olduğu için, herhangi bir iskeminin gelişmemiş olmasının yanı sıra, cihazının ilgili bölgeye yerleştirilirken, deney hayvanında yaratılan minimal bir hareketin doku üzerinde reperfüzyona neden olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Araştırma kapsamında geliştirilen cihazın validasyonu için; indüklenmiş in vivo bir modelde doku perfüzyon ölçümü yapabilen başka bir altın standart bir yöntem ile karşılaştırmalı olarak çalışılması gerekliliği değerlendirilmektedir.

5.2. Makroskopik ve Dermoskopik Değişikliklere İlişkin Bulguların Tartışılması

Klinik uygulamada BY gelişimini değerlendirmede sık kullanılan araçlardan biri NPIAP BY Sınıflama Sistemi'dir (42,44). Bu sınıflama sistemi, doku perfüzyon durumunu cilt değerlendirme ile tespit ederek, BY gelişiminde görülen potansiyel patolojilerin sınıflandırılmasına yardımcı olmaktadır. NPIAP sistemine göre bu patolojiler Evre 1 (basmakla solmayan kızarıklık), Evre 2 (kısmi dermis kaybı), Evre 3 (tam kalınlıkta cilt kaybı), Evre 4 (tam kalınlıkta cilt ve doku kaybı) ve evrelendirilemeyen evre ile derin doku hasarı olarak değerlendirilebilmektedir (Ayello et al., 2019; NPUAP, 2016). Basınca maruz kalan alandaki dokularda hipoperfüzyon nedeniyle cilt soluk görünmektedir (150). Basınç ortadan kalkarsa dokudaki bu soluk görüntü, yerini reaktif hiperemiye bırakır ve doku normal rengine geri döner. Bu durum aslında kısa süreli iskemi sonunda kan akışının normale döndüğünü işaret etmekte olup, cilt değerlendirmede basmakla solan kızarıklık olarak karşımıza çıkmaktadır (5,151). Basınç kaldırılmadığında ise, sıkışan kapiller damarın tıkanması sonucu dokuda iskemi ve nekroz meydana gelmektedir (150). Bu çalışmada yapılan cilt değerlendirmelerinde 4 saat ve 6 saat grubunda sol arka bacaklarda, basmakla solan kızarıklıklar görülmüştür. Benzer şekilde Daniel ve ark.'nın (1985) yaptıkları bir çalışmada da, uygulama basınç miktarı ve süresinden bağımsız olarak dışarıdan domuz cildine basınç uygulayan aplikatörlerin uygulama alanlarında basmakla solan kızarıklığa neden olduğu bildirilmiştir. Dokuların gerek

spontan gerekse de indüklenmiş şekilde basınç maruziyeti, cilt değerlendirmede basmakla solan kızarıklıklar olarak karşımıza çıkmasının nedeninin dokudaki geçici iskemiden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Cilt değerlendirmede her zaman dokuların basınç maruziyeti makroskopik olarak görüntülenemeye bilmektedir (47). Bu çalışmada 2 saat grubunda basınca maruz kalan sol ön ve arka bacaklarda herhangi bir cilt doku değişikliği görülmemiştir. Benzer şekilde Houwing ve ark.'nın (2000) yaptıkları bir çalışmada sağ ve sol trokanterlerine 2 saat boyunca 100 N basınç uygulanan domuzlarda makroskopik olarak herhangi bir doku değişikliği görülmediği bildirilmiştir. Daniel ve ark.'nın (1981) domuzlarda yaptığı başka bir çalışmada da, domuzların trokanterlerine uygulanan 8 saat süreyle 800 mmHg basıncın cilt dokuda hasara, 4 saat süreyle 500 mmHg basıncın da kas dokuda hasara neden olduğu bildirilmiştir (120). Kas doku ve cilt doku fizyolojik yapıları gereği farklılık göstermektedir. İskelet kasının işlevlerini sürdürmesinde temel proteinler (miyozin, aktin, troponin, tropomiyozin, miyogloblin) ve kalsiyumun yanı sıra ATP'ye ihtiyacı vardır. ATP'nin büyük çoğunluğunu da oksijenli solunum yoluyla elde edilir. Bu yüzden kas dokunun oksijen afinitesi cilt dokuya göre daha fazladır (152). Bu nedenle kas doku, hasara daha yatkın olup, BY nedeniyle gelişen hasar cilt dokudan önce kas dokuda meydana gelmektedir (153,154). Bu çalışma sonuçlarında makroskopik değerlendirmede BY ilişkin herhangi bir patoloji görülmemesinin hem bu durumdan hem de spontan basınç altında, standart yataklarda yattıklarından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle basınca maruz kalan dokuların makroskopik incelemelerin yanı sıra dermoskopik ve histolojik olarak da incelenmesi gerekliliği söz konusudur.

Pozisyon süreleri sonunda, tüm grupların sol ön-arka bacakları dermoskopik olarak da incelenmiş olup, sol arka bacaklarda BY gelişimini işaret eden peteşiyal noktalar, telanjiektazik çizgiler ve purpura gözlemlendiği kaydedilmiştir. Benzer şekilde İnu ve ark. (2011), klinikte yatan hastalarda BY bağlı kızarıklıkları dermoskop ile değerlendirdikleri bir çalışmada da, peteşiyal noktalar, telanjiektazik çizgiler ve purpuranın dermoskopik görünümde Evre 1 BY'ye işaret ettiğini bildirilmişlerdir (134). Bu kapsamda sol arka bacaklardaki dermoskopik

değerlendirme sonuçlarının hem literatür hem de makroskopik değerlendirme ile uyumlu olduğu görülmektedir. 155 Bununla birlikte BY'ye ilişkin görülen dermoskopik bulguların, 4 saatte ve 6 saatte benzer yoğunlukta olduğu görülmüştür. Literatürde kişisel ve klinik özelliklerin BY gelişimini etkileyen faktörler arasında yer aldığı görülmektedir (84,158,159). Bu kapsamda çalışmadaki 4 saat ile 6 saat grubunun BY lehine değerlendirilen dermoskopik bulgularının benzer yoğunlukta olmasının da bireysel doku farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak standart yatakların BY gelişimini önlemede etkili olmadıkları da görülmüştür.

Tüm gruplarda pozisyon sonrası sol arka bacakların akabinde sol ön bacaklar da makroskopik ve dermoskopik olarak değerlendirilmiştir. Domuzların varoluşsal savaşı savunma mekanizmalarının bir parçası olarak ön bacaklardaki M. Biceps femoris bölgesi üzerinde hiperkeratozlar mevcuttur. Domuzlarda görülen hiperkeratoz, cildin stratum corneum tabakasında yoğun keratin birikimi sonucu sertleşip kalınlaşmasıdır. Sürekli basınca maruz kalma ve/veya kronik doku travması gibi nedenlerle de görülebilmektedir (160). Domuzlar hariç tüm hayvanlarda dermal-epidermal birleşim yeri düz ve yüzeye paraleldir. Domuzlar da ise tıpkı insandaki gibi bu bölge dalgalı katlanmalar halinde ve dermise olan çıkıntılar şeklindedir (161). Domuzların insanlarla olan bu benzerliğe değinerek, plantar hiperkeratoz (nasır) örnek verilebilir. İnsan vücut ağırlığı ayakta durdukça sıklıkla 2. ve 3. Plantar kemik komşuluğundaki dokulara basınç yapar. Eğer bu basınç ayak anatomik yapısı gereği diğer plantar kemikler üzerindeki dokulara dağıtılamazsa, plantar hiperkeratoz görülebilmektedir. Bu durum aslında vücudun maruz kaldığı basınç ya da travmaya karşı kendini savunma şeklidir (162). Benzer şekilde domuzlardaki bu hiperkeratozlu ön bacaklar; doğal yatış pozisyonları sırasında, öncelikle ön bacakları üzerine yük vererek yan yatmaları ve diğer domuzlara karşı kendilerini savunmada da aynı bölgeyi kullanmaları dolayısıyla da sık travmaya maruz kalmaları nedeniyle özellikle ön bacaklarda, hiperkeratozların görülmesi beklenen bir durum niteliğindedir. Bu kapsamda tüm gruplarda sol ön bacakların makroskopik ve dermoskopik değerlendirmesinde spesifik bir bulgu olmayışının, bu alanda yaygın görülen keratokozlardan kaynaklandığı ve bu

dokuları değerlendirmede de histolojik yaklaşımlar gibi, derin doku incelemelerinin yapılması gerekli olduğu düşünülmektedir.

