

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
BAĞIMLILIK VE ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI

ATEŞLİ SİLAH YARALANMALARINDA HEMODİNAMİK
VE HİSTOPATOLOJİK BULGULAR

İLKNUR ARSLAN

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet HİLAL

İkinci danışman
Prof. Dr. Gökhan İbrahim ÖĞÜNÇ

ADANA-2024

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
BAĞIMLILIK VE ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ADLİ BİLİMLER ANABİLİM DALI

ATEŞLİ SİLAH YARALANMALARINDA HEMODİNAMİK
VE HİSTOPATOLOJİK BULGULAR

İLKNUR ARSLAN

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ahmet HİLAL

İkinci danışman
Prof. Dr. Gökhan İbrahim ÖĞÜNÇ

Bu tez Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından TDK-2023-15080 Nolu
proje ile desteklenmiştir.

ADANA-2024

TEŞEKKÜR

Adli Bilimler eğitim hayatım boyunca ve tezimi planladığım dönemde bilime olan inancı beni yüreklendirmiştir. Değerli Hocam Prof. Dr. Mete Korkut GÜLMEN'e sonsuz saygı ve minnetlerimle, nurlar içinde yatsın.

Tezin planlanmasından itibaren her aşamada beni destekleyen, beni bir öğrencisi olarak değil bir meslektaşı olarak gören ve bana güvenen Prof. Dr. Ahmet HİLAL'e,

Tezin yapılması sırasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, Adli Balistik bilimine adım atmam ve ilerleyebilmem için beni cesaretlendiren, her daim desteğini yanımda hissettiğim Prof. Dr. Gökhan İbrahim ÖĞÜNÇ'e,

Tezin yapılması sırasında denekler ile bizzat ilgilenerek deneylerin sağlık ve sıhhat içerisinde gerçekleştirilmesini sağlayan Vet. Çağrı ATEŞ ve Enes ASLAN'a,

Tezin en zor aşamaları olan otopsi ve histopatolojik değerlendirme kısmında yardım ve desteleri için ÇÜTF Adli Tıp Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta olan hekim arkadaşlarıma, ÇÜTF Patoloji Anabilim Dalı'nda görev yapmakta olan Doç. Dr. Kıvılcım EREN ATEŞ'e,

Deneyler sırasında tüm testlerin güvenle ve başarı ile yapılmasını sağlayan T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Özel Harekat Başkanlığı, Adana Özel Harekat Müdürlüğü Daire Başkanı ve mesai arkadaşlarıma,

Tüm dünyayı etkileyen pandemi ve ilimizin de içinde olduğu 11 ili etkileyen deprem felaketinin gölgesinde çocuk yoğun bakım hekimi olarak görev yaparken doktora ve tez yapmanın zorluklarını birlikte aşabildiğim Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi çocuk yoğun bakım ünitesi ekibime ve kızıma,

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

İlknur ARSLAN

06 Şubat 2024

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLO DİZİNİ	xiii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Silah ve ateşli silahın tanımı	4
2.2. Ateşli silahların tarihçesi	5
2.3. Ateşli silah yaralanmalarının önemi	8
2.4. Ateşli silah yaralanmalarının sıklığı	9
2.5. Ateşli silahların sınıflandırılması	12
2.5.1. Ağır ateşli silahlar	12
2.5.2. Hafif ateşli silahlar	12
2.6. Fişeklerin yapısı	16
2.6.1. Kovan	17
2.6.2. Mermi Çekirdeği	17
2.6.3. Saçma Tanesi	18
2.6.4. Tapa	19
2.6.5. Kapsül	19
2.6.6. Barut	20
2.6.7. İlk hız (namlu çıkış hızı)	21
2.7. Balistik bilimi	22
2.7.1. İç balistik	23
2.7.2. Ara balistik	23
2.7.3. Dış balistik	24
2.7.4. Hedef Balistiği	24
2.7.5. Yara balistiği	24
2.7.6. Adli Balistik	24
2.8. Ateşli silah yaraları	25
2.8.1. Giriş yarası	25

2.8.2. Çıkış yarası	26
2.8.3. Traje	26
2.9. Ateşli silah atış artıkları	27
2.9.1. Alev.....	28
2.9.2. Sıcak gazlar	28
2.9.3. İş	29
2.9.4. Yanmamış Barut Taneleri	29
2.9.5. Metal artıklar.....	29
2.10. Atış mesafeleri.....	29
2.10.1 Bitişik atış mesafesi	30
2.10.2. Bitişğe yakın (yakın bitişik) atış mesafesi (0 – 2-3 cm)	33
2.10.3. Yakın Atış Mesafesi (2-3 cm- barut dövmesinin görüldüğü son mesafe).....	34
2.10.4. Uzak atış mesafesi (Barut dövmesinin görüldüğü son mesafe- ∞)	35
2.10.5. Atış mesafesine etki eden faktörler	35
2.11. Ateşli silah yaralanmalarında temel etkiler.....	36
2.11.1. Eşik hız, kritik hız	37
2.11.2. Penetrasyon	37
2.11.3. Etkili kinetik enerji.....	38
2.11.4. Geçici kavite	38
2.11.5. Fragmentasyon.....	40
2.12. Ateşli silah yaralanmalarında hemodinami ve mortalite	42
2.13. Ateşli silah yaralanmalarında histopatolojik değerlendirme	49
3. GEREÇ VE YÖNTEM	51
3.1 Çalışma popülasyonu	51
3.1.1 Denek seçimi	51
3.2 Sedasyon protokolü	52
3.2.1 Monitörizasyon	52
3.3 Silah atışının yapılacağı yer	53
3.4 Çalışma grupları mühimmat ve silah atış protokolleri	53
3.5 Otopsi protokolü	55
3.6 Histopatolojik değerlendirme	55
4. BULGULAR	57
4.1. Hemodinamik bulgular	57

4.2. Giriş ve çıkış yaraları.....	61
4.3. Otopsi bulguları.....	78
4.4. Histopatolojik bulgular.....	96
5. TARTIŞMA.....	105
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	113
KAYNAKLAR.....	116
ÖZGEÇMİŞ.....	126
EKLER.....	128



ŞEKİLLER DİZİNİ

Resim 1. Hafif ateşli silahların sınıflandırılması (36).....	12
Resim 2: Kovanın yarı otomatik tabancadan dışarı atılması.	13
Resim 3Canik TP9 SFX yarı otomatik tabanca ve Sterling marka 9×19 mm fişek.	14
Resim 4: Namluların temel yapısı ve yivli-setli namlu ile yivsiz-setsiz namluya sahip uzun namlulu silah örnekleri.	15
Resim 5. 5,56×45 mm Sig Sauer 516 ve 7,62×51 mm H&K 417 piyade tüfekleri ile SS109 ve M80 fişekleri.	16
Resim 6. Yivli-setli namlusu olan ateşli silahlarda kullanılan fişeklerin temel yapısı.....	17
Resim 7. Gömlekli ve gömleksiz çekirdekler (36).	18
Resim 8 Av fişegi saçma çeşitleri (36).	19
Resim 9 Yivsiz namlulu av tüfeklerinde kullanılan av fişeklerinin temel yapısı.	19
Resim 10 İç balistiğin inceleme alanları.....	23
Resim 11 Atış artıklarının yayılması (62).....	27
Resim 12 Otomatik (A) ve Toplu tabanca (B) silahlarında atış artıklarının yayılması (62).	28
Resim 13 Sert bitişik atış giriş yarası (62).	31
Resim 14: Kafatasına gerçekleşen sert bitişik atış (62).	31
Resim 15Gevşek bitişik atış (62).	32
Resim 16Açılı bitişik atış (62).	32
Resim 17Tam temas olmayan bitişik atış (62).....	33
Resim 18. Dik yakın bitişik atış (62).	34
Resim 19. Açılı yakın bitişik atış (62).	34
Resim 20. Yakın atış (62).	35
Resim 21. Mermi çekirdeğinin doku içerisinde jiroskopik dengesinin bozulması, geçici ve kalıcı kavite oluşumu (46).....	38
Resim 22. 9×19 mm ve 7.62×51 mm mermi çekirdeklerinin balistik mum içerisinde oluşturdıkları geçici kavite (54).	39
Resim 23. Tabanca mermisinde deformasyon (13).	41

Resim 24. Femur kemiği distalinde 5,56×45 mm fişek yaralanması, çıkış yarasında primer fragmentasyon sonucu fragmente mermi çekirdeği parçaları (sarı ok), sekonder fragmentasyon sonucu fragmente kemik parçaları (mavi ok).....	41
Resim 25. Bası yapılamayan kanamaların anatomik bölgeleri (78).	43
Resim 26. Ciltte ayrışma, koagulasyon nekrozu ve siyah materyal (115).	50
Resim 27. O3 rejyonel oksimetri monitörü.	52
Resim 28. Invos serebral ve somatik oksimetri monitörü.	53
Resim 29. Starling noninvaziv hemodinamik monitör.	53
Resim 30. Denek A, 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	62
Resim 31. Denek A, 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	62
Resim 32. Denek A, 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	63
Resim 33. Denek B 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	63
Resim 34. Denek B 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	64
Resim 35. Denek B 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	64
Resim 36. Denek C, 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	65
Resim 37. Denek C, 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	66
Resim 38. Denek C, 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	66
Resim 39. Denek D, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	67
Resim 40. Denek D, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	68

Resim 41. Denek D, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	68
Resim 42. Denek E, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	69
Resim 43. Denek E, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	69
Resim 44. Denek E, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	70
Resim 45. Denek F, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	71
Resim 46. Denek F, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası	71
Resim 47. Denek F, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	72
Resim 48. Denek G, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	73
Resim 49. Denek G, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	73
Resim 50. Denek G, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	74
Resim 51. Denek H, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	74
Resim 52. Denek H, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	75
Resim 53. Denek H, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	76
Resim 54. Denek I, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	76
Resim 55. Denek I, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	77
Resim 56Denek I, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.	78

Resim 57. Denek A iç muayenede mide mukozasında hasar ve karın içi kanama.....	79
Resim 58. Denek B iç muayenede karın içi kanama ve sol böbrekte hasar.	80
Resim 59. Denek C, iç muayenede periton ve mide mukozasında hasar.	82
Resim 60. Denek D femur kemiğinde çok parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama.	85
Resim 61. Denek G iç muayenede mukozal hasar.....	89
Resim 62. Denek H iç muayenede periton ve mide mukozasında hasar.	91
Resim 63. Denek I iç muayenede periton ve bağırsakta mukozal hasar.....	92
Resim 64. Denek I femurda kırık, kaslarda hasar ve kanama.....	92
Resim 65. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma, siyah materyal (ok). B) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu, kanama (ok).....	96
Resim 66. Bağırsak: Mezenterde kanama (ok). Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubüler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Normal. Akciğer: Alveoler kanama, alveol duvarında hyalen membran, interstisyel ödem, vasküler yapılarda ödem ve inflamasyon (ok). Çizgili kas: Normal.	96
Resim 67. Cilt-cilt altı: A) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu ve kanama (ok). B) Cilt altı kanama (ok).....	97
Resim 68. Bağırsak: Tam kat nekroz. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon, hemoraji (ok), apopitoz. Beyin: Perivasküler hemoraj, ve ödem. Akciğer: Alveoler kanama, alveol duvarında hyalen membran, interstisyel ve vasküler yapılarda ödem ve inflamasyon (ok). Çizgili kas: Minimal inflamasyon (ok).	97
Resim 69. Cilt-cilt altı: A) Cilt altı kanama (ok). B) Epidermal, dermal hasar, koagulasyon nekrozu ve kanama (ok).	98
Resim 70. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon (ok). Beyin: Perivasküler hemoraji. Akciğer: Alveoler kanama, interstisyel ve vasküler yapılarda ödem (ok). Çizgili kas: Normal.	98
Resim 71. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma, kanama ve siyah materyal (ok). B) Termal epidermal dermal hasar ve koagulasyon nekrozu.....	99
Resim 72. Karaciğer: Santal ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Subaraknoid kanama. Çizgili kas: Minimal inflamasyon.	99

Resim 73. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve siyah materyal. B) Hücre kompresyonu (ok). C) Dermoepidermal ayrışma, kanama, subkutan yağ doku hasarı.....	100
Resim 74. Bağırsak: Tam kat nekroz. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Subaraknoid kanama. Akciğer: Alveoler kanama, alveoler ödem, vasküler konjesyon (ok). Çizgili kas: Normal.	100
Resim 75. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve hemoraji. B) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu ve kanama (ok).....	101
Resim 76. Bağırsak: Tam kat nekroz. Böbrek: Akut tubuler nekroz, parankimal kanama. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Subaraknoid kanama. Akciğer: Alveollerde amfizem, interstisyel ödem ve vasküler yapılarda konjesyon ve trombus (ok). Çizgili kas: Normal.	101
Resim 77. Cilt-cilt altı: A) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu, kanama, B) Dermoepidermal ayrışma, kanama ve siyah materyal.	102
Resim 78. Akciğer: Alveollerde amfizem, vasküler konjesyon. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: İntraparankimal, subaraknoid kanama. Çizgili kas: Normal.....	102
Resim 79. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve siyah materyal. B) Dermoepidermal ayrışma ve kanama.	103
Resim 80. Akciğer: Alveollerde amfizem, interstisyel ödem, vasküler konjesyon. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Minimal vasküler konjesyon. Çizgili kas: Normal.	103
Resim 81. Cilt-cilt altı: Dermoepidermal ayrışma, koagulasyon nekrozu, kanama ve siyah materyal (ok).	104
Resim 82. Çizgili kas: Normal. Böbrek: Akut tubuler nekroz, vasküler konjesyon. Karaciğer: Santral, portal venlerde konjesyon. Beyin: Minimal vasküler konjesyon.....	104

TABLO DİZİNİ

Tablo 1. Ülkemizde yıllara göre ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olguları.	10
Tablo 2. Tabanca ve tüfek mermilerinin çıkış hızları (44).	22
Tablo 3 Düşük ve yüksek enerjili mermiler arasındaki farklar (13).	22
Tablo 4: Atış mesafesine göre cilt/cilt altı bulgular (59).	30
Tablo 5. Bası yapılamayan kanama tanı kriterleri (79).	44
Tablo 6. Hastane dışı eksternal kanama kontrolü için protokol (83).	45
Tablo 7. Çalışma grupları, mühimmat, atış mesafesi ve atış bölgeleri	54
Tablo 8. 9×19 mm (M822) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları.....	83
Tablo 9. 5,56×45 mm (SS109) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları	88
Tablo 10. 7,62×51 mm (M80) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları	93

ÖZET

Ateşli Silah Yaralanmalarında Hemodinamik ve Histopatolojik Bulgular

Ateşli silahlar aracılığı ile gerçekleşen yaralanma ve ölüm olguları bildirim zorunluluğu olan adli olaylardır. Adli bilimler alanında çalışan hekimler başta olmak üzere tüm hekimlerin ve adli olgular ile uğraşan sağlık çalışanlarının ateşli silahlar ile oluşan yaralara ait bulguları çok iyi bilmesi, tanınması, tarif etmesi, tanımlaması ve raporlaması gereklidir. Bu tezin amacı, sivil ateşli silah yaralanmalarında en yaygın çap olan 9×19 mm (M822) (340m/s) fişegi ile askeri ateşli silah yaralanmalarında yaygın çaplardan olan 5,56×45 mm (SS109) (850 m/s) ve 7,62×51 mm (M80) (800m/s) fişeklere ait mermi çekirdekleri kullanılarak 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan deneyler ile elde edilen hemodinamik ve histopatolojik bulguları literatür bilgileri ile karşılaştırmaktır. Bu amaçla, 9 adet Adana cinsi sedatize koyuna pozisyon verildikten ve monitörize edildikten sonra atışlı deneylere geçildi. 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişekler kullanılarak 300 cm mesafeden karın bölgesine, 100 cm ve 10 cm mesafeden ekstremitelere atışlı deneyler gerçekleştirildi. Atışlar tamamlandıktan sonra deneklere otopsi işlemi yapıldı, giriş ve çıkış bulguları kayıt edildi ve histopatolojik örnekler alındı. Çalışmamızda da gösterdiğimiz gibi golden hours olarak tanımlanan ilk bir saat içerisinde süre uzadıkça mortalite ve morbidite artmaktadır. Düşük ve yüksek kinetik enerjili fişekler ile gerçekleşen ateşli silah yaralanmalarında giriş yarası bulguları farklılık göstermemektedir. Ancak fişeklerin farklı yaralanma mekanizmalarına sahip olması nedeniyle doku ve organlarda yarattıkları hasar oldukça farklıdır. Tüm deneklerde bağırsakta nekroz, yaralanma bölgesi ve yaralanma bölgesi dışındaki organlarda hemorajik şok ilişkili histopatolojik bulgular saptanmıştır. Bu sonuç, ölen olgularda ayrıntılı iç muayene yapılması, yaşayan olgularda yaralanma bölgesi kadar yaralanma bölgesi dışındaki organların da yetmezlik açısından takip edilmesi gerektiğini düşündürmektedir. Ateşli silahlar ile yaralanma mekanizmalarına ait daha önce yapılan çalışmalarda simulantlar kullanılmış olup çalışmamız bilenen literatüre göre mühimmat ile ilişkili ekstremit ve yumuşak doku hasarını otopsi ve histopatolojik bulgular ile

destekleyerek gösteren ilk havyan deneyi olması nedeni ile literatüre önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ateşli silah yaralanması, hemorajik şok, mermi çekirdeği, otopsi, yara balistiği.



ABSTRACT

Hemodynamic and Histopathological Findings in Gunshot Injuries

Injuries and deaths caused by firearms are judicial events that require reporting. It is necessary for all physicians, especially physicians working in the field of forensic sciences, and healthcare professionals dealing with forensic cases to know, recognize, describe, identify and report findings related to wounds caused by firearms. The aim of this thesis is to examine the 9×19 mm (M822) (340m/s) bullets, which is the most common diameter in civilian firearm injuries, and the 5.56×45 mm (SS109) (850 m/s) and 7.62×51 mm (M80) (800m/s) bullets which are the common diameters in military firearm injuries using from 300 cm, 100 cm and 10 cm distances, and to compare the hemodynamic and histopathological findings with literature. For this purpose, after 9 sedated Adana breed sheep were positioned and monitored, shooting experiments were applied. Experiments were carried out using 9×19 mm (M822), 5.56×45 mm (SS109) and 7.62×51 mm (M80) bullets to the abdomen from a distance of 300 cm, to the extremities from a distance of 100 cm and 10 cm. After the shooting was completed, an autopsy was performed, entry and exit wounds were recorded and histopathological samples were taken. As we have shown in our study, mortality and morbidity increase as the duration of the first hour, defined as the golden hours. Entry wound findings do not differ in gunshot wounds caused by low and high kinetic energy bullets. However, since bullets have different injury mechanisms, the damage they cause to tissues and organs is quite different. In all subjects, histopathological findings related to intestinal necrosis and, hemorrhagic shock in the injury site and out of injury site organs were detected in all subjects. This result suggest that detailed internal examination should be performed in deceased cases, and organs outside the injury area as well as the injury area should be monitored for failure in living cases. Simulants have been used in previous studies on firearm injury mechanisms, and our study provides important information to the literature as it is the first animal experiment to show ammunition-related extremity and soft tissue damage, supported by autopsy and histopathological findings, according to the known literature.

Key words: Gunshot wounds, hemorrhagic shock, bullet, autopsy, wound ballistics.



1. GİRİŞ

Adli süreçlerde adaletin tesisinde yapılacak en küçük hata ve eksiklik bireylerin, ailelerin ve toplumların yaşamının temelden sarsılmasına, toplumun etkilenmesine, huzurun kaçmasına ve çatışmalara yol açar. Adli Bilimler adaletin toplumu oluşturan bireyler arasında eşit olarak sağlanabilmesine hizmet eden multidisipliner bir alandır. Adli Bilimler'in temel amacı suç unsurlarını -yer, zaman, kişi ve nesneler- birbiriyle ilişkilendirmek, suçun aydınlatılması ve suçluların belirlenmesi yoluyla yargıya delil sunmaktır. Suçun yeri, zamanı, kapsamı ve olayın aydınlatılması için her türlü bilgi, bulgu ve belgenin önemli olduğu göz önüne alındığında hemen her bilim dalının adli bilimlerle çatısı altında yer alması kaçınılmazdır. Bu kapsamda adli tıp, adli patoloji, adli toksikoloji, adli antropoloji, adli entomoloji, adli odontoloji, adli psikiyatri, adli biyoloji, adli botanik, adli genetik, adli seroloji, adli balistik, adli belge incelemeleri, kriminalistik ve insana hizmet eden pek çok bilim dalı adli bilimler ile ilişki içerisinde (1).

Adli Tıp bir suç neticesinde meydana gelen yaralanmalar ve ölüm başta olmak üzere suçlunun, bazen mağdurun kimliğinin tespitini, ceza sorumluluğunu, hukuki ehliyetini tıbbi açıdan inceleyen daha bütünsel bir tanım ile konusu insan olan, insan tarafından yapılan veya insana yapılan her türlü eylemin orijin ve nedenini tıbbi açıdan araştıran bilim dalıdır. Ölüm ile sonuçlanan olgularda ölüm nedeni, ölüm zamanı ve ölüme etki eden faktörlerin incelendiği adli patoloji, yaşayan bireylerde travma, cinsel saldırılar, suç ve suçla ilişkili davranışların irdelendiği klinik adli tıp uygulamaları adli bilimlerin temelini oluşturur (1-3).

Otopsi (autopsy) Yunanca kökenli bir sözcük olup 'auto' ve 'opsy' kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur ve 'kendini gözleri ile görme' anlamına gelmektedir (2). Türk Dil Kurumu otopsi sözcüğünü, 'ölüm sebebini belirlemek amacıyla bir cesedi inceleme işi, ölü açımı' olarak tanımlamaktadır (4). Türk Ceza Kanunu madde 87 hükümlerinde açıklandığı haliyle otopsi, Cumhuriyet Savcısı'nın huzurunda biri adli tıp, diğeri patoloji uzmanı veya diğer dallardan birisinin mensubu veya biri pratisyen iki hekim tarafından baş, göğüs boşluğu ve karın boşluğunun açılması ve incelenmesi işlemidir (5). Adli otopsi ölüm sebebi, zamanı ve şeklini belirlemek, adli makamlara bu hususta rapor düzenlemek, adli olayın aydınlatılmasına ilişkin delil aramak ve kişide var

olan hastalık ile dış etkenlere bağlı ölümleri birbirinden ayırmak amacı ile yapılan işlemdir (2).

Tarihte bilinen ilk otopsi 1302 yılında Bologna’da zehirlenme şüphesi ile ölen bir kişiye adli makamların talebi ile Dr. Barteloma da Varignana tarafından yapılmıştır. Ülkemizde 19. yüzyılda birçok alanda olduğu gibi tıp alanında da modernleşme yönünde adımlar atılmıştır. Mekteb-i Tıbbiye-i Adliye-i Şahane 17 Mart 1839 tarihinde Sultan II. Mahmut tarafından açılırken, Sultan II. Mahmut açılış konuşmasında Dr. Charles Ambroise Bernard’ı işaret ederek, ‘Sizin için bu zatı özellikle getirdim,’ demiştir. Hem idarecilik hem de öğretmenlik yapan Bernard, Emrazi Dâhiliye (iç hastalıkları), Seririyatı Dâhiliye ve Hariciye (iç hastalıkları ve genel cerrahi klinikleri) dersleri vermiştir. Bernard’ın çabaları sonucunda ülkemizde 1841 yılında diseksiyon için izin verildiği, ilk otopsinin 1843 yılında Bernard tarafından başına sırk düşmesi sonucu ölen bir kişiye yapıldığı ve öğrencilerin de bu otopsiyi izlediği bilinmektedir (6, 7).

Mermi çekirdeği veya saçma adı verilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri barut gazı veya bu neviden patlayıcı bir kuvvet ile belirli bir mesafeye ulaştıran ve isabet ettikleri yerde sert cisme iş gördüren aletlere ‘ateşli silahlar’ denir (5, 8, 9)

Balistik, Yunanca ‘ballein’ (fırlatmak) kelimesinden, Fransızca ‘balistique’ sözcüklerinden gelmektedir. Fırlayan cismin hareket ve davranışı ile hedef üzerindeki etkilerini açıklayan bilimdir. Bir başka deyişle merminin itme kuvveti, uçuşu ve çarpma etkisinin incelenmesidir. Adli balistik ateşli ve ateşsiz silahların kullanıldığı olaylarda olay yerinden elde edilen bulguların balistiğin alt bilim dallarının temel kaideleri ve adli balistik biliminin yöntemleri aracılığıyla incelendiği, bulguların delil kimliğine kavuştuğu bilim dalıdır (10, 11).

Ateşli silahlar aracılığı ile gerçekleşen yaralanma ve ölüm olguları bildirim zorunluluğu olan adli olaylardır. Sağlık mesleği mensupları hastalarını tedavi ettikleri sırada hasta üzerinde bir suçun işlendiğine yönelik belirti ile karşılaşması halinde yetkili makamlara gecikmeksizin bildirmekle yükümlüdür (5). Adli bilimler alanında çalışan hekimlerden yapılan atışın mesafesi, atışın yapıldığı yön ve seviye, yaraların niteliği, kesin ölüm nedeni, olay ve ölüm arasındaki illiyet bağı, ölüme tesir eden başka bir sebep olup olmadığı, yarayı meydana getiren silahın niteliği ve ölüm mekanizması hakkındaki sorulara yanıt vermesi beklenmektedir (12). Adli bilimler alanında çalışan

hekimler başta olmak üzere tüm hekimlerin ve adli olgular ile uğraşan sağlık çalışanlarının ateşli silahlar ile oluşan yaralara ait bulguları çok iyi bilmesi, tanınması, tarif etmesi, tanımlaması ve raporlaması gereklidir.

Sivil hayatta karşılaşılan ateşli silah yaralanmaları, askeri ortamda gerçekleşen ateşli silah yaralanmalarına oranla daha düşük enerjilidir. Mermi çekirdeğinin, av fişegi saçma tanelerinin ve şarapnellerin yapısı ile isabet anındaki kinetik enerji miktarına özgü farkların anlaşılabilmesi ve tedavi yaklaşımlarına olan etkilerinin bilinmesi için mermi çekirdeği, av fişegi saçma taneleri ile şarapnellerin etki mekanizmaları ve yaralama potansiyellerinin iyi bilinmesi gereklidir (13, 14).

Bu tezin amacı, sivil ateşli silah yaralanmalarında en yaygın çap olan düşük enerjili 9×19 mm (M822) (340m/s) fişegi ile askeri ateşli silah yaralanmalarında yaygın çaplardan olan, yüksek kinetik enerjili fişek olarak tanımlanan 5,56×45 mm (SS109) (850 m/s) ve 7,62×51 mm (M80) (800m/s) fişeklere ait mermi çekirdekleri kullanılarak 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan deneyler ile elde edilen hemodinamik ve histopatolojik bulguları literatür bilgileri ile karşılaştırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Silah ve ateşli silahın tanımı

Ülkemizde 2004 yılında yayınlanan 5237 sayılı, Türk Ceza Kanunu madde 6, f bendine göre silah deyiminden;

Ateşli silahlar,
Patlayıcı maddeler,

Saldırı ve savunmada kullanılmak üzere yapılmış her türlü kesici, delici veya bereleyici alet,

Saldırı ve savunma amacıyla yapılmış olmasa bile fiilen saldırı ve savunmada kullanılmaya elverişli diğer şeyler,

Yakıcı, aşındırıcı, yaralayıcı, boğucu, zehirleyici, sürekli hastalığa yol açan nükleer, radyoaktif, kimyasal, biyolojik maddeler anlaşılar.

Mermi çekirdeği veya saçma adı verilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri barut gazı veya bu neviden patlayıcı bir kuvvet ile belirli bir mesafeye ulaştıran ve isabet ettikleri yerde sert cisme iş gördüren aletlere ‘ateşli silahlar’ denir (5, 9, 15).

Ateşli silahlarla mermilerinin ve bıçaklarla salt saldırı ve savunmada kullanılmak üzere özel olarak yapılmış bulunan diğer aletlerin memlekete sokulması, yapılması, satılması, satın alınması, taşınması ve bulundurulması 6136 sayılı ‘Ateşli silahlar ve bıçaklar ile diğer aletler hakkında kanun’ hükümleri ile düzenlenmiştir. Madde 4 hükümlerine göre ülke içinde kama, hançer, saldırma, şişli baston, sustalı çakı, pala, kılıç, kasatura, süngü, sivri uçlu ve oluklu bıçak, topuz, topuzlu kamçı, boğma teli ve zinciri, muşta ile salt saldırı ve savunmada kullanılmak üzere özel nitelikteki benzeri aletlerin yapımı yasaktır. Yalnız sporda kullanılan yivli ateşsiz silahlar ve mermileri ile yivsiz tüfekler ve mermilerinin, ev gereçlerinden olan veya tababet, sanayi, tarım, spor için kullanılan aletlerle bir meslek veya sanatın icrası için gerekli bıçak, şiş, raspa ve benzerlerinin kullanılması bu kanun hükümlerine tabi değildir. Avda veya sporda kullanılan her nevi ateşli yivli silahlar aynı kanunda madde 7 hükümlerine göre ruhsata tabidir (15).

2.2. Ateşli silahların tarihçesi

İlkçağlarda doğa koşulları ve bu koşullara uyum gereği taş, sopa, ağaç ve diğer doğal araçlar silah olarak kullanılmaktaydı. Avı parçalamak ya da bölmek şüphesiz bu tür aletler ile mümkündü. Amerika kıtası yerlilerinden Asya bozkırlarına kadar kullanılan, delici, parçalayıcı ve aynı türden olan balta gibi kesici aletler uzun dönem yakın dövüşün vazgeçilmez silahları olmuştur. Selçukname’de, ‘Türk askeri süt emmeden kesileliden beri yaptıkları iş, gürz ve ok kullanmaktan başka bir şey değildir, yazmaktadır. Tabiat olayları ve yaşanan gelişmeler sonrasında mızrak, zehirli iğne okları, orta çağda kale kapılarını kırmak için kullanılan koçbaşları ateşli silahlara dönüşmüştür (8,16).

Ateşin keşfi barınma ve beslenme dışında savunma açısından da insanlara avantaj sağlamıştır. Ateş sayesinde vahşi hayvanlardan korunan insan bir süre sonra bunu saldırı amacı ile kullanmaya başlamıştır. Nihayetinde yanan oklar ve mancınıkla atılan ateş topları ortaya çıkmıştır. Antik Yunan’da geliştirilen Makedonyalı II. Philip ve Büyük İskender tarafından son hali verilen Balista olarak adlandırılan silah bir tür mancınıktır. Uzaktan etkili ve güçlü bu silah dönemin en kusursuz kuşatma silahıdır (13, 17).

Orta çağın sonunda barutun bulunması ateşli silahların gelişiminde dönüm noktası olmuştur. Barutu kimin ne zaman keşfettiği tam olarak bilinmemektedir. Prof. JK. Partington milattan sonra binli yıllardan önce Çinlilerin güberçile esaslı barutu kullandıklarını bildirmektedir. İspanya’da 12. yüzyılda Müslüman Endülüslerin kolay tutuşabilen tozlarla uğraştığı göz önüne alındığında bu tozların Çin’e Kuzey Afrika üzerinden Müslüman tüccarlar tarafından götürüldüğü de düşünülmektedir (11, 17).

Barut çeşitli yollarla Avrupa’ya ulaşarak kullanımını hızlı bir şekilde genişledikten sonra bir namludan barutun patlayıcı gücünü kullanan silahlar olarak tanımlanan ateşli silahların gelişimi başlamıştır. Barut gücü ile çalışan ilk ateşli silahlar toplardır. İlk top 1346 yılında Britanya kralı III. Edward döneminde Fransızlar’a karşı kullanılmıştır. Tarihler 1450 yılını gösterdiğinde kara baruttan granül baruta geçen üreticiler daha güçlü ve uzak mesafeli silahlar yapmaya başlamıştır. Top üretimini tüfek üretimi izlemiş, silahlar giderek çeşitlenmiştir (11, 17).

On dokuzuncu yüzyılda subay bir ordu için ne kadar önemliyse askerlerin modern silahlarla donatılması da bir o kadar önemliydi. Barutun ateşlenmesinden doğan

kuvvet ile merminin hedefe yönlendirilmesi ateşli silahların temel prensibidir. Bu prensibin değiştirilmesi söz konusu olamayacağından ateşleme mekanizması, namlu ve mühimmat konusunda yenilik yapılması gereklilik haline gelmiştir ve mermiye ivme kazandırmayan yivsiz bir namluya ağızdan doldurulup ateşleme yapan eski sistemlerin yerini 19. yüzyılın ilk yarısından sonra yivli bir namluya kuyruktan dolduruş yapan modern silahlar almıştır. Kırım savaşında kullanılan İngiliz Enfield ve Fransız Minie tüfekleri bu silahların ilk örnekleridir (17).

Mermi kapasitesini artırmak için yapılan teşebbüsler çok namlulu silahların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Ardından bu silahların tek tek doldurulması zorunluluğu üreticileri şarjör ve doldurma mekanizması geliştirmeye yöneltmiş, seri ateş özelliğine sahip modern tüfeklerin doğuşu gerçekleşmiştir. Makineli tüfeklerin öncüsü olarak kabul edilen ve ‘mitralyöz’ adı verilen silahların savaşlarda kullanımı 19. yüzyılın ikinci yarısında olmuştur. Hiram Stevens Maxim 1884 yılında otomatik çalışan makineli tüfeği geliştirmiştir. O yıllarda mükemmel silah olarak nitelendirilen Maxim Makineli Tüfeği barut ile çalışan makineli tüfeklerin öncüsü olmuştur (11, 17).

Tüfeklerin namludan doldurulduğu zamanlarda tüfeği doldurup yeniden atışa hazır hale getirmek için zamana ihtiyacı olan askerler bu sırada savunmasız kalıyordu. Üretimdeki gelişmelerin sonucunda tüfeklerin kuyruktan dolmaya başlaması ve bahsi geçen sürenin kısalması ile destek silahı olarak kullanılan tabancalar bu özelliğini kaybetmiştir. Tüfeklerin gelişmesi ile savaş alanında tabancaya ihtiyaç kalmamıştır. Bu koşullarda tabanca bireysel kullanıma uygun olarak tasarlanmış bir silah haline gelmiş ve ateşli silahlar karşısında işlevini yitiren kılıcın yerini alarak subay sınıfının sembolü olmuştur.

Revolver adı verilen toplu tabancaların öncüsü Amerikan silah üreticileriydi. Samuel Colt 1835’de ilk revolverin patentini almıştır. Avrupalı üreticiler ise 19. yüzyılın sonlarına doğru pistol adı verilen ve şarjörle beslenen tabanca üretiminde uzmanlaşmıştır. Revolver sistemi teknik ifadesiyle kurularak yani mekanik olarak çalışan bu silah yeniden atışa hazır olmak için barut gazının gücüne ihtiyaç duymuyordu. Bu durum silahın mekanizma hareketlerinin basit olmasını sağladığı gibi geri tepmeyi azaltıyor, atışın isabet oranını artırıyordu. Fakat revolver tabancalar fiziki olarak kolay taşımaya uygun değildi (11, 17).

Şarjör beslemeli ve barut gazının gücüyle yarı otomatik çalışan tabancaların üretilmeye başlaması 20. yüzyılın hemen öncesindedir. Sivil ve askeri kullanım için oldukça uygun ve revolve göre daha kolay olan bu silahlar hızla yayılmıştır. Avrupalı üreticilerin, John Moses Browning tarafından üretilen ve pistol adı verilen silahın üretimi için birbiri ile yarışır hale gelmesi ile milyonlarla ifade edilen tabanca üretimi tüm dünyada silah ticaretinin hareketlenmesine yol açmıştır (17).

Şarjörlü ve toplu tabancalar karşılaştırıldığında şarjörlü modeller tercih edilmekteydi. Toplu tabancalarda silaha sabit dönen besleme mekanizmasının silahın enini genişletmesi ve taşıma zorluğu dezavantaj olarak görülüyordu. Ayrıca toplu tabancalarda mermi çapı genellikle 9 mm'den büyük olduğundan mermi kapasitesi beş veya altı ile sınırlıydı. Şarjörlü tabancalarla birlikte küçülen çap kabza içinde bulunan şarjöre daha fazla mermi doldurulmasını sağlıyordu. Ancak şarjörlü tabancaların mekanizma hareketleri silah hakimiyetini zorlaştırarak atış isabetini azaltmaktaydı. Buna rağmen şarjörlü tabancalar daha kullanışlı olarak değerlendirilmişti ve Mauser, Luger ve Browning marka tabancalar yaygın olarak kullanılmıştır (17).

Ateşli silahların kullandığı mermiler ve bunların bileşenlerinin tamamını ifade etmek için Osmanlı döneminde 'mühimmat' tabiri kullanılmaktaydı. Ateşli silahların en önemli ihtiyacı mühimmatlardı. Ateşli silahların gelişimine paralel olarak barut üretim teknikleri ve kullanım şekilleri de gelişerek değişmiştir. Önceleri barut namlu içine sıkıştırılmakta ve üstüne yuvarlak mermi çekirdekleri yerleştirilmekteydi. Bu şekilde barut ve mermi çekirdeği ayrı ayrı yerleştirildiğinde dışarıdan bir ateşleme mekanizmasına ihtiyaç duyuluyordu. Namlu içerisindeki fişeği ateşlemek için kullanılan ilk araç fitil olmuştur. Yanıcı bir ip olarak tasarlanan fitil ateşlenerek namlu içerisine ulaşması ve baruta temas ederek ateşlemesi sağlanıyordu. Şüphesiz bu ilkel ve zahmetli bir yöntemdi. On dokuzuncu yüzyılın ortalarında mühimmatlarla birlikte ateşleme sistemleri de değişmeye başladı ve tabanında kapsül bulunan metal kovanlar, iğneli ateşleme sistemi ile üretilen mühimmatlar silah üreticileri arasında yaygınlaştı (17).

Avrupa'da 1914 yılında başlayan ve kısa sürede dünyanın pek çok yerine yayılan savaşa etkili olduğu coğrafya nedeniyle Dünya Savaşı adı verildi. Ateşli silahların hemen her modeli savaşta kendisine yer bulurken, tank ve silahlı uçaklar bu savaşta ortaya çıkmıştır. Düşmanın ileri hareketini ve gece taarruzlarını engellemek

amacıyla kullanılan dikenli telleri aşmak ve kapalı mekanlarda düşmanı etkisiz hale getirmek için el bombası ve alev makineleri yaygın olarak kullanılmıştır (17).

II. Dünya savaşındaki sonraki yıllarda füzeler, saldırı amaçlı helikopter ve uçaklar geliştirilmiştir. Hızla ilerleyen teknolojiye gelişmelerin ateşli silahlara yansması daha uzaktan daha fazla insanı etkileyen güçlü silahların geliştirilmesi olmuştur (8, 18).

2.3. Ateşli silah yaralanmalarının önemi

Ateşli silah yaralanmaları (ASY) bildirim zorunluluğu olan adli olaylardır. Sağlık çalışanlarının bu konudaki yükümlülükleri 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu, Madde 280 hükümlerinde, ‘Sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmemesi,’ başlığı altında açıklanmıştır:

- 1) Görevini yaptığı sırada bir suçun işlendiği yönünde bir belirti ile karşılaşmasına rağmen durumu yetkili makamlara bildirmeyen veya bu hususta gecikme gösteren sağlık mesleği mensubu bir yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.
- 2) Sağlık mesleği mensubu deyiminden tabip, diş tabibi, eczacı, ebe, hemşire ve sağlık hizmeti veren diğer kişiler anlaşılır (5).

Sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmemesi suçu, 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu ‘Özel Hükümler’ başlıklı ikinci kitabının ‘Millet ve Devlete Karşı Suçlar ve Son Hükümler’ başlıklı dördüncü kısmının ‘Adliye Karşı İşlenen Suçlar’ bölümü içerisinde yer almaktadır. Bu madde ile korunan hukuki değer, suç ve suçlunun zamanında öğrenilip, devletin adli fonksiyonlarını eksiksiz yerine getirmek, yargılamaya gecikmeksizin başlanarak adaletin tesis edilmesi, kamu düzeninin korunması, adliyenin saygınlığının oluşturulması ve adliyenin korunmasıdır (19, 20).

Adli bilimler alanında çalışan hekimlerden olayın orijini, mesafe tayini, giriş-çıkış yaraları, traje (kavite), ölüm nedeni, öldürücü lezyonun tespiti gibi konularda bilgi istenir. Adli Tıp Kurumu 1. İhtisas Kurulu ölüm olayları ile ilgili durumlarda değerlendirmelerde bulunan birim olup ateşli silah olgularında yapılan atışın mesafesi, atışın yapıldığı yön ve seviye, yaraların niteliği, kesin ölüm nedeni, olay ve ölüm

arasındaki illiyet bağı, ölüme tesir eden başka bir sebep olup olmadığı, yarayı meydana getiren silahın niteliği ve ölüm mekanizması hakkındaki sorulara yanıt vermesi beklenmektedir (2, 12).

