



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

ACİL TIP ANABİLİM DALI

**ABDOMİNAL AORT BASISININ PELVİK VE ALT EKSTREMİTE  
KANAMALARININ KONTROLÜNDEKİ ETKİNLİK VE  
GÜVENİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

Dr. İsmail TOKLU

**TEZ DANIŞMANI**

Yrd.Doç. Dr. M. Ferudun Çelikmen

İSTANBUL

2016



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
ACİL TIP ANABİLİM DALI

**ABDOMİNAL AORT BASISININ PELVİK VE ALT EKSTREMİTE  
KANAMALARININ KONTROLÜNDEKİ ETKİNLİK VE  
GÜVENİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**UZMANLIK TEZİ**

Dr. İsmail TOKLU

**TEZ DANIŞMANI**

Yrd.Doç. Dr. M. Ferudun Çelikmen

İSTANBUL

2016

*TUS hazırlık döneminden başlayarak asistanlığım süresince ve tezimin yazım aşamasında tüm desteği ve sabrı ile yanımda olan eşim Dr. Meltem Toklu'ya,*

*Hayatım boyunca karşılaştığım tüm zorluklarda benimle beraber mücadele eden, destekleri ve duaları ile beni hep ayakta tutan babam Necdet Toklu'ya, annem İncilay Toklu'ya ve kardeşlerim Nihan ve Şahin'e,*

*ve*

*İlkokulun başından bugüne iyi günde, kötü günde 25 seneyi sırt sırta omuz omuza geçirdiğim canım kardeşim KARA PİLOT ÜSTEĞMEN MÜJDAT KEREM ŞAHAN'a*

## TEŞEKKÜR

Acil Tıp uzmanlık eğitimi süresince bana sadece tıp bilimiyle sınırlı olmayıp her konuda yol gösteren, desteğini her zaman hissettiren, tıp nosyonumun oluşmasında büyük pay sahibi olan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum değerli hocalarım Acil Tıp Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Sezgin Sarıkaya ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. M. Ferudun Çelikmen'e,

Eğitimim sürecinde bana büyük katkıları olan, her zorlukta desteklerini hissettiğim, klinik yaklaşım olarak bana bir çok şey katan, bana gerçek bir abla, abi ve hoca olan Yeditepe Üniversitesi Acil Tıp AD değerli öğretim görevlileri Yrd.Doç.Dr. Pınar Tura ve Uzm.Dr. Ali Kandemir'e,

Uzmanlık eğitimimin ilk yıllarında üzerimde büyük emekleri olan, Acil Tıp bilim dalını bana sevdiren ve sahiplenmemi sağlayan, tıp etiğini bana öğreten, hayatım boyunca bana kattıklarına minnettar olacağım değerli hocalarım Doç.Dr. Can Aktaş'a ve Doç.Dr. Didem Ay'a

Çok az birlikte çalışma fırsatım olsa da güzel günler paylaştığım, gülüşü ile acil servisimizi dolduran merhume Yrd.Doç.Dr. Aslı Çetin'e,

Tez sürecimde gerek yol gösteren, gerekse çalışmanın bitimine kadar süren uzun ve yorucu dönemde yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım; Yeditepe Üniversitesi Dekan Yardımcısı Prof. Dr. Bayram Yılmaz'a, Patoloji AD Başkanı Prof.Dr.Ferda Özkan'a, Çocuk Hastalıkları AD Doç.Dr. Suat Biçer'e, Fırat Üniversitesi Çocuk Cerrahisi AD Başkanı Prof.Dr.Ahmet Kazez'e, Biyokimya AD Başkanı Prof.Dr. Baki Serdar Öztezcan'a, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim AD Yrd. Doç. Dr. Elif Çiğdem (Altunok) Kaspar'a, Yeditepe Üniversitesi Radyoloji AD Dr. Tevfik Güzelbey'e, Nöroloji AD Dr. Ceyhun Sayman'a,

YÜDETAM (Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) daki laboratuvar sürecinde candan dostluk ve yardımlarını gördüğüm arkadaşlarım sorumlu yönetici Vet.Dr. Engin Sümer'e, Dr. Hatice Akkaya'ya, uzman laboratuvar teknisyeni Selim Doğan'a, laboratuvar teknisyeni Uğur Akdaş'a, örneklerin laboratuvar analizinde yardımcı olan biyokimya laboratuvar teknikeri İlkay Bostancı'ya, biyolog Şeremet

Karasakal'a, patoloji laboratuvar teknisyeni Buket Yardımoğlu'na, sonuçların değerlendirilmesinde büyük emeği olan Arş.Gör. Sinem Ethemoglu'na,

Acil serviste, bayram, tatil, hafta sonu bilmeksizin, gece gündüz yıllar boyunca birlikte çalışırken güç aldığım başta Acil Servis Sorumlu Hemşiresi Fadime Aydın olmak üzere sevgili arkadaşlarım acil servisin tüm hemşireleri ve personellerine, kayıt görevlilerine,

Sonsuz teşekkür, sevgi ve saygılarımla...



# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	iii
KISALTMA VE SİMGE LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT.....	xi
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER.....	2
1.1 AORT ANATOMİSİ .....	2
1.2. TRAVMA .....	4
1.3. HİPOVOLEMİK ŞOK.....	6
1.4. BASI CİHAZLARI .....	7
1.5. İSKEMİ.....	21
1.5.1. Biyokimyasal Değişiklikler.....	21
1.5.2. İskemik Nefropati.....	22
1.5.3. Bağırsakta İskemik Değişiklikler .....	23
1.5.4. Mezenterde İskemik Değişiklikler .....	23
2. GEREÇ ve YÖNTEM .....	25
2.1. ANESTEZİ YÖNTEMİ .....	28
2.2. MEKANİK BASI ALETİ .....	28
2.3. KAN AKIMI ÖLÇÜLMESİ .....	30

2.4. DOKU ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI .....	30
2.5. ÖRNEKLERİN PATOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ .....	30
2.6. ÖRNEKLERİN BİYOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ .....	34
2.7. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME .....	34
3. BULGULAR.....	35
4. TARTIŞMA.....	43
5. SONUÇ.....	47
6. KAYNAKLAR .....	48
7. EKLER.....	57

## KISALTMA VE SİMGE LİSTESİ

ALT	: Alanin aminotransferaz
AST	: Aspartat aminotransferaz
ATN	: Akut tübüler nekroz
ATP	: Adenosin trifosfat
BUN	: Kan üre nitrojen
Ca	: Kalsiyum
Cl	: Klorür
cm	: Santimetre
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
CPK	: Kreatin fosfokinaz
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
LDH	: Laktat dehidrogenaz
Na	: Sodyum
gr	: Gram
YÜDETAM	: Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi
YÜDHEK	: Yeditepe Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu



## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 1.1.</b> Hipovolemik şok nedenleri .....	7
<b>Tablo 3.1.</b> Biyokimyasal Sonuçların Gruplara Göre Değerleri.....	39
<b>Tablo 3.2.</b> Bağırsak Örneklerinin Patolojik Olarak İncelenmesi Sonrası İskemi Açısından Skorlanması. ....	40
<b>Tablo 3.3.</b> Böbrek örneklerinin patolojik olarak incelenmesi sonrası iskemi açısından skorlanması .....	40
<b>Tablo 3.4.</b> Mezenter örneklerinin patolojik olarak incelenmesi sonrası iskemi açısından skorlanması. ....	41

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1.	Aort Anatomisi.....	2
Şekil 1.2.	Alt ekstremite Arter Anatomisi.....	4
Şekil 1.3.	Eski Çağlarda Turnike Uygulanması .....	8
Şekil 1.4.	Petit Tarafından Tasarlanmış ve Daha Sonra Geliştirilmiş Turnikeler.....	9
Şekil 1.5.	İntravenöz rejyonel anestezi (Bier metodu).....	10
Şekil 1.6.	CAT Uygulanmış Bir Asker .....	11
Şekil 1.7.	Hastane Öncesi Dış Kanama Kontrol Protokolü .....	12
Şekil 1.8.	Eksternal Abdominal Aort Kompresyonu .....	19
Şekil 2.1.	YÜDETAM ( Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) Laboratuvarı Girişi.....	25
Şekil 2.2.	YÜDETAM (Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) Laboratuvarları.....	26
Şekil 2.3.	YÜDETAM Laboratuvarları, Sıçanların Saklanma Koşulları.....	26
Şekil 2.4.	Femoral Arter Kan Akımı Ölçümü .....	27
Şekil 2.5.	Mekanik Bası Cihazı ve Lazer Doppler Cihazı .....	28
Şekil 2.6.	Mekanik Bası Cihazı Uygulanması .....	29
Şekil 2.7.	Bası cihazının, Perimed-418 Master Probe/MT B500-0L240 ile Bası Sürekliliğinin Ve Distal Kan Akımının Ölçülmesi. ....	29
Şekil 2.8.	Kontrol Grubu Bağırsak Patoloji Kesiti.....	31
Şekil 2.9.	45. Dakika Bağırsak Patoloji Kesiti.....	31
Şekil 2.10.	Kontrol Grubu Mezenter Patoloji Kesiti.....	32
Şekil 2.11.	45. Dakika Mezenter Patoloji Kesiti.....	32
Şekil 2.12.	Kontrol Grubu Böbrek Patoloji Kesiti. ....	33
Şekil 2.13.	45. Dakika Böbrek Patoloji Kesiti. ....	33

<b>Şekil 3.1.</b>	Gruplara göre ALT değerleri. ....	35
<b>Şekil 3.2.</b>	Gruplara Göre AST Değerleri.....	36
<b>Şekil 3.3.</b>	Gruplara göre BUN değerleri.....	36
<b>Şekil 3.4.</b>	Gruplara Göre Kreatinin Değerleri .....	37
<b>Şekil 3.5.</b>	Gruplara Göre Na Değerleri.....	37
<b>Şekil 3.6.</b>	Gruplara Göre K Değerleri. ....	38
<b>Şekil 3.7.</b>	Gruplara Göre Laktat Değerleri .....	38



## ÖZET

**Giriş:** Penetran gövde-ekstremité bileşke travmaları savaş alanlarında önlenebilir ölümlerin en başında gelen nedenlerdendir. Benzer şekilde günlük hayatta da hayatı tehdit eden abdominal, pelvik ve inguinal bölge kanamaları görülebilir. Kanama yönetiminde olay yerinde veya sağlık birimine ulaşana kadar abdominal aort basısının hayat kurtarıcı olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır.

**Amaç:** Eksternal abdominal aort basısının abdominal kan akımını azaltmadaki etkinliği ve güvenilirliğinin değerlendirilmesi.

**Gereç ve Yöntemler:** Çalışma için 245-300 gr ağırlığında, ikisi pilot çalışmada olmak üzere toplam 18 adet Sprague-Dawley tipi erişkin dişi sıçan kullanıldı. Randomize olarak dörder sıçandan oluşan dört çalışma grubu oluşturuldu. Kontrol grubuna (0.dakika grubu) hiç bası işlemi uygulanmadan, femoral bölgeden lazer doppler kan akımı ölçüldü. 15.dakika grubuna abdominal aortanın umbilikus seviyesinde 15 dakika bası uygulaması esnasında lazer doppler ile kan akımı ölçümü yapıldı. 30. dakika ve 45. dakika gruplarında da 30'ar dakika ve 45'er dakika bası süresince kan akımı ölçümü yapıldı. Abdominal aort basısının neden olabileceği iskemik değişiklikleri saptamak amacıyla bası bölgesinin altında kalan damarlarla beslenen böbrek, ince bağırsak ve mezenterden doku örnekleri alındı. Bu dokularda iskemi ve nekroz açısından histopatolojik inceleme yapıldı ve skorlandı. Ayrıca oluşan biyokimyasal değişiklikleri saptamak için, alınan kan örneklerinde sodyum, potasyum, ALT, AST, BUN, kreatinin ve laktik asit düzeyleri karşılaştırılmalı olarak bakıldı.

**Bulgular:** Çalışmadaki tüm sıçanlarda kompresyon sonrası abdominal aort akımında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma saptandı. Serum potasyum ve laktat seviyelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış izlenmiştir. Bununla beraber alınan ince bağırsak, mezenter ve böbrek örneklerinin patolojik incelemesinde bası süresi ile doğru orantılı olarak iskemi belirtilerinin arttığı gözlenmiştir.

**Sonuç:** Bu çalışma sonucunda, abdominal aorta piston uygulamasının, kan akışını durdurma açısından etkin olduğu saptanmıştır. Yapılan basıya bağlı serum Na, K, ALT, AST, BUN, kreatinin ve laktik asit seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir

değişim izlenmemiştir. Yapılan basının doku düzeyinde iskemik değişikliklere neden olduğu ve bası süresi uzadıkça bu değişikliklerin seviyesinin arttığı görülmüştür. Geri dönüşsüz iskemik değişiklikler açısından abdominal aort basısı için güvenli süre limitinin ileri çalışmalar ile belirlenmesi gerekmektedir. Abdominal aort basısı özellikle pelvik ve inguinal bölge gibi gövde-bileşke alanlarının hemorajisinde etkili bir yöntem olmakla beraber güvenilirliği açısından gerçek hasta gruplarının dahil edildiği ileri çalışmalar gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Abdominal, aort, bası, bileşke kanamaları, iskemi.



## ABSTRACT

**Introduction:** Penetrating junctional trauma is a leading cause of preventable death on the battlefield. Similarly challenging in civilian settings, exsanguination from the vessels of the abdomen, pelvis and groin can occur in moments. Therefore prehospital iliac artery or abdominal aortic compression has been recommended.

**Purpose:** Evaluating the safety and efficacy of decreasing blood flow from the abdominal aorta with external compression of the abdominal aorta.

**Material and Methods:** 15, 30 and 45 minutes of external compression of the abdominal aorta treatments have been compared to investigate their effects on renal, mesenteric and intestinal ischemia and serum ALT, AST, urine, creatinine, Na, K ve lactic acid levels. A total of 18 female Sprague-Dawley rats weighing 245-300 grams were used for this study, 2 of which were used for pilot study. Rats were divided in 4 groups consisting of 4 animals. In the first group no intervention was performed as they served as the control group. While 15 minutes of compression was applied on the second group, 30 minutes of compression was applied on the third group and 45 minutes of compression was applied on the fourth group. Blood flow from the abdominal aorta was measured in all groups. After the intervention, blood samples were taken to determine serum ALT, AST, urine, creatinine, Na, K ve lactic acid levels. Intestinal, renal and mesenteric tissue samples were taken for histopathological analysis.

**Results:** There was a significant decrease in blood flow from the abdominal aorta with external compression in each subject. Serum potassium and lactic acid levels increased after the compression but these changes were not statistically significant. Gross and histological examination revealed signs of ischemia of the tissue samples after the compression and more changes were seen as the compression time increases.

**Conclusion:** Abdominal aortic compression was effective at reducing flow in the abdominal aorta and ceased flow in all of the subjects. Compression didn't cause a statistically significant change in serum Na, K, ALT, AST, urine, creatinine ve lactic acid levels. Signs of ischemia of the renal, mesenteric and intestinal tissue samples were seen after the compression. Further studies are needed to evaluate the safe upper time

limit for irreversible ischemia. Abdominal aortic compression is an effective way to control junctional hemorrhage but further tests on human subjects with junctional hemorrhage are needed.

**Key words:** Compression, abdominal, aorta, junctional hemorrhage, ischemia.



## GİRİŞ

Her yıl dünya genelinde yüzbinlerce insan trafik kazalarında ve savaş alanlarında önlenemez kan kayıplarından ötürü yaşamını yitirmektedir. Çeşitli çalışmalar ekstremite yaralanmalarına bağlı hemorajinin hem askeri hem de sivil önlenemez ölümlerinin en başında yer aldığını bildirmiştir (1,2). Abdominal aort düzeyinde yapılacak bası, araç içi ve araç dışı trafik kazalarında oluşan pelvik bölge ve distalinde kalan bölümün travmasına bağlı kanamaların durdurulmasında hayati önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra mayın benzeri patlayıcılarla meydana gelen alt ekstremite uzuv kopmaları sonucu oluşan kanamalarda ve postpartum uterin kanamalarda da kan kaybını önleyerek hastayı hayatta tutmayı sağlayan bir tekniktir. Abdominal anevrizma rüptürü sonucu oluşan ve bası yapmak için ulaşılması zor olan bölge kanamalarında da yine bu teknikten yararlanılabilir.

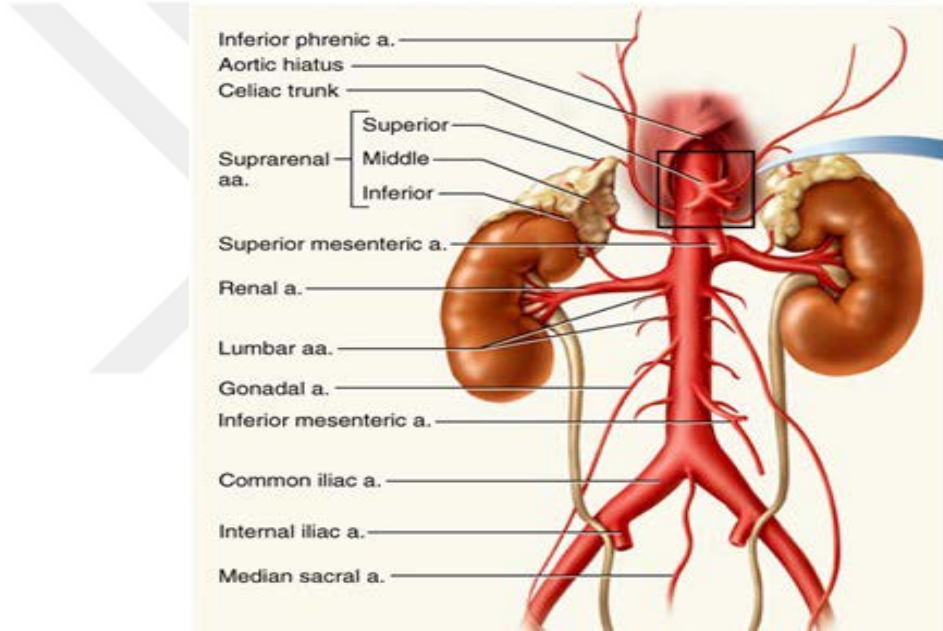
Bu çalışmada abdominal aorta piston yöntemi ile yapılan basının kanama kontrolünde ölçülebilir kriterler içinde etkinliğine bakılmıştır. Piston uygulaması sonrası oluşan biyokimyasal ve histopatolojik değişimler eksanguinasyon sonrası incelenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.



# 1. GENEL BİLGİLER

## 1.1 AORT ANATOMİSİ

Aorta, T2-L1 intervertebral disk seviyesinde diyafragmada bulunan hiatus aorticus'tan geçerek abdomene girer ve L4 düzeyine kadar vertebral kolon boyunca uzanır. Bu düzeyde iliak arterlere ayrılır. Çapı 26-19 mm dir. Abdominal aorta'nın ventralinden çölyak trunkus, süperior mezenterik arter ve inferior mezenterik arter çıkar. Lateralinden renal, inferior frenik, orta suprarenal, testiküler-ovarian arterler çıkmaktadır. Dorsalden çıkan dalları ise lomber ve median sakral arterdir (3).



Şekil 1.1. Aort Anatomisi

- **Çölyak trunkus:** Abdominal aortanın 1. majör dalıdır. Çölyak trunkus, yaklaşık olarak 12. torasik vertebra düzeyinde abdominal aorta anteriorundan çıkış gösterir. Aortadan çıkımında minimal sol lateralde iken, distalinde öne ve sağ laterale doğru seyir gösterir (4). Abdominal aorta'nın en kalın dalı olan truncus coeliacus'un uzunluğu 8-40 mm arasında değişir ve pankreas ile splenik damarların üst sınırı üzerinde horizontal olarak öne doğru uzanır (5). Çölyak trunkusun en sık belirlenen yapısı ana hepatic arter, sol gastrik arter ve splenik arter olarak üç ana dala ayrılmasıdır. Arteria mesenterica superior'un yaklaşık 1 cm üzerinde yer alan truncus coeliacus, üst

abdominal organları (karaciğer, mide, duodenum, pankreas, dalak) besler. Truncus coeliacus'un dallanması dikkate değer bir varyasyon zenginliğine sahiptir.