5.3. Histolojik Değerlendirmelere İlişkin Bulguların Tartışılması

BY nedeniyle cilt dokuda gözlenebilen bulgular meydana geldiğinde, daha derin dokularda (kas doku gibi) hasarın daha fazla olduğu bilinmektedir (35). BY patofizyolojik sürecini aydınlatmada insanlarla yapılan çalışmalarda derin dokuları eksizyonla değerlendirmek mümkün olmadığı için, bu konuda yapılan deneysel hayvan çalışmalarında histolojik değerlendirme yaklaşımlarından yararlanılmıştır (Daniel et al., 1985; Hickle et al., 2019; Sundin et al., 2000). Bu çalışma kapsamında basınca maruz kalmayan (üstte kalan) bacağın merkez doku örneği ile basınç altında kalan (üzerine yatırılan) bacakların basınç merkezi, komşu ve uzak alanlarından alınan subepitel doku ve kas doku örnekleri, histolojik olarak incelenmiştir.

Basınca maruz kalmayan dokuda hasar gelişmemesi beklenen bir durumdur (47). Bu çalışmada da 2 saatte basınca maruz kalmayan sağ taraf ile basınca maruz kalan sol taraftan alınan dokularda herhangi bir histopatolojik değişiklik görülmemiştir. Bu durum makroskopik ve dermoskopik bulgularla benzer niteliktedir, bu bulguları doğrulamaktadır. Goldstein ve ark.'nın (1998) domuz modeli üzerinde BY gelişimini inceledikleri bir çalışmada da, basınca maruz bırakılmayan alanlarda herhangi bir patoloji izlemediklerini bildirmişlerdir. Hickle ve ark.'nın (2019) her hayvanın kendi kontrolü olarak planladıkları çalışmada da, aynı alan ve aynı doku özelliklerinde basınca maruz kalmayan alanlarda BY gelişimi yönünde herhangi bir patoloji izlenmediğini bildirmişlerdir. BY etyolojisinin temelinde, dokunun mekanik olarak basınç altında kalması sonucu inflamatuvar yanıtın oluşması, devamında da doku iskemisi ve nekrozunun meydana gelmesi ile hücre ve doku ölümü yer almaktadır (163). Bu ve literatürdeki çalışmalarda kontrol grubu olarak incelenen alanlar herhangi bir mekanik yüklenmeye maruz kalmadıkları için hücreyi iske mi ve nekroza götüren bu süreç meydana gelmemiştir. Ancak dokular mekanik yüklenmeye maruz kaldıklarında bu süreç indüklenmiş olup, farklı boyutlarda doku hasarı karşımıza çıkabilmektedir. Bu çalışmada 2 saatte herhangi bir histolojik değişikliğin görülmemesinin süre ve standart hastane yatağı üzerinde sadece 2 saat süreyle takip edildiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Dokunun maruz kaldığı basınç süresi arttıkça dokulardaki hasar da artış görülebilmektedir(88,164).

Dokular üzerindeki basınç nedeniyle gelişen mekanik yüklenme, kas dokunun mikro yapısını patolojik olarak değiştirip, yaralanmaya daha yatkın hale getirebilmektedir (152,165). Bu çalışmada 4 saatte ve 6 saatte basınca maruz kalan sol ön-arka bacak merkez dokuların ışın mikroskobu altında miyosit anatomisinde incelme ve kılcal damarlar ile çizgili kasların arasında geniş alanlar oluştuğu görülmüştür. Benzer şekilde Houwing ve ark. 'nın (2000) domuzlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada da, basınca maruz kalan kas doku örneklerinde miyosit yapısında bozulmalar ve kas doku elemanları arasında ödem görüldüğünü bildirmişlerdir. Basınca maruz kalan bu dokulardaki mekanik yüklenme, önce hipoperfüzyona neden olup, bu duruma cevaben gelişen kapiller permeabilite artışı, dokular arası sıvı geçişine müsaade ederek ödeme neden olmaktadır (150,152,166). Dokular arası gelişen ödem, kılcal damar ve kas doku arasındaki mesafenin açılmasına neden olmaktadır olmakla birlikte, mekanik yüklenmeye maruz kalıp yapısı zayıflayan miyositleri daha da sıkıştırmaktadır. Bu çalışmada 4 saat ve 6 saatte gözlenen inflamasyonun, basınç nedeniyle dokuda meydana gelen inflamatuvar yanıtın en önemli bileşenlerinden biri olan ödem kaynaklı olduğu değerlendirilmektedir. Inflamatuvar yanıtta salınan sitokinler, hücrel immün yanıtın oluşmasını tetiklemektedir (167). Bu çalışmada 6 saatteki komşu dokularda da immün yanıt izlenmesinin hücrel düzeyde görülen adaptif immün yanıt nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir. Bununla birlikte 4 ve 6 saatte görülen histolojik değişikliklerin makroskopik ve dermoskopik bulgularla uyumlu olduğu da görülmektedir.

Histolojik değerlendirmeler doku örneklerinin histologlar tarafından mikroskop altında incelenip yorumlanmasını içerdiğinden, doğası gereği kantitatif niteliktedir (Sümer, 2018). Bu 169 yüksek skorların nedeni mikroskopik değerlendirmede kas dokular arasında görülen ciddi hemorajiden kaynaklanmaktadır. Ciddi hemorajinin, kapiller permeabilite artışı ve mekanik yüklenme nedeniyle kılcal damar duvarlarının hasarlanması nedeniyle interstisyel alana eritrositlerin sızmasından

kaynaklandığı düşünölmektedir (169). Ratlarda indüklenmiş BY'nin etkilerinin incelendiğı bir diğör çalışmada da, dokuların basınca maruz kaldığı bölgelerde süre ve uygulanan basınç arttıkça histolojik değışim skorunda da artış olduğunu, kontrol alanlarda ise herhangi bir histolojik değışiklik olmadığını bildirmişlerdir (37). Domuz modelinde indüklenmiş BY'nin incelendiğı bir diğör çalışmada ise, histolojik değışim skoru, sadece basınç uygulanan kontrol grubunda $4,4 \pm 0,2$; Allopurinol ve Deforoxamine tedavisi uygulanan gruplarda da sırasıyla 3,6 ve 3,0 olarak bulunduğı bildirilmiş ve bu skorlama sonuçları doğrultusunda uygulama gruplarındaki tedavinin etkinliğine karar verilmiştir (26).

İndüklenmiş BY gelişim modellerinde, doku hasarı meydana getirilen alanların 100mmHg ile 800mmHg arasında değışen basınçlara maruz bırakıldığı görölmüştür (25–27). Bu çalışmada yer alan deney hayvanları standart hastane yatağı üzerinde yatırılarak takip edilmiş, burada pozisyon sonrası ölçölen spontan basınca bağılı arka bacak ara yüz basınç değıerleri 2, 4 ve 6 saatte 44,7mmHg; 48,4mmHg; 39,5mmHg olarak ölçölmüştür. Bu çalışmada kaydedilen histolojik değışim skorlarının diğör çalışmalara göre daha düşük olmasının, deney hayvanlarının standart hastane yatağı üzerinde yatırılarak, dokunun maruz kaldığı spontan basıncı dağıtmaya yardımcı olmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Çalışmalarda histolojik değışim skorunun kontrol ile uygulama bölgelerinden alınan örnekler arasındaki histolojik değışiklikleri ortaya koyar nitelikte olduğu görölmüştür. Bu kapsamda da BY gelişim modellerinde histolojik doku değıerlendirmelerinin, standart olarak skorlanabildiğı Histolojik Değışim Skoru gibi araçların kullanılmasının faydalı olduğu düşünölmektedir.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Farklı pozisyon süreleri sonunda basınca maruz kalan alanlarda meydana gelen makroskopik, dermoskopik ve histolojik değişiklikler incelenerek domuzlar üzerinde, spontan bir BY modeli geliştirilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Makroskopik değerlendirmede; 4 saat ve 6 saat pozisyon süreleri sonunda; basınç altında kalan arka bacaklarda basmakla solan kızarıklık geliştiği tespit edilmiştir. Basınç yaralanmasına ilişkin görülen dermoskopik bulguların, 2 saatte az yoğunlukta görüldüğü, 4 saat ve 6 saat pozisyon süreleri sonunda ise çok yoğunlukta ve benzer şekilde olduğu bulunmuştur.
2. Histolojik değerlendirmede; 4 saatte kas dokuda hemoraji ve 6 saatte de kas dokuda artan hemoraji gözlenmiş olup; her iki süre sonunda hem ön hem de arka bacaklarda kas doku hasarı geliştiği bulunmuştur.
3. Histolojik Değişim Skorunun 6 saatte, 2 saate göre anlamlı olarak daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).