Adli bilimler alanında çalışan hekimler başta olmak üzere tüm hekimler ve adli olgular ile uğraşan sağlık çalışanlarının ateşli silahlar ile oluşan yaralara ait bulguları çok iyi bilmesi, tanınması, tarif etmesi, tanımlaması ve raporlaması gereklidir.

Sivil hayatta karşılaşılan ateşli silah yaralanmaları, askeri ortamda gerçekleşen ateşli silah yaralanmalarına oranla daha düşük enerjilidir. Mermi çekirdeğinin, av fişegi saçma tanelerinin ve şarapnellerin yapısı ile isabet anındaki kinetik enerji miktarına özgü farkların anlaşılabilmesi ve tedavi yaklaşımlarına olan etkilerinin bilinmesi için mermi çekirdeği, av fişegi saçma taneleri ile şarapnellerin etki mekanizmaları ve yaralama potansiyellerinin iyi bilinmesi gereklidir (13, 14).

2.4. Ateşli silah yaralanmalarının sıklığı

Ateşli silahlar her dönem insanların ilgisini çekmiştir. Ateşli silahların saldırı, savunma, çatışma amaçlı kullanımı dışında avcılık ve sportif amaçlı kullanımı oldukça yaygındır (2). Epidemiyolojik çalışmalar ateşli silahlar ile yaralanma ve ölümlerin sıklığı, yaygınlığı, orijini ve silah türünün ülke ve bölgelere göre farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (21-23).

Silahların elde etme kolaylığı, bulundurma sırasında yeterli güvenlik koşullarının oluşturulmaması, gerekli özenin gösterilmemesi ve eğitimsizlik gibi benzer nedenlerle her geçen gün daha fazla insan ateşli silah ile yaralanmakta ve ölmektedir. Ülkemizde farklı merkezlerde adli raporların geriye dönük incelenmesi sonucu adli olaylarda ateşli silahlara bağlı ölüm oranları %5,7-47 arasında değişmektedir (Tablo 1) (8, 12, 18, 24-35).

İstanbul Adli Tıp Kurumu 1. İhtisas Kurulu ve Balistik Şubesi'ne 1999 ve 2000 yılları arasında gönderilen 6490 dosyada ateşli silahlara bağlı ölüm oranı %47'dir (12).

Adana'da 1997-2001 yıllarına ait 2951 adli otopsi raporunun incelenmesi sonucunda 620 öz kıyım olgusunda ateşli silah kullanımı %54,8'dir (24).

Tablo 1. Ülkemizde yıllara göre ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olguları.

Yazar	Merkez	Tarih	Yöntem	Sonuç
Çınar ve ark. (12)	İstanbul	1999-2000	6490 dosya	%47 olgu ASY* ilişkili
Hilal ve ark. (24)	Adana	1997-2001	Adli otopsi	620 öz kıyım olgusunun %54,8'i ASY
Demirci ve ark. (25)	Konya	1999-2007	Adli otopsi	18 yaş altı olguların %5,1'i ASY
Cantürk ve ark. (26)	Ankara	2002-2004	Adli otopsi	%17,4 olgu ASY ilişkili
Büyük ve ark. (27)	Ankara	2001-2004	Adli otopsi	%12,6 olgu ASY ilişkili
Özdemir G. (8)	Trabzon	2004-2005	Adli otopsi	%21,6 olgu ASY ilişkili
Ünal ve ark. (28)	İstanbul	2006-2010	Adli otopsi	537 kadına yönelik şiddet olgusunda %50,1 olgu ASY ilişkili
Aydın F, Yavuz MS. (29)	İzmir	2006-2015	Çocukluk çağı ASY' na bağlı ölüm olguları	%6,0 olgu 18 yaş altı ASY ilişkili
Kır ve ark. (30)	Erzurum	2008-2009	Adli otopsi	%12,9% olgu ASY ilişkili
Şimşek Ü. (18)	Eskişehir	2009-2015	Adli otopsi	%5,7 olgu ASY ilişkili
Toygar ve ark. (31)	Ankara	1993-2010	Adli otopsi	%36,6 olgu ASY ilişkili
Türkoğlu ve ark. (32)	Elazığ	2010-2012	Adli otopsi	%14,3 olgu ASY ilişkili
Turgut ve ark. (33)	Malatya	2011-2015	Acil servise başvuran ASY olguları	%17,2 olguda ölüm ASY ilişkili
İnanç BB. (34)	Ülke	2009-2017	Öz kıyım	En sık yöntem ası ve ASY
Ekinçi ve ark. (35)	Muğla	2013-2020	Adli otopsi	%7,3 ASY ilişkili

*ASY: Ateşli silah yaralanması

Konya Adli Tıp Şube Müdürlüğü'nde 1999 ve 2007 yılları arasında toplam 4501 ölü muayenesi yapılmıştır. On sekiz yaş ve altındaki 985 ölüm olgusundan 50 (%5,1) olguda ölüm ateşli silah yaralanmasına bağlıdır (25).

Ankara Adli Tıp Kurumu Ankara Grup Başkanlığı tarafından yapılan 2002-2004 yıllarına ait adli otopsi raporlarının incelenmesi sonucunda 420 (%17,4) olguda ölüm ateşli silah yaralanmasına bağlıdır (26). Ankara'da başka bir merkez tarafından 2001-2004 yıllarını kapsayan 4 yıllık dönemde yapılan adli otopsi dosyalarının incelenmesi ile 403 (%12,6) olguda ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm gözlenmiştir (27).

Trabzon Adli Tıp Kurumu Grup Başkanlığı'nda 2004-2005 yıllarını içeren 2 yıllık dönemde 179 (%21,6) olguda ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm saptanmıştır (8).

İstanbul'da 2006-2010 yıllarına ait 20,486 adli otopsi raporunun incelenmesi ile 537 olguda kadına yönelik şiddet sonucu ölüm saptanmıştır. Bu ölümlerin %50,1'i ateşli silahlar aracılığıyla gerçekleşmiştir (28).

İzmir Adli Tıp Grup Başkanlığı tarafından 2006-2015 yılları arasındaki 10 yıllık sürede adli otopsi yapılan 1876 ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgusunun 114 (%6,0)'ü 18 yaş ve altındadır (29).

Erzurum Adli Tıp Şube Müdürlüğü tarafından 2008-2009 yıllarında adli otopsi yapılan 410 olgunun 53 (%12,9)'ü ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgusudur (30).

Eskişehir Adli Tıp Şube Müdürlüğü'nde 01.01.2009 ve 31.12.2012 tarihleri arasındaki 7 yıllık dönemde 1911 adli nitelikli olgunun 109 (%5,7)'u ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgusudur (18).

Gülhane Askeri Tıp Akademisi Adli Tıp Bölümü'nde 1993-2010 yıllarında adli otopsi yapılan 417 olgunun 153 (%36,6)'ü ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgusudur (31).

Fırat Üniversitesi Hastanesi Adli Tıp Anabilin Dalı'nda 2010-2012 tarihleri arasındaki 3 yıllık dönemde adli otopsi yapılan 838 olgunun 120 (%14,3)'si ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgusudur (32).

Malatya İnönü Üniversitesi Acil Servisi'ne 2011-2015 yıllarında ateşli silah yaralanması nedeni ile getirilen 187 olguda ölüm oranı %17,2 olup ateşli silah yaralanmaları mortalite ve morbidite açısından önemli majör travmalardan biridir (33).

Ülkemizde, 2009-2017 yıllarını kapsayan ve öz kırım üzerine yapılan bir çalışmada en sık yöntem ası ve ateşli silah kullanımı olarak bulunmuştur (34).

Muğla Adli Tıp Şube Müdürlüğü tarafından 2013-2020 yıllarında adli otopsi yapılan olguların 255 (%7,3)'i ateşli silah yaralanmasına bağı ölüm olgusudur (35).

2.5. Ateşli silahların sınıflandırılması

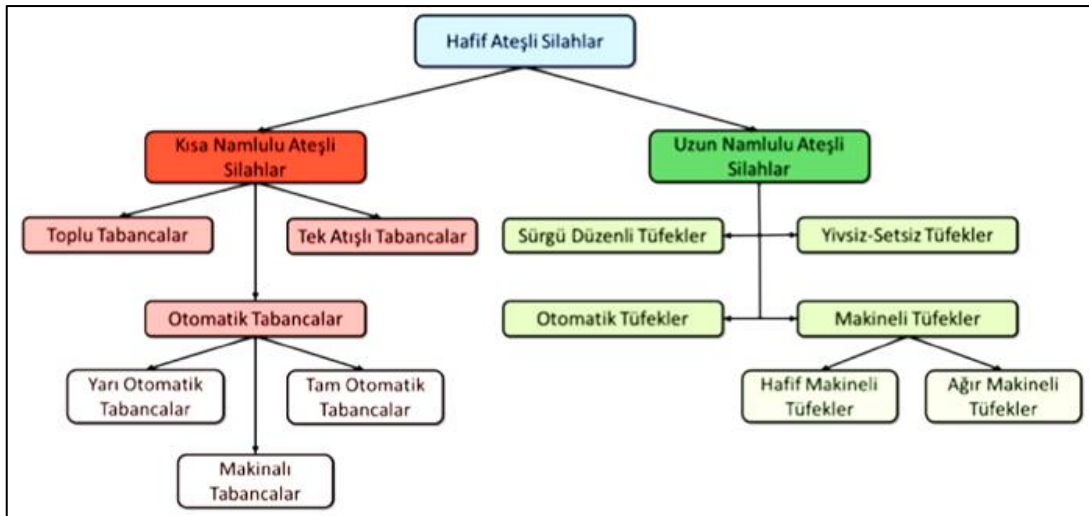
Ateşli silah, mermi çekirdeğı veya saçma tabir edilen özel şekil ve nitelikteki maddeleri, barut gazı veya bu neviden patlayıcı ve itici güç ile uzak mesafelere kadar atabilen silahlardır. Ateşli silahlar ağır ateşli silahlar, hafif ateşli silahlar ve ses-gaz silahları (kuru-sıkı) olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırılmaktadır (36).

2.5.1. Ağır ateşli silahlar

Birden fazla personel tarafından kullanılan, ağır ve büyük çaplarda, tahrip gücü yüksek mühimmat atabilen, uzun menzilli silahlardır. Obüs, havan topu, sahra topu ve uçaksavar topu bu türden ateşli silahlardır (36).

2.5.2. Hafif ateşli silahlar

Bir kişi tarafından kullanılabilen, kişisel savunma ve saldırı amaçlı silahlardır. Mühimmat çapına göre 20 mm (.80Cal.) çapından daha küçük çaplarda mühimmat kullanan ateşli silahlar hafif ateşli silah olarak kabul edilmektedir. Hafif ateşli silahlar kısa ve uzun namlulu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Resim 1) (36-38).



Resim 1. Hafif ateşli silahların sınıflandırılması (36).

2.5.2.1. Kısa namlulu silahlar

Fişek yatağı hariç namlu boyları 30 cm'den ve toplam uzunlukları 50 cm'den kısa olan ateşli silahlardır (15). Toplu tabancalar, yarı otomatik, tam otomatik, makineli tabancalar ve tek atışlı tabancalar kısa namlulu silahlardır.

Toplu tabanca

Toplu tabanca silindir şeklinde fişek haznesine sahiptir. Silindirin içerisinde fişeklerin yerleştirildiği top yuvaları bulunur. Her atıştan sonra silindir dönerek yeni bir fişeği namlu hizasına getirir (37, 38).

Otomatik tabanca

İlk dolduruluş kullanıcı tarafından yapılır ve fişek şarjör denilen içi yaylı bir düzeneğe yerleştirilir. Sürgü çekildiğinde namlunun arka kısmında bulunan fişek, fişek yatağına sürülerek atışa hazır hale gelir. Tetiğin çekilmesiyle gerçekleşen atış sonrası kovan dışarı atılır, (Resim 2), şarjörde sırasını bekleyen fişek, fişek yatağına sürülür ve silah atışa hazır hale gelir (36, 38).



Resim 2: Kovanın yarı otomatik tabancadan dışarı atılması.

Otomatik tabancalar çalışma sistemlerine göre **yarı otomatik**, **tam otomatik** ve **makineli** olmak üzere 3 şekildedir.

Yarı otomatik tabanca

İlk dolduruluş kullanıcı tarafından yapıldıktan sonra tetiğin çekilmesi ile ateşleme yapan, atış sonrası fişek yatağındaki kovani dışarı atan ve şarjörde sırasını bekleyen fişeği fişek yatağına sürerek silahı atışa hazır hale getiren ateşli silahlardır (8, 18).

Çalışma kapsamında kullanılan Canik SF9 TPX yarı otomatik tabanca ile 9×19 mm çap ve tipindeki fişek Resim 3’de gösterilmiştir.



Resim 3. Canik TP9 SFX yarı otomatik tabanca ve Sterling marka 9×19 mm fişek.

Tam otomatik tabanca

İlk dolduruluş kullanıcı tarafından yapıldıktan sonra tetik bir defa çekilip bırakılmadığı zaman şarjördeki tüm mermileri bitirinceye kadar ateş eden tabancalara tam otomatik tabancalar denir (8,18).

Makineli tabanca

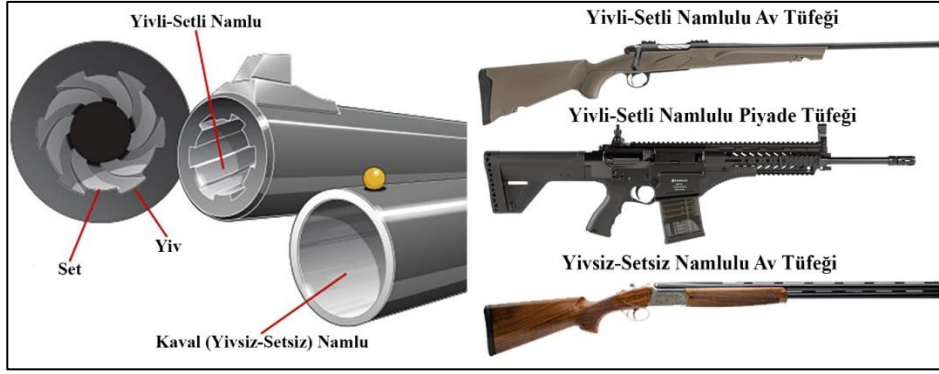
Üzerinde bulunan ayar mandalı vasıtası ile yarı otomatik ve tam otomatik çalışma sistemleri arasında geçiş yapabilen ateşli silahlardır (36, 38).

Tek atışlı tabancalar

Fişek haznesi bulunmayan ve her bir atış için kullanıcının fişek yatağına fişek yerleştirdiği ateşli silahlardır (36, 38).

2.5.2.2. Uzun namlulu silahlar

Namlu uzunluğu fişek yatağı hariç 30 cm’den, silahın toplam uzunluğu 50 cm’den uzundur (Resim 4) (15, 36).



Resim 4. Namluların temel yapısı ve yivli-setli namlu ile yivsiz-setsiz namluya sahip uzun namlulu silah örnekleri.

Sürgü mekanizmalı tüfek

Mekanizmanın el yardımıyla açılıp kilitlendiği, dahili şarjörde bulunan fişekleri açık durumdaki mekanizmanın ileriye doğru itilerek fişek yatağına yerleştirildiği ve atış sonrasında mekanizmanın geriye doğru çekilmesi ile kovanın fişek yatağından atıldığı tüfeklerdir (36).

Yiv-setsiz av tüfeği

Genellikle avcılık ve sportif aktiviteler için kullanılan namlu boyları 55-86 cm arasında olan yivsiz-setsiz av tüfekleridir.

Av tüfeklerinde kullanılan fişekler silindirik yapıda olup genellikle boyları 6-8 cm'dir. Pirinçten yapılmış bir dipçik ve küçük bir kısmı dipçik içinde kalan plastik veya kartondan yapılmış bir tüp fişeğin dış yapısını oluşturur. Dipçik fişeğin ileri giderek fişek yatağına düşmesine engel olur. Dipçiğin taban kısmına tabla denir. Tablanın ortasında kapsül bulunur. Bu kapsülde mermi çekirdeğinde olduğu gibi patlayıcı bir karışım vardır. Fişeğin iç yapısında ise kapsülün önünde barut, barutun önünde plastik ya da keçeden yapılmış tapa, tapanın önünde saçma taneleri veya tek parça kurşun (küresel veya silindirik) bulunur. Saçmalar genel olarak kurşundan yapılmıştır (2, 15, 21).

Makineli tüfek

İlk dolduruş sonrasında tetik bırakılıncaya kadar ateş etmeye devam eden, büyük ve orta kalibrede fişek atabilen ateşli silahlardır. Makineli tüfekler ağır ve hafif olmak üzere iki alt sınıfa ayrılmaktadır (36).

Hafif makineli tüfek

Bir kişi tarafından kolaylıkla kullanılabilen, iki ayaklı bir desteğe sahip, şarjör beslemeli, orta güçte piyade tüfeği mühimmatları olan 7,62×51 mm, 7,62×39 mm, 5,56×54 mm ve 5,45×39 mm fişeklerini kullanan makineli tüfeklerdir (36).

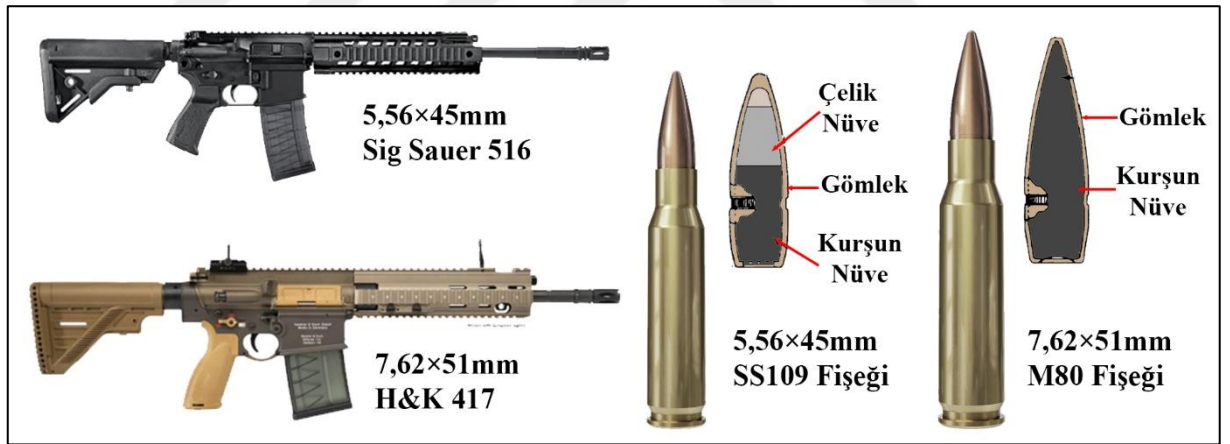
Ağır makineli tüfek

Otomatik çalışma sistemine sahip 50 kalibreden büyük çaplarda fişek kullanan, daima bir yere monte edilerek kullanılan ateşli silahlardır (36).

Otomatik tüfek

Çoğunlukla askeri amaçla olarak üretilen namlusu yivli-setli, yarı otomatik, darbeli ve tam otomatik çalışma sistemlerinden birine veya her üçüne birden sahip olan silahlardır. Günümüzde kullanılan piyade tüfeklerinin tamamı otomatik tüfeklerdir (36).

Çalışma kapsamında 5,56×45 mm fişek atan Sig Sauer 516 marka otomatik piyade tüfeği ve 7,62×51 mm fişek atan Hecler Kock HK417 marka otomatik piyade tüfeği kullanılmıştır (Resim 5).



Resim 5. 5,56×45 mm Sig Sauer 516 ve 7,62×51 mm H&K 417 piyade tüfekleri ile SS109 ve M80 fişekleri.

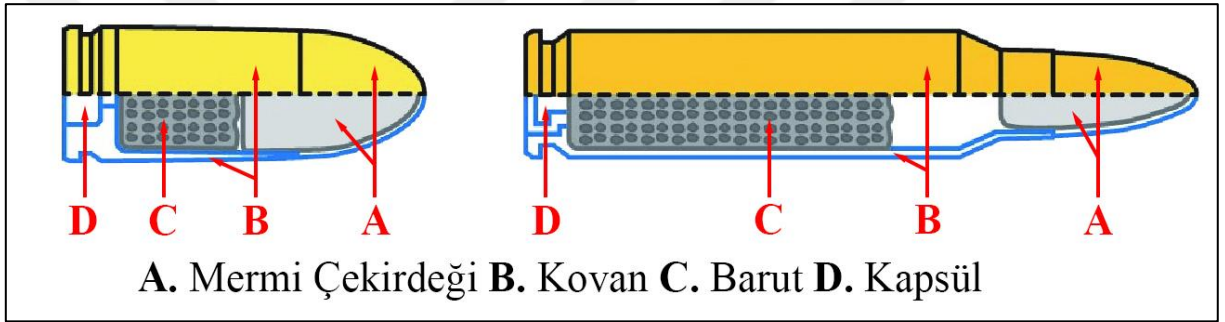
2.6. Fişeklerin yapısı

Fişegin ateşlenmesi ile kovan içerisinde bulunan barut hızlı bir kimyasal tepkime sonucu yanar ve açığa çıkan patlama gazlarının oluşturduğu basınç mermi çekirdeğini veya saçma tanelerini namlunun içinden hedefe doğru iter. Namlusu yivli-setli olan silahlarda mermi çekirdeği namlu içinde ilerlerken yiv-setlerin kazandırdığı hız sayesinde mermi çekirdeği namluyu terk ettiğinde statik dengeye sahip olur. Statik denge mermi çekirdeğinin hedefe

dengeyi gitmesine, hedefe en üst seviyede kinetik enerji ile isabet etmesine ve isabet anında enerji yoğunluğunun yüksek olduğu uç kısmıyla vurmasına imkan tanır (13, 39).

İster namlusu yivli-setli ateşli silahlar olsun ister yivsiz av tüfekleri olsun kullanılan fişeklerin temel dört unsuru vardır. Ayrıca, sadece av fişeklerinde kullanılan “tapa” da bu unsurlar içerisinde yer alır (Resim 6) (36).

Kovan,
Mermi Çekirdeği veya Saçma Tanesi (Av Fişeklerinde),
Tapa (Av Fişeklerinde),
Barut,
Kapsül.



Resim 6. Yivli-setli namlusu olan ateşli silahlarda kullanılan fişeklerin temel yapısı.

2.6.1. Kovan

Fişegin ana gövdesi, barut, çekirdek ve kapsülü bir arada tutan parçadır. Barutun ateşlendiği ve yandığı kaptır. Mermi çekirdeği barutun üzerine ve kovanın ağız kısmına yerleştirilir. Kovanın görevi barut, mermi çekirdeği ve kapsülü bir arada tutmak, barutu dış etkenlerden korumak ve ateşleme sonrası barut gazı basıncından en üst seviyede yararlanmaktır (11).

2.6.2. Mermi Çekirdeği

Barut gazı basıncı ile uzak mesafelere atılabilen özel şekil ve nitelikteki nesnelerdir. Mermi çekirdeği gömlek özelliklerine, hızlarına ve hedefteki etkilerine göre alt sınıflara ayrılmaktadır.

İlk üretilen mermi çekirdekleri kurşun ve demirden üretilen saçma taneleridir. Önceleri barut namlu içine sıkıştırılmakta ve üstüne yuvarlak mermi çekirdekleri yerleştirilmekteydi. Bu şekilde barut ve mermi çekirdeği ayrı ayrı yerleştirildiğinde

dışarıdan bir ateşleme mekanizmasına ihtiyaç duyuluyordu. On dokuzuncu yüzyılın ortalarında mühimmatlarla birlikte ateşleme sistemleri de değişmeye başladı ve tabanında kapsül bulunan metal kovanlar, iğneli ateşleme sistemi ile üretilen mühimmatlar silah üreticileri arasında yaygınlaştı. İlk dönemlerde mermi çekirdeği üretimi için işçiliği kolay ve ucuz olan kurşun madeni kullanılmıştır. Kurşun yumuşak yapısından dolayı namlu içerisindeki basınçlı gazın etkisiyle namluyu terk etmeden deforme olmakta, menzili kısalmaktaydı. Ayrıca deforme mermi hedefte kontrolsüz ve aşırı etkilere neden olmaktaydı (17, 36).

Namlu iç çeperi ile mermi çekirdeği arasındaki sürtünmenin azaltılması ve hedefe isabet ettiğinde mermi çekirdeğinin deforme olmaması için 1882 yılında kurşun mermi çekirdeğinin dışı “Gömlek” olarak adlandırılan kaplama malzemesi ile kaplanmaya başlanmıştır. Gömlek malzemesi olarak zaman içerisinde demir, çelik, tombak ve plastik gibi maddeler kullanılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan bakır çinko alışımlı olan tombaktır. Bu açıdan mermi çekirdekleri gömlekli ve gömleksiz olmak üzere iki şekildedir (Resim 7) (36, 40).



Resim 7. Gömlekli ve gömleksiz çekirdekler (36).

2.6.3. Saçma Tanesi

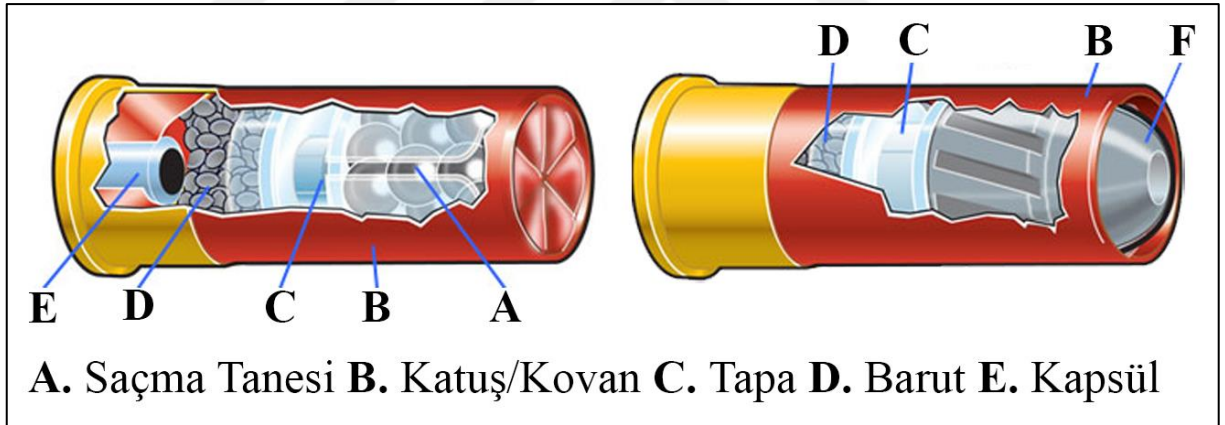
Av tüfeklerinde kullanılan fişekler içerisinde kuş saçması, geyik saçması olmak üzere iki farklı saçma tanesi ve ‘şevrotin’ olarak adlandırılan tek kurşun bulunmaktadır. Saçma taneleri, av fişeklerinin içerisinde yer alan özel şekil ve nitelikteki kurşun veya çelikten üretilmiş kürelerdir. Saçma taneleri çapları itibarıyla “toz saçma”, “kuş saçması” ve “geyik saçması” olarak üç sınıfa ayrılmaktadır (Resim 8) (36).



Resim 8. Av fişegi saçma çeşitleri (36).

2.6.4. Tapa

Av fişeklerinin içerisinde, ateşleme sonrasında elde edilen barut basıncından en üst seviyede faydalanmak için barut ile saçma taneleri arasında “tapa” yer almaktadır. Tapa piston gibi saçma tanelerini namludan dışarıya doğru iterken, barut gazının saçma taneleri arasından kaçmasını da engeller. Ayrıca, saçma tanelerinin havadaki uçuş hareketleri sırasında dağılımlarını kontrol etmek ve hedefe daha yüksek kinetik enerji miktarıyla ulaşabilmelerini de sağlar (Resim 9) (36).



Resim 9. Yivsiz namlulu av tüfeklerinde kullanılan av fişeklerinin temel yapısı.

2.6.5. Kapsül

Kovanın alt kısmında bulunur. Tetiğe basılıp horoz düşürüldüğünde madeni uç kovanın tabanında bulunan yuvarlak yapıdaki kapsüle çarpar. Kapsül kolay alev alabilen kurşun, antimon ve baryum bileşiklerinden bir veya birkaçını içerir. İğnenin çarpması ile kapsülde kolay alev alan bu bileşikler ilk kıvılcımı meydana getirir ve barutun yanması sağlanır (8).

Fitilli mekanizmalı dediğimiz ilk ateşli silahlar ağızdan doluyor ve bir fitil ile uzaktan kumanda ediliyordu. Ancak bu silahlar hava şartları bağımlıydı ve kullanıcı için

can güvenliği açısından riskleri vardı. Daha kullanışlı olması açısından 16. yüzyılda çakmaklı mekanizmalar kullanıldı. Ardından 18. yüzyıl sonlarında kapsül, 19. yüzyıl ortalarında iğneli mekanizmalar geliştirildi. Bu döneme kadar silahlar ağızdan dolduruluyor ve bu silahlar ile tek atış yapılabiliyordu. İğneli mekanizma ile birlikte geriden dolan ve kovanla mermi ile ardışık atışlar yapabilen silahların üretimi başladı. Elbette bu gelişimde 1885’de dumansız barutun bulunmasının etkisi olmuştur (41).

2.6.6. Barut

Barut ateşli silahlarda ateşleme aracıyla tutuşturulması durumunda, oluşturduğu gazların itme gücüyle merminin atılmasını sağlayan yanıcı katı maddelerin genel adıdır. Tabanca tüfek gibi hafif silahlardan roket, ağır füze gibi ağır silahlara kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. Barut atmosferik oksijen ihtiyacı olmadan ekzotermik bir reaksiyon ile büyük miktarlarda sıcak gaz oluşturan patlayıcı maddedir. Katı veya sıvı formda, farklı bileşenlerde ve şekillerde olabilir (11, 42).

Kara barut ve beyaz barut olmak üzere iki türü vardır:

Kara (dumanlı) barut

Bilinen en eski patlayıcı kara baruttur. Avrupa’da 13. yüzyıldan itibaren kullanılmaktadır. O dönemlerde %15 mangal kömürü, %10 kükürt ve %75 güberçile (potasyum nitrat) karışımdan oluşmaktaydı. Güberçile yanıcı, kömür ve kükürt ise yakıcıdır (11).

Beyaz (dumansız) barut

Kara barut fazla duman çıkarması ve artık oluşturması nedeniyle yerini dumansız baruta bırakmıştır. Dumansız barutun ana maddesi nitroselülozdur. Yapısında nitroselüloz veya nitrogliserin ve çeşidine göre potasyum, bikromat, amonyum bikromat, baryum nitrat, eter bulunur. Dumansız barut yandığında hacminin 900-1000 katı gaz oluşturur. Çok az duman ve artık bırakır.

Dumansız barutun ile kez av tüfeklerinde 1864 yılında Prusya ordusunda Yüzbaşı olarak görev yapan E. Schultze tarafından kullanıldığı bildirilmektedir. Bir başka yayında ise Franda’da 1884 yılında M. Vieille tarafından kullanıldığı

söylenmektedir. Ancak asıl önemli gelişme 3 yıl sonra Alfred Nobel'in %40 nitrogliserin, %60 nitroselüloz içeren 'Ballistite' adındaki dumansız barutu geliştirmesi ve seri halde kısa namlulu silahların yapılmaya başlamasıdır.

Dumansız barutun yaygın olarak kullanılmasının en önemli nedeni dışardan ilave oksijen ihtiyacı olmadan silahın bir bölümünde yanmasına olanak sağlayacak yeterli oksijeni, bunun bileşenlerini içermesidir. Üstün sevk gücü, düşük namlu kirliliği ve düşük namlu erozyonu gibi özellikleri ile kara barutun yerini almıştır (42, 43).

2.6.7. İlk hız (namlu çıkış hızı)

Mermi çekirdeğinin namludan çıktığı andaki hızı, 'ilk hız' olarak tanımlanır. Mermi çekirdeğinin havadaki hareketi ve hedefteki tahribat kapasitesini ilk hızından aldığı kinetik enerji miktarı belirler. Bu nedenle mermi çekirdeğinin namluyu terk ettiği andaki hızı balistik çalışmalarında en önemli değerlerdendir.

Merminin hedefte yaptığı hasar sahip olduğu kinetik enerji ile ilişkilidir.

$$K_E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

m: ağırlık *v*: hız

Evrensel kinetik enerji formülüne göre bu enerjiyi artırmak için mermi çekirdeğinin ağırlığı veya mermi çekirdeğinin hızını artırmak gereklidir. Örneğin çapı ve mermi ağırlığı eşit olan 38 Special ve .357 Magnum tabanca mermi çekirdekleri arasındaki tek fark sahip oldukları barut miktarıdır. Magnum fişevinde daha fazla barut içeriği sayesinde daha yüksek namlu çıkış hızına ve kinetik enerjiye sahiptir. Her iki mermi çekirdeği aynı hedefe çarptığında ve enerjiyi dokuya aktardığında Magnum tipi mermi çekirdeğinin tahribatı daha fazla olacaktır.

Mermi çekirdekleri ses hızına yaklaşma ve geçme durumlarına göre ikiye ayrılmaktadır. Mermi çekirdeğinin hızı ses hızından daha düşük ise yavaş (subsonik) mermi, mermi hızı ses hızından yüksek ise yüksek hızlı (süpersonik) mermi olarak sınıflandırılır. Yapılan çalışmalarda geçici kavite oluşumuna neden olan en düşük mermi hızının 350 m/sn olduğu, 750 m/sn'den daha yüksek hızlarda geçici kavitenin patlama tarzında olduğu gösterilmiştir. Buna göre, mermi çekirdekleri hız ve enerjilerine göre sınıflandırıldığında, hızı 350 m/sn'den düşük mermiler düşük hızlı,

350-750 m/sn hıza sahip mermiler hızlı 750 m/sn'den hızlı mermiler yüksek hızlı mermiler olarak değerlendirilir (Tablo 2-3) (13, 14, 44-46).

Tablo 2. Tabanca ve tüfek mermilerinin çıkış hızları (44).

Fişek	Ortalama mermi çekirdeği çıkış hızı
9×19 mm	350 m/sn
.38 Kalibre	249 m/sn
.357 Magnum Kalibre	369 m/sn
7,62×51 mm M80	830 m/sn
5,56×45 mm SS109	900 m/sn
7,62×39 mm M43	720 m/sn
5,45×39 mm 7N6	880 m/sn
12 Numara Av Fişegi	420 m/sn

Tablo 3 Düşük ve yüksek enerjili mermiler arasındaki farklar (13).

Düşük enerjili	Yüksek enerjili
9×19 mm tabanca mermisi	7,62×51 mm ve 5,56×45 mm tüfek mermisi
Hız ses hızından düşük	Hız ses hızından yüksek
Hızı az olduğundan takla eğilimi daha az	Hızı fazla olduğundan takla atmaya daha meyilli
Mermi boyu çaptan biraz fazla	Mermi boyu çaptan daha fazla
Hızı az olduğundan deformasyon ve fragmantasyon eğilimi daha az	Hızı fazla olduğundan deformasyon ve fragmantasyona daha meyilli

2.7. Balistik bilimi

Balistik, Yunanca 'ballein' (fırlatmak) kelimesinden, Fransızca 'balistique' sözcüklerinden gelmektedir. Fırlayan cismin hareket ve davranışı ile hedef üzerindeki etkilerini açıklayan bilimdir. Bir başka deyişle merminin itme kuvveti, uçuşu ve çarpma etkisini inceleyen bilimdir.

Günümüzdeki balistik biliminin kökeni 1800'lü yıllara dayanmaktadır. Londra'da 1835 yılında Henry Goddard adında bir polis olayda elde edilen ve çentik taşıyan bir mermi çekirdeğini kendisinin döktüğü, bütün kalıplarda aynı çentiği taşıyan mermi çekirdeklerine benzerliğini göstererek katilin mahkum olmasını sağlamıştır. Minnesota'da 1897 yılında Edward Lawlor mermi çekirdeğinin set izlerinin tanımını yapmıştır. Winona kentinde, bir genelev işleten French Lou adında bir kadın yüzünden üç genç kavgaya eder ve biri tabanca ile öldürülür. Sağ kalan iki kişiden hangisinin katil

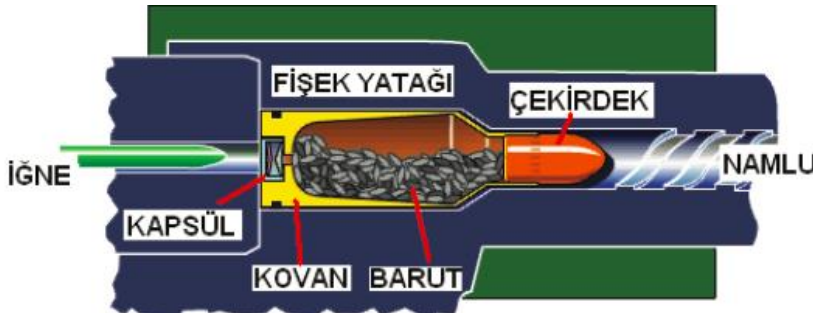
olduğu araştırılırken silahların balistik incelemesi yapılır. Olayda kullanılan tabancalardan biri 32 kalibre Smith Wesson diğeri ise 32 kalibre Hood revolveridir. Duruşma sırasında bilirkişi olarak dinlenen silah tamircisi Smith Wesson'un namlusunun yivli ve setli olduğunu Hood marka revolverin namlusunun ise düz boru şeklinde olup sadece uç kısmında gerçek olmayan bazı setler olduğunu belirtmesi üzerine cesetten elde edilen mermi çekirdeklerinin görünüşünden katilin 32 kalibre Hood marka revolveri taşıyan kişi olduğu ortaya çıkmıştır (11).

Yiv izlerinden mermi tanımlanması hakkındaki ilk önemli kaynak olan, “Mermi ve Silah” adındaki makale Dr. Albert L. Hall tarafından 1900 yılı Haziran ayında Buffalo Medical Journal’de yayınlanmıştır. Makalede ayrıntılı olarak yiv ve setlerin ölçümlerinin nasıl yapıldığı ve mermi çekirdeği çapının nasıl tespit edileceği açıklanmıştır (11).

Adli tıp profesörü olan Hoffmann 1878’de ateşli silahlarla yapılan bitişik atışlarda giriş yarasında yuvarlak bir boşluk oluştuğunu gözlemlemiş ve ‘Hoffmann’ın maden çukuru’ olarak adlandırdığı bulguyu tanımlamıştır (11).

2.7.1. İç balistik

İç balistik, mermi çekirdeği veya özel şekil ve nitelikteki cismin (narin aerodinamik nesnenin), kimyasal enerji (barut veya türevi sevk madde) pnömatik veya mekanik bir sistemin sağladığı kinetik enerji altındaki namlu içerisindeki hareketlerini incelemektedir (44-47) (Resim 10).



Resim 10 İç balistiğin inceleme alanları.

2.7.2. Ara balistik

Ara balistik bilimi, mermi çekirdeğinin namlu ağzından çıkış anı ile namluyu terk etmesinden 1-2 milisaniye sonrasını inceleyen bilim dalıdır. Ara balistik bilimi,

mermi çekirdeğinin iç balistikten dış balistiğe geçiş anındaki namlu ağzı gerilmeleri, namlu ağzı türbülanslarını, namlu ağzı alevi ile patlama seslerini, şok dalgalarını ve bunların önleme yöntemleri üzerine çalışmaktadır (48-50).

2.7.3. Dış balistik

Dış balistik, ateşlemenin akabinde namluyu terk eden mermi çekirdeğinin namlu ile hedef arasındaki hareketlerine, aerodinamik ve kütle kuvvetlerinin; moment sistemlerinin, meteorolojik değişkenlerin ve dünya hareketlerinin etkilerini inceleyen bilim dalıdır (49-51).

2.7.4. Hedef Balistiği

Hedef balistiği, mermi çekirdeği, şarapnel ve av tüfeği saçmalarının katı-akışkan zeminler üzerinde meydana getirdikleri tahribatlara ve deformasyonlarına etki eden faktörleri, hedef ve mermi çekirdeği açısından inceleyen bilim dalıdır (50).

2.7.5. Yara balistiği

Yara balistiği, mermi çekirdeğinin, mermi çekirdeği parçalarının veya saçma tanelerinin canlı dokuları üzerinde ve bu dokuların içerisinde meydana getirdikleri; fiziksel ve biyokimyasal olayları, anatomik ve fizyopatolojik değişiklikleri hem mermi çekirdeği hem de hedef doku açısından inceleyen bilim dalıdır (52-54).