**-Ana hepatik arter:** Truncus çölyakus'tan başlayan orta kalınlıkta bir arterdir. Bu arter trunkustan ayrıldıktan sonra sağa yönelir ve vena porta'nın anteriorundan iki terminal dalına ayrılır: Arteria hepatica propria ve arteriya gastroduodenalis. Arteria hepatica propria ligamentum hepatoduodenale küçük omentum içinde yukarı doğru seyrederek porta hepatis'e ulaşır. Arteria gastroduodenalis ise duodenumun ilk kısmının posteriorundan kaudale doğru ilerler (6). Ana hepatik arterin orijini ve dallanması çoğunlukla değişkendir (7). A. hepatica propria, porta hepatis'e gelince sağ ve sol dal (ramus) olarak ikiye ayrılır. Ayrıca porta hepatis'te sağ gastrik arteri verir, sağ hepatik arterden ise sistik arter çıkar.

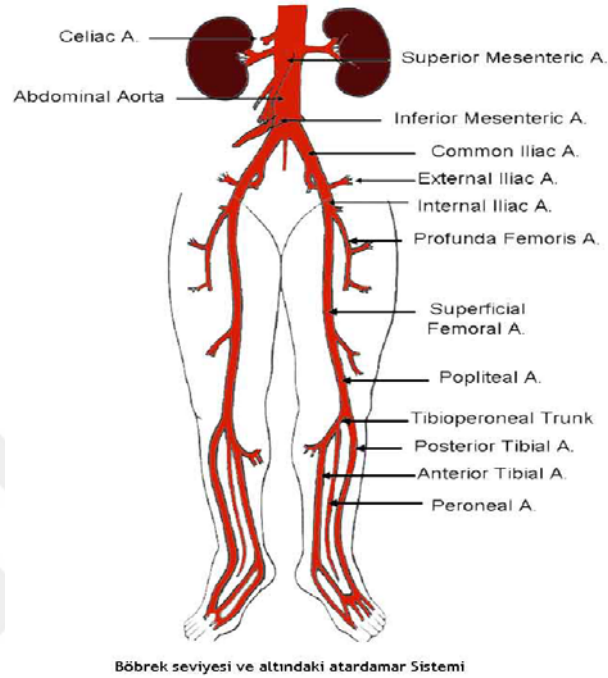
**-Sol gastrik arter:** Sol gastrik arter % 90 çölyak trunkustan orijin almakla birlikte trunkustan çıkış yeri değişkendir. Çölyak trunkusun her hangi bir yerinden çıktıktan sonra yukarı ve sola yönelir. Midenin küçük kurvatürü boyunca ilerleyerek sıklıkla anterior ve posterior dala ayrılır, posterior dalı sağ gastrik arter ile anastomoz yapar. Sol gastrik arter popülasyonun % 25'inde aksesuar veya replase hepatik dal vererek karaciğerin kanlanmasını sağlar (8).

**-Splenik arter:** Çölyak trunkusun çapı en geniş dalı olan splenik arter, tortiyozite göstermesi ile dikkati çekmektedir. Horizontal olarak midenin arkasında solda uzanır. Splenik arterin dalları kısa gastrik arter, posterior gastrik arter ve pankreatik daldır.

**-Süperior mezenterik arter :** Süperior mezenterik arter truncus coeliacus'un yaklaşık 1 cm altından, L1 düzeyinde abdominal aorttan çıkar. Süperior mezenterik arterin en önemli dalları jejunal ve ileal dal, pankreatikoduodenale inferior, arteria ileocolica, arteria colica dextra ve arteria colica media'dır. Orijininin 2-3 cm distalinde çok sayıda dal vererek ince barsak ve kolonun kanlanımını sağlaması, inferior mezenterik arter ile anastomoz oluşturması önemlidir.

**- İnférieur mezenterik arter:** Süperior mezenterik arter iliak bifürkasyonun 3-4 cm proksimalinden orijin alır. Önemli dalları sol kolik arter, sigmoid arter, süperior rektal arterdir. Mezenter damarlarının birbirleri arasında zengin kollateral dolaşım

vardır (9). Bu yan dal ağının zengin olması nedeniyle en azından iki ya da üç ana damarın tıkanması ya da ciddi darlığa sahip olması durumunda klinik bulgular ortaya çıkar.



**Şekil 1.2. Alt ekstremitte Arter Anatomisi**

**-Renal arter:** Ana renal arterler iki geniş dal olarak genellikle L1 ve L2 vertebralar düzeyinde, süperior mezenterik arterin hemen altında abdominal aortadan köken almaktadır. Vertebral kolon referans alındığında sağ renal arter orijini genellikle sola göre daha yukarıda yerleşimlidir (10). Sağ renal arter daha geniş olup vena cava inferior, sağ renal ven, pankreas başı ve desendan duodenumun arkasında seyrederek. Sol renal arter ise sol renal ven, pankreas gövdesi, splenik ven arkasında seyretmekte olup inferior mezenterik veni anteriordan çaprazlar. Renal arterler renal hilus düzeyinde 4-5 adet anterior ve posterior segmental dalla ayrılırlar. Segmental arterler ise sırası ile arkuat, interlober, interlobüler arterlere ayrılırlar (11).

## 1.2. TRAVMA

Travma yapısal değişiklik ve fizyolojik bozukluklarla karakterize, mekanik, termal ve kimyasal enerjilerin yol açtığı, oksijen ve ısı gibi yaşamın temel unsurlarının yokluğuna bağlı olarak ortaya çıkan yaralanmalardır. Travma sonrası hayatı tehdit eden

veya ciddi ekstremitte yaralanması olan, hospitalizasyon ihtiyacı olan hasta majör travma hastasıdır. Travma, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) nün “21. Yüzyılda Herkes İçin Sağlık Hedefleri” arasında yer almaktadır (12). Amerika Birleşik Devletleri’nde travma 44 yaş altı ölümlerin en sık nedenidir (13). ABD’ de 1992 yılında travma nedeni ile ölümler arasında % 47 ile ilk sırayı almıştır (14). Ülkemiz nüfusunun % 81,8 ’ i travma grubu olan 0-44 yaş grubunda yer almaktadır (15). Ülkemizin sahip olduğu genç nüfus nedeniyle, travmaya doğru yaklaşım Türkiye’ de daha çok önem kazanmaktadır. “Türkiye Hastalık Yüğü” isimli 2004 yılında yayımlanan raporda en sık görülen ölüm nedenleri sıralamasında travma yedinci sırada yer almaktadır (16) –

Travma nedeni ölümün önde gelen nedenleri %40-50 oranında santral sinir sistem yaralanmaları iken, %30-35 oranında hemorajilerdir (17). 1999 yılı verilerine göre motorlu taşıt kazaları ve ateşli silah yaralanmaları en sık nedenler arasındadır (17). Emniyet Genel Müdürlüğü verilerine göre 2009 yılı toplam kaza sayısı 1.034.435 olup, ölen 4.300 iken yaralı sayısı 200.405 dir (18). Bu sonuçlardan ülkemizde her yıl önlenebilir nedenlerle binlerce kişinin yaşamını kaybettiği, yüzbinlerce kişinin yaralandığı, bunların bir kısmının eski işine dönemediği, büyük boyutta sosyoekonomik kaybın oluştuğu anlaşılmaktadır. Ölümcül olmayan travma ile acil servis başvurularının ve hospitalizasyon gerektiren nedenlerin en başında ekstremitte yaralanmaları gelmektedir (17).

Travma sonrası ölümlerin %50’si yoğun hemoraji veya nörolojik yaralanma nedeni ile ilk birkaç dakika içinde meydana gelmektedir (17). Ölümlerin %30’u ise genel olarak nörolojik nedenlerle travmanın ilk birkaç gününde, %20’si ise takip eden haftalar içinde enfeksiyon veya çoklu organ yetmezliğine bağlı görülmektedir (17).

Travma sonrası ölümlerin yaklaşık yarısının olay yerinde ilk birkaç dakikada gerçekleştiği göz önüne alındığında, olay yerinde ve sağlık birimine transport sırasındaki müdahalenin önemi daha da ortaya çıkmaktadır. Hayatı tehdit eden hemoraji varlığında hastane öncesi kanama yönetimi hayat kurtarıcıdır. Kanama nedeninin, yerinin ve kaynağının (arter, ven veya kapiller kaynaklı) hızlıca anlaşılması, hastanın triyajının yapılması, hızlı transportunun gerçekleştirilmesi, havayolu, solunum ve dolaşımının stabilizasyonunu sağlamak ve bütün bunlar sırasında hastanın kanını olabildiğince vücutta tutmaya çalışmak kanama yönetiminin en önemli yaklaşımlarıdır.

Yaralının 1 ml kanının bile yaşamsal önemi olduğu, özellikle hastane öncesi kan desteğinin yapılamayacağı olay yerinde ve transport esnasında yapılabilecek kristalloid ve volüm genişletici kolloidlerin asla hastanın kendi kanının yerini tutmayacağı unutulmamalıdır. Bununla beraber hemoraji nedeni ile mevcut kanın dilüsyonu sonucu koagülasyon faktörleri ve trombositlerin de etkinliği azalacaktır. Bu nedenle savaş alanları, trafik kazaları ve benzeri ortamlarda ekstremite ve organ yaralanmaları söz konusu olduğunda bası uygulamaları yaşam kurtarıcıdır (19).

### **1.3. HIPOVOLEMİK ŞOK**

Hipovolemik şok travma hastalarında sık olarak görülmektedir. Hipovolemik şok, intravasküler volümün azalması sonucu yetersiz doku perfüzyonunun ortaya çıkmasıdır, çoklu organ yetmezliği ile sonuçlanabilir. Hipovolemik şok en sık ani kan kaybına bağlı olarak gelişir (hemorajik şok). Hemorajik şokun en önemli 2 nedeni penetran travmalara bağlı akut eksternal kan kaybı ve gastrointestinal kanamalardır. Hemorajik şok ayrıca toraks ve batin içine olan akut internal kanamalar sonucu da gelişebilir. Bunun iki önemli nedeni solid organ yaralanması ve abdominal aort anevrizması rüptürüdür. Total kan volümünün %30'una kadar olan kayıplar dolaşımdaki kompanzatuvar mekanizmalar ile kan basıncında belirgin bir düşme olmaksızın tolere edilebilir (20). Daha büyük miktarlardaki ani kayıplarda veya kompanzasyon mekanizmalarında bozukluk olduğunda (kardiyak outputtaki artışı sınırlayan iskemik kalp hastalığı veya venöz dönüşteki artışı ve arteriyel vazokonstriksiyonu engelleyen spinal kord hasarı olması gibi) hipotansiyon ve şok gelişir. Hipovolemik şok kan dışında belirgin sıvı kaybı sonucunda da olabilir (dirençli gastroenterit ve geniş yanıklar vb.).

**Tablo 1.1: Hipovolemik şok nedenleri**

<b>Eksternal kayıplar</b>	<b>İnternal kayıplar</b>
Akut kanama	Termal yaralanma
Yanık	Travma
Dehidratasyon	Kapiller kaçak
İshal Kusma	
Poliüri	
<b>Postoperatif</b>	

Azalmış periferel veya santral nabız ve periferel vazokonstriksiyon şokta erken kompensatuar mekanizmalardandır. Soluk ve soğuk ekstremiteler, nemli ve soğuk bir cilt ve taşikardik hasta aksi ispat edilene kadar hipovolemik şok olarak değerlendirilmelidir. İlerleyen evrelerde hipoksi ve hipotansiyona bağlı bilinç kaybı görülür. Kompensatuar mekanizmalara bağlı olarak %30'a kadar kan kaybı olmadan hipotansiyon görülmeyebileceğinden dolayı, hipovolemik şok ile gelen hastada değerlendirmenin sistolik kan basıncına göre yapılması hatalıdır.

#### **1.4. BASI CİHAZLARI**

Bası cihazları belirli bir süre için ekstremitenin venöz ve arteriyel dolaşımının kontrolünü sağlayan sıkıştırıcı veya baskı yapan cihazlardır. Basınç ekstreminin dışından, cilt üzerine çepeçevre uygulanır, böylece basınç aynı zamanda damar duvarlarına etki ederek geçici olarak oklude olmasını sağlar. Bası uygulanması cerrahi operasyonlarda veya özellikle savaş ortamındaki hayatı tehdit eden travmatik ekstremiteler kanamalarında kullanılır. Her gün 20.000 üzerinde turnike uygulanmasının ortopedi, plastik cerrahi ve vasküler cerrahi sırasında yapıldığı bildirilmiştir (21).

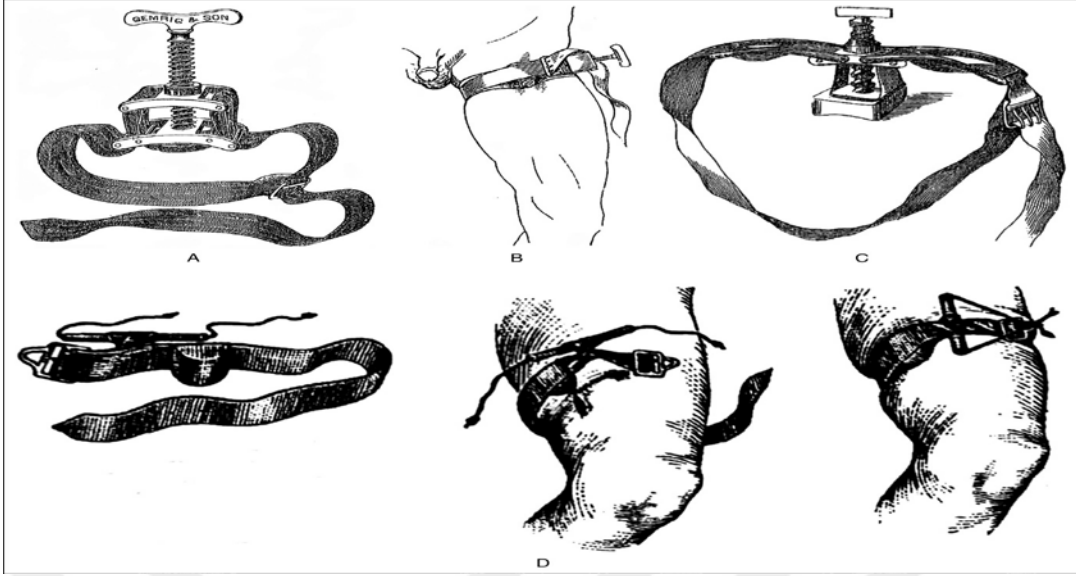


TOURNIQUET

### Şekil 1.3. Eski Çağlarda Turnike Uygulanması

Ekstremitelerde kan dolaşımını geçici olarak durdurma fikrini ilk olarak kimin ortaya attığı bilinmemektedir. Susrutha'nın milattan önce 600 yılında ana arterlerden biri üzerine uyguladığı bir çakıl taşı yardımı ile kan dolaşımını durdurduğuna kayıtlarda rastlanmaktadır (22). Milattan önce 6. Yüzyıldaki bir hint tıp yazısında yılan ısırığı tedavisinde turnikenin kullanıldığı gösterilmiştir (23). Milattan önce 326 yılında Büyük İskender ile Hindistan'da Porus Beyliği arasındaki Hydaspes Savaşı'nda Yunan askerleri doktorlarının tedavi edemedikleri bir tür yılan tarafından ısırılmış ve bu askerleri hint doktorlar tedavi etmiştir. Böylece Yunanlılar ilk kez turnike ile tanışmıştır. Romalıların özellikle amputasyon sırasında kanama kontrolü amacıyla turnike kullanımı bilinmektedir. Archigenes ve Heliodorus'un bu amaçla ince uzun bir kumaşı kesinin üst hizasında olmak üzere iki veya üç defa ekstremitenin çevresine sardıkları yazılmıştır (24).

İlk turnike amaçlı cihaz 1718 yılında Fransız cerrah Jean Louis Petit tarafından tasarlanmıştır. Bu vida yardımlı sıkıştırılıp cerrahi alanda kan akımını azaltan cihaz aynı zamanda turnike teriminin de ortaya çıkmasını sağlamıştır: Petit, çevirmek anlamına gelen "turnere' a vis" kelimelerinden türetilmiş "tourniquet à vis" terimini kullanmıştır (25).



**Şekil 1.4. Petit Tarafından Tasarlanmış ve Daha Sonra Geliştirilmiş Turnikeler**

Turnike önce 16. yüzyılda Ambroise Pare tarafından ampütasyonlar esnasında kullanılmıştır. 1864 yılında Joseph Lister ise basıyı az kanamalı bir cerrahi alan yaratmak amacıyla kullanan ilk cerrahdır, ampütasyonlar dışındaki cerrahi girişimlerde de turnike uygulamıştır. Bir el bileği cerrahisinde ekstremitenin 3 dakika boyunca yere dik olarak pozisyonlanması sonrası turnike kullanımının kanamayı azalttığını bildirmiştir (26).

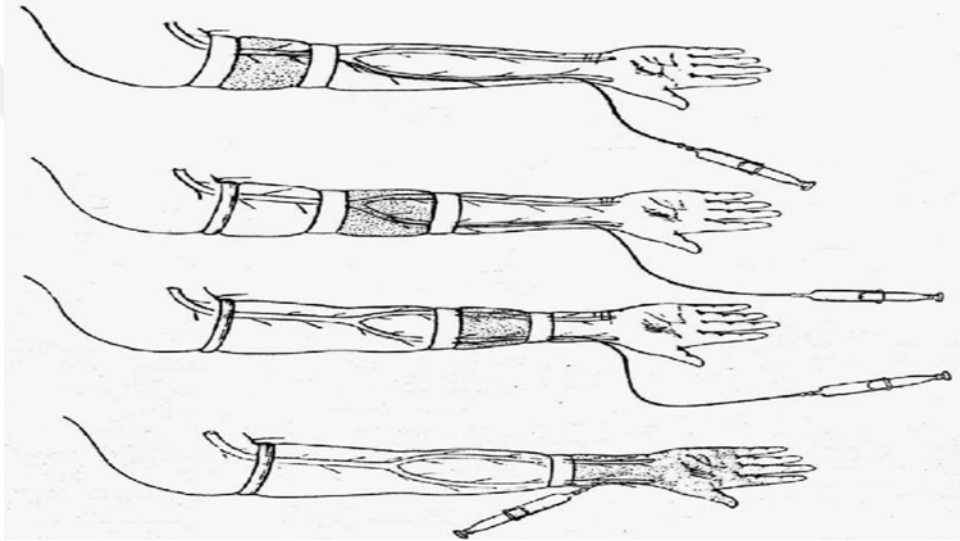
Turnike kullanımından önce bir lastik bandaj kullanarak ekstremitedeki kanın boşaltılmasının fikir babası bir 19. yüzyıl cerrahı olan ve halen kendi adıyla anılan lastik bandajını kullandığımız Johann Friedrich August von Esmarch' dır. Ayrıca Esmarch o dönemde açık yaranın bulunduğu durumlarda bası amaçlı elastik bandaj kullanımının enfeksiyon yayılımına neden olacağını öngörmüştür. Bu düşünce günümüzde önemli bir kural haline gelmiştir (24).

Turnike gelişim tarihinde diğer önemli bir isim Harvey Cushing'dir. Esmarch turnikesinin nörolojik semptoma yol açması nedeniyle kan barometresinden etkilenecek 1904 yılında pnömotik turnikeyi geliştirmiştir (27). 1908'de August Bier iki turnikeyi ilk kez segmental anestezi uygulamak için kullanmıştır (28). Günümüzde bu iki turnikeli teknik sık olarak kullanılmakta ve intravenöz rejyonel anestezi veya Bier metodu adını almaktadır. Kanadalı bir biyomedikal mühendis olan James McEvan 1980'de ilk mikro komputerize turnike sistemini geliştirmiştir. Bu yeni sistemlerin



uygulanan basıncı ve turnike zamanını devamlı kontrolü ile basınçtaki anlık düşüşler ve uygulayıcı hataları büyük ölçüde engellenmiştir. Bu cihazlar aynı zamanda her hastanın ortalama oklüzyon basıncını da ölçmektedir. Otomatik turnike sistemlerinin kullanımı ile turnike güvenilirliği oldukça artmıştır (29).

2000'li yıllarda Dr. Noam Gavriely tarafından silikon veya elastik turnikeler geliştirilmiştir. Bu silikon turnikeler diğer mekanik turnikelerin aksine sinir paralizisi riskini oldukça azaltmaktadır. Tamamen steril edilebilen cerrahi versiyonu ortopedi cerrahisinde alternatif olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda acil servisler ve vasküler cerrahi işlemler sırasında da kullanımı artmaktadır.