6.2. Sonuçlar Doğrultusunda Hipotezlerin Sınanması

H₁-0:Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 4 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

Çalışma sonuçları doğrultusunda spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun standart hastane yatağı üzerinde 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 4 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark olmadığı bulunmuştur. Bu kapsamda H₁-0 hipotezi kabul edilmiştir.

H₂-0: Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

Çalışma sonuçları doğrultusunda, spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun standart hastane yatağı üzerinde 2 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark olduğu bulunmuştur. Bu kapsamda H₂-0 hipotezi reddedilmiştir.

H₃-0: Spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun 4 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark yoktur.

Çalışma sonuçları doğrultusunda spontan basınç yaralanması modelinin oluşturulmasında, domuzun standart hastane yatağı üzerinde 4 saat aynı pozisyonda yatması ile 6 saat aynı pozisyonda yatması arasında fark olmadığı bulunmuştur. Bu kapsamda H₃-0 hipotezi kabul edilmiştir.

6.3.Öneriler

Basınç yaralanmalarının önlenmesinde profilaktik girişimleri ve yeni geliştirilen teknolojik tasarımları değerlendiren pre-klinik çalışmalarda, Yorkshire cinsi erişkin evcil erkek domuzların standart hastane yatağı üzerinde, en az 6 saat aynı pozisyonda yatırıldığı spontan BY domuz modelinin kullanılması önerilmektedir (Bkz.Şekil 18)

1. Domuzun anestezi altında, barınaktan cerrahi birime **sol lateral** pozisyonda sedye ile transfer edilmesi



2. Sağ ön ve arka bacakların tıraş edilmesi



3. Sol ön ve arka bacakların tıraş edilmesi



4. Sol ön-arka bacakların (uygulama alanlarının) musluk suyu ile silinmesi ve kurulanması



5. Domuzun, **çarşaf serili standart hastane yatağına**, scapular spine, M.gluteus superficialis- M. Biceps femoris bölgesi yatağa tam temas edecek şekilde **sol lateral** pozisyonda **6 saat** yatırılması

Şekil 19. Spontan Basınç Yaralanması Domuz Modeli

KAYNAKLAR

1. NPIAP. European Pressure Ulcer Advisory Panel, National Pressure Injury Advisory Panel and Pan Pacific Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: Quick Reference Guide. Emily Haesler (Ed.). EPUAP/NPIAP/PPPIA:2019. 2019.
2. Altunel CT, Kartal SP. Dekübit ve Bası Ülselerleri. 2019;(May).
3. Van Damme N, Van Hecke A, Remue E, Van den Bussche K, Moore Z, Gefen A, et al. Physiological processes of inflammation and edema initiated by sustained mechanical loading in subcutaneous tissues: A scoping review. *Wound Repair Regen*. 2020;28(2):242–65.
4. Ayello EA, Delmore B, Smart H, Tariq G, Sibbald RG. Survey Results from the Gulf Region: NPUAP Changes in Pressure Injury Terminology and Definitions. *Adv Ski Wound Care*. 2019;32(3):131–8.
5. Mervis JS, Phillips TJ. Pressure ulcers: Pathophysiology, epidemiology, risk factors, and presentation. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2019;81(4):881–90. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2018.12.069>
6. Fulbrook P, Mbuvi V, Miles S. Incidence and prevalence of pressure injury in adult cardiac patients admitted to intensive care: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* [Internet]. 2021;114:103826. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103826>
7. Li Z, Lin F, Thalib L, Chaboyer W. Global prevalence and incidence of pressure injuries in hospitalised adult patients: A systematic review and meta-analysis. Vol. 105, *International Journal of Nursing Studies*. Elsevier Ltd; 2020.
8. Labeau SO, Afonso E, Benbenishty J, Blackwood B, Boulanger C, Brett SJ, et al. Prevalence, associated factors and outcomes of pressure injuries in adult intensive care unit patients: the DecubICUs study. *Intensive Care Med* [Internet]. 2021;47(2):160–9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06234-9>
9. Afzali L, Borojeny, N. A, Albatineh, Hasanpour A, Dehkordi, et al. The incidence of The, ulcers and its associations in different wards of Int, hospital: A systematic review and meta-analysis. *Int J Prev Med*. 2020;11:171.
10. Biçer EK, Güçlüel Y, Türker M, Kepiçoğlu NA, Şekerci YG, Say A. Pressure ulcer prevalence, incidence, risk, clinical features, and outcomes among patients in a Turkish hospital: A Cross-sectional, Retrospective Study. *Wound Manag Prev*. 2019;65(2):20–8.
11. Akan C, Yazıcı Sayın Y. Prevalence of Pressure Injuries and Risk Factors in

- Long-Term Surgical Procedures. *Bezmialem Sci.* 2021;9(1):75–83.
12. Kaşıkçı M, Aksoy M, Ay E. Investigation of the prevalence of pressure ulcers and patient-related risk factors in hospitals in the province of Erzurum: A cross-sectional study. *J Tissue Viability* [Internet]. 2018;27(3):135–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2018.05.001>
 13. Gocmen Baykara Z, Karadag A, Senol Celik S, Guler S, Ay A, Gul S, et al. Impact of tailored training about pressure injuries on nurses' knowledge levels and pressure injury point prevalence: The case of Turkey. *J Tissue Viability.* 2021;30(4):552–8.
 14. Sayan HE, Girgin NK, Asan A. Prevalence of pressure ulcers in hospitalized adult patients in Bursa, Turkey: A multicentre, point prevalence study. *J Eval Clin Pract.* 2020;26(6):1669–76.
 15. Karaca Sivrikaya S, Sarikaya S. Yoğun Bakım Hastalarında Bası Ülseri, Önleme V Hemşirelik Bakimi Pressure İ njuries, Prevention and Nursing Care in Intensive Care Patients. *Yoğun Bakım Hemşireliği Derg.* 2020;24(2):139–49.
 16. Karabacak BG. DERLEME / REVIEW Basınç Yaralanmalarının Önlenmesinde Daha İyi Sonuçlara Doğru : Kanıta Dayalı Uygulamalar Bilge TEZCAN Towards Better Results in Preventing Pressure Injuries : Evidence-Based Practices. 2021;49–54.
 17. Tanrikulu F, Dikmen Y. Yoğun Bakım Hastalarında Basınç Yaraları : *J Hum Rhythm.* 2017;3(4):177–82.
 18. Özsoy S, Yıldırım JG. HEMAR-G. HEMŞİRELİKTE ARAŞTIRMA GELİŞTİRME DERGİSİ. 2012;(January 2012-1):56–69.
 19. Ercan Ekim C, Sabuncu N. Hemşirelerin Basınç Ülserlerini Önlemeye Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. 2019;9:890–901.
 20. Orhan B. Basınç Yaralarını Önleme Kılavuzu: Kanıta Dayalı Uygulamalar. *Arşiv Kaynak Tarama Derg.* 2017;26(4):427–40.
 21. Ankaralı H, Ankaralı S. Experimental Designs and Number of Animal to Increase Efficiency in Animal Experiments. *Anadolu Klin Tıp Bilim Derg.* 2019;24(3):248–58.
 22. Andersen ML, Winter LMF.): e20170238 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) An Acad Bras Cienc. An Acad Bras Cienc [Internet]. 2019;91(1):1–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720170238www.scielo.br/aabc%7Cwww.fb.com/aabcjournalORCID:http://orcid.org/0000-0002-1894-6748>
 23. Altun A, Keskin İ. Hayvan Çalışmalarında Uygun Model Seçim Kuralları ve Etik Durum. *Sak Med J.* 2020;
 24. Baktir G. Wound Repair and Experimental Wound Models. *Experimed.* 2020;9(3):130–7.