2.7.6. Adli Balistik

Adli balistik bilimi, balistik biliminin alt bilim dallarının temel prensiplerinin hukuki konulara uygulanması olarak da tanımlanabilmektedir. Günümüzde konusu suç teşkil eden olaylarda ateşli silahların yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Ateşli silah ile olay ve olay ile olay arasındaki bağlantıyı kurmayı hedefleyen adli balistik bilimi; ateşli silahların yanı sıra ateşsiz silahlar ile aletlerin, hukuki durumlarını tespit etmek üzere yürürlükte bulunan kanunlar kapsamında değerlendirilmesine yönelik incelemeleri de yerine getirmektedir (10, 48).

2.8. Ateşli silah yaraları

Yaralanma bir enerji transferidir ve merminin sahip olduğu enerjiyi hedefe aktarmasının sonucudur. Merminin çekirdeğinin enerjisi kitlesine, hızına ve çarptığı dokunun direncine, merminin çekirdeğinin oluşturduğu hasar bu enerjiyi dokuya hedefe transfer etme yeteneğine bağlıdır. Bu nedenle değişik şekil ve uç özelliklerine sahip mermi çekirdekleri üretilmiştir. Ucu yumuşak, künt, kesik, çentilmiş ve çukurlaştırılmış mermi çekirdekleri hedefe çarptığında hızla deforme olur ve kesit yüzeyi artar ki bu durum enerjiyi aktarma yeteneğinin atmasına ve hedefte hasarın ağırlaşmasına yol açar (55).

Yara balistiği biliminin kurucusu olarak kabul edilen Thedor Kocher'e ait çalışmalar, 1868 St. Petersburg Deklarasyonu ile içerisinde patlayıcı madde içeren ve yumuşak hedeflere isabet ettiğinde patlayarak aşırı yaralanmalara neden olan mermi çekirdeklerinin insanlara karşı kullanılmasını ve 1899 I. Lahey Barış Konferansı'nda "Dumdum mermisi" olarak bilinen ve hedef içerisine girdiğinde parçalanan, genişleyen, acılı ve ağırlı öldürme potansiyeli yüksek olan özel nitelikteki mermi çekirdeklerinin savaş alanlarında kullanımının yasaklanması için gereken bilimsel alt yapıyı oluşturmuştur. Bugün için uluslararası hukuka göre insan vücudunda kolayca genişleyen veya düzleşen mermilerin silahlı çatışmalarda kullanımı yasaklanmıştır. Mermi çekirdekleri gereğinden fazla yaraya ve gereksiz acıya neden olmamalıdır (46).

2.8.1. Giriş yarası

Mermi çekirdeğinin hedef üzerinde ilk temas ettiği bölgede oluşturduğu doku hasarıdır. Mermi çekirdeği vücuda isabet ettiğinde dokuların elastikiyet kabiliyeti izin verdiği derecede dokuyu esneterek iter ve çukurlaştırır. Esneme sınırı aşıldığında dokuyu delerek yoluna devam eder. Ateşli silah girişlerinin özellikleri giysi gibi cansız nesneler ve canlılar üzerinde farklılık göstermektedir. Bu nedenle cansız nesneler üzerinde oluşan ateşli silah girişleri 'giriş deliği' olarak tanımlanırken canlılarda oluşan girişler 'giriş yarası' olarak adlandırılır (36).

Mermi çekirdeği vücuda dik olarak girdiğinde giriş yarası yuvarlak, kenarları düzensizdir. Vücudu yumuşak dokulardan giren mermiler genellikle çekirdeğin çapından küçük 'tipik' yarasına neden olur (56-58). Mermi çekirdeğinin altta kemik dokusu bulunan kafatası gibi bölgelere isabet ettiği durumlarda ciltte patlama tarzında yırtık ve

yıldız biçiminde ‘a-tipik’ yarası oluşur (36). Yakın atışlarda giriş yarasının çapı mermi çekirdeğinin çapına eşit veya daha geniş olabilir. Uzak atışlarda giriş yarası mermi çekirdeği çapından daha küçük bir görünüme sahiptir (8,18, 59).

Mermi çekirdeği kendi eksenini etrafındaki dönme hareketinin etkisiyle giriş yarasını çevreleyen cildin epidermis tabakasında sıyrılmaya neden olur. Yaklaşık 1 mm kalınlığında ve halka şeklindeki bu sıyrıktan ölüm söz konusu ise su kaybı nedeniyle parşömenleşme gelişir. Dolayısıyla giriş yarasının etrafında koyu renkli parşömen plağı gözlenir ki buna ‘vurma halkası’ (kontüzyon halkası veya zon ekimotik) adı verilir (8, 60).

Mermi çekirdeği namludan geçerken yiv-setlerin arasında bulunan yağ, is ve pas mermi çekirdeğine geçmektedir. Mermi çekirdeği cildi delip geçerken üzerindeki kir giriş deliğinin iç kısmına bulaşır ve ‘silinti halkası’ adı verilen bir leke oluşturur (8, 61).

2.8.2. Çıkış yarası

Çıkış yarası mermi çekirdeğinin vücudu terk ettiği noktada oluşan doku hasarıdır. Mermi çekirdeği hedefte kalabileceği gibi bir veya birden fazla çıkış yarası oluşturarak da hedefi terk edebilir. Çıkış yarasının yapısı ve büyüklüğü atış mesafesine, silaha, mühimmata ve hedefin yapısına bağlı olmakla birlikte, genellikle giriş yarasından büyük, barut, is gibi atış artıklarını içermeyen, dokuların dışarıya doğru yırtıldığı düzensiz kenarlı doku hasarıdır (46,58).

Mermi çekirdeği havada yol alırken dengesini korumaktadır ancak vücuda girdikten sonra enerjisini kaybeder ve takla atmaya başlar. Çıkış yarasının düzensiz ve büyük olmasının ilk nedeni dengesini kaybeden mermi çekirdeğinin vücudu farklı açılarda terk etmesi, ikinci nedeni mermi çekirdeğinin dokulara çarptığında fragmente olup parçalanmasıdır. Fragmente parçalar mermi çekirdeğinin enerjisine sahip olduğundan vücudu terk ederken her biri ayrı hasara yol açar. Bu durumda birden fazla çıkış yarası gözlenebilir (18, 62).

2.8.3. Traje

Çekirdeğin vücutta izlediği yola traje denir ve otopsi sırasında organların dikkatlice incelenmesi ile trajeye ait bulguların elde edilmesi sağlanır. Bazen mermi çekirdekleri vücut içerisinde kemik dokuya çarptığında yön değiştirebilir, beklenmedik

organlarda hasar yaratabilir. Sıvı içeren kalp, mide, mesane gibi organlarda kinetik enerjinin hidrostatik basınca dönüşmesi sonucu ağır hasar yaratabilir (8, 58, 60).

2.9. Ateşli silah atış artıkları

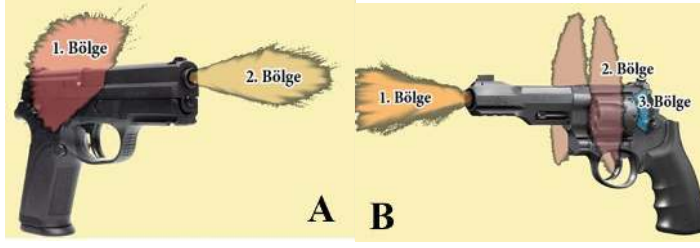
Silahın tetiği çekildiğinde horoz veya ateşleme iğnesinin kapsüle vurması sonrası kapsül kısmında yer alan darbeye hassas patlayıcıların patlama anında yüksek ısı ve basınç etkisiyle meydana getirdikleri mikron çapında partiküllerdir. Doku veya giysi üzerine yerleşen atış artıkları herhangi bir kimyasal etkileşime girmediğinden, elementer özellikleri zamanla değişmediğinden fiziksel veya kimyasal olarak dış etkilere maruz kalmadıkları sürece olduğu yüzeyde kalmaktadır (62).

Ateşli silahlarda barutun yanmasını sağlayan bölüm olan kapsülde başlatıcı, yükseltgen ve yakıt olarak görev yapan kurşun nitrat, kurşun stiftat, baryum nitrat, baryum sülfür, antimon, sülfür ve tetrasen gibi darbeye hassas patlayıcı maddeler bulunmaktadır. Fişğin patlaması sonrasında meydana gelen toz bulutunda kapsül içindeki patlayıcı maddenin artıkları, kovan, mermi ve kapsüle ait metal parçacıklar, yanan ve yanmayan barut artıkları bulunur ve bu maddeler 'atış artıkları' olarak adlandırılır (Resim 11) (40, 38, 62, 63).



Resim 11. Atış artıklarının yayılması (62).

Atış artıkları ateşli silahların özelliklerine ve çalışma sistemlerine bağlı olarak saçılım gösterir. Kapsül maddesi otomatik silahın kovan atma boşluğundan (bölge 1), toplu silahın önü (bölge 2) ve arkasından (bölge 3) atıcı üzerine bulaşır (Resim 12) (62).



Resim 12 Otomatik (A) ve Toplu tabanca (B) silahlarında atış artıklarının yayılması (62).

Atış artıklarının yayılma mesafesine etki eden faktörler, silahın cinsi, uzun veya kısa namlulu olması, mekanizma sisteminin hareket şekli, toplu veya şarjörlü olması, tutuluş şekli, eski ya da yeni olması, tadilata uğraması, atış sayısı ve açısı, fişek kapsülünün tipi, büyüklüğü, kalitesi ve patlamanın şiddeti, meteorolojik şartlar (rüzgar, yağmur gibi), olayın gerçekleştiği ortam (kapalı ortam, açık alan) ve hedef özellikleri olarak sayılabilir (62).

2.9.1. Alev

Silah ateşlendiğinde namlu ucundan barutun yanmasıyla oluşan, koni şeklinde alev çıkar. Alevin ulaşabileceği mesafe silahın ve merminin özelliklerine göre değişmekle birlikte yaklaşık olarak 5-10 cm arasındadır. Atış mesafesine bağlı olarak ciltte ve giysilerde yanık oluşturur, kıllarda kavrulmaya, ciltte vezikül oluşumuna yol açar (38, 40).

2.9.2. Sıcak gazlar

Barutun yanması sırasında oluşurlar. Bunların arasında karbon monoksitin atış mesafesi tayini açısından ayrı bir önemi vardır. Bitişik atış mesafesinden yapılan atışlarda patlama sonucu oluşan ve barutun tam yanma ürünü olan karbonmonoksit gazı patlama basıncı ile cilt altına girer ve cilt altı yumuşak dokularda bulunan hemoglobinin ve miyoglobinin ile birleşerek etraf kas dokusu ve derinin kiraz kırmızısı veya pembemsi renk almasına neden olan karboksihemoglobin ve karboksimiyoglobinin oluşumuna yol açar (38, 40).

2.9.3. İs

Duman olarak da adlandırılır. Yanmakta olan baruttan oluşan karbonlu artıklar namlu içine sürünerek dışarı çıkarlar. 15- 30 cm mesafeye kadar ulaşabilirler. Kara barut daha fazla is oluşturur ve daha uzağa gidebilir (38, 40).

2.9.4. Yanmamış Barut Taneleri

Atış anında yanma halinde veya yanmamış barut taneleri patlama gazlarının etkisi ile dışarı atılır. Silahın türüne göre farklı uzaklıklara kadar ulaşabilen bu parçacıklar cilde saplanarak barut kakmalarına neden olur. Namlu ağzından koni şeklinde çıkar, hedefe daire şeklinde yayılır. Hedef yakınsa dairenin çapı küçük, barut taneleri sık iken hedef uzaksa dairenin çapı büyük, barut taneleri seyrek (38, 40).

2.9.5. Metal artıklar

Ateşli silah atış artıklarından olan metaller, mermi çekirdeği ile namlu iç yüzeyinin sürtünmesi ile kopan metal parçacıkları, mermi çekirdeği ve kovan yüzeyinden gelen metal buharları ile kapsüldeki metallerin buharlarından oluşmaktadır. Metal buharları, diğer artıklarda olduğu gibi bir çok faktöre bağlı olmakla beraber 2 metreye kadar ulaşabilmektedir (38, 40).

2.10. Atış mesafeleri

Ateşli silahlarda namlu ağzı ile hedef arasındaki uzaklık ‘atış mesafesi’ olarak adlandırılır. Atış mesafesinin tespiti olayın meydana geliş şeklinin bilimsel olarak ortaya konulması için önemli bir faktördür.

Silah ateş edildiğinde atış artıklarının yoğunluk ve dağılımı etkileyen pek çok faktör olması ve bu faktörlerin olay sırasında ne şekilde etki gösterdiğinin bilinmemesi nedeniyle atış mesafesi hakkında kesin rakamlar verilememektedir. Ancak namlu ağzından çıkan alev, duman, yanmamış barut taneleri, metal artıklar, av tüfeklerinde tapa, kapak gibi ürünlerin belli bir mesafeye gidebilmesine dayanarak hedef üzerindeki bulguların incelenmesi ile atış mesafesi hakkında fikir yürütülebilir.

Olay yerinde, kurbanın giysilerinde ve vücudunda bulunan ateşli silah giriş deliği ve yaraların özellikleri incelenerek atış mesafesi hakkında yorum yapılabilir. Jandarma ve Polis Kriminal Laboratuvarları’nda atış mesafesine ilişkin analizler

kurbanın giysileri gibi cansız nesneler üzerinde yapılmaktadır. Ceset veya yaralının vücudu üzerindeki ateşli silah giriş yara özelliklerine göre atış mesafesi değerlendirmesi ise Adli Tıp Bilimi'nin çalışma alanıdır (Tablo 4) (59, 62, 64).

Tablo 4. Atış mesafesine göre cilt/cilt altı bulgular (59).

Atış mesafesi	Cilt bulgusu	Cilt altı bulgusu
Bitişik atış Tam bitişik atış	Vurma halkası Silinti halkası Stampa izi	Hoffman maden çukuru
Yakın bitişik atış	Vurma halkası Silinti halkası Barut yanma ürünleri	Hoffman maden çukuru
Yakın atış	Vurma halkası Silinti halkası Barut yanma ürünleri Yanmamış barut taneleri	
Uzak atış	Vurma halkası Silinti halkası	

Atış mesafeleri 4 temel başlıkta sınıflandırılmaktadır (62):

2.10.1 Bitişik atış mesafesi

Namlu ağzının vücuda tam temas etmesi ile yapılan atışlardır. Atış artıklarının mermi giriş yarası etrafında veya giriş yarası iç yüzeyinde yoğun bir şekilde oluşması söz konusudur. Bitişik atışlar namlunun hedef ile temas durumuna göre 4 alt gruba ayrılmaktadır (2, 62).

Sert bitişik atış

Namlu ağzının dokuya iyice dayandığı ve cilt dokusunun namlu ağzının kenarlarını tamamen kapattığı durumdur.

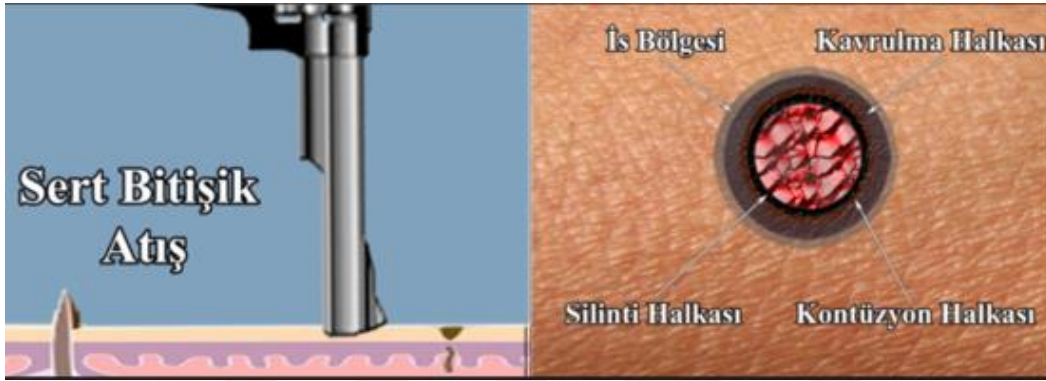
Giriş yarasının çevresindeki cilt dokusunda sıcak barut gazının etkisiyle 'kavrulma halkası' gözlenir.

Atış sırasında yiv-set arasından kaçan ve mermi çekirdeğinin ardından ilerleyen atış artıkları giriş yarası etrafında 'is halkası' oluşturur. İs cildin alt katmanlarına ve kavite içerisine girdiğinden silinse bile çok iyi temizlenmez.

Mermi çekirdeği namlu içerisinde hareket ederken önceki atışlardan kalan atış artıklarını üzerine alır ve hedefe isabet ettiğinde giriş yarasından bu artıkları sıvayarak ilerler. Bu bulaşma giriş yarası etrafında 'silinti halkası' oluşmasına neden olur. Silinti halkası atış mesafesinden bağımsız olarak ortaya çıkan bir bulgu olduğundan önemlidir.

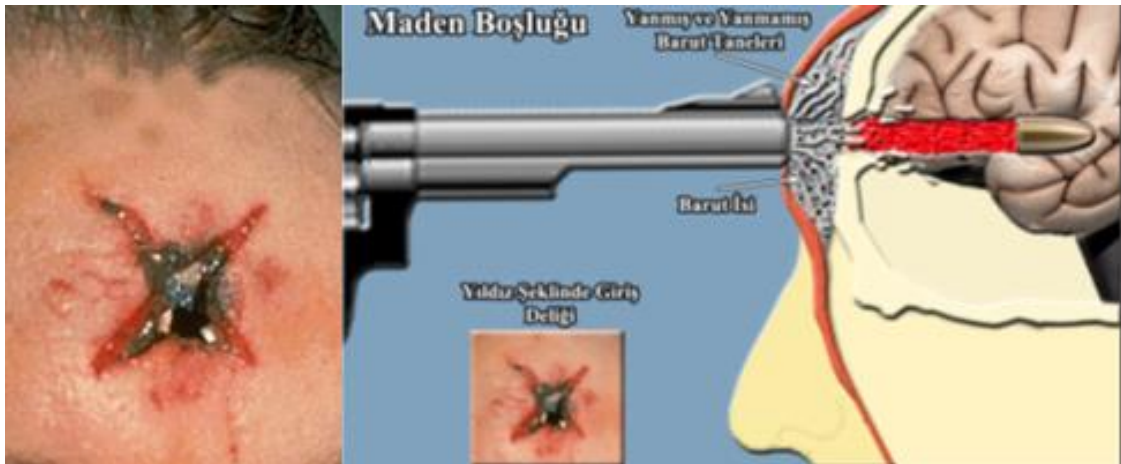
Kurbanın vücudunda silinti halkası bulunmuyorsa mermi çekirdeğinin kurbanın vücuduna isabet etmeden önce başka bir ara hedef içerisinden geçtiği ihtimali düşünülmelidir.

Mermi çekirdeğinin cilt dokusuna darbe yapması neticesinde giriş yarasının etrafındaki dokularda ‘vurma halkası, kontüzyon halkası’ adı verilen ezilme meydana gelir. Vurma halkası atış mesafesinden bağımsız olarak tüm ateşli silah giriş yaralarında gözlenir (Resim 13) (2, 62).



Resim 13. Sert bitişik atış giriş yarası (62).

Kafatasına gerçekleşen sert bitişik atışlarda giriş yarası a-tipik yapıda ve yıldız şeklinde olur (Resim 14). Cildin yıldız şeklinde yırtılması yüksek basınçlı barut gazının cilt dokusu ve kemik arasına dolmasının sonucudur (2, 62).



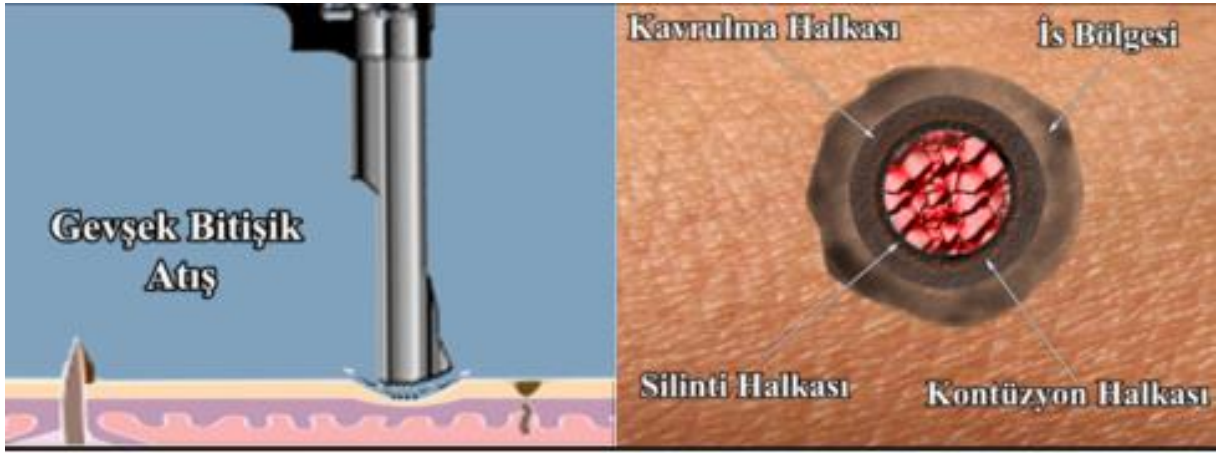
Resim 14. Kafatasına gerçekleşen sert bitişik atış (62).

Bitişik atışlarda barutun yanma elemanları dağılmadan olduğu gibi ciltten içeri girer ve cilt altına giren gaz, duman ve diğer maddeler yanlara doğru yayılır ve dokuları

iter. Giriş yarasında küre şeklinde Hoffman'ın maden çukuru adı verilen değişikliği oluşturur (2).

Gevşek bitişik atış

Namlu ağzı dokuya gevşek olarak dayanmıştır. Mermi çekirdeğinden önce namluyu terk eden barut gazı deri ve namlu arasında geçici bir çukur oluşturur. Giriş yarası çevresinde is bölgesi gözlenir ancak silindiğinde temizlenebilir (Resim 15) (62).



Resim 15. Gevşek bitişik atış (62).

Açılı bitişik atış

Namlu ağzı cilt dokusuna atıcı tarafından belirlenen bir açı ile tutularak atış gerçekleştirilmektedir. Namlu ağzının tamamı cilt dokusuna temas etmemektedir. Namlunun deriye temas etmeyen kenarından barut ve is 'armut' şeklinde sızarak yayılır. İslı bölge silindiğinde temizlenebilir. Mermi çekirdeğinin giriş yarası elips şeklindedir (Resim 16) (62).



Resim 16. Açılı bitişik atış (62).

Tam temas olmayan bitişik atış

Vücutun anatomik yapısından dolayı ateşli silah namlu ağzının tamamen cilt dokusuna temas edemediği veya belli bir açı ile temas ettirildiği ve namlu ağzı ile doku arasında boşluk olan bitişik atış şeklidir (Resim 17) (62).



Resim 17. Tam temas olmayan bitişik atış (62).

2.10.2. Bitişik yakın (yakın bitişik) atış mesafesi (0 – 2-3 cm)

Bitişik atış mesafesi ile yakın atış atış mesafesi arasında kalan gri bölge olup bazı kaynaklarda bu mesafeye yer verilmemektedir. Ancak iki kişinin boğuşması gibi olaylarda bu atış mesafesine ait bulgular önemli olduğundan bu yazıda yakın bitişik atış mesafesine ait bulgular da tanımlanmıştır (2, 62).

Dik yakın bitişik atış

Namlu cilt dokusuna tam temas etmez, arada 2-3 cm'lik mesafe bulunur. Bu boşluk yanmış ve yanmamış barut tanelerinin aradan sızması için yeterli olmadığından yanmış, yanmamış barut taneleri giriş yarasının etrafında değil kavite içerisinde bulunurlar.

Giriş yarasının etrafında kavrulma halkasının hemen dışında bitişik atıştan daha geniş bir 'is halkası' gözlenir (Resim 18) (2, 62).



Resim 18. Dik yakın bitişik atış (62).

Açılı yakın bitişik atış

Namlunun cilt dokusuna tam temas etmediği ve arada açılı bir şekilde 2-3 cm mesafe olan atışlardır. Kavrulma halkası elips şeklinde, is halkası tepesi silaha bakan eşkenar üçgen şeklindedir (Resim 19) (62).



Resim 19. Açılı yakın bitişik atış (62).

2.10.3. Yakın Atış Mesafesi (2-3 cm- barut dövmesinin görüldüğü son mesafe)

Fişek içerisinde bulunan barut tanelerinin %20-25 kadarı yanmadan namluyu terk eder. Yanmamış barut taneleri mermi çekirdeğinin arkasından hedefe doğru uçuş hareketi yapar, bir kısmı namlu ağzındaki yüksek sıcaklık ve oksijenli ortamda alev alarak yanar. Yanmayan barut taneleri hedefe ulaştığında cilt dokusuna saplanarak, 'barut dövmesi, barut kakması' olarak adlandırılan görüntüyü oluşturur (Resim 20) (2, 62).



Resim 20. Yakın atış (62).

Yanmamış barut taneleri 2 cm mesafeye kadar mermi çekirdeği giriş yarası içerisine girerler ve nadiren cilt üzerinde görülürler. Bu durum bitişik atış sınırının sonu ve yakın atış mesafesinin başlangıcıdır. Diğer bir ifade ile, giriş yarasının etrafında bir tane bile yanmamış barut tanesinin görülmesi atışın bitişik atış değil yakın atış olarak yorumlanması gerektiğine işaretir (62). Son barut dövmesinin görüldüğü mesafe yakın atış için son sınır olarak kabul edilmekle birlikte bu mesafe net değildir. Farklı namlu uzunluklarına sahip ateşli silahlardan yanmadan namluyu terk eden barut tanesi sayısı farklı olacağı gibi, farklı geometrideki barut tanelerinin havada uçabileceği mesafe de farklı olacaktır. Bu nedenle her bir silah ve hatta mühimmat için yakın atış mesafesi değişiklik gösterecektir (53). Öte yandan literatürde, kısa namlulu ateşli silahlar için 30-35 cm, uzun namlulu ateşli silahlar için 100-150 cm aralığında yapılan atışlar yakın atış mesafesi olarak kabul edilmektedir (62).

2.10.4. Uzak atış mesafesi (Barut dövmesinin görüldüğü son mesafe- ∞)

Namlunun ağzından çıkan ve merminin ardından ilerleyen yanmamış barut taneleri ve metal partiküllerin hedefe ulaşamayacağı mesafe ve sonrasında yapılan atışlardır (2, 62).

2.10.5. Atış mesafesine etki eden faktörler

Namlu ağzından hedefe doğru atılmak suretiyle mermi giriş yarası çevresinde atış artıklarının ortaya çıkması pek çok faktöre bağlıdır. Bu faktörler:

- Silahın cinsi, uzun veya kısa namlulu olması, mekanizma sisteminin hareket şekli, toplu veya şarjörlü olması, tutuluş şekli, eski ya da yeni olması, tadilata uğraması, eldivenli el veya örtü yardımıyla kullanılması, atış sayısı, susturucu veya alev gizleyen ihtiva etmesi,
- Fişek kapsülünün tipi, büyüklüğü ve kalitesi,
- Meteorolojik şartlar, (rüzgâr, yağmur vb.),
- Ortam şartları (kapalı alan, açık alan vb.),
- Barutun miktarı, yanma hızı ve patlama şiddeti,
- Atış mesafesi,
- Namlu ile hedef arasındaki açı,
- Hedefin yüzey yapısı,
- Ara hedeflerin bulunup bulunmamasıdır (62).

Vücuda giren ateşli silaha ait çekirdek ya da diğer benzer cisimlerin vücut içerisinde parçalara ayrılması, farklı noktalarda ve yönlerde yaralar oluşturması, çarptığı bölgelerden kopardığı veya parçaladığı vücuda ait sert doku ve kemik parçalarının da aynı etki ile değişik bölgelerde vücut dışına çıkarken yaralar oluşturması dikkate alınarak canlı üzerinde ayrıntılı değerlendirme yapılmalıdır. Aynı şekilde elbise üzerinde belirlenen delinmelere karşılık çekirdek veya diğer muhteviyatın elbiseye tesadüf ettiği halde dokuya temas etmeden sadece elbiseyi delip geçmesi veya sadece elbiseyi yırtması, olay sırasında katlanmalar nedeniyle tek giriş ya da çıkış beklenirken birden fazla delinme görülmesi, çekirdek ya da ateşli silaha ait diğer cisimlerin elbise ile örtünmenin olmadığı noktalara tesadüf etmesi söz konusu olabilmektedir (62).

2.11. Ateşli silah yaralanmalarında temel etkiler

“Dokuz milimetre çapında bir şişle şişlenmek ile aynı çapta bir tabanca ile vurulmak aynı etkiyi mi gösterir ve bunlara yakın çaplı bir piyade tüfeği ile yaralanmak bunlardan farklı mıdır?”

Temel olarak yaralanma bir enerji transferidir.

Mermi çekirdeğinin isabet anındaki enerjisi ne kadar fazla ise o kadar fazla hasar oluşturur.

Mermi çekirdeği sahip olduğu kinetik enerjinin ne kadar çoğunu hedefe aktarırsa o kadar çok hasar oluşur (13).

Yara balistiği prensiplerine göre ateşli silahların yaralanmayı oluşturan etkisi 5 ana başlıkta toplanmaktadır (13):

- 1) Penetrasyon (delme) etkisi,
- 2) Kalıcı kavite (kalıcı yara boşluğu) etkisi,
- 3) Geçici kavite (geçici yara boşluğu) etkisi,
- 4) Fragmentasyon,
- 5) Şok dalgaları.

2.11.1. Eşik hız, kritik hız

Mermi çekirdeği havada homojen ve düşük yoğunlukta süzülürken vücuda girdiğinde daha yoğun ve homojen olmayan bir ortam ile karşılaşır. Her bir dokunun delinebilmesi için gereken minimum hız ‘Eşik Hız’ mermi veya şarapnelin kavite boyunca isabet ettiği ve deldiği her bir dokunun eşik hızları toplamı ‘Kritik Hız’ olarak tanımlanır (46,54).

2.11.2. Penetrasyon

Mermi çekirdeğinin kütlesi ile dokuları yırtarak oluşturduğu delme (penetrasyon) merminin ilk ve temel etkisidir. Mermi çekirdeği vücuda isabet ettiğinde ilk olarak zengin elastik yapısı sayesinde penetrasyona direnç gösteren cilt dokusu ile karşılaşır. Vücudun farklı bölgelerindeki cilt kalınlığına ve esneme kapasitesine göre değişmekle birlikte mermi çekirdeğinin cilt dokusunu delebilmesi için en az 50-65 m/sn, yassı kemikler için en az 65-90 m/sn, yuvarlak kemikler için en az 120-150 m/sn isabet hızına sahip olması gereklidir (54).

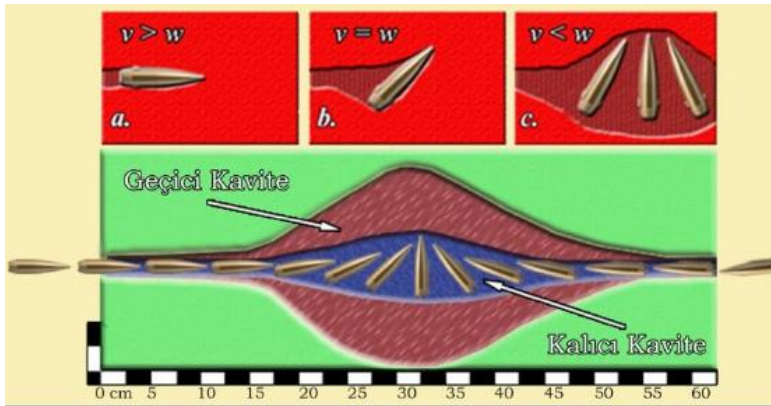
Penetrasyona karşı en büyük direnci kemik dokusu gösterir. Kas dokusu orta derecede dirençli olup direnci etkileyen en önemli faktör kas tabakasını örten fasya dokusudur. Fasya tabakası karın ön duvarında kasık bölgesine göre daha güçlüdür. Mide ve bağırsak gibi içi boş organlar duvar yapıları nedeni ile penetrasyona kas dokusundan daha dirençlidir. Karaciğer, beyin gibi organlar penetrasyona son derece duyarlıdır ve mermi genellikle bu organları delerek dokuyu terk eder (46, 65).

2.11.3. Etkili kinetik enerji

Namlusu yivli ateşli silahtan atılan mermi çekirdeği, sahip olduğu jiroskopik dengeye bağlı olarak hedefe uç kısmıyla isabet eder. Hedefe isabet etmesinin ardından doğrusal hızının (v) açısal hızına (w) oranla ani şekilde azalması nedeniyle jiroskopik denge bozularak mermi çekirdeği hedef içerisinde takla atmaya başlar. Mermi çekirdeğinin çapı ile boyu arasındaki farkın fazla olması takla hareketi sırasında darbe yüzeyinin dolayısıyla hedefe aktarılan kinetik enerji miktarının artmasına neden olur. Etkili Kinetik Enerji olarak tanımlanan hedefe aktarılan kinetik enerji miktarı ateşli silah yaralanmasının şiddetini belirler. Mermi çekirdeğinden dokuya aktarılan etkili kinetik enerji mermi çekirdeğinin hızı, ağırlığı, şekil ve dizaynı, yapıldığı metal ve dokunun özelliklerinden etkilenir (44, 46).

2.11.4. Geçici kavite

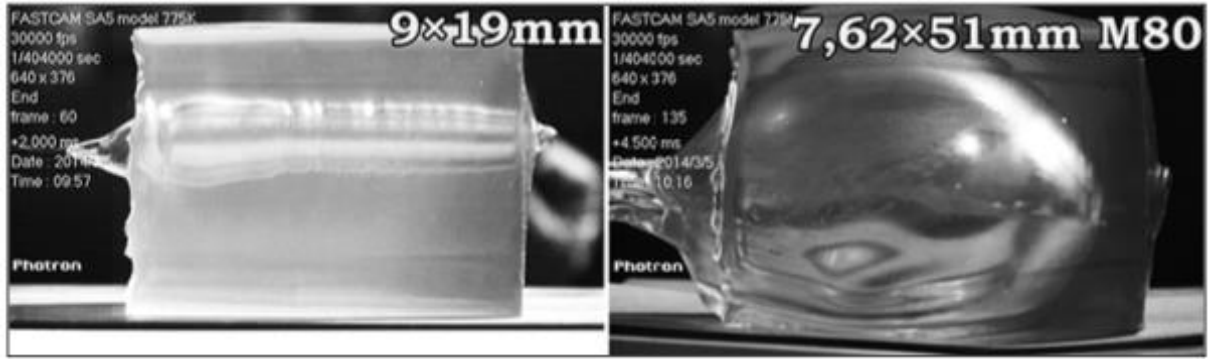
Mermi çekirdeğinin doku içerisindeki hareketi sırasında sahip olduğu kinetik enerjinin sadece 1%'i ısı olarak harcanırken %99'u basınç dalgalarını oluşturur. Dokuya aktarılan kinetik enerji miktarı arttıkça dokular çevreye doğru açılır, uzaklaşır, yırtılır ve geçici kavite oluşur. Geçici kavite mermi çekirdeğinin doku içerisinde geçmesinden milisaniyeler (3-4 milisaniye) sonra çökerek kalıcı kavite şeklini alır. Geçici kavite oluşumunu sağlayan basınç dalgası 'blast etki' olarak adlandırılır (Resim 21). Geçici kavitenin çapı kalıcı kavite çapından daha geniştir. Geçici kavitenin başlama, maksimum genişliğe ulaşma ve sonlanma derecesini mermi çekirdeği ve dokuya ait özellikler belirler. Geçici kavite içerisinde kalan dokular elastikiyet derecelerine ve dirençlerine göre yaralanır ve hasar oluşur (13, 46, 66).



Resim 21. Mermi çekirdeğinin doku içerisinde jiroskopik dengesinin bozulması, geçici ve kalıcı kavite oluşumu (46).

Tabanca fişegi giriş yarası mermi çekirdeği çapından biraz küçük ve düzenlidir. Tabanca fişegi çıkış yarası giriş yarasına göre daha büyük ve düzensiz kenarlıdır (46). Tabanca mermi çekirdeklerinde giriş yarasından hemen sonra başlayan 2-3 cm genişliğinde geçici kavite, 10-12 cm ileride çok belirgin olmayan genişleme gösterir. Kas dokusunda birkaç milisaniye süren bu durum kolay tolere edilir ve doku geride belirgin bir tahribat yapmadan çökerek kavite şeklini alır (Resim 22) (14,46).

Gerek NATO gerekse eski Varşova Paktı üyesi devletlerin ordularında kullanılan piyade tüfeğinin çapı 7,62 mm'dir. Giriş yarasından itibaren 10-12 cm'de geçici kavite oluşturmaya başlar, 20-22 cm'de geçici kavite çapı maksimum değer olan 15-25 cm'ye ulaşır (Resim 22). Yüksek kinetik enerjili yaralanmalarda geçici kavite merminin sebep olduğu tahribatın asıl nedenidir (13, 46).



Resim 22. 9×19 mm ve 7.62×51 mm mermi çekirdeklerinin balistik mum içerisinde oluşturdukları geçici kavite (54).

Uzun namlu ateşli silahlara ait mermi çekirdeğinin geçici kavite etkisini gösterebilmesi için penetre edilen doku kalınlığının en az 10 cm olması gerekmektedir. Kol ve bacakta kemik dokuya çarpmadan sadece yumuşak dokulardan dik olarak geçen piyade tüfeği yaralanmalarında ciddi tahribat gözlenmez. Mermi çekirdeği giriş yarasına göre daha geniş ve düzensiz çıkış yarası ile vücudu terk eder ve kavite oluşturur (46, 65).

Mermi çekirdeğinin kafatası kemiklerine isabet etmesi durumunda kavite etkisi dokuya giriş sonrası erken dönemde başlar. Piyade tüfeği yaralanmaları geçici kavite, genişleyen beyin dokusu ve basınç neticesinde genellikle kafatası kemiklerinin parçalanması ile sonuçlanır (46).

Akciğer güçlü bağ dokusu ile çevrili alveoller nedeni ile geçici kavite etkisine direnç gösteren organların başında gelir. Majör bir travma, ana bronş yaralanması ve mermide fragmentasyon olmadığı sürece büyük ameliyatlara gerektirmez (46).

Piyade tüfeği ile karın yaralanmalarında giriş deliğinden sonra ile 12-15 cm'de blast etki görülmez. Karın ön duvarından olan yaralanmalarda karın arka duvarında blast etki gözlenir. Böbrekler, omurlar ve medulla spinalis mermi çekirdeği ile temas olmamasına rağmen blast etki ile yaralanabilir. Karaciğer, dalak, böbrek kanlanması bol gibi organlar sıvının iyi bir iletken olması nedeniyle geçici kavitenin basınç dalgaları sonucunda ağır hasar görebilir (13, 67, 68).

Herhangi bir organı besleyen damar mermi çekirdeğinin geçişi sırasında doğrudan isabet alması dahi geçici kavitenin içinde yer almış ise bu durumda zarar görebilir. Damarın medya ve adventisya tabakası oldukça sağlam elastik liflerden oluştuğundan ani uzama ve kısalma hareketine uyum sağlayabilse de intima tabakası tek sıralı epitel yapısında yırtıklar oluşabilir. Bu durumda gerçekleşen koagülasyon süreci ve ardından oluşan pıhtı organda nekroza neden olacaktır (13).

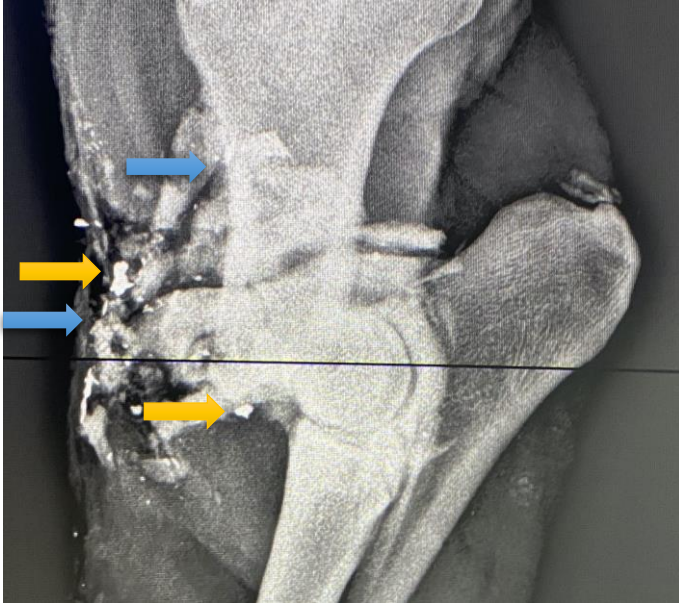
2.11.5. Fragmentasyon

Tabanca ve tüfek mermi çekirdekleri tombak adı verilen bakır alaşımı gömlekle kaplanmış ağır metal olan kurşundan oluşurlar. Benzer yapılarına rağmen, tabanca mermileri sert bir engele isabet ettiğinde düşük hızlı olmaları ve çap/uzunluk oranının birbirine yakın olması nedeni ile parçalanmadan şekil bozukluğuna neden olur. Yüksek hızlı, çap/uzunluk oranı fazla olan piyade tüfeği mermi çekirdekleri ise kemik gibi sert bir dokuya isabet ettiğinde kolayca parçalanır (46).