**Şekil 1.5. İntravenöz rejyonel anestezi (Bier metodu)**

2. Dünya Savaşı sonrasında turnike uygulanması ile acil müdahale alanına ulaşımı arasında uzun zaman olması nedeniyle turnikeye bağlı dolaşımın durdurulması sonrası ciddi hasar izlenmiştir. Bu hasarın kan kaybından daha ciddi sonuçlar doğurduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle Amerikan askerlerinde turnike kullanımı azaltılmıştır. Sonrasında 21. yüzyıl başlarında zaman içinde bu sürenin kısaltılması ile askeri ve sivil turnike kullanımı yeniden yaygınlaştırılmıştır. Yapılan retrospektif çalışmalarda savaş sırasında önlenemez ölümlerin en sık nedeninin ekstremiteler yaralanmaları olduğu gösterilmiştir. Vietnam Savaşı'nda hayatı tehdit eden kanaması olan askerlerin %7'sinin akıbetinin ölümle sonuçlandığı, Afganistan ve Irak Savaşları'nda ise turnike uygulanmasının yaygınlaştırılması ve müdahale zamanının kısaltılması ile bu oranın %2'e düştüğü belirlenmiştir. Bu çalışmalar ışığında 2008

yılıın başlarında Amerikan ordusunda turnike amaçlı bir cihaz olan Combat Application Tourniquet (CAT; North American Rescue, Greer, SC) standart olarak kullanılmaya başlanmış ve her askere kullanım eğitimi verilmiştir (30). CAT aynı zamanda sivil acil müdahalede de yerini almıştır, bazı itfaiye ve polis birimlerinde rutin olarak kullanıma girmiştir.

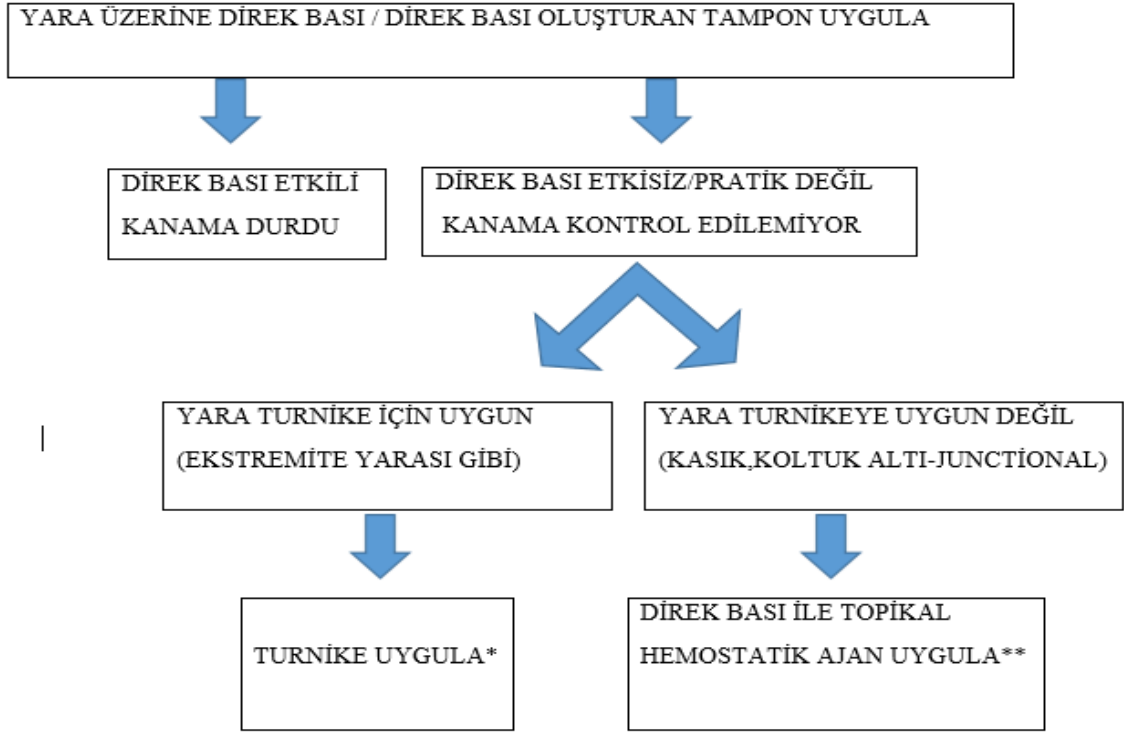


**Şekil 1.6. CAT Uygulanmış Bir Asker**

Acil kullanım amaçlı ve cerrahi sırasında kullanılan olmak üzere iki tip turnike vardır. Cerrahi turnikeler daha sıklıkla plastik cerrahi ve ortopedi cerrahisinde ekstremiteye kan akımını durdurarak kanamasız bir cerrahi alanda çalışmayı sağlamaktadır. Özellikle cerrahi sırasında kullanımı kanama kontrolünü sağlamakla beraber teorik olarak cerrahi süresinin kısaltır (31). Aynı zamanda cerrahide intravenöz rejyonel anestezi sırasında lokal anestezi maddenin genel dolaşıma etkisini engellemektedir. Turnikeler ayrıca pnömotik veya esmarch tip olabilir. Günümüzde daha sıklıkla pnömotik turnikeler kullanımdadır.

Değişmez bir kural olarak turnike, tek kemik bulunan bölgelere, mümkün olan en kısa süreyle ve en az basınçla uygulanmaktadır. Üst ekstremitede kolun proksimali, alt ekstremitede uyluğun proksimali ve parmaklarda proksimal falanks, turnikenin uygulandığı bölgelerdir. Eğer turnike amaçlı geliştirilmiş bir cihaz yoksa, ip, tel gibi kesici malzemeler olmaması şartıyla en az 8-10 cm genişliğinde malzeme turnike amacıyla kullanılabilirken, sıkı için ise tahta parçası veya kalem gibi malzemeler kullanılabilir, elastik ve dar çaplı malzemelerden kaçınılmalıdır. Cerrahi dışında acil müdahale amacıyla uygulanan turnikedeki mutlaka uygulama saati bir kağıda yazılarak

yaralının üzerine asılmalıdır. Turnikenin uygulandığı bölgenin üzerine hiçbir şey örtülmemelidir. Kanamanın şiddetine bağlı olmakla beraber, turnike uygulamasında iskemi ya da siyanoz belirtileri görülürse dolaşım kontrol edilerek gereğinde turnike gevşetilmeli, fakat doğru malzeme ile yapılmış her türlü turnike uygulaması ileri bakım koşullarına ulaşıncaya kadar yerinde bırakılmalıdır.



**Şekil 1.7. Hastane Öncesi Dış Kanama Kontrol Protokolü (19)**

\* Özellikle ekstremitte yaralanmalarında direkt bası ile kanama durdurulamıyorsa ya da pratik değilse, artere lokal bası ile kan akımını durdurduğu kanıtlanmış, onaylı pnömatik veya kilitli turnikelerin uygulanması önerilir. Elastik, dar çaplı malzemelerden kaçınılmalı, ticari, onaylı turnikelere ulaşılamıyorsa doğaçlama malzemeler, dolaşım kontrollü olarak, zorunlu hallerde denenebilir. Doğru malzeme ile yapılmış her türlü turnike uygulaması ileri bakım koşullarına ulaşıncaya kadar yerinde bırakılmalıdır.

\*\*Tek başına sürekli direkt basının etkisiz kaldığı durumlarda, turnike uygulamasının mümkün olmadığı alanlara topikal hemostatik ajanla direkt bası uygulanmalıdır. Önceden etkinliği ve güvenirliliği denenmiş ve onanmış topikal ajan emdirilmiş gaz kompreslerle bası uygulanmalıdır.

Turnike sırasında uygulanması gereken basıncın ne olması gerektiği sorusuna kesin yanıt vermek mümkün değildir. Uygulanması gereken basınç miktarı üst ve alt ekstremiteler için farklı olduğu gibi hastadan hastaya da değişiklik gösterir. Bu farklılığın çeşitli sebepleri mevcuttur. Her ne kadar manşonun genişliği arttıkça uygulanması gereken basınç azalıyorsa da, ideal olanı uygulanan ekstremitenin çapına eşit genişlikte bir turnike manşonu kullanmaktır (32). Basının uygulandığı bölgede doku içinde derinlere inildikçe turnikenin yarattığı basınç, ekstremitenin çapıyla ters orantılı olarak azalır. Uygulanacak basıncın belirlenmesinde hastanın hemen önceki kan basıncı değerinin de önemi büyüktür. Günümüzde ekstremitel oklüzyon basıncı terimi ortaya atılmıştır. Ekstremitel oklüzyon basıncı, ekstremitel nabzının alınamadığı minimum basınçtır (33). Gelişmiş turnike sistemleri bu basıncı hastanın sistolik basıncına göre belirlemektedir (34). Bu belirlemede bazı formüller kullanılmaktadır: 1. (Kan basıncı x 2) ± 25 2. Kan basıncı + (70 veya 100) (32) Bu otomatik sistemler ile uygulanan basıncı %40 oranında azaltılmıştır. Yapılan çalışmalarda basının etkinliğinin devamı için mutlaka güvenli bir sınır belirlenmesinin gerekliliği vurgulanmıştır.

Çalışmalarda güvenli turnike uygulanım süresinin artırılması amacıyla öneriler sunulmuştur. Uygulanımının süresi açısından, güvenlik sınırlarının ne olduğu sorusunun cevabı, günümüzde henüz tam olarak verilememiştir. Güvenle kullanılabilmesi zaman dilimi için, literatürde 45 dakika ile 4 saat arasındaki süreler rastlanılmakta ise de (35,36), çoğu otorite kabul ettiği süre 2 saattir (32). 50 yaş altı sağlıklı bir insanda turnike uygulamasının 2 saati geçmemesi gerektiği söylenmiştir. İkinci saatten sonra devam eden iskeminin bası bölgesinde progresif venöz asidoz etkisine neden olacağı bildirilmiştir (37). Yapılan bir çalışmada işlemin süresinin 3 saatten fazla olması durumunda ikinci saat sonunda turnikenin 30 dakikalık süre için açılması önerilmiştir (38). Turnike uygulanan bir ekstremitenin normal metabolik durumuna dönme süresinin 40 dakika olduğu bilinmektedir. Başka bir çalışmada 2 turnike kullanımı ve dönüşümlü olarak birinin açılması ile reperfüzyona olanak sağlamanın güvenli turnike uygulamasını 4 saate kadar uzattığı bildirilmiştir, bu düşünce hep aynı damar ve sinir segmentinin basınç altında kalmasını engelleme prensibine dayanır. Reperfüzyon esnasında intrasellüler düzeyde yapılan gözlemlerde 5 dakikayı aşan reperfüzyonların herhangi bir ek fayda göstermediği bildirilmektedir.

Soğuk uygulama ile iskeminin doku üzerindeki etkisinin azaldığı bilinmektedir. Turnike uygulamasının öncesinde ekstremitenin sıcaklığını 20°'ye kadar düşürülerek turnikenin 4 saate kadar güvenle uygulanabileceği iddia edilmektedir. Bu düşünce ile yapılan hayvan (39) ve insan (40) deneylerinde soğuk uygulama ile güvenli turnike süresinin arttığı fakat bu yöntemin pratik bir yöntem olmadığı söylenmiştir.

Turnike uygulanmasının öncesinde ve sonrasında antibiyotik uygulama tartışılmıştır. Çalışmalarda antibiyotik uygulaması 20.dk (41), 5.dk (42), 2.dk (43) ve 1. (44) dakikalarda yapılmıştır. Başka bir çalışmada turnike öncesi ve sonrasında antibiyotik uygulanmasının farklı sonuçlara sahip olmadığı söylenmiştir (44).

Turnikenin uygulanmasıyla birlikte o ekstremitede dolaşımın tamamen durması ekstremitede fizyolojik olmayan bir ortamın oluşmasına neden olur. Bunun sonucunda sinir, kas ve cilt dokularının hasara uğrama riski artar. Turnike kullanımına bağlı olarak bu dokularda ortaya çıkan komplikasyonlar ya iskeminin süresine ya da turnikenin yarattığı basıncın bu dokular üzerindeki direkt etkisine bağlıdır. Bu lokal komplikasyonların yanında turnike kullanımına bağlı olarak pulmoner emboli gibi sistemik komplikasyonlar da ortaya çıkabilir.

Turnike uygulaması sonrası en bilinen komplikasyon turnike ağrısı (hipertermi, yanma hissi ve reperfüzyonu izleyen ağrı) olmakla beraber, nedeninin mekanik bası ve iskemi reperfüzyon mekanizması olduğu düşünülmektedir (45). Santral sinir sisteminin de etkisinin olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır (46). Ağrı yönetimi amacıyla çalışmalarda lidokain (47), gabapentin (48), ketamin (49), deksametazon ve ketorolak (50) kullanılmış ve etkili olduğu bildirilmiştir. 2 saatten fazla aralıksız uygulamanın kalıcı sinir, kas ve vasküler hasara, cilt nekrozuna yol açtığı bildirilmiştir (51). Kas hasarının yaklaşık 6 saatte tamamlandığı yayınlarda söylenmektedir (52). Yayımlanan bu çalışmalar büyük oranda elektif operasyonlarda pnömotik turnike uygulanmış normovolemik hastalarda yapılmıştır. Acil müdahale amaçlı turnike uygulanan hipovolemik hastaları dahil eden çalışma sayısı oldukça yetersizdir.

Reperfüzyon hasarı oksijenin yetersiz olduğu veya iskeminin olduğu bir periyod sonrası kan akımının yeniden dokuya dağılması sonrası oluşan doku hasarıdır. Arteriyel ekstremitte turnikesi hayatı tehdit eden kanamayı engelleyen önemli bir müdahale olmasına rağmen uzamış uygulama ciddi iskemi-reperfüzyon hasarına yol

açabilir, altta yatan patofizyoloji hala çok az açıklanabilmiştir. Bu hasarın nekroz ve mitokondrial disfonksiyon ile karakterize olduğu bilinmektedir. İskemiden ilk olarak etkilenen hücrenin mitokondri ve oksidatif fosforilasyon sistemidir. Hücre içi pO<sub>2</sub>'nin düşmesi sonucunda ATP yapımı azalır, AMP artar. Artan AMP, fosfofruktokinaz enzimini uyararak nonoksidatif fosforilasyon glikoz yolunu açar. Bunun sonucunda, hızla glikojen yıkımı ve laktik asit birikimi olur (53). ATP yapımının azalmasının bir diğer sonucu da, kas dokusundaki ATP deposu olan kreatinfosfatın kreatinfosfokinaz enzimi ile yıkılması ve açığa çıkan serbest ATP'nin yıkımı ile inorganik fosfat birikimi olmasıdır (54). Yapılan hayvan deneylerinde 2 saat boyunca turnike uygulanmasının muhtemelen kas hasarına bağlı yüksek laktik asit ve kreatin fosfokinaz düzeylerine neden olduğu gösterilmiştir (55). Hücre içinde laktik asit ve inorganik fosfat birikimi sonucunda hücre pH'sı düşer. Düşmüş olan pH'nın turnike açıldıktan sonra normale dönüş süresi turnikenin uygulanım süresine bağlıdır. Bir saatlik turnike uygulanımından sonra pH 20 dakikada normale dönerken iki ile dört saat arasındaki uygulamalarda 40 dakikada, beş saate ulaşan uygulamalarda ise 100 dakikada normale dönmektedir. Hücre içindeki ATP konsantrasyonunun azalmasının bir diğer sonucu da hücre membranında bulunan Na-K pompasının bozulmasıdır. Bilindiği üzere bu pompa aracılığıyla ATP harcanarak intrasellüler ortamdan ekstrasellüler ortama sodyum taşınırken karşılığında intrasellüler ortama potasyum alınmaktadır. Böylece intra ve ekstrasellüler ortamların sodyum ve potasyum dengesi korunmaktadır. Bu dengenin bozulmasıyla birlikte, intrasellüler ortamda biriken sodyumla birlikte su tutulumu da olur. Histolojik olarak, hücrenin şiştiği görülür ve bu bulgu iskemik nekrozun bir habercisidir. Daha sonraki dönemde, şişen hücrede granüllü endoplazmik retikulum üzerinde bulunan ribozomlar serbest hale gelir. Böylece protein sentezi bozulur ve hücrede yağ birikimi başlar (yağlı dejenerasyon). Gelişen bu iskemik nekrozu, iskeminin süresine bağlı olarak, reversibl veya irreversibl olabilir. İrreversibl hasarın ortaya çıktığı süre, hücre türüne göre değişiklik gösterir. Bu süre nöronlarda 3-5 dakika, miyokard ve böbrek epitel hücreleri ile hepatositlerde 30 dakika, epidermis ve iskelet kası hücreleri ile fibroblastlarda ise 1-2 saattir (53). Reversibl hasarın hangi noktadan sonra irreversibl hale dönüştüğü tam olarak aydınlığa kavuşmamıştır. Elektron mikroskopla yapılan incelemede, mitokondriumlarda vakuolizasyon görülmesi irreversibl hasar döneminin başladığının ilk habercisidir. İntrasellüler pH'nın giderek

düşmesi sonucunda biriken fosfat esterleri, lizozomal membranların parçalanmasına sebep olur. Açığa çıkan Iizozomal enzimler, hücrenin otolizisine neden olurlar. Hücre zarının da parçalanmasıyla ekstrasellüler ortama geçen hücre içi enzimler dolaşımına karışırlar. Yapılan çalışmalarda LDH, ALT, AST ve CPK enzimlerinin yüksek ölçülmesinin nedeni bu otolizisidir. Turnike uygulanımı sonrasında iskelet kası hücrelerinde iskemik nekroz açısından kritik bulgu olan mitokondriumlarda vakuolizasyon 30.dakikadan itibaren saptanmıştır. Turnike iskemisine cerrahi travmanın da eklenmesiyle doku hasarı daha da artmaktadır. Turnike uygulanan sistematik etkileri turnike uygulanmış olan ekstremitelerde oluşan metabolitlerin sistematik dolaşıma katılması sonucunda ortaya çıkabilir. Motor ve duyu muayene ve Doppler çalışması ile akut ekstremitte iskemisi kategorize edilmiştir, zamanlama ve revaskülarizasyon metodu hastanın iskemi seviyesine göz önüne alınarak seçilmektedir (56).

Turnikenin uygulanımına bağlı olarak gelişen komplikasyonların sinir dokusu açısından en önemlisi turnike paralizisidir. Nöral hasar genelde üst ekstremitelerde görülmekle beraber alt ekstremitelerde de ortaya çıkabileceği bildirilmiştir. Nöral hasara bağlı sonuçlar geçici paresteziden kalıcı paraliziyeye değişmektedir. Normal sınırların üzerindeki basınçlar kadar normal sınırların altındaki basınçlar da turnike paralizisine yol açabilir. Normal sınırların altındaki basınç uygulamaları sonrasında görülen turnike paralizisinden bası altındaki pasif konjesyonun sinirde yol açtığı hemorajik infiltrasyon sorumlu tutulmaktadır. Turnike süresinin uzaması ve turnikenin uygulanan bölgenin lokal anatomisi dikkate alınmadan uygulanması da turnike paralizisine yol açabilir.

İnsanda turnike paralizisinin patogenezinde iskemik hasar ile direkt mekanik hasarın rölatif etkinlikleri ne yazık ki aydınlığa kavuşmamıştır. Literatürde turnikenin oluşturduğu basıncın direkt etkisinin paraliziden sorumlu olduğu savunulmaktadır (57). Spigel ve Lewin, turnike paralizisi gelişen üç olguda siniri explore ettiklerinde, basının uygulandığı bölgede sinirin çapının normale göre %25-50 oranında azaldığını skar dokusu gelişimi gözlediklerini bildirmişlerdir (58) Yates ve arkadaşları turnike paralizisinin gelişmesinden başlangıçta her iki faktörün de sorumlu olduğunu ancak turnike uygulandıktan çok kısa bir süre sonra iskeminin olumsuz etkilerinin basıncın direkt mekanik etkisine göre daha etkin hale gelerek turnike paralizisi gelişiminde asıl rolü oynadığına inanmaktadırlar (59).