25. Reger SI, Hyodo A, Negami S, Kambic H, Reyes E, Browne EZ. Evaluation of a pressure sore model using monoplegic pigs. Vol. 96, Plastic and Reconstructive Surgery. 1995. p. 421–8.
26. Sundin BM, Hussein MA, Glasofer S, Mamdouh E-F, Salah M. Abdel-Aleem, Sachse RE, et al. A---Sundin2000 histopatoloji domuz basic çalışma.pdf. 2000. p. PREVENTING PRESSURE ULCERS Vol. 105, No:4 1408-142.
27. Houwing R, Overgoor M, Kon M, Jansen G, van Asbeck BS, Haalboom JR. Pressure-induced skin lesions in pigs: reperfusion injury and the effects of vitamin E. *J Wound Care*. 2000;9(1):36–40.
28. Chen B, Sun Y, Zhang J, Zhu Q, Yang Y, Niu X, et al. Human embryonic stem cell-derived exosomes promote pressure ulcer healing in aged mice by rejuvenating senescent endothelial cells. *Stem Cell Res Ther*. 2019;10(1):1–17.
29. Inoue Y, Uchiyama A, Sekiguchi A, Yamazaki S, Fujiwara C, Yokoyama Y, et al. Protective effect of dimethyl fumarate for the development of pressure ulcers after cutaneous ischemia-reperfusion injury. *Wound Repair Regen*. 2020;28(5):600–8.
30. Sami DG, Abdellatif A. Histological and clinical evaluation of wound healing in pressure ulcers: A novel animal model. *J Wound Care*. 2021;30:S12–21.
31. Masson-Meyers DS, Andrade TAM, Caetano GF, Guimaraes FR, Leite MN, Leite SN, et al. Experimental models and methods for cutaneous wound healing assessment. *Int J Exp Pathol*. 2020;101(1–2):21–37.
32. Andersson M, Madsen LB, Schmidtchen A, Puthia M. Development of an experimental ex vivo wound model to evaluate antimicrobial efficacy of topical formulations. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):1–16.
33. Daniel RK, Wheatley D, Priest D. Daniel 1985.pdf. p. *Annals of Plastic Surgery* Vol. 15 No: 1.
34. Kokate JY, Leland KJ, Held AM, Hansen GL, Kveen GL, Johnson BA, et al. Temperature-modulated pressure ulcers: A porcine model. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(7):666–73.
35. Vianna V, Broderick, Linda J. Cowan. Pressure Injury Related to Friction and Shearing Forces in Older Adults. *J Dermatology Ski Sci*. 2021;3(2):9–12.
36. Leenstra B, Wijnand J, Verhoeven B, Koning O, Teraa M, Verhaar MC, et al. Applicability of Transcutaneous Oxygen Tension Measurement in the Assessment of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Angiology*. 2019;71(3):208–16.
37. Hickie K, Slamin R, Baez A, Sen D, Evan-Browning E, Tessier H, et al. Wireless Pressure Ulcer Sensor: Validation in an Animal Model. *Ann Plast Surg*. 2019;82(4S Suppl 3):S215–21.
38. Cascales JP, Emmanuel Roussakis, Lilian Witthauer, Avery Goss, Xiaolei Li,

- Yenyu Chen HLM, Evans CL. Wearable device for remote monitoring of transcutaneous tissue oxygenation : supplement Wearable device for remote monitoring of transcutaneous tissue oxygenation : supplemental document. *Biomed Opt Express* [Internet]. 2020;11(12/1):6989–7002. Available from: <https://doi.org/10.1364/BOE.408850>
39. Irmak F, Baş S, Sızmaz M, Akbulut HA, Karşıdağ SH. Bası Yaralarına Yaklaşım ve Tedavi Seçenekleri: Klinik Tecrübelerimiz. *Med Bull Sisli Etfal Hosp.* 2019;53(1):37–41.
 40. Karadağ A. BASINÇ ÜLSERLERİ: DEĞERLENDİRME , ÖNLEME VE TEDAV İ. 2003;7(2):41–8.
 41. Ayhan H. YARA. In: Hakan Uncu, editor. *Yara*. 1st ed. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p. 237–44.
 42. NPUAP 2016. Revised National Pressure Ulcer Advisory Panel Pressure Injury Staging System. *J Wound, Ostomy Cont Nurs.* 2016;43(6):585–97.
 43. Ayello EA, Cordero GML, Sibbald RG. Survey Results from Canada and Some Latin America Countries. *Adv Skin Wound Care* [Internet]. 2017;30(2):71–6. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00129334-201702000-00006>
 44. YOİHD. Basınç yaralanması ve aşamaları. 2017. p. 2017.
 45. Padula W V., Black JM, Davidson PM, Kang SY, Pronovost PJ. Adverse Effects of the Medicare PSI-90 Hospital Penalty System on Revenue-Neutral Hospital-Acquired Conditions. *J Patient Saf.* 2020;16(2):E97–102.
 46. Triantafyllou C, Chorianopoulou E, Kourkouni E, Zaoutis TE, Kourlaba G. Prevalence, incidence, length of stay and cost of healthcare-acquired pressure ulcers in pediatric populations: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud* [Internet]. 2021;115:103843. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103843>
 47. Gefen A, Brienza DM, Cuddigan J, Haesler E, Kottner J. Our contemporary understanding of the aetiology of pressure ulcers/pressure injuries. *Int Wound J.* 2022;19(3):692–704.
 48. Gascoigne AC, Flood S. *Plastic and Reconstructive Surgery: Approaches and Techniques*. In: Ross D. Farhadieh NWB and SC, editor. *Plastic and Reconstructive Surgery: Approaches and Techniques*. First Edit. © 2015 John Wiley & Sons, Ltd. Published 2015 by John Wiley & Sons, Ltd; 2015. p. 597–606.
 49. Andrea TT, Jan LUB. Comparing the effects of 3 different pressure ulcer prevention support surfaces on the structure and function of heel and sacral skin : An exploratory cross-over trial. 2017;(November):1–9.
 50. Ozcan O, Erdal H, Yonden Z. İSKEMİ - REPERFÜZYON HASARI VE