Deformasyon merminin sert bir yüzeye çarpınca şekil ve konturlarının değişmesini (Resim 23), fragmentasyon sert yüzeye çarpınca parçalanmasını ifade eder. Sekonder fragmentasyon ise mermi çekirdeğinin kemikte meydana getirdiği parçalanmadır (Resim 24). Fragmentasyon iki önemli etkiye eden olur. İlk olarak fragmente mermi ve parçalanmış kemik parçalarının ayrı ayrı mermi gibi davranarak doku hasarına neden olması, ikincisi ise dokunun bu yapılara karşı gösterdiği direnç sonucunda kavite oluşmasıdır (13, 65).



Resim 23. Tabanca mermisinde deformasyon (13).



Resim 24. Femur kemiği distalinde 5,56×45 mm fişek yaralanması, çıkış yarasında primer fragmentasyon sonucu fragman mermi çekirdeği parçaları (sarı ok), sekonder fragmentasyon sonucu fragman kemik parçaları (mavi ok).

Askeri personelin normal donanımında bulunan şarjör, mermi şeritleri, telsiz, kemer tokası gibi metallerin yaralanan organ sayısı ve yaralanma boyutunda artışa neden olduğu gösterilmiştir. Hedefin üzerinde taşıdığı bu cisimler ara hedef olarak adlandırılır. Ara hedeften geçen mermi çekirdeği daha vücuda girmeden deforme olduğu için daha büyük giriş deliğine yol açar, vücuda girer girmez geçici kaviteyi oluşturur, fragman olur ve her bir fragman ayrı bir mermi çekirdeği gibi davranarak hasarı artırır (69-71).

İzole yumuşak doku travmalarında tahribatı yaratan geçici kavite, dokuya dik giren mermi çekirdeğinin dokuda takla atması ve doku ile arasındaki yüzey alanındaki artış sonucunda enerji aktarımının artmasıdır. Kemik yaralanmalarında, mermi çekirdeğinin kemiğe çarparak fragman olması yumuşak doku travmalarına göre hasarın daha şiddetli ve ağır olmasına neden olur.

Mum bloklar ile yapılan izole yumuşak doku simulantlarında 9 mm tabancanın 3 milisaniye sonra 3 cm kaviteye neden olduğu, kavitenin birkaç milisaniye içinde kapandığı ve geride mermi çekirdeklerinin kitlesi ile oluşturduğu kalıcı kavitenin kaldığı görülmüştür. G3 (7,62×51 mm NATO) piyade tüfeğinin simulantı delerek çıktığı, arkasından kavitasyonun başladığı, 6 milisaniye içerisinde kavitasyonun 25 cm'ye ulaştığı ancak her iki mermi çekirdeğinin kalıcı kavileri arasında fark olmadığı görülmüştür. İçine kemik yerleştirilmiş mum blok simulantlar ile tekrarlanan deneylerde tabanca mermi çekirdeklerinin parçalanarak birden fazla yara yolu oluşturduğu, kemiklerde parçalı kırığa neden olduğu, milisaniye içerisinde kollabe olan simulant üzerinde ağır bir deformasyona neden olmadığı gözlenmiştir. G3 piyade tüfeği ile yapılan deneylerde kavite çapının 25 cm çapa ulaştığı, kemiğin tümüyle parçalandığı ve simulant üzerinde 10 cm çapında deformasyon olduğu izlenmiştir. İzole yumuşak doku yaralanması olan bir bacakta tabanca ve tüfek arasında belirgin fark görülmezken, kemik yaralanmalarında her iki fişegin etkisi arasında belirdin farklılık vardır (71).

2.12. Ateşli silah yaralanmalarında hemodinami ve mortalite

Ateşli silah yaralanmaları mortalite ve morbiditesi yüksek major travmalardır. Sivil hayatta yaralanma düşük enerjili silahlar ile askeri alanda yaralanma en sık patlayıcı madde ve yüksek enerjili silahlar ile gerçekleşmektedir (36).

Mart 2003 ve Ağustos 2010 yılları arasında Irak'da yaralanan 34.623 Amerikan askerinin tıbbi kayıtları geriye dönük olarak incelediğinde çalışmaya dahil edilen 1692 olgudan elde edilen sonuçlara göre, yaralanma en sık patlayıcı madde (%77,7) ve ateşli silahlar (%22,1) ile gerçekleşmiştir. En sık yaralanan bölgeler ekstremiteler (%43,3), baş boyun (%24,9), toraks (%10,7) ve abdomen (%7,7) olarak sıralanmaktadır, olguların %67,6'sı 60 dakikadan önce transport edilmiştir, mortalite %17,6'dır (72).

Afganistan HERRICK operasyonu (2004-2014 yılları) sırasında yaralanan Birleşik Krallık askerinin tıbbi kayıtlarının geriye dönük incelenmesi sonucu elde edilen verilere göre, yaralanma en sık patlayıcı madde (%54,8) ve ateşli silahlar (%31,7) ile gerçekleşmiştir, en sık yaralanan bölgeler baş (%48), toraks (%16,8) ve alt ekstremiteler (%6,4) olarak sıralanmıştır, ölüm oranı %18,6 olup olguların üçte biri ilk 10 dakika içerisinde hayatını kaybetmiştir. Ölüm gerçekleşen olgularda en sık neden genel vücut travması ve baş yaralanması olarak gözlenmiştir (73).

Şubat 2002 ve Mayıs 2005 tarihleri arasında çatışma bölgesinde yüksek kinetik kinetik enerjili karın içi ateşli silah yaralanması olan olguların geriye dönük incelenmesi sonucunda, olguların %71,4'ünde karın yaralanması, %14,3'ünde ek olarak toraks yaralanması, %14,3'ünde ek olarak ekstremiteler yaralanması olduğu, olguların %90'da ilk 2 saat içerisinde hastanede müdahalenin başladığı bildirilmiştir. Çatışma bölgesinde görülen yüksek kinetik enerjili yaralanmalar mortalite ve morbiditesi yüksek olgulardır. Travma skoru, kan transfüzyonu ihtiyacı ve yaralanan organ sayısı morbiditeyi etkileyen faktörlerdir (74).

İzole abdominal yaralanmalarda yüksek hızlı mermilere bağlı mortalite %26,5, şarapnel yaraları mortalitesi %18,6 ve düşük hızlı mermilere bağlı mortalite %12,8'dir. Ölümler büyük oranda (%63,6) hastane öncesi dönemde en sık vasküler yaralanma sonucu kanamaya bağlı şok nedeniyle gerçekleşmektedir. Travma skoru, yaralanan organ sayısı, mermi özellikleri, tahliye süresi sahada sağlık profesyonelleri tarafından yapılan ilk yardım mortaliteyi etkileyen faktörlerdir (75).

Özellikle askeri alanda yaralıya ulaşma ve müdahale süresi uzadıkça mortalitenin arttığı gösterildikten sonra yaralanmadan sonraki ilk bir saat 'golden hours' olarak adlandırılmıştır ve Amerika'da 15 Haziran 2009'da Savunma Bakanlığı Sekreteri Robert M. Gates tıbbi tahliye talebinden yaralının tedavi tesisine varmasına kadar geçen sürenin 60 dakikadan az olması gerektiğine dair bir politika oluşturmuştur (76, 77).

Ekstremiteler gibi hemostatik ajan veya turnike uygulanabilir vücut bölgelerinden olan yaralanmalar bası yapılabilir (compressible hemoraji) kanamalar olarak adlandırılır. Bası ve turnike uygulanamayan vücut bölgelerinden olan yaralanmalar bası yapılamayan (noncompressible hemoraji) kanama olarak adlandırılır ve bu yaralanmalarda yaklaşım daha zordur, cerrahi gerektirebilir, organ hasarı gelişebilir (Resim 25) (78).



Resim 25. Bası yapılamayan kanamaların anatomik bölgeleri (78).

Kompleks pelvis fraktürü, majör damar yaralanması, solid organ veya akciğer hasarı olan olgularda 4 anatomik bölgeden birinde damar hasarı ile kanama olması ve sistolik kan basıncının <90 mmHg olması ve/veya kanama kontrolü için müdahale (laparotomi gibi) gerekliliği bası yapılamayan kanama (noncompresible hemoraji) için tanı kriteri olarak belirlenmiştir (Tablo 5) (79).

Tablo 5. Bası yapılamayan kanama tanı kriterleri (79).

Anatomik	Ve	Fizyolojik	Ve/veya	Girişimsel
Akciğer hasarı Solid organ hasarı Majör damar yaralanması Pelvik fraktür		Sistolik kan basıncı <90 mmHg Laktat > 4 mmol/L		Kanama kontrolü için laparotomi, splenektomi gibi girişim ihtiyacı

Kontrolsüz kanama gerek savaş alanı gerekse hastanede önemli bir ölüm nedenidir. Teorik olarak kanama zamanında ve uygun müdahale ile önlenebilecek bir durum olarak kabul edilmesine rağmen silahlı kuvvetlerdeki ölümlerin 80%'inde fazlasında, sivil hayattaki ölümlerin yaklaşık %40'ında kontrolsüz kanama sorumludur (76). Kontrol edilemeyen kanamaların %67'sinden gövde %20'sinden junctional zone yaralanmaları sorumludur. Junctional terimi toraks ve abdomen dışındaki turnike uygulaması mümkün olmayan kasık, aksilla gibi bölgeleri tanımlamak için kullanılmaktadır. Turnike uygulamasının yaygınlaşması ile izole ekstremitte yaralanmaları önlenebilir ölümlerin en önemli nedeni olmaktan çıkmış yerini kasık gibi turnike uygulanmayan junctional kanamalar almıştır (79-82).

Hastane öncesi dönemde direk bası mümkün değil veya yetersiz ise ciddi ekstremitte kanamasını durdurmak için turnike uygulanması, turnike uygulamasının mümkün olmadığı ve direk basının yetersiz kaldığı durumlarda topikal hemostatik ajanların kullanımı önerilmektedir (83-86). Bası ve turnike uygulanabilir ekstremitte (kol, bacak) kanamaları ile turnike uygulanamayan bası yapılabilir axila, kasık gibi junctional bölgedeki kanamalarda hızlı hemostatik tedavi ve resusitasyon uygulanması mortaliteyi belirgin olarak azaltsa da bası yapılamayan (noncompresible hemoraji) kanamaların tedavisi ciddi bir sorun olmaya devam etmektedir (Tablo 6) (83).

Tablo 6. Hastane dışı eksternal kanama kontrolü için protokol (83).

Bası uygula ↓ Direk bası etkin (Kanama kontrol altına alınır)	Bası uygula ↓ Direk bası etkin veya pratik değil (Kanama kontrol altına alınamadı) ↓ Yara turnike uygulamaya uygun yerleşimli (ekstremitte yaralanması) ise turnike uygula Veya Yara turnike uygulamaya uygun yerleşimli değil ise (junctional yaralanma) direk bası ile topikal hemostatik ajan uygula
--	--

Sivil hayatta yaralılara acil sağlık teknisyenleri müdahalede bulunulurken askeri alanda taktiksel tıp uygulayıcıları tarafından ilk yardım gerçekleştirilir. Sivil travmalarda Temel ve İleri Travma Yaşam Desteği Algoritmaları ile Hastane Öncesi Travma Yaşam Desteği Algoritmaları kullanılmaktadır. Silahlı çatışma bölgesinde ise taktik muharebe yaralı bakımı ilkeleri uygulanmaktadır. Rutin travma yönetimi ile taktik muharebe yaralı bakımı arasındaki fark hastanın tıbbi değerlendirmesinde başlar. Askeri alanda birincil değerlendirmede hava yolu, solunum ve dolaşım (ABC) muayenesinden önce erken ve agresif kanama kontrolüne önem verilmektedir. Taktik muharebe yaralı bakımında ilk amaç yaralıyı tedavi etmek ikinci amaç yaralıyı ek yaralanmalardan korumak son amaç ise askeri görevi yerine getirmeye devam etmektir. Zaman, yer ve malzeme sıkıntısı göz önüne alındığında askeri alanda olumsuz unsurlar bulunmaktadır. Kısıtlı şartlar, yer, iklim, coğrafi koşullar ve silahlı çatışmanın şiddeti ile ilgili olarak yaralının tahliyesinde ek zorluklar yaşanır (87-89). Ateşli silah yaralanması olgularının hastane öncesi tedavisi için Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personal ve Taktik muharebe yaralı bakımı el kitabı yol göstericidir (90, 91).

Monitörizasyon

KontROLSÜZ kanama neticesinde gelişen hipovolemik şok ölümcül triad olarak adlandırılan koaguülopati, hipotermi ve asidoza yol açar, çoklu organ yetmezliği ardından ölüm söz konusu olabilir (83). Hemodinamik yaklaşımda amaç, yeterli hücre

metabolizmasını ve oksijen sunumunu sağlamaktır. Kritik hastalarda popülasyona dayalı normal değerler olguya uygun bireysel normal değerleri temsil etmediğinden bu olgularda sıvı resustasyonu damar içi volümün doğru değerlendirilmesini ve sıvı yanıtını öngörebilmeyi gerektirir. Bu amaçla kritik hastaların intravasküler volüm, kardiyak debi ve hemoglobin düzeyinin tespiti, doku oksijen sunumu ve satürasyon düzeyinin izlemi için invaziv, minimal invaziv ve noninvaziv monitörizasyon yöntemleri mevcuttur (92).

Çalışma sırasında kullanılan noninvaziv hemodinamik monitörizasyon yöntemleri:

Hemoglobin monitörizasyonu: Kanamalı hastalarda hipovolemik şokun tanınması, tedavisi ve devam eden kanamaların önlenmesi sürecinde kan kaybının miktarı, transfüzyon ihtiyacı ve transfüzyonun etkinliği için takip parametrelerine ihtiyaç vardır. Bu amaçla hemoglobin (Hb) kullanılmaktadır. Hemoglobin ölçümü tam kan sayımı veya kan gazı incelemesi ile yapılabilmektedir. Ancak yatak başı yapılabilen, sürekli ölçüm sağlayan, girişimsel olmayan, kan alma gibi işlem gerektirmeyen devamlı Hb izlemi (SpHb) son yıllarda öne çıkmıştır (93-95).

Yakın kızılötesi spektroskopisi (Near İnfrared spektroskopisi, NIRS) cihazı beyin ve somatik (organ) doku oksijenasyonunu gösterebilen girişimsel olmayan yatak başı uygulanabilen bir cihazdır. Bir sensör aracılığıyla iki farklı dalga boyunda (600-800 nm) kızılötesi ışınların ölçüm yapılan bölgede 2-3 cm derinliğinde oksijenlenmiş (oksiHb) ve oksijenlenmemiş (deoksiHb) moleküller tarafından farklı oranda absorbe edilmesi prensibi ile çalışır. Kızılötesi ışınlar dokuda yayılır, büyük damarlar tarafından ışınlar absorbe edilirken arteiol, kapiller ve venüller seviyede absorbe olmayan ışık sensöre geri döner ve cihaz tarafından analiz edilir.

Cihaz nabız oksimetresinin aksine akım bağımlı değildir. Bölgesel oksijenasyon Beer Lambert yasasına göre hesaplandığından kalp hızı veya kardiyak debinin düşük olması ölçümü etkilememektedir. Yöntemin diğer avantajları (96):

- Gerçek zamanlı, hızlı ölçüm imkanı,
- Yöntem girişimsel değildir hastaya herhangi bir zarar vermez,

- Ölçüm sırasında kimyasal veya radyoaktif madde kullanılmadığından hasta veya çevreye zarar vermez,
- Klasik ölçümlerde olduğu gibi analiz için özel cihaz veya ekipmana, laboratuvar malzemeleri gerektirmez.

Kızılötesi ışınlar kullanılarak bölgesel doku oksijenasyonu (rejional sO_2) ve bölgesel SpHb (rHb) ölçen NIRS cihazının probu alın, karın, bel, ekstremiteler gibi farklı yerlere yapıştırılarak beyin, karaciğer mezenter, böbrek, ekstremitelerde saturasyon ve Hb takibi yapılabilir (96).

Laboratuvarda yapılan invaziv Hb tayini ile eş zamanlı ölçülen SpHb değerlerinin paralel ve kullanışlı olduğu gösterilmiştir. Yöntemin en kısıtlayıcı noktası perfüzyon azaldığında sinyalin zayıflaması ve ölçüm kalitesinin düşmesidir (97). Öte yandan travma hastalarında düşük Hb konsantrasyonlarında dahi SpHb'in laboratuvarda ölçülen Hb ile paralel olduğu gösterilmiştir (98).

Pasif bacak kaldırma ile kalbe venöz dönüş artışı kan basıncını yükseltmekte Δ Chb, Δ OHb₂, Δ HHb değerlerinde artış gözlenmekte, bacak tekrar masaya yatırıldığında aynı değerlerde düşme olmaktadır. Kardiyopulmoner bypassa girerken pompa prime solüsyonu nedeniyle hastada yaşanan dilüsyonel anemi Δ Chb ve Δ OHb₂'de düşmeye neden olmaktadır (99). Dolayısıyla olgularda volüm değişikliği ve aneminin erken tespiti için noninvaziv, gerçek zamanlı, güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (96, 100, 101).

Serebral ve somatik doku oksijenasyon monitörizasyonu: Yakın kızıl ötesi spektroskopi oksijenize ve deoksijenize hemoglobin moleküllerinin farklı emilim spektrumlarını kullanarak bölgesel doku oksijenasyon doygunluğunu (rSO_2) ölçmektedir. Beyin (serebral doku oksijenasyon, beyin rSO_2) kas, böbrek, karaciğer, ekstremiteler (somatik doku oksijenasyon) için uygulanabilen noninvaziv bir yöntemdir. Nabız oksimetresinin aksine pulsatil akış gerektirmediğinden düşük kardiyak output olan durumlarda dahi kullanılabilir (102,103). Koyunlarda yapılan deneysel çalışmada hemorajik şok durumunda NIRS ile serebral ve somatik monitörizasyonun dokuya oksijen sunumu takip etmek ve hedefe yönelik tedaviyi planlamak açısından uygun bir yöntem olduğu gösterilmiştir (104).

Amerika’da 1980 yıllarından sonra travma alanında yaşanan gelişmeler sonrasında, yoğun bakıma yatacak kadar yaşayan hastaların sayısındaki artış abdominal kompartman sendromu gelişen olguların da artmasına neden olmuştur. Bunun üzerine yapılan çalışmalar acil serviste tansiyonu yükseltmek amacı ile yüksek volümlü kristaloid sıvı kullanımının hastalarda hemodilüsyon ve kanama riskinde artışa neden olduğunu göstermiştir. Abdominal kompartman sendromu olgularında gözlenen yüksek sistemik vasküler direnç ve düşük kardiyak output tedavisinde kullanılan yüksek volüm kristaloidlerin kardiyak outputu artırmadığı gibi abdominal kompartmanı kötüleştirdiği gösterilmiştir. Ardından yeni protokollerin geliştirilmesi üzerine çalışmalar başlamıştır. Olgularda klinik gidişata en etkili yöntemin masif transfüzyon protokolü (MT protokol) olduğu gösterilmiştir. Olgularda 24 saat içerisinde 10 ünite eritrosit kullanımı masif transfüzyon olarak tanımlanmış, erken dönemde taze donmuş plazma kullanılması önerilmiştir. Erken dönem taze donmuş plazma ile birlikte aktive faktör 7 uygulanması, kan transfüzyonu ve hipotansiyon tedavisini içeren protokol Afganistan ve Irak’da uygulanmış ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir. Bu aşamada hangi hastalara ne zaman MT protokol başlaması gerektiğine ilişkin sorular ortaya çıkmaktadır. Travma ve yoğun bakım hastalarında yapılan çalışmalar somatik NIRS değerlerin MT ile ilişkili ve karar vermekte faydalı olduğu sonucuna varmıştır (105).

Serebral ölçüm için cilt traşlanır, temizlenir, kurulanır ve frontal veya bölgeye saç çizgisine paralel olacak şekilde iki taraflı yerleştirilir. Somatik ölçümler sırasında karaciğer ve böbrek lojuna elektrotlar yapıştırılır. Dokularda perfüzyonun azaldığı durumlarda rSO_2 değerlerinde düşme gözlenir (103, 106). Konjenital kalp cerrahisi geçiren çocuklarda beyin, splanknik, renal ve kas doku oksijen saturasyonu laktat seviyesi ile korelasyon göstermektedir. Beyin ve renal rSO_2 ’nin %65’den düşük olması %95 sensitivite ve %83 spesivite ile laktat düzeyinin 3’den yüksek olduğuna işaret etmektedir. Travma olgularında somatik NIRS değerlerinin %70’in altına düşmesi %88 sensitivite ve %78 spesifite ile transfüzyon ihtiyacını göstermektedir (107). Yoğun bakım ünitesine kabul edilen çocuklarda %70’den düşük değerler entübasyon, mekanik ventilasyon, kan transfüzyonu, inotrop ihtiyacı, şok veya majör cerrahi gerektiren hastalıklar ile ilişkilidir (108).

Yakın kızıl ötesi ışık 700-1300 nm dalga boylarında oksihb ve deoksihb tarafından farklı derecelerde emilir. Bu aralıkta düşük emilim ve yüksek saçılım

özelliklerine sahiptir, bu da ışığın dokuda daha derine inmesine neden olur, böylece beyin dokusunun gerçek zamanlı invaziv olmayan bir yöntemle izlenmesine olanak sağlar. NIRS çalışma prensibi dokudan geçen ışığın emilimini, emilim katsayısı ve ışığın kat ettiği yolun uzunluğu ile ilişkilendiren Beer- Lambert yasasına dayanır (109).

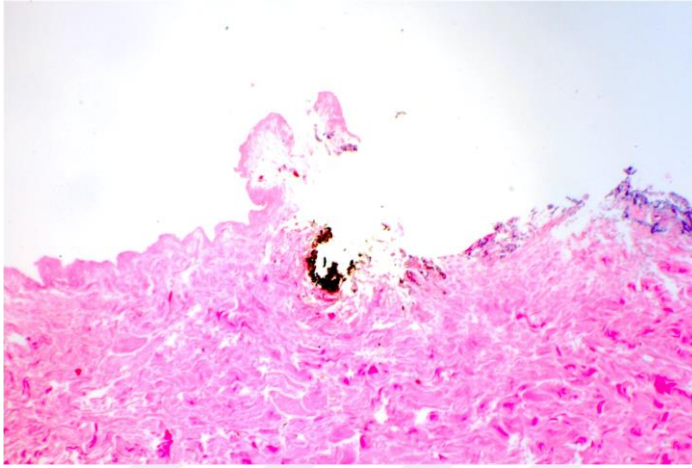
Kardiyak monitörizasyon: Hemodinami yönetiminde amaç yeterli hücre metabolizmasını sürdürmek için perfuzyon basıncı ve oksijen sunumunu optimize etmektir. İntravasküler hacimde azalma, kanama atım volümünde düşüşe yol açar, kalp hızı artırılarak kalp debisi idame ettirilir. Ancak intravasküler volümdeki azalmanın, kanamanın devam etmesi durumunda bu kompanzasyon mekanizması yetersiz kalır, kalp debisi ve kan basıncı düşer, doku perfuzyonunda bozulma ve organ yetmezlikleri gelişir. Kritik hastalarda hipovolemi doku hipoksisi ve organ yetmezliği ile ilişkili iken fazla sıvı tedavisi dokularda ödem, organ yetmezliği, uzamış hastanede yatış süresi ve artmış mortalite ile ilişkili bulunmuştur. Bu nedenle sıvı tedavisine yön vermek için dinamik değerlendirmelerin kullanılması önerilmektedir (110).

Starling girişimsel olmayan hemodinamik monitörizasyon yöntemidir. Bioreaktans teknolojisini kullanarak zamana hacim değişimini gösterir. Kalbin atım volümünü periferik ve basınç üzerinden değil merkezi ve akış üzerinden ölçüm yapar. Her kalp atımında dinamik olarak ölçüm yaptığı için kardiyak outputu ve dakika stroke volümü anlık gösterir. Reaktans teknolojisi hastanın boyu, kilosu ve ortamdaki elektronik cihazlardan etkilenmemektedir. Sensörler kalbi bir dikdörtgen içine aldığı sürece arka veya öne yerleştirilebilir (111,112).

2.13. Ateşli silah yaralanmalarında histopatolojik değerlendirme

Ateşli silah yaralanmalarında yaraların mikroskopik özellikleri mermi çekirdeğine, silaha, atış mesafesi ve hedef dokuya göre farklılık göstermektedir. Histopatolojik incelemeler giriş ve çıkış yaralarının ayırt edilmesinde ve yara yaşının belirlenmesinde yardımcıdır (113). Atış artıkları hemotoksilen eozin, peryodik asit schiff, ziehl neelsen, oil red, prussian mavisi ve alizarin red s boyaları ile histokimyasal olarak gösterilebilir (114). Giriş yarası mikroskopik olarak hücrelerde kompresyon, epidermis ve dermiste termal hasar ile keratinositlerin koagülasyon nekrozu, dermolepidermal ayrışma, kanama ve çıkış yönüne doğru azalan, siyah granüler yapıda

atış artıklarının görülmesi ile karakterizedir (Resim 26) (115). Öte yandan dermiste yağ doku, kas ve kemik yapıların gözlemesi çıkış delikleri için karakteristik bulgulardır. Özkiyım nedeniyle başından ateşli silah yaralanması olan bir olgunun giriş yarasının histopatolojik incelemesinde epidermis ve dermiste hasar olduğu, atış artıklarına karşılık gelen siyah ince taneli yabancı maddenin epidermis ve dermiste yayıldığı, epidermal ve dermal ayrışma, koagulasyon nekrozu ve dermiste kanama alanları saptanmıştır (113, 116).



Resim 26. Ciltte ayrışma, koagulasyon nekrozu ve siyah materyal (115).

Akut kan kaybı, kan basıncında düşme ve kan akımında azalma sonucunda doku perfüzyonunda bozulmaya yol açar ki dokuya oksijen sunumunun azalması şok ile sonuçlanır. Uygun tedavi yapılmadığında hemorajik şok, kapiller kollapstan hücrelerde anaerobik metabolizmanın artışı, endotelde glikokalix yıkımı, koagulopati ve organ yetmezliğine ilerleyen bir sürecin sonucunda mortalitesi yüksek bir durumdur. Hastaların klinik sonuçlarını iyileştirmek için uygulanacak tedavi stratejileri ve tedavilerin etkinliği için hemorajik şok hayvan modelleri kullanılmaktadır. Hemorajik şok yaratılan koyunların histopatolojik incelemesinde akciğer, beyin, kalp, böbrek, karaciğer ve ince bağırsakta hafif ve orta derecede hasar olduğu, iskelet kasında herhangi bir patolojik etki olmadığı saptanmıştır (104).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışma popülasyonu

Deneyisel bu çalışma için Adana cinsi 36-50 aylık 9 adet koyun kullanıldı.

3.1.1 Denek seçimi

Temel olarak deney hayvanları ile kontrollü ve kontrolsüz kanama olmak üzere 2 çeşit hemorajik şok modeli oluşturulabilir. Kontrollü modeller basınç veya volüm sabit olacak şekilde düzenlenebilir.

Sabit basınçlı (kontrollü) hemorajik şok modeli: Anestezi altındaki hayvanlarda önceden belirlenen ortalama arteriyel kan basıncını idame ettirecek şekilde periodik kanamalar yapılır.

Sabit volümlü (kontrollü) hemorajik şok modeli: Vücut ağırlığına göre hesaplanan total kan volümüne göre belirlenen sabir bir kan volümü uzaklaştırılır. Şok sırasında kan basıncı idame ettirilemez.

Kontrolsüz hemorajik şok modeli: Özellikle travma olgularında sıvı tedavisi çalışmaları için tercih edilen yöntemdir. Kan kaybına herhangi bir müdahale yapılmaz. Domuzda karaciğer yaralanması, aorta hasarı, ratlarda kuyruk ampütasyonu, sıçanda dalak yaralanması gibi çeşitli yöntemler ile yapılabilir. Denek türlerinin farklı avantaj ve dezavantajları olduğundan çalışmanın yöntemine göre denek türüne karar vermek uygundur. Koyunlar astım, osteoporoz, sepsis, akut akciğer hasarı gibi pek çok insan hastalıklarında çalışmalar için yaygın olarak kullanılmaktadır. İnsan, domuz, kemirgen, köpek ve koyunlar ile yapılan çalışmalar koyunların insan kanama parametreleri ile benzer olduğunu göstermiştir. Koyunların hemorajik parametreleri ve şok durumunda verdikleri yanıt deneyisel modellerde kullanılmaları için uygundur (104, 117-120).

Literatürde ateşli silah yaralanmalarında kullanılmak üzere tanımlanmış ideal bir denek türü bulunmamakla birlikte en sık domuz veya koyun kullanılmıştır (121-125). Bölgemizde yaşanan deprem nedeni ile domuz temininde kısıtlılık olması, Koyunun daha kolay temin edilmesi, koyunların aralıklı uygulama ile ve daha az anestezi madde ile kontrol edilebilmesi göz önünde bulundurularak denek olarak koyun seçildi.

Çalışma için, Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Deneysel Uygulama ve Araştırma Merkezi (SABİDAM) Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan (04.05.2023, sayı:3) izin alındı.

3.2 Sedasyon protokolü

Çalışma boyunca koyunlar veteriner hekim kontrolünde sedatize olarak izlendi. Sedasyon öncesi 12 saat gıda, 6 saat sıvı alımı kısıtlandı. Sedasyon veteriner hekim tarafından uygulandı (kas içi 0,2 mg/kg xylazine ve 15 mg/kg ketamin ile), sürekli ağrı kontrolü yapılarak veteriner hekim tarafından tekrar dozlar (ketamin 5mg/kg) uygulandı (126, 127). Atış sonrası 45. dakikada hala yaşam bulgusu olan denekler veteriner hekim tarafından yüksek doz sodyum tiopental ile sakrifiye edildi.

3.2.1 Monitörizasyon

Hemoglobin takibi için Massimo O³ regional oximetry kullanılarak (Pulse Co-Oximetry; Massimo Corp, Irvine, CA, USA) deoksiHb, oksihb değerlerinin zamana göre değişimi izlenmiştir (Resim 27). İşlem atış yapılmayan ekstremiteye prob yapıstırılarak gerçekleştirilmiştir. Takip ve kayıt edilen parametreler:

ΔcHb: Total Hb'i oluşturan oksihb ve deoksiHb'deki değişimlerin ölçümü

ΔOHb₂: Oksijenize Hb değişiminin ölçümü

ΔHHb: Deoksijenize Hb değişiminin ölçümü

Eksteremite rSO₂: Ekstremitte Oksijen saturasyonu



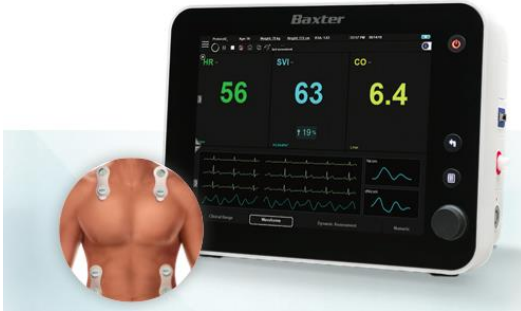
Resim 27. O3 rejyonel oksimetri monitörü.

Serebral doku oksijenasyonu izlemi için prob frontal bölgeye, karaciğer doku oksijenasyonu takibi için prob sağ kosta alt lojuna yapıştırılarak Invos 5100C rejional oximeter (Medtronic, Minneapolis, USA) ile serebral ve somatik doku oksijenasyonu takip ve kayıt edilmiştir (Resim 28).



Resim 28. Invos serebral ve somatik oksimetri monitörü.

Starling noninvaziv hemodinamik (Starling fluid management monitoring system, Baxter International Inc, Deerfield IL USA) monitör kullanılarak kalp hızı ve kardiyak debi takip ve kayıt edilmiştir (Resim 29). İşlem 4 adet prob koyun göğüs ön yüzüne kalbi dikdörtgen içine alacak şekilde yapıştırılarak gerçekleştirilmiştir.



Resim 29. Starling noninvaziv hemodinamik monitör.

3.3 Silah atışının yapılacağı yer

T.C. İçişleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Özel Harekat Başkanlığı, Adana Özel Harekat Müdürlüğü'ne ait atış alanında, yetkin personel tarafından yapıldı.

3.4 Çalışma grupları mühimmat ve silah atış protokolleri

Koyunlar sedatize edildikten ve yan yatırıldıktan sonra monitörler bağlandı. İlk atış 300 cm mesafeden yapıldıktan sonra denek ölene kadar, ölüm gerçekleşmez ise 45

dakika boyunca takip edildi. Atış sonrası 45. dakikada hala yaşam bulgusu olan denekler veteriner hekim tarafından yüksek doz sodyum tiopental ile sakrifiye edildi. Ardından diğer atışlara geçildi. İkinci atış 100 cm, üçüncü atış 10 cm mesafeden gerçekleştirildi.

Grup 1 deneklerde 9×19 mm fişek ve Canik SF9 TPX yarı otomatik tabanca kullanılmıştır (Bölüm 2.5.2.1 Kısa namlulu silahlar, Resim 3).

Grup 2 deneklerde 5,56×45 mm fişek atan Sig Sauer 516 marka otomatik piyade tüfeği, Grup 3 deneklerde 7,62×51 mm fişek atan Hecler Kock HK417 marka otomatik piyade tüfeği kullanılmıştır (Bölüm 2.5.2.2, Uzun namlulu silahlar, Resim 5) (Tablo 7).

Tablo 7. Çalışma grupları, mühimmat, atış mesafesi ve atış bölgeleri

Grup	Denek	Mühimmat	Atış Mesafesi	Atış bölgesi
1	Denek A			
	1. Atış	9×19 mm M822	300 cm	Karın
	2. Atış	9×19 mm M822	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	9×19 mm M822	10cm	Sağ humerus
1	Denek B			
	1. Atış	9×19 mm M822	300 cm	Karın
	2. Atış	9×19 mm M822	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	9×19 mm M822	10 cm	Sağ humerus
1	Denek C			
	1. Atış	9×19 mm M822	300 cm	Karın
	2. Atış	9×19 mm M822	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	9×19 mm M822	10 cm	Sağ humerus
2	Denek D			
	1. Atış	5,56×45 mm SS109	300 cm	Karın
	2. Atış	5,56×45 mm SS109	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	5,56×45 mm SS109	10 cm	Sağ humerus
2	Denek E			
	1. Atış	5,56×45 mm SS109	300 cm	Karın
	2. Atış	5,56×45 mm SS109	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	5,56×45 mm SS109	10 cm	Sağ humerus
2	Denek F			
	1. Atış	5,56×45 mm SS109	300 cm	Karın
	2. Atış	5,56×45 mm SS109	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	5,56×45 mm SS109	10 cm	Sağ humerus
3	Denek G			
	1. Atış	7,62×51 mm M80	300 cm	Karın
	2. Atış	7,62×51 mm M80	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	7,62×51 mm M80	10 cm	Sol femur
3	Denek H			
	1. Atış	7,62×51 mm M80	300 cm	Karın
	2. Atış	7,62×51 mm M80	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	7,62×51 mm M80	10 cm	Sol femur
3	Denek I			
	1. Atış	7,62×51 mm M80	300 cm	Karın
	2. Atış	7,62×51 mm M80	100 cm	Sağ femur
	3. Atış	7,62×51 mm M80	10 cm	Sol femur

3.5 Otopsi protokolü

Koyun nekropsi masasına yan olarak yatırıldı. Atış gerçekleştirilen vücut bölgesi ve diğer vücut bölgelerindeki makroskopik bulgular incelenerek fotoğraflandı. Atış bölgesinde giriş ve çıkış yarsına ait dış muayene bulguları kayıt altına alındı. Giriş ve çıkış yaraları cilt altı yumuşak doku ile birlikte örneklendi.

Koyun sırt üstü pozisyona getirilerek boyun bölgesinden inguinal bölgeye düz bir kesi yapıldı. Kostalar üzerindeki cilt ve kas dokusu disseke edildi. Ardından karın ön duvarı kasları kesilerek batin boşluğu açıldı.

Her iki kostokondral bileşkeden kotlar kesilerek göğüs boşluğu açıldı. Akciğer, hiler bölgedeki pulmoner arter ve venler incelendi Yaralanma bulgusu olduğu düşünülen yerlerden patolojik inceleme için örnek alındı.

Kalp diseksiyonu kanın akış yönünde insan kalbi diseksiyonu şeklinde yapıldı.

Mide iç ve dış duvarları incelendi, karaciğer yüzey ve kesitleri incelendi, omentum, ince ve kalın bağırsaklar incelendi. Yaralanma olan yerlerden patolojik inceleme için örnek alındı. Her iki retroperitoneal bölgeye kesi atılarak böbrekler açığa çıkarıldı, yaralanma bulgusu olan yerlerden örnek alındı.

Koyunun kafa derisi sıyrılarak kranial kemikler açığa çıkartıldı. Tur yardımı ile kranial kemikler açıldı ve beyin dokusu görünür hale getirildi, örnekler alındı.

3.6 Histopatolojik değerlendirme

Deneklerin 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) ile karın sağ alt kadrana uzak atış, ekstremiteye yakın atış ve bitişik atışları tamamlandıktan sonra yara muayeneleri yapıldı ve otopsi işlemine geçildi, histopatolojik örnekler alındı. Tüm örnekler formaldehit içerisinde muhafaza edilerek patoloji laboratuvarına ulaştırıldı. Makroskopik örnekleme, tespit ve takip işlemleri yapıldıktan sonra parafin bloklara gömülen dokular 4-5 mikron kalınlığında kesildi. Hematoksilen eozin doku boyası ile boyandı. İncelemeler kör olarak tek patolog tarafından değerlendirildi.

Giriş yarasında incelenen histopatolojik bulgular (115):

Hücrel kompresyon

Termal epidermal ve dermal hasar ve koagülasyon nekrozu

Dermoepidermal ayrışma

Kanama

Siyah materyal

Dokularda şok ilişkili inflamasyon ve hasar daha önce literatürde tanımlandığı şekilde yapıldı. Histopatolojik inceleme sonucu grade 0 ise normal, grade 1 ise hafif, grade 2 ise ağır doku hasarı olarak tanımlandı (115).



4. BULGULAR

4.1. Hemodinamik bulgular

DENEK A

Atış sonrası kalp atım hızının 60-100/dk arasında seyrettiği, dördüncü dakikadan sonra kardiyak debinin düştüğü ve düşük devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (60 saniye içerisinde) ΔcHb ve $\Delta\text{O}_2\text{Hb}$ düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO_2 %64, KC rSO_2 %38, ekstremiteler rSO_2 %64 olup, Hb'nin hemen ardından saturasyon düşmeye başlamıştır.

Yaralanma sonrası ilk 2 dakikada hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, dördüncü dakikadan sonra kardiyak debide düşme saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 45 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO_2 %34, KC rSO_2 %23, ekstremiteler rSO_2 %58'dir.

DENEK B

Atış sonrası koyunun ilk beş dakika fibrilasyonda olduğu, üçüncü dakikadan sonra kardiyak debinin düşmeye başladığı, beşinci dakikadan sonra kalp ritminin fibrilasyondan çıkıp taşikardiye döndüğü fakat kardiyak debinin düşük devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (72 saniye) ΔcHb ve $\Delta\text{O}_2\text{Hb}$ düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO_2 %65, KC rSO_2 %47, ekstremiteler rSO_2 %53 olup, 1,5 dakika sonra değerlerde düşme gözlemlenmiştir.

Yaralanma saniyeler sonra hemoglobinde azalma, hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki hızlı azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 8 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO_2 %15, KC rSO_2 %19, ekstremiteler rSO_2 %16'dır.

DENEK C

Atış sonrası kalp atım hızının 60-100/dk arasında seyrettiği, dördüncü dakikadan sonra kardiyak debinin düştüğü ve düşük devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (90 saniye) Δ cHb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %62, KC rSO₂ %46, ekstremiteler rSO₂ %70 olup, 1,5 dakika sonra rSO₂ %51, KC rSO₂ %45, ekstremiteler rSO₂ %51 ölçülmüştür.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, dördüncü dakikadan sonra kardiyak debide düşme saptanmıştır. Ardından hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 45 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %31, KC rSO₂ %32, ekstremiteler rSO₂ %41'dir.

DENEK D

Atış sırasında kalp atım hızının 60-100/dk arasında olduğu, 2,5 dakikadan sonra kardiyak debinin düştüğü ve kalp hızının >100/dk yükseldiği ve taşikardik devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (2 dakika sonra) Δ cHb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %67, KC rSO₂ %51, ekstremiteler rSO₂ %71 olup, 2,5 dakika sonra değerlerde düşme gözlenmiş, beyin rSO₂ %43, KC rSO₂ %49, ekstremiteler rSO₂ %64 ölçülmüştür.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda (2,5 dakika) hemoglobinde azalma aynı anda somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, kardiyak debide düşme saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 21 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %15, KC rSO₂ %26, ekstremiteler rSO₂ %46'dır.