Turnike paralizisine üst ekstremitelerde daha sık rastlanılır. Alt ekstremitelerde görülen turnike paralizilerin çoğu Esmarch bandajı uygulananına bağlı olarak gelişmiştir (60). Üst ekstremitelerde turnike paralizisinden en çok etkilenen sinir radial sinirdir. Duyu liflerinde ortaya çıkan lezyonlar genellikle daha hafiftirler ve motor liflerin lezyonlarına oranla daha hızlı iyileşirler. Turnike paralizisinden otonom sinir lifleri de etkilenebilir ve ortaya terleme bozukluğu, kozalji gibi semptomlar çıkabilir (57). Ancak ortaya çıkan tüm bu lezyonların çoğu kez 3-6 hafta içinde kendiliğinden düzelirler. Hastaların aktif iş hayatına geri dönüşleri ise daha uzun zaman alır. 15 hasta ile yapılan bir çalışmada %0,024 oranında nöral yaralanma izlenmiş ve 6 ay sonra bu hastaların 13'ünde spontan gerileme görülmüştür (61).

Turnike kullanımına bağlı olarak en sık ortaya çıkan, ancak en az fark edilen komplikasyon, post-turnike sendromu olarak tanımlanan tablodur. Bu sendrom, ekstremitelerde ödem, endurasyon, solukluk, parezi ve objektif duyu kaybı olmaksızın ekstremitelerde uyuşukluk yakınması ile karakterizedir. Hücrelerin maruz kaldığı subletal hasarın yol açtığı bu doku reaksiyonu, olguların büyük kısmında bir hafta içinde kendiliğinden ortadan kalkar. Ancak bazı olgularda, postiskemik ödemin çözülmesi bir ay hatta daha da uzun sürebilir. Turnike uygulananının bu en sık görülen komplikasyonunun çoğu kez fark edilmemesinin nedeni turnike uygulanmış olan ekstremitelerin postoperatif dönemde sıklıkla alçı veya atel içinde immobilize ediliyor olmalarıdır. Post-turnike sendromu postoperatif dönemde hastayı huzursuz ederek, analjezik ihtiyacını artırır. Post-turnike sendromunun en önemli sakıncaları yara iyileşmesini geciktirmesi, enfeksiyonlara karşı direnci azaltması ve erken harekete engel olmasıdır.

Ciddi yaralanmalar turnike sırasında basıncın uygun ayarlanmaması (61) nedeniyle oluşabilir ve oldukça sık görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bu oran %65 ve %35 (62,63) olarak bulunmuştur. Turnike uygulananına bağlı olarak gelişen diğer komplikasyonlar ise pulmoner emboli, kompartman sendromu, rabdomiyoliz ve amputasyondur. Turnike uygulananına bağlı olarak gelişen komplikasyonların en ağırı pulmoner embolidir. Esmarch turnikesi uygulanması sonrası bazı ölümcül pulmoner emboli vakaları literatürde yayınlanmıştır. Bu vakaların çoğu travma sonra görülmüş olup (64,65) elektif cerrahi sonrası da (66) bildirilmiş vakalar vardır. Pulmoner emboli turnike uygulananını sonrası nadir görülen bir komplikasyondur. Derin ven trombozu ve



pulmoner emboli oluşumunda turnikenin rolü tartışmalıdır. Bu konuda yapılan yayınların çoğu diz artroplastisi ile ilgilidir. Bir grup turnikeye bağlı riskin arttığını savunurken (67), bir grup ise (67-70) bu düşünceyi desteklememektedir. Turnikenin yol açtığı bu hasarın mekanizması venöz staz, endotelial yaralanma ve trombosit agregasyonu olarak açıklanmaktadır (71-73). Arteriyel yaralanmaların çoğu diz eklem replasmanı operasyonlarından sonra özellikle eşlik eden damar patolojilerinde indirekt yaralanma ve tromboza bağlı ortaya çıkmaktadır (74). Turnike uygulanmasına bağlı kompartman sendromu gelişimi bildirilmiştir (75-78).

Turnike uygulanması kan basıncında yükselmeye neden olabilir, nedeninin otonom sinir sistemindeki değişiklikler olduğu düşünülmektedir (79). Özellikle çocuklarda hipertermiye neden olabilir. Akciğer gaz değişim bozukluğu gelişebilecek komplikasyonlardan biridir, hem turnikenin güvenli uygulandığı zaman diliminde hem de turnikenin uygulanması sonrasındaki birkaç saatlik sürede gelişebilir. Basının sonlandırılması sonrası tidal hacimde karbondioksit artarak 5. dakika sonunda en yüksek değerine ulaşmaktadır, normal değerlerine dönüş 15. dakika sonrasında gerçekleşir. Bu değişiklikler genelde benign olmakla beraber eşlik eden kardiyovasküler veya intrakranial patolojilerin olduğu hastalarda önemli hale gelmektedir. Bu hastalarda turnikenin sonlandırılması sonrası hemodinami ve end tidal volüm monitorizasyonu önerilmektedir (80).

Orak hücreli anemide turnike kullanımı tartışmalıdır. Turnike uygulamasının, distalindeki dokularda hemostaz, asidoz ve hipoksi oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Bu durumlar oraklaşmayı arttıran faktörlerdir. Bir çalışmada gerekli önlem alınması ve müdahaleye hazır olunması durumunda orak hücreli anemi hastalarında da turnike kullanımının güvenli olabileceği bildirilmiştir (81).

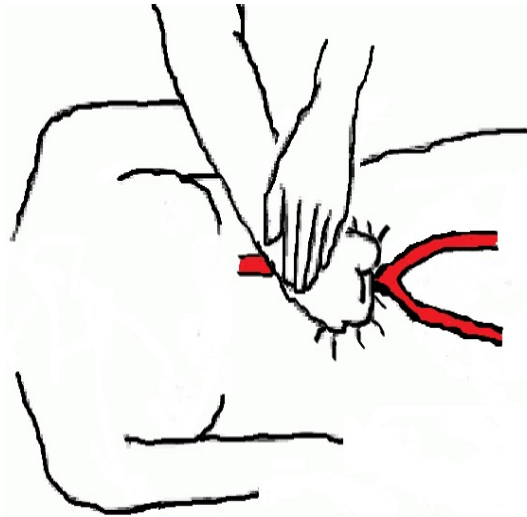
Çocuklarda turnike uygulamasını konu alan fazla çalışma yayınlanmıştır (82-84). Bunun yanında temel prensipleri yetişkin uygulamasından farklı değildir. Yakın zamanda yapılmış bir çalışmada iki çocuk hastada sistolik basıncın 50 mmHg üzerinde basınç ile turnike uygulanması sonrası ani etkilenmeyi bildirmiş, çocuklar için özel kriterlerin gerekliliğini vurgulamıştır (84).

Ekstremitte nabzının belirgin alınmadığı periferik vasküler hastalıklar turnike kullanımı için rölatif kontrendikasyon taşımaktadır. Nöropati, sistemik lupus eritematozus, eşlik eden koagülasyon bozuklukları ve kaşeksi durumunda turnike uygulanması dikkatlice yapılmalıdır.

Günümüzde yapılan askeri çalışmalar ile kask ve vücudu koruyan ekipmanlarda gelişmeler elde edilirken, alt ekstremitte ve pelvis bölgesi diğer bölgelere oranla travmaya daha açıktırlar. Bu nedenle bu bölge yaralanmaları daha sık olarak görülmektedir. Pelvis ve ekstremitte-gövde bileşke bölgelerindeki yaralanmalar hayatı tehdit eden travmaların en başında gelmektedir.

Ekstremitte yaralanmalarında direkt manuel bası hayat kurtarıcı bir yöntemdir. Fakat inguinal ligamanın üzerindeki yaralanmalarda çok etkili olmamaktadır. Umbilikus hizasında yapılacak kuvvetli basıların, iliak bifurkasyon seviyesinin üstünde abdominal aortu vertebralara üzerinde sıkıştırarak pelvis ve alt ekstremitte kanamalarını durdurmada etkin olduğu gösterilmiştir (85).

Gövde-bileşke alanlarında hemorajisi olan hastalardan alınan bilgisayarlı tomografi görüntülerinde, aort bifurkasyonu ile 5. lomber vertebra arasındaki mesafenin yaklaşık 1.1 cm olduğu görülmüştür (85).



**Şekil 1.8. Eksternal Abdominal Aort Kompresyonu**

Ters Y şeklindeki sağ ve sol iliak arter bifurkasyonu ise umbilikusun arkasında yer almaktadır, bu bölge kompresyonun yapılacağı alan olarak belirtilmiştir. Ana iliak arter ise 1.sakral vertebra hizasındadır (85). Yapılan çalışmalarda internal iliak arter akımının oklüzyonu için en az 54.4 kg bası, distal abdominal aort akımının oklüzyonu için en az 63.5 kg bası uygulanması gerekliliği belirtilmiştir (86).

Savaş alanındaki askerin veya sivil hayatta ilk müdahaleyi yapacak kurtarıcının bu kompresyonun ne kadarını uygulayabileceği bilinmemektedir. 2014 yılında yapılan bir çalışmada manuel eksternal abdominal aort kompresyonunun etkinliği incelenmiştir. Çalışma sonucunda kompresyon oranının kurtarıcının vücut ağırlığı ile direkt ilişkili olduğu, etkili manuel kompresyonun yüksek vücut kitlesi gerektirdiği belirtilmiştir. Ana femoral arter yaralanmasında kanamanın 2 dakikadan daha kısa sürede hayatı tehdit edebileceği bilinmektedir (87). Hızlı müdahalenin hayat kurtarıcı olduğu bu durumda herhangi bir cihaz gerektirmeyen, hazırlama aşaması olmayan manuel kompresyonun hem ekonomik maliyet hem de transport gecikmelerini en aza indireceği düşünülmektedir. Fakat yapılan bu çalışma sonucunda yeterli kompresyonun belirli bir vücut kitlesinin altındaki kurtarıcılar tarafından etkili yapılamayacağı, etkili kompresyon yapılsa da sürdürülebilirliğinin zor olduğu vurgulanmıştır (86). Bu bilgiler ışığında yeni geliştirilmiş veya modifiye edilmiş eksternal bası cihazları öne çıkmaktadır.

“American Committee on Tactical Combat Casualty Care” geliştirilen cihazlarda bulunması gereken özelliklerin efektif kanama kontrolü, güvenilirlik, düşük ağırlık ve maliyet, hızlı uygulanabilirlik ve kolay taşınabilirlik olduğunu belirtmiştir. Günümüzde ticari ortamda eksternal bası cihazları bulunmaktadır: Junctional Emergency Treatment Tool (JETT, North American Rescue Products, Greer, SC), SAM Junctional Tourniquet (SJT, SAM Medical Products, Wilsonville,OR), Combat Ready Clamp (CRoC, Combat Medical Systems, Fayetteville, NC), Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet (AAJT, Compression Works, Hoover, AL).

## 1.5. İSKEMİ

### 1.5.1. Biyokimyasal Değişiklikler

Kan akımının kesilmesinden veya azalmasından saniyeler sonra fizyolojik ve metabolik değişiklikler oluşmaya başlar. Enerji metabolizması aerobik ya da mitokondriyal metabolizmadan anaerobik glikolize doğru kayar. Bu değişiklik dokuda oksihemoglobin ve oksimiyoglobin olarak tutulmuş bulunan oksijen kullanıldıktan hemen sonra ortaya çıkar. Potasyum iyonlarının dışarı sızması sonucunda membran potansiyeli azalır.

Yüksek enerjili fosfatlardan ve anaerobik glikolizden sağlanan enerji miyositlerin enerji ihtiyacını karşılamaktan çok uzaktır ve dokuda adenozin trifosfat (ATP) azalırken, adenozin difosfat (ADP) ve sonunda adenozin monofosfat (AMP) birikmeye başlar. Hücre içinde biriken AMP adenezine yıkılır ve ekstraselüler sıvıya difüze olarak adenin nükleotid havuzundan kaybedilir. İskeminin tersinir (geri dönüşümlü) fazının geç dönemlerinde adenin nükleotid havuzu başlangıç seviyesinin %30-40'ı kadardır. Yüksek enerjili fosfatların ana kaynaklarından biri olan kreatin fosfat rezervi kısa sürede büyük ölçüde azalır. Ekstraselüler sıvıda az miktarda glukoz bulunduğu anaerobik glikoliz substrat olarak glikojenolizden kaynaklanan glukoz-1-fosfat (glukoz-1-P)'ı kullanır. Doku glikojeni azalır. Bu süreçte, glukoz-1-P'tan yüksek enerjili fosfat üretimi esnasında laktat oluşur. Laktat ve laktata bağlı olarak H<sup>+</sup> birikir. Sadece 10 dakika iskemi sonrasında intraselüler pH 6.0'dan 5.8'e düşer ve laktat, inorganik fosfat, kreatin gibi intraselüler ozmotik etkili partiküller anlamlı derecede artar. Bu ozmotik yük nedeniyle şiddetli iskemiye maruz kalan dokuda intraselüler alanda az miktarda bulunan su artarak hücrenin şişmesine neden olur. Meydana gelen ödemin sarkoplazmik alanda artış şeklinde transmisyon elektron mikroskopunda da görülmesi mümkündür.

İskeminin ileri safhalarında lezyonlardaki değişiklik geri döndürülemez hale gelir. İskemi sırasında hücre membranında bulunan Na<sup>+</sup> /K<sup>+</sup> pompasının çalışması için gerekli olan enerji sağlanamaz. K<sup>+</sup> iyonları hücre dışına çıkarken Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonları da hücre içine girerler. Anaerobik glikolizle adenin trifosfat (ATP) üretilmeye çalışılır, bu da laktik asit üretimi ile sonuçlanır. Karbondioksitin birikimi karbonik asit (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) üretimi ile sonuçlanır, böylece asidoz artar. İki dakikalık iskemi sonrasında özellikle

beyin hücrelerinde ekstrasellüler pH 7.3'den en 6.7'e kadar düşebilmektedir. Adenin trifosfat bağımlı çalışan diğer bir pompa ise ekstrasellüler ve intrasellüler  $Ca^{+2}$ 'u dengelemektedir. İntrasellüler  $Ca^{+2}$  artışı ile proteolitik enzimler ve fosfolipazlar aktive olurlar. Fosfolipazların aktivasyonu araşidonik asit oluşumu ile sonuçlanır. Araşidonik asit direkt etkiyle mitokondriyal enzimleri inhibe eder ve serbest radikal oluşumunu arttırır.

### **1.5.2. İskemik Nefropati**

Tübülüs epitelyum hücreleri özellikle anoksiye duyarlı ve toksinlere hassastır. İskemi epitel hücrelerinde çok sayıda yapısal değişiklikler oluşturur, hücre polarite kaybı fonksiyonel olarak önemli bir erken olaydır. Tübülüs zedelenmesi ve sonucunda oluşan tübülüs debriler üriner akımı durdurur, sonuçta tübülüs içi basıncı artırarak glomerüler filtrasyon hızını azaltır. Ayrıca zedelenmiş tübülüslerden interstisyuma sıvı sızar, sonuçta interstisyel basınç artışı ve tübülüslerde kollaps gelişir.

İskemik böbrek zedelenmesi, glomerül filtrasyon hızının azalmasına sebep olan ciddi hemodinamik değişiklikler ile karakterizedir. En önemlilerinden biri intrarenal vazokonstriksiyon olup, medullanın dış kısmında (kalın çıkan kol proksimal tübülüs düz segmenti) fonksiyonel olarak önemli tübüllere gelen hem oksijenin hem de glomerüler plazma akımının azalmasına neden olur. Vazokonstriktör yolların bir grubu bu fenomenle (örneğin renin-anjiyotensin-norepinefrin) açıklanabilmesine rağmen son görüş vazokonstriksiyona endotelial vazokonstriktör endotelin salınmasında artış ve vazodilatatör nitrik oksit üretiminde azalmaya yol açan subletal endotelial zedelenmenin aracılık ettiği.

Sonuç olarak bu durum klinikte akut tübülüs nekrozla (ATN) sonuçlanır. ATN, şiddetli travma, pankreatit ve septisemiye kadar geniş bir yelpazede ortaya çıkan geri dönüşümlü bir böbrek lezyonudur. Akut böbrek yetmezliğinin en sık nedeni olan bu durumda idrar çıkışı 24 saat içinde oligürik düzey veya altına düşer. Tedavisinde altta yatan patolojik sürecin ortadan kaldırılması ve hidrasyon önemlidir.

### **1.5.3. Bağırsakta İskemik Değişiklikler**

İntestinal iskeminin gidişi iskeminin şiddeti, süresi daha önce kronik bir iskeminin var olup olmaması ve kollateral dolaşımın durumuna bağlıdır. Geçici fizyolojik değişimler ve reversibl morfolojik değişikliklerden transmural infarktüs, gangren ve perforasyona kadar gidebilen değişik patolojiler oluşabilir. İskeminin ilk sonuçları metabolik ve morfolojiktir. İskeminin başlangıcından sonra 10 dk. İçinde hücresel seviyede ultrastrüktürel değişiklikler oluşmaya başlar. 30 dk içinde intersellüler aralıkta ve bazal membranda sıvı birikimi görülür. Bu değişikliklerle genellikle standart ışık mikroskopisinde farkedilebilecek düzeyde değildir ve tamamıyla düzelebileceği gibi ilerleyerek daha ağır patolojilere dönüşebilir. Standart ışık mikroskopisinde görülebilecek ilk değişiklikler intestinal villüslerin kaybıdır. Hücresel seviyedeki değişikliklerin derecesi İskeminin süresine bağlı olarak değişir. İskeminin başlangıcından sonraki 24 saat içinde inflamatuvar cevap hafif derecede olabilir. Zaman geçtikçe polimorfonükleer lökositlerin hakim olduğu yoğun bir iltihabi hücre infiltrasyonu oluşmaya başlar. Villüslerin kaybindan sonra submukozal ve intramural kanama gelişir. Submukozal kanama resorbe olabilir veya üstteki mukoza nekroze olarak kanın lümenine boşalmasına ve yüzeysel ülserlerin oluşmasına yol açabilir. İskeminin şiddeti arttıkça yüzeysel segmental inflamasyon veya ülserasyon, segmental stenoz ve sonuçta perforasyon, gangren ve barsağın total likefaksiyonu ile sonuçlanabilecek bir kronik inflamasyon gelişebilir.

### **1.5.4. Mezenterde İskemik Değişiklikler**

İntestinal sistemde arteriyel perfüzyon basıncında akut bir azalma, rezistans arteriyollerin kompensatuvar dilatasyonu ile sonuçlanmaktadır. Bu otonom regülasyon, akut mezenter arter tıkanmasında yeterli doku perfüzyonunun sürdürülmesine yardımcı olur. İlginç olarak, bağırsak mezenterik kan akımında %75 oranında azalmaya 12 saat süreyle ışık mikroskopunda saptanabilecek bir değişikliğe yol açmaksızın direnebilirler, çünkü normal koşullarda oksijen mevcut mezenter kapillerlerinin beşte biri tarafından karşılanmaktadır.

Adaptif mekanizmalara rağmen, iskemi devam ederse, epitel disfonksiyonundan dolayı kapiller permeabilite artar, kan akımı kritik bir düzeyin altına indiğinde kılcal damarlardan dokuya maksimum oksijen ekstraksiyonuna rağmen lümeden dışa doğru yönelim gösteren hücre ölümü süreci başlar, önce villüs tepelerindeki epitel hücreleri lümene dökülür, oluşan mukozal nekroz ülserasyona dönüşür. İskemi devam ettiğinde submukoza ve muskularis proprianın infarktı transmural nekrozla sonuçlanır. Bu aşamada artık barsak artık canlılığını yitirmiştir. Eğer iskemik olay, erken aşamada geriye döndürülebilirse, epitel rejenere olur ve barsak yapısal ve işlevsel olarak normale döner (88).



## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamızda; YÜDHEK (Yeditepe Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu) tarafından 28 Mayıs- 6 Haziran 2015 düzenlenen 80 saatlik laboratuvar hayvanları kursunun tamamlanması sonrası verilen “Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası” ve yine YÜDHEK e yapılan etik kurul başvurusuna istinaden 27/01/2015 tarih ve 443 nolu izin ile başlandı.

YÜDETAM (Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) bünyesinden elde edilen 245-300 gr ağırlığında, 18 adet Sprague-Dawley tipi dişi sıçanlar kullanıldı. Sıçanlar yaklaşık  $21\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklıkta, 12 saat aydınlık-12 saat karanlık döngüsü ile korundu. Standart sıçan diyeti “ad libitum” olarak uygulandı. Deneysel çalışmadan önce sıçanlar tekli kafeslerde bir hafta süreyle gözlemlendikten sonra, hastalıklı olmadıklarından emin olunanlar araştırma için gruplara rastgele dağıtıldı. 2 adet sıçan ile bası uygulamasının etkinliğinin denenmesi için pilot çalışma gerçekleştirildi.