- OKSİDATİF STRES İLİŞKİSİNE BİYOKİMYASAL BAKIŞ Biochemical Aspect of Oxidative Stress Related to Ischemia-Reperfusion Damage. 2015;6(23):27–33.
51. Salcido R, Popescu A, Ahn C. Animal Models in Pressure Ulcer Research. 2006;(3):107–16.
 52. Homer-Vanniasinkam S, Crinnion JN, Gough MJ. Post-ischaemic organ dysfunction: A review. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1997;14(3):195–203.
 53. Monsinjon T, Richard V, Fontaine M. Complement and its implications in cardiac ischemia/reperfusion: Strategies to inhibit complement. *Fundam Clin Pharmacol.* 2001;15(5):293–306.
 54. Gefen A. Risk factors for a pressure-related deep tissue injury: A theoretical model. *Med Biol Eng Comput.* 2007;45(6):563–73.
 55. Linde Duprez, Nele Vanlangenakker, Nele Festjens FVH, Tom Vanden Berghe and PV. Essentials of apoptosis: A guide for basic and clinical research. In: Yin XM, Dong Z, editors. *Essentials of Apoptosis: A Guide for Basic and Clinical Research.* 2nd ed. Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC 2009; 2009. p. 599–631.
 56. Rich K. Transcutaneous oxygen measurements: Implications for nursing. *J Vasc Nurs.* 2001;19(2):55–60.
 57. Harissis H, Kolioussi E, Matsagas M, Batsis H, Fatouros M, Siamopoulos K. Measurement of transcutaneous oxygen tension in limbs with arteriovenous hemodialysis access. *Dial Transplant.* 2008;37(2):67–70.
 58. Worsley P, Voegeli D. Back to basics: Biophysical methods in tissue viability research. *J Wound Care.* 2013;22(8):434–9.
 59. Ortiz-Prado E, Dunn JF, Vasconez J, Castillo D, Viscor G. Partial pressure of oxygen in the human body: a general review. *Am J Blood Res [Internet].* 2019;9(1):1–14. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30899601> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC6420699>
 60. Xue M, Wang D, Zhang Z, Cao Z, Luo Z, Zheng Y, et al. Demonstrating the potential of using transcutaneous oxygen and carbon dioxide tensions to assess the risk of pressure injuries. *Int J Biol Sci.* 2018;14(11):1466–71.
 61. Gefen A. Reswick and Rogers pressure-time curve for pressure ulcer risk. Part 1. *Nurs Stand.* 2009;23(45).
 62. Linder-Ganz E, Gefen A. Mechanical compression-induced pressure sores in rat hindlimb: Muscle stiffness, histology, and computational models. *J Appl Physiol.* 2004;96(6):2034–49.
 63. Aslan Baslı A, Yavuz Van Giersbergen M. Comparison of interface pressures on three operating table support surfaces during surgery. *J Tissue Viability [Internet].* 2021;30(3):410–7. Available from:

<https://doi.org/10.1016/j.jtv.2021.04.006>

64. Bulut E, Gunes Z. Predictive Value of the Interface Pressure and Frequency of Pressure Ulcer in Elderly Patients in the Internal Medicine Intensive Care Units. *Ann Med Res.* 2022;29(9):1.
65. Kim SY, Kim HJ, An JW, Lee Y, Shin YS. Effects of alternating pressure air mattresses on pressure injury prevention: A systematic review of randomized controlled trials. *Worldviews Evidence-Based Nurs.* 2022;19(2):94–9.
66. Supriadi M, Nishizawa T, Fukuda M, Kon Y, Junko M, Suriadi M, et al. Interface pressure, pressure gradient with pressure ulcer development in Intensive Care Units. *J Nurs Educ Pract.* 2014;4(9):146–54.
67. Duetzmann S, Forsey LM, Senft C, Seifert V, Ratliff J, Park J. Sacral peak pressure in healthy volunteers and patients with spinal cord injury: With and without liquid-based pad. *Nurs Res.* 2015;64(4):300–5.
68. Bulut E. YATAN YAŞLI HASTALARDA BASINÇ YARASI GELİŞİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE SIKLIĞI. 2019;
69. Kottner J, Black J, Call E, Gefen A, Santamaria N. Microclimate: A critical review in the context of pressure ulcer prevention. *Clin Biomech [Internet].* 2018;59(March):62–70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.09.010>
70. Woo KY, Beeckman D, Chakravarthy D. Management of moisture-associated skin damage: A scoping review. *Adv Ski Wound Care.* 2017;30(11):494–501.
71. Akan A, Mısırlıoğlu ED, Kocabas CN. Atopik dermatit patogenezinde son gelişmeler. *Guncel Pediatr.* 2015;13(3):194–200.
72. Gökdemir S. Erişkin yoğun bakım hastalarında kalite indikatörü olarak baskı yaralarının değerlendirilmesi. 2020;
73. Kim CG, Park S, Ko JW, Jo S. The relationship of subepidermal moisture and early stage pressure injury by visual skin assessment. *J Tissue Viability [Internet].* 2018;27(3):130–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2018.05.002>
74. Gefen A, Ross G. The subepidermal moisture scanner: The technology explained. *J Wound Care.* 2020;29(2):S4–9.
75. Jiang Q, Chen K, Liu Y, Zhou J, Bai Y, Zhao J, et al. Relationship between dry skin and pressure injury in older patients: A multicentre cross-sectional survey in China. *Int Wound J.* 2022;91(July):1–16.
76. Lechner A, Lahmann N, Neumann K, Blume-Peytavi U, Kottner J. Dry skin and pressure ulcer risk: A multi-center cross-sectional prevalence study in German hospitals and nursing homes. *Int J Nurs Stud [Internet].* 2017;73(February):63–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.05.011>

77. Posada-Moreno P, Iglesias MEL, de Bengoa Vallejo RB, Soriano IO, Zaragoza-García I, Martínez-Rinón C. Influence of different bed support surface covers on skin temperature. *Contemp Nurse*. 2011;39(2).
78. Jan YK, Struck BD, Foreman RD, Robinson C. Wavelet analysis of sacral skin blood flow oscillations to assess soft tissue viability in older adults. *Microvasc Res* [Internet]. 2009;78(2):162–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mvr.2009.05.004>
79. Yoshimura M, Nakagami G, Iizaka S, Yoshida M, Uehata Y, Kohno M, et al. Microclimate is an independent risk factor for the development of intraoperatively acquired pressure ulcers in the park-bench position: A prospective observational study. *Wound Repair Regen*. 2015;23(6):939–47.
80. Yilmaz I, Günes ÜY. Sacral skin temperature and pressure ulcer development: A descriptive study. *Wound Manag Prev*. 2019;65(8):30–7.
81. Sae-sia W, Wipke-tevis DD, Williams DA. Elevated sacral skin temperature (T_s): a risk factor for pressure ulcer development in hospitalized neurologically impaired Thai patients B. 2005;18:29–35.
82. Jiang X, Hou X, Dong N, Deng H, Wang Y, Ling X, et al. Skin Temperature and Vascular Attributes as Early Warning Signs of Pressure Injury. *J Tissue Viability* [Internet]. 2020; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2020.08.001>
83. Mesa Arango AC, Flórez- Muñoz SV, Sanclemente G. Mechanisms of skin aging. *Cosmet Dermatology*. 2017;30(2):160–70.
84. Bhattacharya S, Mishra R. Pressure ulcers: Current understanding and newer modalities of treatment. *Indian J Plast Surg*. 2015;48(1):4–16.
85. Latimer S, Chaboyer W, Thalib L, McInnes E, Bucknall T, Gillespie BM. Pressure injury prevalence and predictors among older adults in the first 36 hours of hospitalisation. *J Clin Nurs*. 2019;28(21–22):4119–27.
86. Galivanche AR, Kebaish KJ, Adrados M, Ottesen TD, Varthi AG, Rubin LE, et al. Postoperative Pressure Ulcers after Geriatric Hip Fracture Surgery Are Predicted by Defined Preoperative Comorbidities and Postoperative Complications. *J Am Acad Orthop Surg*. 2020;28(8):342–51.
87. Han SH, Kim YS, Hwang J, Lee J, Song MR. Predictors of hospital-acquired pressure ulcers among older adult inpatients. *J Clin Nurs*. 2018;27(19–20):3780–6.
88. Vanderwee K, Grypdonck MHF, De Bacquer D, Defloor T. Effectiveness of turning with unequal time intervals on the incidence of pressure ulcer lesions. *J Adv Nurs*. 2007;57(1):59–68.
89. Artico M, Piredda M, D'Angelo D, Lusignani M, Giannarelli D, Marchetti A, et al. Prevalence, incidence and associated factors of pressure injuries in hospices: A multicentre prospective longitudinal study. *Int J Nurs Stud*.