DENEK E

Uzak atış sonrası kalp hızının 60-100/dk arasında olduğu üçüncü dakikadan sonra kalp debisinin düştüğü, kalp hızının >100/dk üzerine yükseldiği ve taşikardik devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından Δ cHb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %62, KC rSO₂ %45, ekstremitte rSO₂ %67 olup 4 dakika sonra değerlerde minimal bir azalma gözlenmiştir.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, üçüncü dakikadan sonra kardiyak debide düşme saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonda düşme devam etmiştir. Koyun 45 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %52, KC rSO₂ %41, ekstremitte rSO₂ %63'dür.

DENEK F

Atış sonrası kalp atım hızının 60-100/dk arasında seyrettiği, üçüncü dakikadan sonra kardiyak debinin düştüğü ve düşük devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (2,5 dakika) Δ cHb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %66, KC rSO₂ %40, ekstremitte rSO₂ %66 olup, 3,5 dakika sonra değerlerde düşme gözlenmiştir. Beşinci dakika ekstremitte rSO₂ %54, 6. Dakika beyin rSO₂ %36, KC rSO₂ %44 ölçülmüştür.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, üçüncü dakikadan sonra kardiyak debide düşme saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 45 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %52, KC rSO₂ %33, ekstremitte rSO₂ %49'dur.

DENEK G

Atış sonrası kalpte ventriküler fibrilasyon genişledi, kardiyak debinin düştüğü ve düşük devam ettiği gözlemlendi.

Atışın hemen ardından (1,5 dakika) Δ cHb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %72, KC rSO₂ %67, ekstremitte rSO₂ %80 olup, 1,5 dakika sonra değerlerde düşme gözlenmiş, beyin rSO₂ %69, KC rSO₂, ekstremitte rSO₂ %67 ölçülmüştür.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda (1,5 dakika) hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki hızlı azalma ile paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da

düşmeye devam etmiştir. Koyun 12 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %60, KC rSO₂ %34, ekstremiteler rSO₂ %35'dir.

DENEK H

Uzak atış sonrası 7 dakika boyunca kalbin fibrilasyonda olduğu daha sonra normal sınırlara döndüğü, fibrilasyon sırasında düşmeye başlayan kalp debisinin sonrasında da düşük seyrettiği görüldü.

Atışın hemen ardından Δ Chb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında KC rSO₂ %53, ekstremiteler rSO₂ %67 olup, 4 dakika sonra düşme saptanmıştır. Bu denekte teknik nedenlerle beyin rSO₂ ölçülememiştir.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda hemoglobinde azalma hemen ardından somatik oksijenasyonda bozulma saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki tedrici azalma ile paralel olarak somatik doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 45 dakika sonra eks olduğunda KC rSO₂ %15, ekstremiteler rSO₂ %30'dur.

DENEK I

Atış sonrası 3. dakikada kalbin fibrilasyona girdiği ve kalp debisinin düşmeye başladığı, 30.dakikada bradikardi geliştiği, 33. dakikada koyunun eks olduğu görüldü.

Atışın hemen ardından (1,5 dakika) Δ Chb ve Δ O₂Hb düşmeye başlamıştır.

Atış anında beyin rSO₂ %68, KC rSO₂ %57, ekstremiteler rSO₂ %66 olup, 3 dakika sonra değerlerde düşme gözlenmiştir.

Yaralanma sonrası ilk dakikalarda hemoglobinde azalma hemen ardından somatik ve serebral oksijenasyonda bozulma, üçüncü dakikadan sonra kardiyak debide düşme saptanmıştır. Hemoglobin düzeyindeki hızlı azalmaya paralel olarak somatik ve serebral doku oksijenasyonu da düşmeye devam etmiştir. Koyun 33 dakika sonra eks olduğunda beyin rSO₂ %18, KC rSO₂ %30, ekstremiteler rSO₂ %31'dir.

Atışlı deneyler tamamlandıktan sonra monitörler tarafından kayıt edilen hemodinamik verilerin incelenmesi ile elde edilen sonuçlar:

Düşük kinetik enerjili 9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 1 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 2 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü, hemen ardından serebral ve somatik doku oksijenasyonunun bozulduğu ve kardiyak debinin azaldığı gözlemlendi. Denek B'de ilk 2

dakikada başlayan bu düşüş devam etmiş ve koyun 8.dakikada eks olmuştur. Denek A ve Denek C'de hemoglobin ve satürasyon düzeylerinde 45 dakika boyunca daha yavaş bir düşme gözlenmiştir. Denek A ve Denek C 45. dakikada yaşam belirtisi göstermesine rağmen serebral ve somatik rSO₂ düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Yüksek kinetik enerjili 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 2 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 3 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü, hemen ardından serebral ve somatik doku oksijenasyonunun bozulduğu ve kardiyak debinin azaldığı gözlemlendi. Denek D'de ilk 3 dakikada başlayan bu düşüş devam etmiş ve koyun 21.dakikada eks olmuştur. Denek E ve F'nin 45 dakika boyunca daha stabil seyrettiği, hemoglobin ve satürasyon düzeylerinin daha yavaş düştüğü ve eks olduğunda serebral ve somatik oksijenasyonun Denek D'ye daha iyi olduğu görülmüştür.

Yüksek kinetik enerjili 7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 3 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 1,5 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü, hemen ardından serebral ve somatik doku oksijenasyonunun bozulduğu ve kardiyak debinin azaldığı gözlemlendi. Denek G ve I'da ilk 1,5 dakikada başlayan bu düşüş devam etmiş ve Denek G 12.dakikada Denek I 33. dakikada eks olmuştur. Denek H'de hemoglobin ve satürasyon düzeylerinde 45 dakika boyunca daha yavaş bir düşme gözlenmiştir. Denek H 45. dakikada yaşam belirtisi göstermesine rağmen somatik rSO₂ düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür.

4.2. Giriş ve çıkış yaraları

DENEK A

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ateşli silah mermi çekirdeği (ASMÇ) giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın sağında 10×10 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası gözlemlendi (Resim 30).



Resim 30. Denek A, 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sırtta sakral bölgede orta hattın sağında 6×6 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 31).



Resim 31. Denek A, 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kâkmaları olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ omuz skapula lateralinde 10×10 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 32).



Resim 32. Denek A, 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK B

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta 8×10 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 33).



Resim 33. Denek B 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ sakral bölgede 8×8 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 34).



Resim 34. Denek B 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 20 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kalmaları olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ omuz skapula lateralinde 6×5 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası gözlendi (Resim 35).



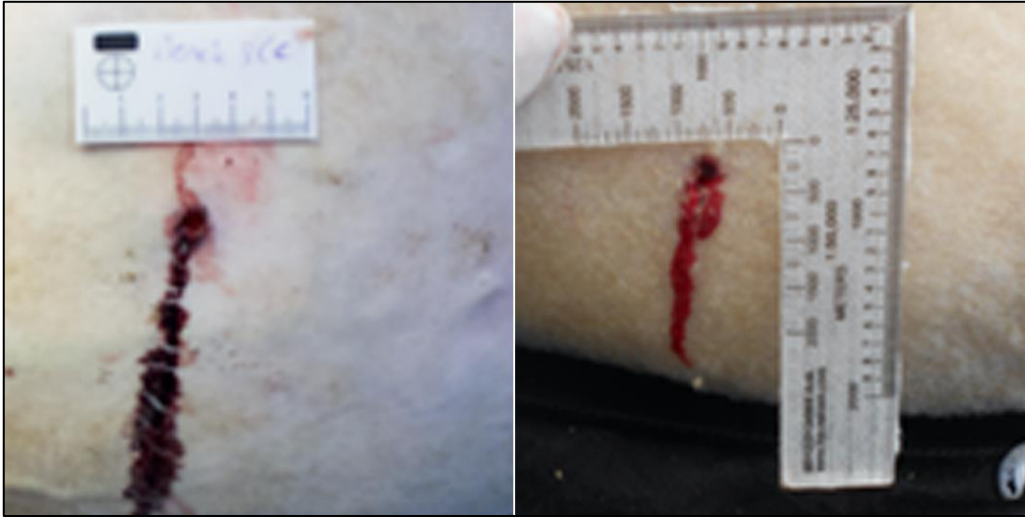
Resim 35. Denek B 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK C

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

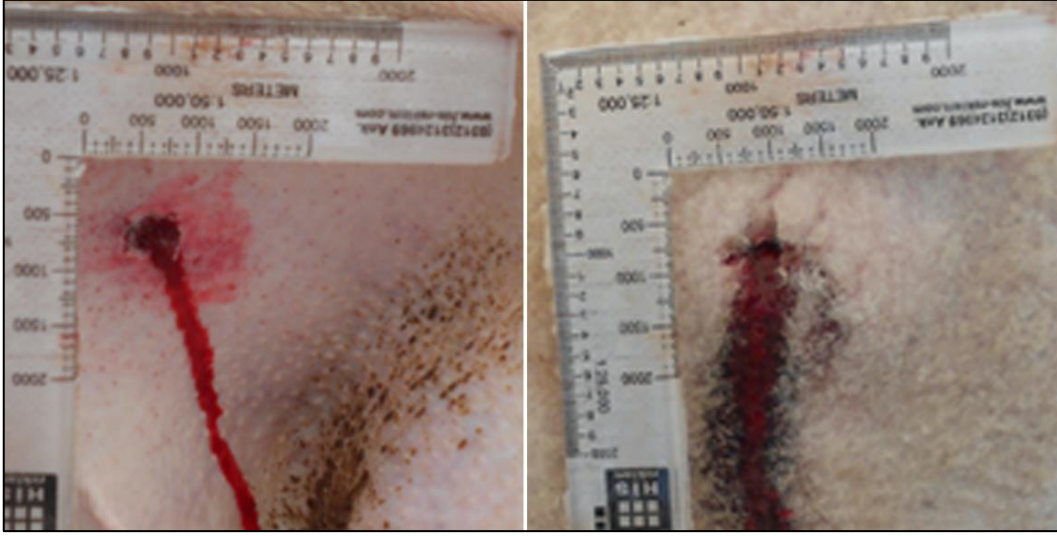
Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 5 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta 4×4 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 36).



Resim 36. Denek C, 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ sakral bölgede 5×5 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü. Yaradan hemorajik nitelikte sıvı sızılmaktaydı (Resim 37).



Resim 37. Denek C, 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ omuzda skapula lateralinde 3 adet çıkış yarası gözlemlendi. Birinci çıkış yarası 17×7 mm düzensiz kenarlı, 2. çıkış yarası birinci yaranın medyalinde 8×5 mm düzensiz kenarlı, ikinci çıkış yarasına 2 cm uzaklıkta ve omuz eklemine yakın bölgede 6x5 mm üçüncü çıkış yarası gözlemlendi (Resim 38).



Resim 38. Denek C, 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK D

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda 4 adet çıkış yarası görüldü. Merkezde 18×17 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü. Bu yaranın çevresinde 3 adet çıkış yarası görüldü. Birinci çıkış yarasına 3 mm uzaklıkta saat 7-8 hizasında 7×7 mm ikinci çıkış yarası, birinci çıkış yarasına 3 mm uzaklıkta saat 10 hizasında 7×7 mm üçüncü çıkış yarası, birinci çıkış yarasına 2,5 cm uzaklıkta saat 2 hizasında 5×5 mm dördüncü çıkış yarası gözlendi (Resim 39).



Resim 39. Denek D, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

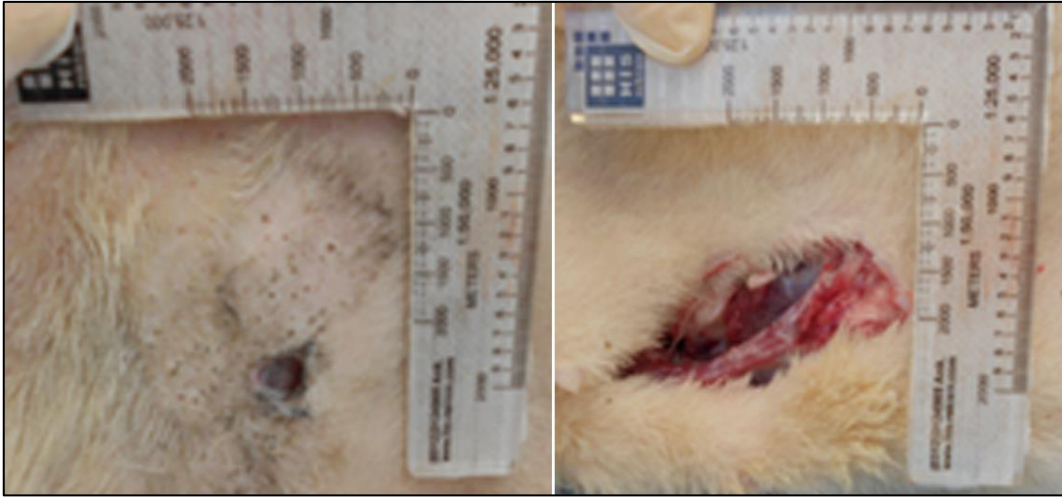
Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 5 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ sakral bölgede orta hattın sağında 20×15 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası gözlendi. Çıkış yarasını çevreleyen 10 mm'lik alanda deri bütünlüğünün bozulduğu görüldü. Birinci çıkış yarasına 10 mm mesafede saat 22 hizasında 9×8 mm düzensiz kenarlı ikinci çıkış yarası saptandı (Resim 40).



Resim 40. Denek D, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm atış giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ skapula üzerinde doku kaybı içeren düzensiz kenarlı geniş çıkış yarası görüldü (Resim 41).



Resim 41. Denek D, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK E

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın sağında 20×16 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 42).



Resim 42. Denek E, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

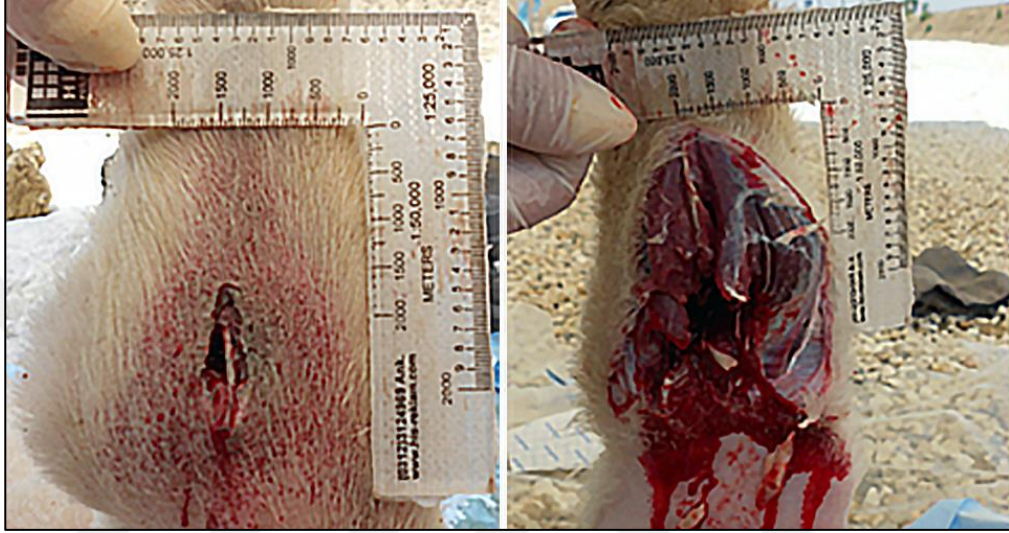
Sağ femur kemiğinin distali iç yüzde 4 mm çapında kenarında vurma halkası etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ femur kemiğinin distali dış yüzde 7×6 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 43).



Resim 43. Denek E, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin distali iç yüzde 20 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ humerus kemiğinin distali dış yüzde parçalanmış kas, tendon, kemik parçaları içeren geniş çıkış yarası görüldü (Resim 44).



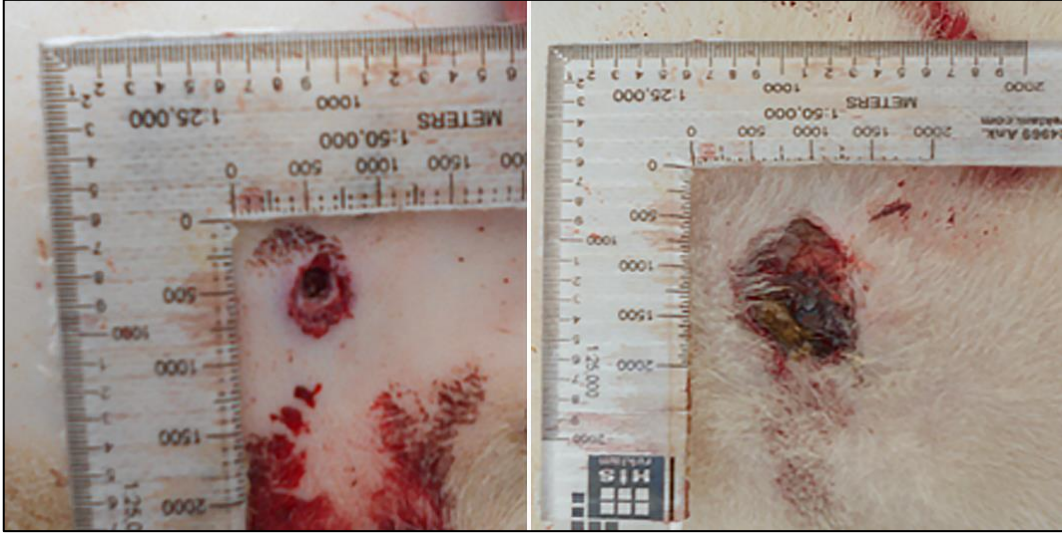
Resim 44. Denek E, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK F

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

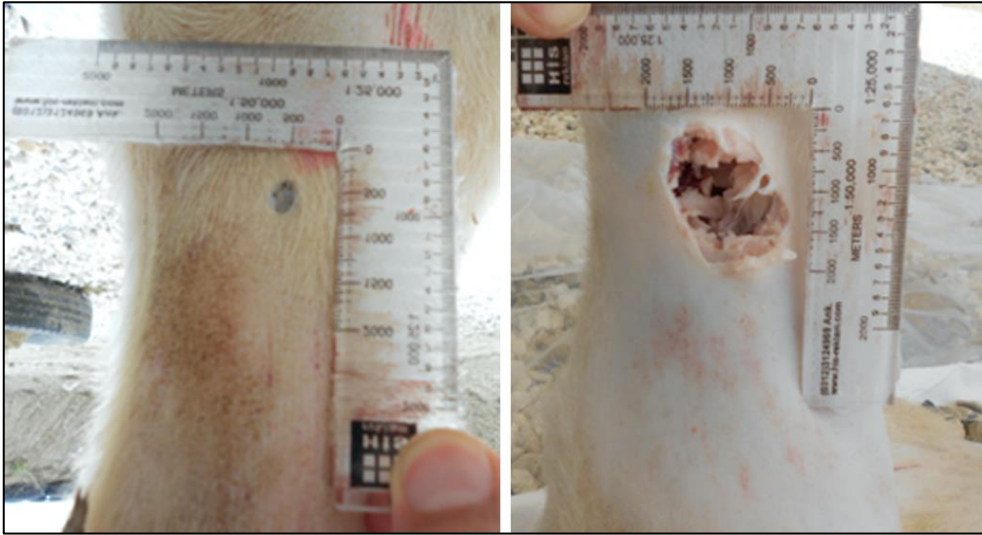
Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 5 mm çapında yuvarlak kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın sağında 18×17 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 45).



Resim 45. Denek F, 300 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ femur kemiğinin distali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ femur kemiğinin distali dış yüzde 18×18 mm düzensiz kenarlı parçalanmış kas, tendon ve kemik yapıları içeren çıkış yarası görüldü (Resim 46).

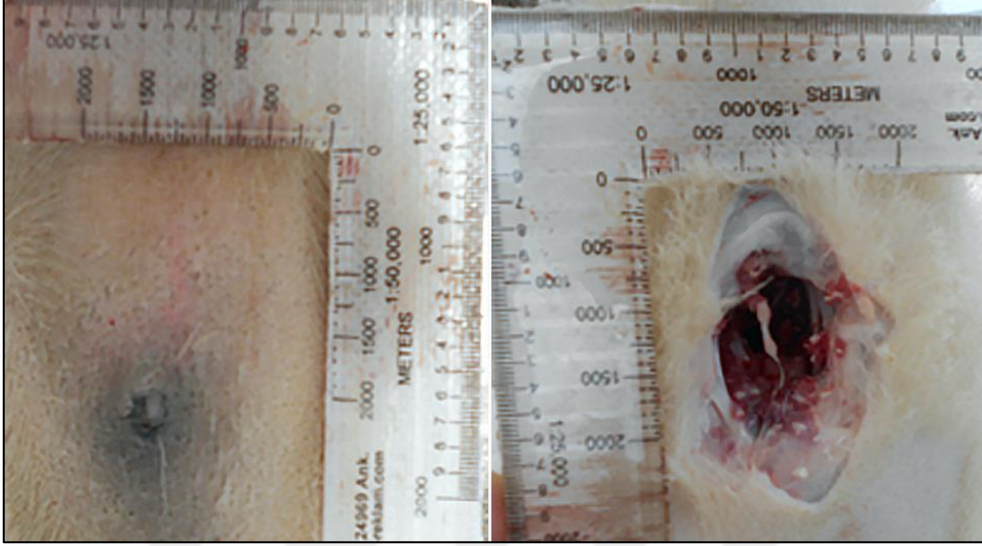


Resim 46. Denek F, 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ humerus kemiğinin distali iç yüzde 5 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ humerus kemiğinin

distali dış yüzde parçalanmış kas, tendon, kemik parçaları içeren düzensiz kenarlı geniş çıkış yarası görüldü (Resim 47).



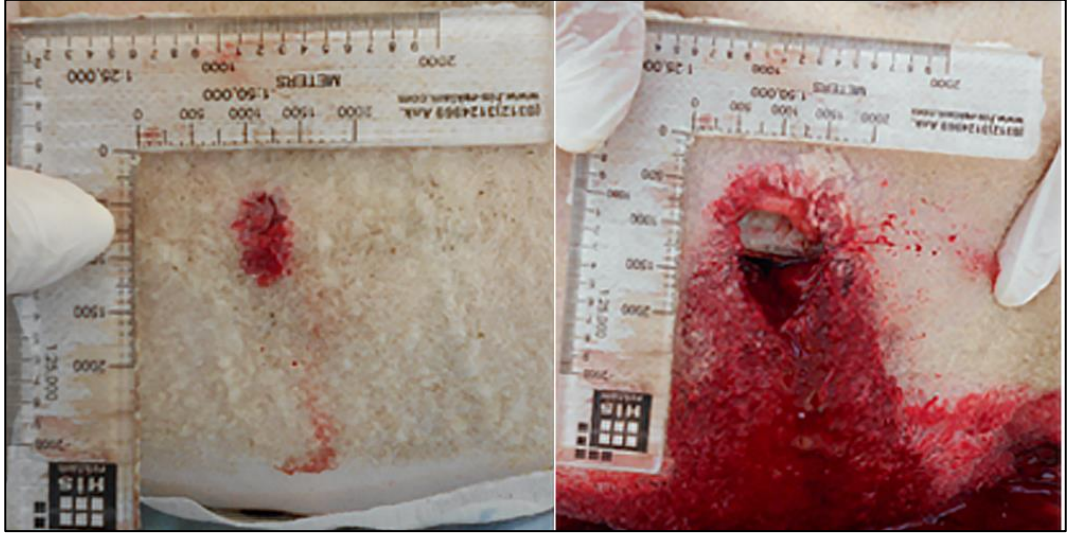
Resim 47. Denek F, 10 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK G

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

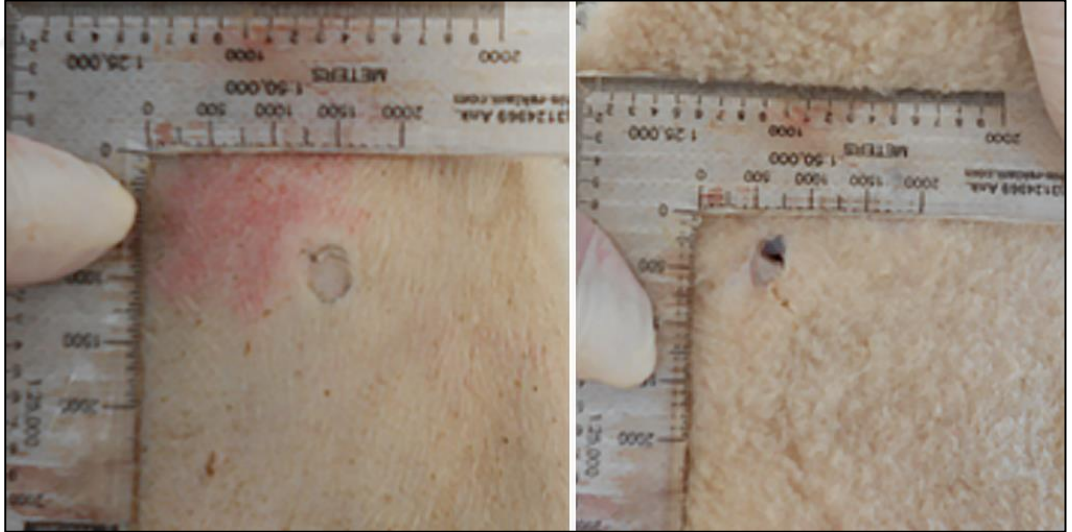
Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 6 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda 23×19 mm doku kaybı içeren çıkış yarası görüldü (Resim 48).



Resim 48. Denek G, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

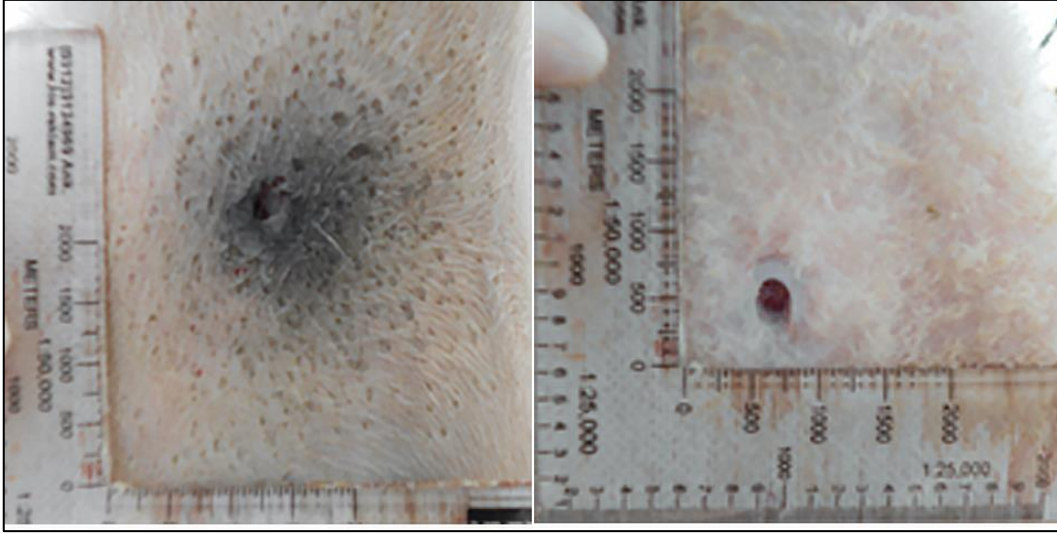
100 cm giriş ve çıkış yarası

Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde 5×5 mm çıkış yarası görüldü (Resim 49).



Resim 49. Denek G, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası: Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde 6x6 mm çıkış yarası görüldü (Resim 50).



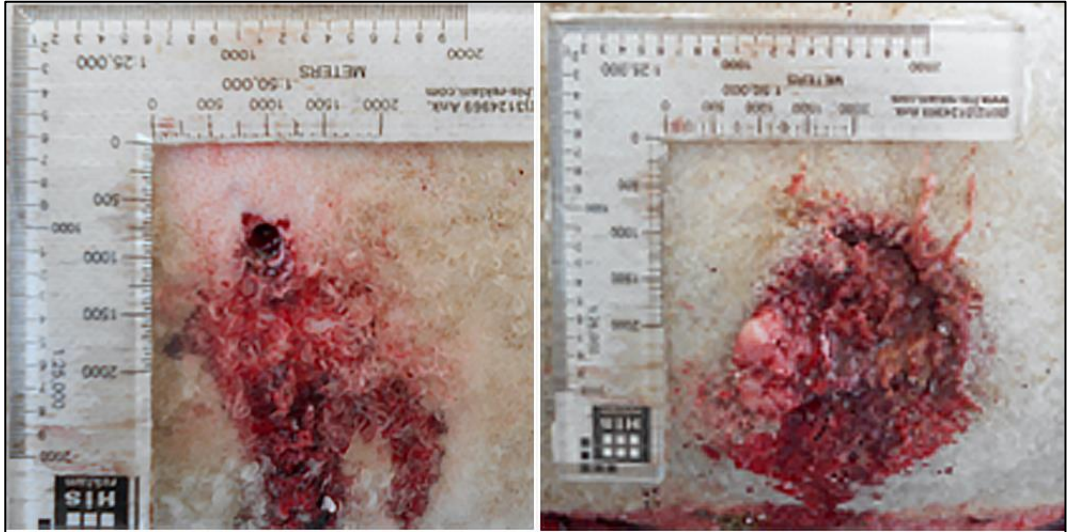
Resim 50. Denek G, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK H

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 6 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta doku kaybı içeren geniş çıkış yarası görüldü (Resim 51).



Resim 51. Denek H, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

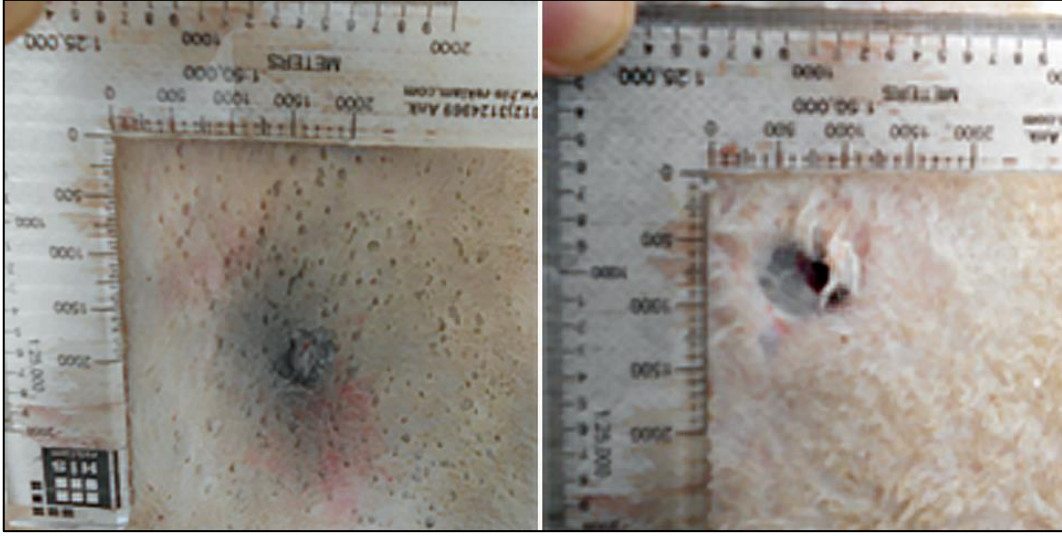
Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde 25×22 mm parçalanmış kas dokusu içeren düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 52).



Resim 52. Denek H, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası görüldü. Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde 8×10 mm düzensiz kenarlı çıkış yarası görüldü (Resim 53).



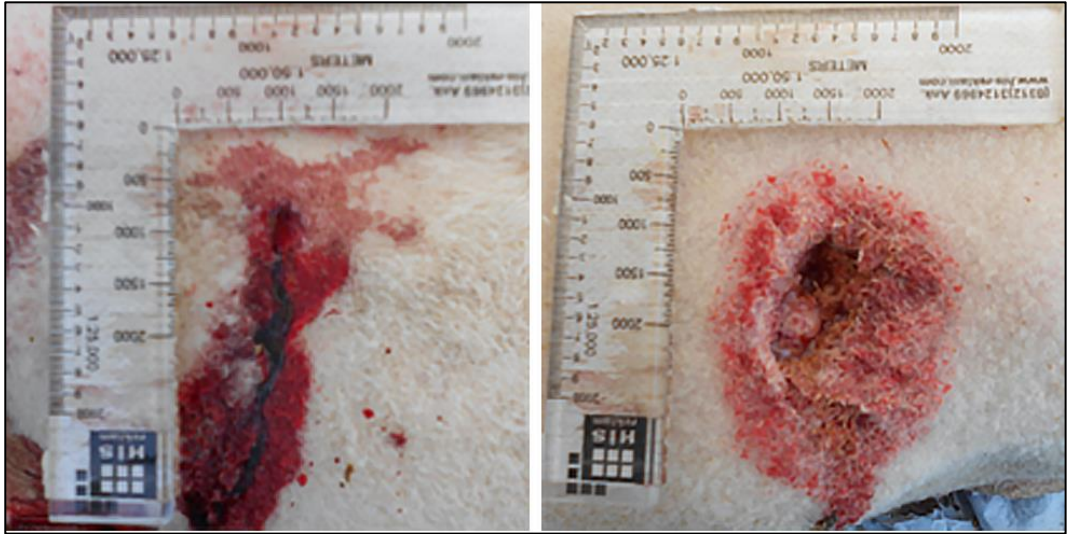
Resim 53. Denek H, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

DENEK I

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından tespit edilen giriş çıkış yaraları:

300 cm giriş ve çıkış yarası

Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası görüldü. Sırtta lumbosakral bölgenin sağında doku kaybı olan düzensiz kenarlı geniş çıkış yarası görüldü (Resim 54).



Resim 54. Denek I, 300 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

100 cm giriş ve çıkış yarası

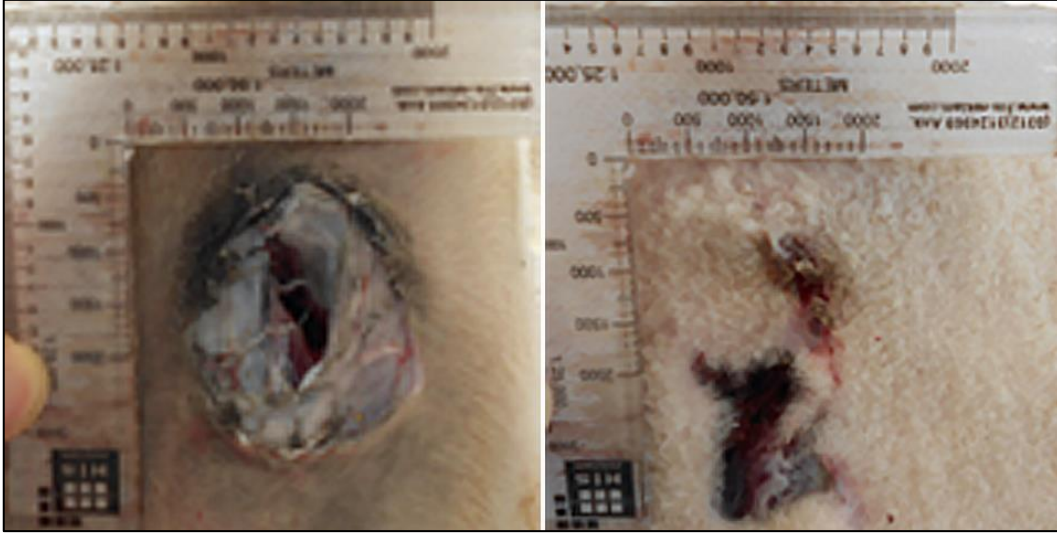
Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzünde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde parçalanmış kas doku içeren ekimotik düzensiz kenarlı geniş çıkış yarası görüldü (Resim 55).



Resim 55. Denek I, 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

10 cm giriş ve çıkış yarası

Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 20 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası görüldü. Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde 25×7 mm oval düzensiz kenarlı bir adet çıkış yarası, hemen kenarında saat 5 hizasında 6×4 mm düzensiz kenarlı ikinci çıkış yarası, birinci çıkış yarasının distalinde saat 1 hizasında 5×5 mm düzensiz kenarlı üçüncü çıkış yarası görüldü (Resim 56).



Resim 56. Denek I, 10 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğine ait giriş ve çıkış yarası.

4.3. Otopsi bulguları

DENEK A

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ateşli silah mermi çekirdeği (ASMÇ) giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede bölgede orta hattın sağında 1×1 cm çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sırtta sakral bölgede orta hattın sağında 6×6 mm çıkış yarası,
- 5) Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kâkmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sağ omuz skapula lateralinde 1×1 cm çıkış yarası saptanmıştır.

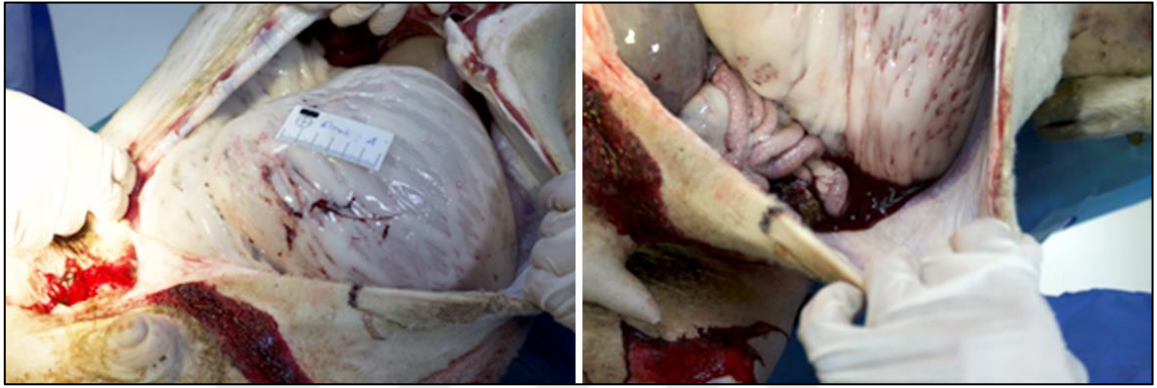
İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır (Resim 57).

Baş boyun, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmemiştir.

Sağ femur kemiğinde parçalı kırık, sağ femur kemiğinin proksimali ve kalça çevresindeki kaslarda hasar ve kanama saptanmıştır.

Sağ humerus kemiğinde parçalı kırık, sağ humerus kemiğinin proksimali ve omuz çevresindeki kaslarda hasar ve kanama saptanmıştır (Tablo 8).



Resim 57. Denek A iç muayenede mide mukozasında hasar ve karın içi kanama.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon oluşturduğu, kas dokusundan geçerek haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas dokusundan geçerek, kemikte parçalı kırık oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas dokusundan geçerek, kemikte parçalı kırık oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

DENEK B

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta 1×1 cm çıkış yarası,

- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ sakral bölgede 8×8 mm çıkış yarası,
- 5) Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 20 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sağ omuz skapula lateralinde 6×5 mm çıkış yarası saptanmıştır (Tablo 8).

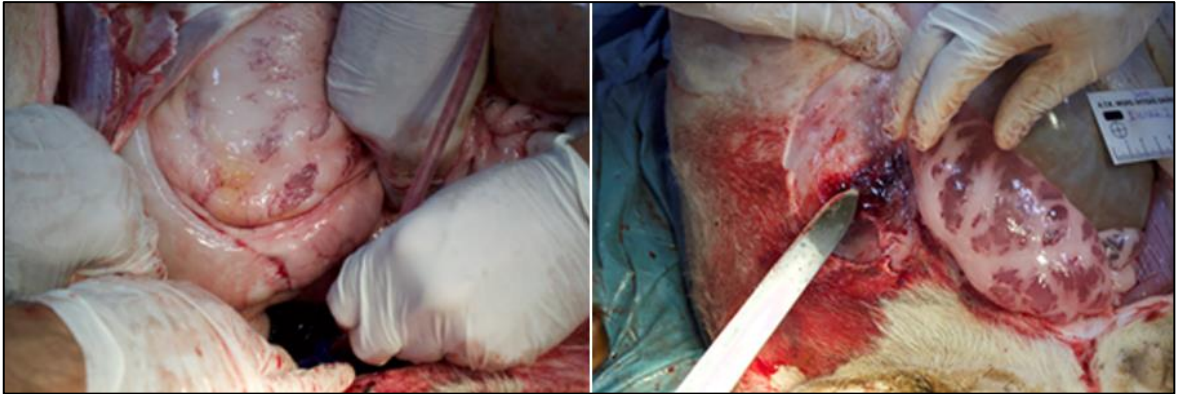
İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide, ince bağırsak ve sol böbrekte laserasyon ve kanama saptanmıştır (Resim 58).