Şekil 2.1.YÜDETAM ( Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi)  
Laboratuvarı Girişi





**Şekil 2.2. YÜDETAM (Yeditepe Üniversitesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) Laboratuvarları.**



**Şekil 2.3. YÜDETAM Laboratuvarları, Sıçanların Saklanma Koşulları**

16 sıçan rastgele 4 gruba ayrılmıştır; Kontrol grubu (0.dakika) (n=4), 15.dakika (n=4), 30.dakika (n=4) ve 45.dakika (n=4). Sıçanlara genel anestezi altında abdominal aortaya mekanik bası aleti ile dışardan bası uygulanarak distale kan akımının geçmesini engellemek amaçlanmıştır. Süreçte oluşacak yan etkiler histopatolojik ve biyokimyasal açıdan değerlendirilmiştir. Kontrol grubunda hiç bası uygulanmadan lazer doppler ile kan akımı ölçülmüştür. Diğer gruplara ise sırasıyla 15, 30 ve 45'er dakika bası uygulanırken aynı anda kan akımı ölçümü yapılmıştır.



**Şekil 2.4. Femoral Arter Kan Akımı Ölçümü**

## 2.1. ANESTEZİ YÖNTEMİ

Hayvanlar bası işlemi uygulamadan önce 80mg/kg ketaminhidroklorür (Ketalar flakon, Pfizer, NewYork, USA) ve 7 mg/kg Xylazin (Rompun flakon, Bayer, İstanbul, Türkiye) intraperitoneal olarak enjekte edilip anestezide alınmıştır. Deney sırasında gerektiğinde bu dozların 1/4'ü tekrarlandı.

## 2.2. MEKANİK BASI ALETİ

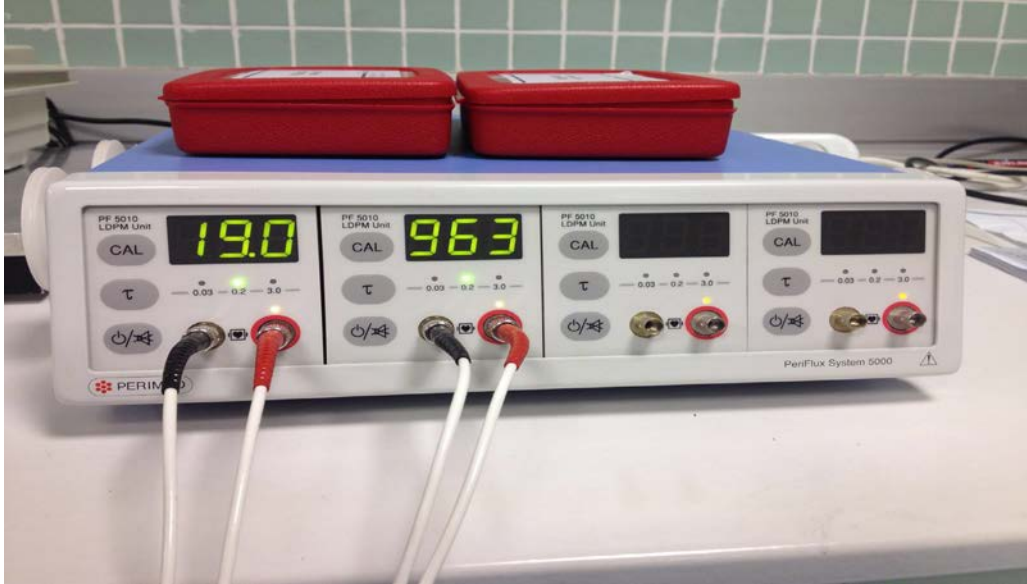
Bası işlemi, Fırat Üniversitesi Çocuk Cerrahisi ABD dan Prof. Dr. Ahmet KAZEZ tarafından özel olarak geliştirilmiş 1 adet metal bası cihazı ve sabitleyici platformu (Aygün 2001-06, Samsun, Türkiye) kullanılarak oluşturuldu. Uzun eksenini 15 cm, yatay eksenini 11 cm olan bu cihazın, vida sistemiyle sıkıştırıldığında en fazla 80 libreye (~ 36 Kg) kadar piston etkili basınç uygulayabilme potansiyeli vardı (89). Basınç uygulaması umbilikus üzerine, vidanın son kısmındaki 1 cm çaplı iki daire arasında 40 lb (~18 Kg) basınç uygulanarak gerçekleştirildi.



Şekil 2.5. Mekanik Bası Cihazı ve Lazer Doppler Cihazı



**Şekil 2.6. Mekanik Bası Cihazı Uygulanması**



**Şekil 2.7. Bası cihazının, Perimed-418 Master Probe/MT B500-0L240 ile Bası Sürekliliğinin Ve Distal Kan Akımının Ölçülmesi.**

### **2.3. KAN AKIMI ÖLÇÜLMESİ**

Abdominal aort pistonu uygulanan hayvanların femoral bölgesine lazer doppler probu (Perimed-418 Master Probe/MT B500-0L240) yerleştirilerek kan akımı ölçülmüştür. Her hayvandan bası öncesi normal kan akımı (970/999) değeri alınmıştır. Kan akımı probunun bağlı bulunduğu lazer doppler cihazı (Perimed/periflux 5000) ölçümden önce kalibre edilmiştir. Alınan veriler PSW Exm analiz yazılımı ile analiz edilmiştir. Ortalamaları alınan değerler uygun SPSS yöntemiyle istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

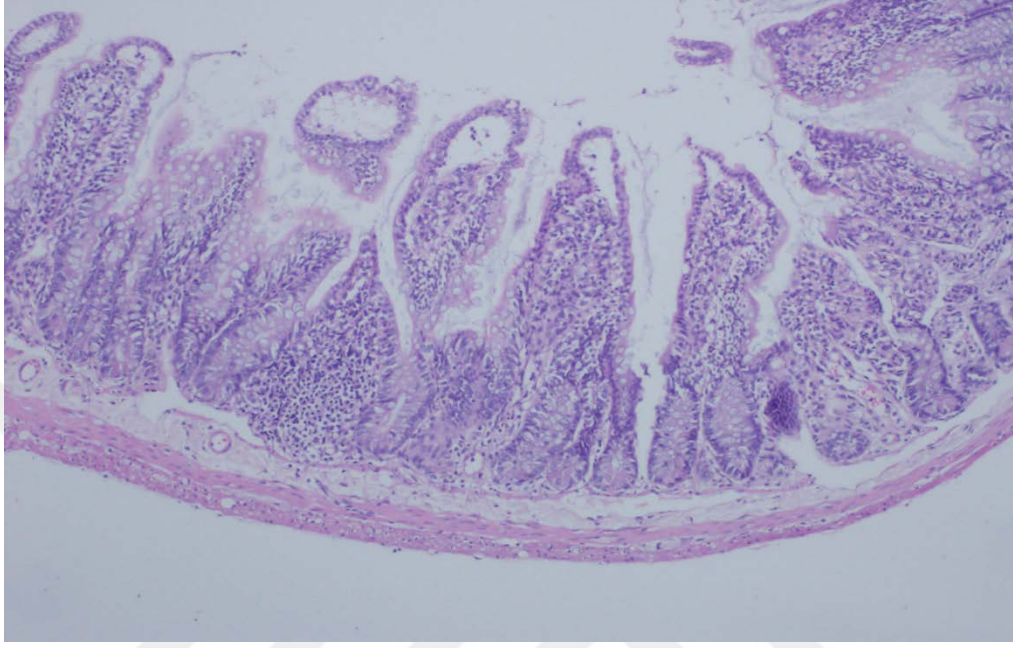
### **2.4. DOKU ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI**

Tüm gruplarda örnekleme işlemleri aynı olup, oluşturulan işlem masasında ve genel anestezi altında gerçekleştirildi. Bası işleminin süresi dolduktan sonra sıçan dekapite edilerek ve steril şartlarda, biyokimyasal analiz için kan örneği alınmıştır. Bütün örnekleme işlemleri ortalama 10 dakika içerisinde tamamlanmıştır. Sonrasında ksifoidin 1 cm kadar altından itibaren yaklaşık 2 cm'lik orta hat insizyon ile batın açıldı. Retroperitona ulaşılarak, patolojik çalışma için böbrek, mezenter ve ince bağırsak doku örnekleri alındı ve parçalar histopatolojik değerlendirme için %10'luk formaldehit içerisine kondu.

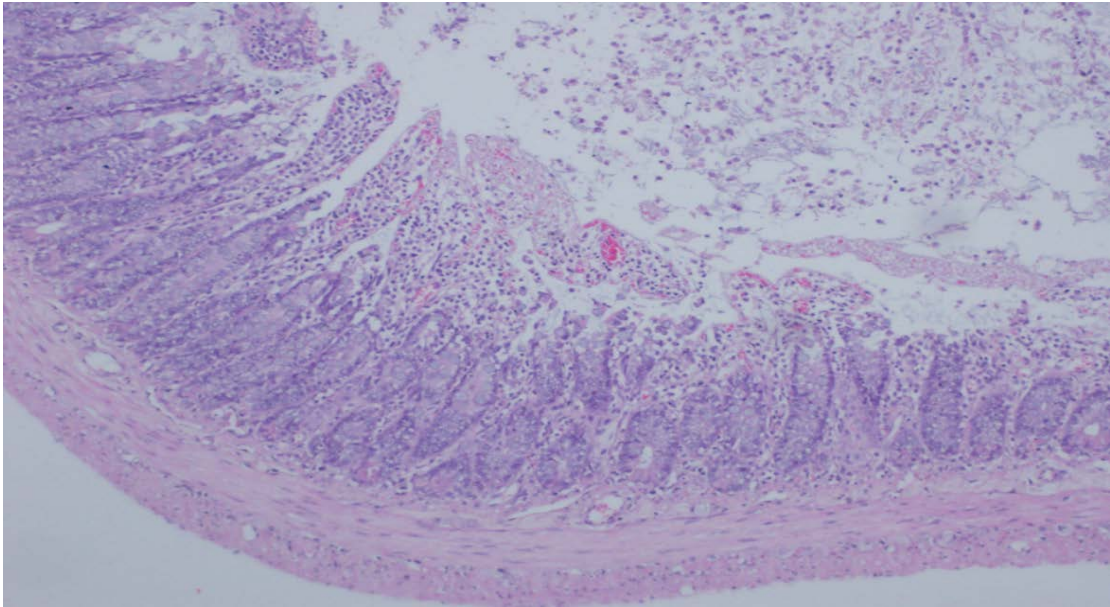
### **2.5. ÖRNEKLERİN PATOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

Sıçanların abdominal aortalarına 0 dakika, 15 dakika, 30 dakika ve 45 dakika olmak üzere bası uygulandıktan sonra mezenter, ince bağırsak ve böbrek doku örnekleri alındı. Örnekler, 24 saat boyunca %10'luk formalin solüsyonunda fikse edildi. Rutin doku takip işleminden (Thermo Shandon Excelcior Doku Takip Cihazı) sonra dokular parafine gömüldü. Her bir parafin bloktan elde edilen 4µm kalınlığındaki kesitler hematoxilen ve eozin (H&E) ile boyanarak ışık mikroskopunda (Olympus BX53) gruplar konusunda ön bilgisi olmayan bir patoloji uzmanı tarafından incelenerek değerlendirildi. Böbrekte oluşan hasar glomerüller hiperemi, glomerüller kanama, tübül epitel dejenerasyonu, interstisyel kanama ve interstisyel konjesyon varlığına göre değerlendirildi. Bağırsakta oluşan hasar epitel hasarı, hiperemi, konjesyon, kanama ve ödem varlığına bağlı değerlendirildi. Mezenter ise hiperemi, konjesyon, arter, ven ve damar dışına kanama varlığı ile değerlendirildi. Bu skora göre; 0 puan:

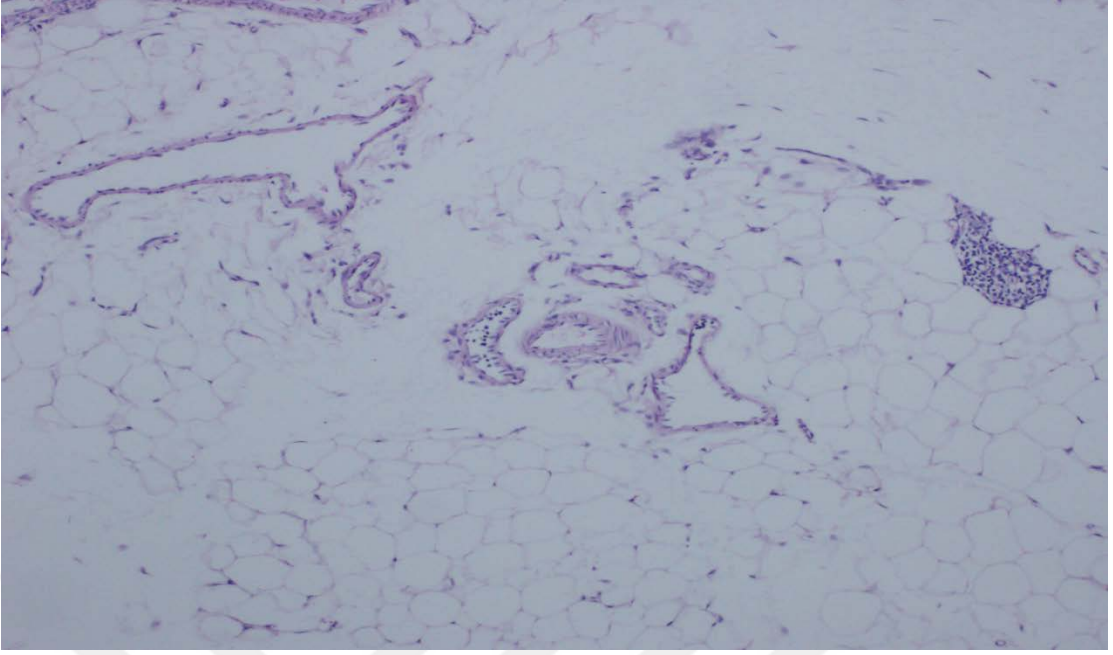
değişiklik yok; 1 puan: %25'in altında (hafif derecede) değişiklik; 2 puan: %25-50 oranında (orta derecede) değişiklik; 3 puan: %50-75 (şiddetli derecede), 4 puan %75 üzeri (çok şiddetli) değişiklik olarak puanlama yapıldı.



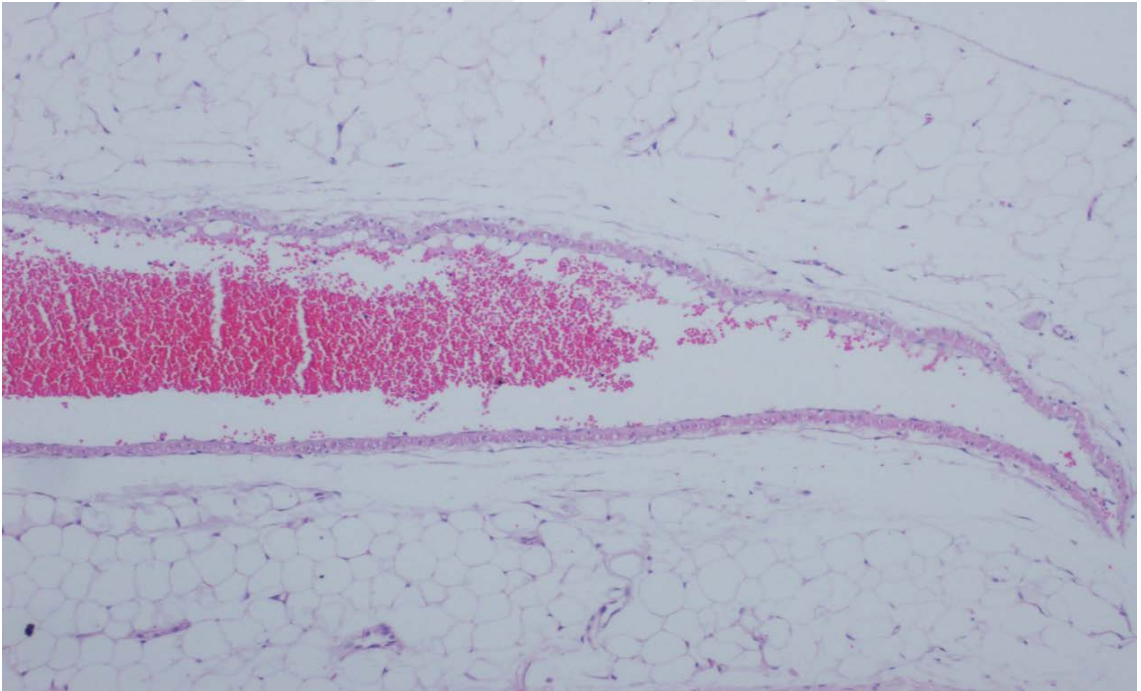
**Şekil 2.8. Kontrol Grubu Bağırsak Patoloji Kesiti, Mukoza Düzenli İzleniyor.**



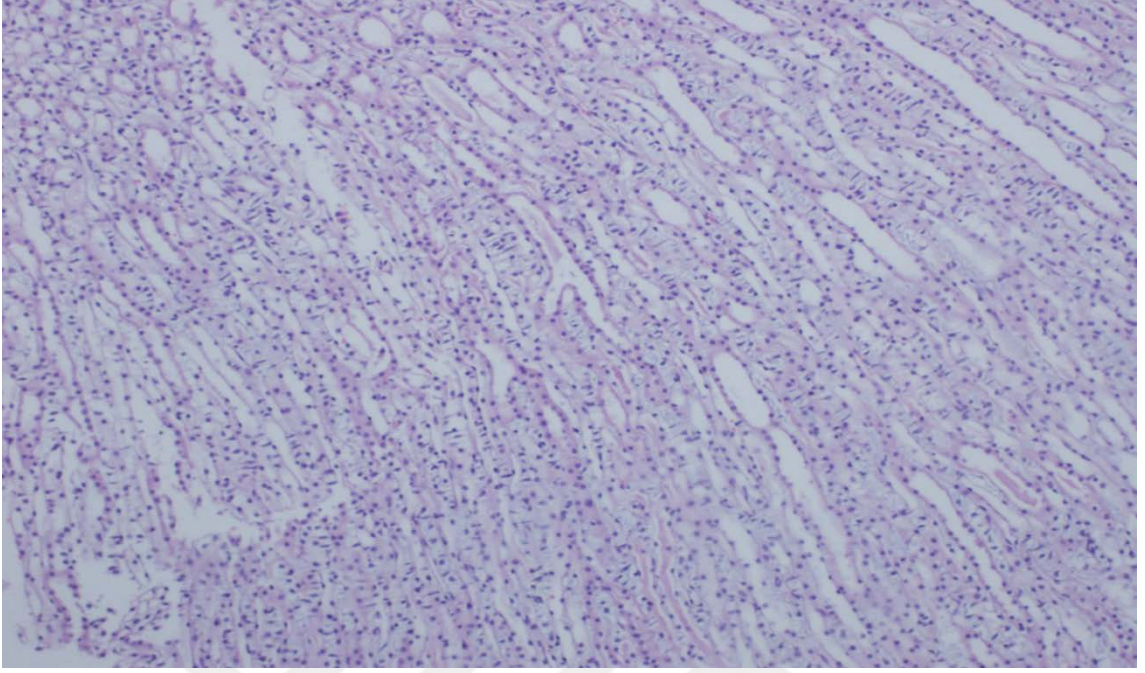
**Şekil 2.9. 45. Dakika Bağırsak Patoloji Kesiti, Epitelde Yüzeysel Ülserasyon İle Dökülme Ve İskemik Değişiklikler İzlenmekte**