- 2020;111.
90. ebrahim Jaul. Assessment and Management of Pressure Ulcers in the Elderly. *Drugs Aging* [Internet]. 2010;27(4):311–25. Available from: <https://doi.org/10.2165/11318340-000000000-00000>
 91. Garcia AD, Thomas DR. Assessment and Management of Chronic Pressure Ulcers in the Elderly. *Med Clin North Am*. 2006;90(5):925–44.
 92. Coleman D, Thurman KM. Implementing Continuous Bedside Pressure Mapping * Cost-Effectively into a Pressure Ulcer Prevention Program. 2014;(October):2014.
 93. Kıraner E, Terzi B, Uzun Ekinci A, Tunalı B. Yoğun bakım ünitemizdeki basınç yarası insidansı ve risk faktörlerinin belirlenmesi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Derg*. 2016;20(2):78–83.
 94. Moda Vitoriano Budri A, Moore Z, Patton D, O’Connor T, Nugent L, Mc Cann A, et al. Impaired mobility and pressure ulcer development in older adults: Excess movement and too little movement—Two sides of the one coin? *J Clin Nurs*. 2020;29(15–16):2927–44.
 95. dos Santos CT, Barbosa FM, de Almeida T, Vidor ID, de Abreu Almeida M, de Fátima Lucena A. Clinical evidence of the nursing diagnosis Adult pressure injury. *Rev da Esc Enferm*. 2021;55:1–8.
 96. Vecin NM, Gater DR. Pressure Injuries and Management after Spinal Cord Injury. 2022;
 97. Agrawal K, Chauhan N. Pressure ulcers: Back to the basics. *Indian J Plast Surg*. 2012;45(2):244–54.
 98. Kula Sahin S. Basınç Yarasi VeMalnütrisyon. İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Mesl Yüksek Okulu Derg. 2020;8(3):933–45.
 99. Munoz N, Posthauer ME, Cereda E, Schols JMGA, Haesler E. The Role of Nutrition for Pressure Injury Prevention and Healing: The 2019 International Clinical Practice Guideline Recommendations. *Adv Ski Wound Care*. 2020;33(3):123–36.
 100. Ellis M. Pressure ulcer prevention in care home settings. *Nurs Older People*. 2017;29(3):29–37.
 101. Haesler E. Evidence Summary: Prevention of pressure injuries in individuals with overweight or obesity. *Wound Pract Res* [Internet]. 2018;26(3):158–61. Available from: <https://lopes.idm.oclc.org/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ccm&AN=132213355&site=ehost-live&scope=site>
 102. Compton F, Hoffmann F, Hortig T, Strauss M, Frey J, Zidek W, et al. Pressure ulcer predictors in ICU patients: nursing skin assessment versus objective parameters. *J Wound Care*. 2008;17(10).

103. Döner N, Yaşar S, Ekmekçi TR. Obezite ile ilişkili dermatozların obezlerde ve aşırı kilolularda araştırılması. *Turkderm Deri Hast ve Frengi Ars.* 2011;45(3):146–51.
104. Lee YJ, Kim JY, Dong CB, Park OK. Developing risk-adjusted quality indicators for pressure ulcers in long-term care hospitals in the Republic of Korea. *Int Wound J.* 2019;16(September 2018):43–50.
105. Ayello EA, Sibbald RG. Pressure Injuries: Nursing-Sensitive Indicator or Team- and Systems-Sensitive Indicator? *Adv Ski Wound Care.* 2019;32(5):199–200.
106. Fernandes S, Lima A, Santos M. Pressure injury prevention: Attitudes and knowledge of nursing students. *J Nurs Heal [Internet].* 2021;11(3). Available from: <https://www.researchgate.net/publication/321906427>
107. Resmi Gazete. Resmi Gazete [Internet]. <https://www.resmigazete.gov.tr/>. 2011. Available from: <https://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/22872.pdf>
108. Zhang X, Wu Z, Zhao B, Zhang Q, Li Z. Implementing a pressure injury care bundle in chinese intensive care units. *Risk Manag Healthc Policy.* 2021;14:2435–42.
109. Zuo XL, Meng FJ. A care bundle for pressure ulcer treatment in intensive care units. *Int J Nurs Sci [Internet].* 2015;2(4):340–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnss.2015.10.008>
110. Yılmaz AÇ, Aygin D. CERRAHİ HASTALIKLARI HEMŞİRELİĞİ. In 2022. p. 633–42.
111. Röhrig B, Du Prel JB, Wachtlin D, Blettner M. Studientypen in der medizinischen forschung - Teil 3 der serie zur bewertung wissenschaftlicher publikationen. *Dtsch Arztebl.* 2009;106(15):262–8.
112. Süt N. Study designs in medicine. *Balkan Med J.* 2014;31(4):273–7.
113. Ergün Y. Klinik Araştırmalar: Türkiye’deki Güncel Mevzuatın Bir Özeti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Derg.* 2017;12(1):1–1.
114. Xu Y, Shrestha N, Prétat V, Belouqui A. An overview of in vitro, ex vivo and in vivo models for studying the transport of drugs across intestinal barriers. *Adv Drug Deliv Rev [Internet].* 2021;175:113795. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.addr.2021.05.005>
115. M.Heitcamper M, Eleanor F. Bond. from the SAGE Social Science Collections . Rights Reserved . *West J Nurs Res Nurs Res.* 1995;17(1):9–19.
116. Landis CA, Whitney JAD. Effects of 72 Hours Sleep Deprivation on Wound Healing in the Rat. *Res Nurs Heal.* 1997;20(3):259–67.
117. Ritter LS, Orozco JA, Coull BM, McDonagh PF. Leukocyte accumulation and hemodynamic changes in the cerebral microcirculation during early reperfusion after stroke. *Stroke.* 2000;31(5):1153–61.

118. Holden JE, Therrien B. The Effect of Familiarity on Distraction and Single Cue Use after Hippocampal Damage. *Biol Res Nurs.* 2000;1(3):165–78.
119. Page GG, Blakely WP, Ben-Eliyahu S. Evidence that postoperative pain is a mediator of the tumor-promoting effects of surgery in rats. *Pain.* 2001;90(1–2):191–9.
120. Daniel RK, Priest D, David Wheatley. Etiologic factors in pressure sores: an experimental model. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 1981;62(10):492–8. Available from: pmid: 7305643.
121. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39(2):175–91.
122. Díaz L, Zambrano E, Flores ME, Contreras M, Crispín JC, Alemán G, et al. Ethical Considerations in Animal Research: The Principle of 3R's. *Rev Invest Clin.* 2020;73(4):199–209.
123. du Sert NP, Ahluwalia A, Alam S, Avey MT, Baker M, Browne WJ, et al. Reporting animal research: Explanation and elaboration for the arrive guidelines 2.0. *PLoS Biol [Internet].* 2020;18(7):1–65. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000411>
124. Kiuchi K, Okajima K, Tanaka N, Yamamoto Y, Sakai N, Kanda G, et al. Novel compression tool to prevent hematomas and skin erosions after device implantation. *Circ J.* 2015;79(8):1727–32.
125. Lister T, Wright PA, Chappell PH. Optical properties of human skin. *J Biomed Opt.* 2012;17(9):0909011.
126. Gajinov Z, Matić M, Prčić S, Đuran V. Optical properties of the human skin / Optičke osobine ljudske kože. *Serbian J Dermatology Venerol.* 2013;2(4):131–6.
127. Goh CM, Subramaniam R, Saad NM, Ali SA, Meriaudeau F. Subcutaneous veins depth measurement using diffuse reflectance images. *Opt Express.* 2017;25(21):25741.
128. Zein R, Selting W, Hamblin MR. Review of light parameters and photobiomodulation efficacy: dive into complexity. *J Biomed Opt.* 2018;23(12):1.
129. Ostojic D, Kleiser S, Nasser N, Isler H, Scholkmann F, Wolf M, et al. Hemoglobin spectra affect measurement of tissue oxygen saturation. 2018;(January 2020):28.
130. Coutrot M, Dudoignon E, Joachim J, Gayat E, Vallée F, Dépret F. Perfusion index: Physical principles, physiological meanings and clinical implications in anaesthesia and critical care. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2021;40(6).
131. Walugembe M, Nadiope G, Stock JD, Stalder KJ, Pezo D, Rothschild MF. Prediction of live body weight using various body measurements in Ugandan