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemğinde parçalı kırık, sağ femur kemiğinin proksimali ve kalça çevresindeki kaslarda hasar ve kanama saptanmıştır

Sağ humerus kemiğinde parçalı kırık, sağ humerus kemiğinin proksimali ve omuz çevresindeki kaslarda hasar ve kanama saptanmıştır (Tablo 8).



Resim 58. Denek B iç muayenede karın içi kanama ve sol böbrekte hasar.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon oluşturduğu, sol böbrekte laserasyon ve kanamaya neden olduğu haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

DENEK C

9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 5 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta 4×4 mm çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında yara kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ sakral bölgede 5×5 mm çıkış yarası,
- 5) Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sağ omuz skapula lateralinde 3 adet çıkış yarası saptanmıştır (Tablo 8).

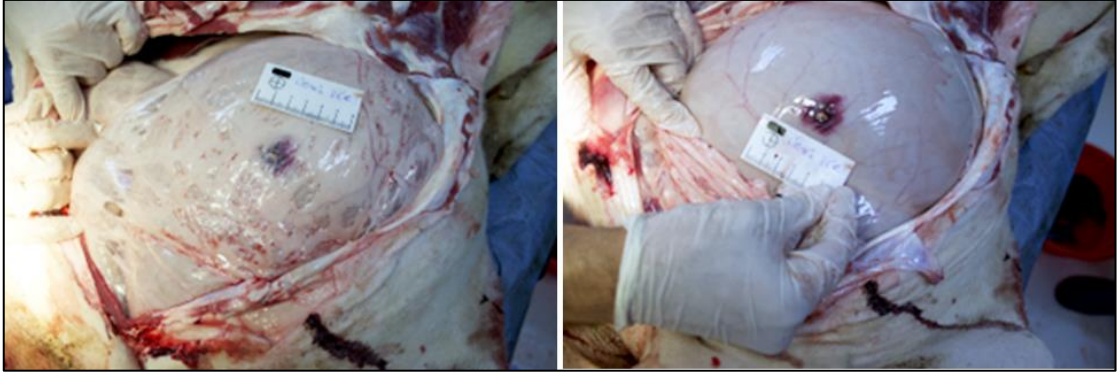
İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır (Resim 59).

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmemiştir.

Sağ femur kemiğinde parçalı kırık, sağ femur kemiğinin proksimali ve kalça çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü.

Sağ humerus kemiğinde çok parçalı kırık, sağ humerus kemiğinin proksimali ve omuz çevresindeki kaslarda yoğun hasar ve kanama görüldü (Tablo 8).



Resim 59. Denek C, iç muayenede periton ve mide mukozasında hasar.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon oluşturduğu kas dokusunu geçerek haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Tablo 8. 9×19 mm (M822) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları

Denek	Giriş yeri Boyut	Giriş bulguları	Çıkış yeri Boyut	İç muayene
A	Karın 8 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 10×10 mm	Mide bağırsakta perforasyon Lumbosakral yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 7 mm	Vurma halkası	Sakral 6×6 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sağ humerus kemiği 8 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sağ skapula lateralı 10×10 mm	Humerus kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
B	Karın 7 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 8×10 mm	Mide bağırsakta perforasyon Sol böbrekte laserasyon ve kanama Lumbosakral yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 8 mm	Vurma halkası	Sakral 8×8 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sağ humerus kemiği 20 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sağ skapula lateralı 6×5 mm	Humerus kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
C	Karın 5 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 4×4 mm	Mide bağırsakta perforasyon Lumbosakral yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 7 mm	Vurma halkası	Sakral 5×5 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sağ humerus kemiği 8 mm	Vurma halkası İs	Sağ skapula lateralı 17×7 mm 8×5 mm 6×5 mm	Humerus kemiğinde çok parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama

DENEK D

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda yaklaşık 18 mm çapında bir adet, çevresinde adet 3 adet fragman çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 5 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ sakral bölgede 2 adet çıkış yarası,
- 5) Sağ humerus kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sağ skapula üzerinde geniş çıkış yarası saptanmıştır.

İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon, sol böbrekte laserasyon ve kanama saptanmıştır.

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinde çok parçalı kırık, sağ femur kemiğinin proksimali ve kalça çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü (Resim 60).

Sağ humerus kemiğinde parçalı kırık, sağ humerus kemiğinin proksimali ve omuz çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü (Tablo 9).



Resim 60. Denek D femur kemiğinde çok parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon, sol böbrekte laserasyon ve kanama oluşturduğu, lomber 2. vertebrada parçalı kırık oluşturarak kemik fragmanları ile birlikte haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

DENEK E

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

1. Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
2. Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda 20 mm çıkış yarası,
3. Sağ femur kemiğinin distali iç yüzde 4 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
4. Sağ femur kemiğinin distali dış yüzde 7×6 mm çıkış yarası,

5. Sağ humerus kemiğinin distali iç yüzde 6 mm kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
6. Sağ humerus kemiğinin distali dış yüzde doku kaybı içeren çıkış yarası saptanmıştır.

İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır.

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinde kırık, kırık çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü.

Sağ humerus kemiğinin distalinde çok parçalı kırık, dirsek eklemi çevresindeki kas, tendon ve kemiklerde ağır hasar ve kanama görüldü (Tablo 9).

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin petionu geçtiği, mide ve bağırsak mukozasında perforasyon oluşturduğu, kas dokusundan geçerek haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

DENEK F

5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 5 çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda geniş çıkış yarası,

- 3) Sağ femur kemiğinin distali iç yüzde 7 mm çapında kenarında olan vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ femur kemiğinin distali dış yüzde doku kaybı olan geniş çıkış yarası,
- 5) Sağ humerus kemiğinin distali iç yüzde 5 mm kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sağ humerus kemiğinin distali dış yüzde doku kaybı olan geniş çıkış yarası saptanmıştır.

İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, peritonda, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır.

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinin distalinde parçalı kırık, kırık çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü.

Sağ humerus kemiğinin distalinde parçalı kırık, dirsek eklemi çevresindeki kas, tendon ve kemiklerde hasar ve kanama görüldü (Tablo 9).

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon oluşturduğu, kas dokusundan geçerek haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Tablo 9. 5,56×45 mm (SS109) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları

Denek	Giriş yeri Boyut	Giriş bulguları	Çıkış yeri Boyut	İç muayene
D	Karın 8 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 18×17 mm 7×7 mm 7×7 mm 5×5 mm	Mide bağırsak perforasyonu Sol böbrekte laserasyon ve kanama Lumbosakral kaslarda hasar Lomber vertebrada kırık
	Sağ femur kemiği 5 mm	Vurma halkası	Sakral 20×25 mm 9×8 mm	Femurda çok parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sağ humerus kemiği 7 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sağ skapula laterali Geniş	Humerusda çok parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
E	Karın 7 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 20×16 mm	Mide bağırsak perforasyonu Lumbosakral yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 4 mm	Vurma halkası	Sağ femur kemiği 7×6 mm	Femur kemiğinde kırık, kaslarda minimal hasar
	Sağ humerus kemiği 20 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sağ humerus kemiği Geniş	Humerus kemiğinde çok parçalı kırık, kas tendon yumuşak dokuda hasar ve kanama
F	Karın 5 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 18×17 mm	Mide bağırsak perforasyonu Lumbosakral yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 7 mm	Vurma halkası	Sağ femur kemiği 18×18 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, yumuşak doku ve kaslarda hasar
	Sağ humerus kemiği 5 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sağ humerus kemiği Geniş	Humerus kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama

DENEK G

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadran orta hattın sağında 6 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın solunda 23 mm çapında doku kaybı içeren geniş çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde 5×5 mm çıkış yarası,
- 5) Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is, barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde 6×6 mm çıkış yarası saptanmıştır.

İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ön yüzü ve ince bağırsakta perforasyon, sol böbrekte laserasyon ve kanama saptanmıştır (Resim 61).

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinin proksimalinde kaslarda hasar ve kanama görüldü.

Sol femur kemiğinin proksimalinde kaslarda hasar ve kanama görüldü (Tablo 10).



Resim 61. Denek G iç muayenede mukozal hasar.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin mide ve bağırsak mukozasında perforasyon, sol böbrekte laserasyon ve kanama oluşturduğu haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kaslarda belirgin hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı saptanmıştır.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kaslarda belirgin hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı saptanmıştır.

DENEK H

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 6 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hatta geniş çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde geniş çıkış yarası,
- 5) Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde çıkış yarası saptanmıştır.

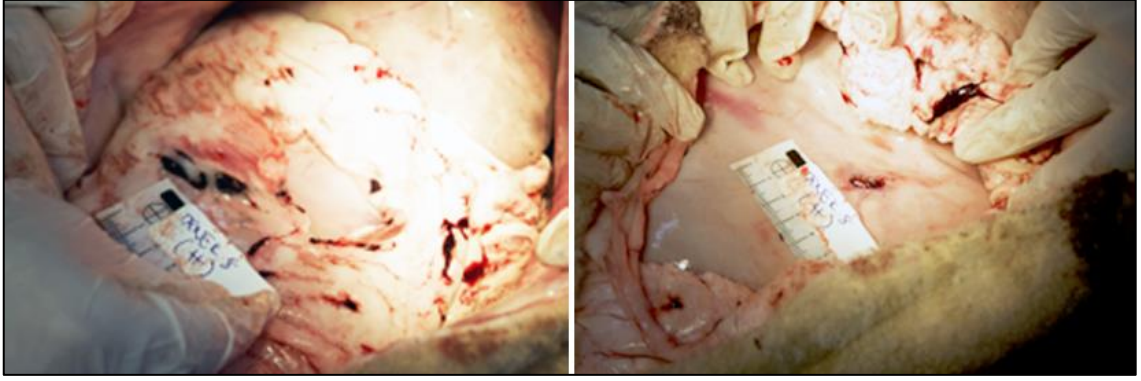
İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır (Resim 62).

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinin proksimalinde kemikte kırık çevresindeki kaslarda hasar ve kanama görüldü.

Sol femur kemiğinin proksimalinde kemikte kırık çevre kaslarda belirgin kanama ve hasar saptanmıştır (Tablo 10).



Resim 62. Denek H iç muayenede periton ve mide mukozasında hasar.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin mide ve bağırsak mukozasında perforasyon oluşturduğu, kas dokusundan geçerek haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

DENEK I

7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen atışların ardından yapılan otopsi işlemine ait bulgular:

Dış muayene

- 1) Karın sağ alt kadranda orta hattın sağında 8 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 2) Sırtta lumbosakral bölgede orta hattın sağında geniş çıkış yarası,
- 3) Sağ femur kemiğinin proksimali iç yüzde 7 mm çapında kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası,
- 4) Sağ femur kemiğinin proksimali dış yüzde geniş çıkış yarası,
- 5) Sol femur kemiğinin proksimali iç yüzde 20 mm kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası,
- 6) Sol femur kemiğinin proksimali dış yüzde 3 adet çıkış yarası saptanmıştır.

İç muayene

Karın açıldığında bol miktarda pıhtılı ve pıhtısız kan, mide ve ince bağırsakta perforasyon saptanmıştır (Resim 63).

Baş boyun, ağız boğaz, kalp akciğer makroskopik muayenesinde patolojik özellik gözlenmedi.

Sağ femur kemiğinin proksimalinde kemikte çok parçalı kırık, çevre kaslarda hasar ve kanama görüldü (Resim 64).

Sol femur kemiğinin proksimalinde kemikte çok parçalı kırık, çevre kaslarda hasar ve kanama görüldü (Tablo 10).



Resim 63. Denek I iç muayenede periton ve bağırsakta mukozal hasar.



Resim 64. Denek I femurda kırık, kaslarda hasar ve kanama.

Traje

Haricen 1 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin peritonu geçtiği, mide ve bağırsakta perforasyon oluşturduğu haricen 2 no ile tarif edilen yaradan vücudu terk ettiği görülmüştür.

Haricen 3 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 4 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Haricen 5 no ile tarif edilen yaradan giren mermi çekirdeğinin kas ve kemikte hasar oluşturduğu haricen 6 no' lu yaradan çıktığı görülmüştür.

Tablo 10. 7,62×51 mm (M80) fişek ile yapılan atışlarda deneklere ait otopsi bulguları

Denek	Giriş yeri Boyut	Giriş bulguları	Çıkış yeri Boyut	İç muayene
G	Karın 6 mm	Vurma halkası	Lumbosakral 23×19 mm	Mide bağırsak perforasyonu Sol böbrekte hasar ve kanama Lumbosakral kaslarda hasar vertebrada kırık
	Sağ femur kemiği 8 mm	Vurma halkası	Sağ femur kemiği 5×5 mm	Femur kemiğinde kırık çevre kaslarda hasar
	Sol femur kemiği 7 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sol femur kemiği 6×6 mm	Femur kemiğinde kırık çevre kaslarda hasar
H	Karın 6 mm	Vurma halkası	Lumbosakral Geniş	Mide bağırsak perforasyonu Lumbosakral kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 8 mm	Vurma halkası	Sağ femur kemiği 25×22 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sol femur kemiği 7 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sol femur kemiği 8×10 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
I	Karın 8 mm	Vurma halkası	Lumbosakral Geniş	Mide bağırsak perforasyonu Lumbosakral kaslarda hasar
	Sağ femur kemiği 7 mm	Vurma halkası	Sağ femur kemiği Geniş	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama
	Sol femur kemiği 20 mm	Vurma halkası İs Barut kakması	Sol femur kemiği 25×7 mm 6×4 mm 5×5 mm	Femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda hasar ve kanama

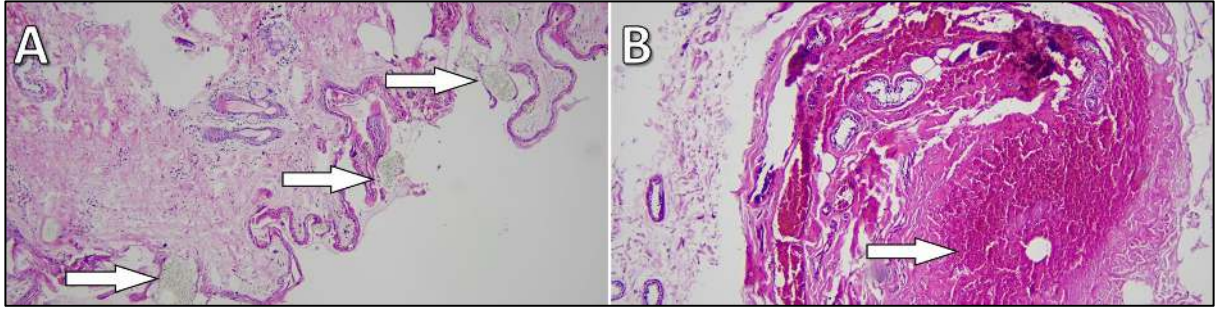
Düşük kinetik enerjili 9×19 mm (M822) fişek, yüksek kinetik enerjili 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişekler ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden gerçekleştirilen yaralanma sonrası otopsi ile saptanan bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- 1) 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişekler ile karın bölgesine gerçekleştirilen atışlarda düzgün kenarlı, mermi çekirdeği çapına yakın veya daha küçük kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası gözlenmiştir.
- 2) 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile femur kemiğine gerçekleştirilen atışlarda düzgün kenarlı, mermi çekirdeği çapına yakın veya daha küçük kenarında vurma halkası olan ASMÇ giriş yarası gözlenmiştir.
- 3) 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile femur/humerus kemiğine gerçekleştirilen atışlarda mermi çekirdeği çapından büyük, giriş yarasında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası gözlenmiştir.
- 4) 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile karın bölgesine gerçekleştirilen atışlarda iç muayenede tüm deneklerde mide, bağırsakta perforasyon gözlenmiştir. Denek B’de ek olarak sol böbrekte laserasyon ve kanama, Denek D ve Denek G’de sol böbrekte laserasyon ve kanama, lomber vertebrada kırık saptanmıştır.
- 5) 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822) fişek ile femur kemiğine gerçekleştirilen atışlarda iç muayenede Denek A, Denek B ve Denek C’de femur kemiğinin proksimalinde kırık, çevre kas dokuda hasar ve kanama saptanmıştır. Denek C’de kemik parçalarının sakral dokuya yayıldığı görülmüştür.
- 6) 100 cm mesafeden 5,56×45 mm (SS109) fişek ile femur kemiğine gerçekleştirilen atışlarda Denek D ve F’de iç muayenede femur kemiğinde çok parçalı kırık ile kemik bütünlüğünün bozulduğu, çevre kas dokuda ağır hasar ve kanama olduğu saptanmıştır. Denek E’de kas ve yumuşak dokuda hasar gözlenmekle birlikte femur kemiğinin distalinde hasarın daha hafif olduğu gözlenmiştir.

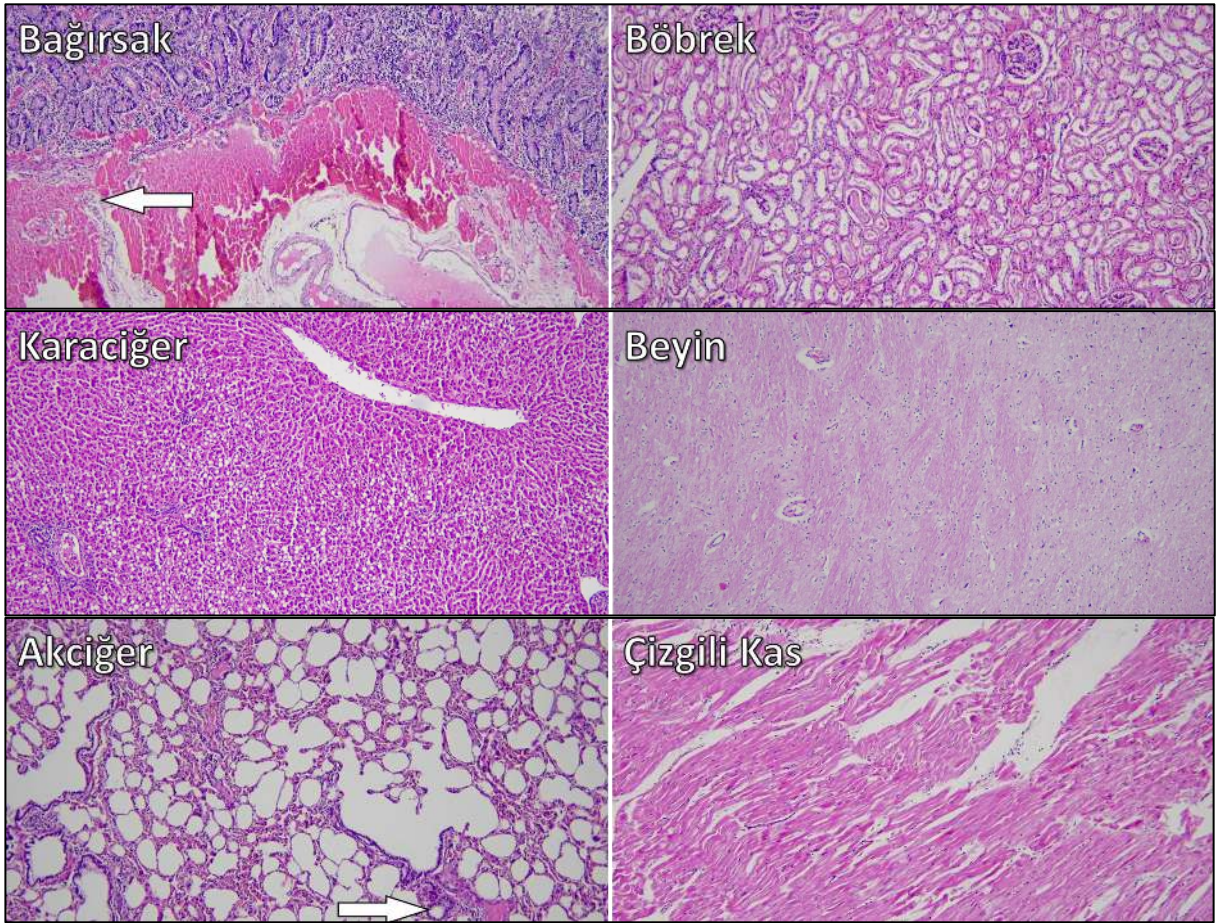
- 7) 100 cm mesafeden 7,62×51 mm (M80) fişek ile femur kemiğine gerçekleştirilen atışlarda Denek H ve I'da iç muayenede femur kemiğinde çok parçalı kırık ile kemik bütünlüğünün bozulduğu, çevre kas dokuda ağır hasar ve kanama olduğu saptanmıştır. Denek G' de kas ve yumuşak dokuda hasar gözlenmekle birlikte femur kemiğinin proksimalinde hasarın daha hafif olduğu gözlenmiştir.
- 8) 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile femur/humerus kemiğine gerçekleştirilen atışlarda iç muayenede kemiklerde parçalı kırık, çevre kas dokuda hasar ve kanama saptanmıştır.
- 9) 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile karın bölgesine gerçekleştirilen atışlara ait çıkış yarasının düzensiz kenarlı ve mermi çekirdeği çapına göre büyük olduğu görülmüştür.
- 10) 100 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile gerçekleştirilen atışlara ait çıkış yarasının düzensiz kenarlı ve Denek A, B, C ve G'de mermi çekirdeği çapından küçük, Denek E, F, H ve I'da mermi çekirdeği çapından büyük olduğu görülmüştür.
- 11) 10 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile gerçekleştirilen atışlara ait çıkış yarasının düzensiz kenarlı ve mermi çekirdeği çapına göre daha büyük olduğu görülmüştür.

4.4. Histopatolojik bulgular

Denek A



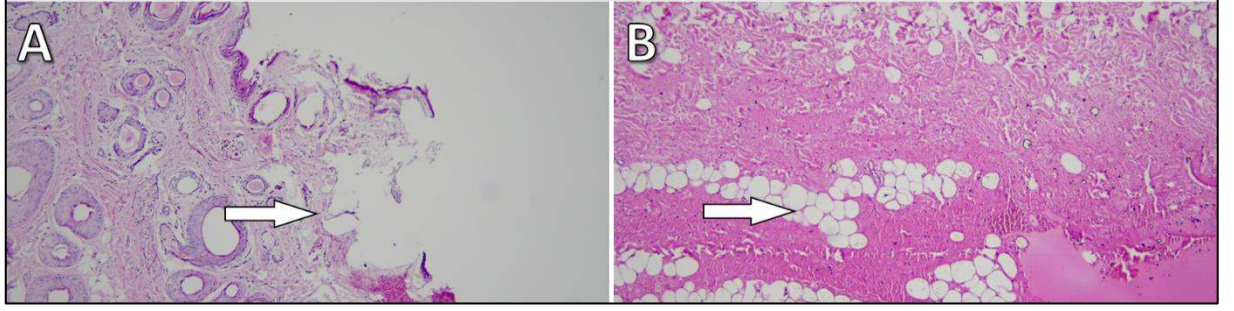
Resim 65. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma, siyah materyal (ok). B) Epidermal dermal hasar, koagülasyon nekrozu, kanama (ok).



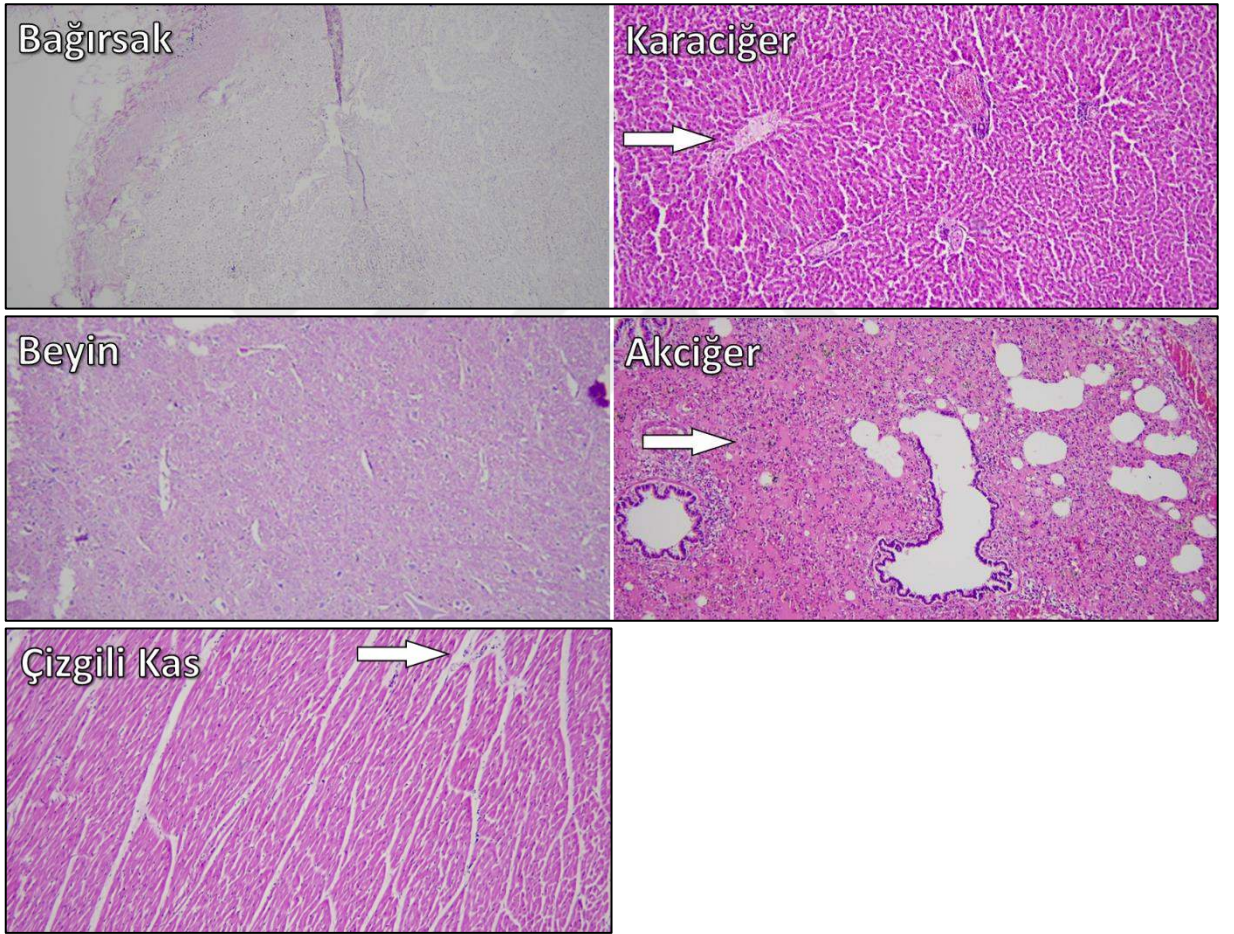
Resim 66. Bağırsak: Mezenterde kanama (ok). Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubüler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Normal. Akciğer: Alveoler kanama, alveol duvarında hyalen membran, interstisyel ödem, vasküler yapılarda ödem ve inflamasyon (ok). Çizgili kas: Normal.

Bağırsakta ağır, böbrekte hafif, akciğerde hafif, karaciğerde hafif doku hasarı saptanmış olup beyin ve çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 66).

Denek B



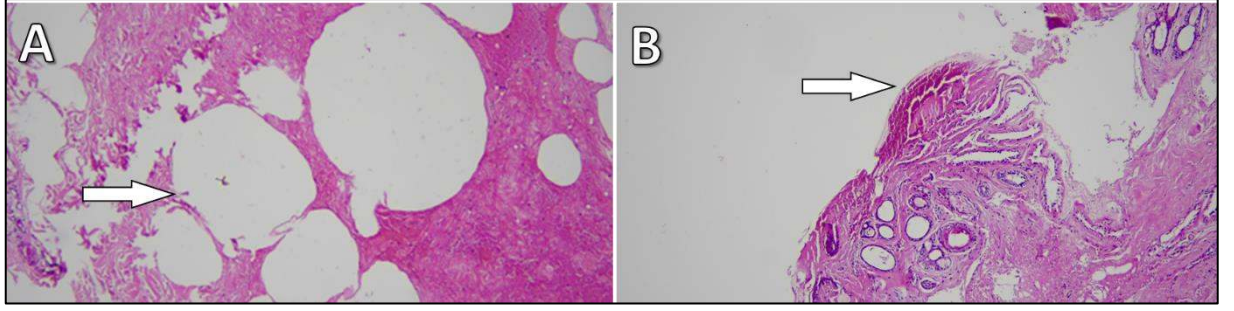
Resim 67. Cilt-cilt altı: A) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu ve kanama (ok). B) Cilt altı kanama (ok).



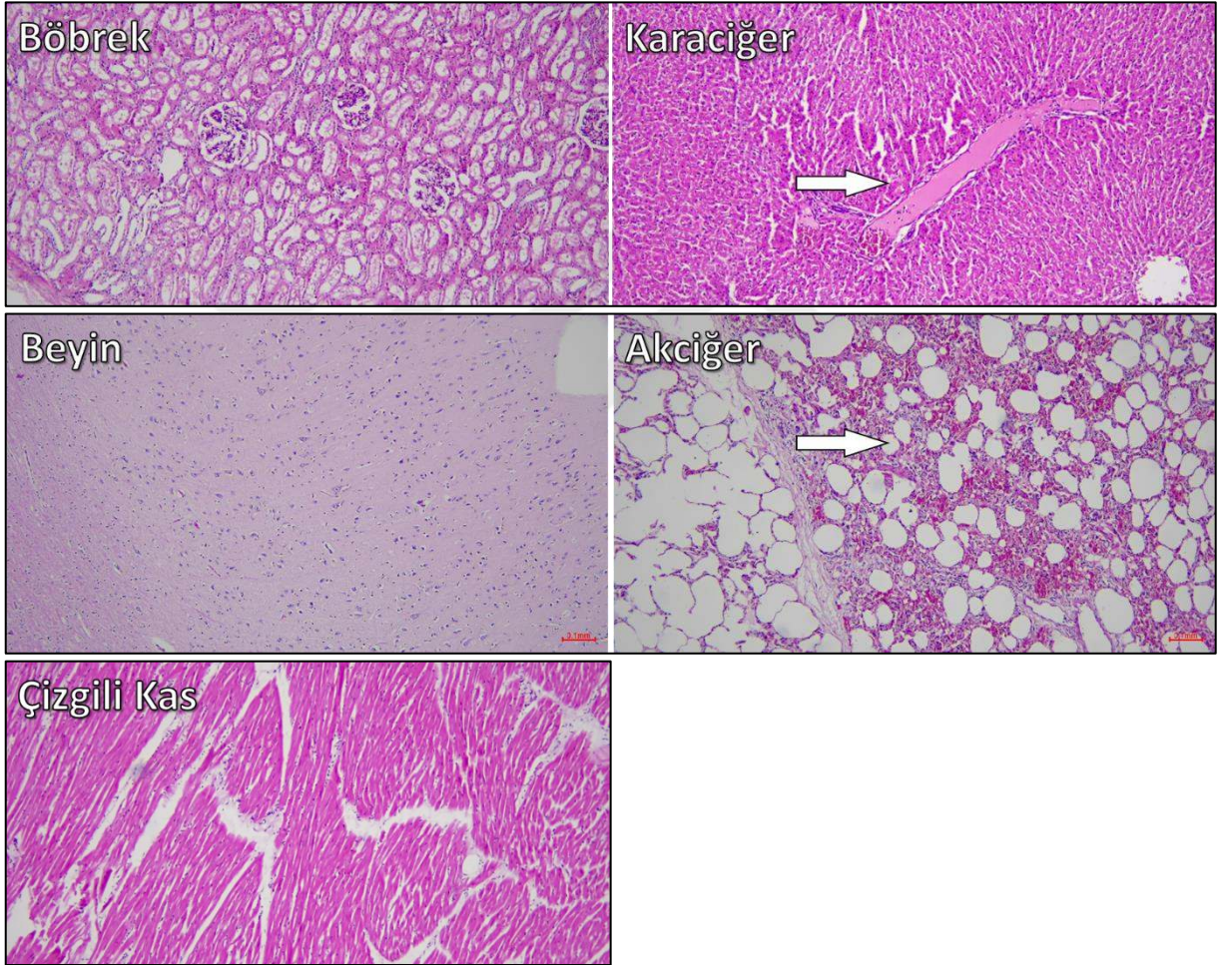
Resim 68. Bağırsak: Tam kat nekroz. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon, hemoraji (ok), apoptoz. Beyin: Perivasküler hemoraj, ve ödem. Akciğer: Alveoler kanama, alveol duvarında hyalen membran, interstisyel ve vasküler yapılarda ödem ve inflamasyon (ok). Çizgili kas: Minimal inflamasyon (ok).

Bağırsakta ağır, akciğerde ağır, karaciğerde ağır, beyinde hafif doku hasarı, çizgili kas dokusunda minimal inflamasyon saptanmıştır (Resim 68).

Denek C



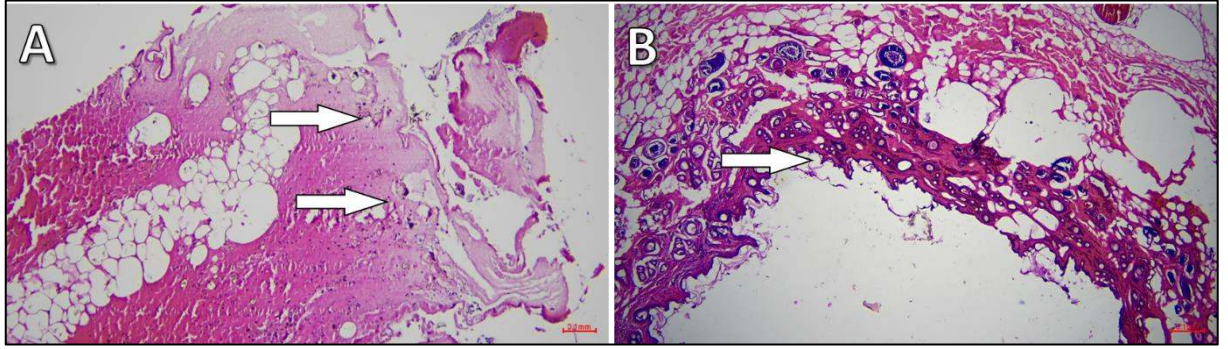
Resim 69. Cilt-cilt altı: A) Cilt altı kanama (ok). B) Epidermal, dermal hasar, koagulasyon nekrozu ve kanama (ok).



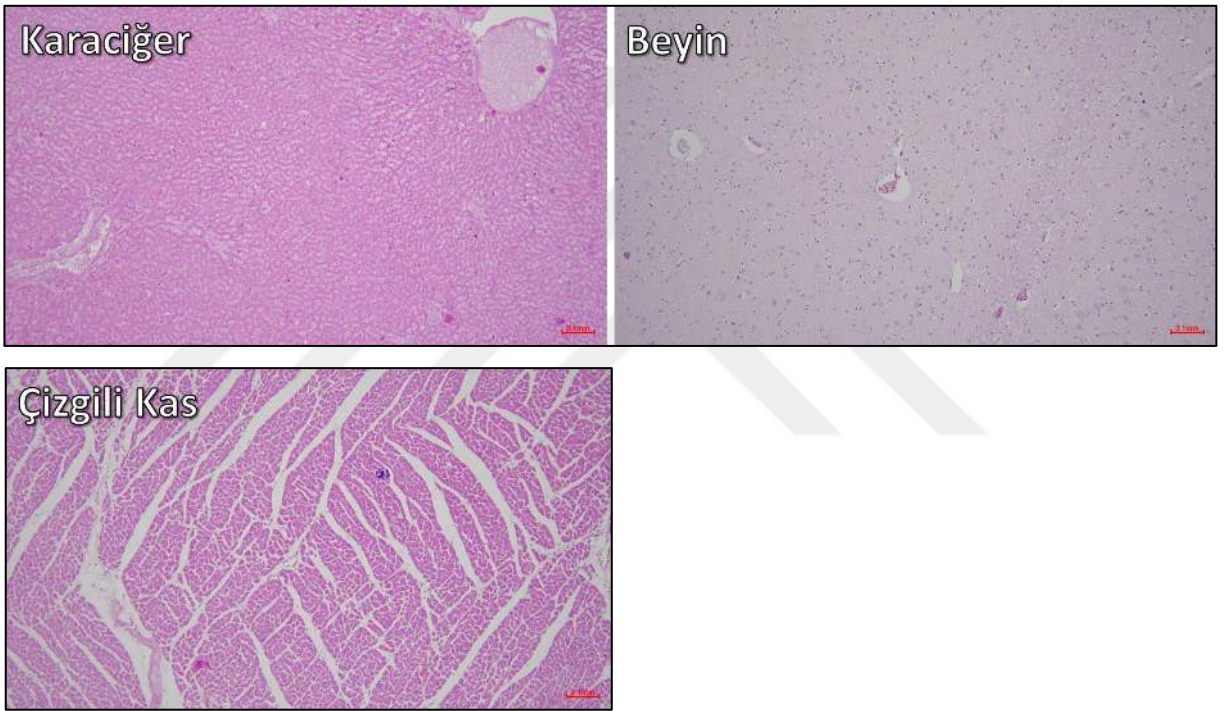
Resim 70. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon (ok). Beyin: Perivasküler hemoraji. Akciğer: Alveoler kanama, interstisyel ve vasküler yapılarda ödem (ok). Çizgili kas: Normal.

Böbrekte hafif, akciğerde hafif, karaciğerde hafif, beyinde hafif doku hasarı saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 70).

Denek D



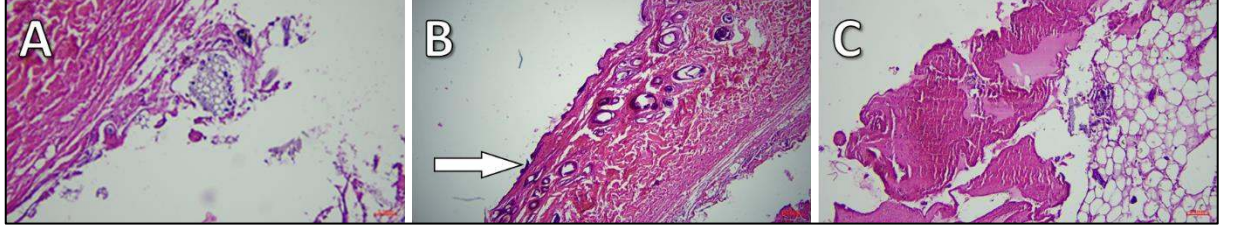
Resim 71. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma, kanama ve siyah materyal (ok). B) Termal epidermal dermal hasar ve koagulasyon nekrozu.



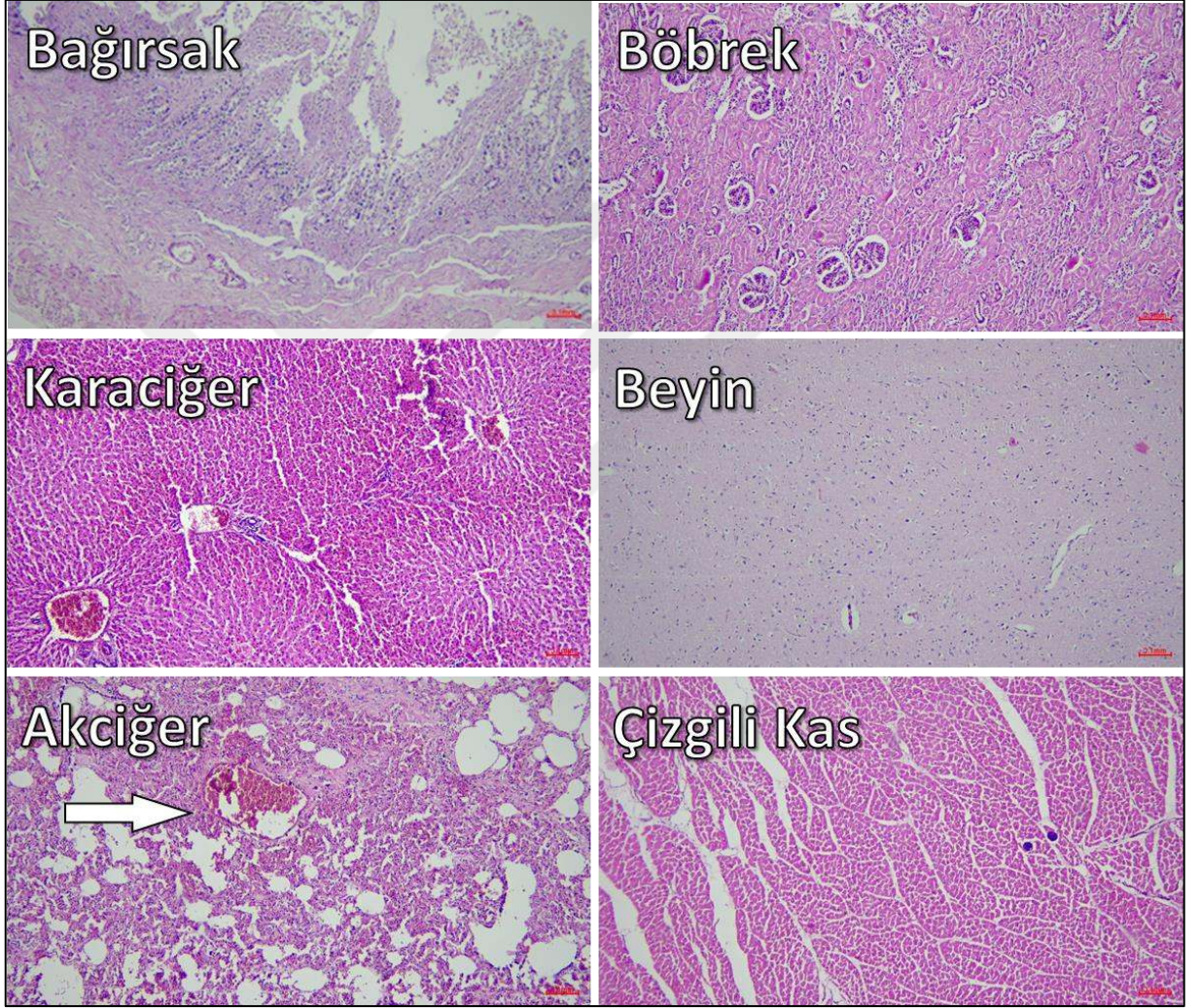
Resim 72. Karaciğer: Santal ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Subaraknoid kanama. Çizgili kas: Minimal inflamasyon.