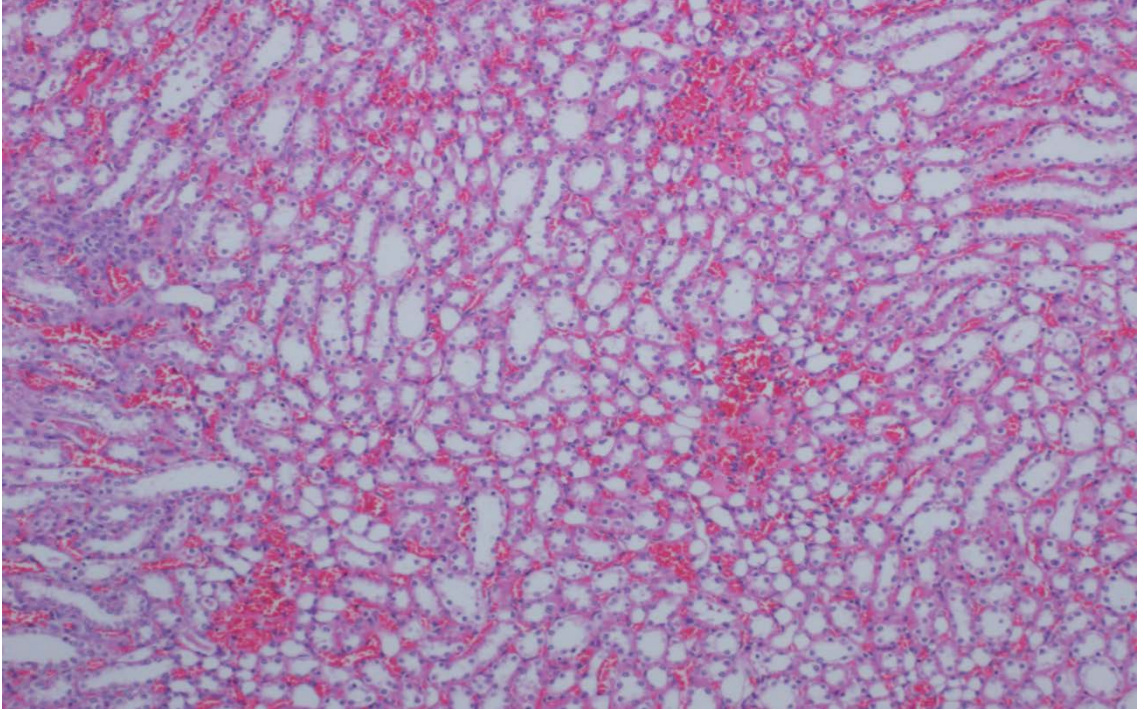
**Şekil 2.10. Kontrol Grubu Mezenter Patoloji Kesiti, Damar Lümenleri Hafif Geniş İzleniyor.**



**Şekil 2.11. 45. Dakika Mezenter Patoloji Kesiti, Damarlarda Belirgin Genişleme ve Lümenlerini Dolduran Eritrositler İzleniyor, Ağır Konjesyon Bulguları Mevcut.**



**Şekil 2.12. Kontrol Grubu Böbrek Patoloji Kesiti, Düzenli Tübül Yapıları Ve Damarlar İzleniyor.**



**Şekil 2.13. 45. Dakika Böbrek Patoloji Kesiti, Ağır Konjesyon Bulguları Ve Tübül Epitel Hücrelerinde Dejenerasyon Bulguları İzleniyor.**



## **2.6. ÖRNEKLERİN BİYOKİMYASAL OLARAK İNCELENMESİ**

Düz biyokimya tüplerine alınan kan örnekleri, pıhtılaşması için biraz beklendikten sonra 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrıldı ependorf tüplere koyuldu ve çalışmanın yapılacağı zaman kadar +4°C’de saklandı. K, Na, ALT, AST, BUN, kreatinin ve laktik asit ölçümleri, Roche-Cobas İntegra 400 marka otoanalizörde (Roche Diagnostic, Almanya) uygun kitler kullanılarak gerçekleştirildi.

## **2.7. İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME**

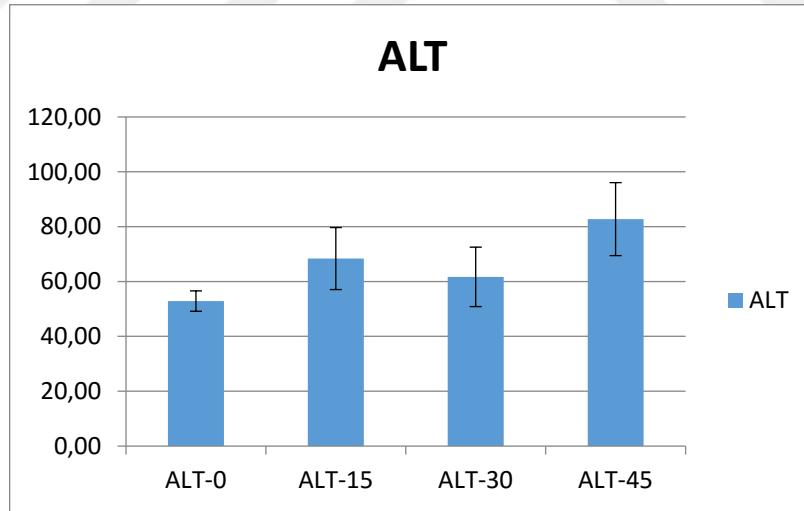
İstatistiksel analizler Non Parametrik testlerden K-related test ile bakılıp Friedmann analizi yapılmıştır. Gruplar birbirleri içinde kıyaslanıp, anlamlılık  $p<0,05$  olacak şekilde bakıldı.

### 3. BULGULAR

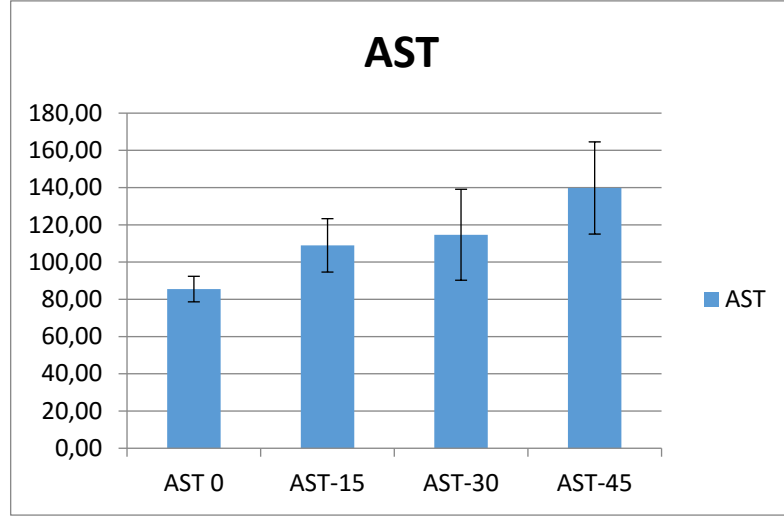
Çalışmamız YÜDETAM (Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Araştırmalar Merkezi) bünyesinde 18 adet Wistar-Albino tipi dişi sıçan ile yapılmıştır. 2 adet sıçan pilot çalışmada kullanılmış olup, 16 sıçan rastgele 4 gruba ayrıldı; Kontrol grubu (0.dakika) (n=4), 15.dakika (n=4), 30.dakika (n=4) ve 45.dakika (n=4).

Kontrol grubunda hiç bası uygulanmadan lazer doppler ile kan akımı ölçüldü. Diğer gruplara ise sırasıyla 15, 30 ve 45'er dakika bası uygulanırken aynı anda kan akımı ölçümü yapıldı. 15,30 ve 45. dakikada bası sonrası ölçülen kan akımlarında, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş izlendi (p:0.038)

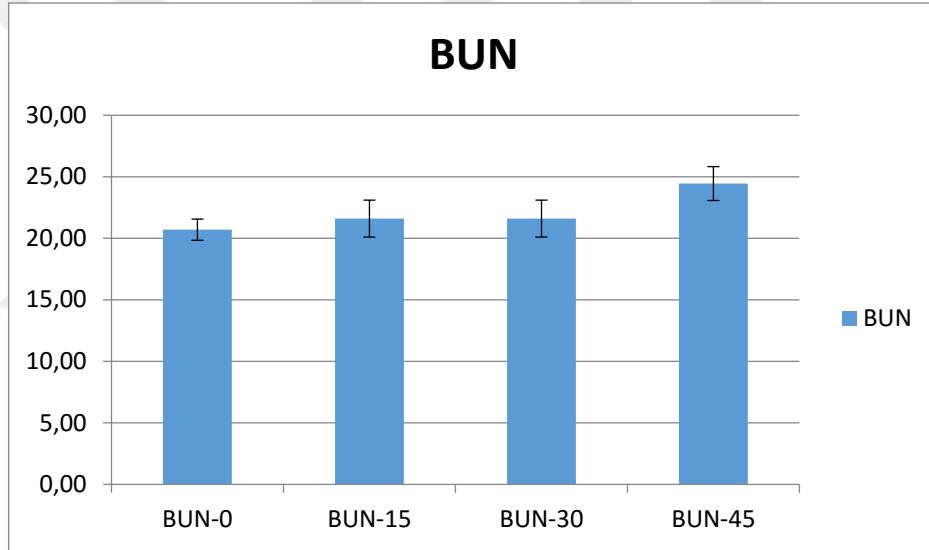
Mekanik bası sonrası alınan örneklerdeki biyokimyasal sonuçlar gruplara göre grafiklerde belirtilmiştir: ALT (Şekil 22), AST (Şekil 23), BUN (Şekil 24), kreatinin (Şekil 25) Na (Şekil 26), K (Şekil 27) ve laktik asit (Şekil 28)



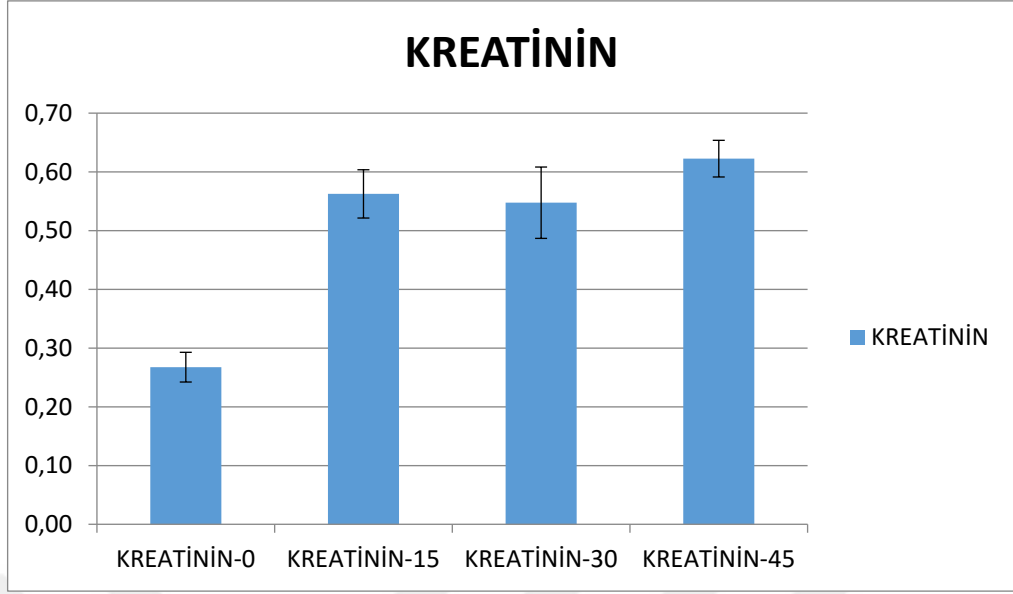
Şekil 3.1. Gruplara göre ALT değerleri.



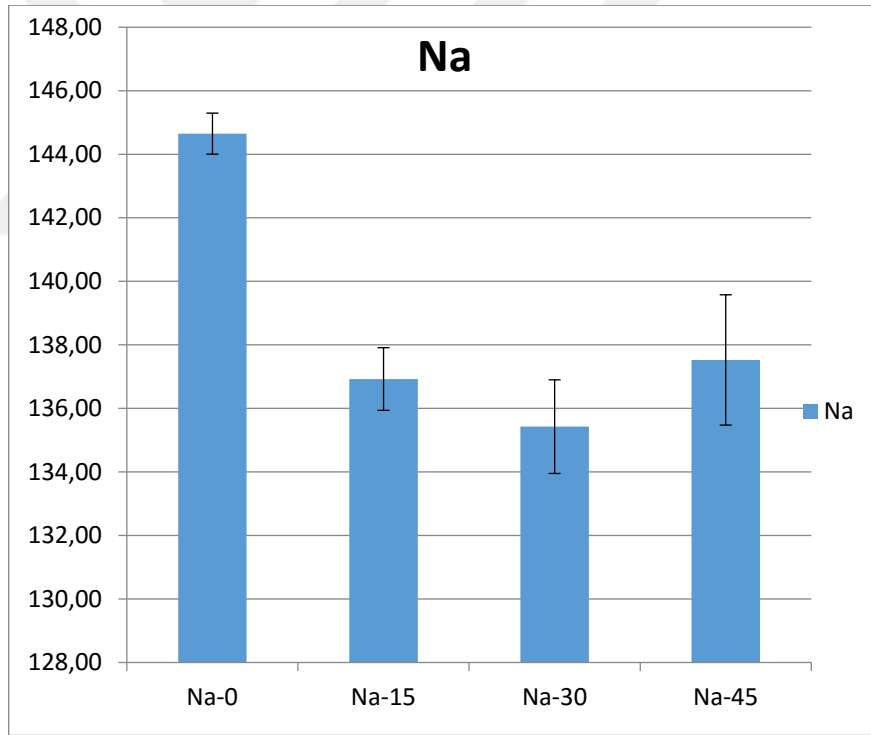
**Şekil 3.2. Gruplara Göre AST Değerleri**



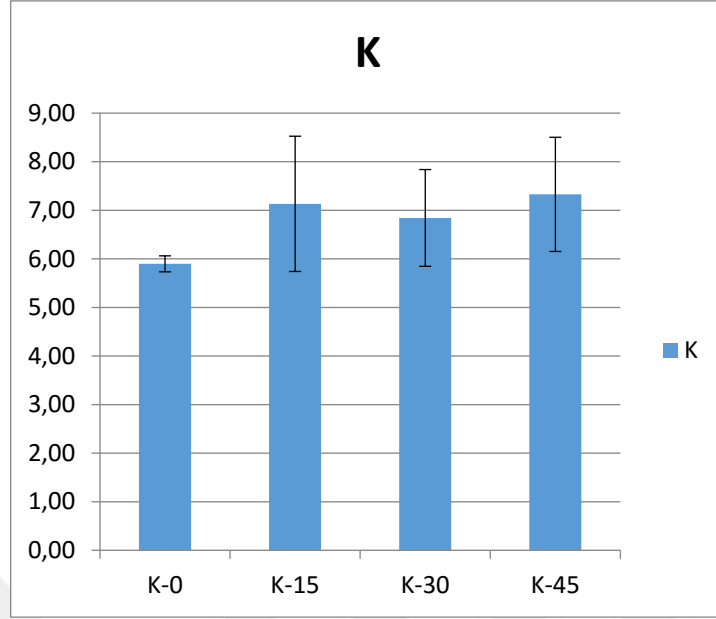
**Şekil 3.3. Gruplara göre BUN değerleri**



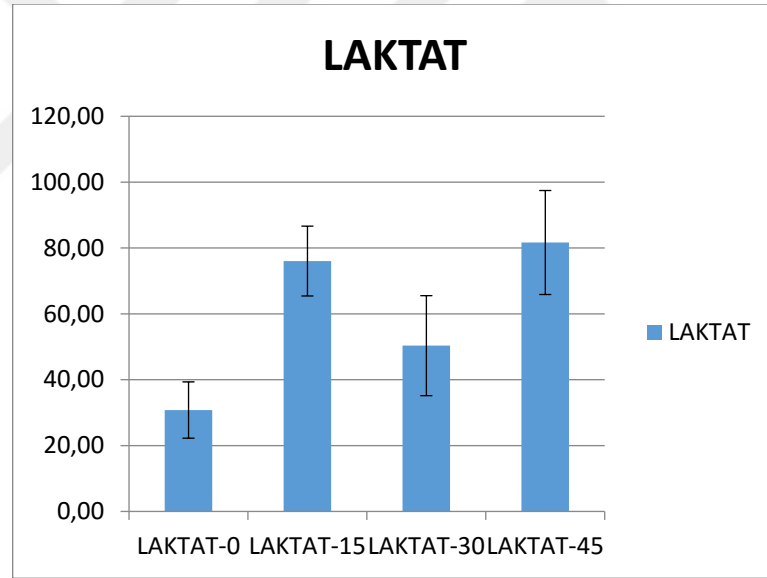
**Şekil 3.4. Gruplara Göre Kreatinin Değerleri**



**Şekil 3.5. Gruplara Göre Na Değerleri**



**Şekil 3.6. Gruplara Göre K Değerleri.**



**Şekil 3.7. Gruplara Göre Laktat Değerleri**

Yapılan biyokimyasal sonuç analizinde BUN, kreatinin, potasyum ve laktat değerlerinde 45.,30. ve 15. dakikada kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış izlendi.

**Tablo 3.1. Biyokimyasal Sonuçların Gruplara Göre Değerleri**

	ZAMAN				p Değeri
	0.Dakika	15.Dakika	30.Dakika	45.Dakika	
ALT	52,87±7,44	68,37±22,61	61,7±21,69	82,75±26,61	0,44
AST	85,5±13,71	108,97±28,68	114,67±48,85	139,8±49,48	0,615
BUN	20,7±1,72	21,6±3,0	21,6±3,0	24,45±2,75	0,129
KREATİNİN	0,26±0,05	0,56±0,082	0,54±0,12	0,62±0,062	0,059
Na	144,65±1,29	136,92±1,97	135,42±2,94	137,52±4,1	0,058
K	5,89±0,32	7,13±2,78	6,84±1,99	7,32±2,78	0,753
LAKTAT	30,79±17,08	76,03±21,2	50,34±30,36	81,67±31,58	0,112

Yapılan biyokimyasal incelemelerde ortalama ALT değeri kontrol grubunda 52,87 iken, 15. dakikada 68,37, 30. dakikada 61,7, 45. dakikada ise 82,75 olarak ölçüldü. Ortalama AST değerleri ise kontrol grubunda 85,5 iken, 15. dakikada 108,97, 30. dakikada 114,67, 45. dakikada ise 139,8 olarak ölçüldü. Ortalama BUN değerleri ise kontrol grubunda 20,7 iken, 15. dakikada 21,6, 30. dakikada 21,6, 45. dakikada ise 24,45 olarak ölçüldü. Ortalama kreatinin değerleri ise kontrol grubunda 0,26 iken, 15. dakikada 0,56, 30. dakikada 0,54, 45. dakikada ise 0,62 olarak ölçüldü. Ortalama serum sodyum değerleri ise kontrol grubunda 144,65 iken, 15. dakikada 136,92, 30. dakikada 135,42, 45. dakikada ise 137,52 olarak ölçüldü. Ortalama serum potasyum değerleri ise kontrol grubunda 5,89 iken, 15. dakikada 7,13, 30. dakikada 6,84, 45. dakikada ise 7,32 olarak ölçüldü. Ortalama serum laktat değerleri ise kontrol grubunda 30,79 iken, 15. dakikada 76,03, 30. dakikada 50,34, 45. dakikada ise 81,67 olarak ölçüldü.

Sıçanların abdominal aortalarına bası uygulandıktan sonra mezenter, ince bağırsak ve böbrek doku örnekleri alındı. Alınan örnekler gruplar konusunda ön bilgisi olmayan bir patoloji uzmanı tarafından incelenerek değerlendirildi, iskemiye bağlı oluşan hasar skorlandı.

**Tablo 3.2. Bağırsak Örneklerinin Patolojik Olarak İncelenmesi Sonrası İskemi Açısından Skorlanması.**

<b>BAĞIRSAK</b>																
	0.DAKİKA				15.DAKİKA				30.DAKİKA				45.DAKİKA			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
EPİTEL HASARI	4	0	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0	0	3	1	0
HİPEREMİ	4	0	0	0	3	1	0	0	2	1	1	0	0	4	0	0
KONJESYON	4	0	0	0	0	4	0	0	0	3	0	1	0	2	0	2
KANAMA	4	0	0	0	4	0	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0
ÖDEM	4	0	0	0	4	0	0	0	3	1	0	0	1	3	0	0

Yapılan bağırsak patolojik skorlamasında kontrol grubunda iskemiye dair bulgu görülmedi. 15. dakikada alınan örneklerin hiçbirinde kanama ve ödem görülmezken, tümünde konjesyon skoru 1 olarak izlendi. Örneklerin büyük çoğunluğunda epitel hasarı ve hiperemi görüldü. 30.dakikada epitel hasarı %75'inde görülmezken, %50'inde hiperemi skoru 1 ve 2 olarak izlendi. Kanama ve ödem örneklerin büyük çoğunluğunda izlenmezken, örneklerin %75'inde konjesyon skoru 1 idi. 45. dakikada alınan örneklerin büyük çoğunluğunda epitel hasarı, hiperemi, kanama ve ödem skorlaması 1 olarak görülürken, örneklerin %50'inde konjesyon skoru 3 olarak belirlendi. İskemi skorlama dağılımına bakıldığında bası süresi arttıkça yapılan skorlamanın arttığı izlendi.