- village pigs. *Livest Res Rural Dev*. 2014;26(5):20.
132. Kogelman LJA, Kadarmideen HN, Mark T, Karlskov-Mortensen P, Bruun CS, Cirera S, et al. An F2 pig resource population as a model for genetic studies of obesity and obesity-related diseases in humans: Design and genetic parameters. *Front Genet*. 2013;4(MAR):1–14.
 133. Kaya C, Er MC. YAKIN KIZILÖTESİ SPEKTROSKOPİSİ İLE ÖLÇÜLEN REJYONEL SEREBRAL OKSİJEN SATÜRASYONU : SİSTEMATİK BİR DERLEME Regional Cerebral Oxygen Saturation Measured by Near-infrared Spectroscopy : A Systematic Review. *Bozok Tıp Derg*. 2018;8(1):125–30.
 134. Inui S, Ikegawa H, Itami S. Dermoscopic evaluation of erythema associated with pressure ulcers. *Int J Dermatol*. 2011;50(8):945–7.
 135. Shrestha B, Louese Dunn. Helsinki Declaration. *J Nepal Heal Res Counc* [Internet]. 2020;17(4):548–52. Available from: <https://doi.org/10.33314/jnhrc.v17i4.1042>
 136. Smerup M, Pedersen TF, Nyboe C, Funder JA, Christensen TD, Nielsen SL, et al. A long-term porcine model for evaluation of prosthetic heart valves. *Heart Surg Forum*. 2004;7(4):226–31.
 137. Itoh T, Kawabe M, Nagase T, Matsushita H, Kato M, Miyoshi M, et al. Body surface area measurement in juvenile miniature pigs using a computed tomography scanner. *Exp Anim*. 2017;1–14.
 138. M R, E V, J B. Minipigs As Laboratory Animals - Review. *Res pig Breed*. 2015;2015(2):10–4.
 139. Godstein B, Sanders J. Skin response to repetitive mechanical stress: A new experimental model in pig. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(3):265–72.
 140. Ribeiro MS, Zorron RPAS, Silva SJQ, Cadena SMR, Antunes F, Dos Santos MB, et al. New technique of intragastric sleeve: Viability and survival in a pig model. *An Acad Bras Cienc*. 2018;90(3):3075–80.
 141. Raval NR, Nasser A, Madsen CA, Beschorner N, Beaman EE, Juhl M, et al. An in vivo Pig Model for Testing Novel Positron Emission Tomography Radioligands Targeting Cerebral Protein Aggregates. *Front Neurosci*. 2022;16(March):1–12.
 142. Darche FF, Rivinius R, Rahm A-K, Köllensperger E, Leimer U, Germann G, et al. In vivo cardiac pacemaker function of differentiated human mesenchymal stem cells from adipose tissue transplanted into porcine hearts. *World J W J S C Stem Cells* [Internet]. 2020;26(12(10)):1133–51. Available from: <https://dx.doi.org/10.4252/wjsc.v12.i10.1133>
 143. Kim SY, Shin YS. A comparative study of 2-hour interface pressure in different angles of laterally inclined, supine, and fowler's position. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(19).
 144. Shen W, Chen H, Xu Y, Zhang Q, Wu J. The Relationship Between Length of

- Surgery and the Incidence of Pressure Ulcers in Cardiovascular Surgical Patients : A Retrospective Study. 2015;28(10):444–50.
145. Ousey K, Stephenson J, Blackburn J. Sub-epidermal moisture assessment as a prompt for clinical action in treatment of pressure ulcers in at-risk hospital patients. *J Wound Care* [Internet]. 2022;31(4):294–303. Available from: <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.4.294>
 146. Moore Z, McEvoy NL, Avsar P, Byrne S, Budri AMV, Nugent L, et al. Measuring subepidermal moisture to detect early pressure ulcer development: a systematic review. *J Wound Care* [Internet]. 2022;31(98):634–47. Available from: <https://doi.org/10.12968/jowc.2022.31.8.634>
 147. Chiang N, Jain JK, Sleigh J, Vasudevan T. Measuring Transcutaneous Oxygenation to Validate the Duration Required to Achieve Electrode Equilibration. *Adv Ski Wound Care*. 2018;31(6):263–9.
 148. David L. Feldman, Sepka RS, Bruce Klitzman. Tissue oxygenation and blood flow on specialized and conventional hospital beds. *Ann Plast Surg*. 1993;30(5):441–4.
 149. Colin D, Saumet JL. Influence of external pressure on transcutaneous oxygen tension and laser Doppler flowmetry on sacral skin. *Clin Physiol*. 1996;16(1):61–72.
 150. M Takahashi, J Black, C Dealey AG. INTERNATIONAL REVIEW: PRESSURE ULCER PREVENTION. *Wounds Int*. 2010;
 151. Tsuji S, Ichioka S, Sekiya N, Nakatsuka T. Analysis of ischemia-reperfusion injury in a microcirculatory model of pressure ulcers. *Wound Repair Regen*. 2005;13(2):209–15.
 152. Yeğen EÇ. Guyton ve Hall, Tıbbi Fizyoloji. In: Çağlayan Yeğen, editor. *Guyton ve Hall, Tıbbi Fizyoloji*. 13.Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi; 2017. p. 72–9.
 153. Bouten C V., Oomens CW, Baaijens FP, Bader DL. The etiology of pressure ulcers: Skin deep or muscle bound? *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84(4):616–9.
 154. Peart J. The aetiology of deep tissue injury: a literature review. *Br J Nurs* [Internet]. 2016;25(15):840–3. Available from: [10.12968/bjon.2016.25.15.840](https://doi.org/10.12968/bjon.2016.25.15.840)
 155. Ahmedov A, Ahmedov Y. Follow-up of Geriatric Patients With Pressure Ulcers By Plastic , Reconstructive and Aesthetic Surgery in Intensive Care Conditions. 2022;(6).
 156. Buğdaycı DS, Paker N. Is repositioning effective for pressure injury prevention in adults ? A Cochrane Review summary with commentary. 2021;67(4):526–9.
 157. Ippolito M, Cortegiani A, Biancofiore G, Caiffa S, Corcione A, Giusti GD, et al. The prevention of pressure injuries in the positioning and mobilization of

- patients in the ICU : a good clinical practice document by the Italian Society of Anesthesia , Analgesia , Resuscitation and Intensive Care (SIAARTI). 2022;
158. Chung ML, Widdel M, Kirchhoff J, Sellin J, Jelali M, Geiser F, et al. Risk Factors for Pressure Injuries in Adult Patients: A Narrative Synthesis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(2).
 159. Labeau SO, Afonso E, Benbenishty J, Blackwood B, Boulanger C, Brett SJ, et al. Prevalence, associated factors and outcomes of pressure injuries in adult intensive care unit patients: the DecubICUs study. *Intensive Care Med*. 2021;47(2):160–9.
 160. Or ME, Kayar A, Gonul R, Parkan C, Arun S, Ozdemir S, et al. Clinical approach in the diagnosis of hyperkeratosis cases in pigs. *Indian Vet J*. 2004;81(12):1327–30.
 161. Summerfield A, Meurens F, Ricklin ME. The immunology of the porcine skin and its value as a model for human skin. *Mol Immunol*. 2015;66(1):14–21.
 162. Erdoğan HK, Gökdemir G, Purisa S, Altunay IK. Dermatoloji polikliniğine başvuran erişkin obez hastalarda görülen deri bulgularinin değerlendirilmesi. *Turkderm Deri Hast ve Frengi Ars*. 2011;45(4):184–7.
 163. Gefen A, Alves P, Creehan S, Call E, Santamaria N. Computer modeling of prophylactic dressings: An indispensable guide for healthcare professionals. *Adv Ski Wound Care*. 2019;32(7):S4–13.
 164. Manzano F, Colmenero M, Pérez-Pérez AM, Roldán D, Jiménez-Quintana M del M, Mañas MR, et al. Comparison of two repositioning schedules for the prevention of pressure ulcers in patients on mechanical ventilation with alternating pressure air mattresses. *Intensive Care Med*. 2014;40(11):1679–87.
 165. Palevski A, Glaich I, Portnoy S, Linder-Ganz E, Gefen A. Stress relaxation of porcine gluteus muscle subjected to sudden transverse deformation as related to pressure sore modeling. *J Biomech Eng*. 2006;128(5):782–7.
 166. Gefen A. The future of pressure ulcer prevention is here: Detecting and targeting inflammation early. *EWMA J [Internet]*. 2018;19(2):7–13. Available from: http://www.rcsi.ie/files/schoolofnursing/docs/20190122092031_JournalGefenThefutureofpressur.pdf
 167. Elmore SA. Enhanced Histopathology of the Immune System: A Review and Update. *Toxicol Pathol [Internet]*. 2012;40(2):: 148–156. Available from: doi:10.1177/0192623311427571.
 168. Tuğçe SÜMER. FARELERDE KRONİK ENSEFALİTİK *Toxoplasma gondii* ENFEKSİYONUNDA, KONAK-PARAZİT İLİŞKİSİ VE KONAK İMMUN YANITININ FONKSİYONEL NÖROPATOLOJİ İLE ARAŞTIRILMASI. 2018.