Karaciğerde ağır doku hasarı, beyinde kanama, çizgili kas dokusunda minimal inflamasyon saptanmıştır (Resim 72).

Denek E



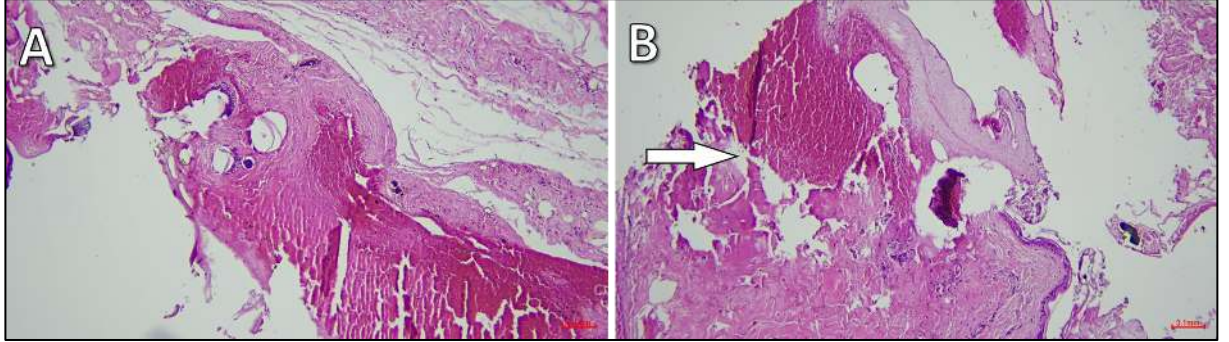
Resim 73. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve siyah materyal. B) Hücre kompresyonu (ok). C) Dermoepidermal ayrışma, kanama, subkutan yağ doku hasarı.



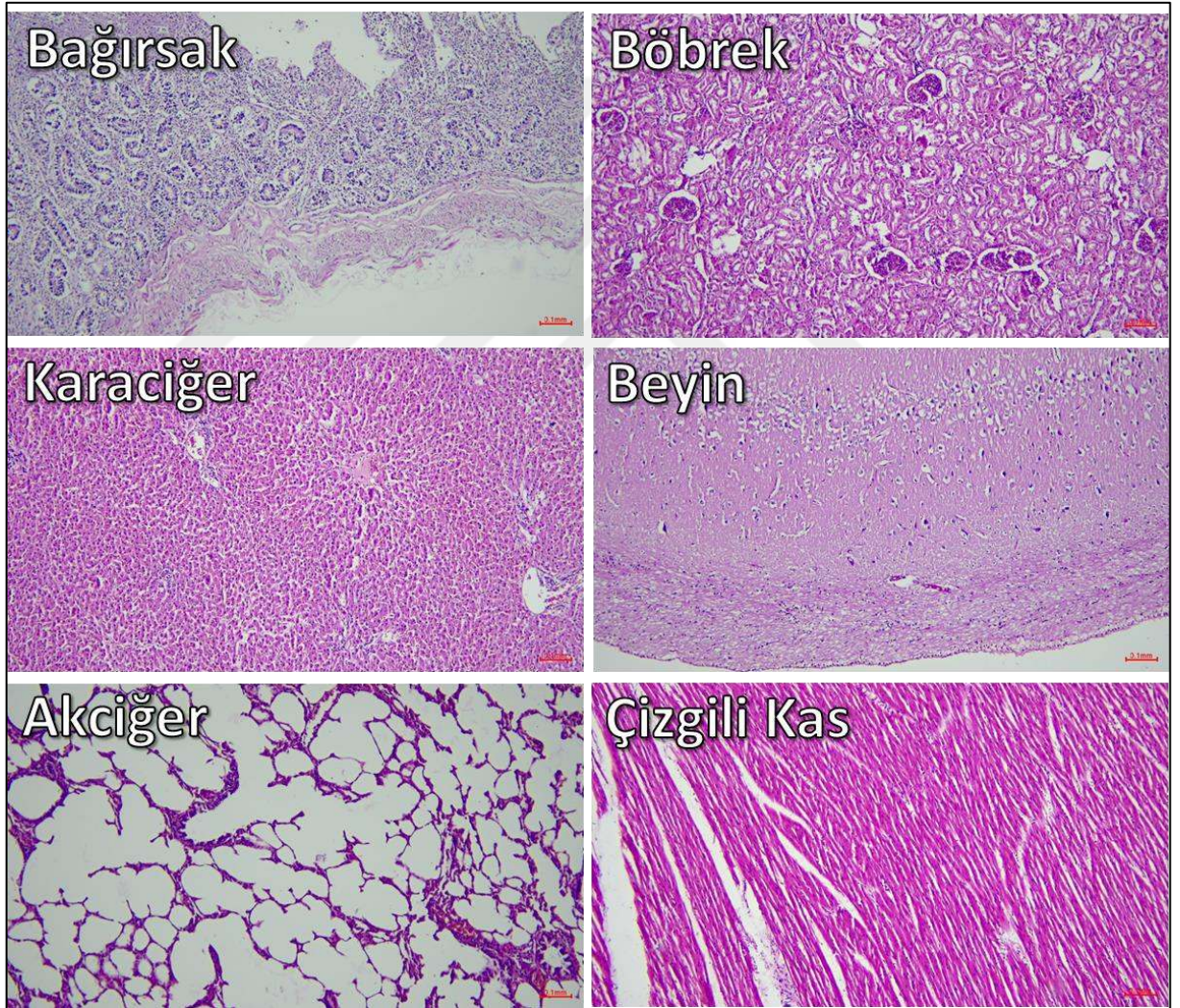
Resim 74. **Bağırsak:** Tam kat nekroz. **Böbrek:** Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. **Karaciğer:** Santral ve portal venlerde konjesyon. **Beyin:** Subaraknoid kanama. **Akciğer:** Alveoler kanama, alveoler ödem, vasküler konjesyon (ok). **Çizgili kas:** Normal.

Bağırsakta ağır, böbrekte ağır, akciğerde ağır, karaciğerde ağır doku hasarı, beyinde subaraknoid kanama saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 74).

Denek F



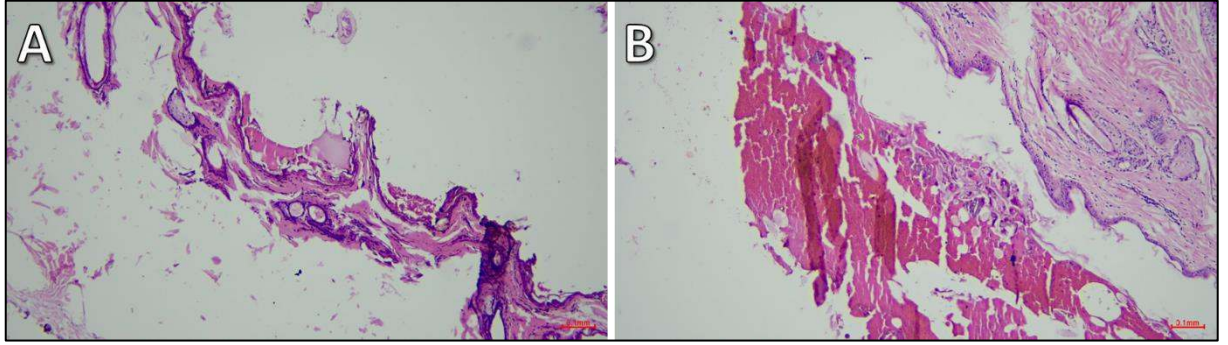
Resim 75. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve hemoraji. B) Epidermal dermal hasar, koagülasyon nekrozu ve kanama (ok).



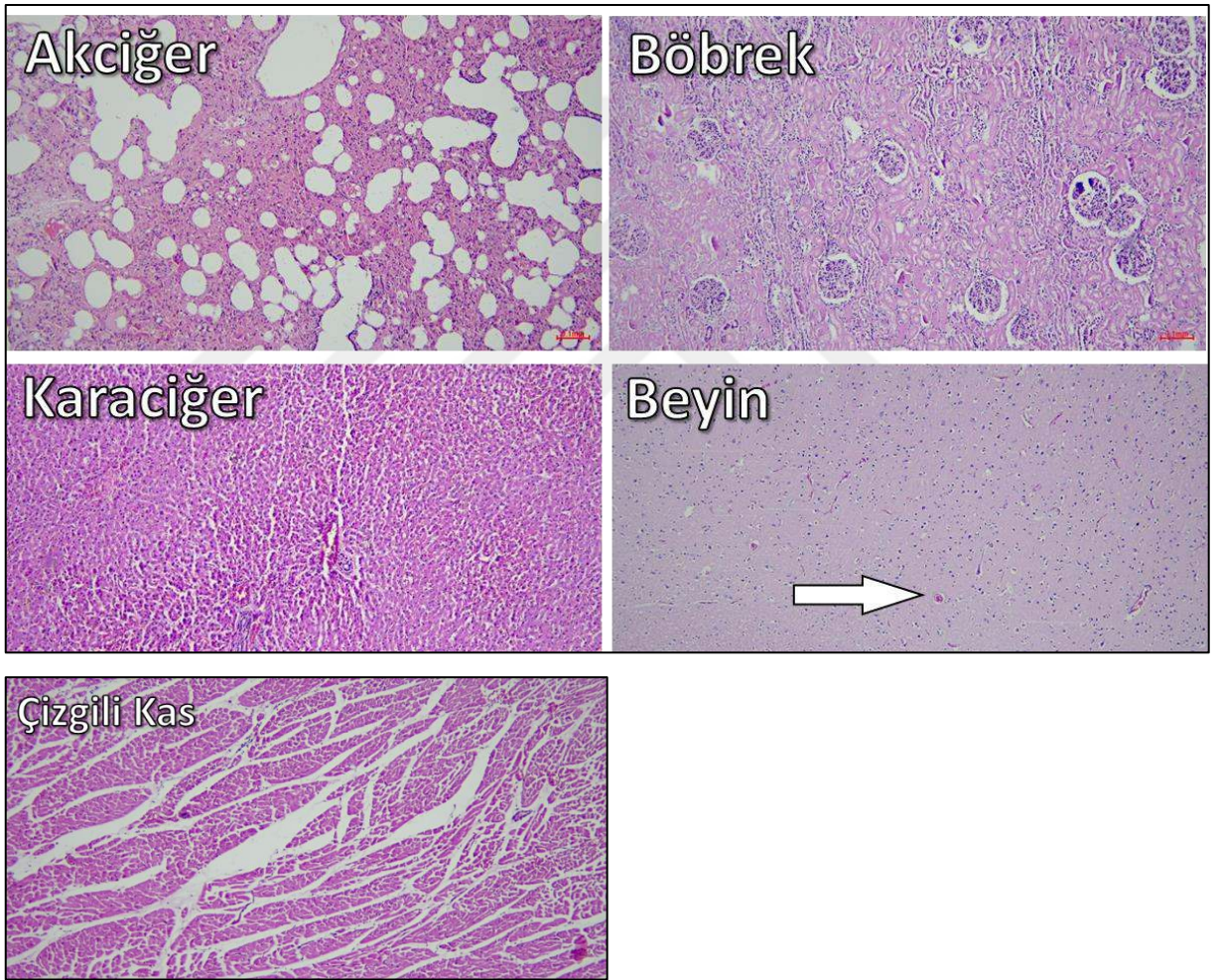
Resim 76. Bağırsak: Tam kat nekroz. Böbrek: Akut tubuler nekroz, parankimal kanama. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Subaraknoid kanama. Akciğer: Alveollerde amfizem, interstisyel ödem ve vasküler yapılarda konjesyon ve trombus (ok). Çizgili kas: Normal.

Bağırsakta ağır, böbrekte hafif, karaciğerde hafif, akciğerde hafif doku hasarı, beyinde subaraknoid kanama saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 76).

Denek G



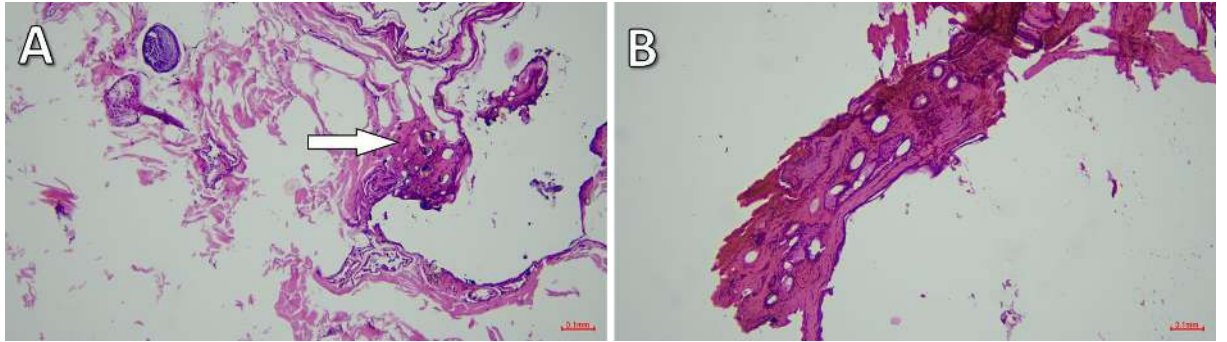
Resim 77. Cilt-cilt altı: A) Epidermal dermal hasar, koagulasyon nekrozu, kanama, B) Dermoepidermal ayrışma, kanama ve siyah materyal.



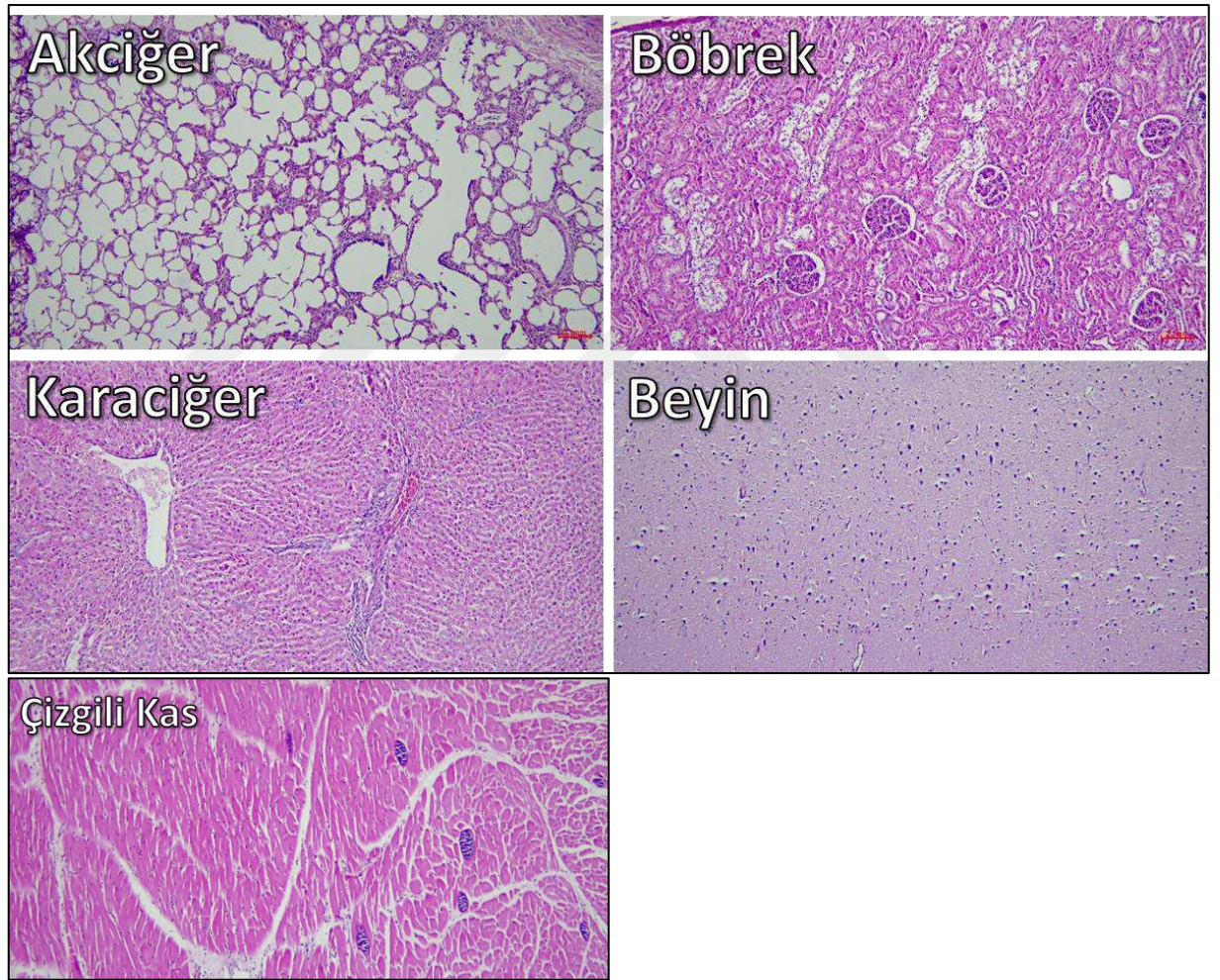
Resim 78. Akciğer: Alveollerde amfizem, vasküler konjesyon. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: İntraparankimal, subaraknoid kanama. Çizgili kas: Normal.

Böbrekte ağır, akciğerde hafif, karaciğerde ağır doku hasarı, beyinde intraparankimal ve subaraknoid kanama saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 78).

Denek H



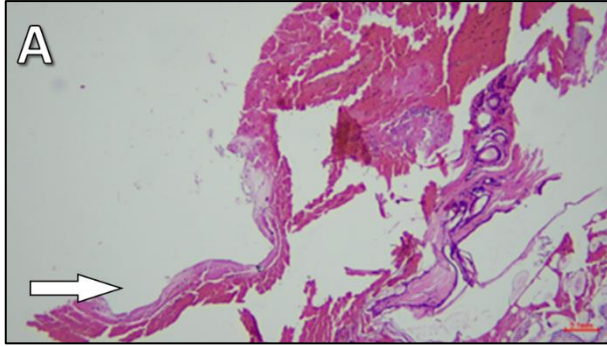
Resim 79. Cilt-cilt altı: A) Dermoepidermal ayrışma ve siyah materyal. B) Dermoepidermal ayrışma ve kanama.



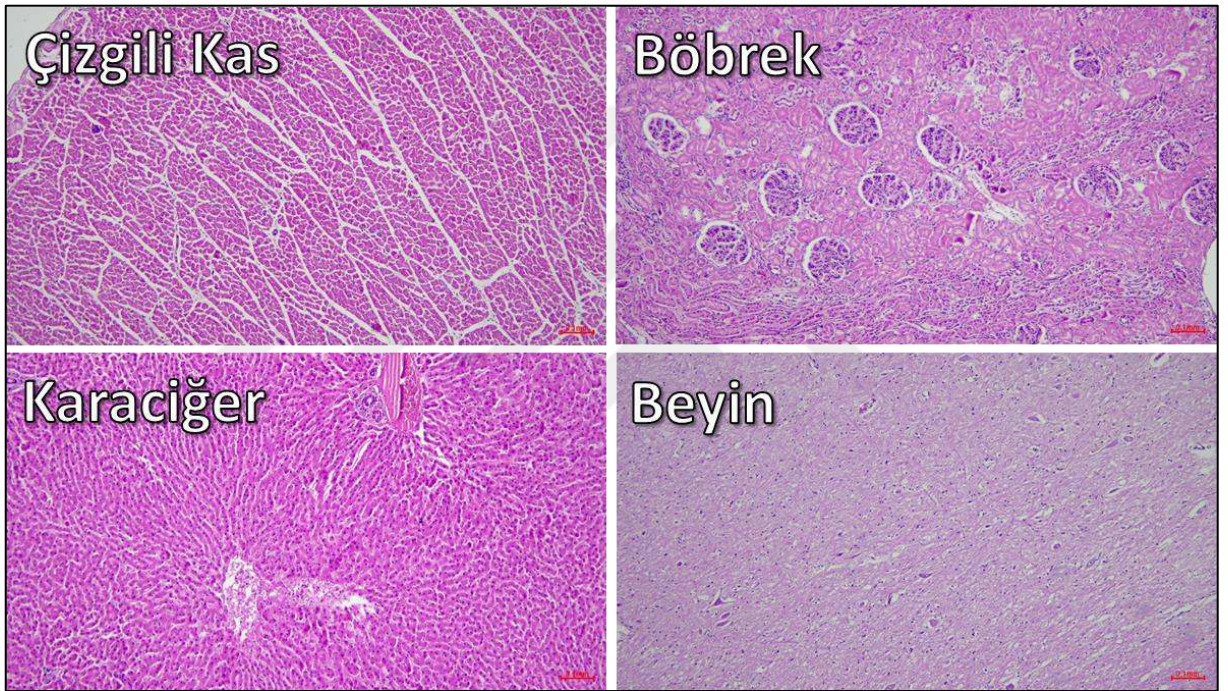
Resim 80. Akciğer: Alveollerde amfizem, interstisyel ödem, vasküler konjesyon. Böbrek: Akut tubuler nekroz, peritubuler kapiller konjesyon. Karaciğer: Santral ve portal venlerde konjesyon. Beyin: Minimal vasküler konjesyon. Çizgili kas: Normal.

Böbrekte hafif, karaciğerde hafif, akciğerde hafif, beyinde hafif doku hasarı saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 80).

Denek I



Resim 81. Cilt-cilt altı: Dermoepidermal ayrışma, koagulasyon nekrozu, kanama ve siyah materyal (ok).



Resim 82. Çizgili kas: Normal. Böbrek: Akut tubuler nekroz, vasküler konjesyon. Karaciğer: Santral, portal venlerde konjesyon. Beyin: Minimal vasküler konjesyon.

Böbrekte ağır karaciğerde ağır beyinde hafif doku hasarı saptanmış olup çizgili kas dokusunda patolojik bulguya rastlanmamıştır (Resim 82).

5. TARTIŞMA

Ateşli silah yaralanmaları mortalitesi yüksek travmalardır. Genellikle sivil hayatta düşük enerjili silahlar ile askeri alanda yüksek enerjili silahlar ile gerçekleşmektedir (36). Irak ve Afganistan verilerine göre askeri alanda mortalite %17,6 ve %18,6'dır (72, 73). Gerek sivil hayatta gerekse askeri alanda mortalitenin en önemli nedeni kanamadır. Vücuttan fazla miktarda kan kaybının sonucu olan hemorajik şoka bağlı hipotermi, koagulopati ve asidoz aracılı çoklu organ yetmezliği ardından ölüm gelişmektedir. Teorik olarak kanama zamanında ve uygun müdahale ile önlenebilecek bir durum olarak kabul edilmesine rağmen kontrolsüz kanama silahlı kuvvetlerdeki ölümlerin %80'inden fazlasından, sivil hayattaki ölümlerin yaklaşık %40'ından sorumludur (76). Kontrol edilemeyen kanamaların %67'si gövde, %20'si junctional zone yaralanmalarına bağlıdır. Junctional terimi toraks ve abdomen dışındaki turnike uygulaması mümkün olmayan kasık, aksilla gibi bölgeleri tanımlamak için kullanılmaktadır (79-82). Çalışma sırasında mortalitenin en sık nedeni olan kontrolsüz kanama modeli olarak deneklere 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilmiştir.

Afganistan'da 2004-2014 yılları arasında savaş alanında gerçekleşen ölümlerin yaklaşık yarısı olayın hemen ardından, %10,6'sı ilk 10 dakika içerisinde, %23,8'i ilk 60 dakika içerisinde, %6'sı 61-120 dakika arasında, %3'ü 120. dakikadan sonra gerçekleşmiştir (73).

Düşük enerjili 9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 1 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 2 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü gözlenmiştir. Denek B'de ilk 2 dakikada başlayan bu düşüş devam etmiş ve koyun 8.dakikada eks olmuştur. Denek A ve Denek C'de hemoglobin ve satürasyon düzeylerinde 45 dakika boyunca daha yavaş bir düşme gözlenmiştir. Denek A ve Denek C 45. dakikada yaşam belirtisi göstermesine rağmen serebral ve somatik rSO₂ düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Otopsi sonuçları incelendiğinde Denek A ve Denek C'de mukozal ve mezenter kaynaklı olduğu düşünülen karın içi kanama, Denek B'de ilaveten sol böbrekte ve vasküler yapılarda hasar ve kanama saptanmış olup organ ve damar yaralanmasına bağlı hemojik şok nedeni ile koyun eks olmuştur.

Yüksek kinetik enerjili 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 2 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 3 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü gözlenmiştir. Denek D’de ilk 3 dakikada başlayan bu hızlı düşüş devam etmiş ve koyun 21.dakikada eks olmuştur. Denek E ve F’nin 45 dakika boyunca daha stabil seyrettiği, hemoglobin ve satürasyon düzeylerinin daha yavaş düştüğü ve eks olduğunda serebral ve somatik oksijenasyonun Denek D’ye daha yüksek olduğu görülmüştür. Otopsi sonuçları incelendiğinde Denek E ve Denek F’de mukozal ve mezenter kaynaklı olduğu düşünülen karın içi kanama, Denek D’de ilaveten sol böbrekte ve vasküler yapılarda hasar ve kanama saptanmış olup organ ve damar yaralanmasına bağlı hemojik şok nedeni ile koyun eks olmuştur.

Yüksek kinetik enerjili 7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm mesafeden karın yaralanması gerçekleştirilen Grup 3 deneklerin yaralanmadan sonra ilk 1,5 dakika içerisinde hemoglobin düzeylerinin düştüğü gözlenmiştir. Denek G ve I’da ilk 1,5 dakikada başlayan bu düşüş devam etmiş ve Denek G 12.dakikada Denek I 33. dakikada eks olmuştur. Denek H’de hemoglobin ve satürasyon düzeylerinde 45 dakika boyunca daha yavaş bir düşme gözlenmiştir. Denek H 45. dakikada yaşam belirtisi göstermesine rağmen somatik rSO₂ düzeylerinin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Otopsi sonuçları incelendiğinde Denek H’de mukozal ve mezenter kaynaklı olduğu düşünülen karın içi kanama, Denek G’de ilaveten sol böbrekte ve vasküler yapılarda hasar ve kanama saptanmış olup organ ve damar yaralanmasına bağlı hemojik şok nedeni ile koyun eks olmuştur. Denek I’da vasküler yaralanmayı düşündürecek şekilde karın içerisinde bol miktarda kan gözlenmiş olmakla birlikte kanama odağı saptanamamıştır.

Literatür ile uyumlu olarak, çalışmamızda ateşli silahlar ile gerçekleşen bası yapılamayan yaralanmalarda golden hours olarak tanımlanan ilk bir saat içerisinde süre uzadıkça mortalite ve morbiditenin arttığı gösterilmiştir. Literatürdeki çalışmalardan farklı olarak çalışmamız canlı hayvanlarda kontrolsüz hemorajik şok modeli oluşturularak yapılan ve yaralanma sonrası hemodinamik verileri otopsi sonuçları ile destekleyen bilinen ilk çalışmadır.

Çalışma sırasında kullanılan 9×19 mm (M822) fişegin namlu çıkış hızı 340m/s, 5,56×45 mm (SS109) fişegin namlu çıkış hızı 850 m/s ve 7,62×51 mm (M80) fişegin namlu çıkış hızı 800m/sn olup 300 cm mesafeden karın bölgesine ve 100 cm mesafeden femur kemiğine yapılan atışlarda düzgün kenarlı ve mermi çekirdeği çapına eşit veya

daha küçük giriş yarası oluşturdıkları görülmüştür. Her üç tipteki fişek ile 10 cm'den femur/humerus kemiğine yapılan atışlarda giriş yarasının mermi çekirdeği çapına eşit veya daha büyük olduğu, yara kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları görülmüştür. Sivil ateşli silah yaralanmalarında en yaygın çap olan 9×19 mm (M822) fişegi ile askeri ateşli silah yaralanmalarında yaygın çaplardan olan 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişeklerinin giriş yarası bulguları literatür ile uyumludur (8, 18, 46, 54, 59).

Çalışma sırasında kullanılan 9×19 mm (M822) fişeklerde olduğu gibi tabanca mermi çekirdekleri giriş yarasından hemen sonra başlayan 2-3 cm genişliğinde geçici kavite, 10-12 cm ileride çok belirgin olmayan genişleme gösterir. Kas dokusunda birkaç milisaniye süren bu durum kolay tolere edilir ve doku geride belirgin bir tahribat yapmadan çökerek kavite şeklini alır (14, 65).

Çalışma kapsamında test edilen 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğinde olduğu gibi uzun namlulu ateşli silahlara ait mermi çekirdekleri jiroskopik dengelerini yumuşak doku içerisinde ortalama 10-12 cm'den sonra kaybetmeye başlayarak takla atmaya, buna bağlı olarak da geçici kavite oluşturmaya başlar. Doku içerisinde 20-30 cm penetrasyon sonrasında ise geçici kavite çapı en üst değere (ortalama çap 15-25cm) ulaşır, kavitenin 40-45 cm uzunluğa ulaşması halinde mermi çekirdeğinin ters şekilde dokuyu terk etmesi muhtemeldir (129-131) Sonuç olarak uzun namlu ateşli silahlara ait mermi çekirdeğinin geçici kavite etkisini gösterebilmesi için penetre edilen doku kalınlığının en az 10 cm olması gerekmektedir (129).

Denek A, Denek B ve Denek C'nin karın bölgesine 9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm mesafeden yapılan atışlarda karın ön duvarından giren mermi çekirdeğinin periton, mide ve bağırsakta perforasyona yol açtığı, karın içerisinde pıhtılı pıhtısız kan olduğu, lumbosakral bölgedeki kas ve yumuşak dokuları geçerek lumbosakral bölgeden vücudu terk ettiği gözlenmiştir. Denek B'nin iç muayenesinde ek olarak sol böbrekte parçalanma, böbrek damarlarında hasar görülmüştür.

Denek D, Denek E ve Denek F'nin karın bölgesine 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm mesafeden yapılan atışlarda karın ön duvarından giren mermi çekirdeğinin periton, mide ve bağırsakta perforasyona yol açtığı, karın içerisinde pıhtılı pıhtısız yoğun kan olduğu, lumbosakral bölgedeki kas ve yumuşak dokularda hasar oluşturduğu, geçtiği, vertebral kemiklerde kırığa neden olduğu ve lumbosakral bölgeden vücudu terk

ettiği gözlenmiştir. Denek D'nin iç muayenesinde ek olarak sol böbrekte parçalanma, böbrek damarlarında hasar görülmüştür.

Denek G, Denek H ve Denek I'nın karın bölgesine 7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm mesafeden yapılan atışlarda karın ön duvarından giren mermi çekirdeğinin periton, mide ve bağırsakta perforasyona yol açtığı, karın içerisinde yoğun pıhtılı pıhtısız kan olduğu, lumbosakral bölgedeki kas ve yumuşak dokularda hasar oluşturduğu, vertebral kemiklerde kırığa neden olduğu ve lumbosakral bölgeden vücudu terk ettiği gözlenmiştir. Denek G'nin iç muayenesinde ek olarak sol böbrekte parçalanma, böbrek damarlarında hasar görülmüştür.

Ekstremiteye isabet eden bir mermi çekirdeğinin kemiğe isabet etmemesi halinde geçici kavite kaynaklı tahribat göstermesi beklenmemektedir. Mermi çekirdeğinin kemik dokusuna isabet etmesi durumunda ise hem mermi çekirdeğinin kendisi parçalanarak şarapnel haline gelmekte hem de isabet edilen kemik dokusundan kopan parçalar şarapnel olarak hareket etmektedir (14, 71).

Denek A, Denek B ve Denek C'ye 9×19 mm (M822) fişek ile 100 cm mesafeden femur kemiğine yapılan atışlarda, femur kemiğinde parçalı kırık, kaslarda kanama ve hasar görülmüştür. 9×19 mm (M822) mermi çekirdeği doku içerisindeki hareketi sırasında jiroskopik dengesini kaybetmeden kemik dokusu ile karşılaştığı için sahip olduğu kinetik enerjinin çok önemli kısmını kemik dokusunu penetre etmek için harcamaktadır ve en/boy farkının fazla olmaması nedeniyle geçici kavite oluşumu gözlenmemektedir. Bu durum 9×19 mm mermi çekirdeğinin yumuşak dokuda kırık kemik parçaları aracılığı ile tahribata yol açtığını düşündürmektedir.

Denek D ve Denek E'ye 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 100 cm mesafeden femur kemiğine yapılan atışlarda, Denek D ve F'nin iç muayenesinde femur kemiğinde çok parçalı kırık nedeniyle kemik bütünlüğünün bozulduğu, kaslarda yoğun kanama ve doku hasarı olduğu görülmüştür. 5,56×45 mm (SS109) mermi çekirdeği kemik dokusuyla karşılaştıktan sonra sahip olduğu kinetik enerjinin önemli bir miktarını kemik dokuyu penetre ederken harcamakta, bu esnada fragmante olarak kemiklerde çok parçalı kırıklara yol açmaktadır. Ortaya çıkan kırık kemik parçalarının her biri şarapnel etkisi yaratarak yumuşak dokularda, kas, tendon ve deride ağır tahribata neden olmaktadır. Denek E'nin iç muayenesinde femur kemiğinde parçalı kırık ve yumuşak dokularda minimal hasar saptanmıştır. 5.56×45 mm (SS109) fişegin kemik dokusuna isabet

etmeden sadece yumuşak dokudan geçmesi halinde, geçici kaviteyi oluşturmak için yeterli kavite uzunluğu olmadığından önemli bir tahribat göstermediği düşünülmektedir. Denek D ve Denek F’de kemik ve doku hasarının 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğine göre daha ağır olduğu saptanmıştır.

Denek G, Denek H ve Denek I’ya 7,62×51 mm (M80) fişek ile 100 cm mesafeden femur kemiğine yapılan atışlarda, femur kemiğinde çok parçalı kırık nedeniyle kemik bütünlüğünün bozulduğu, kaslarda yoğun kanama ve doku hasarı olduğu görülmüştür. 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeğinin yüksek kinetik enerjisi neticesinde parçalanan kemikten ortaya çıkan kemik kırıkları ve fragmentasyon sonucu ortaya çıkan fragmente mermi parçaları aracılığı ile yumuşak dokularda tahribata yol açtığı düşünülmektedir.

Denek A, Denek B ve Denek C’ye 9×19 mm (M822) fişek ile 10 cm mesafeden humerus kemiğine yapılan atışlarda dış muayenede kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası saptanmıştır. İç muayenede humerus kemiğinde parçalı kırık, kaslarda kanama ve hasar görülmüştür.

Denek D, Denek E ve Denek F’ye 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 10 cm mesafeden humerus kemiğine yapılan atışlarda dış muayenede kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası saptanmıştır. İç muayenede humerus kemiğinde çok parçalı kırık nedeniyle kemik bütünlüğünün bozulduğu, kaslarda yoğun kanama ve doku hasarı olduğu görülmüştür.

Denek G, Denek H ve Denek I’ya 7,62×51 mm (M80) fişek ile 10 cm mesafeden femur kemiğine yapılan atışlarda dış muayenede kenarında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMC giriş yarası saptanmıştır. İç muayenede femur kemiğinde çok parçalı kırık nedeniyle kemik bütünlüğünün bozulduğu, kaslarda yoğun kanama ve doku hasarı olduğu görülmüştür.

9×19 mm (M822) mermi çekirdeğinin dokuda geçici kavite oluşturmadığı, kırık kemik parçaları aracılığı ile dokularda hasar oluşturduğu düşünülmektedir. 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) mermi çekirdeklerinin kemik dokusuna isabet etmeden sadece yumuşak dokudan geçmesi halinde geçici kaviteyi oluşturmak için yeterli kavite uzunluğu olmadığından önemli bir tahribat göstermediği; kemiğe isabet etmesi halinde ise yüksek kinetik enerjisi ile parçalanan kemikten ortaya çıkan kemik kırıkları ve fragmentasyon sonucu ortaya çıkan fragmente mermi parçaları aracılığı ile yumuşak

dokularda tahribata yol açtığı düşünülmekte olup deneklerin iç muayenesi ile elde edilen bu sonuçlar literatür ile uyumludur.

Çıkış deliğinin büyük olmasına yol açan iki önemli faktörden biri merminin vücuda girdikten sonra dengesinin bozularak takla atması diğeri deformasyon ve fragmantasyondur.

Denek A, Denek B ve Denek C'ye 9×19 mm (M822) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan atışlarda farklı boyutlarda düzensiz kenarlı çıkış yaraları saptanmıştır. Denek C'de 9×19 mm (M822) fişegin bitişik atış mesafesinde merkezde bir adet etrafında 2 adet olmak üzere 3 adet çıkış deliğine yol açtığı görülmüştür. Çıkış delikleri arasındaki farklılık 9×19 mm (M822) mermi çekirdeğinin kemik ve yumuşak dokuda etkisini geçici kavite oluşumundan ziyade kırık kemik parçaları aracılığı ile tahribata yol açmasına bağlanmıştır.

Denek D, Denek E ve Denek F'ye 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan atışlarda mermi çekirdeğinin çapından büyük, düzensiz kenarlı, doku kaybı ile birlikte parçalanmış kas, tendon yapılarını içeren çıkış yaraları görülmüştür. Denek D'de 5,56×45 mm (SS109) fişek ile 300 cm ve 100 cm mesafe atışlarında birden fazla çıkış yarası saptanmıştır.

Denek H ve Denek I'ya 7,62×51 mm (M80) fişek ile 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan atışlarda mermi çekirdeğinin çapından büyük, düzensiz kenarlı, doku kaybı ile birlikte parçalanmış kas, tendon yapılarını içeren çıkış yaraları görülmüştür. Denek G'nin 300 cm mesafe atışında 9×19 mm mermi çekirdeği çapından büyük çıkış yarası gözlenirken 100 cm ve 10 cm atışlarda çıkış yaraları 9,03 mm'den küçüktür. Denek I'da 7,62×51 mm (M80) fişek ile bitişik atış sonucunda 3 adet çıkış yarası görülmüştür.

Deneklerde 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişeklerin çıkış yaralarının düzensiz kenarlı, mermi çekirdeği çapına eşit veya daha büyük olduğu, doku kaybı ve parçalanmış kas tendon yapıları içerdiği, birden fazla çıkış yarasına yol açtığı gözlenmiştir. Yüksek enerjili olarak tanımlanan bu fişeklerde mermi çekirdeği sahip olduğu kinetik enerji ile kemiklerde penetrasyon sırasında ağır hasara ve kemik bütünlüğünü bozulmasına neden olmaktadır. Bu esnada gerçekleşen fragmatasyon ve ortaya çıkan kırık kemik parçaları geniş, düzensiz ve birden fazla çıkış yarasına yol açmaktadır.

Sivil ateşli silah yaralanmalarında en yaygın çap olan düşük enerjili 9×19 mm (M822) fişegi ile askeri ateşli silah yaralanmalarında yaygın çaplardan olan, yüksek kinetik enerjili fişek olarak tanımlanan 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişeklerin çıkış yarası bulguları literatür ile uyumludur.

Ateşli silah yaralanmalarında yaraların mikroskopik özellikleri mermi çekirdeğine, silaha, atış mesafesi ve hedef dokuya göre farklılık göstermektedir. Giriş yarası mikroskopik olarak hücrelerde kompresyon, epidermis ve dermiste termal hasar ile keratinositlerin koagulasyon nekrozu, dermolepidermal ayrışma, kanama ve çıkış yönüne doğru azalan, siyah granüler yapıda atış artıklarının görülmesi ile karakterizedir (114, 115). Deneklerin giriş yaralarının histopatolojik incelemesinde dermoepidermal ayrışma ve siyah materel, epidermal dermal hasar ile birlikte koagulasyon nekrozu ve kanama görülmüş olup cilt bulgularımız literatür ile uyumludur.