**Tablo 3.3. Böbrek örneklerinin patolojik olarak incelenmesi sonrası iskemi açısından skorlanması**

<b>BÖBREK</b>																	
	0.DAKİKA				15.DAKİKA				30.DAKİKA				45.DAKİKA				
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	1,5	2	3
HİPEREMİ	0	4	0	0	0	4	0	0	0	4	0	0	0	2	1	1	0
KANAMA	0	4	0	0	3	1	0	0	3	1	0	0	0	4	0	0	0
TÜBÜLÜS EPİTEL DEJENERASYONU	2	2	0	0	2	2	0	0	0	2	2	0	0	1	0	2	1
İNERSTİSYEL KANAMA	3	1	0	0	1	1	1	1	0	2	1	1	1	0	0	2	1
İNERSTİSYEL KONJESYON	0	4	0	0	0	1	2	1	0	0	2	2	0	0	0	0	4

Yapılan renal patolojik skorlamasında kontrol grubunun skoru büyük çoğunlukla 1 olarak saptandı. 15.dakikada tüm örneklerde hiperemi skoru 1 olarak izlenirken, yalnızca %25'inde kanama skoru 1, %50 oranında tübül epitel dejenerasyonu skoru 1 olarak izlendi. İnterstisyel kanama yalnızca örneklerin %25'inde görülmezken, %25'inde 1, %25'inde 2 ve %25'inde 3 olarak skorlandı. İnterstisyel konjesyon örneklerin %50'inde 2 olarak skorlanırken, %25'inde konjesyon izlenmedi. 30. dakikada alınan örnekler incelendiğinde tüm örneklerde hiperemi skoru 1 olarak görülürken, yalnızca %25'inde kanama 1 olarak skorlandı. Tübüler epitel dejenerasyonu örneklerin %50'sinde 1 olarak, %50'sinde 2 olarak skorlandı. Örneklerin %50'sinde interstisyel kanama skoru 1 olarak izlenirken, %25'inde 2, %25'inde 3 olarak skorlandı. İnterstisyel konjesyon skoru ise örneklerin %50'sinde 2 iken %50'sinde 3 olarak izlendi. 45. dakikada alınan patoloji örneklerinin tümünde etkilenme izlendi. Hiperemi örneklerin %50'inde 1, %25'inde 1.5, %25'inde ise 2 olarak skorlandı. Alınan tüm örneklerde kanama skoru 1 idi. Tübül epitel dejenerasyonu örneklerin %50'inde 2 olarak, %25'inde 3, diğer %25'inde ise 1 olarak skorlandı. İnterstisyel kanama örneklerin %25'inde görülmezken %50'inde 2, %25'inde ise 3 olarak skorlandı. İskemi skorlama dağılımına bakıldığında bası süresi arttıkça yapılan skorlamanın arttığı izlendi.

**Tablo 3.4. Mezenter örneklerinin patolojik olarak incelenmesi sonrası iskemi açısından skorlanması.**

MEZENTER																				
	0.DAKİKA				15.DAKİKA					30.DAKİKA					45.DAKİKA					
	0	1	2	3	0	1	1,5	2	3	0	1	1,5	2	3	4	0	1	1,5	2	3
HİPEREMİ	4	0	0	0	1	2	1	0	0	0	2	2	0	0	0	1	3	0	0	0
KONJESYON	4	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	0	0	2	1	0	3	0	0	1
DAMAR ÇAP ARTER	0	4	0	0	0	2	0	2	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	4	0
DAMAR ÇAP VEN	0	4	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	3	0	0	0	0	1	3
DAMAR DIŞINA KANAMA	4	0	0	0	3	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	1	2	1	0	0

Mezenter dokusundan alınan örnekler incelendiğinde kontrol grubunda arter ve venlerde 1.derece etkilenme dışında herhangi bir patoloji izlenmedi. 15.dakikada alınan örneklerin hiperemi skoru %50'inde 1, %25'inde 1,5 olarak alınırken, kalan %25'de ise



hiperemi izlenmedi. Konjesyon skoru %50 örnekte 3 iken, %25'inde 1 olarak raporlandı, örneklerin %25'inde konjesyon gözlenmedi. Örneklerin %50'inde arter etkilenim skoru 2 iken, kalan örneklerde 1 olarak izlendi. Ven etkilenim skoru örneklerin %50'inde 3 iken, %25'inde 1 ve diğer %25'de 2 olarak belirtildi. Sadece %25'inde damar dışına kanama gözlendi. 30.dakikada alınan örneklerde %50'inde hiperemi skoru 1 iken kalan örneklerde 1,5 idi. Örneklerin %25'inde yoğun konjesyon (skor:4) görülürken, %50'inde skor 3, %25'inde ise skor 1 olarak belirlendi. Arter etkilenim skoru %75 örnekte 2 iken, kalan örneklerde 1 olarak raporlandı. Ven etkilenmesi ise %75 hastada 3, kalan %25'de ise 2 olarak skorlandı. Damar dışına kanama ise yalnızca örneklerin %50'inde 1 olarak skorlandı, kalan %50'de ise damar dışına kanama görülmedi. 45.dakikada alınan örneklerin %75'inde hiperemi skoru 1 olarak belirtilmiş olup kalan %25'de ise hiperemi izlenmedi. Aynı şekilde %75'inde konjesyon 1 olarak skorlanmış olup, %25'inde ise skor 3 olarak belirtildi. Arter etkilenmesi tüm örneklerde 2 olarak skorlanmış olup, %75'de ise ven etkilenmesi 3 olarak skorlandı. Örneklerin %25'inde ise ven etkilenim skoru 2 olarak raporlandı. Damar dışına kanama örneklerin %50'inde 1 olarak, %25'inde ise 1.5 olarak skorlandı. Diğer %25'de ise damar dışına kanama izlenmedi. İskemi skorlama dağılımına bakıldığında bası süresi arttıkça yapılan skorlamanın arttığı izlendi.

## 4. TARTIŞMA

Ekstremitte ve gövde-ekstremitte bileşke bölgelerinde oluşan yaralanmalar savaş alanlarında ve günlük hayattaki travmalarda hayatı tehdit eden sonuçlara neden olup (90), özellikle savaş alanlarında kanamaya bağlı ölümlerin en sık nedenidir (91,92). Kanama yönetiminde ise en önemli yaklaşımlardan biri hastanın kanını olabildiğince vücutta tutmak olduğu bilinmektedir (19). Özellikle sıvı desteğinin yapılamadığı hastaneye ulaşım öncesi olay yerinde bu yaklaşım daha da önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmalarda da tedavide periferik arter basısı amacıyla bası kullanımı önerilmiş, bu tedavinin olay yerinde başlamasının önemi vurgulanmıştır. (85,93) Ekstremitte yaralanmaları gibi basıya uygun alanlarda turnike önerilirken, turnikeye uygun olmayan inguinal bölge, aksilla, pelvik bölge gibi alan yaralanmalarında direkt bası önerilmektedir. Yapılan bir çalışma sonucunda direkt bası sırasında yeterli kompresyonun kurtarıcılar tarafından etkili yapılamayacağı, etkili kompresyon yapılsa da sürdürülebilirliğinin zor olduğu vurgulanmıştır (86). Bu nedenle eksternal bası cihazları geliştirilmiştir.

Özellikle savaş cerrahisinde son dönemde kanama kontrolü amacıyla, kanama kontrolünün çok zor olduğu gövde-ekstremitte bileşke alanlarına bası yapan yeni aygıtlar kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları abdominal aort üzerine uygulanıp, özellikle kasık gibi bileşke bölgeleri veya pelvik kanamalarda (travma veya doğum sonrası uterus rüptürü gibi) kanama kontrolünü sağlamakta başarılı bulunmuştur. Bu aygıtlar ile abdominal aortun iliak çatallanma düzeyinin üzerinden alt ekstremitte dolaşımı bloke edilerek kanama kontrolü sağlanmaktadır. Bu amaçla geliştiren cihazlar yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar verse de güvenilirlik ve yan etkiler konusunda soru işaretleri bulunmaktadır.

Lyon ve arkadaşlarının sağlıklı gönüllülerde AAJT uyguladıkları çalışmada, abdominal bası sonrasında 9 gönüllünün 7'sinde ana femoral arter akımında belirgin azalma izlemiş, herhangi bir komplikasyon görülmediği belirtilmiştir. Çalışmada aynı zamanda gönüllülerin bası uygulanması sonrası rahatsızlık hisleri sorgulanmış ve orta-ciddi derecede rahatsızlık hissi belirtilmiştir (94). 2013 yılında Taylor ve arkadaşları 16 sağlıklı gönüllüye AAJT uygulamış ve 15 gönüllüde femoral arter akımında belirgin azalma gösterilmiştir. Herhangi bir komplikasyonun görülmediği çalışmada gönüllüler

ağrı açısından sorgulandığında geçici tolere edilebilir bir ağrı tarifledikleri belirtilmiştir (95). İki çalışmada da AAJT uygulamasının başarılı sonuçlar verdiği fakat çalışmanın pelvik veya alt ekstremite hemorajisi olan hastalar ile tekrarlanmasının önemi vurgulanmıştır. Yaptığımız çalışmada umblikal bölgeye yaptığımız bası sonrası kan akımında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş izlenmiştir.

2011 yılında Tovmassian ve arkadaşları yayınladıkları olguda Afganistan’da travmatik ampütasyon nedeniyle CRoC ile kanama kontrolü yapılan ve transportu başarılı bir şekilde gerçekleşen bir askere yer vermişlerdir (96). Anestezi altında domuzlarda sol femoral arterde hasar yaratılarak alt ekstremite kanaması oluşturulan bir çalışmada CRoC uygulamasının başarısı incelenmiştir (97). Bu çalışmada hemorajinin efektif bir şekilde kontrol edilebildiği ayrıca alınan doku örneklerinin histopatolojik incelemesinde minimal enflamasyon dışında bulgu izlenmediği bildirilmiştir. Bizim alışmamızda bası sonrası alınan ince bağırsak, mezenter ve böbrek örneklerinin patolojik incelemesinde iskemi belirtilerine rastlanmıştır. CRoC ayrıca insan kadavra modellerinde ve domuzlarda çalışılmış ve inguinal hemorajiyi durdurmada başarılı görülmüştür (98). Mann-Salinas ve arkadaşları 2013’de yaptıkları bir çalışmada savaş alanı senaryolarında simüle edilmiş hasta modellerinde CRoC uygulanma hızını ve farklı yüzeylerde cihazın etkinliğini test etmişlerdir (99). Çalışma sonucunda belirlenen süre içinde %100 hemoraji kontrolü sağlanabilmiş olup, farklı yüzeylerde uygulamanın cihazın etkinliğini değil uygulama süresini değiştirdiği bildirilmiştir. En kısa uygulama süresinin düz yumuşak yüzeylerde elde edildiği söylenmiştir. Daha önce yapılan bir çalışma göz önüne alınarak kullanıcı performansının cihaz performansını etkilediği vurgulanmıştır (100).

CRoC, AAJT, JETT ve SAM gibi bası amaçlı geliştirilen 4 cihazı karşılaştıran bir çalışmada effektivite açısından CRoC en başarılı bulunmuştur (101). Herhangi bir komplikasyonun görülmediği bu çalışmada uygulamaya bağlı ağrı yakınması en fazla AAJT uygulananlarda görülmüştür. Yaptığımız piston modeli bu çalışmamızda femoral arter kan akımında benzer şekilde efektif bir azalma izlenmiştir.

Postpartum hemorajisinde eksternal aort kompresyonunun başarısını değerlendiren bir çalışmada hayatı tehdit eden şok ve ölümü engellemede kan transfüzyonundan sonra ikinci en etkili yöntemin eksternal aort kompresyonu olduğu

bildirilmiştir (102). Başka bir çalışmada ise özellikle hayatı tehdit eden postpartum hemorajili hastanın transportunda ve stabilizasyonunda eksternal aort kompresyonunun etkili bir yöntem olduğu belirtilmiştir (103). Abdominal aort anevrizma rüptürüne bağlı intraperitoneal hemoraji gelişen bir olguda eksternal manual kompresyonun etkilerini konu alan bir yayında uygulanan basının kanama kontrolünde efektif olduğu söylenmiştir (104).

Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet (AAJT) 'nin uygulandığı bir hayvan çalışmasında distal aort üzerine 60 dakika boyunca uygulanan bası sonrası minimal yan etkilerin izlendiği bildirilmiştir (94). Yapılan bu çalışmada belirgin bir bağırsak hasarı veya potasyum seviyesinde anlamlı bir artış izlenmediği, maksimum seviyenin 5.6 mEq/L olduğu belirtilmiştir. Bu bilgiler ışığında, iskemiye hassasiyetin bağırsaklardan daha az olduğu da göz önüne alınarak, aksilla ve kasık bölgesine uygulanan basının da belirgin yan etkilere yol açmayabileceği vurgulanmıştır (105). Bizim çalışmamızda serum potasyum seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış izlenmiştir. Bununla beraber alınan ince bağırsak örneklerinin patolojik incelemesinde bası sonrası iskemi belirtilerinin arttığı gözlenmiştir.

İskemi- reperfüzyon modelinin kullanıldığı hayvan deneylerinde ekstremitte dolaşımının bozulmasının kas hasarına neden olduğu gösterilmiştir (106). 2016 yılında yayınlanan bir çalışmada kas basısı sonrası serum sodyum seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş izlenmezken, serum potasyum seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yükselme izlendiği bildirilmiştir (107). Bizim çalışmamızda bası sonrası incelenen serum sodyum seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlıya yakın bir düşüş izlendi.

Abdominal aort basısının biyokimyasal ve patolojik sonuçlarının irdelendiği başka bir hayvan çalışmasında pnömotik abdominal bası cihazının 60 dakika uygulanması sonrası potasyum, laktat seviyelerine bakılmış ve patolojik inceleme amacıyla bağırsak örnekleme yapılmıştır (108). Başlangıçta, 55 ve 65. dakikalarda alınan örneklerin incelenmesi sonucunda serum potasyum ve laktat seviyelerinin klinik olarak anlamlı düzeye ulaşmamakla beraber serum laktat seviyesinin 55. dakika (3.6 mmol/L±0.95) ve 65. dakika (5,9 mmol/L±0,87) arasında anlamlı derecede arttığı bildirilmiştir. Yapılan makroskobik ve histolojik incelemelerde ise bağırsak

örneklerinde iskemi ve nekroz bulgusunun izlenmediği söylenmiştir. Mezenter dokusundaki zengin kollateral yapının iskemiye karşı koruyucu olduğu düşünülebilir (9). Aynı cihazla yapılan başka bir hayvan çalışmasında uygulama süresi farklı olarak 90 dakika olarak belirlenmiştir (109). Bu çalışmada 90 dakika sonrasında deneklerden birinde görülen serum potasyum seviyesinin (9.3 mg/L) endişe verici olduğu, bununla beraber yapılan bağırsak patolojik incelemelerinde direkt hasar, nekroz ya da iskemi bulgusuna rastlanmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda benzer şekilde serum potasyum ve laktat seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış izlenmiştir. Bununla beraber alınan ince bağırsak, mezenter ve böbrek örneklerinin patolojik incelemesinde bası süresi ile doğru orantılı olarak iskemi belirtilerinin arttığı gözlenmiştir.

Gövde-bileşke alanlarındaki kanamalarda eksternal aort kompresyonu ve bu amaçla geliştirilmiş cihazlar ile ilgili büyük çoğunluğu askeri olmak üzere çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların en önemli limitasyonu çalışmaya sağlıklı gönüllülerin dahil edilmesidir. Hemorajisi olan aort kompresyonu uygulanmış gerçek travma hastalarının dahil edildiği çalışma çok az sayıdadır. Aort kompresyonunun bir çok çalışmada kan akımını etkili bir şekilde azalttığı gösterilse de, yol açabileceği iskemi, reperfüzyon hasarı ve biyokimyasal değişiklikler büyük bir soru işareti olarak kalmıştır (94-98). Yapılan kısıtlı sayıdaki hayvan deneylerinde biyokimyasal değişiklikler ve bağırsak örneklerinin iskemi açısından patolojik incelemesi yapılmıştır. Yaptığımız “Abdominal aort basısının pelvik ve alt ekstremitte kanamalarının kontrolündeki etkinlik ve güvenilirliğinin araştırılması” isimli bu çalışmamızda, yaşamı tehdit eden kanamalarda olay yerinde anında yapılacak abdominal aorta piston modelli basının etkinliği anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçların klinikte kullanılabilmesi için ileri çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

## 5. SONUÇ

Her yıl dünya genelinde yüzbinlerce insan trafik kazalarında ve savaş alanlarında önlenebilir kan kayıplarından ötürü yaşamını yitirmektedir. Abdominal aort düzeyinde yapılacak bası, araç içi ve araç dışı trafik kazalarında oluşan pelvik bölge ve distalinde kalan bölümün travmasına bağlı kanamaların durdurulmasında hayati önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra mayın benzeri patlayıcılarla meydana gelen alt ekstremitte uzuv kopmaları sonucu oluşan kanamalarda ve postpartum uterin kanamalarda da kan kaybını önleyerek hastayı hayatta tutmayı sağlayan bir tekniktir. Abdominal anevrizma rüptürü sonucu oluşan ve bası yapmak için ulaşılması zor olan bölge kanamalarında da yine bu teknikten yararlanılabilir.

Umblikal bölgeye uygulanan bası ile aort akımının azaltılmasının kanama yönetiminde etkin olduğu gösterilmiş olsa da, yol açacağı iskemi ve biyokimyasal değişikliklerin etkileri net olarak bilinmemektedir. Çalışmamızda umblikal bölgeye yaptığımız bası sonrası kan akımında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş elde edilmiştir. Yapılan biyokimyasal incelemede ise diğer çalışmalara benzer şekilde serum potasyum ve laktat seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan artış izlenmiştir. İskeminin derecesini belirleme amacıyla yapılan ince bağırsak, mezenter ve böbrek örneklerinin patolojik incelemesinde ise bası süresi ile doğru orantılı olarak iskemi belirtilerinin arttığı gözlenmiştir.