169. M Clark, M Romanelli, SI Reger, VK Ranganathan, J Black CD. Pressure Ulcer Prevention: pressure , shear , friction and microclimate in context a consensus document. In: MacGregor L, Calne S, editors. INTERNATIONAL REVIEW: PRESSURE ULCER PREVENTION. 1st ed. London: Printwells, UK; 2010. p. 19–25.



BEDEN ÖLÇÜLERİNE İLİŞKİN VERİ TOPLAMA FORMU

Deney Hayvanı Numarası	
-------------------------------	--

Deney Hayvanı Grubu	
----------------------------	--

Yaş

Kilo

Boy (G)

Kuyruk kürek kemiği arası uzunluk (B)

Vücut Yüzey Alanı

Bel uzunluğu (E)

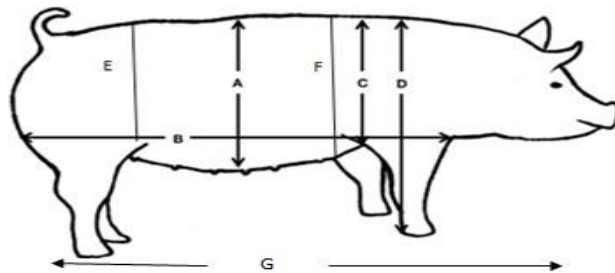
Abdominal çevre (A) - tüm çevre ölçüm

Göğüs çevresi (F)- tüm çevre ölçüm

Beden yağ oranı

Toraks uzunluğu (C)

Omuz uzunluğu (D)



UYGULAMA SIRASI VERİ TOPLAMA FORMU

Deney Hayvanı Numarası

Deney Hayvanı Grubu

ÖLÇÜMLER

Pozisyon Öncesi		Pozisyon Sonrası	
SOL Ön bacak	SOL Arka bacak	SOL Ön bacak	SOL Arka bacak

Nem

:

--	--	--	--

Lokal cilt sıcaklığı

:

--	--	--	--

Arayüz basıncı

:

--	--	--	--

NIRS:

--	--	--	--

Araştırmacı notları :

CİLT DEĞERLENDİRME FORMU

Deney Hayvanı Numarası	
-------------------------------	--

Deney Hayvanı Grubu	
----------------------------	--

Pozisyon
Sonrası
SOL Ön Bacak

Pozisyon Sonrası
SOL Arka Bacak

Basmakla solan kızarıklık	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVRE-1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVRE-2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVRE-3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVRE-4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evrelendirilemeyen evre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Derin doku hasarı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Dermaskopik değerlendirme bulguları:

EK-5

HİSTOPATOLOJİ DEĞERLENDİRME FORMU

Deney Hayvanı Numarası	Deney Hayvanı Grubu	Histopatolojik Değişim skoru
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Veteriner Histolog görüşleri :

HİSTOLOJİK DEĞİŞİM SKORU

Skor	Epidermis	Dermis +Subkutanöz Doku	Kas Doku
1	Normal	Normal	Normal
2	Ödem	Ödem	Ödem
3	Konjesyon ve orta derece hemoraj	Konjesyon ve orta derece hemoraj	Konjesyon ve orta derece hemoraj
4	Şiddetli hemoraj	Şiddetli hemoraj	Şiddetli hemoraj
5	Koagülatif nekroz	Koagülatif nekroz	Koagülatif nekroz
6	Ülser	Ülser	Ülser

EK-6

Gülhane Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı



EK-7

Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası



ÖZGEÇMİŞ ve İLETİŞİM BİLGİLERİ

I-Kişisel Bilgiler

Doğum Yeri/Tarihi:

e-Posta:

Yabancı Dil Notu: İng. YDS:65,00 (10.09.2022)/ YÖKDİL:80,00 (28.08.2022)

II-Öğrenim Bilgileri

Lisans: 2007-2011 Gülhane Askeri Tıp Akademisi
Hemşirelik Yüksekokulu / Hemşirelik Yüksekokulu Pr. (Kız)

Yüksek Lisans: 2015-2017 Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi
Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği

Tez Adı: Lomber disk hernisi ameliyatı olan hastalara yazılı materyal ve multimedya ile verilen vücut mekanikleri eğitiminin bel ağrısı ve yaşam kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Danışman: Yrd.Doç.Dr.Hatice AYHAN

Doktora: 2017-Halen Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Hemşirelik Fakültesi
Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği

III-Mesleki Deneyim ve Ünvanlar

2011-2012 GATA Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Stajyer Hemşire

2012-2014 Diyarbakır 600 yataklı Asker Hastanesi Ameliyathane Hemşiresi

2014-2021 Gülhane Eğitim ve Araştırma Hastanesi Hemşire

2021-Halen Yüksek İhtisas Üniversitesi Öğretim Görevlisi

IV-Eserler

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Bakcek, O., Tastan, S., Kurtoglu, P., Iyigun, E. 2020. Comparison of Pecha Kucha and traditional PowerPoint presentations in nursing education: A randomized controlled study. Nurse Education in Practice, 42 (2020) 102695. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2020.102695>

Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

Ayhan, H., Çınar Fİ., Yılmaz Şahin S., Demirtaş, A., Özkan, Y., Külekçi E., Bakcek, Ö., Özçelik, R., Akkoç, G., Ateş, S., İyigün, E. 2019. Cerrahi ve iç hastalıkları hemşireliği eğitimi kapsamında yürütülen simülasyon uygulamalarına yönelik öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. SBÜHD Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi, 1 (2) 66-75.

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

Bakcek, Ö., Kaya, M., Bayrak, E., Çınar, O. Ajitasyonla presente diyabetik ketoasidoz olgusu (Poster Bildiri), 3. Uluslararası Acil Hemşireliği Kongresi, 1-4 Nisan, Antalya.

Bakcek, Ö., Kaya, M., Zincirkıran, S., Mermer, RL., Çınar, O. Konversiyon düşünülen non-travmatik subdural hematoma olgusu (Poster Bildiri), 3. Uluslararası Acil Hemşireliği Kongresi, 1-4 Nisan, Antalya.

Bakcek, O., Tastan, S., Kurtoglu, P., Iyigun, E. 2017. A new method in lecturing nurse educators: A randomized controlled study (Oral Presentation), 26th World Nursing Education Conference, August 31-September 2, 2017, Prague.

Bakcek, O., Ayhan, H. Periferik intravenöz katater ile ilişkili flebit ve infiltrasyon görülme durumunun değerlendirilmesine acil servisten bir bakış: kesitsel bir çalışma (Sözel Bildiri), 3. Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi, 29 Kasım-1 Aralık, Ankara.

Bakcek, O., Ayhan, H., Tastan, S. Comparison of the effects of body mechanics training given to the patients who underwent lumbar disc hernia surgery via multimedia or written material on lumbar pain and quality of life (Oral Presentation), 8th International Conference on Advance Nursing Practice, 23-24 May 2019, Stockholm.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

Yılmaz Şahin, S., Ayhan, H., Akçay, K., Esen, K., **Bakçek, Ö.**, Özden, S., Özçelik, R. Hemşireler için enteral ve parenteral beslenmede güncel uygulamalar kursu değerlendirmemiz (Sözel Bildiri), 11. Klinik Enteral Parenteral Nutrisyon Kongresi, 27-31 Mart 2019, Antalya.