Çalışma sonrası deneklere ait dokular incelendiğinde tüm deneklerde bağırsakta nekroz saptanmıştır. Denek C, Denek D, Denek G, Denek H ve Denek I'ya ait doku örnekleri iler derecede nekrotik olduğundan doku boyaması yapılamamıştır.

Yaralanma bölgesindeki organlar incelendiğinde; Denek A, Denek C, denek F ve Denek H'ye ait böbrek ve/veya karaciğer örneklerinin histopatolojik incelemesinde hafif derecede doku hasarı saptanmıştır. Denek B, Denek D, Denek E, Denek G' ve Denek I'ya ait böbrek ve/veya karaciğer örneklerinin histopatolojik incelemesinde ağır doku hasarı olduğu görülmüş olup, Denek B, Denek D, Denek G ve Denek I çalışma sırasında eks olan deneklerdir.

Yaralanma bölgesi dışı organ olan akciğerlerde Denek H, Denek G, Denek F, Denek C, Denek A'da hafif derecede doku hasarı görülmüştür. Denek A'ya ait beyin örneklerinde patoloji saptanmazken, Denek B ve Denek C'de perivasküler, Denek D'de, Denek E'de, Denek F'de, Denek G'de subaraknoid kanama Denek H ve Denek I'da damarlarda konjesyon saptanmıştır. Denek I, Denek H, Denek G, Denek F, Denek E, Denek C, Denek A'ya ait çizgili kas örneklerinde patolojik bulguya rastlanmazken Denek B ve Denek D'ye ait örneklerde minimal inflamasyon görülmüştür.

Hemorajik şok yaratılan koyunların histopatolojik incelemesinde akciğer, beyin, kalp, böbrek, karaciğer ve ince bağırsakta hafif ve orta derecede hasar olduğu, iskelet kasında herhangi bir patolojik etki olmadığı rapor edilmiştir (92). Çalışmamız

sonucunda yaralanma bölgesi ve yaralanma bölgesi dışındaki organlarda hemorajik şok ilişkili histopatolojik bulgular gözlenmiş olup sonuçlarımız literatür ile uyumludur.

Ateşli silahlar ile yaralanma mekanizmalarına ait daha önce yapılan çalışmalarda simulantlar kullanılmış olup çalışmamız bilenen literatüre göre mühimmat ile ilişkili ekstremit ve yumuşak doku hasarını otopsi ve histopatolojik bulgular ile destekleyerek gösteren ilk havyan deneyi olması nedeni ile literatüre önemli bilgiler sunmaktadır.



6. SONUÇ ve ÖNERİLER

- 1) Mermi çekirdeğinin, av fişegi saçma tanelerinin ve şarapnellerin yapısı ile isabet anındaki kinetik enerji miktarına özgü farkların anlaşılabilmesi ve tedavi yaklaşımlarına olan etkilerinin bilinmesi için mermi çekirdeği, av fişegi saçma taneleri ile şarapnellerin etki mekanizmaları ve yaralama potansiyellerinin iyi bilinmesi, adli bilimler alanında çalışan hekimler başta olmak üzere tüm hekimlerin ve adli olgular ile uğraşan sağlık çalışanlarının ateşli silahlar ile oluşan yaralara ait bulguları çok iyi tanınması, tarif etmesi, tanımlaması ve raporlaması gereklidir.
- 2) Ateşli silah yaralanmalarında mortalite ve morbiditesi yüksek travmalardır. Denek B, Denek D, Denek G, Denek I'da görüldüğü üzere solid organ ve majör damar yaralanması sonucu vücuttan hızlı kan kaybı sonucu gelişen hemorajik şok mortaliteye neden olmaktadır.
- 3) Denek A, Denek C, Denek H'de olduğu gibi 45. dakikada yaşam belirtisi olmasına rağmen serebral ve somatik rSO₂ düzeylerinin oldukça düşük gözlenmesi, vücuttan hızlı kan kaybı sonucu gelişen hemorajik şokun yaşayan olgularda çoklu organ yetmezliğine yol açabileceğini göstermektedir. Denek E ve Denek F'de olduğu gibi 45. dakikada yaşam belirtisi gösteren ve hemoglobinde ciddi azalma gözlenmeyen deneklerin 45. dakika serebral ve somatik rSO₂ değerlerinin daha yüksek olması da bu sonucumuzu desteklemektedir.
- 4) Ateşli silah yaralanmaları mortalitesi yüksek travmalar olup çalışmamızda da gösterdiğimiz gibi golden hours olarak tanımlanan ilk bir saat içerisinde süre uzadıkça mortalite ve morbiditenin artması nedeni ile gerek sivil gerekse askeri alanda ilk müdahale ekiplerinin olası en erken dönemde yaralıya ulaşması gereklidir.
- 5) 300 cm mesafeden karın bölgesine ve 100 cm mesafeden femur kemiğine 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile gerçekleştirilen atışlarda her 3 tipteki fişegin benzer şekilde düzgün kenarlı, mermi çekirdeği çapına yakın veya daha küçük, kenarında vurma halkası olan ASMC giriş yarası oluşturduğu görülmüştür. 300 cm ve 100 cm

mesafede giriş yaraları açısından düşük ve yüksek enerjili fişekler arasında gözlemsel olarak farklılık saptanmamıştır.

- 6) 10 cm mesafeden femur/humerus kemiğine 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile gerçekleştirilen atışlarda her 3 tipteki fişeğin benzer şekilde mermi çekirdeği çapından büyük, giriş yarasında vurma halkası, etrafında is ve barut kakmaları olan ASMÇ giriş yarası oluşturduğu görülmüştür. 10 cm mesafede düşük ve yüksek kinetik enerjili fişekler arasında gözlemsel olarak farklılık saptanmamıştır.
- 7) 300 cm mesafeden 9×19 mm (M822), 5,56×45 mm (SS109) ve 7,62×51 mm (M80) fişek ile karın bölgesine gerçekleştirilen atışlarda tüm deneklerde mide bağırsak perforasyonu ve lumbosakral bölgede kas yapılarında hasar ve kanama gözlenmiştir. Denek B’de ek olarak sol böbrekte laserasyon ve kanama, Denek D ve Denek G’de sol böbrekte laserasyon ve kanama, lomber vertebrada kırık saptanmıştır. Yüksek enerjili fişek ile yaralanan deneklerde düşük enerjili 9×19 mm fişek ile yaralanan deneklere göre lumbosakral bölge kas yapılarında daha ağır hasar ve kanama gözlenmiş olup Denek D ve G’de vertebral kırık saptanmıştır.
- 8) Düşük ve yüksek kinetik enerjili fişekler ile gerçekleşen ateşli silah yaralanmalarında giriş yarası bulguları farklılık göstermemektedir. Ancak fişeklerin farklı yaralanma mekanizmalarına sahip olması nedeniyle doku ve organlarda yarattıkları hasar oldukça farklıdır. Yüksek enerjili bir silah ile yaralanan olguda ayrıntılı bir iç muayene yapılarak trajenin dikkatle belirlenmesi gereklidir. Yaşayan olgularda yaralanma bölgesi kadar yaralanma bölgesi dışındaki organlar da yetmezlik açısından takip edilmelidir.
- 9) 300 cm, 100 cm ve 10 cm mesafeden yapılan atışlarda çıkış yaralarına ait bulgularımıza göre mermi çekirdeğinin kemik dokuya isabet etmesi durumunda, düşük enerjili fişekler ile gerçekleşen yaralanmalarda kemik parçaları, yüksek enerjili fişekler ile gerçekleşen yaralanmalarda fragmente mermi parçaları ve kemik parçaları ile her bir parçanın bağımsız hareketinin çıkış deliğinin sayısı ve büyüklüğünü belirlediğini doğrulamaktadır.

- 10) Ateşli silah yaralanmalarında ayrıntılı muayene giriş ve çıkış yaralarının tespit ve ayırt edilmesinde genellikle yeterli olduğundan histopatolojik inceleme nadiren gerekli olsa da giriş yarasına ait histopatolojik bulguların bilinmesi gereklidir. Deneklerin giriş yaralarının histopatolojik incelemesinde dermoepidermal ayrışma ve siyah materyal, epidermal dermal hasar ile birlikte koagülasyon nekrozu ve kanama görülmüştür.
- 11) Tüm deneklerde bağırsakta nekroz saptanmıştır. Denek B, Denek D, Denek E, Denek G' ve Denek I'ya ait böbrek ve/veya karaciğer örneklerinin histopatolojik incelemesinde ağır doku hasarı olduğu görülmüş olup yaralanma bölgesi ve yaralanma bölgesi dışındaki organlarda hemorajik şok ilişkili histopatolojik bulgular gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- 01) **Dinç AH.** Adli biilimler ve adalet kavramı. Celbiş O. Adli bilimlerde örnek alınması ve delil. Ankara: Akademisyen Kitapevi. **2019**; 1-8.
- 02) **Yücel Beyaztaş F, Bütün C.** Ateşli silah ve patlayıcı yaralanmaları. Dokgöz H. Adli Tıp Adli Bilimler. Ankara: Akademisyen Kitapevi, **2019**; 337-357.
- 03) **G. Eckertt W.** Introduction forensic sciences. 2. Baskı. New york. Elsevier: **1992**.
- 04) www.tdk.gov.tr
- 05) Türk Ceza Kanunu. Kanun numarası: 5237, Tarih: 12/10/2004.
- 06) **Atan Y, Bahşi İ, Tataroğlu Z, Orhan M, Çetkin M.** Charkes Ambroise Bernad: Türkiye’de adli otopsinin başlangıcı. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, **2018**; 2: 155-158.
- 07) **Uysal C, Karapirli M, İnanıcı MA.** Osmanlı İmparatorluğu’nda adli tıbbın kurucusu. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, **2011**; 1: 25-27.
- 08) **Özdemir G.** 2004- 2005 yıllarında Adli Tıp Kurumu Trabzon Grup Başkanlığı’nda otopsileri yapılan ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgularının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, **2007**.
- 09) **Göçer S.** Türk Ceza uygulamasında silah ve adli tıp bakımından incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Adli Tıp Enstitüsü Sosyal Bilimler Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, **2001**.
- 10) T.C. İç İşleri Bakanlığı Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı Balistik Şube Müdürlüğü. www.egm.gov.tr
- 11) **Alim Y.** Aynı marka farklı seri numaralı tabancalarda çıkan mermi çekirdeğinin hangi tabancaya ait olduğunun saptanması için yapılan balistik analizler. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, **2009**.
- 12) **Çınar T, Alkan N, Büyük Y.** Adli Tıp Kurumu 1. İhtisas Kurulu ve Balistik şubesine yansıyan ateşli silah olguları. *İst. Tıp Fak. Mecmuası*, **2002**; 65: 47-52.
- 13) **Özer MT.** Yüksek kinetik enerjili ateşli silah yaralanmalarında yara balistiği ve cerrahi tedaviye yansımaları. *Okmeydanı Tıp Derg*, **2017**; 33: 40-47.
- 14) **Uzar Aİ, Güleç B, Kayahan C, Özer MT, Öner K, Alpaslan F.** Yara balistiği-I kalıcı ve geçici yara boşluğu (kavite) etkileri. *Ulusal Travma Derg*, **1998**; 4: 225-229.
- 15) Ateşli silahlar ve bıçaklar ile diğer aletler hakkında kanun. Kanun numarası: 6136, Tarih: 15/07/1953.
- 16) **İbn Bibi.** Ele Evamirü’l Ala’iye Fil-umuri’l Ala’iye Selçukname. Çeviren: Ç Öztürk M. T.C. Kültür bakanlığı yayınları. Ankara:**1996**.

- 17) **Mete AS.** Ateşli silah teknolojisindeki gelişmelerin Osmanlı Kara Ordusu'na Etkileri (1826-1914). Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Atatürk İlkeleri ve İnkılap tarihi Anabilim Dalı. Doktora Tezi. İstanbul, 2019.
- 18) **Şimşek Ü.** Eskişehir ilinde 2009-2015 yılları arasında ateşli silah yaralanmasına bağlı ölüm olgularının değerlendirilmesi. Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Eskişehir, **2017**.
- 19) **Karahan AB.** Sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmemesi suçu (TCK m. 280). *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, **2019**; 2: 948-978.
- 20) **Koç F.** Türk ceza hukukunda sağlık mesleği mensuplarının suçu bildirmeme suçu. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, **2019**.
- 21) **Koç S, Şam B, Yılmaz R.** Av tüfeği yaralanmalarının adli tıbbi boyutu. *Acta Turcica*, **2009**; 1: 213-227.
- 22) **Richmond TS, Foman M.** Firearm violence: A global priority for nursing science. *J Nurs Scholarsh*, **2019**; 51: 229-240.
- 23) **Fowler KA, Dahlberg LL, Halleyesus T, Annest JL.** Firearm injuries in the United States. *Prev Med*. **2015**; 79:5-14.
- 24) **Hilal A, Çekin N, Gülmen MK, Özdemir MH, Karanfil R.** Homicide in Adana Turkey: a 5 year review. *Am J Forensic Med Pathol*, **2005**; 26: 141-145.
- 25) **Demirci Ş, Doğan KH, Deniz İ, Büken B, Erkol Z.** Konya'da çocukluk çağında meydana gelen ateşli silah yaralanmasına bağlı ölümler. *Adli Tıp Bülteni*, **2009**; 14: 22-29.
- 26) **Cantürk G, Cantürk N, Odabaş AB, Erkol Z, Boşgelmez M.** Autopsy findings of suicidal deaths committed by firearms in Ankara, Turkey. *Med Sci Law*, **2009**; 49: 1-6.
- 27) **Büyük Y, Eke M, Dinç AH, Kır Z.** Ankara'da otopsi yapılan ateşli silah kaynaklı ölümler (2001-2004). *Türkiye Klinikleri J Foren Med*, **2008**; 5: 6-12.
- 28) **Ünal EÖ, Koç S, Ünal V, Akcan R, Javan GT.** Violence against women: a series of autopsy studies from İstanbul, Turkey. *J Forensic Leg Med*, **2016**; 40:42-46.
- 29) **Aydın F, Yavuz MS.** İzmir ve çevre illerde meydana gelen ateşli silah yaralanmasına bağlı çocukluk çağı ölümleri. *Adli Tıp Bülteni*, **2020**; 25:36-43.
- 30) **Kır MZ, Ketenci HÇ, Başbulut AZ, Özsoy S.** Erzurum'da ateşli silah yaralanmasına bağlı ölümlerin değerlendirilmesi. *J For Med*, **2012**; 1: 27-37.
- 31) **Toygar M, Türker T, Eroğlu M, Kaldırım Ü, Poyrazoğlu Y, Eyi YE, Durusu M, Eryılmaz M.** An analysis of firearms related deaths between 1993-2010: a retrospective study. *Ulus Travma Acil Cerr Derg*, **2013**; 19: 536-542.

- 32) **Türkoğlu A, Tokdemir M, Tuncer FT, Börk T, Yaprak B, Şen M.** Elazığ'da 2010-2012 yılları arasında otopsi yapılan ateşli silahlara bağlı ölümlerin değerlendirilmesi. *Adli Tıp Bülteni*, **2012**; 17: 8-14.
- 33) **Turgut K, Gür A, Güven T, Oğuztürk H.** Evaluation of factors related to mortality caused by firearm injury: a retrospective analysis from Malatya, Turkey. *Arch Iran Med*, **2019**; 22:80-84.
- 34) **İnanç BB.** Suicide cause and method from 2009-2017 in Turkey. *Iran J Public Health*, **2021**; 50: 1389-1397.
- 35) **Ekinci E, Balcı Y, Çallak F, Anolay N.** Ateşli silah yaralanmasına bağlı ölümlerin orijinine göre demografik özellikleri ve otopsi bulguları-analitik araştırma. *Adli Tıp Bülteni*. **2023**; 28: 15-22.
- 36) **Öğünç Gİ.** Adli balistik 7. bölüm. Öğünç Gi. Kriminalistik. Jandarma Genel Komutanlığı Basımevi Müdürlüğü. 1. Baskı. Ankara, **2021**; 167-196.
- 37) **Fisher BAJ, Fisher DR.** Firearms Examination. Techniques of Crime Scene Investigation. 8. Baskı. Boca Raton, Taylor & Francis Group, **2012**; 249-279.
- 38) **Aydın F.** Ateşli silah yaralanmasına bağlı 18 yaş altı ölümler. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Adli Tıp Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi. Manisa, **2019**.
- 39) **Sürmeli D, Neşeli S.** Mermi namı çıkış hızı ve enerjisini etkileyen parametrelerin optimizasyonu. *Selçuk Tıp Derg*, **2020**; 19 (3): 156-169.
- 40) **Özdemir T.** MKEK yapımı 9x19 mm parabellum fişekleri kullanılarak yapılan atışlarda el üzerinde kalan atış artıklarının indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (ICP-MS) ile tespiti. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul, **2019**.
- 41) **Çoruhlu T.** Osmanlı tüfek, tabanca ve techizatları. Genelkurmay Basımevi. Ankara, **1993**.
- 42) **Şahin ME.** Küresel barut üretim parametrelerinin incelenmesi, sentezi ve karakterizasyonu. Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara, **2013**.
- 43) **Eroğlu ET.** Yanar kovan malzemelerinin hazırlanması. Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim dalı. Yüksek Mühendislik Tezi. Ankara, **2002**.
- 44) **Eryılmaz M.** Savaş Cerrahisi Silahlı çatışmalar ve şiddet içeren diğer tüm koşullarda kısıtlı olanaklarla çalışmak Cilt 1. Ankara: Tuna matbaacılık, **2010**.
- 45) **Heard BJ.** Forensic ballistics in court: interpretation and presentation of firearms evidence. West Sussex: John Wiley&sons Ltd. **2013**

- 46) **Uzar Aİ, Ögünç Gİ, Özer MT.** Penetran ateşli silah yaralanmalarında yara balistiği. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, **2019**; özel sayı: 53-77.
- 47) **Keleş OE.** Bir silahın menzilin artırılmasının analitik ve numerik yöntemlerle araştırılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim dalı. İzmir, **2019**.
- 48) **Heard BJ.** Handbook of firearms and ballistics. West Sussex: John Wiley&Sons Ltd. **2008**.
- 49) **Rinker RA.** Understanding firearm ballistics. Mulberry House Pub Co. New York. **2005**.
- 50) **Ögünç Gİ.** Balistik incelemeler, Temel eğitim kitabı. Emniyet Genel Müdürlüğü Kriminal Daire Başkanlığı yayınları, **2013**.
- 51) **Carlucci D, Jacobson S.** Ballistics: theory and design and ammunition. Boca Raton: Taylor& Francis Group, **2018**.
- 52) **MacPaherson D.** Bullet penetration modelling the dynamics and the incapacitation resulting from wound trauma. El Segundo: Ballistic Publication, **1994**.
- 53) **DiMaio VJ.** Gunshot wounds: practical aspects of firearms ballistics and forensic techniques. Boca Raton: CRC Press, **2016**.
- 54) **Ögünç Gi, Kaymak Ş, Uzar Aİ.** Ateşli silah yaralanmalarının özellikleri ve balistik bilimi. Genç O. Türkiye Klinikleri Göğüs Cerrahisi Özel Sayısı: Harp cerrahisi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri, **2020**; 1-7.
- 55) **Stefanopoulos PK, Hadjigeorgiou GF, Filppakiz K, Gyftokostas G.** Gunshot wounds: a review of ballistics related to penetrating trauma. *J Acute Dis.* **2014**; 178-185. Doi:10.1016/S2221-6189(14)60041-x.
- 56) **Henwood BJ, Oost ST, Fairgrieve SI.** Bullet caliber and type categorization from gunshot wounds in sus scrofa (Linnaeus). *J Forensic Sci.* **2019**; 64: 1139-1144.
- 57) **Geisenberger D, Perdekamp MG, Pollak S, Thierauf-Emberger A, Thoma V.** Differing sizes of bullet entrance holes in skin of the anterior and posterior trunk. *Int J Legal Med.* **2022**; 136: 1597-1603.
- 58) **Yılmaz A.** Ateşli silahlarla oluşan yaralanmalar. *TBB Dergisi*, **2004**; 50: 167-178.
- 59) **Karabağ G, Akbaba M.** Ateşli silah ve patlayıcı madde yaralanmaları. Saka NE. Adli Tıp ve Adli Bilimlerde klinik uygulamalara bakış. Ankara: Akademisyen Kitapevi, **2019**; 29-46.
- 60) **Güldoğan M.** Yakın atışta: ateşli silahlar ile yapılan yaralanmanın (cinayet, kaza, intihar yönünden) ayırt edilmesi. *Adalet Dergisi.* **1973**; 4: 320-327.

- 61) **Karaman G, Özdemir MH.** Mermi çekirdeği silinti halkasının değerlendirilmesinde dikkat çeken farklılıklar. *Adli Tıp Bülteni*, **2016**; 21 (2). doi: 10.17986/blm.2016220386.
- 62) **Demircioğlu D, Altınsoy E.** Adli Kimya. Ögünç Gİ. Kriminalistik. Jandarma Genel Komutanlığı Basımevi Müdürlüğü. 1. Baskı. Ankara, **2021**; 131- 166.
- 63) **Charles S, Geusens N.** Interpol review of gunshot residue 2019 to 2021. *Forensic Sci Int: Snergy*. **2023**; <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2022.100302>.
- 64) **Kaymak O.** Kısa namlulu silah ile atış mesafesinin açık hava koşullarında ET-AAS ile incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, **2023**.
- 65) **Çaylak H, Genç O.** Toraksı ilgilendiren ateşli silah yaralanmaları. *Toraks Cerrahisi Bülteni*, **2010**; 1: 29-32.
- 66) **Baum GR, Baum JT, Hayward D, MacKay BJ.** Gunshot wounds: ballistics, pathology and treatment recommendations with a focus on retained bullets. *Orthopedic Research Reviews*. **2022**; 14: 293-317.
- 67) **Özer MT, Ögünç G, Eryılmaz M, Yiğit T, Menteş MÖ, Dakak M, Uzar Aİ, Öner K.** Organ models in wound ballistics: experimental study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, **2007**; 13: 20-27.
- 68) **Eryılmaz M.** Savaş Cerrahisi Silahlı çatışmalar ve şiddet içeren diğer tüm koşullarda kısıtlı olanaklarla çalışmak Cilt 2. Ankara: Tuna matbaacılık, **2013**.
- 69) **Uzar Aİ, Kayahan C, Güleç B, Özer MT, Kozak O, Alpaslan F.** Yara balistiği-II ateşli silah yaralanmalarında mermideki şekil bozuklukları ve parçalanma etkileri. *Ulusal Travma Dergisi*, **1998**; 4: 235-239.
- 70) **Uzar Aİ, Dadak M, Sağlam M, Özer T, Ögünç G, İde T, Öner K, Şen D.** The magazine: a major cause of bullet fragmentation. *Military Medicine*, **2003**; 12: 969-974.
- 71) **Uzar Aİ, Dakak M, Öner K, Ateşalp AS, Yiğit T, Özer T, Ögünç G, Şen D.** Tabanca ve piyade tüfeği mermileri ile oluşturulan yumuşak doku ve kemik yaralanmalarının karşılaştırılması: deneysel çalışma. *Acta Orthop Traumatol Turc*, **2003**; 37: 261-267.
- 72) **Kotwal RS, Scott LLF, Janak JC, Tarpey BW, Howard JT, Mazuchowski EL, Butler FK, Shackelford SA, Gurney JM, Stockinger ZT.** The effect of prehospital transport time, injury severity, and blood transfusion on survival of US military casualties in Iraq. *J Trauma Acute Care Surg*, **2018**; 85: 112-121.
- 73) **Webster S, Barnard EBG, Smith JE, Marsden MER, Wright C.** Killed in action (KIA): an analysis of military personnel who died of their injuries before reaching a

- definitive medical treatment facility in Afghanistan (2004- 2014). *BMJ Mil Health*, **2021**; 167: 84-88.
- 74) **Taş H, Mesci A, Eryılmaz M, Zeybek N, Peker Y.** Karın içi ateşli silah yaralanmalarında komplikasyon oranlarını etkileyen faktörler. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2011; (5): 450-454.
- 75) **Kaymak Ş, Onur V.** Yüksek hızlı ve düşük hızlı penetran abdominal ateşli silah yaralanmalarında mortaliteyi etkileyen faktörler; 2962 olgunun retrospektif analizi. *Bozok Tıp Derg*, **2020**; 10: 203-209.
- 76) **Alarhayem AQ, Myers JG, Dent D, Liao L, Muir M, Mueller D, Nicholson S, Cestero R, Johnson MC, Steward R, O’Keefe G, Eastridge BJ.** Time is the enemy: mortality in trauma patients with hemorrhage from torso injury occurs long before the golden hour. *The American J Surg*, **2016**; 212: 1101-1105.
- 77) **Maddry JK, Perez CA, Mora AG, Lear JD, Savell SC, Bebartta VS.** Impact of prehospital medical evacuation (MEDEVAC) transport time on combat mortality in patients with noncompressible torso injury and traumatic amputations: a retrospective study. *Mil Med Res.* 2018; 5:22-30.
- 78) **Hong C, Olsen BD, Hammond PT.** A review of treatments for noncompressible torso hemorrhage (NCTH) and internal bleeding. *Biomaterials*, **2022**; 283: 121432.
- 79) **Morrison JJ.** Noncompressible torso hemorrhage. *Crit Care Clin*, **2017**; 33: 37-54.
- 80) **Zhang ZY, Zhang HY, Talmy T, Guo Y, Zhou SR, Zhang LY, Li Y.** Management of noncompressible torso hemorrhage: an update. *Chin J Traumatol*, **2021**; 24: 125-131.
- 81) **Ordoñez CA, Parra WP, Serna JL, Rodríguez-Holguin F, García A, Salcedo A, Caicedo Y, Padilla N, Pino LF, González HA, Herrera MA, Millán M, Quintero-Barrera L, Hernández-Medina F, Ferrada R, Brenner M, Rasmussen T, Scalea T, Ivatury R, Holcomb JB.** Damage control resuscitation: REBOA as the new fourth pillar. *Colomb Med*, **2020**; 51: e-4014353.
- 82) **Silverplatt K, Jonsson A, Lundberg L.** A hybrid simulator model for the control of catastrophic external junctional haemorrhage in the military environment. *Adv Simul*, **2016**; 1: 5.
- 83) **Bulger EM, Snyder D, Schoelles K, Gotschall C, Dawson D, Lang E, Sanddal ND, Butler FK, Fallt M, Taillac P, White L, Salomona JP, Seifarth W, Betzner MJ, Johannigman J, McSwain N.** An evidence based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care*, **2014**; 18: 163-173.

- 84) **Drew B, Bennett BL, Littlejohn L.** Application of current hemorrhage control techniques for backcountry care: part one, tourniquets and hemorrhage control adjuncts. *Wilderness Environ Med*, **2015**; 26: 236-245.
- 85) **Littlejohn L, Bennett B, Drew B.** Application of current hemorrhage control techniques for backcountry care: part two, hemostatic dressing and other adjuncts. *Wilderness Environ Med*, **2015**; 26: 246-254.
- 86) **Hickman DA, Pawlowski CL, Sekhon UD, Marks J, Gupta AS.** Biomaterials and advanced Technologies for hemostatic management of bleeding. *Adv Mater*. 2018; 30(4): doi.10.1002/adma.201700859.
- 87) **Kalemoğlu E, Kalemoğlu M.** Güncel bilgiler ışığında taktik muharebe yaralı bakımı. *Hitit Med*. 2022; 4(3): 123-128.
- 88) **Karaca MA.** Taktiksel tıp. *Anatolian J Emerg Med*. 2018; 1(1): 24-28.
- 89) **Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A.** Profile of combat injury. *J Trauma*. 2003; 54: 13-19.
- 90) **Sönmez A.** Taktik Muharebe Yaralı Bakımı El Kitabı Versiyon 5. (Tactical Combat Casualty Care Handbook Version 5) **2018**, Erişim adresi: <http://call.army.mil>
- 91) **Anonim.** Tactical Combat Casualty Care (TCCC) Guidelines for Medical Personnel 15 December 2021. *J Spec Oper Med*, **2022**; 22: 11-17.
- 92) **Simmons J, Ventetola CE.** Cardiopulmonary monitoring of shock. *Curr Opin Crit Care*. **2017**; 23 (3): 223-231.
- 93) **Dyer WB, Simonova G, Chiaretti S, Bouquet M, Wellburn R, Heinsar S, Ainola C, Wildi K, Sato K, Liningstone S, Suen JY, Irving DO, Tung JP, Li Bassi G, Fraser JF.** Recovery of organ-specific tissue oxygen delivery at restrictive transfusion thresholds after fluid treatment in ovine haemorrhagic shock. *Intensive Care Med Exp*, **2022**; 10:12. doi: 10.1186/s40635-022-00439-6.
- 94) **Temli Ş.** Kanamalı hastalarda noninvaziv hemoglobin değerleriyle tam kan homoglobin değerlerinin karşılaştırılması. Uzmanlık tezi. Dicle üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Diyarbakır, **2018**.
- 95) **Soler PG, Alonso JMC, Gonzalez-Gomez JM, Milano-Manso G.** Noninvasive hemoglobin monitoring in critically ill pediatric patients at risk of bleeding. *Med Intensiva*, **2017**; 41: 209-215.
- 96) **Açııcı Çakıroğlu S.** Farklı kol açılarına göre infraklavikuler blok yapılan üst ekstremitte cerrahisinde near infrared spektroskopisi (NIRS) ile doku oksijenasyonunun ve blok kalitesinin değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi. Harran üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı. Şanlıurfa.**2020**.

- 97) **Tang Bo, Yu Xuerong, Xu Li, Zhu A, Zhang Y, Huang Y.** Continuous noninvasive hemoglobin monitoring estimates timing for detecting anemia better than clinicians: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2019; 19(1): 80-100.
- 98) **Gamal M, Abdelhamid B, Zakaria D, Dayem OAE, Rady A, Fawzy M, Hasanin A.** Evaluation of Noninvasive Hemoglobin Monitoring in Trauma Patients with Low Hemoglobin Levels. *Shock*, **2018**; 49:150-153.
- 99) **Ahmed A.** Masimo O3 regional oximetry: observing changes in three new measurements while monitoring cerebral oxygenation during coronary artery bypass. www.masimo.com.
- 100) **Boezeman RPE, Kelder JC, Waanders FGJ, Moll FL, PM de Vries JP.** In vivo measurements of regional hemoglobin oxygen saturation values and limb to arm ratios of near infrared spectroscopy for tissue oxygenation monitoring of lower extremities in healthy subjects. *Medical Devices Evidence Research.* 2014. Doi: 10.2147/MDER.S73103.
- 101) **Barker SJ, Shander A, Ramsay MA.** Continuous noninvasive hemoglobin monitoring: a measured response to a critical review. *Anesth Analg.* 2016; 122(2): 565-572.
- 102) **Quaresima V.** Noninvasive measurement of cerebral hemoglobin oxygen saturation using two near infrared spectroscopy. *J Biomed Opt.* 2000; 5(2): 201-205.
- 103) **Bruns, N., Moosmann, J., Münch, F., Dohna-Schwake, C., Woelfle, J., Cesnjevar, R., Dittrich, S., Felderhoff- Müser, U., Müller, H.** How to Administer Near-Infrared Spectroscopy in Critically ill Neonates, Infants, and Children. *J. Vis. Exp.* **2020**; e61533, doi:10.3791/61533.
- 104) **Dyer WB, Tung JP, Li Bassi G, Wildi K, Jung JS, Colombo SM, Rozencwajg S, Simonova G, Chiaretti S, Temple FT, Ainola C, Shuker T, Palmieri C, Shander A, Suen JY, Irving DO, Fraser JF.** An Ovine Model of Hemorrhagic Shock and Resuscitation, to Assess Recovery of Tissue Oxygen Delivery and Oxygen Debt, and Inform Patient Blood Management. *Shock*, **2021**; 56:1080-1091.
- 105) **Santora RJ, Moore FA.** Monitoring trauma and intensive care unit resuscitation with tissue hemoglobin oxygen saturation. *Crit Care*, **2009**;13 (Suppl 5):10. doi: 10.1186/cc8008.
- 106) **El-Desoky AE, Seifalian A, Cope M, Delpy D, Davidson B.** Changes in tissue oxygenation of the porcine liver measured by near-infrared spectroscopy. *Liver Transpl Surg.* **1999**; 5: :219-226.

- 107) **Murkin JM, Arango M.** Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation. *Br J Anaesth.* **2009**;103 (Suppl 1): i3-13. doi: 10.1093/bja/aep299. PMID: 20007987.
- 108) **Balakrishnan B, Dasgupta M, Gajewski K, Hoffmann RG, Simpson PM, Havens PL, Hanson SJ.** Low near infrared spectroscopic somatic oxygen saturation at admission is associated with need for lifesaving interventions among unplanned admissions to the pediatric intensive care unit. *J Clin Monit Comput.* **2018**; 32: 89-96
- 109) **Roldán M, Kyriacou P.A.** Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) in Traumatic Brain Injury (TBI). *Sensors* **2021**; 21: 1586. [https://doi.org/ 10.3390/s21051586](https://doi.org/10.3390/s21051586).
- 110) **Aykaç ZZ, Arslantaş MK.** Sıvı tedavisi ve yönetimi (II) monitorizasyon ve sıvı yanıtılığının öngörülmesi. *GKDA Derg,* **2018**; 24: 1-10.
- 111) **Mehta Y, Kapoor PM, Maheswarappa HM, Saxena G.** Noninvasive bioreavtance based fluid managemenet monitoring: a review of literatüre. *J Card Crit Care.* **2021**; 5: 222-228.
- 112) **Hrdy O, Duba M, Doezelova A, Roskova I, Hilavaty M, Traj R, Bönisch V, Smrcka M, Gal R.** Effects of goal directed fluid managment guided by a non invasive device on the incidence of postoperative compmlication in neurosurgery: a pilot and teasibility randomised controlled trial. *Perioper Med.* **2023**; 12(1): 32-41.
- 113) **Kanitakis J, Monneuse O.** Gunshot entry wound of the skin. *Am J dermapathol.* 2016; 38(7): 566-567.
- 114) **Tuğcu H, Yorulmaz C, Bayraktaroğlu G, Uner HB, Karslıoğlu Y, Koç S, Ulukan MO, Celasun B.** Determination of gunshot residues with image analysis: an experimental study. *Mil Med.* 2005; 170(9):802-5.
- 115) **Gitto L, Stoppacher R.** Gunshot wounds. **Zynger DL.** Autopsy&forensics. 2012-2024. PthologyOutlines.com,Inc.
- 116) **Baptista MV, d'Ávila SC, d'Ávila AM.** Histopathological detection of entry and exit holes in human skin wounds caused by firearms. *J Forensic Leg Med.* 2014; 25: 49-52.
- 117) **Moochhala S, Wu J, Lu J.** Hemorrhagic shock: an overview of animal models. *Front Biosci,* **2009**; 14: 4631-4639.
- 118) **Tremoleda JL, Watts SA, Reynolds PS, Thiemermann C, Brohi K.** Modelling acute traumatic hemorrhagic shock injury: challenges and guidelines for preclinical studies. *Shock,* **2017**; 48: 610-623.
- 119) **Van Zyl N.** Validation of acute coagulopathy in an ovine model of trauma and haemorrhage. Thesis of Master of Philosophy. The University of Queensland, Australia, **2016**.

- 120) **Scully CG, Daluwatte C, Marques NR, Khan M, şalter M, Wolf J, Nelson C, Salsbury J, Enkhbaatar P, Kinsky M, Kramer GC, Strauss DG.** Effect of hemorrhage rate on early hemodynamic responses in conscious sheep. *Physiol Rep*, **2016**; e12739.
- 121) **Ersoy G, Rodoplu Ü, Yılmaz O, Gökmen N, Doğan A, Dikme Ö, Aydınoglu A, Orhon O.** Hemostatic efficacy of local chitosan linear polymer granule in an experimental sheep model with severe bleeding of arteris and vena femoralis. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*, **2016**; 22: 215-223.
- 122) **Berry MJ, Darby JRT, O'Byrne DM, Dyson RM, Sixtus R, Holman SL, Abelentseva A, Bowler P, Stanbridge K, Morrision JL.** Arginine vasopressin improves cerabral perfusion following controlled haemorrhage in adult ewes. *J Physiol*, **2019**; 16: 4165-4173.
- 123) **Qi J, Gao S, Liu G, Yan S, Zhang M, Yan W, Zhang Q, Teng Y, Wang J, Zhou C, Wang Q, Ji B.** An Ovine Model of Awake Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Front Vet Sci*, **2021**; 8:809487.
- 124) **Hlavaty L, Roquero L, Amley J, Root K, Ishikawa M, Koopmeiners A, Zhao L, Sung L.** Discordance of Gross and Histologic Findings in Estimating the Range of Fire of Gunshot Wounds. *J Forensic Sci*, **2019**; 64:1399-1411.
- 125) **Kurita T, Kawashima S, Morita K, Nakajima Y.** Assesment of benefits of head up preoxygenation using near infrared spectroscopy with pulse oximetry in a swine model. *J Clin Monit Comput*, **2021**; 35: 155-163.
- 126) **Seddighi R, Doherty TJ.** Field sedation and anesthesia of ruminants. *Vet Clin Food Anim*, **2016**; 32: 553-570.
- 127) **Karasu A, Gençcelep M.** The effect of Xylazine HCL used in repeated sedations for sheep on biochemical and clinical values. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, **2015**; 21: 831-836.
- 128) **Peters, C. E., & Sebourn, C. L.** Wound ballistics of unstable projectiles. Part II: temporary cavity formation and tissue damage. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 1996; 40:16-21.
- 129) **A. İ. Uzar ve G. İ. Ögünç.** Travma Kinematiği. %1 içinde Travma, C. Ertekin, O. Alimoğlu, M. Eryılmaz, A. F. K. Gök ve A. Özpek. Dü, İstanbul, EMA, **2022**., 41-71.
- 130) **ML, F.** Wound ballsitics. A review of common miscpnseptions. *JAMA*. 1988; 259, 2730-2736.
- 131) **M. Fackler ve P. Dougherty.** Theodor Kocher and The Scientific Foundation of Wound Ballistics. *Surgery Gyn&Obst.*, **1991**; (172) 153-160.

Görevler:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Doç. Dr. Çocuk Yoğun bakım	S.B.Ü Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Yoğun Bakım Kliniği	Kasım 2022- günümüz
Doktora	Çukurova Üniversitesi Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü, Adli bilimler bilim dalı	2019-2024
Uzm. Dr. Çocuk Yoğun Bakım	S.B.Ü. Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Çocuk Yoğun Bakım Ünitesi	2017- Kasım 2022
Yan dal uzmanlık	Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilimdalı, Çocuk Yoğun Bakım Bilimdalı	2014-2017
Uzm. Dr.	Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği	2011-2014
Uzm. Dr.	Özel Anadolu Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü	2009-2011
Uzm. Dr.	Medicana International Ankara Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü	2008-2009
Uzm. Dr.	TDV Özel 29 Mayıs Hastanesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Bölümü	2006-2008
Dr. Arş. Gör.	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	2001–2005

EKLER



Evrak Tarih ve Sayısı: 29/05/2023-24379

Ç.Ü. BAĞIMLILIK VE ADLİ BİLİMLER ENSTİTÜSÜ YÖNETİM KURULU KARARLARI

TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI	TOPLANTI TARİHİ
11	7	26.05.2023

26.05.2023 tarihinde saat 12:00'da toplanan Enstitü Yönetim Kurulunca aşağıdaki kararlar oy birliği ile kabul edildi.

Karar-6: Adli Bilimler Anabilim Dalı Doktora öğrencisi 2019943007 No'lu İlknur ARSLAN'ın Tez önerisinin kabulüne ait 12.05.2023 tarihli ve 9/3 sayılı Akademik Kurul kararı görüşüldü.

Anabilim Dalı Doktora öğrencisi 2019943007 No'lu İlknur ARSLAN'ın "Ateşli Silah Yaralanmalarında Hemodinamik ve Histopatolojik Bulgular" başlıklı Doktora tez önerisinin içeriğinin değiştirilmesine ait Akademik Kurul kararının kabulüne ve kararın Anabilim Dalı ile öğrencinin Danışmanına bildirilmesine oy birliği ile karar verildi.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Eda KUMCU (Enstitü Müdür V.)
Başkan

e-imzalıdır
Prof. Dr. Ayşe SERİN (Enstitü Müdür Yrd.)
Üye

e-imzalıdır
Dr. Öğrt. Üy. Gökşun DEMİREL (Enstitü Müdür Yrd.)
Üye
(KATILAMADI-İZİNLİ)

e-imzalıdır
Prof. Dr. Gonca KARAKUŞ
Üye

e-imzalıdır
Prof. Dr. Fulya CENKSEVEN ÖNDER
Üye

e-imzalıdır
Prof. Dr. Naime Zülal ELEKCİOĞLU
Üye