Bu bulgular ışığında uzamış süreler ile aort kompresyonu uygulanmasının biyokimyasal ve patolojik değişikliklere yol açtığı görülmüştür. İskemi ve reperfüzyon hasarının önlenmesi amacıyla güvenli bası süresinin belirlenmesi veya aralıklı olarak bası cihazının açılması uygulanabilecek çözümler arasındadır. Ön çalışma olarak tasarlanan çalışmamızın büyütülerek tekrarlanması amaçlanmaktadır. Bu bilgilerin klinikte kullanılabilmesi için ileri çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Holcomb, John B., et al. "Causes of death in US Special Operations Forces in the global war on terrorism: 2001–2004." *Annals of surgery* 245.6 (2007): 986-991.
2. Keel, Marius, and Otmar Trentz. "Pathophysiology of polytrauma." *Injury* 36.6 (2005): 691-709.
3. 69. Grey's Anatomy 3. baskı , Williams-Warwick 1980.
4. Vandamme JP, Bonte J. Vascular anatomy in abdominal surgery. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 1990; 4-16., Vandamme JP, Bonte J. The branches of the celiac trunk. *Acta Anat (Basel)* 1985; 122:110-4.
5. Moore K.L. : Clinically Oriented Anatomy. 2. Basım, Williams and Wilkins, New York, 1985.
6. Çavdar S. , Tuncalı S.E. : Truncus coeliacus. *Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi.*, 4: 646-649, 1991.
7. Michels N.A.: The hepatic, cystic and retroduodenal arteries and their relations to the biliary ducts. *Ann. Surg.*, 133: 503-524, 1951.
8. Lippert H, Pabst R. Arterial variations in man. New York, NY: Springer-Verlag, 1985.
9. Walker, T. Gregory. "Mesenteric vasculature and collateral pathways." *Seminars in interventional radiology*. Vol. 26. No. 3. 2009.
10. Engelbrecht HE, Keen EN, Fine H, et al. The radiological anatomy of the parenchymal distribution of the renal artery. *S Afr Med J* 1969; 43:826- 834.
11. El-Galley RES, Keane TE. Embryology, anatomy, and surgical applications of the kidney and ureter. *Surg Clin North Am* 2000; 80:381– 401.
12. Health 21-health for all in the 21st century. Available from: ([http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file.](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file.)).
13. Fingerhut LA, Warner M: *Injury Chatbook*. Health, United States, 1996- 97. Hyattsville, MD, National Center for Health Statistics, 1997
14. National Center for Health Statistics, US Department of Health and Human Service monthly vital statistics report, advance report of final mortality statistics. 43:1-76, 1992

15. T.C Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. 1990 yılı ulaşım ve trafik kazaları istatistikleri. 1-45, 1991
16. Türkiye Hastalık Yüğü Çalışması 2004. Ünüvar N, Mollasalihoğlu S, Yardım N (ed.). T.C. Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı, Hıfzısıhha Mektebi Müdürlüğü. Ankara, Türkiye, Aralık 2006
17. AAOS Comprehensive Orthopaedic Review 2 Martin I. Boyer, August 2014
18. Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Hizmetleri Başkanlığı, Genel Kaza İstatistikleri. [http://www.trafik.gov.tr/istatistikler/istatistikler\\_s.asp](http://www.trafik.gov.tr/istatistikler/istatistikler_s.asp)
19. Bulger, Eileen M., et al. "An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma." *Prehospital Emergency Care* 18.2 (2014): 163-173.
20. Tümay V, Tokyay R Hipovolemik Şok. *Yoğun Bakım Dergisi* 2002;2(4):246-254.
21. Hammers, David W., et al. "Functional deficits and insulin-like growth factor-I gene expression following tourniquet-induced injury of skeletal muscle in young and old rats." *Journal of applied physiology* 105.4 (2008): 1274-1281.
22. Tecimer, Taskin, et al. "Usage of tourniquet in extremity surgery." *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 29.2 (1995): 172-176.
23. Majno G. *The Healing Hand: Man and Wound in the Ancient World*. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1975:278 –9, 403–5.
24. Noordin S, McEwen JA, Kragh JF, Jr., Eisen A, Masri BA, . Surgical tourniquets in orthopaedics. *J Bone Joint Surg Am*. 2009; 91 (12):2958-67
25. Packard JH. *A Manual of Minor Surgery*. Philadelphia: Lippincott;1863.
26. Fu Kuo-Tai L. Great Names in the History of Orthopaedics XIV: Joseph Lister (1827–1912) Part 1. *J Orthop Trauma Rehabil*. 2010; 14 (2):30–8.
27. Cushing H. Pneumatic tourniquets: with especial reference to their use in craniotomies. : *Medical news*; 1904.
28. Reis Jr AD. Intravenous regional anesthesia first century (1908-2008): Home, development and current state. *Braz J Anesthesiol*.2008; 58 (3):299–322.
29. Klenerman L. The tourniquet in surgery. *J Bone Joint Surg Br*.1962; 44-B :937–43.



30. Walters TJ, Wenke JC, Kauvar DS, et al. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care* 2005;9:416–22.
31. Whitehead DJ, MacDonald SJ. TKA sans tourniquet: let it bleed:opposes. *Orthopedics*. 2011; 34 (9):e497–9.
32. Green , O, P.: General Principles. In *Operative Hand Surgery*. edited by David H. Green. Ed. 3 Vol: 1 pp 5-11. New York. Churchill-Livingstone, 1993 .
33. Oragui E, Parsons A, White T, Longo UG, Khan WS. Tourniquet use in upper limb surgery. *Hand (N Y)*. 2011; 6 (2):165–73.
34. Ishii Y, Noguchi H, Matsuda Y, Takeda M, Higashihara T. A new tourniquet system that determines pressures in synchrony with systolic blood pressure in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*.2008; 23 (7):1050–6.
35. Crenshaw, A. H.: Surgical Techniques. In *Campbell 's Operative Or/hopaedics*, dii ed by A. H. Crenshaw. Ed. 8 Vol : 1 pp 3-4, Si Louis C. V. Mosby, 1992.
36. Sapega. A. A .. Heppenstali. R. B .. Chance, B .. Park, Y. S., Sokolow, O.: Optimizing Tourniquet Application and Release Times in Extremity Surgery. *JBJS 67-A*: 303-314, 1985.
37. Wilgis ES. Observations on the effects of tourniquet ischemia. *J Bone Joint Surg*. 1971; 53 (7):1343–6.
38. Beekley AC, Sebesta JA, Blackburne LH, Herbert GS, Kauvar DS, Baer DG, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma*.2008; 64 (2 Suppl):S28–37.
39. Fish JS, McKee NH, Kuzon WM, Jr., Plyley MJ. The effect of hypothermia on changes in isometric contractile function in skeletal muscle after tourniquet ischemia. *J Hand Surg Am*. 1993; 18 (2):210–7
40. Swanson AB, Livengood LC, Sattel AB. Local hypothermia to prolong safe tourniquet time. *Clin Orthop Relat Res*. 1991(264):200–8.
41. Papaioannou N, Kalivas L, Kalavritinos J, Tsourvakas S. Tissue concentrations of third-generation cephalosporins (ceftazidime and ceftriaxone) in lower extremity tissues using a tourniquet. *Arch Orthop Trauma Surg*. 1994; 113 (3):167–9.

42. Friedman RJ, Friedrich LV, White RL, Kays MB, Brundage DM, Graham J. Antibiotic prophylaxis and tourniquet inflation in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1990(260):17–23.
43. Bannister GC, Auchincloss JM, Johnson DP, Newman JH. The timing of tourniquet application in relation to prophylactic antibiotic administration. *J Bone Joint Surg Br.* 1988; 70 (2):322–4.
44. Akinyoola AL, Adegbehingbe OO, Odunsi A. Timing of antibiotic prophylaxis in tourniquet surgery. *J Foot Ankle Surg.* 2011; 50 (4):374–6.
45. Estebe JP, Malledant Y. [Pneumatic tourniquets in orthopedics]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1996; 15 (2):162–78.
46. Estebe JP, Kerebel C, Brice C, Lenaoures A. [Pain and tourniquet in orthopedic surgery]. *Cah Anesthesiol.* 1995; 43 (6):573–8.
47. Inal S, Er M, Ozsoy M, Cavusoglu A, Dincel V, Sakaogullari A. Comparison of two different anesthesia techniques for tourniquet pain with the use of forearm tourniquet. *Iowa Orthop J.* 2009; 29 :55–9.
48. Turan A, White PF, Karamanlioglu B, Pamukcu Z. Premedication with gabapentin: the effect on tourniquet pain and quality of intravenous regional anesthesia. *Anesth Analg.* 2007; 104 (1):97–101.
49. Arslan M, Canturk M, Ornek D, Gamli M, Pala Y, Dikmen B, et al. Regional intravenous anesthesia in knee arthroscopy. *Clinics (Sao Paulo).* 2010; 65 (9):831–5.
50. Jankovic RJ, Visnjic MM, Milic DJ, Stojanovic MP, Djordjevic DR, Pavlovic MS. Does the addition of ketorolac and dexamethasone to lidocaine intravenous regional anesthesia improve postoperative analgesia and tourniquet tolerance for ambulatory hand surgery? *Minerva Anesthesiol.* 2008; 74 (10):521–7.
51. Bellamy RF. "Combat trauma overview". In: Zajtchuk R, Grande CM, eds. (2005) *Textbook of military medicine part IV: surgical combat casualty care.* Office of the Surgeon General, US Army.
52. Lakstein D, Blumenfield A, Sokolov T, et al. (2003) "Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4 year accumulated experience." *Journal of Trauma.* 54(5 Suppl):S221–5.

53. Robbins, S. L., Corr, R. S., Coumar, W.: *Logic Basis of Disease*. Ed. 3, pp 2-17. Philadelphia. W. B. Saunders. 1984.
54. Yenson, M.: *insan Biyokimyaya* 5. Bask 1. s. 58, istanbul a Yayınları, 1984.
55. Heppenstall RB, Balderston R, Goodwin C. Pathophysiologic effects distal to a tourniquet in the dog. *J. Trauma*. 1979; 19:234–238. [PubMed: 35619]
56. Ouriel K, Shortell CK, DeWeese JA, Green RM, Francis CW, Azodo MV, Gutierrez OH, Manzione JV, Cox C, Marder VJ. A comparison of thrombolytic therapy with operative revascularization in the initial treatment of acute peripheral arterial ischemia. *J. Vasc. Surg*. 1994; 19:1021–1030.
57. Bolton, C. F., McFarlane. R. M.: *Human Pneumatic Tourniquet Paralysis*. *Neurology*, 28: 787-793, 1978.
58. Spiegel, i. J., Lewin, P.: *Tourniquet Paralysis*. *JAMA*, 129: 432- 435, 1945.
59. Yates, S. K., Hurst, L. N., Brown, W. F.: *The Pathogenesis of Pneumatic Tourniquet Paralysis in Man*. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 44: 759-761. 1981.
60. Love, B. R. T.: *The Tourniquet*. *Aust. N. Z. J. Surg*. 48: 66-70. 1978
61. Odinson A, Finsen V. Tourniquet use and its complications in Norway. *J Bone Joint Surg Br*. 2006; 88 (8):1090–2.
62. Fry D. Inaccurate tourniquet gauges. *Br Med J*. 1972; 1 (5798):511.
63. Hallett J. Inaccuracies in measuring tourniquet pressures. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1983; 286 (6373):1267–8.
64. Pollard BJ, Lovelock HA, Jones RM. Fatal pulmonary embolism secondary to limb exsanguination. *Anesthesiology*. 1983; 58 (4):373–4.
65. Samaan HA. Pulmonary embolism under general anaesthesia, following Esmarch bandage in injuries of lower limb. *Anaesthesia*. 1970; 25 (3):445.
66. Darmanis S, Papanikolaou A, Pavlakis D. Fatal intra-operative pulmonary embolism following application of an Esmarch bandage. *Injury*. 2002; 33 (9):761–4.
67. Nishiguchi M, Takamura N, Abe Y, Kono M, Shindo H, Aoyagi K. Pilot study on the use of tourniquet: a risk factor for pulmonary thromboembolism after total knee arthroplasty? *Thromb Res*. 2005; 115 (4):271–6.

68. Parment JL, Horrow JC, Berman AT, Miller F, Pharo G, Collins L. The incidence of large venous emboli during total knee arthroplasty without pneumatic tourniquet use. *Anesth Analg*. 1998; 87 (2):439–44.
69. Kato N, Nakanishi K, Yoshino S, Ogawa R. Abnormal echogenic findings detected by transesophageal echocardiography and cardiorespiratory impairment during total knee arthroplasty with tourniquet. *Anesthesiology*. 2002; 97 (5):1123–8.
70. Shemshaki H, Tehranfar Laripour A, Saadati H, Jalalian M. Effects of Pneumatic Tourniquet on Knee Surgery.
71. Parment JL, Horrow JC, Singer R, Berman AT, Rosenberg H. Echogenic emboli upon tourniquet release during total knee arthroplasty: pulmonary hemodynamic changes and embolic composition. *Anesth Analg*. 1994; 79 (5):940–5.
72. DeLee JC, Rockwood CA, Jr.. Current concepts review. The use of aspirin in thromboembolic disease. *J Bone Joint Surg Am*. 1980; 62 (1):149–52.
73. Francis CW, Pellegrini VD, Jr., Stulberg BN, Miller ML, Totterman S, Marder VJ. Prevention of venous thrombosis after total knee arthroplasty. Comparison of antithrombin III and low-dose heparin with dextran. *J Bone Joint Surg Am*. 1990; 72 (7):976–82.
74. Smith DE, McGraw RW, Taylor DC, Masri BA. Arterial complications and total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001; 9 (4):253–7.
75. O'Neil D, Sheppard JE. Transient compartment syndrome of the forearm resulting from venous congestion from a tourniquet. *J Hand Surg Am*. 1989; 14 (5):894–6.
76. Luk KD, Pun WK. Unrecognised compartment syndrome in a patient with tourniquet palsy. *J Bone Joint Surg Br*. 1987; 69 (1):97–9.
77. Greene TL, Louis DS. Compartment syndrome of the arm--a complication of the pneumatic tourniquet. A case report. *J Bone Joint Surg Am*. 1983; 65 (2):270–3.
78. Moore MR, Garfin SR, Hargens AR. Compartment syndrome of the thigh complicating surgical treatment of ipsilateral femur and ankle fractures. *J Orthop Trauma*. 1987; 1 (1):71–3.

79. Tetzlaff JE, O'Hara J, Jr., Yoon HJ, Schubert A. Tourniquet-induced hypertension correlates with autonomic nervous system changes detected by power spectral heart rate analysis. *J Clin Anesth.*1997; 9 (2):138–42.
80. Zaman SM, Islam MM, Chowdhury KK, Rickta D, Ireen ST, Choudhury MR, et al. Haemodynamic and end tidal CO2 changes state after inflation and deflation of pneumatic tourniquet on extremities. *Mymensingh Med J.* 2010; 19 (4):524–8.
81. Fisher B, Roberts CS. Tourniquet use and sickle cell hemoglobinopathy: how should we proceed? *South Med J.* 2010; 103 (11):1156–60.
82. Tredwell SJ, Wilmink M, Inkpen K, McEwen JA. Pediatric tourniquets: analysis of cuff and limb interface, current practice, and guidelines for use. *J Pediatr Orthop.* 2001; 21 (5):671–6.
83. Reilly CW, McEwen JA, Leveille L, Perdios A, Mulpuri K. Minimizing tourniquet pressure in pediatric anterior cruciate ligament reconstructive surgery: a blinded, prospective randomized controlled trial. *J Pediatr Orthop.* 2009; 29 (3):275–80.
84. Misra A, Panda A, Sharma R. Tourniquet cuff pressures in pediatric patients: urgent need to device guidelines? *Paediatr Anaesth.*2010; 20 (4):369–70.
85. Murphy, Chris, et al. "New tourniquet device concepts for battlefield hemorrhage control." *Prehospital Combat Casualty Care* (2011): 38.
86. Blaivas, Michael, et al. "Control of hemorrhage in critical femoral or inguinal penetrating wounds—an ultrasound evaluation." *Prehospital and disaster medicine* 21.06 (2006): 379-382.
87. Douma, Matthew, and Peter George Brindley. "Abdominal Aortic and Iliac Artery Compression Following Penetrating Trauma: A Study of Feasibility." *Prehospital and disaster medicine* 29.03 (2014): 299-302.
88. Gönen Ö. Barsakların Vasküler Hastalıkları. İliçin G, Ünal S, BiberöglüK, Akalın S, Süleymanlar G (Editörler). *Temel İç Hastalıkları'nda*. 1. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2004. s.1018-23.
89. Özel Ş.Kerem, Köseoğulları A.Aysel, Kazez Ahmet, Akpolat Nusret, İlhan Nevin. Ezilme yaralanması oluşturulan sıçanlardaki böbrek hasarına melatoninin etkisi *Çocuk Cerrahisi Dergisi*, 20(2):105-110, 2006.

90. Blackbourne, Lome H., et al. "Joseph Lister, noncompressible arterial hemorrhage, and the next generation of" tourniquets"?.*" US Army Medical Department Journal* (2008): 56-60.
91. Andersen RC, Shawen SB, Kragh JF Jr, et al. Special topics. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20 (Suppl 1):S94-8
92. Kragh Jr, J. F., et al. "Us Military experience with junctional wounds in war from 2001 to 2010." *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals* 13.4 (2012): 76-84.
93. Kotwal, Russ S., et al. Management of junctional hemorrhage in tactical combat casualty care: TCCC Guidelines-Proposed Change 13-03. Army Inst of Surgical Research Fort Sam Houston Tx, 2013.
94. Lyon, Matt, et al. "Use of a novel abdominal aortic tourniquet to reduce or eliminate flow in the common femoral artery in human subjects." *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 73.2 (2012): S103-S105.
95. Taylor, David M., Martin Coleman, and Paul J. Parker. "The evaluation of an abdominal aortic tourniquet for the control of pelvic and lower limb hemorrhage." *Military medicine* 178.11 (2013): 1196-1201.
96. Tovmassian, R.V., et al. "Combat ready clamp medic technique." *Journal of special operations medicine: a peer reviewed journal for SOF medical professionals* 12.4 (2011):72-78.
97. Kheirabadi, Bijan S., et al. "In vivo assessment of the Combat Ready Clamp to control junctional hemorrhage in swine." *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 74.5 (2013): 1260-1265.
98. Dubick, Michael A., and John F. Kragh Jr. Evaluations of the combat ready clamp to control bleeding in human cadavers, manikins, swine femoral artery hemorrhage model and swine carcasses. Army Inst of Surgical Research Fort Sam Houston Tx, 2012.
99. Mann-Salinas, Elizabeth A., et al. "Assessment of users to control simulated junctional hemorrhage with the Combat Ready Clamp (CRoC™)." *International journal of burns and trauma* 3.1 (2013): 49.

100. Kragh Jr, John F., et al. "The military emergency tourniquet program's lessons learned with devices and designs." *Military medicine* 176.10 (2011): 1144-1152.
101. Kragh, John F., et al. "Performance of Junctional Tourniquets in Normal Human Volunteers." *Prehospital Emergency Care* 19.3 (2015): 391-398.
102. Soltan, Mohamed H., and Refaat R. Sadek. "Experience managing postpartum hemorrhage at Minia University Maternity Hospital, Egypt: no mortality using external aortic compression." *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research* 37.11 (2011): 1557-1563.
103. Riley, D. P., and R. W. Burgess. "External abdominal aortic compression: a study of a resuscitation manoeuvre for postpartum haemorrhage." *Anaesthesia and intensive care* 22.5 (1994): 571-575.
104. Kin, Nobuhide, et al. "External manual compression of the abdominal aorta to control hemorrhage from a ruptured aneurysm." *Journal of anesthesia* 16.2 (2002): 164-166.
105. Lyon, Matthew, Daniel Johnson, and Richard Gordon. "Use of a Novel Abdominal Aortic and Junctional Tourniquet to Reduce or Eliminate Flow in the Brachial and Popliteal Arteries in Human Subjects." *Prehospital Emergency Care* 19.3 (2015): 405-408.
106. Blaisdell, F. William. "The pathophysiology of skeletal muscle ischemia and the reperfusion syndrome: a review." *Vascular* 10.6 (2002): 620-630.
107. Çelikmen, M. F., et al. (2016). "The effects of acetaminophen and mannitol on crush injuries in rats: Experimental study." *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery* 22(4): 0-0.
108. Greenfield, Eric M., et al. "201: Safety and Efficacy of a Novel Abdominal Aortic Tourniquet Device for the Control of Pelvic and Lower Extremity Hemorrhage." *Annals of Emergency Medicine* 54.3 (2009): S62.
109. Greenfield, Eric M., et al. "102: Efficacy and Safety of a Novel Abdominal Tourniquet Device for the Control of Pelvic and Lower Extremity Hemorrhage." *16th World Congress on Disaster and Emergency Medicine* (2009): S35.

## 7. EKLER



YÜDHEK (Yeditepe Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu) tarafından 28 Mayıs- 6 Haziran 2015 tarihlerinde düzenlenen 80 saatlik laboratuvar hayvanları kursunun tamamlanması sonrası verilen “Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası” ve içeriği.



DENEY HAYVANLARI KULLANIM SERTİFİKASI VE İÇERİĞİ.

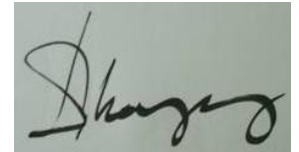
T.C.  
FIRAT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
ÇOCUK CERRAHİSİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI  
ELAZIĞ

YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI ETİK KURULU  
BAŞKANLIĞI'NA  
İSTANBUL

İlgili Makama;

Projesi ve dizaynını şahsımın yaptığı, Samsun Aygün Medikal firması tarafından araştırma projeme ve kişisel talebime istinaden imal edilen, 2001-06 kodlu “Kompresyon Cihazı”nın, Fakülteniz Acil Tıp Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Öğrencisi Dr. İsmail Toklu'nun uzmanlık tezinin hazırlanmasında gerçekleştireceği “*Abdominal aort basısının pelvik ve alt ekstremitte kanamalarının kontrolündeki etkinlik ve güvenilirliğinin araştırılması*” çalışmasında –atıf yapılmak suretiyle- kullanılabileceğini kabul ve beyan ederim.

Saygılarımla.  
31.03.2016



Prof. Dr. Ahmet KAZEZ  
Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Çocuk Cerrahisi AD Başkanı

**BASI CİHAZI KULLANIM İZİNİ.**